



**METSIKÖN KÄSITTELYN PERUSTEET.
KOKOOMATEOS TUTKIMUSTULOKSISTA JA
KIRJALLISUUSTIETOKANNAN KUVAUS**

**STAND TREATMENT GROUNDS.
A COMPILATION OF STUDY RESULTS AND
DESCRIPTION OF A LITERATURE DATABASE**

Eero Mattila

JOENSUUN TUTKIMUSKESKUS

**METSIKÖN KÄSITTELYN PERUSTEET. KOKOOMATEOS
TUTKIMUSTULOKSISTA JA KIRJALLISUUSTIETOKANNAN KUVAUS
STAND TREATMENT GROUNDS. A COMPILATION OF STUDY RESULTS
AND DESCRIPTION OF A LITERATURE DATABASE**

Hankkeen 3191 loppuraportti

Eero Mattila

SUMMARY

This paper is the final report of a five-year research project concerning stand treatment alternatives as are implemented in modern-day Finnish silviculture. The various alternatives and their consequences are discussed mainly on the basis of older and more recent research results. The rapid and at time abrupt changes in silvicultural practices in the 1990s necessitated this research project. It was thought that new research is not able to sufficiently quickly provide all the decision-making support needed. Consequently, in order to avoid making far-reaching mistakes, it was decided to review and bring together all existing knowledge applicable in the new situation.

Forests cover three quarters of Finland's land area. More than 60% of the country's forests are owned by private persons. The number of these non-industrial, private forest owners currently approaches one million. Forestry is practised almost throughout this country, which extends 1100 km in the south-north direction. This is possible even in the extreme north of Finland due to the warming effect of the Gulf Stream on the climate in Fennoscandia. Sustainability, earlier expressed as sustainability of wood production, has been the leading principle applied in Finnish forestry. This is testified by the fact that the volume of the growing stock is now some 20% greater than it was in the early 1920s. In compliance with the modern-day concept of sustainability (ecological, economic and social functions), Finnish silviculture was reorientated ten years ago in the direction of biodiversity making it a goal equal to wood production.

This report begins with a discussion of the general preconditions for and changes in forestry in Finland. It is concluded that the forest cluster, however important it might be for the Finnish national economy, has been undermined by the media during the past few decades. Finnish silviculture was criticized by national and international environmental movements especially in the 1990s. Thanks to numerous forest protection programmes and reformed forest and nature conservation legislation, the area of the protected forests has increased during the last two decades almost three-fold. At present, there is more protected forest in Finland than in any other European country. Therefore, the criticism directed at Finnish forestry is not based on facts, but instead it serves some other, unknown goals. It has been stated in several independent evaluations that Finnish silviculture is at present one of the most modern in Europe. It should be borne in mind in this connection that 30-40% of Finland's net export earnings come from forest-industry products.

The report continues by dealing with the wood-production chain over the entire stand rotation. The last chapter includes three elements. Firstly, it is a summary of the preceding text. Then it takes a look at future perspectives; both risks and some positive challenges are discussed. And finally, the possibilities and measures needed to develop the report as a research and education tool are evaluated.

There are ten bibliographies in this paper, and all in all they include nearly 3,300 sources. When repeated references are excluded, the number of sources is over 2,900. One of the three appendices is the manuscript for a literature database developed in the course of the research project. It consists at present of more than 11,000 sources and it is updated at intervals of 2-4 months.

The part concerning stand-treatment alternatives begins from stands approaching the end of the rotation when the most important decisions concern choice of regeneration method and timing of final cutting. Several factors affecting these decisions are discussed. This is followed by addressing the measures needed to

create new tree generations in different conditions. Abiotic and biotic agents of damage and causes of diseases in young trees are thoroughly treated. After that follows the tending phase which has interconnections with damage and disease management. It is obvious that tending has both positive and negative effects; this depends on the goal adopted. In Finland, young stands are not tended nor pole-stage stands are harvested to the extent required to ensure the economic future development of the forest reserves. In order to obtain and augment revenues from these actions, energy wood is collected and sold at subsidised prices. However, the main part of energy wood continues to be obtained from regeneration cuttings. Due to the increasing importance of energy wood, an entire chapter has been devoted to this topic.

In advanced stands, thinnings are crucial for the accrual of future forest value and to enable large-diameter timber to be harvested in the final cutting. The importance of thinnings is explained extensively in this report. The implementation of thinnings is divided into four parts: a) Thinning types, b) Thinning models and cutting series, c) Problems in first thinnings and d) Logging (harvesting). In some respects the logging (harvesting) part is not limited solely to thinnings. The chapter concerning forest damage and diseases in advanced stands is divided into three main parts: a) Damage caused by logging (harvesting), b) Abiotic damage due to other reasons and c) Biotic agents of damage and diseases. Logging (harvesting) damage must be taken seriously everywhere as it affects the future revenues to be obtained from the logged stands. The effects of airborne pollutants on forest health is dealt with in b). In Finland these pollutants need be taken into consideration only in stand treatment in small, locally restricted areas.

Several species of fungi and insects cause biotic damage and diseases, but only a few of them are of significance in advanced stands. *Gremmeniella abietina* fungus can kill pine saplings and pole-stage trees. In advanced stands, it can reduce the canopy biomass from below, but then the damage is rarely disastrous. Growth losses are small because the lower canopy is ineffective in regard to net biomass production. *Heterobasidion annosum* fungus is a real regional problem, especially in advanced spruce stands and also in pine stands of all development stages. The fungus kills pines and causes butt-rot in spruce trees. Several bark beetle species harm living trees as well as green timber if stored in forest at the wrong time. *Tomicus* species of insects attack the current year's pine shoots and cause growth losses, but they do not necessarily kill the afflicted trees. *Neodiprion sertifer* and *Diprion pini* cause growth losses of pine by sometimes totally defoliating trees. If repeated in successive summers, this damage can be fatal, especially if accompanied by bark beetle damage. If an epidemic is evident, it can be controlled by using a specific virus which infects the larvae.

Multiple use of forests and the impact of forestry on the environment are considered separately in each context. Advanced pine stands with birch admixtures are preferable for recreational purposes. Untreated or/and over-dense stands are not favoured by the public. Density of the tree stock negatively affects berry yields, too. Large-in-area clear cuttings, especially when the soil needs intensive treatment, are the most criticised forestry measures. However, soil treatment is needed on problematic sites to ensure the establishment of the new tree generation within a reasonable time. Regeneration cuttings and soil treatment both increase nutrient leaching, which can have a negative effect on groundwater quality. Fertilization and ditching have similar effects, but they can be far more detrimental if not carried out in the proper way. Biodiversity and forestry are not necessarily in conflict with each

other. Stand-edge zones, which are typical in managed forests, are rich in species diversity. Species requiring old-growth forests and a lot of coarse woody debris are preserved in strict nature reserves. Biodiversity can be promoted also in managed forests by protecting valuable biotopes and leaving old and dead trees and tree groups in regeneration cuttings. It is reasonable to claim that forestry does not exclude nature values and vice versa. In most cases, the two goals can be combined without any major sacrifices.

Keywords: new silviculture, stand treatment options, damage and diseases management, multiple use forestry, biodiversity, study review.

Author's address: Eero Mattila, Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, FIN-96301 ROVANIEMI, Finland, tel. +358-16-336 4222, fax +358-16-336 4640, e-mail: eero.mattila@metla.fi

Cover photo: Eero Mattila

Published and orders: Finnish Forest Research Institute, Library, P.O.Box 18, FIN-01301 VANTAA, Finland, tel. +358-9-8570 5580, fax +358-9-8570 5582, e-mail: kirjasto@metla.fi

Accepted: Kari Mielikäinen, Research Director

ALKUSANAT

Käsillä on noin viisi vuotta kestäneen tutkimushankkeen loppuraportti. Tutkimus on tehty pääosin Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun toimintayksikössä (tutkimusasema 31.12.2000 saakka, tutkimuskeskus vuoden 2001 alusta alkaen). Vuoden 2000 alussa hanke liitettiin osaksi tutkimusohjelmaa 'Metsänkasvatuksen vaihtoehdot ja niiden puuntuotannolliset seuraukset' (MOT, Jari Hynynen). - Vuoden 2001 huhtikuun alusta hankkeen vastuututkijana olen toiminut eräänlaisena etätyöntekijänä Rovaniemen tutkimusasemalla ollen kuitenkin muodollisesti Joensuun tutkimuskeskuksen työntekijä vuoden 2001 loppuun saakka. Siirron tarkoituksena oli pehmentää paluuta minulle tutumpaan työympäristöön ja uusiin, mutta asiallisesti sangen tuttuihin tutkimustehtäviin poronlaitumien inventoinnin parissa. - Kiitän Joensuun väkeä kaikesta tuesta ja avusta, minkä sain siellä aina tarvittaessa. Kiitän myös Rovaniemen väkeä ystävällisestä vastaanotosta ja huolenpidosta sekä työtiloista.

Tätä tutkimusta edelsi esitutkimus, jonka loppuraportti on päivätty 28.2.1997. Tästä tutkimuksesta valmistui väliaikaraportti 10.1.2000. Ko. dokumentit on mainittu tämän raportin ensimmäisessä lähdeluettelossa (Mattila 1997 ja 2000b, ks. myös Mattila 2000a ja 2001). – MMT Jari Parviainen ja MMT Mikko Hyppönen ovat lukeeet tämän käsikirjoituksen ja tehneet lukuisia tarpeellisia korjaus- ja muutosesityksiä. Erkki Pekkinen on tarkastanut englanninkielisen tekstin. Puhtaaksikirjoituksesta ovat huolehtineet Eija Virtanen (Rovaniemi) sekä Erja Koljonen ja Leena Ketunen (Joensuu), joille tässä esitän erityiset kiitokset kärsivällisyydestä.

Rovaniemi 15.9.2002

Eero Mattila

SISÄLLYS

ALKUSANAT	5
1. JOHDANTO	9
1.1 METSÄNKASVATUKSEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	10
1.2 METSIKÖN KÄSITTELYPÄÄTÖKSIÄ TEKEVIEN ONGELMAT	12
1.3 UUSI METSÄNKASVATUKSEN OPPIKIRJA?	13
2. YLEISTÄ LOPPURAPORTIN SISÄLLÖSTÄ	15
3. METSIKKÖ PUUNTUOTANNON PERUSYKSIKKÖNÄ	17
Pääluvuissa 1-3 mainitut lähteet.....	19
4. METSIKÖN UUDISTAMINEN	24
4.1 UUDISTAMISEN AJOITUKSEEN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA	24
4.2 LUONTAINEN VAI KEINOLLINEN UUDISTAMINEN?	25
4.2.1 <i>Luontaisen uudistamisen edellytyksiä</i>	25
4.2.2 <i>Taloudellisia näkökohtia</i>	27
4.2.3 <i>Uudistamistuloksen ennakointi</i>	28
Alaluvuissa 4.1 ja 4.2 mainitut lähteet.....	30
4.3 LUONTAINEN UUDISTAMINEN	42
4.3.1 <i>Valmiin taimiaineksen hyödyntäminen</i>	42
4.3.2 <i>Männyn siemenpuu- ja kuusen suojuspuuhakkuut</i>	44
4.3.3 <i>Avohakkuu</i>	45
Alaluvussa 4.3. mainitut lähteet.....	46
4.4 KEINOLLINEN UUDISTAMINEN	53
4.4.1 <i>Puulajin valintaperusteet</i>	54
4.4.2 <i>Viljelymenetelmät ja viljelymateriaalit</i>	56
4.4.3 <i>Uudistusalan valmistaminen metsänviljelyä varten</i>	58
Kulotus.....	59
Kasvualustan mekaaninen käsittely.....	60
4.4.4 <i>Viljelytaimikon perustamistiheys</i>	61
Alaluvussa 4.4. mainitut lähteet.....	62
4.5 PELTOJEN JA SUOPOHJIEN METSITYS	85
4.5.1 <i>Pellonmetsitys</i>	85
4.5.2 <i>Suopohjien metsitys</i>	87
Alaluvussa 4.5 mainitut lähteet.....	88
4.6 TAIMITAUDIT JA -TUHOT SEKÄ NIIDEN TORJUNTA	94
4.6.1 <i>Abioottiset tuhot</i>	95
4.6.2 <i>Bioottiset tuhot</i>	99
Sienituhot.....	99
Hyönteistuhot.....	101
Muut eläintuhot.....	103
Alaluvussa 4.6 mainitut lähteet.....	105
5. TAIMIKONHOITO	129
Pääluvussa 5 mainitut lähteet.....	134

6. PIENPUUN JA HAKKUUTÄHTEEN HYÖDYNTÄMINEN.....	141
Pääluvussa 6 mainitut lähteet.....	145
7. NUORTEN JA VARTTUNEIDEN HARVENNUSMETSIEN KÄSITTELY.....	154
7.1 HARVENNUSHAKKUIDEN TARVE JA PERUSTEET.....	154
7.2 HARVENNUSTEN TOTEUTTAMINEN.....	162
7.2.1 Harvennustavat.....	162
7.2.2 Harvennusmallit, hakkuuohjelmat ja kasvatusmallit.....	165
7.2.3 Ensiharvennusproblematiikka.....	169
7.2.4 Puunkorjuu	171
Alaluvuissa 7.1 ja 7.2 mainitut lähteet.....	175
7.3 HARVENNUSMETSIEN JA UUDISTUSKYPSEIEN METSIEN METSÄ- TAUDIT JA TUHOT SEKÄ NIIDEN TORJUNTA.....	221
7.3.1 Puunkorjuuvauriot ja korjuutyön laatu.....	221
7.3.2 Muut abioottiset tuhot.....	223
7.3.3 Sienitaudit ja hyönteistuhot.....	235
Sienistä aiheutuvia tauteja ja tuhoja.....	237
Hyönteisten aiheuttamia tuhoja.....	239
Alaluvussa 7.3 mainitut lähteet.....	245
8. TÄYDENTÄVÄ YHTEENVETO	282
8.1 AIHERYHMITÄISTÄ TARKASTELUA.....	282
8.2 TULEVAISUUDEN HAASTEITA JA MAHDOLLISUUKSIA.....	293
8.3 KIRJALLISEN TUOTTEEN KEHITTÄMISMAHDOLLISUUKSIA.....	296
 LIITE 1. Oppi- ja käsikirjoja sekä oppaita yms.	298
LIITE 2. Suunnittelun uuden kokoomateoksen sisältö – lukujen otsikot ja työryhmän kommentit.....	358
LIITE 3. Kirjallisuustietokannan rakenne ja toiminta.....	364

1. JOHDANTO

Suomi on metsäinen maa. Maa-alasta kolme neljäsosaa on metsä- tai kitumaata. Jo-kaista kansalaista kohden metsämaata on nelisen hehtaaria. On siten luonnollista, etenkin kun muita luonnonvaroja on vähän, että metsien käyttöön suoraan tai välillisesti perustuva toiminta on näkyvässä asemassa Suomen talouselämässä. Tätä kuva-taa mm. se, että metsäsektorin osuus tavaroiden nettoviennin arvosta vuonna 1995 oli 42 % (Sevola 1999, s. 305, uudempaa tilastotietoa ei ole vielä käytettävissä). Tuontipanokset ovat suhteellisen pienet metsäsektorin tuotannossa, mikä nostaa osuuden nettoviennistä suuremmaksi kuin bruttoviennistä. Metsäklusterin käsite kat-taa paljon laajemman osan yhteiskunnan toiminnoista kuin metsäsektori. Klusteriin kuuluu mm. metsäalan tutkimusta, opetusta ja muuta tiedon ja taidon tuotantoa sekä muutakin kuin metsäteollisuutta (ks. Reunala, Tikkanen ja Åsvik 1998). Metsäklus-terin osuus bruttokansantuotteesta on noin 10 %, mistä metsäsektori tekee kahdeksan prosenttiyksikköä (Parviainen 2002).

Suomen väestö on alle yhden promillen maailman väestöstä. Meillä on noin 0,6 % maailman metsäalasta, mutta osuutemme maailman teollisen raakapuun hak-kuista on kertaluokkaa 3 %. Havupuiden osalta vastaava osuus oli noin puoli-toistakertainen vuonna 1998, jolloin Suomessa hakattiin teollisuuspuuta hieman alle 50 milj. m³ kuoretta. Volyymilla mitattuna sahatavaran ja puulevyjen osuus koko maailman ko. viennistä oli vajaa 6 % vuonna 1998. Massan, paperin ja kartongin osalta vastaava osuus oli lähes 10 %, mistä arvokas paino- ja kirjoituspaperi teki yli puolet. Paino- ja kirjoituspaperin vienti Suomesta oli 21,5 % koko maailman ko. viennistä, selvästi enemmän kuin Saksalla (13,6 %) ja Kanadalla (10,4 %), joten olemme suurvalta tällä maailmankaupan osa-alueella! Suomen kaikkien metsäteolli-suustuotteiden viennin arvo oli 8,6 % koko maailman ko. viennin arvosta vuonna 1998 (ks. Sevola 2000, s. 329-330, 333, 339, 341 ja 343).

Suomi on metsien kestäväen hyödyntämisen kärkimaa maailmassa. Metsämaata oli 1990-luvulla 20 milj. ha, mikä on 15 % enemmän kuin 1950-luvun alussa. Lisäys on saatu aikaan lähinnä soiden ojituksella, metsityksellä ja lannoituksella ja osin myös pellonmetsi-tyksellä. Runkopuun tilavuus, melkein 2 mrd. m³, on 27 % suurempi kuin 1950-luvun alussa. Tulos on vaikuttava, varsinkin kun otetaan huomioon, että runkopuun poistuma ajanjaksolla 1953-1999 oli yhteensä noin 2,6 mrd. m³. Runkopuun tilavuudeksi arvioitiin valtakunnan metsien kolmannessa inventoinnissa 1951-53 1,54 mrd. m³. Siihen verrattuna toteutunut poistuma on yli puolitoistakertainen! Poistuma ja nykyinen puustopääoma yh-dessä vastaavat 1950-luvun alun puustopääomaa lähes kolminkertaisena. Toteutuneen vuotuisen kasvun uusin arvio on nyt 78 milj. m³, kun se 1950-luvun alun inventoinnin mukaan oli 55 milj. m³. Vaikka luvut eivät ole aivan vertailukelpoisia, suuri lisäys on tosi-asia ja se osoittaa osaltaan kiistattomasti puuntuotannon kestävyyyttä. Kasvun lisäys on suhteellisesti puustopääoman lisäystä suurempi metsien nuorentumisen ja paremman met-sänhoidollisen tilan johdosta (ks. Sevola 2000, s. 43-44 ja 73).

Metsävarat ovat runsaat ja niiden kasvu- ja tuottokunto on hyvä. Tässä suh-teessa tilanne ei saa ainakaan huonontua. Metsien nykyisen käsittelyn eräät vaiku-tukset ulottuvat kauas tulevaisuuteen, mikä on aina pidettävä mielessä käsittelypää-töksiä tehtäessä. Metsikkötason käsittelypäättöksiä tehdään miljoonia vuodessa ja po-tentiaalisia päätöksentekijöitä on yli puoli miljoonaa, niistä varsinaisia yksityismet-sänomistajia tai heidän edustajiaan valtaosa. Yksityismetsälöitä on lähes puolimil-joonaa (Sevola 2000, s. 48) ja osalla niistä on enemmän kuin yksi omistaja (esim. jakamattomat perikunnat). Valtakunnan metsien inventoinnin mukaan varsinaisissa

yksityismetsissä on metsämaata 12,3 milj. ha eli 61 % koko metsämaa-alasta. Muista omistajista suurin on valtio 25 %:n osuudella (em. lähde, s. 46).

Siis päätöksentekijöitä on paljon ja vuotuinen käsittelyala on suuri. Jos kaikki muuttavat metsiensä käsittelytapaa samaan suuntaan, osa metsävaroja kuvaavista tunnusluvuista muuttuu suhteellisen nopeasti. Tämä on havaittavissa esim. valtakunnan metsien inventointituloksissa jo yhden inventointikierron aikana (noin 10 vuotta). Muutoksia tarvitaan, mutta Suomen metsäsektorin merkitys huomioon ottaen niillä ei saisi vaarantaa metsävarojen myönteistä kehitystä. Tällä hetkellä ajankohtaiset metsänkäsittelyn muutospaineet liittyvät toisaalta metsänomistusrakenteen ja metsänomistuksen tavoitteiden muutoksiin (sisäsyntyiset tekijät) ja toisaalta uusiin metsäluonnon suojeluvaatimuksiin myös talousmetsissä (ulkopuoliset tekijät).

1.1 Metsänkasvatuksen toimintaympäristö

Nykyiseen tilaan verrattuna Suomen metsät olivat huonossa kunnossa 1800-luvulla ja 1900-luvun alkupuolella. Sitä todistaa erään saksalaisen metsäasiantuntijan (von Berg) lausunto vuodelta 1859 ja sen vahvisti 1920-luvun alussa toteutettu maailman ensimmäinen valtakunnallinen metsien inventointi (Ilvessalo 1924, ks. Heikinheimo 1924). Metsien huonoon tilaan johtaneita pääsyitä olivat toisaalta hoitamattomuus ja toisaalta metsien rakenteelle haitalliset käyttötavat. Varsinkin harsintahakkuut, joissa puustosta poimitaan parhaat yksilöt pois niiden järeytyessä tarvittaviin mittoihin, olivat turmiollisia. Harsinnassa jätettiin kasvamaan kitukasvuisia, vikanaisia ja geneettisesti huonolaatuisia puita, joilla oli käyttöä etupäässä vain polttopuuna ja muuina kotitarvepuuna. Suomessa voitiinkin jo 1800-luvun lopulla puhua puupulasta, mikä niissä oloissa tarkoitti lähinnä sitä, että käyttökelpoista hyvälaatuisia järeää puuta oli etsittävä kauempaa asutuksesta ja kuljetusreiteistä kuin aikaisemmin.

Kiitos määrätietoisen metsänhoitovalistuksen ja lainsäädännön metsien tila alkoi kohentua. Määrämittahakkuut loppuivat ainakin periaatteessa 1950-luvulla. Tähän vaikutti paljon maan johtavien metsänhoidon asiantuntijoiden 1940-luvun lopulla julkistama kannanotto, ns. harsintajulkilausuma (Appelroth ym. 1948). Tuota hakkuutapaa sovelletaan vieläkin eräissä poikkeustilanteissa, mutta sen laajamittaisempi käyttö johtaisi helposti metsänhävitykseen. Menettely johtaa kasvumenetykseen, uudistumisen epäonnistumisiin ja kestävyysvaaran vaarantumiseen.

Sotien jälkeen Suomi tarvitsi kipeästi valuuttaa mm. sotakorvausten maksuun. Toisaalta sodista hengissä selvinnyt miesväestö oli työllistettävä, jotta pahemmilta yhteiskuntalevottomuuksilta olisi välttytty. Nyt metsää tarvittiin, joten sitä hakeettiin voimakkaasti varsinkin maan itä- ja pohjoisosissa. Niinpä 1960-luvun taitteessa voitiin jälleen puhua puupulasta! Silloin se tarkoitti sitä, että poistuma metsistä ylitti niiden kasvun (ks. Sevola 2000, s. 71).

Ylihakkuiden pitkän ajan seurausvaikutusten torjumiseksi toteutettiin useita puuntuotannon kohottamiseen tähtääviä projekteja, joista MERA-ohjelmat 1960- ja 1970-luvuilla ovat kaikkein tunnetuimmat (Palosuo 1979 ja Uusitalo 1978). Ohjelmilla tähdättiin puuston kasvun lisäämiseen tulevaisuudessa ojituksen, lannoituksen ja paremman metsänhoidon avulla. Tuolloin syntyi käsite 'tehometsätalous', jota monet tahot käyttivät negatiivisessa, arvosteleavassa merkityksessä. Kaikki eivät halunneet uskoa, että ohjelmien päätavoite toteutuisi. 1980-luvulla alkoi kuitenkin selvitä, että kasvutavoitteet jopa ylittyivät ja puustoa alkoi kasaantua metsään. 1990-

luvulla poistuma on ollut vuositasolla 10-20 miljoonaa kuutiometriä kasvua pienempi.

Samansuuntaiset tahot, jotka aikoinaan arvostelivat puuntuotannon kohottamishohjelmia, vaativat nyt metsien suojelun lisäämistä vedoten siihen, että lisäsuojeluun on nyt varaa. Suojelu tällä perusteella merkitsee miljardien arvoisten investointien valumista hukkaan. Sitä paitsi uusia suojelualueita vaaditaan alueille, missä hakkuusäästöjä ei juuri synny ja missä metsäsektoriin kuuluvilla toimialoilla on suuri aluetaloudellinen merkitys. On yhteiskunnallisesti vaarallinen ilmiö, että jopa laittomin keinoin (ks. Leikola 1996, s. 61) suojelua vaativat tahot ovat sekä fyysisesti että henkisesti etäällä suojelukohteista ja paikallisista asukkaista. Pahinta asiassa on se, että myös valtiovalta on asettunut tukemaan ääriainesten toimintaa.

Suurten metsäalueiden totaalisuojelu vastoin metsänomistajien ja paikallisten asukkaiden tahtoa on takaperoista kehitystä yhteiskunnan kaikilla tasoilla. Monen mielestä menettelyssä on piirteitä uudesta häikäilemättömästä siirtomaariistopolitiikasta. Kuusamon yhteismetsään kohdistunut, pääosin perusteeton pakko-otto 1990-luvulla on tuore esimerkki siitä. Siinä asiassa ei olla vielä lähelläkään ratkaisua, vaan asia on kehittymässä kansainväliseksi ihmisoikeuskysymykseksi.

Metsien suojelun vaikutukset ovat erivahvuisia puuntuotannon eri aluetasosilla. Metsikön käsittely voi estyä kokonaan ja vaikutus on eräissä tapauksissa tuntuva myös metsälöytösalla (ks. Jämsä ja Valsta 2001). Metsäaluetasolla, kuten kunnissa, lääneissä ja metsäkeskusten toiminta-alueilla selvää hakkuusuunnitteen alentamispainetta on, joskin alueiden väliset erot ovat tässä suhteessa suuria. Suojelun painopiste on maan itä- ja pohjoisosissa, missä Metsähallituksen metsiä on eniten. Koko valtakunnan tasolla metsien täyssuojelun alueilla puuston vuotuisen kasvun on arvioitu olevan 3 milj. m³ (Metsätalous ja ympäristö 1994, s. 91). Talousmetsien käsittelyrajoituksien vuoksi hakkaamatta jäävän puuston kasvuarvio on saman lähteen mukaan peräti 5-10 milj. m³ vuodessa!

Myös talousmetsien käsittelyyn on tullut rajoituksia luonnonsuojelun nimissä lähinnä uuden metsälain ja metsäasetuksen (1996) sekä maa- ja metsätalousministeriön metsälain soveltamista koskevan päätöksen (1997) kautta (ks. Paloniemi 1995). Näiden lisäksi uudella luonnonsuojelulalla (1996) on rajoittavia vaikutuksia metsänkäsittelyyn. Metsäsertifiointin vaikutukset käytännön metsätalouteen saattavat olla vielä suuremmat, kuin mitä laeista ja asetuksista aiheutuu. Laki (1996) ja asetus (1997) kestävä metsätalouden rahoituksesta karsivat pois joitakin ennen julkisin varoin tuettuja toimenpiteitä metsissä, mutta toisaalta toivat joitakin uusia työläjejä tukien piiriin. Metsäpolitiikan muutoksista ja uusista metsälaeista sekä niiden perusteista ja vaikutuksista on kirjoitettu 1990-luvulla paljon (esim. Palo ja Hellström 1993, Pölkki 1994, Aarnio ja Ollonqvist 1995, Kuhmonen ja Nerg 1995, Metsätalous lakimuutosten... 1995, Naskali 1995, Pohtila 1995, Särkijärvi 1995, Granholm 1998, Hänninen 1998 ja Lähteenoja 1999).

Metsälakien uudistamista jouduttivat eräät kansainväliset sopimukset, joihin Suomi on sitoutunut. Sopimuksilla on vaikutusta Suomen metsätalouteen (ks. Hemilä 1998). Monimuotoisuutta koskevista sopimuksista ja niiden sisällöstä saa käsityksen Parviaisen (1996) artikkelista. Avainasemassa ovat Rio de Janeiron ja Helsingin konferenssit, joissa hyväksyttiin metsien hoitoa, käyttöä, suojelua ja kestävä kehitystä koskevat periaatteet (Ministerial... 1993). Kiviniemen (1997, s. 325) mukaan nuo asiakirjat muodostavat Suomen metsäpolitiikan perustan.

Metsien hoidon ja käytön kestävyys kriteereistä (ks. Patosaari 1998) on saavutettu kansainvälinen yksimielisyys yleisellä tasolla. Suurimmat erimielisyydet tällä hetkellä liittyvät kestävyys toteuttamistapaan ja toteennäyttöön alueellisesti.

Kuinka ollakaan, epäviralliset painostusryhmät ovat jälleen kerran vaikeuttaneet asioiden järkipäristä sopimista. Aseena käytetään väärän informaation levittämistä ulkomaille. Toiminta vahingoittaa Suomen metsätuotteiden vientiä ja sitä kautta myös kansantaloutta. Kun metsätalouden kestävyys kriteerit täyttyvät, siitä voidaan antaa nykyisin todistus eli sertifikaatti. Suomeen on luotu oma, oloihimme sopiva sertifiointisysteemi (Caring for... 1999, ks. myös Mikkela ym. 2000). Sertifiointin katsotaan edistävän Suomen metsätuotteiden ulkomaankauppaa varsinkin tulevaisuudessa (esim. Juslin ja Kärrnä 1998, Kärrnä ym. 2000, Lilland 1998, Pajari ym. 1999 ja Schwarzbauer 1999).

Alla annetaan hakusanoja, joilla voi löytää lisää edellä esitettyihin asioihin liittyviä lähteitä erästä kirjallisuustietokannasta (ks. Mattila 2000a, luvun 1.3 viimeinen kappale).

Keskeiset hakusanat: mva, laa, keh, his, har, tas, pts, mpo ja leg

Muita hakusanoja: sta, mho, kas, hta, uud, mpa, voi, sus, msu, bdi, kau, int, con, pom ja ser

1.2 Metsikön käsittelypäättöksiä tekevien ongelmat

Metsänomistajien ja metsäalan ammattilaisten päätöstilanne on muuttunut paljon 1990-luvulla uusien lakien, asetusten ja sertifiointin johdosta. Talousmetsiinkin kohdistuvat uudet suojelupaineet alentavat puuntuotannon kannattavuutta, ellei metsänkasvatuksen kustannuksia leikata. Kustannuksia aiheutuu myös metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta annetun lain ja asetuksen (1991) noudattamisesta.

Kustannuksia voidaan alentaa metsänhoidon määrää ja laatua vähentämällä. Tämä näkyy jo nyt inventointituloksissa siten, että taimikoiden ja nuorten kasvatusemetsien hoitorästit lisääntyvät ja uudistamistoimenpiteet viivästyvät. Kehitys johtaa ennen pitkää puuntuotannon määrän ja laadun alentumiseen ja sitä kautta kannattavuuden laskuun tulevaisuudessa. Nykysäästöt ovatkin piilokustannuksia, jotka realisoituvat ennemmin tai myöhemmin. Metsätalouden kestävyys vaarantuu hoitorästien seurauksena.

Muuttuneissa oloissa kaivataan metsikön käsittelyyn uusia vaihtoehtoja. Syynä ovat toisaalta luonnon monimuotoisuuden varjeluvaatimukset ja toisaalta metsänomistajien omat asenteet. Niiden metsänomistajien lukumäärä lisääntyy jatkuvasti, joille puuntuotanto on vain yksi metsänkäyttömuoto. Kehitys on suurelta osalta metsänomistusrakenteen muutoksista johtuvaa. Maan- ja metsänomistussuhteista eri ajankohtina saa tietoa valtakunnan metsien inventointien tuloksista ja monista muista lähteistä. Kehitystä on tarkasteltu mm. Mikko Ilvessalon (1959), Uusvaaran (1969) ja Kuuselan (1972) tekemissä selvityksissä. Yksityismetsänomistuksen rakenteesta ja muutoksista saa selkoa esim. Reunalan (1974), Ripatin ja Reunalan (1989), Ihalaisen (1990 ja 1992), Ripatin (1994b ja 1996) ja Karppisen ym. (2002) julkaisuista. Asiayhteys on myös Hanneliuksen (1976) tutkimuksen tuloksilla. Muutoksien seurauksia on käsitelty mm. Järveläisen (1988), Ovaskaisen ja Kuuluvaisen (toim., 1994) ja Ripatin (1994a) julkaisuissa.

Riippuvuus puunmyyntituloista vähenee. Metsänkäytön tavoite moniarvoistuu ja se muuttaa myös metsien käsittelyä (Mattila 2001). Metsänomistajat voidaan jakaa tavoitteiden perusteella ryhmiin. Karppinen (1992) luokitti metsänomistajat virkistyskäyttäjiin, monitavoitteisiin, säästäjiin ja metsästä eläviin. Järveläinen

(1993) sen sijaan puhui arvostuksista eroittaen kolme ryhmää: taloudellisia näkökohtia korostavat, metsän aineettomia arvoja painottavat ja byrokratiaa vastustavat metsänomistajat. Kaikki edellä mainitut näkökulmat ovat läsnä edelleenkin ja erot vain lisääntyvät. Koko kansantalouden kannalta olisi parasta, että itse metsänomistajat sallisivat eriäviä tavoitteita ja mielipiteitä keskuudessaan. On ulkopuolisiakin uhkia riittävästi, kuten edellä luvussa 1.1 on tuotu esiin.

Tulevaisuuden metsät sisältävät nykyistä enemmän puulajeja, ne ovat seka-metsiköitä ja puiden koko- ja ikävaihtelun suhteen vaihtelevampia kuin nykyisin. Yleisesti ottaen metsiköiden erirakenteisuus lisääntyy. Jopa metsikön käsite voidaan joutua määrittelemään uudestaan. Suomen runsaslukuisten kasvu- ja tuotostutkimusten tulokset eivät muuttuneissa olosuhteissa ole kaikilta osin enää käyttökelpoisia. Ongelma on lähinnä siinä, että vanhemman tutkimuksen aineistot ja tutkimusongelmat eivät sovi tulevaisuuden tietotarpeisiin. Uusien käsittelymenetelmien pitkän ajan seurausvaikutuksista tulisi saada enemmän tietoa ennen niiden laajamittaista käyttöönottoa. Asialla on suuri periaatteellinen merkitys metsätalouden kestävyyskannalta. Tämän hetken ratkaisuilla ei saa vaarantaa Suomen kansantaloudelle tärkeän uusiutuvan luonnonvaran tilaa ja tuottoa tulevaisuudessa.

Keskeiset hakusanat: sta, rak, keh, sek, eri, tho, eha, mek, cos, tuo, kan, mta, sus ja fut

Muita hakusanoja: mom, yks, pom, mho, kas, uud, cpo, kay, ptu, alt, tav, mon, vir. msu, kat, tut ja his

1.3 Uusi metsänkasvatuksen oppikirja?

Suomessa on tehty runsaasti metsänkäsittelyyn liittyviä oppi- ja käsikirjoja, oppaita sekä sellaisiksi soveltuvia julkaisuja (ks. liite 1). Klassisiksi ovat muodostuneet tai muodostumassa Vuokilan (1980, toinen painos 1987) sekä Mielikäisen ja Riikilän (toim. 1997) oppikirjat. Aavistusta uusista tuulista metsänkasvatuksessa saa Parviaisen ja Seppäsen (1994) julkaisusta. Se oli ilmeisesti aikaansa hieman edellä, koska siihen kohdistui ankaraakin kritiikkiä (mm. Palo 1995). Erinomaisena käsikirjana on vielä mainittava tietenkin Tapion Taskukirja, jonka uusin painos (23.) on vuodelta 1997. Melkein 90-vuotisen historiansa aikana Tapion Taskukirjasta on kehittynyt hyvin vartenotettava tietopaketti myös metsänkasvatuksen alalta.

Julkaistut teokset ovat yleensä kapea-alaisia ja eri aikoina ilmestyneinä ne heijastavat kukin oman aikansa käsityksiä. Kokonaisnäkömyksen saaminen niistä on ainakin maallikolle vaikeata, ellei peräti mahdotonta. Nykyisiä tietotarpeita vastaava holistinen yhteenveto puuttuu. Uutta tietoa tulisi esittää esimerkiksi metsätalouden ympäristövaikutuksiin ja metsäluonnon monimuotoisuuteen liittyvistä asioista. - Uuden kokoomateoksen tarvetta, laatua ja potentiaalisia käyttäjäryhmiä pohdittiin perusteellisesti yhdessä tutkijoiden ja eri tahojen käytännön metsätalouden ammattilaisten kanssa. Seminaarin johtopäätökset esitellään Mattilan (2000b) raportissa. Ko. raportin liitteessä nro 6 on luettelo osallistujista ja seminaarin alustusesitelmä.

Kustannuspaineista johtuen metsien käsittelyssä tapahtuu muutoksia, joiden pitkän ajan seurausvaikutuksia ei vielä tiedetä. Paluuta vanhaan ei ole, mutta osa vanhalla otteella tehdystä tutkimuksesta on soveltaen käyttökelpoista edelleenkin. Voidakseen vastata uusiin metsänkasvatuksen haasteisiin Metsäntutkimuslaitos aloit-

ti tutkimushankkeen 'Metsikön käsittelyn perusteita koskeva kokoomateos tutkimustuloksista'. Tutkimusta edelsi asiaan liittyvä esitutkimus (Mattila 1997). Hankkeessa on koottu 4000-5000 suomalaista metsänkasvatukseen liittyvää tutkimusartikkelia tietokannaksi. Sen lisäksi on koottu lähes 1000 puiden sienitauteja koskevaa artikkelia erillistietokantaan, johon sisältyy myös lyhyet kuvaukset tutkimusten tuloksista.

Uusimmat Suomessa laaditut metsänkasvatuksen oppikirjat ja oppaat ovat ajantasaisia ainakin perusteiden osalta ns. normaalista metsänkäsittelystä. Uusin kirja (toim. Mielikäinen & Riikilä 1997) tehtiin kymmenien tutkijoiden yhteistyönä, mikä on osoittautunut hankalaksi toteuttaa. Osittain näistä syistä johtuen tutkijat ovat ainakin tässä vaiheessa haluttomia kokoomateoksen kirjoittamiseen. Nyt kokeillaan ratkaisua, jossa kirjoitetaan lyhyitä, tiivistelmänomaisia 'tietoiskuja' metsänkasvatuksen eri osa-alueilta ja ne kerätään digitaalisessa muodossa yhdeksi kokonaisuudeksi. Asiallisen kattavuuden tullessa riittäväksi kokoelmasta on pienellä lisätyöllä tuotettavissa käsittelysuosituksia, oppaita tai vaikkapa oppikirja. Kysymys on tutkimustiedon viennistä käytäntöön, jota nykyisin edellytetään tutkimusta tekevien tahojen erityisesti tekevän.

Digitaalisen tuotteen suurin etu on sen helppo päivitettävyyys aina tarvittaessa. Perinteinen kirjallinen tuote on eräin osin vanhentunut jo julkaisuhetkellä ja yleensä sisältää virheitä. Digitaalisen tuotteen numerotiedot (kuutiometrejä ja/tai markkoja yms.) voidaan muuttaa ajantasaisiksi antamalla vain uudet lähtöarvot. Tuotteen osana on myös laskentaohjelmisto, jolla käyttäjä voi vertailla metsikön eri käsittelyvaihtoehtoja keskenään juuri hänen päätöstilannetta kuvaavilla alkuarvoilla. Digitaaliseen tuotteeseen on tarkoitus liittää myös edellä mainitut kirjallisuustietokannat. Niiden suuri esityspotentiaali mahdollistaa myös historiallisen näkökulman mukana olon edes kirjallisuuden muodossa. On suunniteltu, että digitaalista tuotetta voidaan käyttää verkon välityksellä.

Vuonna 2001 kokoomateoksen materiaalia vielä kerättiin ja sen rakenne-suunnitelma viimeisteltiin. Sen jälkeen työ on mahdollista liittää osaksi laajempaa kokonaisuutta. Toiminta voi jatkua erään tutkimusohjelman osana joko uutena tutkimushankkeena tai hankkeen 'Päätöksenteon tukijärjestelmä metsikön kasvatusvaihtoehtojen arviointiin' osahankkeena. Tällä turvattaisiin jatkuvuus, jotta digitaalisen tuotteen hyödyt - joustavuus, ajantasaisuus ja yksilöllinen soveltamismahdollisuus tapauskohtaisesti - toteutuisivat ja edelleen monipuolistuisivat tulevaisuudessa.

Tämä kirjoitelma on kokoomateoshankkeen loppuraportti. Sen tarkoitus on paikata osittain sitä tietoaukkoa, minkä pelkkä digitaalinen tuote ainakin alkuvaiheessa jättää täyttämättä. Raportissa tarkastellaan ja perustellaan metsikön käsittelyvaihtoehtoja kiertoajan eri vaiheissa. Hankkeen aikana laadittiin kokoomateoksen alustava sisällysluettelo, joka kommentteineen on tämän raportin liitteenä nro 2. Kirjallisen tuotteen työnimenä oli

METSIKÖN KÄSITTELYN PERUSTEET

Erilaiset käsittelyvaihtoehdot ja niiden vaikutukset suomalaisen metsäntutkimuksen valossa

Päälukujen otsikot 'sisällysluettelossa' ovat: 1) Johdanto, 2) Metsikön merkitys puuntuotannossa, 3) Uuden metsän perustaminen, 4) Taimikonhoito, 5) Varttuneen metsikön kasvatus, 6) Kasvualustan puuntuotoskyvyn hoito, 7) Puunkorjuu, 8) Metsänkasvatuksen kannattavuus, 9) Metsikön käsittely äärevissä olosuhteissa, 10) Metsi-

kön käsittelyn vaikutus metsän monikäyttöarvoon ja 11) Tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia.

Oli tarkoitus, että mikäli perinteisen kirjan kirjoittamiseen ryhdytään, kullekin pääluvulle valitaan toimittaja, joka yhdessä muiden kirjoittajien kanssa valmistelee pääluvun sisällön ja viimeistelee alaotsikot sen mukaisesti. Nyt digitaaliseen tuotteeseen kerätään tekstejä alustavan sisällysluettelon otsikoissa mainituista aiheista. Tässä raportissa noudatan jatkossa alustavaa sisällysluetteloa soveltuvin osin. On selvää, että raportti voi parhaimmillaankin olla vain pitkälle riisuttu versio alunperin tavoitteena olleesta kirjallisesta tuotteesta. Uutta raportissa ovat hakusanat jokaisen luvun lopussa, kuten tarkkaavainen lukija varmaan on huomannutkin jo lukujen 1.1 ja 1.2 yhteydessä. Hakusanoilla lukija voi etsiä lisää aiheeseen liittyviä lähteitä kirjallisuustietokannasta. Tietokannan rakenne, toiminta ja käytön periaatteet kuvataan Mattilan (2000a) käsikirjoituksessa, joka on tämän loppuraportin liitteenä nro 3.

Keskeiset hakusanat: opk, opa, ohj, atk, dig, inf, sim, kir ja upd

Muita hakusanoja: sta, mho, kas, uud, alt, tut, ope, edi, kat, keh, his ja fut

2. YLEISTÄ LOPPURAPORTIN SISÄLLÖSTÄ

Mahdollisen kokoomateoksen asiasisältöä pohdittiin laajasti tutkijoiden ja käytännön edustajien seminaarissa keväällä 1999. Seminaarin anti on esitetty pääosin Mattilan (2000b) raportissa. Ehkä tärkein sanoma oli se, että yksityiskohtiin pureutuvalla laajalla oppikirjalla ei tule olemaan menekkiä. Perustiedot hallitaan ja ne on esitetty moneen kertaan muissa julkaisuissa. Digitaalisen tuotteen merkitystä korostettiin ja pidettiin tärkeänä panostaa ainakin ensi vaiheessa vain siihen. Jos kirjallinen tuote tehdään, sen painopisteen tulee olla erikoistapauksissa ja uuden toimintaympäristön edellyttämissä muutoksissa metsikön käsittelyssä.

Monimuotoisuutta, ympäristövaikutuksia ja vaikutuksia metsän monikäyttöarvoon tulee tarkastella välittömästi kunkin toimenpidemahdollisuuden kuvauksen yhteydessä eikä erillisessä pääluvussa. Jos nämä tekijät vaativat poikkeamista metsikön 'normaalista' käsittelystä, asioita pitää tarvittaessa perustella alaluvuissa. Puuaineen ja puutavaran laadun kehitykseen sekä erikoispuiden kasvatukseen on kiinnitettävä aiempaa suurempaa huomiota. Toimenpiteiden vaikutukset tuhoriskeihin (esim. myrskytuhot ja sienitaudit sekä puunkorjuuvauriot) on tuotava esiin. Myös energia-puun korjuumahdollisuuksia ja kannattavuutta sekä metsänhoidollista merkitystä on tarkasteltava taimikonhoidon, harvennusten, erityisesti ensiharvennusten, ja uudistushakkuiden yhteydessä.

Kokoomateoksen alustava sisällysluettelo (liite 2) on luettelo asioista, joita olisi pitänyt käsitellä alkuperäisenä tavoitteena olleessa kirjallisessa tuotteessa. Käsillä olevassa hankkeen loppuraportissa niitä ei ole voitu tarkastella siinä laajuudessa kuin alunperin oli tarkoitus (ks. luku 1.3, viimeinen kappale). Kirjoitustyö on perustunut pitkälle kirjoittajan kokoamaan metsänkasvatuksen kirjallisuustietokantaan (ks. Mattila 2000a). Koska kaikilla lukijoilla ei tule olemaan tilaisuutta käyttää tietokantaa, raportissa esitetään jokseenkin paljon lähteitä, osa niistä luettelomaisesti. Tällä pyritään tuomaan esiin se seikka, että eräitä asioita on tutkittu ja niistä on kirjoitettu aikojen kuluessa paljonkin. Osa vanhemmasta tietämyksestä on jäänyt tai jäämässä aiheettomasti uudemman informaatiovirran varjoon. - Potentiaalisista lähteistä voidaan tässä raportissa kuitenkin esittää pieni osa, tavallaan vain esimerkkejä eri aihe-

siin liittyvistä tutkimusjulkaisuista ja artikkeleista. Etusijalla ovat monikäyttöön ja ympäristönsuojeluun liittyvät kirjoitukset. Lähteiden implisiittinen tarkoitus on herättää lukijassa kysymyksiä ja saada hänet etsimään niihin vastauksia mm. kirjallisuuteen tarkemmin tutustumalla.

Johdantoluvun yleisosassa on käsitelty Suomen metsävaroja, metsäsektoria ja metsäklusteria sekä metsäteollisuustuotteiden ulkomaankauppaa. Metsien suojelua, metsien käsittelyyn vaikuttavia uusia lakeja ja kansainvälisiä sopimuksia sekä serfiointia on tarkasteltu alaluvussa 1.1. Muu osa päälukua 1 koskee metsänkasvatuksen problematiikkaa yleisellä tasolla ja ajantasaisen oppikirjan tarvetta. Pääluvussa 3 luettelee tärkeimmät metsikkömuuttajat sekä pohditaan niiden ja koko metsikön merkitystä metsänarvioinnin, metsäsuunnittelun ja käsittely-yksikön näkökulmista. Metsikön uudistamista koskevaan päätöksentekoon vaikuttavia seikkoja tarkastellaan yksityiskohtaisesti alaluvuissa 4.1 - 4.4. Tarkastelun painoalat ovat toimenpiteen ajoitus ja suoritustapa (luontainen vs. keinollinen). Alaluvussa 4.5 käsitellään peltojen ja suopohjien metsittämistä. Pääluku 4 päättyy taimitautien ja -tuhojen sekä niiden torjuntakeinojen tarkasteluun. - Asian tärkeyden huomioon ottaen on luonnollista, että uudistamista koskeva pääluku vie noin 36 % varsinaisen raportin (= raportti ilman liitteitä) sivumäärästä.

Taimikonhoitoa käsitellään pääluvussa 5. Pienpuun ja hakkuutähteen korjuu energiapuuksi tai kuituteollisuuden raaka-aineeksi on saanut erillisen päälukunsa (6), mikä johtuu asian suuresta ja yhä lisääntyvästä merkityksestä taimikonhoidossa ja ensiharvennuksissa sekä myös vajaatuottoisten lehtipuumetsiköiden uudistamisessa. Nuorten ja varttuneiden kasvatusmetsien käsittely eli harvennushakkuut (pääluku 7) päättää raportin metsänkäsitteilyä koskevan osuuden. Harvennuksiin liittyviä käsitteitä tarkastellaan melko laajasti alaluvuissa 7.2.1 ja 7.2.2. Harvennushakkuuosio vie noin 23 % raportin sivumäärästä, mikä ilmentää myös tämän vaiheen merkitystä metsänkasvatuksessa. Puunkorjuuta käsitellään toisaalta harvennusten toteutuksen (7.2.4) ja toisaalta varttuneiden metsien metsätuhojen yhteydessä. Korjuuvaurioihin ja muuhun korjuujälkeen kiinnitetään aiheellisesti lisääntyvää huomiota käytännön metsätaloudessa, minkä vuoksi ne erotetaan tässä raportissa omaksi alaluvuksi 7.3.1 tuhoja koskevassa luvussa. - Mitä jäi puuttumaan alkuperäisestä tavoitteesta? Miten raportti on kehitettävissä sellaiseksi kirjaksi, joka tyydyttää käytännön, tutkimuksen ja opetuksen tietotarpeet riittävän kattavasti ja yksityiskohtaisesti? Tämä lopputilitys tehdään pääluvussa 8, joka päättää varsinaisen raportin.

Tässä loppuraportissa on kaikkiaan kymmenen erillistä lähdeluetteloa, joissa on mainittu yhteensä 3297 lähdettä. Toistoa ei voi tällaisessa esitystavassa välttää, joten eräät lähteet esiintyvät useammassa kuin yhdessä luettelossa. Kun toisto otetaan huomioon, eri lähteitä on 2937 kpl, joten toisto-% on 11. - Syy lähteiden suureen määrään on mainittu edellä. Myös henkilöillä, jotka eivät voi käyttää kirjallisuustietokantaa, täytyy olla mahdollisuus tutustua lähdekirjallisuuteen.

Keskeiset hakusanat: opk, opa, ohj, atk, dig, inf, tho, eha, enp, pta, laa, mtu, ris, ymp, bdi, mon ja msu

Muita hakusanoja: sta, mho, kas, uud, mpa, mva, cpo, alc, kay, mek, lii, kan, tal, mkl, mte, pte, kau ja int

3. METSIKKÖ PUUNTUOTANNON PERUSYKSIKKÖNÄ

Metsikkö on käsittelypäättöksien perusyksikkö. Metsätalouden suunnittelun vaatimat mittaukset ja luokitukset tehdään metsikkökohtaisesti maastossa ja niiden perusteella laaditaan metsätaloustalokartta sekä tehdään laajempaa aluetta (esim. metsälö tai metsätila) koskeva hakkuumahdollisuuksien ja hoitotarpeiden laskelma. Metsätaloussuunnitelman olemassaolo on varsinaisille yksityismetsänomistajille vapaaehtoista, mutta ajantasaisen suunnitelman omistaminen vaikuttaa metsänparannusavustuksen suuruuteen eräissä työlajeissa. - Nykyisin tehdään alue-ekologista suunnittelua, missä tavoitteena on metsikköä laajemman kokonaisuuden huomioon ottaminen myös metsikkötasolla. Tällä pyritään edistämään monimuotoisuutta ja jäljittelemään tuliekologiaa.

Tärkeimmät puunkasvuun ja tuotokseen vaikuttavat metsikön kasvupaikkatunnukset ovat:

- maaluokka (metsä-, kitu- tai joutomaa ja muu metsätalousmaa, kuten metsäautotiet ja puutavaran varastoalueet)
- alaryhmä (kangas, korpi, räme, neva tai letto)
- ojitustilanne (kankailla ojittamaton tai ojitettu, soilla luonnontilainen, ojikko, muuttuma tai turvekangas)
- metsä- tai suotyyppi (myös valtapituuteen ja puuston ikään perustuvia pituusponiteetteja käytetään joissakin yhteyksissä)
- puunkasvua haittaavat tekijät (kankailla kivisyys, soistuneisuus, kunntaisuus sekä korkeilla maillo tykkytuhojen esiintyminen, soilla huono vesitalous ja ravinnetalouden häiriöt)

Lämpösumman merkitys kasvupaikkatekijänä korostuu pohjoiseen mentäessä ja se onkin eräs kriteeri suojametsäalueen rajauksessa ja metsikön uudistamismenetelmän valinnassa suojametsäalueella. Lämpösummaan vaikuttavat metsikön maantieteellisen sijainnin lisäksi korkeus merenpinnasta ja pohjoisessa myös maaston muoto ja kaltevuuden suunta (esim. Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001 ja Oinonen ym. 1961).

Metsämaan pinta-alaverotus, joka loppuu kokonaan vuonna 2005, käyttää veroluokkia, joiden määrittely perustuu kankailla metsätyyppiin ja puunkasvua haittaaviin tekijöihin. Soilla veroluokan määrää alaryhmä ja ojitustilanne. Veroluokkakuvio on usein metsäkuviota suurempi yksikkö, koska sitä rajattaessa puustotunnukset eivät ainakaan periaatteessa vaikuta luokitustulokseen suoraan. Metsätalouden suunnittelua ja virallista metsäveroluokitusta onkin tehty erillään toisistaan ja eri organisaatioiden toimesta. Puustotunnuksia voidaan kyllä käyttää ja on käytetty tukena veroluokituksessa rajatapauksissa, varsinkin puunkasvua alentavien tekijöiden vaikutuksen arvioinnissa.

Puustotunnuksia arvioidaan metsä- ja osin myös kitumaan puustoisilla kuvioilla. Metsämaalla tärkeimmät puustotunnukset ovat:

- metsikkölaji (puhdas- vs. sekametsikkö)
- puujaksot (yksi- tai kaksijaksoinen metsikkö)
- vallitseva puulaji ja puulajisuhteet jaksoittain

- puuston ikä(rakenne), kehitysluokka, pohjapinta-ala, keskipituus ja tilavuus hehtaarilla (mahdollisesti jaksoittain)
- metsikön metsänhoidollinen tila

Metsätalouden suunnittelun yhteydessä kuvioilla arvioidaan myös puustoon ja/tai kasvupaikkatekijöihin kohdistuva toimenpidetarve nyt ja lähitulevaisuudessa. Monipuolisimmat metsikön kasvupaikka- ja puustoluokitukset, toimenpide-ehdotukset ja puustomittaukset tehdään valtakunnan metsien inventoinnin koelaloilla. Nykyisin tehdään noin 50 erilaista luokitusta ja ehdotusta (esim. Valtakunnan... 1996).

Metsikkö ja sen mahdolliset jaksot voidaan luokitella tasa- tai eri-ikäis-rakenteiseksi lähinnä puiden kokovaihtelun perusteella. Koska kokovaihtelu ei riipu yksin ikäeroista, meillä on otettu käyttöön myös ilmaisut tasa- ja erirakenteinen (esim. Laiho 1994, Laiho ym. 1996, Lähde ym. 1994a, b ja c., Norokorpi ym. 1996 ja Viitala 1986). Harsintametsätaloudessa metsä muuttuu aikaa myöten erirakenteisemmaksi, puujaksot sulautuvat toisiinsa ja metsiköiden raja- ja käy eräiltä osin tarpeettomaksi. Metsikkötaloudessa, johon nykyinen metsänkasvatus ja metsätalouden järjestely suurelta valtaosalta perustuvat, kasvatushakkuut ovat alaharvennustyyppiä. Metsikön ainoa tai vallitseva puujakso säilyy suurin piirtein tasaikäisenä ja pääosa siitä korjataan pois yhdessä tai kahdessa uudistamiseen tähtäävässä hakkuussa. Harsintametsätalouden ja metsikkötalouden etuja ja haittoja käsitellään myöhemmin tässä raportissa metsikön uudistamisen ja kasvattamisen sekä puuntuotannon kannattavuuden yhteydessä.

Metsäkuviot pyritään rajaamaan siten, että metsikkötunnusten vaihtelu on mahdollisimman pieni ja käsittelytarve sama kuvion sisällä. Käytännössä on kuitenkin pitänyt sallia melkoistakin vaihtelua varsinkin luontaisesti syntyneissä, pitkään käsittelemättä olleissa varttuneissa metsiköissä. Vaihtelua lisää myös kuviokoon suurentamistarve suunnittelukustannusten pitämiseksi kohtuullisella tasolla. Orastava vapaampi metsänkäsitely lisää puujaksojen esiintymistä, sekametsiä, puiden ikä- ja kokovaihtelua sekä aukkoisuutta ja ryhmittäisyyttä. Perinteinen kuvioittainen arviointi sekä siihen perustava metsätalouden suunnittelu ja järjestely ovat uusien kehityshaasteiden edessä.

Metsikkö on arvioinnin perusyksikkö, mutta käytännössä käsittely-yksikön rajat poikkeavat usein kuviorajoista. Näin tapahtuu varsinkin hakkuissa. Leimikon erilainen raja- ja käy muuttaa kuviointia hakkuun toteutuessa, mikä osaltaan lisää metsätaloussuunnitelmien päivitys- ja uusimistarvetta.

Hakkuulaskelma ja hoitosuunnitelma ei ole metsiköissä tehtyjen toimenpide-ehdotusten summa. Varsinaisessa yksityismetsätaloudessa metsälö tai metsätila muodostaa talousyksikön. Hakkuuohjelman taloudellinen optimointi tapahtuu talousyksikkötasolla, jolloin eräissä metsiköissä voidaan joutua poikkeamaan metsikön kannalta metsänhoidollisesti parhaasta käsittelystä ja/tai sen ajoituksesta (ks. Mykkanen 1994). Ns. metsänhoidollisesta hakkuuohjelmasta on poikettava usein myös yksin metsätalouden kestävyteen liittyvistä syistä. Nykyisin metsän muiden käyttömuotojen kuin puuntuotannon merkitys metsänomistajalle voidaan myös ottaa huomioon hakkuulaskelmaa tehtäessä (esim. Kangas ym. 1996), mikä sekin vaikuttaa metsiköiden käsittelyyn.

Metsikön käyttökelpoisuuteen eri tilanteissa liittyvistä varauksista huolimatta tässä raportissa tarkastellaan käsittelyvaihtoehtoja yksinomaan metsikkötasolla. Tutkimushankkeen nimikin edellyttää sitä. Lähestymistapa on 'maanläheinen' siten, että ensivaiheen päätöksentekijällä eli kuvion arvioijalla ei yleensä ole tiedossa ainakaan kaikkia tulevaisuudessa toteutuvaan käsittelyyn vaikuttavia tekijöitä. Hänen on ku-

vattava senhetkinen tilanne paikalla objektiivisesti, jotta toimenpidepäätöksiä tekevillä tahoilla olisi faktat käytettävissä. Subjektiivisia tietoja ei voi palauttaa objektiivisiksi muuten kuin uudella maastokäynnillä. Vain jos metsänomistaja arvioi kuvion itse, 'toimenpide-ehdotus' on yleensä samalla myös ainakin alustava toimenpidepäätös. Tutkimuksen ja opetuksen saralla metsikkölähtöinen tarkastelu on kaiken perusta.

Tämän raportin pääluvuissa 4-7 käsitellään METSIKÖN käsittelyvaihtoehtoja kiertoajan eri vaiheissa. Tarkastelun lähtökohtana on sellainen varttunut kasvatusemetsä tai uudistuskypsä metsä, jossa harvennushakkuuta ei enää tehdä. Käsittelypäätökset tällaisissa metsiköissä liittyvät päätehakkuun ajoitukseen ja uudistamistavan valintaan. Taimikon perustamisen jälkeen taimikonhoidon tarve, ajoitus ja tapa aina ensiharvennukseen saakka muodostavat asiakokonaisuuden, jolla on monia vaikutuksia puuntuotannon määrään, laatuun ja kannattavuuteen tulevaisuudessa. Harvennusemetsiköiden käsittelyyn vaikuttavat taakse jääneen taimikkovaiheen aikana tehdyt toimenpiteet toisaalta ja edessä olevat uudistamisratkaisut toisaalta. - Monet biologiset ja taloudelliset seikat vaikuttavat harvennushakkuuden lukumäärään, ajoitukseen ja toteutustapaan, mistä pääluvussa 7 enemmän.

Keskeiset hakusanat: mam, mav, sta, lei, mtk, kpt, kpl, ala, mlu, mty, sty, oji, pbo, sto, klu, ika, rak, mla, puu, jak, pit, ppa, mti, mho, laa, kas, dem ja mts

Muita hakusanoja: upl, fre, leh, sav, hmt, kui, suo, sme, let, rav, eos, tkg, kiv, mor, soi, mtu, abi, tyk, hyd, läm, ver, sek, ali, yli ja she

Pääluvuissa 1-3 mainitut lähteet:

- Aarnio, J. & Ollonqvist, P. 1995. Metsätalouden rahoituslaki tuo muutoksia metsänparannukseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 572: 20-21.
- Appelroth, E., Heikinheimo, O., Kalela, E., Laitakari, E., Lindfors, J. & Sarvas, R. 1948. Julkilausuma. Metsätaloudellinen aikakauslehti 65 (11): 315-316.
- Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta. 1997. Suomen säädöskokoelma. N:o 1311.
- Asetus metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. 1991. Annettu Helsingissä 22.7.1991. Suomen säädöskokoelma. N:o 1046. 2 s.
- von Berg, E. 1859. Die Wälder in Finnland. Jahrbuch der kgl. sächs. Akademie zu Tharand 13. 118 s.
- Caring for our forests. 1999. The Finnish forest certification scheme. Painettu moniväriesite. Reproduction by Offset-Kopio Oy, printed by Suomen Graafiset Palvelut Oy Ltd., Kuopio. 16 s. + kansien kuvat ja tekstit 4 s.
- Granholm, H. 1998. Metsäpolitiikka kansainvälistyy. Kirjassa: Reunala, A., Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. Vihreä valtakunta. Suomen metsäklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö. Sivut 256-265.
- Hannellius, S. 1976. Metsänomistuksen muutokset ja metsätalous. Summary: Forest ownership changes and forestry. Silva Fennica 10(2): 108-124.
- Heikinheimo, O. 1924. Suomen metsien metsänhoidollinen tila. Suomen Metsätieteellisen Seuran vuosikokouksessa 29.4.1924 pidetty esitelmä valtakunnan metsien arvioimisesta saaduista tuloksista. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 9(4). 12 s. + 6 kartta- ja kuval.
- Hemilä, K. 1998. Kansainvälisten metsiä sivuavien sopimusten vaikutus Suomen metsätalouteen. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1998 (1): 76-79.

- Hokajärvi, T. (toim.) 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisu 10. 58 s.
- Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosittukset. Kirjanen. Kajaanin Kirjapaino Oy. 60 s.
- Hänninen, H. 1998. Muuttuva metsäpolitiikka. Kirjassa: Reunala, A., Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. Vihreä valtakunta. Suomen metsäklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö. Sivut 240-255.
- Ihalainen, R. 1990. Rakennemuutokset yksityismetsänomistuksessa. Katsaus Suomessa vuosina 1960-89 tehtyihin tutkimuksiin. Summary: Structural changes in Finnish nonindustrial private forest ownership: A survey of the literature 1960-89. *Folia Forestalia* 750. 52 s.
- 1992. Yksityismetsänomistuksen rakenne 1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 405.41 s. + 6 liites.
- Ilvessalo, M. 1959. Suomen maan- ja metsänomistussuhteet 1920-1950-luvuilla. Referat: Land- und Waldbesitzverhältnisse in Finnland in 1920-1950ern Jahren. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(6). 61 s.
- Ilvessalo, Y. 1924. Suomen metsät. Metsävarat ja metsien tila. 33 s. + kuvat 19 s. *Finlands skogar. Skogstillgångarna och skogarnas tillstånd.* 34 s. + 19 bilds. The forests of Finland. The forest resources and the condition of the forests. 40 p. + figures 19 p. Suomen Metsätieteellisen Seuran vuosikokouksessa 29.4.1924 pidetty esitelmä valtakunnan metsien arvioimisen päätuloksista. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 9(1-3). 164 s.
- Juslin, H. & Kärnä, J. 1998. Metsäsertifiointi: markkinointia vai metsäpolitiikkaa. Kirjassa: Reunala, A., Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. Vihreä valtakunta. Suomen metsäklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö. Sivut 288-293.
- Jämsä, J. & Valsta, L. 2001. Luontokohteiden huomioon ottamisen vaikutukset metsätalouteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 812: 211-222.
- Järveläinen, V-P. 1988. Yksityismetsätalouden rakennemuutos ja puun tarjonnan kehitys. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos. Katsaus 2/1988: 6-12.
- 1993. Yksityismetsätalous ja arvojen muutos. *Silva Fennica* 27(3): 244-246.
- Kangas, J., Pukkala, T. & Pykäläinen, J. 1996. Vuorovaikutteinen heuristinen optimointi yksityismetsien suunnittelussa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 231-244.
- Karppinen, H. 1992. Metsänomistuksen muuttuvat tavoitteet. Työtehoseuran metsätiedote 15/1992 (508). 34 s.
- , Hänninen, H. & Ripatti, P. 2002. Suomalainen metsänomistaja 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 852. 83 s.
- Kiviniemi, M. 1997. Metsäoikeus. 2. uudistettu painos. Gummerus. Jyväskylä. 496 s.
- Kuhmonen, T. & Nerg, J. 1995. Pellonmetsitystuki osana EU:n metsäpoliittisia toimenpiteitä ja tuen soveltaminen Suomessa. Suomen aluetutkimus - Finnish Regional Research FAR. Selvityksiä 5. 54 s.
- Kuusela, K. 1972. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1964-70 sekä niiden kehittyminen 1920-70. Summary: Forest resources and ownership in Finland 1964-70 and their development 1920-70. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 76(5). 126 s.
- Kärnä, J., Juslin, H. & Steineck, F. 2000. Green marketing of paper products in Finland and Sweden. Tiivistelmä: Paperituotteiden 'vihreä' markkinointi Suomessa ja Ruotsissa. *Paperi ja Puu* 3/2000: 182-188.

- Laiho, O. 1994. Varttuneiden metsiköiden erirakenteisuus Etelä-Suomessa 1950-luvun alussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 495: 129-139.
- , Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1996. Tasarakenteisten ja erirakenteisten metsiköiden kasvu Etelä-Suomessa 1950-luvulla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema. Raportti 27. 6 s.
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta. 1996. Annettu 12.12.1996. Suomen säädöskokoelma. N:o 1094.
- Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. 1991. Annettu Helsingissä 8.2.1991. Suomen säädöskokoelma. N:o 263. 5 s.
- Leikola, M. 1996. Mitä on hyvä metsänhoito? *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(1): 57-62.
- Lillandt, M. 1998. Certification of sustainable family forestry as a marketing tool in Europe. *European Forest Institute, EFI Proceedings* 22: 259-268.
- Luonnonsuojelulaki. 1996. Suomen säädöskokoelma, n:o 1096/1996. 20.12.1996.
- Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994a. Structure and yield of all-sized and even-sized conifer-dominated stands on fertile sites. *Annales des Sciences Forestieres* 51(2): 97-109.
- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994b. Structure and yield of all-sized and even-sized Scots pine-dominated stands. *Annales des Sciences Forestieres* 51(2): 111-120.
- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994c. Tree and stand increment in all-sized and even-sized mixed stands. Julkaisussa: Pinto da Costa, M. & Preuhsler, T. (toim.) 1994. Mixed stands. Proceedings from the symposium of the IUFRO working groups, April 25-29 1994, Lousa/Coimbra, Portugal. Sivut 147-157.
- Lähteenoja, P. 1999. Metsälain vaikutus metsien käsittelyyn. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 732: 7-8.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta. 1997. Päätös N:o 224.
- Mattila, E. 1997. Metsänkasvatusvaihtoehdot. Esitutkimusraportti. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema. Moniste. 18 s. + liite, 2 + 38 s.
- 2000a. SUOMALAINEN METSÄNKASVATUSKIRJALLISUUS. Suunnitelma lähteiden esittämistavasta perusteluineen. Käsikirjoitus 17.11.2000. 11 s. + liite, 14 s. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema.
- 2000b. Väliaikaraportti tutkimushankkeen 3191 METSIKÖN KÄSITTELYN PERUSTEITA KOSKEVA KOKOOMATEOS TUTKIMUSTULOKSISTA toteutumisesta 1.3.1997 - 31.12.1999 ja jatkonäkymiä -28.2.2002. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema. Moniste. 19 s. + 26 liites. (6 liitettä).
- 2001. Metsien käytön moniarvoistuminen muuttaa myös metsänkäsitteilyn perusteita. *Sanomalehti Karjalainen* Nro 24/2001, alakerta-artikkeli 25.1.2001.
- Metsäasetus. 1996. Annettu Helsingissä 20.12.1996. Suomen säädöskokoelma. N:o 1200. 4 s.
- Metsälaki. 1996. Annettu Helsingissä 12.12.1996. Suomen säädöskokoelma. N:o 1093. 11 s.
- Metsätalous ja ympäristö. 1994. Osa I. Nykytilanteen kuvaus. Osa II. Ehdotus metsätalouden ympäristöohjelmaksi. Metsätalouden ympäristöohjelmatyöryhmän mietintö. MMM, metsäpolitiikan osasto. Työryhmän mietintö 3/1994. 101 s. ISSN 0781-6723 ISBN 951-37-1375-X.
- Metsätalous lakimuutosten pyörteissä. 1995. Seminaari Metsäviikolla 28.3. 1995. Suomen Metsäyhdistys.

- Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 140 s.
- Mikkilä, H., Sampo, S. & Kaipainen, J. (toim.) 2000. Suomen metsätalouden tila 2000. Kestävän metsätalouden kriteerit ja indikaattorit. - Kestävän metsätalouden kriteerien ja indikaattorien edelleen kehittämistä ohjaavan työryhmän loppuraportti. MMM:n julkaisuja 5/2000. 104 s.
- Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. 1993. 16-17 June, Helsinki, Finland. Ministry of Agriculture and Forestry of Finland. Proceedings. 186 s.
- Mykkänen, R. 1994. Aspiration-based utility functions in a planning model for timber flow management. *Acta Forestalia Fennica* 245. 66 s.
- Naskali, A. 1995. Monimuotoisuuden haasteet metsäpolitiikalle. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 572: 46-47.
- Norokorpi, Y., Lähde, E. & Laiho, O. 1996. Puiden ja puuston kasvu tasarakenteisissa ja erirakenteisissa kuivahkon kankaan havu- ja sekametsiköissä Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 589: 107-119.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Siren, G. 1961. Lapin suojametsien käsittelyohjeet. *Moniste*. 24 s.
- Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. (toim.) 1994. Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 484. 122 s. + 22 liites.
- Pajari, B., Peck, T. & Rametsteiner, E. (eds.) 1999. Potential markets for certified forest products in Europe. *EFI Proceedings* 25. 348 s.
- Palo, M. 1995. Puuntuotannon kestävyys ontuu ja taloudellinen näkökulma puuttuu. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1995(1): 66-70.
- & Hellström, E. (toim.) 1993. Metsäpolitiikka valinkauhassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 471. 467 s.
- Paloniemi, J. 1995. Talousmetsien hoidon ja käytön periaatteet Suomessa. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 34: 51-55.
- Palosuo, V. 1979. MERA-ohjelmat Suomen metsätaloudessa. Svensk resume: Erfarenheter av det riksomfattande virkesproduktionsprogrammet. Summary: MERA-programme in the finnish forestry. *Acta Forestalia Fennica* 165. 55 s.
- Parviainen, J. 1996. Tasks of forest biodiversity management and monitoring deriving from international agreements. *Silva Fennica* 30(2-3): 373-377.
- 2002. Finnish forest and forestry. *FINFO* 2/2002. 19 s.
- & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 511. 110 s. + liitteet 6 s.
- Patosaari, P. 1998. Criteria and indicators as tools for sustainable forest management. European Forest Institute, *EFI Proceedings* 22: 185-196.
- Pohtila, E. 1995. Uuden metsälainsäädännön periaatteet. Esitelmä seminaarissa: Metsätalous lakimuutosten pyörteissä. *Metsäviikko* 28.3.1995. Suomen Metsäyhdistys.
- Pölkki, V. 1994. Metsäpolitiikan virtaukset puun teollisen käytön näkökulmasta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 529: 51-53.
- Reunala, A. 1974. Structural change of private forest ownership in Finland. *Seloste: Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 82(2). 70 s.
- , Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. Vihreä valtakunta. Suomen metsäklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö. 351 s.

- Ripatti, P. 1994a. Muuttuva metsänomistus ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 523: 107-118.
- 1994b. Yksityismetsien omistusrakenteen muutokset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 484: 12-15 ja 18-27.
- 1996. Yksityismetsänomistuksen rakenne vuonna 2020. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1996(4): 434-438.
- & Reunala, A. 1989. Yksityismetsälöiden lukumäärän kehitys rekisteritietojen perusteella. Sammanfattning: Utvecklingen av antalet privata skogsbruksenheter på basen av registeruppgifter. Abstract: Development of the number of private forest holdings in Finland. Folia Forestalia 739. 23 s.
- Schwarzbauer, P. 1999. 'Sleeping' markets for certified forest products in Europe. In: Pajari, B., Peck, T. & Rametsteiner, E. (eds.) 1999. Potential markets for certified forest products in Europe. EFI Proceedings 25, s. 245.
- Sevola, Y. (toim.) 1999. Metsätilastollinen vuosikirja 1999. Skogsstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Metsäntutkimuslaitos. SVT maa-, metsä- ja kalatalous 1999:6. 352 s.
- (toim.) 2000. Metsätilastollinen vuosikirja 2000. Skogsstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Metsäntutkimuslaitos. SVT maa-, metsä- ja kalatalous 2000:14. 366 s.
- Särkijärvi, J. 1995. Uuden luonnonsuojelulain periaatteet. Esitelmä seminaarissa: Metsätalous lakimuutosten pyörteissä. Metsäviikko, 28.3.1995. Suomen Metsäyhdistys.
- Tapion Taskukirja. 1997. 23. uudistettu painos. Metsätalouden Kehittämiskeskus Tapio. 638 s.
- Uusitalo, M. 1978. Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965-75. Tilastoihin perustuva tarkastelu. Summary: Finnish forestry during the MERA programme period 1965-75. A review based on statistics. Folia Forestalia 367. 89 s.
- Uusvaara, A. 1969. Maan ja metsän omistus Suomessa v. 1965 alussa ja sen kehitys v. 1957-65. Summary: Land and forest ownerships in Finland 1965 and their development during 1957-65. Folia Forestalia 63. 31 s.
- Valtakunnan metsien 9. inventointi (VMI9). 1996. Maastotyön ohjeet 1996. Pohjois-Savo, Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa ja Rannikko (länsiosa). Metsäntutkimuslaitos. Helsingin tutkimuskeskus. 94 s. + liitteet 56 s.
- Viitala, R. (toim.) 1986. Eriakenteisen metsän hoidosta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219. 156 s.
- Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. 256 s.
- 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 2. painos. Werner Söderström Oy. Porvoo. 258 s.

4. METSIKÖN UUDISTAMINEN

4.1 Uudistamisen ajoitukseen vaikuttavia seikkoja

Vajaatuottoisen metsikön saa uudistaa puuston iästä riippumatta. Vajaatuottoisuuden yleisenä kriteerinä on metsikön nykyinen ja odotettavissa oleva kasvu, tuotos ja tuotto verrattuna hyvän metsänhoidon metsikköön vastaavalla kasvupaikalla. Kehityskelpoisen metsikön uudistuskypsyyden keskeisin kriteeri on ollut puuston ikä. Metsänhävityksen estämiseksi on käytetty alaikärajoja, jotka riippuvat kasvupaikasta, puulajista ja metsikön maantieteellisestä sijainnista. Sittenkin myös metsikön keskikäpimitta on otettu huomioon siten, että keskimääräistä järeämpipuustoisen metsikön saa uudistaa hieman alaikärajaa nuorempana. Varsinaisessa yksityismetsätaloudessa on sallittu poikkeuksia myös parempien hakkuukohteiden puuttumisen vuoksi.

Uudistamisrajat on kirjattu kaikkiin yleisluonteisiin metsänkäsittelyohjeisiin ja –suosituksiin (esim. Hyvän... 2001). Perustana on kiertoaikaa koskeva tutkimustieto, jota kertyy jatkuvasti lisää. Aiheeseen liittyvää vanhaa ja uutta kirjallisuutta on jokseenkin paljon, mikä kuvastaa kiertoajan keskeistä merkitystä metsikön kasvatusketjussa (ks. Faustmann 1849, Heikkilä 1930, Kangas 1990 ja 1992, Keltikangas 1962, Kuuluvainen 1999, Kuuluvainen ja Tahvonen 1997, Kuusela 1963, Lappi 1999, Liski ym. 2001, Miina 1996, Niemistö 1998c, Nyysönen 1958a ja b sekä 1999, Ollikainen 1999, Ollonqvist ja Oksanen 1988, Pajujoja 1985, Poso 1965, Tahvonen 1997a ja b sekä 1999, Tahvonen ym. 1998, Valsta 1997 ja 1999 sekä Vettenranta ja Miina 1999).

Kehityskelpoisuuden ja vajaatuottoisuuden raja on häilyvä riippuen mm. puutavaralajien keskinäisistä hintasuhteista. Rajanveto perustuu viime kädessä aina metsänkasvatuksen taloudelliseen tulokseen (Kuusela 1967, Saari 1968 sekä Salminen 1989 ja 1993b). Vajaatuottoisuuden syitä voidaan mainita kasvupaikalle sopimaton puulaji, voimakas vajaapuustoisuus, puuston erittäin huono tekninen laatu, tuhojen runsas esiintyminen ja myös yli-ikäisyys (kasvu ja tuhot). Kehityskelpoisten metsiköiden kiertoajat ovat myös jossain määrin harkinnanvaraisia. Niihin vaikuttaa osaltaan myös kasvatushakkuiden ja päätehakkuun muodostama kokonaisuus, kasvatusmalli (ks. Kilkki 1971 ja 1972, Kilkki ja Väisänen 1969, Miina 1996, Pesonen ja Hirvelä 1992, Salminen 1993a, Siitonen 1972, Valsta 1982, 1986 ja 1992, Vettenranta ja Miina 1999, Viitala 2002, Vuokila ja Väliaho 1980 sekä Vähäpesola 1989). Uudemmat tutkimukset viittaavat siihen, että jos uudistamispäätös tehdään puhtaasti rahallisilla perusteilla, optimikiertoajat ovat hieman lyhyempiä kuin nykyisin suositellaan.

Metsikön todellinen kiertoaika määräytyy vasta itse metsänomistajan tekemän uudistamista koskevan ajoituspäätöksen perusteella. Vain osa metsänomistajista toimii puhtaasti sen hetkistä taloudellista tulosta maksimoiden. Päätöksenteossa otetaan yleensä huomioon myös koko talousyksikön tulos (ks. Pesonen ym. 1993). Metsätalouden kestävyys vaikuttaa hakkuiden ajoitukseen ja kohdistamiseen. Hienosäätö riippuu mm. kantohinnoista ja luontaisessa uudistamisessa osin myös siemenvuosisista. Metsänomistukseen liittyvät tavoitteet ja omistajan asenteet voivat jatkaa kiertoaikaa paljonkin ohi suosituksen. Järkevä metsätalous voi estyä kokonaan erimielisyyksien johdosta jakamattomien perikuntien metsissä pitkänkin aikaa. Yleisesti ottaen todellisilla kiertoajoilla on taipumusta muodostua suosituksia pitemmiksi, mikä näkyy mm. hakkuusäästöjen kertymisinä.

Keskeiset hakusanat: sta, kat, vaj, uud, ajo, kai, kma ja ohj

Muita hakusanoja: mtk, kpl, puu, ika, lap, sus, mek, lii, hin, sie, tav ja pom

4.2 Luontainen vai keinollinen uudistaminen?

Valinta luontaisen ja keinollisen uudistamisen välillä on tärkeä ratkaisu. Metsikön uudistaminen on yleensä taloudellisesti tuottavin puusadon korjuuvaihe ja samalla myös investointi tulevaisuuteen. Näitä puolia tulisi aina tarkastella yhdessä metsätalouden kestävyys turvaamiseksi. Päättöksenteko on helppoa eräissä tapauksissa, kuten metsiköissä, joissa vallitsevan uudistuskypsän puujakson alla esiintyy runsaasti kehityskelpoista alikasvosta. Yleensä kuitenkin sekä luontainen että keinollinen uudistaminen tulevat kysymykseen samalla kasvupaikalla, jolloin tulisi vertailla niiden etuja ja haittoja keskenään.

Ensimmäinen ja luonteva kriteeri on vakiintuneen taimikon syntyyn kuluva aika sekä taimikon ja puiden laatu, mitä voidaan ainakin jossain määrin ennakoita lukuisien kokeiden ja taimikkoinventointien tulosten avulla. Toiseksi tulisi arvioida vaihtoehtoisten uudistamisketjujen aiheuttamia kustannuksia metsänomistajalle. Siinä vaiheessa pitäisi ainakin tiedostaa, että ketjun alkupäässä saavutettu säästö voi ollakin piilokustannus, joka realisoituu ennemmin tai myöhemmin tulevaisuudessa. Tulevien kustannusten arvoon päättöksentekohetkellä liittyy monia epävarmuustekijöitä, kuten niiden toteutumiseriski, ajoittuminen, suuruus syntyhetkellä ja korkokanta. - Piilokustannusten epävarmuus on erityisen suuri, mistä syystä niihin ei käytännössä ole paljon kiinnitetty huomiota.

Metsänomistajan omat tavoitteet, arvostukset ja asenteet myös vaikuttavat uudistamistavan valintaan. Itse asiassa silloin, kun todellista valinnanvaraa on, ne usein ovat lopullisen valintapäätöksen ratkaisevin peruste. Keinollinen uudistaminen, jonka etuja yleensä ovat nopeus, varmuus ja uuden puusukupolven nopeampi kasvu, voidaan torjua mm. suuremman alkukustannuksen, haitallisempien ympäristö- ja monikäyttövaikutuksien ja puuston huonomman teknisen laadun perusteella. Uudistamistavan valintaan vaikuttavia seikkoja pohditaan hieman syvällisemmin alaluvuissa 4.2.1-3.

Uudistamistavan valinnan problematiikkaan liittyvistä lukuisista kirjoituksista mainittakoon esimerkiksi seuraavat: Ahtola 1975, Cajander 1913, Heikinheimo 1939 ja 1948b, Kangas 1990, 1992, 1994 ja 1995, Kinnunen 1994b ja 1995, Kubin 1985, Lind 1987, Lähde 1981 ja 1982, Manninen ja Lähde 1981, Moilanen ja Murtovaara (toim.) 1998, Päivänen 1983, Saarinen 1993, Saksa 1998, Saksa, Hyppönen ja Valkonen 1998, Savilampi ja Kubin 1996, Torckell 1913, Valkonen 2000, Valtanen 1975 ja 1980 sekä Varmola 1996c.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, kuu, alt, luu ja dem

Muita hakusanoja: tai, keh, laa, tin, cos, ris, ymp, mon ja pom

4.2.1 Luontaisen uudistamisen edellytyksiä

Pääperiaate on, että luontaista uudistamista tulisi käyttää aina, kun se on ekologisesti ja taloudellisesti kannattavaa. Jääkauden jälkeen ei yhtään metsänkasvulle kelvollista hehtaaria ole jäänyt metsittymättä, mutta luonnonmenetelmä on usein hidas ja sen

tulos ainakin ihmisen aika-akselilla on usein epätydyttävä. Kasvupaikalle sopivaa puulajia olevan alikasvoksen esiintyminen on selvin merkki luontaisesta uudistumis-potentiaalista. Kuusi alikasvoksena kuivahkoilla kankailla, kuten sitä usein esiintyy (ks. Aaltonen 1936, Kalela 1952, Pöntynen 1929 ja Tikka 1928), ei yleensä ole var-teenotettava uusi puusukupolvi sen heikohkon kasvun ja tuotoksen vuoksi (Vuokila 1977).

Jos kasvupaikalle sopivaa luontaista taimiainesta esiintyy, on arvioitava sen kehityskelpoisuus nyt ja uudistamishetkellä sekä toimenpidetarve. Uudistamistulok-sen ratkaisee viime kädessä alikasvoksena syntyneen taimikon laatu ylispuiden pois-ton jälkeen, mikä kenties usein jää liian vähälle huomiolle päätöksentekohetkellä. Kuusialikasvoksen kehityskelpoisuus riippuu osin varjostuksen määrästä. Liian tihe-än puuston alla kuusentaimille kehittyy ns. varjolatvus (ks. Greis ja Kellomäki 1981), joka ei hetkessä sopeudu kerralla toteutetun vapauttavan hakkuun aiheutta-maan rajua valoilmaston muutokseen. Alikasvostaimien kasvureaktiota vapau-tushakkuun jälkeen on käsitelty mm. Cajanderin (1934b), Koistisen ja Valkosen (1993), Vaartajan (1951) ja Valkosen (1998a) artikkeleissa. On myös pidettävä mie-lessä, että ylispuuston ominaisuuksista ja korjuumenetelmästä riippuen taimia vauri-oituu ja tuhoutuu ylispuuhakkuussa aina jossain määrin (Harstela ja Rantonen 1988, Hyppönen 1996, 1998 ja 2000, Hyppönen ja Niemistö 1998, Maukonen 1987, Roi-ko-Jokela 1983, Suni 1990 ja Thesslund 1975).

Ellei kehityskelpoista alikasvosta ole, on arvioitava sen aikaansaamisen mahdollisuuksia. Ensimmäinen edellytys on, että metsikössä tai sen välittömässä lä-heisyydessä on kasvupaikalle sopivan puulajin siementämiskykyisiä puita. Kuusi ja osa lehtipuista sopivat vähintään mustikkatyypin kankailla ja yleensä sellaisille soil-le, missä ko. puulajit voivat muodostaa kehityskelpoisen taimikon. Soilla hies-koivikkoa ei enää pidetä vajaatuottoisena metsikkönä. Mänty on mustikkatyypin ja sitä karumpien kankaiden sekä rämeiden puulaji. Mustikkatyypillä ja lehtomaisilla kankailla voidaan periaatteessa pyrkiä kaikkien pääpuulajien (pl. hieskoivu) luontai-seen uudistamiseen joko yhden puulajin puhtaaksi metsiköksi tai sekametsiköksi siementävästä puustosta riippuen. Männyn kasvatus liian rehevillä kasvupaikoilla tuottaa kuitenkin teknisesti huonolaatuista tukkia, mikä korostuu varsinkin viljely-metsissä lehtomaisilla ja osin myös mustikkatyypin kankailla.

Yli-ikäisen puuston siementämiskyky on huono puiden ja niiden latvuksien heikon kunnon vuoksi. Uudistusala siementyy osittain myös reunapuustosta (esim. Laitinen ja Ojala 1991, Mikkilä 1984 ja Saksa 1985). Reunapuustoa hyödynnetään tietoisesti kaistalehakkuissa ja pienialaisissa avohakkuissa sekä kankailla että soilla. Reunapuuston siemennyspotentiaaliin voidaan turvautua osittain myös keinollisen uudistamisen yhteydessä (ks. Kinnunen 1993 ja 1995, Lind 1987 sekä Valtanen ja Lehtosaari 1991).

Kuten on jo kauan tiedetty, siemensadon määrä ja laatu vaihtelevat vuodesta toiseen (esim. Heikinheimo 1932, 1936, 1937 ja 1948a, Sarvas 1952, 1955, 1962, 1965 ja 1968), mikä näkyy luontaisesti syntyneiden metsien ikärakenteessa (ks. Lau-ri Ilvessalo 1917, Lakari 1915 ja 1921, Lassila 1920 ja Renvall 1912). Hyvien sie-menvuosien ennakoitiin on sitä tärkeämpää mitä vaikeammassa olosuhteissa luontais-ta uudistamista yritetään. Ennustemenetelmiä ovat tarkastelleet mm. Leikola ym. (1982), Pukkala (1987a ja 1992), Rummukainen (1975) ja Savonen (1990) artikke-leissaan. Mikäli ajallista joustovaraa on, luontaiseen uudistamiseen tähtäävät hak-kuut tulisi ajoittaa sopivasti hyvien siemenvuosien edelle (ks. Nieminen 1984).

Varsinkin kangasmailla luontainenkin uudistaminen edellyttää yleensä jon-kinasteista kasvualustan käsittelyä, jonka taimettumista edistävä vaikutus heikkenee

nopeasti. Varjostuksen vähentyminen ja kasvualustan rikkominen lisäävät kilpailevaa kasvillisuutta mikä vaikeuttaa ja hidastaa taimettumista tai saattaa estääkin sen, jos uudistushakkuun ja siemenvuoden tai siemenvuosien väli muodostuu liian pitkäksi. Etelä-Suomen olosuhteissa kasvillisuuden kilpailu lienee suurempi haitta taimettumiselle kuin hyvien siemenvuosien jaksottaisuus. Pohjois-Suomessa sen sijaan hyvien siemenvuosien pitkä väli on selvästi luontaisen uudistamisen minimitekijä, joka saattaa johtaa keinollisen uudistamisen valintaan silloinkin, kun luontaisen uudistamisen edellytykset muuten olisivat hyvät.

Luontaisen uudistamisen edellytyksiin liittyvistä lukuisista tutkimuksista ja artikkeleista mainittakoon edellä esitettyjen lisäksi vielä seuraavat: Hertz 1932 ja 1934, Hyppönen ja Hyvönen 2000, Kinnunen 1991, Laiho 1985 ja 1988, Laiho ym. 1995, Moilanen 2000, Norokorpi 1979, Numminen 1982, Saksa 1995 ja 1998, Saksa, Hyppönen ja Valkonen 1998, Saksa, Saarinen ja Valkonen 1998, Sarvas 1937, 1948 ja 1950, Sievänen 1986, Siren 1950, Valkonen ym. 1998, Valtanen 1984 ja Vuokila 1982a.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, luu, pot, kpl, ali, puu, sie, ajo ja reu

4.2.2 Taloudellisia näkökohtia

Keinollisen uudistamisen suurehko alkukustannus lisää paineita yrittää luontaista uudistamista (Kinnunen 1994a). Myös luontainen uudistaminen maksaa ja saavutettu säästö voidaan menettää tai on jo menetetty osittain tai kokonaan monesta eri syystä, etenkin toimittaessa edellytyksien rajoilla. Valmiillakin alikasvoksella on hintansa (ks. Aarnio 1998, Aarnio ym. 1998, Suni 1995 ja Valkonen 2000). Usein kiertoaika on jatkunut emopuuston kasvun kannalta epäoptimaaliseksi ja kasvu on alentunut iänmukaisen keskitason alle alikasvoksen kilpailun seurauksena (Isomäki 1979).

Jos valmista alikasvosta ei ole eikä reunapuuston siemennykseen voida turvautua, hakkuualalle on jätettävä siementävää puustoa. Siitä koituu metsänomistajalle ensi vaiheessa pääomakustannus, jonka suuruus riippuu jäävän puuston arvosta, laskentakorkokannasta ja siemen- tai suojuspuuvaiheen pituudesta (Lappi 1983). Samansuuntainen kustannusvaikutus on myös sillä seikalla, että viljelymetsikkö voidaan yleensä uudistaa nuorempana kuin luontaisesti uudistettu metsikkö. Siemen- ja suojuspuumenetelmien käyttö edellyttää yleensä jonkinasteista raivausta ja/tai kasvualustan käsittelyä, mistä koituu välittömiä suoria kustannuksia metsänomistajalle.

Siementävä puusto kasvaa uudistamisvaiheen aikana, mikä osin kompensoi pääomakustannuksia. Hehtaariohtainen kasvu on sitä suurempi mitä tiheämpi siementävä puusto uudistusalueelle on jätetty. Vanhojen puiden kasvuprosentti on pieni ja läpimitan kasvu keskittyy aluksi runkojen tyvelle, mikä huonontaa runkomuotoa. Hyvät siemenvuodet pienentävät kasvua (esim. Heikinheimo 1929 sekä Pukkala 1983 ja 1987b). Liian tiheä ylispuusto haittaa taimikon kehitystä (Niemistö 1992). Siemen- ja suojuspuumenetelmien eduista ja haitoista on esitetty eriäviä käsityksiä (ks. Meriluoto 1983). Menetelmiä on puolusteltu mm. sillä, että uudistusalan kasvupotentiaali on tehokkaammassa käytössä ja metsänkasvatuksen kannattavuus sen ansiosta on parempi. Kuitenkin erään tutkimuksen mukaan (Niemistö ym. 1993) uudistamisvaiheen pitkittäminen ylispuiden poistoa lykkäämällä ei ollut perusteltua.

Avohakkuuseen verrattuna puunkorjuun yksikkökustannukset ovat suuremmat siemenpuu-, suojuspuu- ja ylispuuhakkuissa pienemmän kertymän ja työn alemman tuottavuuden vuoksi. Jäävän puuston varominen hidastaa hakkuutyötä. Li-

säkustannuksen maksaa viime kädessä aina metsänomistaja muodossa tai toisessa. Päätehakkuussa syntyvät juuristo- ja runkovauriot pienentävät jäävän puuston kasvua ja lisäävät lahovikoja, mikä alentaa myyntituloa ylispuuhakkuussa. Tämä luontaiseen uudistamiseen liittyvä piilokustannus koskee lähinnä kuusikoita. - Myös reunapuustojen kasvureaktioilla on merkitystä luontaisen uudistamisen lopullisia kustannuksia arvioitaessa. Kasvu paranee kilpailun vähentyessä, ellei reunapuuston juuristo vaurioidu liikaa. Tämä havaitaan erityisen selvästi harvennuskusikoiden ajourien varrella (ks. Isomäki ja Niemistö 1990 sekä Niemistö 1988).

Tuulenkaadot ovat yleisiä siemenpuu- tai suojuspuuasentoon hakatuissa metsiköissä ja aukkojen reunametsissä. Ellei kaatuneita puita korjata ajoissa, niistä saadaan vain kuitupuuta, jolloin rungon hinta laskee noin puoleen. Toisaalta yksittäisten puiden keräily on kallista ja kokonaiskertymä on yleensä pieni. Tuulenkaatoerien myynti on ongelma niiden pienuuden ja osin puutavaran laatuunkin kohdistuvien epäilyjen vuoksi. Jos kaatuneet puut jäävät korjaamatta, hyönteistuhojen riski kasvaa ympäristössä. Taimettuminen voi viivästyä tai vaarantua siinä määrin, että tarvitaan jälkitoimenpiteitä. Siis myös tuulituho ja sen seurausvaikutukset on otettava huomioon luontaisen uudistamisen hintaa arvioitaessa. Laskennallinen kustannuslisä riippuu tuhoriskistä ja mahdollisen vahingon suuruudesta. Myrskytuhoon riskiä voi ennakoida aiempien kokemusten perusteella (ks. Bonsdorff 1913, 1917a ja b, Cajander 1934a, Laiho 1980 ja 1987, Laitakari 1949 ja 1952, Lapin... 1982, Nikula 1988, Peltola 1998 sekä Solantie 1983 ja 1986).

Kaiken kaikkiaan valinta luontaisen ja keinollisen uudistamisen välillä taloudellisilla perusteilla on monitahoinen ongelma. Eräissä tapauksissa luontainen uudistaminen on itsestään selvä ratkaisu, kuten valmiin alikasvoksen vapauttaminen. Sellaisina voidaan pitää kuivahkoja kankaita karummilla mailla kasvavia siemennyskyyisiä männiköitä suurelta osin. Muina hyvinä luontaisen uudistamisen kohteina mainittakoon korpijuotit ja karut rämeet. Muilla kasvupaikoilla suorat ja epäsuorat kustannukset nostavat luontaisen uudistamisen hinnan lähemmäksi keinollisen uudistamisen hintaa, joskus ylikin. Pahin epäonnistuminen koetaan silloin, kun alkuaan luontainen uudistusala joudutaan lopulta viljelemään osittain tai kokonaan.

Asiaan liittyviä artikkeleita, jotka eivät ole tulleet esille edellä, mainittakoon vielä: Eronen ym. 1996, Hämäläinen ja Salminen 1984, Isomäki 1986, Komulainen 1992, Lehto 1948, Metsäpelto 1932, Niemistö 1998a, Peltola ja Kellomäki 1993, Peltola ym. 1997, Pohtila 1990, Raulo ja Mälkönen 1976, Riihinen 1966, Sarkkula 1987 ja Tihihonen 1951.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, luu, mek, lii, cos ja kan

Muita hakusanoja: avo, reu, ali, sie, tho, rel, yli, pka, pko, mtu, abi, myr, pat ja ent

4.2.3 Uudistamistuloksen ennakkointi

Metsikön uudistamiseen liittyvää kenttäkoetoimintaa ja laajamittaisia taimikkoinventointeja on tehty runsaasti. Tulosten perusteella on kirjoitettu uudistamisen oppi- ja käsikirjoja sekä oppaita, laadittu ohjeita ja julkaistu lukuisia artikkeleita. Lisäksi asiaa on käsitelty lyhyemmin yleensä kaikissa laajempialaisissa metsänhoitoa käsittelevissä teoksissa. Tutkimus- ja julkaisutoiminta on ollut niin runsasta, että maallikon saattaa olla aluksi vaikeata erottaa olennainen asia informaatiovirrasta. Metsänkasvatuksen kirjallisuustietokannasta voidaan osuvilla hakusanoilla löytää helposti lähes tuhat uudistamiseen liittyvää suomalaista artikkelia. Runsautta selittää pitkä tutki-

musperinne, menetelmien jatkuva kehitys ja ongelmakentän monitahoisuus. Asian tärkeyden vuoksi on tietenkin parempi, että tietoa tuotetaan mieluummin vaikka hieman liikaa kuin liian vähän.

Oppi- ja käsikirjoja sekä oppaita voidaan pitää niiden laatimishetken mennessä karttuneen tietämyksen yhteenvetoina. Niitä sekä sellaisiksi soveltuvia julkaisuja luetellaan liitteessä 1. - Monien metsänuudistamiseen liittyvien tutkimusten ja taimikkoinventointien tulospublikaisut käyvät uudistamisen oppaista soveltuvien osin sellaisenaan. Liitteessä 1 mainittu uudistamisen julkaisu voidaan luokitella yleisluonteiseksi ja vain luontaista tai keinollista uudistamista koskeviksi. Mainittakoon tässä seuraavat yleisluonteiset julkaisut: Hyppönen ym. (toim.) 2000, Kaunisto 1985, Kaunisto ja Päivänen 1985, Lyly (toim.) 1984, Manninen ja Lähde 1981, Multamäki 1937, Mälkönen ym. (eds.) 2000, Nygren ym. 1997, Valkonen ym. 2001 ja Virtanen ym. (toim.) 1984. Luontaisen ja keinollisen uudistamisen julkaisuista annetaan esimerkkejä myöhemmin luvuissa 4.3 ja 4.4.

Uudistamistulosta voi ennakoita tehtyjen selvitysten perusteella melko pitkälle. Laajasti ottaen uudistamistulos tarkoittaa vakiintuneen taimikon syntyyn kuluva-aikaa, taimikon taksatorisia tunnuksia ja kustannuksia (Valkonen 1998b). Ellei valmista alikasvosta ole, luontainen uudistaminen vie enemmän aikaa kuin viljely, millä on laskennallinen kustannusvaikutus kuten edellä on tuotu esiin. Luontaisesti syntynyt taimikko on yleensä ainakin aluksi epätasainen ja sekametsäluonteinen. Molemmat ominaisuudet voidaan tulkita eduiksi monimuotoisuuden ja taimikon kehittämispotentiaalin kannalta. Taimikkoa voidaan muokata myöhemmin haluttuun suuntaan. Sanonta 'sekametsikköä ei luoda viljellen vaan taimikonhoidolla' pitää paikkansa lähes kaikilla kasvupaikoilla. Sama pätee myös viljelymetsissä.

Puiden tekninen laatu on noussut esille viljelymetsien lisääntyessä ja varttuessa (ks. Koivisto 1980). Asiaa on tutkittu jo kohtalaisen paljon ja perussyöt ja seuraukset ovat suurin piirtein tiedossa (esim. Halinen 1985, Hannelius 1993 ja 1994, Huuri 1976, Huuri ym. 1984 ja 1987, Jokinen ja Kellomäki 1982, Kaunisto ja Tukeva 1986, Kellomäki 1984, Kellomäki ym. 1989, Kellomäki ja Tuimala 1981, Kellomäki ja Väisänen 1986, Kärkkäinen ja Uusvaara 1982, Laitakari 1935, Lähde 1984 ja 1985, Lämsä ym. 1990, Niemistö 1995 ja 1998b, Puttonen 2000, Raulo 1979, Siren 1958, Turkia ja Kellomäki 1987, Uusvaara 1991, Uusvaara ja Saukkonen 1997, Valtanen 1988, Varmola 1980 ja 1996a-c sekä Väisänen ym. 1989). Oksaisuutta lisäävät päätekijät ovat kasvupaikan ravinteisuus, puiden kasvunopeus ja metsikön kasvatustiheys. Laatuongelma on suurin rehevien kasvupaikkojen istutusmännikköissä. On kuitenkin pidettävä mielessä, että myös luontaisesti syntyvien mäntyjen tekninen laatu kehittyi huonoksi rehevillä kasvupaikoilla, jos metsikkö kasvaa liian harvana taimikkovaiheessa. Laadun kohottaminen edellyttäisi nykyisten viljelytiheyksien moninkertaistamista, mikä ei kustannussyistä ole käytännön mittakaavassa mahdollista.

Pääohjeena voidaan antaa, että mäntyä ei tulisi viljellä ainakaan mustikkatyyppiä paremmilla kasvupaikoilla eikä mielellään myöskään mustikkatyyppin rehevällä laidalla. Jos luontaisen uudistamisen edellytyksiä ei ole, rehevillä mailla tulisi istuttaa koivua tai kuusta. Jos mäntyä viljellään viljavilla kasvupaikoilla, kylvö on laadun kannalta parempi ratkaisu kuin istutus. Kylvön ongelmana rehevillä mailla on kilpailevan kasvillisuuden torjumistarve ja -pakko. Jos mäntyä viljellään rehevälle kasvupaikalle, tukin saanto ja laatu on huono ja siitä sahatun lautatavaran laatu on keskimääräistä heikompi (ks. Uusvaara 1974, 1981a ja b, 1983 ja 1985). Laatua voidaan nostaa ns. laatuharvennuksella (ks. Niemistö 1989 ja 1990) ja karsimalla sato-puut nuorena (Uusvaara 1993 ja 1995). Laatuun kasvatusta laajassa merkityksessä

ovat tarkastelleet Kellomäki ym. (1988 ja 1992) ja Vuokila (1982b). Asiasta ovat kirjoittaneet myös Jalava (1949), Laitakari (1937), Lappi-Seppälä (1933a ja b sekä 1937) ja Tuimala (1999).

Keskeiset hakusanat: sta, uud, luu, kuu, opa, opk, tai, keh, tre, run, lat, pta, log, laa ja tin

Alaluvuissa 4.1 ja 4.2 mainitut lähteet:

- Aaltonen, V. 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. Referat: Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. Acta Forestalia Fennica 42(8). 39 s.
- Aarnio, J. 1998. Alikasvoksen hyödyntämisen kannattavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717: 85-89.
- , Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Alikasvosten hyödyntämisen talous. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut 67-74.
- Ahtola, T. 1975. Miksi Kainuun yksityismetsissä käytetään laajassa mitassa luontais- ta uudistamista. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 62-64.
- Bonsdorff, A. 1913. Myrskyt ja niiden merkitys metsätalouden järjestelyssä. Metsä- taloudellinen aikakauskirja 30(8-9): 341-351.
- 1917a. Beiträge zur Kenntnis der Sturmschäden in Finland. Acta Forestalia Fennica 8(2). 55 s. + 5 liitesivua.
- 1917b. Studien über die Sturmrichtungen in Finland. Acta Forestalia Fennica 8(1). 105 s. + 8 karttasivua.
- Cajander, A. 1913. Missä määrin tulisi meillä toimeenpanna keinollista metsän- kasvatusta? Metsätaloudellinen aikakauskirja 30(4): 183-187.
- Cajander, E. 1934a. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. Referat: Beobachtungen auf einem Sturmschadengebiet in Finnland. Acta Forestalia Fennica 40(10). 21 s.
- 1934b. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(5). 59 s.
- Eronen, J., Kajanus, M., Penttinen, M. & Siekkinen, V. 1996. Regeneration investment strategies from the forest owner's point of view. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Wuerttemberg, Heft 195: 29-45.
- Faustmann, M. 1849. Berechnung des Wertes, welchen Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 25(15): 441-455.
- Greis, I. & Kellomäki, S. 1981. Crown structure and stem growth of Norway spruce undergrowth under varying shading. Seloste: Varjostuksen vaikutus alikasvos- kuusien latvuksen rakenteeseen ja rangan kasvuun. Silva Fennica 15(3): 306-322.
- Halinen, M. 1985. Männyn nuoruusvaiheen kasvunopeuden vaikutus sahatavaran laatuun. Summary: The effect of the growth rate of young pine on the quality of sawn goods. Silva Fennica 19(4): 377-385.
- Hannellius, S. 1993. Viljavan kasvupaikan nuoren ja huonolaatuisen istutusmännikön kasvatusvaihtoehdot. Abstract: Alternative growing methods for young and poor

- quality Scots pine plantations on fertile sites. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 452. 55 s.
- 1994. Mitä tehdä oksaiselle istutusmännikölle? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 54-62.
- Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 18-22.
- Heikinheimo, O. 1929. Kasvusuhheet ja siemenvuosi. *Tapio* 22, s. 13-15.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 61 s.
 - 1936. Männyn, kuusen ja koivun siemenvuosien kertautuminen ja teho. *Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja IX*, s. 73-81.
 - 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(4). 67 s.
 - 1939. Kokemuksia paksusammaltypin metsien käsittelystä. Referat: Erfahrungen betreffend die Behandlung der Wälder vom Dickmoostyp. *Silva Fennica* 52: 121-139, 292.
 - 1948a. Metsäpuiden siementämiskyvystä III. On the seeding capacity of forest trees III. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(3). 15 s.
 - 1948b. Suomen oloihin sopivat uudistushakkausmenetelmät. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 65(11): 317-319.
- Heikkilä, T. 1930. Kiertoaika. *Maa ja Metsä IV*, metsätalous 3. Metsän arvioiminen ja metsätalouden järjestely, metsän käyttö ja puunjalostusteollisuus. Sivut 764-778.
- Hertz, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(4). 206 s.
- 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 20(2). 98 s.
- Huuri, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä. Tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines; survey results. *Folia Forestalia* 265. 22 s.
- , Lähde, E. & Huuri, L. 1984. Tiheyden vaikutus istutusmännikön laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 167. 22 s.
 - , Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Summary: Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685. 48 s.
- Hyppönen, M. 1996. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja arvoon Lapissa. *Lisensiaattityö*. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 79 s.
- 1998. Ylispuiden korjuun vaikutus Lapin mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 77-84.
 - 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 269-280.
 - & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2000: 589-602.
 - & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. Teoksessa Moilanen M. & Saksa, T. (toim.) 1998. *Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos*. Sivut 55-65.

- , Varmola, M. & Poikajärvi, H. (toim.) 2000. Paksusammalkuusikot ja niiden uudistaminen. Tutkijoiden ja metsäammattilaisten retkeily Itä-Lapissa 25.-26.8.1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 793. 103 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 95 s.
- Hämäläinen, J. & Salminen, O. 1984. Eräitä tuloksia Tehdaspuu Oy:n havupuumetsiköiden uudistamisketjuista sekä niiden kustannuksista. Metsäntutkimuslaitos. Konekirjoite. 20 s.
- Ilvessalo, L. 1917. Tutkimuksia mäntymetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. Referat: Studien über die Verjüngungsjahre der Kiefernwälder in Süd- und Mittelfinnland. Acta Forestalia Fennica 6(2). 83 s., liitet II-V, Referat 8 s.
- Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Abstract: The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand. Folia Forestalia 392. 13 s.
- 1986. Linjakäytävän vaikutus reunapuiden kehitykseen. Summary: Effects of line corridors on the development of edge trees. Folia Forestalia 678. 30 s.
- & Niemistö, P. 1990. Ajourien vaikutus puuston kasvuun Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa. Abstract: Effect of strip roads on the growth and yield of young spruce stands in southern Finland. Folia Forestalia 756. 36 s.
- Jalava, M. 1949. Laatu- ja kasvattamisesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(1): 35-36.
- Jokinen, P. & Kellomäki, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvatustiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Abstract: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. Folia Forestalia 508. 12 s.
- Kalela, E. 1952. Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa. Referat: Die Verlichtung der Wälder Finnlands im Lichte eines Beispiels. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40(21). 24 s.
- Kangas, J. 1990. Metsikön uudistamisen päätöksenteko. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 357: 24-30.
- 1992. Metsikön uudistamisketjun valinta - monitavoitteeseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli. Summary: Choosing the regeneration chain in a forest stand: A decision model based on multi-attribute utility theory. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 24. 230 s.
- 1994. Incorporating risk attitude into comparison of reforestation alternatives. Scandinavian Journal of Forest Research 9(3): 297-304.
- 1995. Päätösanalyysimalli metsikön uudistamisvaihtoehtojen vertailuun. Suomen Akatemian julkaisuja 3/95: 175-189.
- Kaunisto, S. 1985. Turvekankaiden uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184, s. 45.
- & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemailla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. Folia Forestalia 625. 75 s.
- & Tukeva, J. 1986. Kasvatustiheyden vaikutus männikön istutustaimikoiden kehitykseen turvemailla. Summary: Effect of tree spacing on the development of pine plantations on peat. Folia Forestalia 646. 36 s.
- Kellomäki, S. 1984. Havaintoja puuston kasvatustiheyden vaikutuksesta mäntyjen oksikkuuteen. Summary: Observations on the influence of stand density on branchiness of young Scots pines. Silva Fennica 18(2): 101-114.

- , Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1988. Männyn laatukasvatus. Loppuraportti. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. Final report of the study project. 140 s.
- , Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. *Silva Carelica* 23. 133 s.
- , Oker-Blom, P., Valtonen, E. & Väisänen, H. 1989. Structural development of Scots pine stands with varying initial density: Effect of pruning on branchiness of wood. *Forest Ecology and Management* 27(3-4): 219-233.
- & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. *Folia Forestalia* 478. 27 s.
- & Väisänen, H. 1986. Kasvatustiheyden ja kasvupaikan viljavuuden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density and site fertility on the branchiness of Scots pines at pole stage. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 139. 38 s.
- Keltikangas, V. 1962. Normaalimetsän kannattavuussadannes ja finanssinen kiertoaika. Summary: The concept of profitability in the normal forest and the financial rotation. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 55(24). 16 s.
- Kilki, P. 1971. Optimization of stand treatment based on the marginal productivity of land and growing stock. Seloste: Maan ja puuston rajatuottavuuksiin perustuva metsikön käsittelyn optimointi. *Acta Forestalia Fennica* 122. 7 s.
- 1972. Metsikön hakkuuohjelman optimointi. Julkaisussa: Harvennuspuun korjuu. Harvennuspuun korjuun koneellistamistoimikunta. SITRA. Helsinki. Sivut 119-137.
- & Väisänen, U. 1969. Determination of the optimum cutting policy for the forest stand by means of dynamic programming. Seloste: Metsikön optimihakkuuohjelman määrittäminen dynaamisen ohjelmoinnin avulla. *Acta Forestalia Fennica* 102. 23 s.
- Kinnunen, K. 1991. Alikasvos-, luonnon- ja istutustaimien alkukehitys mustikkatyyppillä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 394: 10-16.
- 1993. Luonnonsiemennyksen ja kylvön yhdistelmä männyn uudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470: 13-20.
- 1994a. Metsänuudistaminen kustannuspaineessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 50-53.
- 1994b. Männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen näkymät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 27-35.
- 1995. Onko rehevien maiden uudistamisessa vaihtoehtoja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 538: 15-22.
- Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. *Silva Fennica* 27(3): 179-194.
- Koivisto, V. 1980. Minkäläisistä puista tulisi kasvattaa. *Metsä ja Puu* 3: 23-25.
- Komulainen, V.-M. 1992. Kuusen luontaisen uudistamisen onnistuminen kaistalehakuin Puolangalla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 85 s.
- Kubin, E. 1985. Uudistamistavan valinta ja taimikonhoidon toteuttamistapa voimakkaasti vesottuvalla alueella. Esimerkki ongelmakentän tutkimisesta. Abstract: How to select the regeneration method and to clean the sapling stand on wet mineral soil sites? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 206: 81-91.

- Kuuluvainen, J. 1999. Kiertoaikamalli ja puuntarjonnan tutkimus. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 3/1999: 556-560.
- & Tahvonen, O. 1997. Testing the forest rotation model: Evidence from panel data. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 644. 36 s.
- Kuusela, K. 1963. Hakkuukypsyysajan ajankohdan ja uudistamisjärjestyksen arvioimisen merkitys. Metsätaloudellinen aikakauslehti 80(12): 496-497.
- 1967. Vajaatuottoisen metsikön käsite valtakunnan metsien inventoinnissa. Tapio 1967(4): 67-70.
- Kärkkäinen, M. & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Abstract: Factors affecting the quality of young pines. Folia Forestalia 515. 28 s.
- Laiho, O. 1980. Aarno-myrskyn tuhot erilaisissa metsiköissä. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9. Artikkelit, 8 s.
- 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182: 39-50.
- 1987. Metsiköiden alttius tuulituholle Etelä-Suomessa. Summary: Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. Folia Forestalia 706. 24 s.
- 1988. Mitä tehdä alikasvoksilla? Metsä ja Puu 9: 34-35.
- , Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1995. Alikasvos metsän uudistuspotentiaalina. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 538: 70-76.
- Laitakari, E. 1935. Tutkimuksia metsikön ja kasvupaikan vaikutuksesta kuusen rungon kelpoisuuteen. Edeltävä tiedonanto. Referat: Untersuchungen über die Einwirkung des Bestandes und Standortes auf die Qualität des Fichtenstammes. Vorläufige Mitteilung. Acta Forestalia Fennica 41(4). 67 s.
- 1937. Laatuun kasvatamisesta. Referat: Über die Erziehung von Qualitätsholz. Silva Fennica 39: 259-270.
- 1949. Metsän ilmastolliset vaarat. Teoksessa: Kalela, E. (toim.) 1949. Suuri Metsäkirja. WSOY, Porvoo. Sivut 434-454.
- 1952. Myrskyistä ja myrskyn tuhoista Suomessa vv. 1911-1950. Summary: On storms and storm damage in Finland during the period 1911-1950. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40(30). 29 s.
- Laitinen, T. & Ojala, J. 1991. Reunametsän käyttömahdollisuudet metsän uudistamisessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tiedote 5/91. 8 s.
- Lakari, O. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. Acta Forestalia Fennica 5(1). 211 s., valok. 10 s., kartta.
- 1921. Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. Referat: Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 4(2). 58 s. + liitteet 10 s.
- Lapin myrskytuhotyöryhmä 1982. Mauri-myrskyn metsille aiheuttamat tuhot ja toimenpide-ehdotukset niiden johdosta. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. 32 s.
- Lappi, J. 1983. Metsänuudistamisen vaatiman ajan merkitys uudistamispäätöksissä. Summary: Evaluation of the time factor in reforestation decisions. Silva Fennica 17(3): 259-272.
- 1999. Kiertoaikajasta ja metsätalouden suunnittelusta. Metsätieteen aikakauskirja Folia Forestalia 4/1999: 748-752.

- Lappi-Seppälä, M. 1933a. Faneeritukin käyttöarvoon vaikuttavista vikanaisuuksista ja virheettömän faneeripuun kasvatuksesta. Eripainos aikakauslehti Suomen Puun numeroista 6 ja 7. 6 s.
- 1933b. Koivuarpopuun kasvattamisesta. Yksityismetsänhoitoyhdistyksen vuosikirja VI: 27-29.
- 1937. Karsimisesta arvopuun kasvatusta silmällä pitäen. Referat: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fennica* 42: 120-136.
- Lassila, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Referat: Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise. *Acta Forestalia Fennica* 14(3). 95 + 3 s.
- Lehto, J. 1948. Tutkimus mäntysiemenpuiden kehityksestä. Konekirjoite. Helsinki.
- Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982. Männyn ja kuusen siemensadon vaihteluiden ennustaminen. Summary: Prediction of the variations of the crop of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 537. 43 s.
- Lind, J. 1987. Luontainen uudistaminen viljelyn tueksi Lapissa. *Metsä ja Puu* 9: 30-31.
- Liski, J., Pussinen, A., Pingoud, K., Mäkipää, R. & Karjalainen, T. 2001. Which rotation length is favourable in carbon sequestration? *Canadian Journal of Forest Research* 31(11): 2004-2013.
- Lyly, O. (toim.) 1984. Metsänuudistamisen perusteista. Muhoksella 1.-2.11.1983 pidetyn neuvottelu- ja koulutustilaisuuden alustukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129. 77 s.
- Lähde, E. 1981. Uudistamismenetelmän valinta Peräpohjolan vanhassa kuusikossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 6: 89-96.
- 1982. Metsänuudistamisen vaihtoehdot Pohjois-Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77: 24-36.
- 1984. Metsikön perustamistiheys - laatua vai määrää. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 28-33.
- 1985. Metsikön perustamistiheys - puun määrän ja laadun avain. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 3-5.
- Lämsä, P., Kellomäki, S. & Väisänen, H. 1990. Nuorten mäntyjen oksikkuuden riippuvuus puuston rakenteesta ja kasvupaikan viljavuudesta. Abstract: Branchiness of young Scots pines as related to stand structure and site fertility. *Folia Forestalia* 746. 22 s.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23. 32 s.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Summary: Damage of seedlings caused by the logging of seed trees. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244. 30 s.
- Meriluoto, M. 1983. Siementävä puusto luontaisessa uudistamisessa – unohdettu puuntuotostekijä? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 85-92.
- Metsäpelto, E. 1932. Ylispuiden kasvatuksesta ja vaikutuksesta nuoren metsän kasvuun. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 49(5-6): 156-157.
- Miina, J. 1996. Optimizing thinning and rotation in a stand of *Pinus sylvestris* on a drained peatland site. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(2): 182-192.
- Mikkilä, A. 1984. Havaintoja reunametsän vaikutuksesta auratun uudistusalan taimettumiseen sekä taimien ja pintakasvillisuuden kehitykseen Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 84 s.

- Moilanen, M. 2000. Finnish experiences in making use of the understorey. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 65-74.
- & Murtovaara, I. (toim.) 1998. Hieskoivun uudistamisvaihtoehdot ja alikasvosten hyödyntäminen. *Metsäntutkimuspäivät Muhoksella 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 89 s.
- Multamäki, E. 1937. Kuusen uudistamisesta vesiperäisillä mailla. Referat: Von der Verjüngung der Fichte auf Torfböden. *Eripainos Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirjasta N:o X*. 27 s.
- Mälkönen, E., Babich, H., Krutov, V. & Markova, I. (eds.) 2000. Forest regeneration in the Northern Parts of Europe. *Proceedings of the Finnish-Russian Forest Regeneration Seminar in Vuokatti, Finland, Sept. 28th - Oct. 2nd, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 217 p.
- Nieminen, J. 1984. Metsäpuiden siemensato uudistamisen lähtökohtana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 129: 4-16.
- Niemistö, P. 1988. Puunkorjuun piilokustannukset - kuka maksaa? *Metsä ja Puu* 6: 18-21.
- 1989. Vaihtoehdona laatuharvennus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 327: 55-79.
- 1990. Laatupuuta harventamalla. *Metsä ja Puu* 5: 8-10.
- 1992. Ylispuumäntyjen kasvu ja vaikutus taimikkoon. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 419: 34-43.
- 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10(3): 235-244.
- 1998a. Development of tree stand during a protracted natural regeneration period of Scots pine. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 714: 141-146.
- 1998b. Istutustiheyden ja rivivälin vaikutus rauduskoivun kasvuun ja ulkoiseen laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 17-36.
- 1998c. Varttuneen hieskoivikon harventaminen ja kiertoaika Pohjois-Suomen turvemailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 5-16.
- , Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826: 26 s.
- Nikula, A. 1988. Metsiköiden myrskytuhoalttiuteen vaikuttavat tekijät Pohjois-Suomessa. Mauri-myrskyn tuhojälkien tarkastelu. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste.
- Norokorpi, Y. 1979. Peräpohjolan vanhojen kuusikoiden alikasvos. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 88 s.
- Numminen, E. 1982. Pohjois-Lapin metsäpuiden siementuotanto. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 77: 1-13.
- Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mälkönen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen. Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 636: 40 s.
- Nyysönen, A. 1958a. Kiertoaika ja sen määrittäminen. Summary: Rotation and its determination. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(6): 87 s.
- 1958b. Kiertoaikaa koskevia tutkimustuloksia. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 75(12): 419-422.
- 1999. Kiertoaikamalli Suomen metsätaloudessa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1999: 540-543.

- Ollikainen, M. 1999. Faustmannin mallin ja kahden periodin mallin vertailua. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1999: 549-555.
- Ollonqvist, P. & Oksanen, L. 1988. Päättös metsikön uudistamisesta. Teoksessa: Sevola, Y. (toim.) 1988. *Metsä, yritys, yhteiskunta. Metsäekonomian tutkimusosasto 60 vuotta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 288: 83-106.
- Pajuoja, H. 1985. Metsäverotus, kiertoaika ja puuntarjonta - teoreettinen katsaus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 187. 23 s.
- Peltola, H. 1998. Wind and other abiotic risks to forests. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 714: 83-95.
- & Kellomäki, S. 1993. A mechanistic model for calculating windthrow and stem breakage of Scots pines at stand edge. Tiivistelmä: Malli mäntyihin tuulesta kohdistuvien murtavien ja kaatavien voimien laskemiseksi metsänreunatilanteessa. *Silva Fennica* 27(2): 99-111.
- , Nykänen, M-L. & Kellomäki, S. 1997. Model computations on the critical combination of snow loading and windspeed for snow damage of Scots pine, Norway spruce and birch sp. at stand edge. *Forest Ecology and Management* 95: 229-241.
- Pesonen, M. & Hirvelä, H. 1992. Liiketaloudelliset harvennusmallit Etelä-Suomessa. Summary: Thinning models based on profitability calculations for southern Finland. *Folia Forestalia* 800. 35 s.
- , Jämsä, J. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden edullisuusvertailu metsälötasolla. Summary: Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level. *Folia Forestalia* 802. 23 s.
- Pohtila, E. 1990. Metsän uudistuminen Kivalon vanhoilla kaistalehakkuaaloilla. Summary: Forest regeneration of old strip cutting areas in Kivalo, Northern Finland. *Silva Fennica* 24(1): 105-122.
- Poso, S. 1965. Metsiköiden uudistamisjärjestyksen määrittäminen v-arvon avulla. Summary: Fixing the reforestation order of stands by application of the v-value. *Metsätaludellinen aikakauslehti* 82(8): 263-264 ja 281-282.
- Pukkala, T. 1983. Ilmastotekijöiden ja siementuotannon vaikutus kuusen ja männyn sädekasvuun. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, metsänhoitotieteen lisensiaattityö. Moniste.
- 1987a. Kuusen ja männyn siemensadon ennustemalli. Abstract: A model for predicting the seed crop of *Picea Abies* and *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 21(2): 135-144.
- 1987b. Siementuotannon vaikutus kuusen ja männyn vuotuiseseen kasvuun. Abstract: Effect of seed production on the annual growth of *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 21(2): 145-158.
- 1992. Männyn siemensadon ennustaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 419: 24-33.
- Puttonen, P. 2000. Follow-up of forest regeneration and quality standards for plantations and sapling stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 197-209.
- Päivänen, J. 1983. Metsänuudistamisen vaihtoehdot vanhoilla ojitusalueilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 124: 71-80.
- Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. *Acta Forestalia Fennica* 35(1). 235 s.

- Raulo, J. 1979. Rauduskoivujälkeläistöjen rungon laatu Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: Stem quality of *Betula pendula* Roth progenies in South and Central Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(5). 39 s.
- & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. *Acta Forestalia Fennica* 1(2). 154 s. + kartta.
- Riihinen, P. 1966. Pohjois-Suomen metsien uudistamisen taloudellisia ongelmia. Summary: Economic problems of forest regeneration in Northern Finland. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 83(9): 348-350.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 72-82.
- Rummukainen, U. 1975. Männyn käpysadon ennustamisesta. Summary: On forecasting the cone crop of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(6). 26 s.
- Saari, E. 1968. Vajaatuottoisen metsikön ja metsämaan käsite. Summary: The notion of reduced yield stands and forest soils. *Silva Fennica* 2(3): 195-209.
- Saarinen, M. 1993. Miten käsitellä uudistamiskypsiä ojitusaluemetsiä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470: 6-12.
- Saksa, T. 1985. Aukon koon ja reunametsän sijainnin vaikutus metsän uudistumisen edellytyksiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 182: 51-59.
- 1995. Alikasvosten synty ja kehitys. Kirjallisuustarkastelu. *Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema. Muistio* 12.9.1995. 8 s.
- 1998. Alikasvosten olemus, esiintyminen ja hyödyntämismahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 59-68.
- , Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Miten suhtautua alikasvoksiin. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset Metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. *Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut* 77-84.
- , Saarinen, M. & Valkonen, S. 1998. Alikasvoksen monet kasvot. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. *Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut* 19-30.
- Salminen, O. 1989. Vajaatuottoisuus liiketaloudellisena ongelmana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 330: 39-45.
- 1993a. Dynaamiseen ohjelmointiin perustuva viljelymetsiköiden harvennusten ja kiertoajan optimointi. Summary: Simultaneous optimization of thinnings and rotation of cultivated stands using dynamic programming. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 480. 48 s.
- 1993b. Männikön ja kuusikon liiketaloudellinen vajaatuottoisuus. Summary: Profitability of growing understocked Scots pine and Norway spruce stands. *Folia Forestalia* 805. 27 s.
- Sarkkula, S. 1987. Tuuli. Suomen kartasto. Vihko 131. Ilmasto. Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine Waldbiologische Untersuchung auf den Trocken Heideböden Nord-Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 46(1). 146 s. + kartta.

- 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4). 91 s.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.
- 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Selostus: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(7). 38 s.
- 1955. Investigations into the flowering and seed quality of forest trees. Selostus: Tutkimuksia metsäpuiden kukkimisesta ja siemensadon laadusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45(7). 37 s.
- 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53(4). 198 s.
- 1965. Basic studies into the most important factors controlling the quantity and quality of natural seed crops of forest trees. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. 95 s.
- 1968. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. Suomenkielinen selostus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(5). 84 s.
- Savilampi, P. & Kubin, E. 1996. Korkeiden maiden metsänuudistamismenetelmän valinnasta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 95-105.
- Savonen, E-M. 1990. Siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä siemensadon ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 4-14.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyypillä esimerkkitaipauksen valossa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 100 s.
- Siitonen, M. 1972. Dynaaminen malli metsikön optimihakkuuohjelman määrittämiseksi. Summary: A dynamic programming model for the determination of the optimal cutting schedule for a forest stand. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 2. 23 s.
- Siren, G. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. *Acta Forestalia Fennica* 58(2). 90 s.
- 1958. Eräitä havaintoja keskisuomalaisen ja paikallisen mäntyrodun biologisista ja teknillisistä ominaisuuksista Perä-Pohjolassa. Summary: Some observations on the biological and technical properties of the local and central-finnish pine provenances in North Finland. *Silva Fennica* 96(1). 32 s.
- Solantie, R. 1983. Aarnon ja Maurin antia. Metsän myrskytuhojen ja tuulen nopeuden vastaavuus alueittain Suomessa. *Metsä ja Puu* 2: 9-11.
- 1986. Lisääntyneet tuulivahingot metsissä - syntipukkina ilmasto vai metsänhoito. *Metsänhoitaja* 36(2): 20-22.
- Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Moniste. 96 s.
- 1995. Alikasvoksen säilyttämisen hinta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 538: 45-48.
- Tahvonen, O. 1997a. Forest age classes and rotation periods in a continuous time life cycle model for nonindustrial private forest owners. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 629. 35 s.
- 1997b. Optimal forest rotation with in site preferences. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 643. 34 s.

- 1999. Faustamanin kiertoaikamallista ja sen yleistyksistä. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 3/1999: 544-548.
- , Salo, S. & Kuuluvainen, J. 1998. Forest rotation periods and land values under borrowing constraint. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 706. 45 s.
- Thesslund, O. 1975. Kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Tutkimusseloste 43/1975. Tehdaspuu Oy. Moniste.
- Tiihonen, P. 1951. Tutkimuksia siemenpuiksi jätettyjen mäntyjen kasvusta ja kehityksestä. Konekirjoite. Helsinki.
- Tikka, P. 1928. Havaintoja kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. Referat: Über das Vorkommen und die Entwicklung der Fichte in den trockenen Heidewäldern von Nord-Suomi (-Finnland). Silva Fennica 10. 83 s.
- Torckell, A. 1913. Huru böra våra granskogar ur rationell skogsvårdssynpunkt behandlas a) å torra marker, b) å försumpade marker. Metsätaloudellinen aikakauskirja 30(4): 188-194.
- Tuimala, A. 1999. Puuston laatukasvatus suomalaisessa metsänhoidossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 116-124.
- Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimittaan. Abstract: Influence of the site fertility and stand density on the diameter of branches in young Scots pine stands. Folia Forestalia 705. 16 s.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 80(2). 105 s.
- 1981a. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 28. 47 s.
- 1981b. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: The quality and value of sawn goods obtained from plantation-grown Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 27. 108 s.
- 1983. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 122. 105 s. + 1 liitesivu.
- 1985. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. Seloste: Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 130. 53 s.
- 1991. Havaintoja nuorten istutusmänniköiden oksikkuudesta ja puuaineen laadusta. Summary: Observations about the branchiness and wood quality of young plantation-grown Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 377. 56 s.
- 1993. Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands. Folia Forestalia 816. 26 s.
- 1995. Pystykarsittujen viljelymänniköiden oksikkuus, oksien kyljestyminen ja rungon laatu. Pysyvien koalojen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 584. 25 s.
- & Saukkonen, T. 1997. Kasvatustiheyden ja lannoituksen vaikutus nuorten kylvömänniköiden ulkoiseen laatuun. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 656. 25 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. Acta Forestalia Fennica 59(3). 133 s.
- Valkonen, S. 1998a. Alikasvoksen kasvureaktio vapauttamisen jälkeen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717: 69-76.

- 1998b. Miten syntyy uudistamistulos? Artikkeliteemasta: 80 vuotta metsäntutkimusta Metlassa - mikä nyt ajankohtaista? Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1998: 231-234.
- 2000. Kuusen alikasvos ja kaksisijaksoinen metsikkö - mahdollisuudet ja kannattavuus. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 44-49.
- , Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti ja Metsämiesten Säätiö. Karisto Oy, Hämeenlinna. 200 s.
- , Saksa, T., Saarinen, M. & Moilanen, M. 1998. Alikasvos vapauttamisen jälkeen. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut 33-53.
- Valsta, L. 1982. Istutuskusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Summary: Profitability comparison of growing densities in spruce plantations. Folia Forestalia 504. 33 p.
- 1986. Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi. Summary: Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. Folia Forestalia 666. 23 s.
- 1992. An optimization model for Norway spruce management based on individual-tree growth models. Tiivistelmä: Kuusikon käsittelyn optimointi puittaisiin kasvumalleihin pohjautuen. Acta Forestalia Fennica 232. 20 s.
- 1997. Uudistamishakkuiden ajoitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 3.1, s. 27-34.
- 1999. Kiertoaikamalli metsänkasvatuksessa ja uudistamisessa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 3/1999: 565-567.
- Valtanen, J. 1975. Männen uudistamismenetelmän valinnasta Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 49-61.
- 1980. Metsänviljelyn ja luontaisen uudistamisen vertailua. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 21: 29-36.
- 1984. Männen luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158: 37-50.
- 1988. Taimien kallistuminen ja puiden tyvilenkous kivennäismailla. Maaperäongelman tarkastelua. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 295: 76-87.
- & Lehtosaari, A. 1991. Männen uudistamiseen vaikuttavista tekijöistä Siikalatvan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 388. 120 s. + 7 liites.
- Varmola, M. 1980. Männen istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. Folia Forestalia 451. 21 s.
- 1996a. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Abstract: Yield and quality of young Scots pine cultivations. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 585. 70 s. + 6 liitejulkaisua (21 + 8 + 31 + 29 + 11 + 43 s.).
- 1996b. Viljelymänniköiden kasvatusta sekä tuotoksen ja laadun tutkiminen. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1996(1): 73-76.
- 1996c. Viljelymänniköt - määrää vai laatua. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 589: 85-95.
- Vettenranta, J. & Miina, J. 1999. Optimizing thinnings and rotation of Scots pine and Norway spruce mixtures. Silva Fennica 33(1): 73-84.
- Viitala, E.-J. 2002. Metsän optimaalinen kiertoaika: Lähestymistavat ja niiden talousteoreettinen perusta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 848. 128 s.

- Virtanen, J., Norokorpi, Y. & Kaunisto, S. (toim.) 1984. Metsänuudistamisen ja taimikonhoidon periaatteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 135. 32 s. + liite 12 s.
- Vuokila, Y. 1977. Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. Abstract: *Vaccinium* type as a spruce site. *Folia Forestalia* 324. 14 s.
- 1982a. Antakaa luonnon auttaa. *Metsä ja Puu* 99(12): 6-8.
- 1982b. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of technical quality of forests. *Folia Forestalia* 523. 55 s.
- & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(2). 271 s.
- Vähäpesola, J. 1989. Kuusi-rauduskoivusekametsikön taloudellisesti edullisin hakkuuohjelma. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 87 s. + 26 liitesivua.
- Väisänen, H., Kellomäki, S., Oker-Blom, P. & Valtonen, E. 1989. Structural development of *Pinus sylvestris* stands with varying initial density: a preliminary model for quality of sawn timber as affected by silvicultural measures. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4(2): 223-238.

232 viitettä

4.3 Luontainen uudistaminen

Luontaista uudistamista on sivuttu monessa eri yhteydessä luvussa 4.2. On todettu, että se on toivottava, oikea ja toimiva tapa, mikäli edellytykset sille ovat hyvät. Toisaalta on tuotu esiin, että siihen yleensä liittyy sellaisia laskennallisia kustannuksia, jotka päätöksentekohetkellä jäävät helposti mieltämättä. Kun luontaisen uudistamisen tie on valittu, menettelytavat sinänsä ovat melko suoraviivaisia ja olosuhteiden määrittämiä toisin kuin usein metsänviljelyssä. Toissijaisia päätöksiä tarvitaan vähemmän ja ne ovat periaatteessa helpompia.

Luontaisen uudistamisen historiaa Suomessa on käsitelty laajasti Leikolan (1986 ja 1987) julkaisuissa. Perusteita ovat tutkineet mm. Aaltonen (1919), Hertz (1932 ja 1934), Lehto (1956), Sarvas (1937, 1948 ja 1950) ja Yli-Vakkuri (1961a ja b). Heikinheimon luontaisen uudistamisen oppaat (1931, 1932, 1944 ja 1948) ovat aikansa klassikkoja. Luontaista uudistumista ja uudistamista käsittelevät mm. Hertzin (1981), Hertzin (1931), Hyppösen (1998a), Lukkalan (1946), Tertin (1938), Tuhkasen (1909) ja Valtasen (toim., 1995a) julkaisut. Asian suuren merkityksen vuoksi mainittakoon myös Valtasen tulosjulkaisu vuodelta 1988 (luontaisen ja keinollisen uudistamisen tulosten vertailua korkeilla mailla) ja Kalelan (1946b), Kauniston (1975), Kubinin (2000), Leikolan (1982), Lukkalan (1938), Lähteen ym. (1999), Pukkalan (1992), Saarisen (1998), Saksan (1994) sekä Valtasen (1984 ja 1995b) artikkelit.

4.3.1 Valmiin taimiaineksen hyödyntäminen

Kasvupaikalle sopiva taimiaine on metsänomistajalle lahja, jota kannattaa hyödyntää mahdollisuuksien mukaan. On pidettävä mielessä, että alikasvos on yleensä jo tuottanut kustannuksia päällispuuston alentuneena kasvuna kilpailun vuoksi. Taimi-

kon kehityskelpoisuus ratkeaa lopullisesti vasta vapautushakkuun jälkeen. Ylispuiden poisto on toteutettava taiten (vuodenaika, sää ja menetelmä), sillä voi turmella taimikon osittain tai kokonaan. Ongelma on suurin lähes täystiheissä kuusikoissa, joihin voi eräissä olosuhteissa syntyä kehityskelpoinen kuusialikasvos sen varjostusta kestävänsä ominaisuuden ansiosta. Kookasta ylispuustoa on paljon, mikä yleensä lisää taimille puunkorjuussa aiheutuvia vaurioita. Ongelmaa ei tule vähätellä myöskään harvahkoissa männiköissä mäntyalikasvoksella ja koivikoissa kuusialikasvoksella. Ylispuiden korjuussa syntyvistä tuhoista ovat kirjoittaneet mm. Frilander (1985), Harstela ja Rantonen (1988), Hyppönen (1996 ja 1998b), Hyppönen ja Niemistö (1998), Maukonen (1987), Roiko-Jokela (1983), Tervo (1979) ja Thesslund (1975).

Pienet taimet säästyvät, kun ylispuuhakkuu tehdään talvella paksun lumen aikana. Varttuneen taimikon vapautushakkuuta talvella yleensä ja kovilla pakkasilla erityisesti on vältettävä. Ylispuiden kaadosta aiheutuvilta taimivaurioilta vältytään harvesterikorjuussa, mutta järeiden koneiden vaatimat ajourat saattavat viedä taimikon vajaapuustoiseksi ja aiheuttaa siten kasvu- ja tuotostappiota. Peltoniemi (1991) on vertaillut ylispuiden poistossa käytettäviä työmenetelmiä. Jos ennakoimatonta täydennysviljelytarvetta ilmenee, uudistamistavan tai/ja ylispuiden korjuumenetelmän valinnassa on epäonnistuttu osittain.

Tiheän ylispuuston alla kuusialikasvos kehittää ns. varjolatvuksen ja sen kasvu on huono (Greis ja Kellomäki 1981). Sellaisen alikasvoksen vapauttaminen on taimille shokki, jonka seurauksena niiden kasvu tyrehtyy tai sen elpyminen ainakin viivästyy ja osa puista kuolee (ks. Cajander 1934, Vaartaja 1951 ja Valkonen 1998a). Taimikon kuntoa arvioitaessa heti ylispuuhakkuun jälkeen onkin kiinnitettävä enemmän huomiota taimien määrään ja tilajärjestykseen kuin niiden sen hetkiseen kuntoon ja kasvuun. Tarvittaessa taimikko on vapautettava kahdessa vaiheessa, mikä nostaa uudistamiskustannuksia.

Hallanaroilla kasvupaikoilla, kuten notkelmissa ja soilla, kuusen taimia uhkaa halla varsinkin keväällä (ks. Multamäki 1942). Halla- ja pakkastuhoja esiintyy myös muiden puulajien taimilla (esim. Koskela 1970, Moilanen ym. 1995, Raitio 1985 sekä Rikala ja Repo 1987). Topografian vaikutuksesta taimien hallatuhoihin ovat kirjoittaneet mm. Laiho (1986) ja Raitio (1987). Jos hallatuhojen vaara on ilmeinen, lehtiyli- ja ylispuuston poistoa kannattaa viivyttää, kunnes kuusen taimet ovat varttuneet riukuvaiheeseen. Verhopuuston vaikutusta metsikön lämpöoloihin on käsitellyt Leikolan (1975), Leikolan ja Pylkön (1969) sekä Leikolan ja Rikalan (1983) tutkimuksissa. Verhopuustokaan ei auta talvella syntyviä pakkasvaurioita vastaan (Yli-Vakkuri 1971). Kaksijaksoisen koivu-kuusimetsikön kasvatuksen ekonomiaa on tarkasteltu Valkosen (1998b) artikkelissa.

Alikasvosten käytöstä luontaisessa uudistamisessa on ilmestynyt opasluonteinen julkaisu hiljakkoin (toim. Moilanen ja Saksa 1998). Aiheeseen liittyvistä julkaisuista mainittakoon tässä vielä seuraavat: Aaltonen 1936, Hyppönen ja Hyvönen 2000 ja 2001, Hyppönen ym. 1998, Isomäki 1979, Kalela 1946b ja 1948, Koistinen 1989, Kubin ym. 1996, Laiho 1985 ja 1988, Laiho ym. 1995, Mikola 1966, Moilanen 1998 ja 2000, Moilanen ja Murtovaara (toim.) 1998, Palosuo 1938, Perttula 1930, Pöntynen 1929, Saksa 1995 ja 1998, Saksa ym. 1998a ja b, Seppälä ja Keltikangas 1978, Sievänen 1986, Suni 1995 ja Valkonen 2000.

Keskeiset hakusanat: uud, luu, ali, rel, sta, tai, mtu, abi, yli, pko, hal ja she

4.3.2 Männyn siemenpuu- ja kuusen suojuspuuhakkuut

Kasvupaikalle sopiva siemennyskykyinen puusto on siemenpuu- ja suojuspuuhakkuiden ensisijainen edellytys. Tässä yhteydessä reunapuuston siemennyksellä on yleensä vain pieni merkitys eikä ratkaisua uudistamistavasta saa perustaa sen varaan. Kelvollisten alikasvostaimien esiintyminen pienissä aukkokohdissa on yleensä merkki metsikön taimettumispotentiaalista. Taimiainesta voidaan lisätä harventamalla varttunut kasvatusmetsä väljään asentoon ennen varsinaista uudistamishakkuuta. Tästä menettelystä on esitetty eriäviä mielipiteitä aikojen kuluessa (Heikinheimo 1936, Hyvärinen 1989, Hyvönen 1993, Metsänheimo 1929, Nyyssönen 1995 ja Päivän... 1989). Taitavasti toteutettuna väljennyshakkuu edistää luontaista uudistumista eikä aiheuta merkittävää kasvu- ja tuotostappiota. Harsintaluonteisena, kuten ennen usein tapahtui, menettely tuottaa vajaatuottoisen metsikön, joka on uudistettava keinoisesti.

Vallitsevan käytännön mukaan metsikkö kasvatetaan lähes täyspuustoisena uudistuskypsäksi, minkä jälkeen tehdään selväpiirteinen siemenpuuhakkuu männiköissä ja koivikoissa tai suojuspuuhakkuu kuusikoissa. Ylitiheänä kasvaneen metsikön puut ovat huonokuntoisia, latvukset ovat supistuneet ja siemennyskyky on alentunut. Lisäksi juuristo on heikko, mistä syystä tuulenkaatojen riski hakkuun jälkeen on tavallista suurempi. Alentuneet siemensadot pidentävät uudistamisvaihetta, mikä sekin nostaa tuulituhoriskiä. Siemenpuualalla emopuiden päätehtävä on uuden puusukupolven siementäminen. Suojuspuualalla emopuusto paitsi siementää myös suojaaa taimiainesta ja rajoittaa kilpailevan aluskasvillisuuden kehittymistä. Siemen- ja suojuspuuasentojen tiheyssuositukset ovat melko väljät, 50-150 runkoa edellisissä ja 100-300 runkoa jälkimmäisissä. Kuusi on laakajuuristonsa vuoksi herkkä tuulituhoilille, mikä sekin osaltaan puoltaa suojuspuuasentojen suurempaa tiheyttä. Kuusikon viimeinen harvennushakkuu on hyvä tehdä väljennysluonteisena, jos metsikkö on tarkoitus uudistaa luontaisesti suojuspuumenetelmällä. Uudistushakkuu samoin kuin ylispuiden korjuu helpottuvat ja tehostuvat, jos siementävä puusto voidaan jättää ryhminä (ks. Suni 1990 ja 1994).

Siemenpuu- ja suojuspuuhakkuiden puunkorjuussa vaurioituu ja kuolee kehityskelpoisia alikasvostaimia. Emopuuston runkovauriot ovat ongelma lähinnä suojuspuuhakkuissa. Jos maankäsittelyä ei tarvita, juuristovaurioilta voidaan välttyä tai ainakin vähentää niitä talviaikaisella puunkorjuulla. - Kesäaikaista puunkorjuuta yleensä tulisi välttää tyvilahon ja tyvitervastaudin riskialueilla. - Raivaus ja/tai maankäsittely on yleensä tarpeen. Raivauksessa poistetaan pensaiden lisäksi etukasvuiset ja huonolaatuiset sekä kasvupaikalle sopimatonta puulajia olevat alikasvopuut. Myös maankäsittelyssä tuhoutuu epätoivottavaa puu- ja pensaskasvillisuutta. Soilla ja soistuneilla kankailla ojitusmätästyksellä luodaan taimettumiselle otollisia kumpareita. Aurauksella voidaan hoitaa myös vesitaloutta soistuvilla kankailla. Juuristovaurioiden vuoksi auraus ei sovi suojuspuualoille. Nykyisin aurauksesta on suurelta osin luovuttu sen haitallisten ympäristö- ja monikäyttövaikutusten vuoksi. Äestys on yleisin maankäsittelymuoto sekä siemenpuu- että suojuspuualoilla. Taimettuminen onnistuu parhaiten, jos em. uudistamistoimenpiteet toteutetaan juuri hyvien siemenvuosien edellä (Nieminen 1984).

Siemenpuu- ja suojuspuumenetelmien perusteita valaisevia tutkimuksia mainittakoon mm. Hertz 1934, Hyppönen 2002, Lehto 1956 ja 1969, Sarvas 1948 ja 1949, Valtanen 1998 ja Yli-Vakkuri 1961a. Asiaa on kosketeltu lukuisissa artikkeleissa (esim. Hertz 1935, Hyppönen 2001, Hyppönen ja Hyvönen 2000 ja 2001, Hyppönen ym. 2001, Hyppönen, Hyvönen ja Valkonen 2001, Hyppönen ja Kemppe

2002, Kalela 1946a ja 1954b, Kinnunen 1993, Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980a ja b, Kuuluvainen ja Pukkala 1992, Laiho 1987a, Laitakari 1938, Mikola 1956, Norokorpi 1981, Oikarinen ym. 1995, Pukkala 1992, Siren 1948 ja 1949, Tertti 1937, Valtanen 1995b ja Yli-Vakkuri 1961b). Asiaan liittyvistä julkaisuista mainittakoon vielä lopuksi seuraavat: Enroth 1915, Eskelinen 2000, Kalela 1942 ja 1954a, Kangas 1946, Laiho 1987b, Leinonen ym. 1989, Lukkala 1936, Mälkönen 1971, Peiponen 1991, Pukkala 1987, Suoheimo 1982 sekä Valtanen 1972 ja 1994.

Keskeiset hakusanat: uud, luu, sie, vha ja mak

4.3.3 Avohakkuu

Luontaiseen uudistamiseen tähtäävissä avohakkuissa hyödynnetään alojen omaa taimettumispotentiaalia tai reunametsiköiden siemennystä. Taimiainesta tulee samalle alalle usein molemmilla tavoilla. Tämän uudistamismenetelmän kaksi päämuotoa ovat kaistalehakkuu ja pienialainen avohakkuu. Korpijuottien avohakkuut ovat rinnastettavissa kaistalehakkuuseen alojen muodon ja taimettumistavan perusteella. Varsinaisia kaistalehakkuita tehdään kangasmaiden kuusikoissa ja leveissä korpi-kuusikoissa. Pienialaisia avohakkuita tehdään sekä kankailla että soilla. Hyvissä olosuhteissa, kuten karujen kankaiden hyväkuntoisissa männiköissä, toimii myös ns. rintamahakkuumenetelmä. Siinä vanhan puuston reunasta hakataan uusi kaista aukeaksi, kun edelliselle kaistalle on syntynyt vakiintunut taimikko. Reunavaikutuksen ansiosta uudella kaistalla on yleensä jonkin verran käyttökelpoista alikasvosta.

Suometsien avohakkuista luontaista uudistamista varten on käsitelty mm. Heikuraisen (1954), Lukkalan (1938 ja 1946), Moilasen ym. (1995), Moilasen ja Issakaisen (1981) ja Multamäen (1937) kirjoituksissa. Uudistamistulosta kankailla ovat tarkastelleet mm. Hassinen (1982), Kinnunen ja Mäki-Kojola (1980a ja b), Komulainen (1992), Norokorpi (1981), Pohtila (1990), Raulo ja Mälkönen (1976) ja Sarvas (1948). Liitteessä 1 on luontaisen uudistamisen tulosjulkaisuja, joista saa lisävalaistusta asiaan. Soilla ojitus edistää uudistumista. Kankailla tarvitaan usein jonkinlainen kasvualustan valmistus. Myös kulotus voi tulla kysymykseen (ks. Vanha-Majamaa ym. 1996 ja Yli-Vakkuri 1961a).

Luontaisen uudistamisen avohakkuissa taimivaurioiden varominen ei ole ongelma, mutta uuteen puusukupolveen soveliaita alikasvostaimia ei kannata silloinkaan teloa ainakaan tahallaan. Siementävien reunapuustojen juuri- ja runkovaurioita puunkorjuussa on vältettävä aivan erityisesti. Ongelma on suurin kuusikoissa yleensä ja varsinkin soilla. Vauriot vaikuttavat negatiivisesti kasvuun, pienentävät siemensatoa ja aiheuttavat lahovikoja. Nämä kaikki lisäävät uudistamiskustannuksia viiveellä. Reunaa tulee pinta-alayksikköä kohti paljon luontaisen uudistamisen avohakkuissa, mikä osaltaan pahentaa ongelmaa.

Metsäpalon ja siinä tuhoutuneen puuston korjuun jälkeen paloalaa voi verrata joko kulotettuun aukeaan alaan tai siemenpuuasentoon. Palossa osa isoista männyistä jää yleensä henkiin kuivemmilla kangasmailla. Ne siementävät alueen herkästi, etenkin jos osittain palanutta kuntakerrosta rikotaan tarvittaessa. Jos koko puusto kuolee, pieni paloala voi uudistua luontaisesti reunametsän siemennyksen turvin. Puiden eloonjääntiä palossa ovat meillä tutkineet Kolström ja Kellomäki (1993). Kuloalojen luontaista metsittymistä on selvitelty erityisesti Sarvas (1937 ja 1948, ks. myös Sarvas 1938).

Kaistaleet ja pienet aukot luovat pienialaista vaihtelua metsämaisemaan, mikä lisää sen monimuotoisuutta ja monikäyttöarvoa. Reunavyöhykettä on paljon, mikä lisää monimuotoisuutta (esim. Helle ja Muona 1985) samoin kuin sekin, että taimisto syntyy yleensä epätasaisena ja sekametsän luonteisena. Etenkin metsäpalot ja kulutus lisäävät lehtipuita sekä aluskasvillisuuden määrää ja lajirunsausta uudessa metsikössä.

Keskeiset hakusanat: uud, luu, avo, reu, sta, tai, rak ja bdi

Alaluvussa 4.3 mainitut lähteet:

- Aaltonen, V. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. Communicationes ex Instituto Quaestionum Finlandiae editae 1. 319 s. + kartat 13 s. + Referat 56 s.
- 1936. Kuusi maan huonontajana. Metsätaloudellinen aikakauskirja 53(3): 71-73.
- Cajander, E. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(5). 59 s.
- Enroth, G. 1915. Lohkohakkauksesta Suomen sotilasvirkataloilla. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 4. 106 s.
- Eskelinen, T. 2000. Männyn luontainen uudistaminen Länsi-Lapissa. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 27. 55 s.
- Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhohuuston korjuun kuusentaimikolle aiheuttamat vauriot. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Moniste.
- Greis, I. & Kellomäki, S. 1981. Crown structure and stem growth of Norway spruce undergrowth under varying shading. Seloste: Varjostuksen vaikutus alikasvoskuusien latvuksen rakenteeseen ja rangan kasvuun. Silva Fennica 15(3): 306-322.
- Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 18-22.
- Hassinen, K. 1982. Kuusikoiden kaistalehakkuaalojen taimettuminen Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 64 s.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia 22. 90 s.
- 1932. Skogarnas naturliga förnygring. Centralskogssällskapet Föreningen för Skogskulturs skriftserie 3. 90 s.
- 1936. Harvennus- ja väljennysshakkuiden tarpeellisuus. Metsälehti 47, s. 4-5.
- 1944. Metsien luontainen uudistaminen. 2. painos. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia 22. 96 s.
- 1948. Metsien luontainen uudistaminen. 3. painos. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 95 s.
- Heikurainen, L. 1954. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta käyttäen. Referat: Über natürliche Verjüngung von Reisermoor-Kiefern-beständen unter Anwendung von Kahlschlag. Acta Forestalia Fennica 61(27). 21 s.
- Helle, P. & Muona, J. 1985. Invertebrate numbers in edges between clear-fellings and mature forests in northern Finland. Seloste: Selkärangattomien runsaussuhteista avohakkuualueiden ja metsien reuna-alueilla Pohjois-Suomessa. Silva Fennica 19(3): 281-294.

- Herttuainen, E. 1981. Männyn luontainen uudistuminen kulotetulla kankaalla Metsä-Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 79 s.
- Hertz, M. 1931. Näkökohtia kuusen uudistumiskysymyksestä. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja 1.
- 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 17(4). 206 s.
 - 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 20(2). 98 s.
 - 1935. Näkökohtia männyn uudistumisesta. Metsätietoa I(10): 440-450.
- Hyppönen, M. 1996. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja arvoon Lapissa. Lisensiaattityö. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 79 s.
- 1998a. Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidun-alueella Rovaniemen maalaiskunnassa. Summary: Effect of reindeer browsing on the natural regeneration of birch. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 99-108.
 - 1998b. Ylispuiden korjuun vaikutus Lapin mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717: 77-84.
 - 2001. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuissa. Käsikirjoitus. 20 s. + 9 kuvaa ja 6 taulukkoa. Julkaistaan Metsätieteen aikakauskirjassa.
 - 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä Lapissa. Summary: Natural regeneration of Scots pine using the seed-tree method in Finnish Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. 69 s. + 5 liitejulkaisua (14, 14, 9, 20 ja 12 s.).
 - & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin yksityismetsissä. Metsätieteen aikakauskirja 4/2000: 589-602.
 - & Hyvönen, J. 2001. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 803: 31-45.
 - , Hyvönen, J., Mäkitalo, K., Riissanen, N., Sepponen, P. 2001. Maanmuokkauksen vaikutus luontaisesti uudistetun männyntaimikon kehitykseen Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja 1/2001: 5-18.
 - , Hyvönen, J. & Valkonen, S. 2001. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuissa. Käsikirjoitus. 20 s. Julkaistaan Metsätieteen aikakauskirjassa.
 - & Kempe, T. 2002. Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus mäntysiemenpuualan taimettumiseen Etelä-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja 1/2002: 19-27.
 - & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut 55-65.
 - , Saksa, T. & Valkonen, S. 1998. Alikasvokset ja nykypäivän metsänhoito. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut 13-17.
- Hyvärinen, E. 1989. 'Väljennyshakkuista ei tarvita'. Metsälehti 20, s. 15.
- Hyvönen, H. 1993. Väljennyshakkuilla hyvä tulos. Helsingin Sanomat 4.10.1993.

- Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Abstract: The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand. *Folia Forestalia* 392. 13 s.
- Kalela, E. 1942. Männyn taimien juurien suhtautumisesta emäpuun juuriin. Referat: Das Verhalten der Wurzeln von Kiefernpflanzen zu den Wurzeln des Mutterbaumes. *Acta Forestalia Fennica* 50(17). 12 s.
- 1946a. Om huggning för fröträdsställning. *Skogsägaren*, s. 131-135.
- 1946b. Rämemänniköiden uudistamisen perusteista. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 63(1): 5-11.
- 1948. Juuristokilpailun merkityksestä kuusikon uudistamisessa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 65(11): 320-323.
- 1954a. Mäntysiemenpuiden ja -puustojen juurisuhteista. Referat: Über die Wurzelverhältnisse der Kiefern Samenbäume und -baumbestände. *Acta Forestalia Fennica* 61(28). 17 s.
- 1954b. Om huggning i skärmställning. *Skogsbruket*. Sivut 136-137.
- Kangas, E. 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Referat: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheit- und Waldbaufrage. *Acta Forestalia Fennica* 52(5). 192 s.
- Kaunisto, S. 1975. Suometsien luontaisen uudistamisen edistäminen. *Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 14: 37-41.
- Kinnunen, K. 1993. Luonnonsiemennyksen ja kylvön yhdistelmä männyn uudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470: 13-20.
- & Mäki-Kojola, S. 1980a. Männyn luontaiseen uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 9. Artikkel. 12 s.
- & Mäki-Kojola, S. 1980b. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- Koistinen, E. 1989. Alikasvosten hyväksikäyttö metsänuudistamisessa. Abstract: Natural regeneration using undergrowth. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 322: 53-66.
- Kolström, T. & Kellomäki, S. 1993. Tree survival in wildfires. Seloste: Puiden säilyminen elossa metsäpalossa. *Silva Fennica* 27(4):277-281.
- Komulainen, V-M. 1992. Kuusen luontaisen uudistamisen onnistuminen kaistalehakuin Puolangalla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 85 s.
- Koskela, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. *Folia Forestalia* 78. 25 s.
- Kubin, E. 2000. Natural regeneration of forests in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 49-57.
- , Moilanen, M. & Piironen, M-L. 1996. Alikasvosten hyödyntäminen metsänuudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 598: 79-86.
- Kuuluvainen, T. & Pukkala, T. 1989. Effects of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica* 23(2): 159-167.
- Laiho, O. 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 182: 39-50.
- 1986. Lämpöolojen paikallisvaihtelu ja sen merkitys metsänuudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 235: 25-34.

- 1987a. Kuusen luontainen uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 270: 24-37.
- 1987b. Metsiköiden alttius tuulituholle Etelä-Suomessa. Summary: Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706. 24 s.
- 1988. Mitä tehdä alikasvoksilla? *Metsä ja Puu* 9: 34-35.
- , Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1995. Alikasvos metsän uudistuspotentiaalina. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 538: 70-76.
- Laitakari, E. 1938. Metsän uudistamisesta laihoilla kangasmailla. Die Verjüngung der Wälder auf armen Heiden. Metsänhoitajien jatkokurssit III, 1937. *Silva Fennica* 46: 218-223 ja 243-244.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66(2). 106 s.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of seed tree and shelterwood methods. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(4). 140 s.
- Leikola, M. 1975. Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin Pohjois-Suomessa. Summary: The influence of the nurse crop on stand temperature conditions in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(7). 33 s.
- 1982. Naturlig föryngring av barrskog. *Tidskrift för Skogsbruk* 90(1): 114-121.
- 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. Osa 1: Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830 - 1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 57. 202 s.
- 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. Osa 2: Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948 - 1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60. 198 s.
- & Pyökkö, P. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. *Silva Fennica* 3(1): 20-32.
- & Rikala, R. 1983. Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen. Summary: The influence of the nurse crop on stand temperature conditions and the development of Norway spruce seedlings. *Folia Forestalia* 559. 33 s.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural generation of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 s.
- Lukkala, O. 1936. Rämemäntyjen siementen laadusta. Referat: Über die Beschaffenheit der Moorkiefern Samen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 22(3). 45 s.
- 1938. Ojitettujen soiden metsittämisestä. Referat: Die Aufforstung der entwässerten Moore. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937 III. *Silva Fennica* 46: 43-56 ja 239.
- 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 34(3). 150 s.
- Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1999. Uudistuminen ja kasvatus. Teoksessa: Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719: 32-58.

- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Summary: Damage of seedlings caused by the logging of seed trees. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244. 30 s.
- Metsänheimo, U. 1929. Metsätaloudellisia päivänkysymyksiä. Kuusikysymyksistä ja kuusimetsien hoidosta. Metsätaloudellinen aikakauskirja 46(2): 69-75.
- Mikola, P. 1956. Hakkuuasento-uudistamismenetelmä. Metsätaloudellinen aikakauslehti 73(8): 243-247.
- 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 83(1): 4-7 ja 16.
- Moilanen, M. 1998. Alikasvokset metsänuudistajan apuna. Metsäntutkimus, METLAn asiakaslehti 3/98: 12-13.
- 2000. Finnish experiences in making use of the understorey. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 790: 65-74.
- , Ferm, A. & Issakainen, J. 1995. Kuusen ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistusaloilla. Folia Forestalia - Metsätieteellinen aikakauskirja 1995(2): 115-130.
- & Issakainen, J. 1981. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen eräillä Kainuun vaara-alueen paksuturpeisilla soilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu. Folia Forestalia 481. 16 s.
- & Murtovaara, I. (toim.) 1998. Hieskoivun uudistamisvaihtoehdot ja alikasvosten hyödyntäminen. Metsäntutkimuspäivät Muhoksella 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717. 89 s.
- & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. 123 s.
- Multamäki, E. 1937. Kuusen uudistamisesta vesiperäisillä mailla. Referat: Von der Verjüngung der Fichte auf Torfböden. Eripainos Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirjasta N:o X. 27 s.
- 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. Acta Forestalia Fennica 51(1). 353 s.
- Mälkönen, E. 1971. Fertilizer treatment and seed crop of *Picea abies*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 73(4). 16 s.
- Nieminen, J. 1984. Metsäpuiden siemensato uudistamisen lähtökohtana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 4-16.
- Norokorpi, Y. 1981. Pienten avo- ja siemenpuuhakkuualojen uudistuminen suoja-metsäalueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 6: 97-104.
- Nyysönen, A. 1995. Väljennyshakkuut. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1995(4): 293-302.
- Oikarinen, M., Karhu, J. & Pasanen, J. 1995. Metsän uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä Kainuun vaara-alueilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 69-86.
- Palosuo, V. 1938. Tutkimus lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusikoissa. Referat: Die natürliche verjüngung der Lärche in einigen finnischen Kulturbeständen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 27(3). 65 s.
- Peiponen, P. 1991. Äestysten ja siemenpuuston vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen Kuusamossa. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 49 s.
- Peltoniemi, T. 1991. Ylispuiden poisto konetyönä, miestyönä ja niiden yhdistelminä. Metsätehon katsaus 18/91. 4 s.

- Perttula, U. 1930. Lehmuksen siementaimien esiintymisestä Solbölen lehdoissa. *Luonnon Ystävä* 34: 94-98.
- Pohtila, E. 1990. Metsän uudistuminen Kivalon vanhoilla kaistalehakkuaaloilla. Summary: Forest regeneration of old strip cutting areas in Kivalo, Northern Finland. *Silva Fennica* 24(1): 105-122.
- Pukkala, T. 1987. Simulation model for natural regeneration of *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens*. Tiivistelmä: Männyn, kuusen ja koivun luontaisen uudistamisen simulointimalli. *Silva Fennica* 21(1): 37-53.
- 1992. Luontainen uudistaminen vaatii riskien tuntemista. *Metsä ja Puu* 1: 11-13.
- Päivän sana on väljennyshakkuu. 1989. *Metsävaltio* 8, sivu 3.
- Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. *Acta Forestalia Fennica* 35(1). 235 s.
- Raitio, H. 1985. Hallavauriot männyllä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 184: 25-34.
- 1987. Site elevation differences in frost damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Forest Ecology and Management* 20(3-4): 299-306.
- Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
- Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in *Pinus sylvestris* seedlings during shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2(4): 433-440.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 72-82.
- Saarinen, M. 1998. Hieskoivikoiden uudistaminen ojitusalueilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 51-58.
- Saksa, T. 1994. Rauduskoivun luontainen uudistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 9-12.
- 1995. Alikasvosten synty ja kehitys. Kirjallisuustarkastelu. *Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema. Muistio* 12.9.1995. 8 s.
- 1998. Alikasvosten olemus, esiintyminen ja hyödyntämismahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 59-68.
- , Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998a. Miten suhtautua alikasvoksiin. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset Metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. *Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos*. Sivut 77-84.
- , Saarinen, M. & Valkonen, S. 1998b. Alikasvoksen monet kasvot. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. *Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos*. Sivut 19-30.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine Waldbiologische Untersuchung auf den Trocken Heideböden Nord-Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 46(1). 146 s. + kartta.
- 1938. Perä-Pohjolan kuloaloista ja niiden luontaisesta metsittymisestä. *Metsälehti* 31.

- 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4). 91 s.
- 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistamishakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(6). 43 s.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.
- Seppälä, K. & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Summary: Occurrence of understorey seedlings in drained *Betula pubescens* stands in Ostrobothnia. *Suo* 29(1): 11-16.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyypillä esimerkkitaipauksen valossa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 100 s.
- Siren, G. 1948. Maanpinnan rikkomisesta. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 65(11): 329-330.
- 1949. Metsänhoidollisia havaintoja Pohjois-Suomen paksusammalkairoilta. Summary: Afforestation methods on moorland in Northern Finland. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 66(11): 382-384.
- Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Moniste. 96 s.
- 1994. Harvesterin käyttömahdollisuudet luontaisen uudistamisen hakkuissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 36-39.
- 1995. Alikasvoksen säilyttämisen hinta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 538: 45-48.
- Suoheimo, J. 1982. Männyn luontainen uudistaminen siemen- ja suojuspuumenetelmällä Metsä-Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 77 s.
- Terti, M. 1937. Metsien luontaisen uudistumisen edistämisestä. Referat: Über die Förderung der natürlichen Verjüngung der Wälder. *Silva Fennica* 39: 87-96 ja 302-303.
- 1938. Miksi metsä ei ole uudistunut? 2. painos. Keskusmetsäseura Tapio. 30 s. ja 16 kuvaa.
- Tervo, L. 1979. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 29. 17 s.
- Thesslund, O. 1975. Kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. *Tutkimusseloste* 43/1975. Tehdaspuu Oy. Moniste.
- Tuhkanen, A. 1909. Metsänhoidolliset hakkaustavat ja luonnollinen metsänuudistus. Otava. 154 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59(3). 133 s.
- Valkonen, S. 1998a. Alikasvoksen kasvureaktio vapauttamisen jälkeen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 69-76.
- 1998b. Economy of growing two-storied mixed stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 714: 127-131.

- 2000. Kuusen alikasvos ja kaksijaksoinen metsikkö - mahdollisuudet ja kannattavuus. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 44-49.
- Valtanen, J. 1972. Laikutettujen siemenpuuasentojen inventointituloksia Kainuusta ja Pohjois-Pohjanmaalta v. 1971. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. 4 s. + 8 liites.
- 1984. Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158: 37-50.
- 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in northern Finland. Folia Forestalia 718. 41 s.
- 1994. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 503. 65 s.
- (ed.) 1995a. The natural regeneration of forests in Finland and Russian Karelia. Summary in Russian. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 551. 88 s.
- 1995b. The natural regeneration of pine, spruce, silver birch and pubescent birch. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 551: 30-49.
- 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 693. 77 s.
- Vanha-Majamaa, I., Tuittila, E.-S., Tonteri, T. & Suominen, R. 1996. Seedling establishment after prescribed burning of a clear-cut and a partially cut mesic boreal forest in southern Finland. Silva Fennica 30(1): 31-45.
- Yli-Vakkuri, P. 1961a. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. Acta Forestalia Fennica 75(1). 122 s.
- 1961b. Taimien synty ja ensi kehitys uudistumisen kriisivaiheena. Summary: Emergence and initial development of seedlings - a critical phase in regeneration. Metsätaloudellinen aikakauslehti 78(6-7): 237-240.
- 1971. Havaintoja latvakasvainten pakkasvaurioista kuusen taimistoissa Itä-Savossa. Summary: On winter frost damages to the leaders of spruce saplings in eastern South-Finland. Silva Fennica 5(2): 96-104.

144 viitettä

4.4 Keinollinen uudistaminen

Tämän luvun alaluvuissa viljelyn työvaiheita ja niissä tehtäviä valintoja tarkastellaan toisista erillään laajemman asiallisen kattavuuden saavuttamiseksi. Käytännössä eri vaiheet muodostavat ketjun, jossa aiemmat ratkaisut vaikuttavat osaltaan kunkin uuden vaiheen valintoihin. Vaihtoehtoja on vähemmän, mikä helpottaa päätöksentekoa ja toimeenpanoa käytännön laajassa toiminnassa. Viljelyketjun rakenne määräytyy pitkälle puulajivalinnan ja siihen vaikuttaneiden seikkojen perusteella. Vaihtoehtoja on kasvupaikan valmistelussa, viljelytavan ja -materiaalin valinnassa sekä ajoituksessa. Tavoitteena tulisi olla metsänhoidollisesti hyvä taimikko mahdollisimman vähillä kustannuksilla. Vertailun helpottamiseksi on kehitetty laskentatyökaluja (ks. Kaila 1993, 1994 ja 1995, Parviainen ja Lappi 1983 sekä Parviainen ym. 1984). Viljelyketjujen antamista tuloksista käytännössä on empiiristä aineistoa, johon voidaan tukeutua käytännön päätöksenteossa (ks. Saarenmaa 1989, 1990 ja 1992).

Varsinaisista metsänviljelyn oppikirjoista ja oppaista sekä niiden kaltaisista julkaisuista tuotakoon tässä heti esiin Borgin (1926, 1931 ja 1948), Kailan (1979), Karjulan ym. (1982), Lehdon (toim., 1969), Parviaisen (1982b ja 1988), Raulon (1973), Räsäsen (1981), Tahvanaisen (1995), Valkosen ym. (1995) sekä Valtasen ja Tasasen (1996) teokset. Keinollista uudistamista käsitellään esimerkiksi Arimon (1939), Ket-tusen (1937), Kiurun (1991), Lukkalan (1938), Niemistön (1994), Rainion (1986), Raulon (1969), Saarisen (1998), Tuimalan (1993a), Turtiaisen (1998), Tyystjärven (1994) ja Yli-Vakkurin (1956) kirjoituksissa. Viljelytaimien ja -tai-mikoiden alku-kehitystä on tarkasteltu esimerkiksi Multamäen (1939) ja Yli-Vakkurin (1961a ja b) tutkimuksissa. Viljelytaimikoiden kehitystä ja metsänhoidollista laatua on selvitetty monissa laajajakoissa taimikkoinventoinneissa, joiden eräitä tulospublikaisuja on mainittu mm. liitteessä 1.

Hakusanaja: sta, uud, kuu, alt, tai, keh, laa, tin, cos, opk, opa ja ohj

4.4.1 Puulajin valintaperusteet

Puulajien kasvupaikkavaatimukset ovat viljeltävän puulajin valinnan peruslähtökohta. Ulkomaisten puulajien eri alkuperien käyttökelpoisuus riippuu ensisijaisesti niiden ilmasto- (lämpö ja kosteus) ja valoilmastovaatimuksista. Suomessa suurilmasto rajoittaa eräiden kotimaisten lehtipuiden viljelyä. Muiden kotimaisten puulajien osalta kasvualustan ominaisuudet, lähinnä vesi- ja ravinnetalous, ovat ratkaisevin valintaperuste. Suomen perinteisellä metsätyyppiluokituksella on tärkeä rooli päätöksenteossa kankailla. Soilla puulajiratkaisu perustuu enemmän alaryhmään (korpi vs. räme) ja ojitustilanteeseen kuin alkuperäiseen suotyyppiin.

Kasvupaikkaluokituksen perusteet kankailla ja soilla on esitetty Cajanderin (1909, 1913 ja 1925) julkaisuissa. Leikola (1984a ja b) ja Nieppola (1986) ovat tarkastelleet metsätyyppiteorian ja siitä johdetun järjestelmän alkukehitystä. Metsätyyppien taksatorista merkitystä on selvitetty Yrjö Ilvessalon (1920) tutkimuksessa (ks. myös Cajander ja Ilvessalo 1921 sekä Yrjö ja Mikko Ilvessalo 1975). Huikari (1952) on tarkastellut soiden luokitusta metsänkasvatusta varten ja ojitettujen soiden luokitusjärjestelmä on esitetty Saraston (1961) julkaisussa. Kasvupaikkaluokitteluun liittyen vielä mainittakoon Hotasen ja Nousiaisen (1990), Kalelan (1952), Keltikan-kaan (1959), Kujalan (1921, 1929 ja 1938), Kuusipalon (1985), Lakarin (1920b), Paasion (1936) ja Viron (1962) julkaisut. Liitteessä 1 luetellaan metsä- ja suotyyppioppaita, uusimpina niistä Heikuraisen (1986), Kuusipalon (1996), Laineen ja Vasanderin (1993), Lehdon (1978) sekä Lehdon ja Leikolan (1987) teokset (ks. myös Maiden hyvyys... 1964 ja Sukatsev 1960). Suomen pääpuulajien kasvupaikkavaatimuksista löytyy tietoa jo Blomqvistin (1881 ja 1883) ja Cajanderin (1916 ja 1917) klassisista teoksista. Aihetta käsitellään jossain laajuudessa kaikissa metsänhoidon oppaissa ja oppikirjoissa. - Pääpuulajiemme kasvupaikkavaatimuksia ovat tarkastelleet mm. Heinonen (1983) sekä Heinonen ja Lukkari (1987) artikkeleissaan.

Systemaattinen tutkimus ulkomaisilla puulajeilla alkoi Suomessa noin sata vuotta sitten (ks. Tigerstedt 1922). Niiden käyttöedellytyksiä maassamme ovat poh-tineet mm. Cajander (1914 ja 1923), Lauri Ilvessalo (1920 ja 1927) ja Kujala (1945). Vieraiden puulajien menestymisestä on tehty laajoja yhteenvetoja kokonaisnäke-myksen saamiseksi (mm. Heikinheimo 1956, Lähde ym. 1982 ja 1984 sekä Silander ym. 2000). Olosuhteisiimme sopivimmat vieraat havupuulajit ovat siperianlehtikuusi ja kontortamänty, jotka niille sopivilla kasvupaikoilla yltävät kasvussa vastaavien

kotimaisten puulajien tasolle tai ylittävätkin sen (ks. Lappi-Seppälä 1927 ja 1942, Miettinen 1952 ja sekä Vuokila 1960). Lehtipuista poppelia voi harkita haavan tai hybridihaavan vaihtoehtona. Vieraan puulajin viljelyä harkittaessa olisi mietittävä myös puun ja puutavaran laatua eri käyttötarkoitusten kannalta (laadusta esim. Björklund 1982, Hakkila ja Panhelainen 1970, Hakkila ja Winter 1973, Sairanen 1982, Salmi 1977, Tuimala 1993b, Uusvaara ja Pekkala 1979 sekä Verkasalo 1993). - Käytännön metsätaloudessa tulisi lähteä siitä, että ulkomaisen puulajin viljelyllä on saatava selvää etua nyt tai tulevaisuudessa verrattuna kotimaisiin vaihtoehtoihin. Ulkomaiset puulajit lisäävät tavallaan luonnon monimuotoisuutta, mutta toisaalta niihin voidaan suhtautua vieroksuvasti (esim. sertifiointi) epäluonnonmukaisina lajeina Suomen luonnossa.

Siperianlehtikuusi ja kontortamänty kasvavat vastaavia suomalaisia puulajeja paremmin vain suhteellisen ravinteikkailla kangasmailla. Lehtikuusta ja jonkin verran kontortaa on viljelty myös uudistamisen ongelma-alueilla kuten korkeilla mailla. Ruotsissa kontortan viljely on ollut laajamittaista ja tavoitteena on ollut kuitupuun nopea tuottaminen. Muita Suomessa menestyviä ulkomaisia havupuita mainittakoon tässä euroopanlehtikuusi, sembramänty, douglaskuusi, mustakuusi, valkokuusi ja siperianpihta. Koriste- ja puistopuina voidaan käyttää monia muitakin ulkomaisia havu- ja lehtipuulajeja.

Keinollisessa uudistamisessa on yleensä enemmän puulajivaihtoehtoja kuin luontaista uudistamista käytettäessä. Periaatteessa on mahdollista käyttää kaikkia kasvupaikalle sopivia puulajeja. Puulajien sopivuutta eri kasvupaikoille on käsitelty yleisesti luvussa 4.2. - Toistettakoon vain, että mäntyä ei tulisi viljellä liian reheville maille. - Puulaji vaikuttaa maan kemiallisiin ominaisuuksiin, minkä tulisi joissakin tapauksissa osaltaan ohjata puulajivalintaa (ks. Aaltonen 1936, Laiho 1984b, Metsänheimo 1936a ja b, Mikola 1954, Smolander 1999 sekä Smolander ja Priha 1998). Puulajin vaihtoa suositellaan ns. 'väsyneissä' kuusikoissa ja useimmiten myös Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoissa. Männyn parempi kasvu tulee ilmi esim. Laskarin (1920a) ja Ilvessalon (1937) tutkimuksissa. Tyvilahoiset kuusikot ja tyvitervastaudin vaivaamat männiköt olisi suotavaa uudistaa viljelemällä rauduskoivua, mikäli kasvupaikka on riittävän rehevä eli vähintään mustikkatyyppiä. Männyn viljelyä korkeiden maiden pahimmilla lumituhoalueilla tulisi välttää. Koivun viljely poronhoitoalueella vaatisi suoja-aitauksen, mikä käytännön mittakaavassa ei ole kannattavaa (Kubin ja Savilampi 1998, Lähde ja Raulo 1977 ja 1979, Raulo ja Lähde 1977, ks. myös Hyppönen 1998a ja Mäkitalo ym. 1998).

Rauduskoivu sopii reheville kangasmailla, joilla myös haavan viljelyä nyt pyritään lisäämään (Holm 1999, ks. Hynynen ja Viherä-Aarnio 1999, toim.). Haavan viljelyssä viehättää lyhyt kiertoaika ja mahdollisuus saada uusi puusukupolvi aikaan vesoista (Holm 2001). Haavan viljely poronhoitoalueella ei juuri kannata jo edellä mainitusta syystä. Tammaa ja tervaleppää voidaan viljellä lehdoissa ja lehtomaisilla mailla Etelä-Suomessa, joskin tammen maantieteellinen viljelyalue on suppea kuten kotimaisilla jalopuulajeilla yleensä. Erikoisuutena tässä yhteydessä vielä mainittakoon visakoivu (ks. Heikinheimo 1951 ja Saarnio 1976).

Käytännön päätöstilanteissa puulajivalintaa vaikuttaa myös oikealaatuisen viljelymateriaalin saatavuus juuri sillä hetkellä. Paikkakunnan vakiintunut käytäntö viljelyketjuineen aiheuttaa sen, että valinta tehdään vielä suurelta pääosalta kolmen pääpuulajin, männyn, kuusen ja rauduskoivun välillä. Asialla on se hyvä puoli, että menetelmät hallitaan ja tulosta voidaan arvioida aika hyvin etukäteen, millä on suuri merkitys päätöksenteossa.

Puulajin valintaan liittyvistä tutkimuksista mainittakoon vielä seuraavat: Heikinheimo 1920, Lauri Ilvessalo 1313 ja 1916, Keltikangas ja Tiililä 1968, Norokorpi ja Kärkkäinen 1985, Ollinmaa 1952, Pohjonen 1991, Rancken 1934, Rikala 1989, Weissenberg 1972 ja Vuokila 1977. Ulkomaisia havupuulajeja koskevia artikkeleita ovat kirjoittaneet mm. Gustavsen (1993), Hagman (1995), Moilanen (1994), Nevala (1980), Nieminen (1983) ja Tigerstedt ym. (1983). Hybridihaavasta ovat kirjoittaneet mm. Beuker ja Hagman (1989), Heikkilä (1999), Henttonen ym. (1999) ja Viherä-Aarnio (1999). Karhu (1984) on vertaillut poppelilajien kestävyyttä ja käyttöä.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, kuu, puu, alt, hav, lpu, nob, ulk, kpv ja kpl

Muita hakusanoja: kpt, ilm, lam, hyd, vil, maa, ala, rav, mty, sty, mtu, tyk ja met

4.4.2 Viljelymenetelmät ja viljelymateriaalit

Viljelymenetelmän ja -materiaalin valinta ovat pitkälle sidoksissa kasvupaikka-tekijöihin ja puulajivalintaan. Päävaihtoehdot ovat istutus ja kylvö. Istutus on päämenetelmä tuoreilla mailla. Rehevillä mailla on käytettävä suurikokoisia kuusen tai lehtipuiden taimia runsaan kilpailevan kasvillisuuden vuoksi. Männyn viljelyssä käytetään pienempiä taimia, mikä liian rehevillä mailla yleensä edellyttää voimape- räistä heinän ja/tai vesantorjuntaa. Mäntyä ja kuusta istutetaan soille esimerkiksi oji- tusmätästyksen jälkeen. Männyn kylvön painopiste on kuivahkoilla kankailla, joskin sitä kylvetään myös tuoreilla kankailla ja rämeillä. Siemenpula rajoittaa kylvön käyt- töä Pohjois-Suomessa. Kuusen kylvöstä rehevillä mailla on huonoja kokemuksia mm. kilpailevan kasvillisuuden vuoksi (ks. Mattila ja Hynönen 2001). Kuusen kyl- vöä ei suositella ollenkaan uusimmissa koko maata koskevissa ja kaikille metsän- omistajaryhmille tarkoitetuissa metsänhoitosuosituksissa (Hyvän metsänhoidon... 2001).

Viljelymateriaalin alkuperä, jalostusaste ja kunto vaikuttavat viljelytulok- seen. Pohjoisempaa alkuperää olevan materiaalin käyttö aiheuttaa lähinnä kasvutap- pioita. Liian suuret maantieteelliset siirrot etelästä pohjoiseen ovat haitallisia, jopa tuhoisia kuten Lapissa on koettu (ks. Etholen 1972). Siirrot Pohjois-Suomen sisällä eivät yleensä ole yhtä haitallisia (Kylmänen 1978, Mononen 1987 ja Numminen 1987). Lapin alkuperien eteläsuomalaisilta siemenviljelyksiltä saadaan siementä, jonka paras käyttöalue on taustapölytyksen johdosta etelämpänä kuin alunperin tarkoitus oli (ks. Kylmänen 1980, Nikkanen 1982, Nikkanen ym. 1999, Rousi 1981 ja 1983, Ruotsalainen ja Nikkanen 1998 sekä Venäläinen 1990). Siemenen siirtoon liittyen mainittakoon vielä Kosken (1989 ja 2000), Pohtilan (1997a), Lähteen (1981), Ruotsalaisen (1987), Uotilan (1985) ja Venäläisen (1992) artikkelit. - Metsänomista- jan tulisi tietää potentiaalisen viljelymateriaalin alkuperä uudistamispäätöksiä teh- dessään.

Alue- ja metsikkösiemen on jalostamatonta, mutta oikealla alueella käytetty- nä olosuhteisiin perinnöllisesti parhaiten sopeutunutta ainesta. Valikoiduista kohteis- ta kerätyn siemenen perimä on keskimääräistä parempi ainakin puiden kasvun ja runkomuodon osalta valintajalostusvaikutuksen johdosta. Viljelyyn halutaan jalostet- tua materiaalia (Venäläinen ja Koponen 1977). Siemenviljelysten ensisijainen tarkoi- tus oli ja on edelleen siementuotannon tehostaminen, mutta samalla tehdään myös valintajalostusta puiden ominaisuuksien perusteella. Jalostusnäkökulman merkitys kasvaa siementuotannossa (ks. Velling 1987), kun määrälliset tavoitteet on saavutet- tu.

Alkuperävalinnan ja/tai jalostuksen avulla voidaan lisätä kasvua ja laatua sekä parantaa tuhonkestävyyttä. Aiheesta on tehty lukuisia vertailututkimuksia (esim. Haapanen ym. 1997, Hagman 1989, Koski ja Raulo 1972, Numminen 1971, Oskarsson 1971, Raulo 1976 ja 1979, Raulo ja Koski 1975 ja 1977, Rousi 1990, Ruotsalainen 1992, Rusanen ja Velling 1988, Weissenberg 1988, Velling 1976, 1979a ja b, 1980, 1982, 1984, 1986, Velling ja Nepveu 1986 sekä Viherä-Aarnio ja Velling 1998 ja 1999). Metsänjalostukseen liittyvät myös mm. Ahtikosken (1997), Häggmanin ja Oksan (toim. 1999), Malmivaaran ym. (1971), Jouni Mikolan (1987 ja 1993), Pöykön (1998), Venäläisen (1989) ja Viherä-Aarnion (1989) julkaisut.

Vuonna 1999 metsää viljeltiin 115 000 ha, mistä istutuksen osuus oli yli kaksi kolmasosaa (Sevola 2000, s. 120). Taimitarhoilta toimitettiin metsänviljelyyn kaikkiaan melkein 145 miljoonaa tainta (em., s. 113). Kolmen pääpuulajimme yhteisosuus määrästä oli 97 % (mänty 40 %, kuusi 48 % ja rauduskoivu 9 %). Paakkutaimien osuudet toimituksista olivat 80 % (kuusi) - 96 % (mänty). Paljasjuuristen taimien osuuksien kehitys on ollut aleneva. Taimien tarkempi luokitus perustuu niiden kasvatushistoriaan ja ulkoisiin tunnuksiin. Taimilajeista ja taimityypeistä ovat kirjoittaneet esim. Huuri ym. (1970), Parviainen (1982c), Pohtila (1971) ja Raulo (1970).

Viljelymateriaalin laatu ja kunto ovat viljelytulokseen vaikuttavia osatekijöitä. Kylvössä olisi hyvä tietää siemennerän itävyysprosentti ja ottaa se huomioon siemenmäärän (kpl/kylvökohta) mitoituksessa pitäen mielessä myös se, että kenttäitävyys on laboratorioitävyyttä alempi (Nygren ja Leinonen 1992). Itäminen riippuu viime kädessä lämpö- ja kosteusoloista. Kylvöä pitkän kuumen ja kuivan kauden aikana on mahdollisuuksien mukaan vältettävä. Taimien laatu ja kunto ovat istutusmenestyksen osatekijöitä (taimien kunnosta ks. Puttonen 1986 ja 2000 sekä Sutinen 1987). Taimien kasvatus, käsittely ja taudit taimitarhalla, kuljetus käyttöpaikalle ja metsävarastointi vaikuttavat yhdessä taimien kuntoon istutushetkellä (ks. Huuri 1973, Huuri ym. 1982, Kaunisto ja Kinnunen 1985, Kauppi 1984, Parviainen 1982a, Rikala 1992, Rikala ja Aphalo 1998 sekä Rikala ja Huurinainen 1990). Menestystä erilaisilla taimilla ovat vertailleet mm. Kinnunen (1979 ja 1989), Kinnunen ja Laurila (1983), Nisula (1972), Parviainen (1983 ja 1984), Parviainen ja Antola (1986) sekä Valtanen (1978). Myös paakkukoolla ja lehtipuiden taimien fenologisella vaiheella on merkitystä (esim. Kinnunen ja Lemmetyinen 1980 sekä Lähde ja Raulo 1977).

Viljelytyötä on pyritty koneellistamaan kustannusten alentamiseksi (Kärkäinen 1979, Rummukainen ja Tervo 1992 ja 1994, ks. myös Kaila 1991). Koneellinen istutus ei ole yleistynyt käytännön metsänviljelyssä mm. teknisten ongelmien ja työn laadun vuoksi. Tekniikka sopii parhaiten pistokkaiden istutukseen pelloille ja turvesuopohjille (ks. Harstela ja Tervo 1981). Koneellinen kylvö sen sijaan on nykyisin yleistä ja tulos (laatu ja kustannus) kestää arvostelun (Hyppönen 1998b, Kinnunen 1992, Korhonen ja Kumpare 1994 sekä Korhonen ja Mäntä 1991). Maankäsittelyyn yhdistettynä konekylvössä toteutuu kaksi viljelyketjun työvaihetta yhtä aikaa, mikä säästää aikaa ja kustannuksia ja myöskin edistää siementen itämistä.

Pääosa istutuksesta ja melkoinen osa kylvöstäkin tehdään manuaalisesti. Istutustiheyssuosituksat (kpl/ha) vaihtelevat 1400:sta (kuusi) 2000:een tai yli (mänty). Männyn kylvöalalla kylvökohtia tulisi olla 4000 kpl/ha. Manuaalisen työn etuina ovat mahdollisuus valita taimien tai siementien menestymisen kannalta parhaat viljelykohdat ja tehdä työ huolellisesti kussakin viljelykohdassa. Kylvötapaa ja -tulosta on käsitelty esim. Heikinheimon (1931 ja 1933), Kinnusen (1977b ja 1988) sekä Yli-Vakkurin ja Räsäsen (1971) artikkeleissa. Siemenen kulutusta voidaan vähentää edistämällä itämistä valoa läpäisevien muovisten suojakuppien avulla (ks.

Lähde 1974a ja b, 1979, Lähde ja Saksa 1981, Lähde ja Tuohisaari 1976 sekä Saksa ja Lähde 1982). Istutusta on tarkasteltu mm. Heikinheimon (1941), Huurin (1972), Nisulan (1978), Parviaisen (1982b) ja Räsäsen (1981) julkaisuissa. Istutukseen liittyvät myös Etholenin (1974), Korhosen (1993), Kubinin ja Savilammen (1995), Lähteen ja Raulon (1979), Pohtilan (1973), Turtiaisen (1975) ja Valtasen (1978) artikkelit.

Havu- ja lehtipuiden paras viljelyajankohta on keväällä, mutta kaikkia pääpuulajeja voidaan viljellä myös syksyllä. Kylvön ja istutuksen ajankohdan vaikutusta tulokseen ovat tutkineet mm. Kinnunen (1977a ja 1996), Kinnunen ym. (1974), Luoronen ym. (2001), Lähde ja Raulo (1977) sekä Valtanen ym. (1986). Kylvön ja istutuksen ajankohtaa soiden metsityksessä ovat tutkineet Kaunisto (1974) ja Päivänen (1968). Koivun kesäistutuksesta on saatu hyviä tuloksia (ks. Luoronen 1998 ja Luoronen ym. 1999). Viljelyajankohtaa on käsitelty myös Heikinheimon (1954a), Huurin (1974), Korhosen (1928), Rantasen ja Luorosen (1998) sekä Rikalan (1996) artikkeleissa.

Tämän luvun yhteydessä tuotakoon vielä esiin seuraavat viljelymateriaaliin liittyvät tutkimukset ja artikkelit: Hankala 2000, Heikinheimo 1949 ja 1954b, Herranen ym. 1990, Kuru 2000, Numminen 1975 ja 1985, Siren 1958 ja Venäläinen ym. 1994. Lopuksi mainittakoon lähinnä viljelytyöhön ja -tulokseen liittyvät Appelrothin (1982), Borgin (1936), Hakkilan (1973), Hyppösen (2000), Kärkkäisen (2001), Lähteen ja Vartiainen (1980), Mäkitalon (1990), Mäkitalon ja Heiskasen (2001), Numminen (1984), Saksan (2001), Tasasen (1990) ja Tervon (1999) tutkimukset ja artikkelit. - Taimi- ja viljelytutkimuksesta melkoinen osa on verraten vanhaa (15-20 vuotta vanhempaa). Ehkä aihetta on tutkittu tietotarpeisiin nähden riittävästi aikoinaan. Toinen mahdollisuus on se, että rajalliset resurssit on jouduttu allokoimaan uudempien ja/tai tärkeämpien aiheiden tutkimukseen.

Keskeiset hakusanat: uud, kuu, mto, sie, alk, jal, tai, laa, pka, mtu ja ajo

4.4.3 Uudistusalan valmistaminen metsänviljelyä varten

Keinollinen uudistaminen edellyttää yleensä kasvualustan käsittelyä ja usein myös sitä edeltävää uudistusalan raivausta. Jos raivauspuustoa ja/tai hakkuutähdettä on niin paljon, että se haittaa muita uudistamisen työvaiheita, sitä on syytä poistaa ainakin viljelykohdista tai -urilta. Kulutus korvaa raivauksen ainakin osittain, minkä lisäksi sillä on monia edullisia kasvupaikkavaikutuksia. Kulutuksesta huolimatta jonkinasteinen maankäsittely ainakin viljelykohdissa on edelleen tarpeen. Osin tämän seurauksena ja myös kulutukseen liittyvien riskien johdosta kulutus on hiipunut vähiin kasvupaikan valmistuksessa. Sitä yritetään lisätä ekologisista syistä (ks. Annila 1993) ja siihen on osin pakkokin sellaisilla kasvupaikoilla, missä viljely onnistuu huonosti ilman aurausta. Pohjois-Suomen paksusammalkuusikot ovat tyypillisiä metsänhoidollisia kulutuskohteita (esim. Heikinheimo 1939). Kulutuksella voidaan myöskin torjua maannousemaa aiheuttavan sienien ilmasta tapahtuvaa kantoinfektioita (Kallio 1965).

Metsäpalot ovat keskeinen tekijä boreaalisten havumetsien luontaisessa ekologisessa kierrossa (ks. Karjalainen 1994, Kuusela 1990, Parviainen 1993 ja 1996 sekä Piri 1993). Salamien sytyttämien kulojen ohella ihmisen huolimaton tulen käyttö metsästyksen, kalastuksen ja kaskitalouden yhteydessä lisäsi metsäpaloja. Koska torjuntamahdollisuudet samoin kuin myös -intressi olivat vähäiset, palot kestivät pitkään ja paloalat olivat suuria nykyisiin verrattuna. Tilanne on samantyyppinen vieläkin Siperiassa ja Kanadassakin, missä palaa miljoonia hehtaareja metsää vuosittain. Savun mukana ilmateitse leviävät hiukkaset laskeutuvat alas metsiin laajalle alueelle ja niiden sisältämät alkuaineet hidastavat maaperän luontaista happamoitumiskehitystä.

Tulen vaikutuksia maan kemiallisiin ominaisuuksiin tutkittiin meillä aluksi kaskialoilla (Heikinheimo 1917 ja Kivekäs 1939). Kulotusta metsätaloudessa on tarkastellut Viro (1969). Kulotuksessa tuhoutuu taimien syntyä ja kehitystä haittaavaa kasvillisuutta, minkä lisäksi tulella on useita positiivisia seurausvaikutuksia kasvupaikkatekijöihin (ks. Leikola 1992). Maahan liittyviä kasvupaikkatekijöitä ovat tarkastelleet mm. Fritze ym. (1994), Heikkinen (1982), Kubin (1984), Kubin ja Puustinen (1995), Levula (1988), Mikola ym. (1964), Mälkönen (1993), Mälkönen ym. (1998), Pietikäinen (1999) ja Viro (1974). Hakkuutähde ja humus tai kunta palavat osittain tai kokonaan ja niistä vapautuvat ravinteet lannoittavat kasvupaikkaa ja laskevat maan happamuutta. Kulotuksessa haihtuu tyypeä, mutta toisaalta typen mineralisaatio maassa kasvaa. Puuntuksessa on myös haitallisia alkuaineita (ks. Fritze ym. 1995). Kuumuuden ja haitallisten aineiden vaikutuksesta mikrobitoiminta alenee ja sen palautuminen kestää kymmenkunta vuotta (Fritze ym. 1993).

Puiden lahottajasieniin kulotuksella on lajikohtaisia erisuuntaisia vaikutuksia (Penttilä ja Kotiranta 1996). Vaikutukset metsän selkärangattomiin ovat jyrkkiä mutta palautuvia (Heliövaara ja Väisänen 1984). Koska varvusto tuhoutuu osittain tai kokonaan, marjasadot alenevat selvästi ja palautuminen on hidasta (Etholen 1983). Vadelma runsastuu kulotuksen seurauksena (Vasander 1988). Poronjäkälien kato kulotuksessa on kauaskantoinen tosiasia, sillä lajista riippuen jäkälikön toipuminen luontaiseen kuntoonsa vie 40-70 vuotta (Helle ja Aspi 1984). Asialla on melkoinen merkitys poronhoitoalueella, koska porojen parhaat talvilaitumet, so. jäkälikankaat ovat muutenkin kuluneet eli jäkälien biomassassa on niillä pieni. On kuitenkin arvioitu, että poronhoidon kannalta kulotus on maan mekaanista valmistusta parempi vaihtoehto tuoreilla ja osin kuivahkoillakin kankailla (em. lähde). Näillä jäkäliä on luonnostaan vähän ja kulotus tuhoaa kulkemista haittaavaa hakkuutähdetä eikä maisemaa rumentavaa ja kulkua haittaavaa auraus- tai äestysjälkeä synny.

Kolehmainen (1951) julkaisu oli ainoa varsinainen kulotusopas viidenkymmenen vuoden ajan. Nyt kuitenkin on ilmestynyt uusi laajaan asiantuntemukseen pohjautuva käsikirja (ks. Kulotuksen... 2001). Etholenin (1975) ja Maukosen (1984) julkaisut painottuvat kulotuksen tekniseen toteutukseen. Etholenin kokeilema laikkukulotus liekinheittimellä on monessa suhteessa erinomainen menetelmä, jolle luulisi olevan käyttöä, jos kulotus lisääntyy tulevaisuudessa olennaisesti. Rauhala ja Reinikka (1959) ovat kirjoittaneet metsäkanalintujen pesien suojaamisesta kulotuksessa. Kolehmainen (1955) on tarkastellut kulotuksen merkitystä metsänuudistamisessa Suomessa. Uudistamis- ja uudistumismenestystä kulotusaloilla ovat tutkineet mm. Herttuainen (1981), Levula (1992), Lindholm ja Vasander (1987), Pohtila (1972b ja 1974), Pohtila ja Pohjola (1985), Vanha-Majamaa ym. (1996) sekä Yli-Vakkuri (1958 ja 1961a). Lopuksi mainittakoon vielä seuraavat kulotukseen liittyvät julkaisut: Huhta 1996, Kulotustoimikunnan... 1980, Puntila ja Haila 1996, Siren

1973, Vasander ja Lindholm 1983 ja 1985, Viro 1954 ja 1971 sekä Yli-Vakkuri 1960.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, kuu, kul, kpt, maa, rav, aci, pos ja keh

Muita hakusanoja: ymp, mtu ja abi

Kasvualustan mekaaninen käsittely

Maankäsittelyä mahdollisesti edeltäviä ja/tai täydentäviä toimenpiteitä ovat kulotus ja raivaus. Kilpailevan kasvillisuuden laadusta ja määrästä riippuen raivaus tehdään mekaanisesti, kemiallisesti tai mekaanis-kemiallisesti. Kemikaalien käyttö metsässä on loppunut. - Koneellinen kasvualustan valmistus yleistyi valtamenetelmäksi 1960-luvulla. Muokkauksella on osin samoja myönteisiä kasvupaikkavaikutuksia kuin kulotuksella ja myös muita etuja. Toisaalta ilman kulotusta luontainen tuhkalannoitus ja siitä johtuvat ekologiset edut jäävät saamatta. Koneellinen maankäsittely helpottaa manuaalista viljelytyötä. Syväaurauksella, jota ei enää tehdä, voitiin samalla hoitaa myös vesitaloutta soistuneilla kankailla ja osittain myös ohutturpeisilla soilla. Ongelmallisten kohteiden, kuten paksusammalkuusikoiden runsaus selittää syväaurauksen nopeata leviämistä aikoinaan. Kaluston kehittyminen ja vaihtuminen vie oman aikansa, joten menetelmää käytettiin paljon myös mailla, joilla nykytiedon mukaan olisi riittänyt keveämpikin muokkaus. Tämä yhdessä metsän virkistyskäyttöarvon alenemisen kanssa lieenee ollut auraukseen kohdistuneen arvostelun pääsyy.

Ojitusmätästystä käytetään soilla ja se korvaa aurausta ohutturpeisilla soilla ja veden vaivaamilla kangasmailla. Muilla kangasmailla käytetään kasvupaikasta ja viljelyketjusta riippuen äestystä ja laikutusta sekä myös ns. säätoaurausta. Viimeksi mainitun menetelmän käyttöön otto on eräs osoitus siitä, että varsinainen auraus on ollut ja olisi edelleen metsänuudistamisen onnistumisen kannalta oikea muokkausmenetelmä tietyillä kasvupaikoilla. Mätästyksen käyttökohteita ovat ongelmalliset kasvupaikat, joilla muut maanmuokkausmenetelmät eivät anna hyviä uudistamistuloksia. Mätästyksen perusteita ja sillä saatuja tuloksia ovat tutkineet mm. Kaunisto (1979), Kinnunen (1979), Kubin ja Savilampi (1995), Kurki (1994), Laiho (1979, 1984a, 1985 ja 1988), Mannerkoski (1975), Repo ja Valtanen (1994), Silfverberg (1995), Toivonen (1987) ja Villanen (1987).

Maanmuokkaus muuttaa kasvupaikan pienmuotoja ja mikroilmastoa sekä alustan fysikaalisia ja mikrobiologisia ominaisuuksia. Siementen itäminen ja taimien alkukehitys riippuvat ratkaisevasti alustan lämpö-, vesi- ja ravinnetaloudesta. Muokkauksen vaikutuksia ovat tarkastelleet mm. Kubin (1990), Levula (1988), Lähde (1971 ja 1978), Lähde ym. (1981), Mannerkoski ja Mälkönen (2000), Palmgren (1984), Ritari (1985), Ritari ja Lähde (1978), Tolvanen ja Kubin (1990), Turtiainen ja Valtanen (1970), Viljanen (1989) ja Voss-Lagerlund (1976). Maanmuokkauksen vaikutusta viljelyn onnistumiseen on selvitetty lukuisissa kokeissa ja taimikkoinventoinneissa, joiden tulosjulkaisuja on mainittu liitteessä 1 sekä edellä mm. viljelymateriaalia ja kulotusta koskevista luvuista. Niiden lisäksi tässä vielä mainittakoon Kinnusen (1976), Laihon ja Hovilan (1992), Levulan ja Heikkilän (1979 ja 1981), Lähteen ja Pohjolan (1975), Mäkitalon (1983), Pohtilan (1972b ja 1977b), Pohtilan ja Pohjolan (1983), Raulon ja Rikalan (1981), Ritarin (1995), Saksan (1986, 1987, 1989, 1992 ja 1998), Savilammen (1977), Tasasen (1980), Turtiaisen ja Valtasen (1974), Wallin (1993), Wallin ja Kubinin (2000), Valtasen (1983) sekä Valtasen ja

Enbergin (1987) julkaisut. — Muokkauksen vaikutusta luontaiseen uudistumiseen ovat tutkineet mm. Hyppönen ym. (2001) sekä Moilanen ja Issakainen (1984).

Eräissä tutkimuksissa on selvitetty muokkauksen ja lannoituksen yhteisvaikutusta viljelytulokseen (mm. Levula 1986, Mutka ja Lähde 1977, Niska ja Levula 1987, Pohtila 1972a ja Starr ym. 1982). Niissä lannoituksen vaikutus on yleensä jäänyt pieneksi, mikä johtunee itse maankäsittelyn aiheuttamasta lannoitusvaikutuksesta. Turvealustalla lannoituksen vaikutus vaihtelee paljon riippuen mm. puulajista ja vesitaloudesta (ks. Kaunisto 1971, 1975a ja b, 1976, 1978, 1982 ja 1987, Kaunisto ja Metsänen 1979 sekä Moilanen ja Issakainen 1984). Etenkin pistelannoitus saattaa olla taimille haitaksikin niin soilla kuin kankaillakin.

Tuore käsittelyala ei miellytä monenkaan silmää ja liikkuminen siellä on yleensä vaikeampaa kuin käsittelemättömällä alalla. Melko nopeasti uusi kasvillisuus valtaa rikutut pinnat ja estää rumentavien yksityiskohtien näkymisen kauemmaksi. Pienmuotojen korkeuserot pienentyvät aikaa myöten kohoumien maatumisen ja eroosion sekä kuoppiin kertyvän aineksen johdosta. Tasoittuminen on nopeinta heti maankäsittelyn jälkeen. Tasoittumista ja kasvillisuuden kehitystä aurasalueilla ovat tutkineet Ferm ja Pohtila (1977), Ferm ja Sepponen (1981) sekä Kellomäki (1972). Mustikka- ja puolukkasadot pienenevät vähemmän kuin kulotettaessa (Etholen 1983). Maata syvältä pengottaessa pintaan nousee rauta- ja alumiiniyhdisteitä, joista alkuaineita liukenee kasvien ravinnekiertoon. Sepponen (1990) on tutkinut raudan ja alumiinin pitoisuuksia aurasalan monivuotisissa varpumaisissa marjakasveissa. Pitoisuuksissa oli suuria eroja aurasjäljen pienmuotojen välillä. Rauta voi myöhemmin johtaa taimien kitumiseen käyttökelpoisen fosforin vähyyden vuoksi, koska fosforia sitoutuu fosfaattina amorfiseen rautaan (ks. Tikkanen 1985 sekä Tikkanen ja Raitio 1984). Avohakkuun ja maankäsittelyn seurauksena humusta ja ravinteita joutuu pinta- ja pohjavesiin, mistä niitä voi kulkeutua myös lähivesistöihin (ks. Ahtiainen 1992, Ahtiainen ja Huttunen 1995 ja 1999, Kubin 2000 ja Viljanen 1989). Pintavalunnan ja eroosion torjumiseksi pitkien kaltevien vakojen tekoa tulisi välttää. Vesistön ja uudistusalan väliin tulee jättää sopiva suojavyöhyke suodattamaan humusta ja ravinteita, mitä mm. sertifiointi edellyttää.

Lopuksi mainittakoon vielä seuraavat maankäsittelyyn liittyvät artikkelit: Hämäläinen 1990, Karjula 1989, Kattainen 1991, Mannerkoski ym. 1993, Matero ja Saastamoinen 1993, Numminen 1973, Rautiainen ja Kubin 1997, Valtanen ja Lehtosaari 1991 sekä Väyrynen 1974.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, kuu, mak, alt, kpt, tai, pos, keh ja ymp

Muita hakusanoja: top, rav, hyd, lam, vir, mas, vsu ja lan

4.4.4 Viljelytaimikon perustamistiheys

Viljelytiheys eli istutus- tai kylvökohtien lukumäärä hehtaarilla on eri asia kuin metsikön kasvatustiheys. Lähes kaikilla kasvupaikoilla syntyy luontaista taimiainesta, joskus moninkertaisesti viljeltyyn verrattuna. Asiaa tuntemattoman mielestä alhaisilta vaikuttavat tiheyssuositukset perustuvat osittain tähän kokemukseen luonnon vastaantulosta uuden puusukupolven perustamisessa. Tässä mielessä voidaan puhua sekastrategiasta, vaikka viljely tehdäänkin suositusten mukaisesti. Yleisimpien talouspuulajien istutustiheyssuositukset ovat (esim. Saarenmaa 1997, Tuimala 1993a ja Valkonen ym. 1995):

Puulaji	Kpl/ha
Mänty	2000 +
Kuusi	1400 – 2000
Rauduskoivu	1600
Hieskoivu ja tervaleppä	1600 – 2000
Lehtikuusi	-1600

Kylvön ollessa mahdollista kylvökohtia tulisi olla enemmän. Esimerkiksi männyn käsinkylvössä suositus on 4000 kohtaa/ha.

Viljelymetsikön alkutiheys (viljelytiheys + käyttökelpoiset luonnontaimet) on arvioitavissa melko tarkasti heti viljeltäessä. Vain peltojen ja avosoiden metsitysaloilla alkutiheys on aina sama kuin viljelytiheys. Luontaista uudistamista käytettäessä alkutiheys voidaan arvioida vasta taimikon vakiinnuttua, mihin voi mennä aikaa 10-20 vuotta. Pelloheittojen ja ojitettujen avosoiden metsittyminen kestää yleensä paljon kauemmin. Kasvatustiheys on metsikön kasvatusmallin yksi muuttuja, jonka arvoon vaikuttaa ensin alkutiheys, uusi luontainen taimiaines ja luonnonpoistuma. Myöhemmin sitä voidaan manipuloida taimikonhoidon ja harvennusten yhteydessä.

Metsikön alkutiheys vaikuttaa taimien kasvuun ja laatuun. Kasvupaikoilla, joilla luontaista taimiainesta kehittyy vähän, viljelytaimikot kasvavat alusta alkaen harvoina ja puiden tekninen laatu kehittyy huonoksi. Harva asento lisää puiden paksuskasvua, puut eivät joudu kilpailemaan valosta keskenään pituuskasvun avulla ja vähäisen varjostuksen vuoksi oksien karsiutuminen hidastuu. Myös tyvilenkoisuutta esiintyy viljelytaimissa. Kustannussyistä laatua ei voida juuri parantaa viljelytiheyttä lisäämällä. Satopuiden laatuun voidaan kyllä vaikuttaa myöhemmin puiden valikointivalla poistolla nuoren metsän hoidossa ja/tai pystykarsinnalla. Viljelytiheyteen liittyvää ongelmakenttää ovat tutkineet mm. Hannelius (1978), Huuri ym. (1984 ja 1987), Kaunisto ja Tukeya (1986), Kellomäki ym. (1989), Lähde (1984 ja 1985), Niemistö (1994, 1995 ja 1998), Saksa ja Lyly (1984) sekä Salminen ja Varmola (1993). Perustamis- ja kasvatustiheyteen liittyen mainittakoon vielä Kärkkäisen ja Uusvaaran (1982), Saksan (1984) ja Varmolan (1980) julkaisut.

Viljelytiheyden ohella myös metsikön spatiaalinen rakenne eli taimien keskinäinen sijainti vaikuttaa puiden tekniseen laatuun. (ks. Niemistö 1995 sekä Salminen ja Varmola 1993). Käytännössä asialla lieene merkitystä lähinnä vain peltojen rivistutuksissa. Luontaisesti syntyneissä metsissä kasvutilan epäkeskisyydestä aiheutuva latvan ja rungon poikkileikkauspinnan muodon muuttuminen on aivan yleistä.

Keskeiset hakusanat: sta, uud, kuu, tih ja alt

Alaluvussa 4.4 mainitut lähteet:

- Aaltonen, V. 1936. Kuusi maan huonontajana. Metsätaloudellinen aikakauskirja 53(3): 71-73.
- Ahtiainen, M. 1992. The effects of forest clear-cutting and scarification on the water quality of small brooks. Hydrobiologia 243/244: 465-473.

- & Huttunen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutukset purovesien laatuun ja kuormaan. Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Abstract: The effect of forestry on waters and their abatement. Final Report of METVE-project. Suomen ympäristö 2: 33-50.
- & Huttunen, P. 1999. Nurmestutkimus 20 vuotta - metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutukset kuuden pienen puron vesistökuormaan. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745: 29-38.
- Ahtikoski, A. 1997. Siemenviljelyssiemenen käytön kannattavuus männyn kylvössä. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1997: 239-252.
- Annala, E. 1993. Tuli metsäluonnon monipuolistajana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 19-23.
- Appelroth, S-E. 1982. Tidsbehovet och prestationen vid manuell plantering av täckrotsplanter efter maskinell markberedning. Summary: Time required for and performance rate in manual planting of containerised nursery stock after mechanical site preparation. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 60. 306 s.
- Arimo, A. 1939. Paloalojen metsittämisestä. Die Aufforstung von Brandflächen. Metsänhoitajien jatkokurssit IV, 1938. Silva Fennica 52: 273-277 ja 296.
- Beuker, E. & Hagman, M. 1989. Hybridihaapa - esimerkki lajiristeytysjalostuksesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 74-76.
- Björklund, T. 1982. Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet. Abstract: Technical properties of lodgepole pine wood. Folia Forestalia 522. 25 s.
- Blomqvist, A. 1881. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Finska Forstföreningens Meddelanden 3(1). 196 s.
- 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska Forstföreningens Meddelanden 3(2). 182 s. + 2 kuvataulua.
- Borg, A. 1926. Metsän kylvö ja istutus. Lahti.
- 1931. Metsän kylvö ja istutus. Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirjasia n:o 15. Helsinki.
- 1936. Hankikylvöt Tuomarniemen hoitoalueessa vv. 1913-1930. Referat: Die 1913-1930 ausgeführten Schneesaaten im Revier Tuomarniemi. Silva Fennica 38. 136 s.
- 1948. Metsän kylvö ja istutus. 3 painos. Tarkistanut ja korjannut A. Tanntu. Helsinki.
- Cajander, A. 1909. Über Waldtypen. Acta Forestalia Fennica 1(1). 175 s. Myös Fennia 28(2). 176 s.
- 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta Forestalia Fennica 2(3). 208 s. + kuvat 20 s.
- 1914. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuuksista Suomessa. Metsätaloudellinen aikakauskirja 31(12): 551-558.
- 1916. Metsänhoidon perusteet. I: Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Werner Söderström. Porvoo. 736 s.
- 1917. Metsänhoidon perusteet. II: Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo. 652 s.
- 1923. Der Anbau ausländischer Holzarten als forstliches und pflanzengeographisches Problem. Acta Forestalia Fennica 24(1). 15 s.
- 1925. Metsätyypiteoria. Acta Forestalia Fennica 29(2). 84 s.
- & Ilvessalo, Y. 1921. Über Waldtypen II. Drei Vorträge gehalten in der Sitzung der Geographischen Gesellschaft in Finnland am 25. Februar 1921. Acta Forestalia Fennica 20(1). 77 s.

- Etholen, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The succes of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed. *Folia Forestalia* 160. 27 s.
- 1974. Istutustavan vaikutus männyn viljelytulokseen. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6: 1-9.
 - 1975. Kulotustekniikkaa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 9. 8 s. + 4 liites.
 - 1983. Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutuksista marjasatoihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 153-160.
- Ferm, A. & Pohtila, E. 1977. Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Abstract: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 319. 34 s.
- & Sepponen, P. 1981. Aurausjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia Forestalia* 493. 19 s.
- Fritze, H., Kapanen, A. & Vanhala, P. 1995. Cadmium contamination of wood ash and fire-treated coniferous humus: Effect on soil respiration. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 54: 775-782.
- , Pennanen, T. & Pietikäinen, J. 1993. Recovery of soil microbial biomass and activity from prescribed burning. *Canadian Journal of Forest Research* 23(7): 1286-1290.
 - , Smolander, A., Levula, T., Kitunen, V. & Mälkönen, E. 1994. Wood-ash fertilization and fire treatments in a Scots pine forest stand: Effects on the organic layer, microbial biomass, and microbial activity. *Biology and Fertility of Soils* 17: 57-63.
- Gustavsen, H. 1993. Siperianlehtikuusen kasvu ja tuotos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 60-70.
- Haapanen, M., Velling, P. & Annala, M-L. 1997. Progeny trial estimates of genetic parameters for growth and quality traits in Scots pine. *Silva Fennica* 31(1): 3-12.
- Hagman, M. 1989. Eräiden lehtikuusijälkeläistöjen alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 67-73.
- 1995. Experiences with *Larix* species in northern Finland. Northern Silviculture and Management. Proc. IUFRO Working Party S1.05-12 Symposium, Lapland, Finland, 16-22 August 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567: 111-123.
- Hakkila, P. 1973. The effect of slash on work difficulty in manual planting. A sub-project of the joint Nordic research programme for the utilization of logging residues. Lyhennelmä: Hakkuutähteiden vaikutus käsinistutuksen työvaikeuteen. Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78(1). 36 s.
- & Panhelainen, A. 1970. On the wood properties of *Pinus contorta* in Finland. Lyhennelmä: Suomessa kasvatetun *Pinus contorta*n puuaineen ominaisuuksista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 73(1). 43 s.
 - & Winter, A. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Lyhennelmä: Suomessa kasvatetun lehtikuusipuun ominaisuuksista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 79(7). 45 s.
- Hankala, A. 2000. Käytännön metsänviljelyn ongelmat, toiveet ja odotukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 788: 20-25.

- Hannelius, S. 1978. Istutuskusikon tiheys - tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Summary: Initial tree spacing in Norway spruce timber growing - an appraisal of yield and profitability. *Folia Forestalia* 359. 51 s.
- Harstela, P. & Tervo, L. 1981. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. Abstract: Preliminary results on the planting of cuttings by machine and manually. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 26. 16 s.
- Heikinheimo, O. 1917. Metsänhävityksen ja polton vaikutuksesta metsämaahan. *Acta Forestalia Fennica* 8(3). 28 s.
- 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 3(3). 134 + 17 s., 16 kuval.
- 1931. Vako-ruutukylvö, suositeltava metsänkylvömenetelmä. *Metsätietoa* I(2), s. 45-56.
- 1933. Vako-ruutukylvö ja siinä tarvittavat työvälineet. *Uittokalusto Oy*. Helsinki. 6 s.
- 1939. Kokemuksia paksusammaltyypin metsien käsittelystä. Referat: Erfahrungen betreffend die Behandlung der Wälder vom Dickmoostyp. *Silva Fennica* 52: 121-139 ja 292.
- 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Referat: Versuche mit Waldbaulichen Pflanzmethoden. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 29(4). 63 s.
- 1949. Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisillä roduilla suoritetuista kokeista. Summary: Results of experiments on the geographical races of spruce and pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(2). 44 s.
- 1951. Kokemuksia visakoivun kasvatuksesta. Summary: Experiences in the growing of curly birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(5). 26 s.
- 1954a. Kuusen syysistutus onnistuu, mutta männyn paras istutusaika on kevät. *Metsälehti* 37, s. 6-7.
- 1954b. Taimitarhan maantieteellinen sijainti, siemenen alkuperä ja istutuskaudet. Referat: Geographische Lage der Baumschule, Herkunft des Samens und Zeit der Pflanzung. *Acta Forestalia Fennica* 61(9). 28 s.
- 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Referat: Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 46(3). 129 s.
- Heikkilä, R. 1999. Tuloksia klooni- ja suojauskokeista hirvituhojen estämiseksi haapataimikoissa. Sammandrag: Försöksresultat från plantbestånd av asp med olika kloner och skyddsåtgärder för att förhindra betningsskador från hjortdjur. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 725: 63-68 ja 146.
- Heikkinen, A. 1982. Avohakkuun, kulotuksen ja männynviljelyn vaikutuksista aluskasvillisuuteen ja eräisiin maaperän ominaisuuksiin *Metsäntutkimuslaitoksen Luiron, Pudasjärven ja Valtimon koealoilla*. Pro gradu -työ. Oulun yliopisto. 136 s.
- Heikurainen, L. 1986. Suo-opas metsänkasvatusta varten. 4. uudistettu painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 51 s.
- Heinonen, T. 1983. Pääpuulajien kasvupaikkavaatimukset ja metsän uudistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 124: 17-26.
- & Lukkari, T. 1987. Puulajien kasvupaikkavaatimukset. Alustavia tuloksia männyn, kuusen ja rauduskoivun viljelyn onnistumisesta Nurmeksessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 283. 19 s.
- Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1984. Effects of modern forestry on north-western European forest invertebrates: a synthesis. *Seloste: Nykyaikaisen metsänkäsittelyn*

- lyn vaikutukset luoteiseurooppalaisen metsän selkärangattomiin: synteesi. *Acta Forestalia Fennica* 189. 32 s.
- Helle, T. & Aspi, J. 1984. Prescribed burning from the viewpoint of reindeer husbandry. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 120: 97-101.
- Henttonen, H., Kaikusalo, A. & Ranua, J. 1999. Hybridihaapakloonien herkkyyssmyyränsyönnille. Sammandrag: Hybridaspens och sorkproblemet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 725: 57-61 ja 145.
- Herranen, T., Myllymäki, T. & Mänty, J. 1990. Kuorrutettujen siementen kylvökoe. *Metsähallituksen kehittämisjaoston seloste* 15/90. 5 s.
- Herttuainen, E. 1981. Männyn luontainen uudistuminen kulotetulla kankaalla Metsä-Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 79 s.
- Holm, S. 1999. Haavan lehti havisee taas. *Metsäntutkimus* 1/99: 6-7.
- 2001. Haavan kasvat. *Metsäliiton Viesti* 2/2001: 16-17.
- Hotanen, J-P. & Nousiainen, H. 1990. Metsä- ja suokasvillisuuden numeerisen ryhmittelyn ja kasvupaikkatyyppien rinnastettavuus. Summary: The parity between numerical units and site types of forest and mire vegetation. *Folia Forestalia* 763. 54 s.
- Huhta, V. 1996. Maaperä on punkkien, hyppyhäntäisten, lierojen ja änkyrimatojen valtakuntaa. *Luonnon Tutkija* 5/96: 133-138.
- Huikari, O. 1952. Suotyyppin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types, especially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fennica* 75. 22 s.
- Huuri, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of deviating planting techniques on initial development of seedlings of Scots pine and Norway spruce. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 75(6). 92 s.
- 1973. Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants. *Folia Forestalia* 177. 25 s.
- 1974. Havupuiden istutusajankohdasta. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koesäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 12: 9-18.
- , Kytökorpi, K., Leikola, M., Raulo, J. & Räsänen, P. 1970. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten. I Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet. *Folia Forestalia* 82. 20 s.
- , Lähde, E. & Huuri, L. 1984. Tiheyden vaikutus istutusmännikön laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 167. 22 s.
- , Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Summary: Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685. 48 s.
- , Raulo, J. & Virta, O. 1982. Yksinomaan muovihuoneen suojassa kasvatettujen männyn ja kuusen taimien metsänviljelykelpoisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 47. 60 s.
- Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.) 1999. Haapa - monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Asp - mångfald i skog och skogsbruk. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammissaarella - Forskningsdag i Ekenäs 12.11.1998. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 725. 157 s.
- Hyppönen, M. 1998a. Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskunnassa. Summary: Effect of reindeer

- browsing on the natural regeneration of birch. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 99-108.
- 1998b. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/1998: 65-74.
 - 2000. Artificial forest regeneration techniques in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 790: 159-167.
 - , Hyvönen, J., Mäkitalo, K., Riissanen, N., Sepponen, P. 2001. Maanmuokkauksen vaikutus luontaisesti uudistetun männyntaimikon kehitykseen Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2001: 5-18.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 95 s.
- Häggman, J. & Oksa, E. (toim.) 1999. Metsänjalostuksen monimuotoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 753. 62 s.
- Hämäläinen, J. 1990. Eri maanmuokausmenetelmien edullisuus männyn ja kuusen viljelyssä Etelä-Suomessa. Summary: Advantages of different site preparation methods on planting results and costs in Southern Finland. Metsätehon tiedotus 402. 16 s.
- Ilvessalo, L. 1913. Versuche mit ausländischen Holzarten im Staatsforst Vesijako. Acta Forestalia Fennica 2(2). 18 s.
- 1916. Lehtikuusen viljely Suomessa. Suomen metsänhoitoyhdistyksen erikoistutkimuksia 5. 108 s.
 - 1920. Ulkomaisten puulajien viljelymahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Referat: Über die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse. Acta Forestalia Fennica 17(2). 112 s., kartta, Referat 42 s.
 - 1927. Cultivation of foreign species of trees. Selostus: Ulkomaalaisten puulajien viljelemisen edellytykset. Suomen metsätaloutta ja metsätiedettä koskevia kongressiesitelmiä. Silva Fennica 4(6): 53-63.
- Ilvessalo, Y. 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend. Acta Forestalia Fennica 15(3). 157 s. + taulukoita 51 s. sekä 51 graafista taulua ja kartta.
- 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of Natural Normal Stands in Central North-Suomi (Finland). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 24(2). 168 s.
 - & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuottokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. Acta Forestalia Fennica 144. 101 s.
- Kaila, S. 1979. Tuloksellinen metsänviljely. Perusteet, suunnittelu, toteutus. Kirjayhtymä. Helsinki. 125 s.
- 1991. Metsänhoitotöiden koneellistamismahdollisuudet 1990-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 387: 5-14.
 - 1993. Metsänviljelyn tulos- ja kustannusvertailu aggregointiin perustuvalla menetelmällä. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Lisensiaattitutkimus. 106 s.
 - 1994. Metsänviljelyn vertailulaskentasysteemin rakenne ja laskentaperusteet. Oheismoniste Metsätehon tiedotukseen 411. 65 s.
 - 1995. Metsänviljelyn tulos- ja kustannusvertailu aggregointiin perustuvalla menetelmällä. Suomen Akatemian julkaisuja 3/95: 191-221.

- Kalela, A. 1952. Kainuun alueen metsätyypeistä. Referat: Über die Waldtypen des Kainuu-Gebietes zwischen Mittel- und Nord-Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(26). 17 s.
- Kallio, T. 1965. Tutkimuksia maannousemasien leviämisbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. Summary: Studies on the biology of distribution and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 78(3). 21 s.
- Karhu, N. 1984. Poppelilajien kestävyys ja käyttö. Summary: A short survey of poplars (*Populus*) cultivated in Finland. *Sorbifolia* 15(1): 45-56.
- Karjalainen, J. 1994. Tuli pohjoisissa havumetsissä ja metsänhoidollinen kulutus. Metsähallitus, metsätalous. Vantaa. Moniste. 23 s.
- Karjula, M. 1989. Ennakkotorjunta tehostamaan muokkausta. *Metsä ja Puu* 5: 34-35.
- , Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. 103 s. + 12 liites.
- Kattainen, M. 1991. Maanmuokkauksen ja herbisidikäsittelyjen vaikutus pintakasvilisuuteen ja metsäpuiden taimiin. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 69 s.
- Kaunisto, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus. Summary: Effect of fertilization, soil preparation, and distance of water level on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. A study performed in greenhouse. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 75(2). 64 s.
- 1974. Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. Summary: Date of direct seeding on drained peatlands. *Folia Forestalia* 203. 28 s.
- 1975a. Jyrsintämuokkaus ja lannoitteiden sijoitus männyn kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Summary: Rotavation and fertilize placement in connection with direct seeding of Scots pine on peat. Greenhouse experiments. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(4). 56 s.
- 1975b. Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Summary: Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat. Greenhouse experiments. *Folia Forestalia* 235. 12 s.
- 1976. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen suolla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 3. Artikkel. 8 s. + 7 liites.
- 1978. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus istutustaimien kehitykseen avosoilla, välituloksia. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7. Artikkel. 12 s.
- 1979. Turvemaiden mätästys. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8. 11 s.
- 1982. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosoilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 109. 56 s.
- 1987. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutustaimien kasvuun suonpohjilla. Summary: Effect of fertilization and soil

- preparation on the development of Scots pine and silver birch plantations on peat cutover areas. *Folia Forestalia* 681. 23 s.
- & Kinnunen, K. 1985. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyntaimien alkukehitykseen maastossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 202. 23 s.
 - & Metsänen, R. 1979. Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoittamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla. Summary: Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat. *Folia Forestalia* 390. 14 s.
 - & Tukeva, J. 1986. Kasvatustiheyden vaikutus männikön istutustaimikoiden kehitykseen turvemailla. Summary: Effect of tree spacing on the development of pine plantations on peat. *Folia Forestalia* 646. 36 s.
 - Kauppi, P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation on the planting site. Tiivistelmä: Metsänviljelytaimien vaurioituminen noston ja istutuksen välillä. *Acta Forestalia Fennica* 185. 49 s.
 - Kellomäki, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. *Tiedonantoja* 8. 56 s.
 - , Oker-Blom, P., Valtonen, E. & Väisänen, H. 1989. Structural development of Scots pine stands with varying initial density: effect of pruning on branchiness of wood. *Forest Ecology and Management* 27(3-4): 219-233.
 - Keltikangas, M. & Tiililä, P. 1968. Koivun ja kuusen istutuksen keskinäinen edullisuusjärjestys käenkaali-mustikkatyypin metsämailla. Summary: The economic sequence of common birch (*Betula verrucosa*) and Norway spruce (*Picea abies*) when planting Oxalis-Myrtillus type forest land. *Acta Forestalia Fennica* 82(5). 63 s.
 - Keltikangas, V. 1959. Suomalaisista seinäsammaltyypeistä ja niiden asemasta Cajanderin luokitusjärjestelmässä. Summary: Finnish Feather-Moss types and their position in Cajander's forest site classification. *Acta Forestalia Fennica* 69(2). 266 s.
 - Kettunen, K. 1937. Kuusimetsän keinollisesta uudistamisesta. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 54(3): 66-68.
 - Kinnunen, K. 1976. Maanmuokkauksen vaikutus erilaisten paljasjuuri- ja paakku-taimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 3. Artikkel. 10 s. + 9 liites.
 - 1977a. Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 5. 20 s.
 - 1977b. Männyn kylvömenetelmien vertailua. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 6. 13 s.
 - 1979. Eri taimilajien menestyminen mätästetyllä kivennäismaalla. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 8. Artikkel. 10 s.
 - 1988. Männyn kylvön onnistuminen eri menetelmin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 300: 44-52.
 - 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Folia Forestalia* 727. 23 s.
 - 1992. Tuloksia kone- ja käsinkylvöstä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 123-133.

- 1996. Kevät- ja syyskylvön onnistuminen eri puulajeilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 4-9.
- & Laurila, I. 1983. Erilaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 108. 30 s.
- & Lemmetyinen, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia Forestalia* 419. 19 s.
- , Lind, J. & Lähde, E. 1974. Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. *Folia Forestalia* 212. 26 s.
- Kiuru, H. 1991. Jalopuumetsän perustaminen. *Metsä ja Puu* 9: 33-34.
- Kivekäs, J. 1939. Kaskiviljelyksen vaikutus eräisiin maan ominaisuuksiin. Referat: Über den Einfluss der Brandkultur auf einige Eigenschaften des Bodens. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 27(2). 44 s.
- Kolehmainen, V. 1951. Kulottajan opas. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 48 s.
- 1955. Havaintoja kulotuksen merkityksestä metsiemme uudistamisessa. Referat: Beobachtungen über die Bedeutung des Abschwendens bei Verjüngung von finnischen Wäldern. *Silva Fennica* 85. 32 s.
- Korhonen, P. 1993. Kasvupaikalle sopivan istutuskohdan ja -syvyyden valinnalla parempia taimikoita. Metsähallitus, kehittämisyksikön tiedote nro 6. 6 s.
- & Kumpare, T. 1994. Koneellisesti kylvettyjen uudistusalojen taimettumistulokset hyviä. Metsähallituksen kehittämisjaosto, Tiedote 2. 5 s.
- & Mänty, J. 1991. Koneellinen kylvö maanmuokkauksen yhteydessä. Konekylvöjen inventointitulokset ja kylvölaitteiden esittely. Metsähallituksen kehittämisjaosto, Tiedote 3. 6 s.
- Korhonen, V. 1928. Havupuiden kylvöaikaan vaikuttavista ilmastollisista tekijöistä. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 45(5): 117-124.
- Koski, V. 1989. Siemensierrot ja ilmastoon sopeutuminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 20-37.
- 2000. Utilisation areas of seed sources. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 790: 121-126.
- & Raulo, J. 1972. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 6. 9 s.
- Kubin, E. 1984. Kulotuksen välitön vaikutus kangashumuksen liukoisten ravinteiden määrään. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158: 10-21.
- 1990. Lumi-, routa- ja lämpöolot eri tavoin muokatussa metsämaassa Kuusamosa. Abstract: The effect of site preparation on snow, soil frost and temperature conditions at a site near Kuusamo. *Silva Fennica* 24(1): 35-45.
- 2000. Environmental impacts of forest regeneration. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 790: 211-217.
- & Puustinen, M. 1995. Kulotuksessa palavan hakkuutähteen ja humuksen määrä sekä niistä vapautuvat ravinteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 55-61.
- & Savilampi, P. 1995. Mättäiden koon ja istutuspaikan vaikutus taimettumiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 28-41.
- & Savilampi, P. 1998. Rauduskoivun viljelyn onnistuminen poronhoitoalueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 92-98.
- Kujala, V. 1921. Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuolisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. Referat: Beobachtungen über die Wald- und Moortypen

- von Kuusamo und der südlich von dort gelegenen Fichtenwaldgebiete. *Acta Forestalia Fennica* 18(5). 65 s., Referat 3 s.
- 1929. Untersuchungen über Waldtypen in Petsamo und in angrenzenden Teilen von Inari-Lappland. *Seloste: Tutkimuksia Petsamon ja siihen rajoittuvien Inarin Lapin osien metsätyypeistä. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 13(9). 125 s. + liitteet.
 - 1938. Metsätyyppien parallelisuudesta. Referat: Über die Paralleltät der Waldtypen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 27(1). 17 s.
 - 1945. Waldvegetationsuntersuchungen in Kanada mit besonderer Berücksichtigung der Anbaumöglichkeiten Kanadischer Holzarten auf natürlicher Waldböden in Finnland. *Ann. Acad. Scient. Fenn. A IV* 7. 434 s.
- Kulotuksen toteutuksen käsikirja. 2001. Metsähallitus, Metsämannut Oy, Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj ja Yksityismetsätalouden Työnantajat r.y. Metsätehon raportti 105.
- Kulutustoimikunnan mietintö. 1980. Komiteamietintö 1/80. Maa- ja metsätalousministeriö. 80 s. + 22 s.
- Kurki, E. 1994. Männyn, kuusen, raudus- ja hieskoivun paakkutaimien alkukehitys sekä männyn ja kuusen kylvösiemenen itäminen ojitusmätästetyillä koealoilla Muhoksella. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Moniste. 49 s.
- Kuru, K. 2000. Taimen käyttäjän tavoitteita, odotuksia ja ongelmia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 788: 26-28.
- Kuusela, K. 1990. The Dynamics of Boreal Coniferous Forests. *Sitra* 112. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 172 s.
- Kuusipalo, J. 1985. An ecological study of upland forest site classification in southern Finland. *Seloste: Ekologinen tutkimus Etelä-Suomen kangasmetsien kasvupaikkaluokituksesta. Acta Forestalia Fennica* 192. 77 s.
- 1996. Suomen metsätyytit. Kirjayhtymä Oy, Rauma. 144 s.
- Kylmänen, P. 1978. Ennakkotuloksia kuusen ja männyn siemenen siirtokokeista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 10. 34 s. + 11 liites.
- 1980. Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista. Abstract: Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards. *Folia Forestalia* 423. 16 s.
- Kärkkäinen, M. 1979. Kylvön mekanisointi. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 4/79.
- 2001. Omatoimisen metsänomistajan viljelyketju. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) 2001. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2001. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 813: 9-11.
 - & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Abstract: Factors affecting the quality of young pines. *Folia Forestalia* 515. 28 s.
- Laiho, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysaloilla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8. 12 s.
- 1984a. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan valmistus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 30-42.
 - 1984b. Puulajien vaikutus maan ominaisuuksiin metsän uudistamisen kannalta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 17-27.
 - 1985. Maanmuokkaus kivennäismaiden ongelma-alueilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184: 16-24.

- 1988. Mätästys ja sen kehitysnäkömät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 300: 32-43.
- & Hovila, K. 1992. Männyn äestysistutus savimaahan Somerolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423: 10-18.
- Laine, J. & Vasander, H. 1993. Suotyypit. 2. painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 80 s.
- Lakari, O. 1920a. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypeillä. Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 2(1). 180 s.
- 1920b. Tutkimuksia Pohjois-Suomen metsätyypeistä. Referat: Untersuchungen über die Waldtypen in Nordfinnland. *Acta Forestalia Fennica* 14(4). 93 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 12(3). 72 s.
- 1942. Siperian lehtikuusen kasvusta sekametsiköissä Evon valtionpuistossa. Referat: Über den Zuwachs der sibirischen Lärche in den Mischbeständen des Staatsforstes Evo. *Acta Forestalia Fennica* 50(8). 19 s.
- Lehto, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki.
- 1978. Käytännön metsätyypit. 3. painos. Kirjayhtymä, Helsinki. 98 s.
- & Leikola, M. 1987. Käytännön metsätyypit. 4. painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 98 s.
- Leikola, M. 1984a. Miten metsätyyppijärjestelmä kehittyi v. 1909-1925. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 21-37.
- 1984b. Miten metsätyyppiteoria kehittyi v. 1909-1925. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 6-20.
- 1992. Lämpöä, neutralointia, ravinteita: Metsämme kaipaavat kulotusta. *Metsä ja Puu* 5: 4-7.
- Levula, T. 1986. Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus männyntaimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 235: 45-46.
- 1988. Kulotus ja muokkaus maankunnostusmenetelminä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 300: 15-30.
- 1992. Männyntaimikoiden kehitys eräillä muokkaus- ja kulotuskokeilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423: 21-31.
- & Heikkilä, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 18. 12 s.
- & Heikkilä, R. 1981. Maanmuokkauksen vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Pohjois-Karjalassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 11. 8 + 4 s.
- Lindholm, T. & Vasander, H. 1987. Vegetation and stand development of mesic forest after prescribed burning. Seloste: Kasvillisuuden ja puuston kehitys tuoreella kankaalla kulotuksen jälkeen. *Silva Fennica* 21(3): 259-278.
- Lukkala, O. 1938. Ojitettujen soiden metsittämisestä. Referat: Die Aufforstung der entwässerten Moore. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937 III. *Silva Fennica* 46: 43-56 ja 239.
- Luoranen, J. 1998. Paakkutaimien kesäistutus - voidaanko istutuskautta jatkaa istuttamalla kasvussa olevia taimia kesällä? Metsätieteen aikakauskirja - *Folia Forestalia* 4/1998: 596-601.
- , Konttinen, K., Rikala, R. & Smolander, H. 2001. Ennakkotuloksia kuusen paakkutaimien kesäistutuksesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 813: 24-31.

- , Rikala, R., Saksa, T., Smolander, H., Lilja, S. & Hynönen, T. 1999. Koivun paakkutaimien istutus kesällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 749. 24 s.
- Lähde, E. 1971. Maan fysikaaliset ominaisuudet ja männyn taimistojen kehitys Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2: 16-26.
- 1974a. Suojakylvömenetelmällä parannetaan siemenen itämistä ja taimien kehitystä. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6: 10-16.
- 1974b. The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of pine (*Pinus silvestris* L.) seed. Selostus: Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen. *Folia Forestalia* 196. 16 s.
- 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treatment on physical properties of the soil and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94(5). 59 s.
- 1979. Männyn, kuusen ja lehtikuusen suoja- ja avokylvö aurauksen pientareessa ja palteessa. Summary: Shelter and open sowing of Scots pine, Norway spruce and siberian larch on the shoulder and tilt of ploughing. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(4). 45 s.
- 1981. Oikea alkuperävalinta perustekijä viljelyssä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 34: 2-6.
- 1984. Metsikön perustamistiheys - laatua vai määrää. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 28-33.
- 1985. Metsikön perustamistiheys - puun määrän ja laadun avain. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 3-5.
- , Manninen, S. & Tervonen, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Summary: The effect of drainage and cultivation on soil physical properties and the development of conifer seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(7). 43 s.
- , Nieminen, J., Etholen, K. & Suolahti, P. 1982. Varttuneet kontortametsiköt Suomen eteläpuoliskossa. Older lodgepole pine stands in southern Finland. *Folia Forestalia* 533. 38 s.
- & Pohjola, T. 1975. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 8. 29 s.
- & Raulo, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(6). 30 s.
- & Raulo, J. 1979. Rauduskoivun istutuskohdan valinta piennarauratulla uudistusallalla. Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 11. 17 s.
- & Saksa, T. 1981. Suoja-, viiru- ja hajakylvö havupuiden viljelymenetelmänä avohakkuualan aurauksen jälkeen pienmuodoissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 10. 31 s.
- & Tuohisaari, O. 1976. An ecological study on effects of shelters on germination and seedling development of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Seloste: Ekologinen tutkimus suojakylvön vaikutuksesta männyn, kuusen ja lehtikuusen itämiseen ja sirkkataimien alkukehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 88(1). 37 s.

- & Vartiainen, T. 1980. Männyn hajakylvökoe helikopterilla. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 22. 18 s.
- , Werren, M., Etholen, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 125. 87 s.
- Maiden hyvyysluokitus. 1964. Kokoomateos. 2. painos. Kirjayhtymä. Helsinki.
- Malmivaara, E., Mikola, J. & Palmberg, C. 1971. Pajujen mahdollisuudet metsäpuiden jalostuksessa. Summary: The possibilities of willows in forest tree breeding. Silva Fennica 5(1): 11-19.
- Mannerkoski, H. 1975. Vanhan ojitusalueen uudistaminen mätästysmenetelmällä. Summary: Hummock-building method in reforestation of an old drainage area. Suo 26(3-4): 65-68.
- , Kolström, T. & Pukkala, T. 1993. Kaistajyrsintä istutusalueen maanmuokausmenetelmänä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 4. 16 s.
- & Mälkönen, E. 2000. Soil preparation for forest regeneration. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 790: 147-157.
- Matero, J. & Saastamoinen, O. 1993. Metsätalouden vesistövaikutusten ympäristötaloudellinen arviointi: menetelmiä ja alustavia laskelmia. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 11. 149 s.
- Mattila, H. & Hynönen, T. 2001. Näennäisen halpa kuusen kylvö on yleistynyt. Työ tuottaa hyvin usein surkean lopputuloksen. Maaseudun Tulevaisuus 9.5.2001, s. 2.
- Maukonen, A. 1984. Kulotusteknologian kehittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 142. 26 s. + 1 liites.
- Metsänheimo, U. 1936a. Pohjois-Suomen puulajikysymykset. Metsätaloudellinen aikakauskirja 53(1): 8-10.
- 1936b. Vastinetta V. T. Aaltosen kirjoitukseen 'Kuusi maan huonontajana' (MA 53(3): 71-73). Metsätaloudellinen aikakauskirja 53(3): 73-75.
- Miettinen, L. 1952. Piirteitä Murrayn männyn kasvusta ja kehityksestä. Summary: On the growth and development of lodgepole pine stands (*Pinus contorta latifolia* s. Wats.). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40(9). 14 s.
- Mikola, J. 1987. Jälkeläistestaus siemenviljelyksien kehittämisen perustana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 263: 5-42.
- 1993. Lehtikuusen valintajalostuksen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 20-31.
- Mikola, P. 1954. Puulajin valinta. Summary: On the choice of tree species. Metsätaloudellinen aikakauslehti 71(2-3): 65-68.
- , Laiho, O., Erikäinen, J. & Kuvaja, K. 1964. The effect of slash burning on the commencement of mycorrhizal association. Selostus: Kulotuksen vaikutus myko-ritsainfektion alkamiseen. Acta Forestalia Fennica 77(3). 13 s.
- Moilanen, M. 1994. Lännenpihtakuusen menestyminen Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 508: 6-8.
- & Issakainen, J. 1984. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 133. 17 s. + 6 liites.
- Mononen, S. 1987. Männynsiemenen siirrot Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 80-91.
- Multamäki, E. 1939. Kuusen kylvöstä ja sen istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu Bevaldenden Mooren. Acta Forestalia Fennica 47(3). 132 s. + valokuvat 8 s.

- Mutka, K. & Lähde, E. 1977. Effect of soil treatment, liming, and phosphate fertilization on initial development of bare-rooted Scots pine transplants. *Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuuristen männyn taimien alkukehitykseen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(3). 57 s.
- Mäkitalo, K. 1983. Koetuloksia männyn viljelyn onnistumisesta eri tavoin käsitellyllä paksusammaltypin maalla Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 98-110.
- 1990. Maankäsittely- ja viljelymenetelmän vaikutus männyn viljelyn onnistumiseen Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 362: 109-120.
- & Heiskanen, J. 2001. Männynviljelyn onnistuminen ja siihen vaikuttavat tekijät - tuloksia pitkäaikaisesta metsänviljelykokeesta Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 803: 71-103.
- , Penttilä, T. & Räsänen, P. 1998. Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 109-121.
- Mätkönen, E. 1993. Kontrolloitu tulen käyttö maan käsittelyssä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 462: 15-18.
- , Levula, T. & Fritze, H. 1998. Kulotus maanhoidon menetelmänä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 224-227.
- Nevala, S. 1980. Lehtikuusen menestyminen Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 41 s.
- Nieminen, J. 1983. Varttuneet kontortametsiköt Kivalon kokeilualueella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 95. 14 s. + 2 liites.
- Niemistö, P. 1994. Rauduskoivun kasvatus. Teoksessa: Hannelius, S. (toim.) 1994. Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. *Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 13-18.
- 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10(3): 235-244.
- 1998. Istutustiheyden ja rivivälin vaikutus rauduskoivun kasvuun ja ulkoiseen laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 17-36.
- Nieppola, J. 1986. Cajanderin metsätyyppiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Cajander's theory of forest site types. Literature review. *Folia Forestalia* 654. 42 s.
- Nikkanen, T. 1982. Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käyttömahdollisuuksista Oulun läänin alueella. Summary: Survival and height growth of North Finland x South Finland hybrid progenies of Scots pine in intermediate areas. *Folia Forestalia* 527. 31 s.
- , Karvinen, K., Koski, V., Rusanen, M. & Yrjänä-Ketola, L. 1999. Kuusen ja männyn siemenviljelykset ja niiden käyttöalueet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 730. 203 s.
- Niska, K. & Levula, T. 1987. Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 253: 99-108.
- Nisula, P. 1972. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 5. 10 s. + 11 liites.
- 1978. Rullataimimenetelmä taimitarhalla ja metsänviljelyn toimenpideketjussa. Koulitut männyn taimet. Summary: The roll transplant method in the nursery and in the forestation work chain. The pine transplants. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 93(5). 112 s.

- Norokorpi, Y. & Kärkkäinen, S. 1985. Maaston korkeuden vaikutus puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä tykkytuhoihin Kuusamossa. Summary: The effect of altitude on stand and site characteristics and crown snow-load damages in Kuusamo in northern Finland. *Folia Forestalia* 632. 26 s.
- Numminen, E. 1971. Tuloksia männyn provenienssikokeista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2: 75-86 ja 20 liites.
- 1973. Auraus-, lannoitus- ja puulajikoe Sodankylän Vaalolehdossa. Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 3. 21 s.
 - 1975. Männyn provenienssikokeen 232 taimien säilyminen elossa Pohjois-Suomen koaloilla. Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 7. 9 s. + 2 liites.
 - 1984. Verhopuuston käyttö kuusen istutuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 171-177.
 - 1985. Kuusiroitujen sopeutuminen ilmastoon Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 196: 95-103.
 - 1987. Männyn siemenen siirto Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253: 48-60.
- Nygren, M. & Leinonen, K. 1992. Pääpuulajiemme laboratorio- ja kenttäitävyydestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426: 59-78.
- Ollinmaa, P. 1952. Jalot lehtipuomme luontaisina ja viljeltyinä. Summary: Some of the southern broad-leaved trees in Finland, naturally grown and cultivated. *Silva Fennica* 77. 73 s.
- Oskarsson, O. 1971. Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste. Summary: Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. *Folia Forestalia* 104. 10 s.
- Paasio, I. 1936. Suomen nevasoiden tyyppijärjestelmää koskevia tutkimuksia. Referat: Untersuchungen über das Typensystem der Weissmoore Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 44(3). 129 s.
- Palmgren, K. 1984. Muokkauksen ja kalkituksen aiheuttamia mikrobiologisia muutoksia metsämaassa. Summary: Microbiological changes in forest soil following soil preparation and liming. *Folia Forestalia* 603. 27 s.
- Parviainen, J. 1982a. Kasvatuksen ja istutuksen vaikutus taimien elintoimintoihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 43: 88-114.
- 1982b. Metsäpuiden taimien kasvatus ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 43. 114 s.
 - 1982c. Metsäpuiden taimien laatu ja laadun arvostelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 43: 26-63 + 3 liites.
 - 1983. Männyn eri taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla - ennakkotuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 124: 27-39.
 - 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. Summary: The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 35 s.
 - 1988. Metsänviljely. Perusteet ja sovellutukset. *Silva Carelica* 9. 177 s.
 - 1993. Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 8-14.
 - 1996. Impact of fire on Finnish forests in the past and today. *Silva Fennica* 30(2-3): 353-359.

- & Antola, J. 1986. Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa mäntyistutuksissa. Summary: The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock. *Folia Forestalia* 671. 29 s.
- & Lappi, J. 1983. Laskentamalli metsänviljelyketjujen vertailemiseksi. Summary: A calculation model for the comparison of artificial forest regeneration chains. *Folia Forestalia* 549. 24 s.
- , Ruotsalainen, M. & Sokkanen, S. 1984. Metsänviljelyn toimenpideketjuja vertaileva laskentaohjelma 'VILJO'. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 134. 66 s.
- Penttilä, R. & Kotiranta, H. 1996. Short-term effects of prescribed burning on wood-rotting fungi. *Silva Fennica* 30(4): 399-419.
- Pietikäinen, J. 1999. Soil microbes in boreal forest humus after fire. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 750. 50 p. + 5 articles, 78 s.
- Piri, E. (toim.) 1993. Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen 75-vuotisjuhlareikeily Kolilla 7.-8.6.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462. 31 s.
- Pohjonen, V. 1991. Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland. Tiivistelmä: Biomassan viljelyyn sopivien pajulajien ja -kloonien valinta Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 221. 58 s.
- Pohtila, E. 1971. Taimityypiluokituksen perusteista. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2: 50-57.
- 1972a. Istutusuoppaan annetun kuparihienofosfaatin vaikutus männyn ja kuusen taimien elossapysymiseen ja pituuskasvuun eräällä kulotetulla ja auratulla uudistuslallalla Koillis-Suomessa. *Silva Fennica* 6(1): 14-24.
- 1972b. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967-68 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 6. 97 s.
- 1973. Kennotaimien viljelymenetelmistä. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 5: 38-47.
- 1974. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Aurauksen ja kulotuksen vaikutus männyn viljelyn onnistumiseen vuosina 1968-70 perustetussa kokeessa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 11. 64 s.
- 1977a. Metsien rodullinen kokoonpano ja männyn siemenen siirrot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 10: 4-7.
- 1977b. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(4). 98 s. + 1 liitel.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970-1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970-1972. *Silva Fennica* 17(3): 201-224.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245-270.
- Punttila, P. & Haila, Y. 1996. Colonisation of a burned forest by ants in the southern Finnish boreal forest. *Silva Fennica* 30(4): 421-435.
- Puttonen, P. 1986. Characterization of bareroot planting stock quality using physiological attributes with specific reference to carbohydrate and abscisic acid concentrations of needles. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 55. 104 s.

- 2000. Taimien laatu ja sen mittaaminen. Plantkvalitet och hur den mäts. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 766: 14-30.
- Päivänen, J. 1968. Istutusajankohdan vaikutus männyn istutuksen onnistumiseen ojitetuilla avosoilla. Summary: The effect of the date of planting on the survival of pine on drained open peatlands. *Silva Fennica* 2(2): 57-80.
- Pöykkö, S. 1998. Jalostetun koivun siemenen tuotanto ja saatavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 16-20.
- Rainio, R. 1986. Tammen viljely. Summary: Cultivation of common oak (*Quercus robur*) in Finland. *Sorbifolia* 17(1): 9-19.
- Rancken, T. 1934. Erfarenheter om asken som skogsträd i Finland. Selostus: Saarni Suomen metsäpuuna. Referat: Die Esche als Waldbaum in Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 40(19). 23 s. + valokuvat 10 s.
- Rantanen, A. & Luoranen, J. 1998. Lyhytpäiväkäsiteltyjen paakkutaimien syysistutus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 71-80.
- Rauhala, T. & Reinikka, P. 1959. Metsälintujen pesien suojaaminen kulotuksissa. Suomen riista 13: 89-100.
- Raulo, J. 1969. Koivunviljely. Teoksessa: Lehto, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. Sivut 235-248.
- 1970. Rauduskoivun taimilajit ja taimityypit. *Puumies* 16: 327-328.
- 1973. Rauduskoivun viljelyketju. Suomen vaneriyhdistys. Helsinki. 24 s.
- 1976. Development of *Betula pendula* Roth progenies in northern Lapland. Selostus: Rauduskoivujälkeläistöjen kehitys Pohjois-Lapissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 88(4). 19 s.
- 1979. Rauduskoivujälkeläistöjen rungon laatu Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: Stem quality of *Betula pendula* Roth progenies in South and Central Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(5). 39 s.
- & Koski, V. 1975. Erilaisten rauduskoivujälkeläistöjen pituuskasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: Height growth of different progenies of *Betula verrucosa* Ehrh. in South and Middle Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(7). 30 s.
- & Koski, V. 1977. Growth of *Betula pendula* Roth progenies in southern and central Finland. Seloste: Rauduskoivujälkeläistöjen kasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 90(5). 39 s.
- & Lähde, E. 1977. Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa. Summary: Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 325. 10 s.
- & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: The development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. *Folia Forestalia* 462. 13 s.
- Rautiainen, E. & Kubin, E. 1997. Männyn paakkutaimien juuriston rakenne eri tavoin muokatussa metsämaassa Pohjois-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja - *Folia Forestalia* 1/1997: 5-24.
- Repo, R. & Valtanen, J. 1994. Maan ominaisuudet metsänviljelyssä - mätästyksen perusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 520. 52 s.
- Rikala, R. 1989. Kontortamännyn kasvatuskoe. Perustaminen ja taimien alkukehitys. Abstract: Contorta pine experiment. Establishment and initial growth of seedlings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 344. 46 s.
- 1992. Taimitarhalannoituksen vaikutus männyntaimien jälkikasvuun ja istutuksen jälkeiseen menestymiseen. Summary: Effect of nursery fertilization on incidence

- of summer shoots and field performance of Scots pine seedlings. *Folia Forestalia* 794. 19 s.
- 1996. Koivun paakkutaimien juurten kasvupotentiaali ja istutusajankohta. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(2): 91-99.
 - & Aphalo, P. 1998. Kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutus taimien ominaisuuksiin taimitarhalla ja menestymiseen istutuksen jälkeen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 696: 21-35.
 - & Huurinainen, S. 1990. Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen. Summary: Effect of fertilization on the nursery growth and outplanting success of two-year-old containerized Scots pine seedlings. *Folia Forestalia* 745. 16 s.
- Ritari, A. 1985. Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan ominaisuuksiin. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Lisensiaattitutkielma*. 100 s. + liitteet.
- 1995. Effect of site preparation on seedling performance in a *Hylocomium Myrtilis*-stand. Northern Silviculture and Management. Proc. IUFRO Working Party S1.05-12 Symposium, Lapland, Finland, 16-22 August 1987. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 47-53.
 - & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. Selostus: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 92(7). 37 s.
- Rousi, M. 1981. Lapin plusmäntyjen jälkeläiskokeista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 6: 73-80.
- 1983. Pohjois-Suomen siemenviljelysjälkeläistöjen menestymisestä Kittilässä. Summary: The thriving of the seed orchard progenies of northern Finland at Kittilä. *Folia Forestalia* 547. 14 s.
 - 1990. Breeding forest trees for resistance to mammalian herbivores - a study based on European white birch. Tiivistelmä: Metsäpuiden resistenssijalostus kasveja syöviä nisäkkäitä vastaan - rauduskoivuun perustuva tutkimus. *Acta Forestalia Fennica* 210. 20 s.
- Rummukainen, A. & Tervo, L. 1992. Kylvön mekanisointi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 111-122.
- & Tervo, L. 1994. Metsänviljelyn koneellistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 63-67.
- Ruotsalainen, S. 1987. Kuusen alkuperäsiirrot korkeilla mailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 66-79.
- 1992. Vaihtelu pohjoissuomalaisten plusmäntyjälkeläistöjen versosurmakestävyysdessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 437: 60-77.
 - & Nikkanen, T. 1998. Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa. Summary: Survival and growth of Norway spruce seed orchard material in northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 709. 33 s.
- Rusanen, M. & Velling, P. 1988. Satoindeksin vaihtelu ja korrelointi kasvu- ja laatuominaisuuksien kanssa männyn jälkeläiskokeissa. Summary: Harvest index in young Scots pine progeny tests, variation and correlation with growth and quality traits. *Folia Forestalia* 708. 19 s.
- Räsänen, P. 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely: Kehysmalli ja sen käyttö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Tiedonantoja* 29. 99 s.
- Saarenmaa, L. 1989. Metsänviljely päätöksenteko-ongelmana Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Lisensiaattitutkielma*. 37 s. + 10 liites.

- 1990. Viljelyketjun valinta asiantuntijajärjestelmän avulla Lapissa. Summary: Choice of reforestation method based on an expert system in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 762. 49 s.
- 1992. Induktiivinen oppiminen metsänviljelyn tietokannan tulkinassa. Metsähoitotöiden kirjanpitoaineistoon perustuva tutkimus. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitoksen julkaisuja 3. 144 s. + liitteet.
- 1997. Metsän uudistaminen. Tapion Taskukirja, 23. uudistettu painos. Sivut 188-203.
- Saarinen, M. 1998. Hieskoivikoiden uudistaminen ojitusalueilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 51-58.
- Saarnio, R. 1976. Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa. Summary: The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland. *Folia Forestalia* 263. 28 s.
- Sairanen, P. 1982. Lehtikuusen ominaisuudet ja käyttö Neuvostoliiton mekaanisessa metsäteollisuudessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 72. 25 s.
- Saksa, T. 1984. Tiheyden ja puulajisuhteiden vaikutus männyn taimien pituuskehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 129: 34-43.
- 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusalajoilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 s.
- 1989. Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland. *Folia Forestalia* 733. 32 s.
- 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla istutusalajoilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 418. 48 s.
- 1998. Männyn istutustaimien menestyminen äestetyillä uudistusaloilla. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1/1998: 15-31.
- 2001. Metsänuudistamisen laadun hallinta. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) 2001. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2001. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 813: 12-17.
- & Lyly, O. 1984. Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla. Abstract: The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath. *Folia Forestalia* 583. 12 s.
- & Lähde, E. 1982. Siemenen määrä männyn, kuusen ja lehtikuusen suojakylvöissä. Abstract: Number of seeds in shelter sowing of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. *Folia Forestalia* 541. 16 s.
- Salmi, J. 1977. Kontortamänty puutieteelliseltä kannalta. *Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja* 9/77. 22 s.
- Salminen, H. & Varmola, M. 1993. Influence of initial spacing and planting design on the development of young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Tiivistelmä: Istutustiheyden ja -kuvioiden vaikutus mäntytaimikoiden kehitykseen. *Silva Fennica* 27(1): 21-28.
- Sarasto, J. 1961. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Seloste: Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden luokittelusta. *Acta Forestalia Fennica* 74(5). 57 s.

- Savilampi, P. 1977. Tuloksia aurasalojen metsänviljelytutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli 14 s.
- Sepponen, P. 1990. Aurasalueiden marjakasvien kemiallisesta koostumuksesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 122-126.
- Sevola, Y. (toim.) 2000. Metsätilastollinen vuosikirja 2000. Skogsstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Metsäntutkimuslaitos. SVT maa-, metsä- ja kalatalous 2000:14. 366 s.
- Silander, V., Lehtonen, J. & Nikkanen, T. 2000. Ulkomaisten havupuulajien menestyminen Etelä-Suomessa. Summary: Performance of exotic conifers in Southern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 787. 127 s.
- Silfverberg, K. 1995. Forest regeneration on nutrient-poor peatlands: effects of fertilization, mounding and sowing. *Silva Fennica* 29(3): 205-215.
- Siren, G. 1958. Eräitä havaintoja keskisuomalaisen ja paikallisen mäntyrodun biologisista ja teknisistä ominaisuuksista Perä-Pohjolassa. Summary: Some observations on the biological and technical properties of the local and central-finnish pine provenances in North Finland. *Silva Fennica* 96(1). 32 s.
- 1973. Some remarks on fire ecology in Finnish forestry. Proc. 13th Tall Timbers Fire Ecology Conference, 22-23.3.1973, Tallahassee, Florida. Sivut 191-208.
- Smolander, A. 1999. Miten eri puulajit muuttavat metsämaata? *Metsäntutkimus* 1/99: 4-5.
- & Priha, O. 1998. Puulajivalinta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 219-221.
- Starr, M., Levula, T. & Heikkilä, R. 1982. Männyn ja kuusen taimien alkukehitys muokkaus- ja lannoituskokeilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 51. 11 s. + 5 liites.
- Sukatsev, V. 1960. Metsätyyppien tutkimisen opas. Suomentanut Erkki Laitakari. Julkaisija Suomen Metsätieteellinen Seura. *Silva Fennica* 99. 183 s.
- Sutinen, M.-L. 1987. Taimien fysiologisesta kunnosta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253: 39-47.
- Tahvanainen, L. 1995. Pajun viljelyn perusteet. *Silva Carelica* 30. 86 s.
- Tasanen, T. 1980. Männyn viljelyn onnistuminen eteläsuomalaisilla aurasaloilla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Konekirjoite. 53 s. + 1 liites.
- 1990. Maanmuokkauksen ja viljelytavan vaikutus männynviljelyn tulokseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361: 47-58.
- Tervo, L. 1999. Taimituotannon ja metsänuudistamisen tekniikka. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 76-84.
- Tigerstedt, A. 1922. Arboretum Mustila. Kertomus kokeista ulkomaisilla puilla ja penssailla Mustilassa vuosina 1901-1921. Report on experiments with trees and shrubs of foreign origin in Mustila 1901-1921. I. Havupuut. Conifers. *Acta Forestalia Fennica* 24(2). 231 s.
- Tigerstedt, P., Pohtila, E. & Nevala, S. 1983. Lehtikuusestako Lapin puulaji? Teoksessa: Kortesharju, J. 1983. Uutta ilmettä Lapin kasvivarojen hyväksikäyttöön. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos C 47: 47-55.
- Tikkanen, E. 1985. Aurasalueen heikkokuntoisten männyntaimien ravinnetaloudesta Pohjois-Suomessa. Abstract: Nutrient metabolism of weakened Scots pine saplings on a ploughed site in Northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 186. 23 s.

- & Raitio, H. 1984. Pohjois-Suomen aurausalueiden männyntaimien epänormaali kehitys ja oletamus sen syystä. Summary: A hypothesis on the cause of abnormal development of Scots pine saplings on ploughed sites in Northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 165. 27 s.
- Toivonen, T. 1987. Varttuneiden mätästämällä muokattujen männyntaimikoiden tila Koillis-Satakunnan yksityismetsissä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 82 s.
- Tolvanen, A. & Kubin, E. 1990. The effect of clear felling and site preparation on microclimate, soil frost and forest regeneration at elevated sites in Kuusamo. Aquilo Series Botanica 29: 77-86.
- Tuimala, A. 1993a. Lehtikuusen kasvatus Suomessa. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, Tiedonantoja 7: 77-82.
- 1993b. Lehtikuusipuun ominaisuudet ja käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 79-90.
- Turtiainen, M. 1975. Istutuspaikan valinnasta metsäaurausalueella. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 9-19.
- 1998. Establishment and management of young plantations in Finland. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 68: 91-94.
- & Valtanen, J. 1970. Metsäaurauksen vaikutus maan lämpötilaan. Metsä- ja Puu 12/1970: 10-13.
- & Valtanen, J. 1974. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 8. 16 s. + 12 s.
- Tyystjärvi, P. 1994. Tammen kasvatus. Referat: Odling av ek. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 1. 8 s.
- Uotila, A. 1985. Siemenen siirron vaikutuksesta männyn versosyöpäalttiuteen Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: On the effect of seed transfer on the susceptibility of Scots pine to *Ascolychnus abietina* in southern and central Finland. Folia Forestalia 639. 12 s.
- Uusvaara, O. & Pekkala, O. 1979. Eräiden ulkomaisten ja kotimaisten puulajien puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 96(2). 59 s.
- Valkonen, S., Rantala, S. & Sipilä, A. 1995. Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvattaminen. Sammandrag: Odling och uppdragande av ädla lövträd och klibbal. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 575. 112 s.
- Wall, A. 1993. Männyn suunnatun hajakylvön onnistuminen eri tavoin muokatulla metsämaalla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 86 s.
- & Kubin, E. 2000. Maanmuokkaustavan ja maalajin vaikutus männyn hajakylvön onnistumiseen. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 5-17.
- Valtanen, J. 1978. Tutkimustuloksia viljelymateriaalin ja viljelypaikan valinnasta metsäaurausalueella. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 17: 77-83.
- 1983. Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 63-72.
- & Enberg, M. 1987. Vuosina 1970-72 perustetun aurausalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970-72. Folia Forestalia 686. 42 s.
- , Kuusela, J., Marjakangas, A. & Huurinainen, S. 1986. Eri ajankohtina istutettujen männyn ja lehtikuusen kennonaimien alkukehitys. Summary: Initial development of

- Scots pine and Siberian larch paper-pot seedlings planted at various times. *Folia Forestalia* 649. 17 s.
- & Lehtosaari, A. 1991. Männyn uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä Siikalatvan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 388. 120 s. + 7 liites.
 - & Tasanen, T. 1996. Männyn viljelytavan valinta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 608. 88 s.
 - Vanha-Majamaa, I., Tuittila, E.-S., Tonteri, T. & Suominen, R. 1996. Seedling establishment after prescribed burning of a clear-cut and a partially cut mesic boreal forest in southern Finland. *Silva Fennica* 30(1): 31-45.
 - Varmola, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia Forestalia* 451. 21 s.
 - Vasander, H. 1988. Yield of the red raspberry, *Rubus idaeus*, after prescribed burning at Evo, southern Finland. *Acta Botanica Fennica* 136: 61-63.
 - & Lindholm, T. 1983. Tulen avulla uuteen metsään. *Natura* 2: 8-11.
 - & Lindholm, T. 1985. Fire intensities and surface temperatures during prescribed burning. Seloste: Tulen voimakkuus ja maanpinnan lämpötila kulituksen aikana. *Silva Fennica* 19(1): 1-15.
 - Weissenberg, K. von 1972. Kokemuksia Murrayn männyn viljelystä Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 3. 19 s.
 - 1988. Juurikäypäkestävyyttä taudinkestävyysjalostuksella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 319: 19-20.
 - Velling, P. 1976. Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta. Summary: The wood basic density variation of pine and spruce provenances. *Folia Forestalia* 257. 32 s.
 - 1979a. Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials. *Folia Forestalia* 379. 14 s.
 - 1979b. Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Summary: Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials. *Folia Forestalia* 416. 24 s.
 - 1980. Variation in the density of wood of different Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) origins in provenance tests. Seloste: Mänty- ja kuusialkuperien puuaineen tiheyden vaihtelusta provenienssikokeissa. *Silva Fennica* 14(1): 45-51.
 - 1982. Genetic variation in quality characteristics of Scots pine. *Silva Fennica* 16(2): 129-134.
 - 1984. Metsänjalostuksen mahdollisuudet vaikuttaa puiden tekniseen laatuun. *Metsä ja Puu* 11: 4-7.
 - 1986. Metsänjalostuksella parannetaan pysyvästi puiden ominaisuuksia. Skogsträdsförädling förbättrar trädens egenskaper varaktigt. Metsänjalostus, 4. osa. Skogsträdsförädling 4. Teollisuuden Metsäviesti 2. Skogsaktuell 2. Sivut 23-27.
 - 1987. Laatuominaisuuksien ottaminen huomioon siemenviljelyksien harventamisessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 263: 43-53.
 - & Nepveu, G. 1986. Männyn puuaineen laadun ja tuotoksen vaihtelu suomalaisessa provenienssikoesarjassa. Summary: Variation of wood quality and yield in a Finnish series of provenance trials on Scots pine. *Silva Fennica* 20(3): 211-231.
 - Venäläinen, M. 1989. Mitä jälkeläiskokeet osoittavat männyn siemenviljelysten jalostushyödyistä? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 54-66.
 - 1990. Menestyykö Kolarin ja Jämsän mäntyjen risteymä Oulujoen rannoilla? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361: 1-14.

- 1992. Pohjoisten ja eteläisten alkuperien itämistunnukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426: 19-33.
- , Annala, M-L., Kosonen, E., Rantanen, H. Tynkkynen, H. 1994. Plusmäntyjen testaustulosrekisteri ja jalostushyöty. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 497. 89 s.
- & Koponen, M. 1977. Metsää halutaan viljellä jalostetuilla siemenillä ja taimilla. Kyselytutkimuksen tulokset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 641. 42 s. + 7 liites.
- Verkasalo, E. 1993. Lehtikuusitukkien laatu Suomessa. Summary: Technical quality of larch saw logs in Finland. *Folia Forestalia* 823. 27 s.
- Viherä-Aarnio, A. 1989. Pajut jalostuksen kohteena. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 77-86.
- 1999. Hybridihaapa - 40 vuoden takaa uudeksi viljelypuuksi. Sammandrag: Hybridasp - ett nytt odlingssträd från 1950-talet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725: 13-23 ja 140-141.
- & Velling, P. 1998. Rauduskoivujälkeläistöjen kasvu ja laatu - tuoreita tuloksia rautalahdesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 69-84.
- & Velling, P. 1999. Growth and stem quality of mature birches in a combined species and progeni trial. *Silva Fennica* 33(3): 225-234.
- Viljanen, M. 1989. Avohakkuun ja maanmuokkauksen vaikutus veden ja ravinteiden kiertoon metsäekosysteemeissä. *Moniste*. 22 s.
- Villanen, H. 1987. Taimien alkukehitys mätästetyillä männyn istutusaloilla Parakanossa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Moniste*. 79 s.
- Viro, P. 1954. Maantutkijan ajatuksia kulotuksesta. *Metsälehti* n:ot 1-2. 1962.
- 1962. Forest site evaluation in Lapland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 55(9). 14 s.
- 1969. Prescribed burning in forestry. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(7). 49 p.
- 1971. Tuli metsän uudistamisessa. *Metsälehti* 3/1971.
- 1974. Effects of forest fire on soil. Teoksessa: Kozlowski, T. & Ahlgren, C. (eds.) 1974. *Fire and ecosystems*. Academic Press, New York. Sivut 1-45.
- Voss-Lagerlund, K. 1976. Effects of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(7). 36 s.
- Vuokila, Y. 1960. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On the development of Siberian Larch stands and their importance to forestry in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(5). 111 s.
- 1977. Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä. Abstract: On the growth capacity of aspen stands on good sites. *Folia Forestalia* 299. 11 s.
- Väyrynen, E. 1974. Metsäaurauksen vaikutus metson ja teeren pesiin hakkuualueilla. RKTL, riistantutkimusosasto. Tiedonantoja 2: 9-10.
- Yli-Vakkuri, P. 1956. Metsänviljely. Teoksessa: Jalava, M., Heiskanen, V., Lihtonen, V. & Sippola, H. 1956. *Metsäkäsikirja* 1: 565-578.
- 1958. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Referat: Untersuchungen über das Absengen als waldbauliche Massnahme auf entwässerten Torfböden. *Acta Forestalia Fennica* 67(4). 33 s.
- 1960. Siementen tuhoutumisesta kulotetuilla alueilla. Summary: On the destruction of seed on forest burns. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 77(12): 451-452.

- 1961a. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. *Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta Forestalia Fennica* 74(1). 51 s.
- 1961b. Tutkimuksia männyn kylvöalojen metsittymisvaiheesta. Summary: Studies on the development of young sown pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 74(3). 47 s.
- & Räsänen, P. 1971. Siementen peittämisen ja kylvökohdan polkaisun vaikutus männyn ruutukylvön tulokseen. Summary: The influence of covering and of tramping the seeds into the soil on the success of spot sowing of pine. *Silva Fennica* 5(1): 1-10.

422 viitettä

4.5 Peltöjen ja suopohjien metsitys

Avosoiden metsitys ja siihen liittyvä tutkimus- ja koetoiminta oli vilkkainta 1950-luvulta 1970-luvulle. Vuotuiset metsitysalat lienevät olleet suurimmat 1960-luvun loppupuolella. Kaudella 1970-1982 metsitysala vaihteli vajaasta viidestätuhannesta yli kymmeneentuhanteen hehtaariin vuodessa (ks. Uusitalo 1984, s. 96). Nyt toiminta on vähäistä mm. muuttuneen tukipolitiikan ja mielipideilmaston sekä rajoitusten vuoksi. Avosoiden metsitystä ei tässä raportissa käsitellä. Ongelmakenttään voi tutustua esim. Heikuraisen ym. (1966), Kauniston (1972, 1977, 1978 ja 1982b), Paavilaisen (1965), Päiväsen (1974) ja Seppälän (1971) tutkimusten kautta. Varsinainen peltöjen metsitys alkoi 1960-luvun lopulla. Toiminta oli vilkkainta 1970- ja 1990-lukujen alkuvuosina, jolloin peltöjä metsitettiin enimmillään 13 400 ja 17 700 ha vuodessa. Vuosina 1995-99 metsitysala oli keskimäärin yli 7000 ha vuodessa (Sevola 2000, s. 123). Turvetuotannosta vapautuvien suopohjien metsitys on lisääntymässä. Vuonna 1997 turvetuotannossa oli noin 50 000 hehtaaria ja suopohjia oli tuolloin jo 7000-7500 ha (ks. Aro ym. 1997, s. 6). Uusia suopohjia on arvioitu syntyvän parituhatta hehtaaria vuodessa (Selin 1996).

Peltöjen ja suopohjien metsitysaluilla voidaan harjoittaa lyhyeen kiertoaikaan, lannoitukseen ja konetyöhön perustuvaa vesametsätaloutta ainakin jonkin aikaa. Ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen uusi kasvusto syntyy hyvin juuri- ja kanto-vesoista. Vesametsätaloudella saattaa olla ravinnetaloutta tasapainottavia vaikutuksia ongelmallisilla kasvupaikoilla. Vaihtaminen tavanomaiseen puuntuotantoon on mahdollista lyhyellä siirtymisajalla. - Tässä raportissa vesametsätaloutta ei käsitellä. Jonkinlaisen käsityksen asiasta saa jo Hytösen (1988), Leikolan (1976b), Lumpeen ja Törmälän (1988) sekä Pohjosen (1980 ja 1995) artikkeleiden pohjalta. Asiaa voi perehtyä syvemmin mm. Hytösen (1996), Lumpeen ja Kiukaanniemen (1987), Lumpeen ym. (1984), Pohjosen (1991), Tahvanaisen (1995) sekä Tahvanaisen ja Rytkösen (1997) tutkimusjulkaisuista. Alan tutkimuksen painopiste on ravinnetaloudessa (esim. Hytönen 1986 ja 1987, Lehtonen ja Tikkanen 1986 sekä Saarsalmi ym. 1992).

4.5.1 Pellonmetsitys

Maassamme arvioidaan olevan ylimääräistä peltoalaa noin 0,5 milj. ha (Hytönen 1997). Euroopan unionin jäsenmaana Suomella on kansallinen peltöjen metsitysohjelma (Ohjelma... 1995). Metsitystä edistetään maksamalla yksityisille maanomista-

jille korvausta maataloustulon menetyksestä ja tukea metsityskustannuksiin. Tukiehdot ovat kestävänsä metsätalouden rahoituslain (Laki... 1996) mukaiset. Tukea pellonmetsitykseen on saatavilla myös EU:n rakennerahastojen kautta (ks. Enroth 1994 sekä Kuhmonen ja Nerg 1995). Metsityksen kannattavuutta ovat tutkineet mm. Aarnio ja Rantala (1994, 1995 ja 1999) sekä Niskanen (1999). Tukien vaikutus liiketaloudelliseen kannattavuuteen on merkittävä.

Suomessa on metsitetty tähän mennessä vajaa neljännesmiljoona peltohehtaaria. Lisäksi luontaisesti metsittyneeksi peltoalaksi arvioidaan yli satatuhatta hehtaaria. Metsitysalttiuteen vaikuttavia tekijöitä ovat tutkineet Mustonen (1990), Petäjäistö ym. (1993), Petäjäistö ja Selby (1994) ja Selby (1991). Petäjäistö ym. (1994) ovat tutkineet maa- ja metsätalouden neuvojen mielipiteitä koskien metsitystä maatalouden ylituotannon ratkaisukeinona. - Asian merkitystä sen enempiä pohtimatta todettakoon vain, että uutta peltoa on raivattu melkein saman verran kuin vanhaa on metsitetty.

Peltoheitot metsittyvät luontaisesti hitaasti ja tuloksena on yleensä vajaatuotoinen metsikkö. Pellon metsittyminen hieskoivulle on mahdollinen suotuisissa oloissa. Hytösen (1997) mukaan onnistuminen edellyttää hyvää muokkausta, runsasta siemennystä ja pintakasvillisuuden tehokasta torjuntaa. Viljelytuloksen avaintekijöitä ovat pellon ravinnetalous, puulajivalinta, maanmuokkaus ja vesitalouden järjestely sekä pintakasvillisuuden torjunta. Pellonmetsityksestä on ilmestynyt hyvää opasmateriaalia 1990-luvulla (Ahtiainen ym. 1992, Hynönen ja Hytönen 1998 sekä Hytönen ja Polet 1995, ks. myös Ferm ja Polet 1991 sekä Pispä 1994). Lähinnä asian ajankohtaisuutta (EU) kuvanee se, että Hynösen ja Hytösen oppaan (1998) ensimmäinen painos oli ilmestynyt vain vuotta aikaisemmin.

Pelloilla on paljon pääravinteita, mutta ravinnetasapaino on monesti epäkunnossa. Varsinkin soilla ongelmana usein on kaliumin ja/tai boorin vähyys. Booripuutoksesta aiheutuvaa taimien kasvuhäiriötä esiintyy myös kangasmaapelloilla. Maa-analyysi on suotavaa ja tarvittaessa on syytä tehdä metsityslannoitus. Puulajivalinta riippuu paljon siitä, onko pelto alunperin ollut kangasta vai suota. Niukkaravinteisia ja hallanarkoja kohteita lukuun ottamatta kuusi menestyy sekä kankailla että soilla. Hieskoivua voidaan viljellä soilla. Rauduskoivua ei tulisi viljellä soille eikä liian hienojakoisille kankailla. Mänty menestyy paremmin kankailla kuin soilla. Laatuun kasvatuksen kannalta pellot yleensä ovat liian reheviä männyn kasvatukseen. Lehtikuusi sopii hyvin kivennäismailla ja mustakuusi soille. Myös jalot lehtipuut ja tervaleppä ovat harkitsemisen arvoisia puulajeja etelän viljavilla pelloilla (ks. Valtonen ym. 1995).

Maanmuokkaus on pellonmetsitysalloilla välttämätön, kasvupaikkatekijöitä parantava ja pintakasvillisuuden kilpailua rajoittava toimenpide. Liian syvää muokkausta on vältettävä sekä kankailla että soilla, sillä peltojen pintakerroksen alla on taimien kasvulle epäedullisia aineksia. Soilla ja alavilla hienojakoisilla kankailla on kiinnitettävä huomiota vesitalouden kuntoon. Ojitusmätästys on sovelias menetelmä veden vaivaamilla metsitysalloilla. Pintakasvillisuuden kilpailun vuoksi pelloilla tulisi käyttää suurikokoisia avojuurisista taimia. Tarvittaessa tehdään vielä rikkakasvien mekaaninen tai kemiallinen torjunta. Suuremman tuhoriskin vuoksi peltojen metsityksessä suositellaan suurempia viljelytiheyksiä kuin metsämaiden tavallisessa viljelyssä.

Kangasmaapeltojen metsitystulos on samaa tasoa kuin tavallisessa metsämaan viljelyssä. Suopelloilla menestys on ollut huonompi kuin kankailla. Tulosta ja siihen vaikuttavia seikkoja on tarkasteltu lukuisissa tutkimuksissa ja artikkeleissa, joista esimerkkeinä tässä mainittakoon: Ferm ym. 1993 ja 1994, Hynönen 1992,

1997 ja 2000, Hynönen ja Saksa 1997a ja b, Hytönen 1991, 1995a ja b, 1998 ja 1999, Hytönen ja Lilja 1995, Kinnunen 1995, Kinnunen ja Aro 1996, Kolström ja Nuutinen 1995, Leikola 1976a, Leikola ja Raulo 1973 sekä 1976, Paavilainen 1970 ja 1977, Rossi ym. 1993, Saramäki ym. 1991, Torpo 1991, Valkonen 1992 ja Valtanen 1991. Muita pellonmetsitykseen liittyviä julkaisuja mainittakoon vielä: Hytönen ja Pietiläinen 1995, Kalela 1961, Karhunen ja Kaunisto 1995, Numminen 1970, Selby 1975 ja 1980, Sihvola ym. 1998 ja Wall 1995a ja b sekä 1998.

4.5.2 Suopohjien metsitys

Suopohjien vesitalous on niiden käytön kannalta ratkaiseva tekijä. Ellei peruskuivaus onnistu kohtuullisin kustannuksin, alue voidaan jättää soistumaan tai vesittää (Kaunisto ja Aro 1997). Soistumista voidaan jouduttaa ennallistamistoimenpitein (Vasander ja Roderfeld 1996). Vesialtaiden muodostaminen notkelmiin lisää luonnon monimuotoisuutta ja on samalla myös riistanhoitoa (Vikberg 1996). Osa suopohjista soveltuu maatalouskäyttöön (Virkajärvi ja Huhta 1996) sekä mm. yrttien ja mausteiden kasvatukseen (Selin 1996). Pääosa suopohjista kuitenkin joko metsitetään tai metsittyy luontaisesti (ks. Kaunisto 1980, 1982a ja 1985b, Kaunisto ja Aro 1996 sekä Saarinen 1988b). Alla oleva lyhyt selostus perustuu pitkälle tietoihin, jotka on esitetty tämän alaluvun lopussa mainituissa lähteissä.

Suopohjan turvekerroksen paksuus vaihtelee paljon. Turve on pitkälle maatunutta ja läpäisee vettä huonosti. Turpeessa on paljon typpeä, mutta kaliumia ja fosforia on yleensä liian vähän. Kaliumin ja fosforin määrä turpeessa riippuu alla olevan mineraalimaan ravinneominaisuuksista ja turpeen paksuudesta. Mineraalimaan raekoostumus vaikuttaa kasvualustan vesitalouteen, joka riippuu osaltaan myös turvepinnan muodoista. Kaikesta edellä kerrotusta seuraa, että suopohjan kasvupaikkatekijöissä on pienipiirteistä spatiaalista vaihtelua, mikä voi näkyä myös metsittämistuloksen laikkutaisuutena. Vesitalouden vuoksi suopohja olisi muotoiltava mahdollisimman tasaiseksi turvetuotannon loppuvaiheessa. Alue ojitetaan uudestaan tekemällä tavallista syvemmät valtaojat, usein erisuuntaisesti kuin vanha ojasto. Sarkaojat vedetään noin 40 metrin välein. Jos turvetta on alle 30 cm ja pohjamaassa on riittävästi ravinteita, muokkaus korvaa metsityslannoituksen. Paksuturpeisilla suopohjilla voidaan käyttää ojitusmätästystä, varoen kuitenkin pintavesien liikkumista haittaavien mättäiden tekemistä. Tarvittaessa tehdään laikkulannoitus kylvämällä viljelykohdan ympärille (10-20 cm) 30-40 grammaa Metsän PK-lannoitetta. Jatkolannoituksessa noin viiden vuoden kuluttua annetaan suuremmat annokset laajemmalle alalle. Koivun luontaisessa uudistamisessa ja hajakylvössä koko alueelle kylvetään PK-lannoitetta 500 kg/ha metsitys- ja jatkolannoituksen yhteydessä.

Mänty ja koivu kasvavat suopohjilla hyvin, jos vesi- ja ravinnetalous ovat kunnossa. Männyn tekninen laatu kehittyy huonoksi turpeen suuren typpipitoisuuden vuoksi. Koivulle tyyppi on hyväksi, sen alkukehitys on nopea ja se uudistuu hyvin luontaisesti. Koivulajista (hies vs. raudus) ja kasvatusmallista riippuen on mahdollista tuottaa joko lyhyessä ajassa paljon puubiomassaa tai kasvattaa kuitu- ja/tai tukkipuuta. Suopohjalla hyvissä olosuhteissa rauduskoivu tuottaa vähintään yhtä hyvin kuin mustikkatyyppin kankaalla. Pajut (varsinainen vesametsätalous) ovat hyvin hallanarkoja ja niiden tuotto ei vastaa tuotantokustannuksia. Ravinnetalouden osalta kuusi sopinee suopohjille, mutta sen viljely yleensä edellyttää verhopuuston käyttöä. Eräs ratkaisu voisi olla sellainen, että kuusta istutetaan koivun alle ja koivuylispuut poistetaan, kun kuuset ovat kasvaneet hallarajan yli. Koivut uudistuvat luontaisesti

hyvin, jos kasvupaikkatekijät ovat kunnossa ja siemennys on riittävä. Koivun haja-
kylvö ja männyn hajaruu-tukylvö onnistuvat parhaiten lannoitetulla turvepinnalla.
Männyn kylvötiheyssuositus on 5000 kylvökohtaa hehtaarilla. Sekä paljasjuuri- että
paakkutaimet ovat käyttökelpoisia istutettaessa mäntyä tai koivua. Roustevahinkojen
välttämiseksi paperi on poistettava paakun ympäriltä istutuksen yhteydessä.

Suopohjien metsityksestä ei varsinaisia oppaita tai oppikirjoja ole, perusteita
ja tuloksia selvittäviä hyviä tutkimusjulkaisuja kylläkin. Niistä mainittakoon esim.
Aron ja Kauniston (1995), Aron ym. (1997), Kauniston (1985a ja 1987) ja Saarisen
(1993) julkaisut (ks. myös Aro 1995 sekä Kaunisto 1979, 1981 ja 1984). Tutkimuk-
siin perustuvia ohjeita ovat laatineet mm. Aro ja Kaunisto (1994), Kaunisto ja Aro
(1997) sekä Mikola (1975). Ravinnetalous on suopohjilla ainakin yhtä ongelmallinen
asia kuin metsitettävillä pelloilla. Ravinnetalouden osalta viittaa Aron (1994 ja
1998), Aron ja Kauniston (1996), Heikkilän (1986), Kauniston ja Viinamäen (1991)
sekä Lumpeen (1988) artikkeleihin. Suopohjien metsittämiseen liittyen mainittakoon
vielä Fermin ja Kauniston (1983), Kauniston (1986), Kauniston ja Saarisen (1989)
sekä Saarisen (1988a) julkaisut (ks. myös Hyppönen ym. 2001, s.18).

Keskeiset hakusanat: agr, tur, prd, mkm, aff, kpl, ala, rav, hyd, puu, mak, ksv, kil,
tor, tai, keh ja tin

Muita hakusanoja: cop, mek, lii, kan, tal, int ja ing

Alaluvussa 4.5 mainitut lähteet:

- Aarnio, J. & Rantala, T. 1994. Peltöjen metsänistutuksen yksityistaloudellinen kan-
nattavuus. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1994(1): 3-17.
- & Rantala, T. 1995. Pellonmetsityksen yksityistaloudellinen kannattavuus. Met-
säntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 222-235.
- & Rantala, T. 1999. Peltöjen luontaisen metsityksen yksityistaloudellinen kannat-
tavuus. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/1999: 25-37.
- Ahtiainen, A., Kostamo, J., Leppänen, T. & Sampakoski, P. 1992. Pellonmetsittäjän
opas. Taimi-Tapio Oy. 47 s.
- Aro, L. 1994. Lannoitusvaikutuksen kesto suonpohja-alueilla. Metsäntutkimuslai-
toksen tiedonantoja 495: 15-26.
- 1995. Nuorten mäntyjen kehitys suonpohja-alueilla. Ennakkotuloksia. Metsäntut-
kimuslaitoksen tiedonantoja 538: 23-35.
- 1998. Suopohjien metsityksen ravinnetaloudellisia näkökohtia. Metsäntutkimus-
laitoksen tiedonantoja 674: 71-77.
- & Kaunisto, S. 1994. Suopohjien metsitys. Tapion Taskukirja. 22. Painos. Sivut
229-235.
- & Kaunisto, S. 1995. Kestävän kehityksen mukainen turvetuotantoalueen jälki-
käyttö. Metsitystutkimukset 1993-95. Loppuraportti. Metsäntutkimuslaitos, Par-
kanon tutkimusasema. 13 s. + liitteet.
- & Kaunisto, S. 1996. Tuhkalannoitus eräillä suopohjien metsityskokeilla. Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 31-41.
- , Kaunisto, S. & Saarinen, M. 1997. Suopohjien metsitys. Hankeraportti 1986-
1995. Summary: Afforestation of peat cutaway areas. Project report in 1986-1995.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 634. 51 s.
- Enroth, R-R. 1994. Euroopan unionin tuet metsätaloudelle. Metsäntutkimuslai-
toksen tiedonantoja 516: 38-41.

- Ferm, A., Hytönen, J., Koski, K., Vihanta, S. & Kohal, O. 1993. Peltojen metsitysmenetelmät. Kenttäkokeiden esittely ja metsitysten kehitys kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 463. 127 s.
- , Hytönen, J., Lilja, S. & Jylhä, P. 1994. Effects of weed control on the early growth of *Betula pendula* seedlings established on an agricultural land. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(4): 347-359.
- & Kaunisto, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö. *Folia Forestalia* 558. 32 s.
- & Polet, K. (toim.) 1991. Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. Developing methods for afforestation of fields. Interim report. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391. 120 s.
- Heikkilä, R. 1986. Turpeen tuhka turvetuotannosta vapautuneen suonpohjan kalkitusaineena. Abstract: Peat ash as a soil improvement agent for cut-away peatland no longer used for peat production. *Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja* 90: 13-21.
- Heikurainen, L., Päivänen, J. & Seppälä, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. *Silva Fennica* 119. 21 s.
- Hynönen, T. 1992. Maan ominaisuuksien vaikutus turvemaapeltojen metsittämiseen. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Lisensiaattitutkielma. 181 s.
- 1997. Turvemaapeltojen metsitystulos Pohjois-Savossa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1997(2): 181-199.
- 2000. Pellonmetsitysten onnistuminen Itä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 765. 90 s. + 4 liitejulkaisua (19, 16, 22 ja 18 s.).
- & Hytönen, J. 1998. Pellosta metsäksi. Pihlaja-sarja nro 1. 2. painos. Metsälehti Kustannus, Metsäntutkimuslaitos. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 152 s.
- & Saksa, T. 1997a. 1970- ja 1980-luvuilla tehtyjen pellonmetsitysten onnistuminen Pohjois-Karjalassa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1997(4): 455-476.
- & Saksa, T. 1997b. Metsitystulos Pohjois-Savon kivennäismaapelloilla. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1997(2): 165-180.
- Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuositukset. Kirjanen. Kajaanin Kirjapaino Oy. 60 s.
- Hytönen, J. 1986. Fosforilannoittelajin vaikutus vesipajun biomassatuotokseen ja ravinteiden käyttöön turpeennostosta vapautuneella suolla. Summary: Effect of some phosphorus fertilizers on the biomass production and nutrient uptake of *Salix 'Aquatica'* in a peat cut-away area. *Folia Forestalia* 653. 21 s.
- 1987. Lannoituksen vaikutus koripajun ravinnetilaan ja tuotokseen kahdella suonpohja-alueella. Summary: Effect of fertilization on the nutrient status and dry mass production of *Salix viminalis* on two peat cut-away areas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 245. 31 s.
- 1988. Lyhytkiertoviljely. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 143-147.
- 1991. Peltojen metsityksen tuloksia Keski-Pohjanmaalta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 394: 18-30.
- 1995a. Kylvö ja luontainen uudistaminen pellonmetsityksessä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 24-35.
- 1995b. Taimien alkukehitys pellonmetsitysaluilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 12-23.

- 1996. Biomass production and nutrition of short-rotation plantations. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 586. 61 s. + 9 liitejulkaisua (11, 9, 9, 14, 16, 21, 20, 13 ja 10 s.).
- 1997. Peltojen metsitys. Tapion Taskukirja. 23. painos. Sivut 270-279.
- 1998. Rauduskoivun alkukehitys pellonmetsitysalloilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 37-46.
- 1999. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 4/1999: 697-710.
- & Lilja, S. 1995. Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus taimien ensikehitykseen pellonmetsitysalloilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 63-73.
- & Pietiläinen, P. 1995. Turvepeltojen lannoitus ravinne-epätasapainon korjaamiseksi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 149-164.
- & Polet, K. (toim.) 1995. Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581. 242 s.
- Kalela, E. 1961. Über die natürliche Bewaldung der Kulturböden im sog. Porkkala-Pachtgebiet. Selostus: Viljelysmaiden luontaisesta metsittymisestä ns. Porkkalan vuokra-alueella. Acta Forestalia Fennica 74(2). 83 s.
- Karhunen, P. & Kaunisto, S. 1995. Muokkauksen vaikutus männyn istutustaimien juuriston kehittymiseen suopellolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 165-174.
- Kaunisto, S. 1972. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä. Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. Folia Forestalia 139. 11 s.
- 1977. Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimien kehitykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs. Folia Forestalia 317. 31 s.
- 1978. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus istutustaimien kehitykseen avosoilla, välituloksia. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7. Artikkelit, 12 s.
- 1979. Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suopohjan metsityksestä. Summary: Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas. Folia Forestalia 404. 14 s.
- 1980. Turpeentuotantoalueiden suopohjien käyttömahdollisuuksista puubiomasen tuottamiseen. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9.5. 11 s.
- 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suopohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. Suo 32(3): 53-60.
- 1982a. Afforestation of peat cut-away areas in Finland. Proc. Int. Symp. IPS commissions IV and II, Minsk. Sivut 144-153.
- 1982b. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosoilla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 109. 56 s.
- 1984. Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männyntaimien kehityksestä suopohjan turpeella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 144. 15 s.

- (toim.) 1985a. Metsityskokeet Kihniön aitonevalla. Afforestation experiments at Aitoneva, Kihniö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 177. 53 s.
- 1985b. Suonpohjien metsätaloudellinen käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184: 4-8.
- 1986. Peatlands before and after harvesting. In: Socio-economic impacts of the utilization of peatlands in industry and forestry. Proc. IPS Symp. Oulu, Finland, June 9-13 1986. Sivut 241-246.
- 1987. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutus- taimien kasvuun suonpohjilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the development of Scots pine and silver birch plantations on peat cutover areas. Folia Forestalia 681. 23 s.
- & Aro, L. 1996. Forestry use of cut-away peatlands. In: Vasander, H. (ed.) 1996. Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki. Pp. 130-134.
- & Aro, L. 1997. Suonpohjien metsitys. Tapion Taskukirja. 23. painos. Sivut 280-283.
- & Saarinen, M. 1989. Turvekäytössä olevien alueiden loppuvuosien kuivatus- ja turvetuotanto-ongelmat sekä alueiden jälkikäyttö energiapuun tuotantoon ja metsätalouteen. Projekti 98/881/85 KTM. Alueiden jälkikäyttöä koskevan osan lop- puraportti. 23 s.
- & Viinamäki, T. 1991. Lannoituksen ja leppäsekoituksen vaikutus mänty-taimikon kehitykseen ja suonpohjaturpeen ominaisuuksiin Aitonevalla. Summary: Effect of fertilization and alder (*Alnus incana*) mixture on the development of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) trees and the peat properties in a cutover area at Aitoneva, southern Finland. Suo 42(1): 1-12.
- Kinnunen, K. 1995. Käytännön pellonmetsitysten onnistuminen ja tuotos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 53-62.
- & Aro, L. 1996. Vanhojen pellonmetsitysten tila Länsi-Suomessa. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1996(2): 101-111.
- Kolström, T. & Nuutinen, J. 1995. Pintakasvillisuuden määrän vaikutus maan kos- teus- ja lämpöoloihin sekä koivuntaimien kehitykseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 74-87.
- Kuhmonen, T. & Nerg, J. 1995. Pellonmetsitystuki osana EU:n metsäpoliittisia toi- menpiteitä ja tuen soveltaminen Suomessa. Suomen aluetutkimus - Finnish Regional Research FAR. Selvityksiä 5. 54 s.
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta. 1996. Annettu 12.12.1996. Suomen sää- döskokoelma. N:o 1094.
- Lehtonen, E-M. & Tikkanen, E. 1986. Turvetuhkan vaikutus maahan sekä vesipajun (*Salix cv. aquatica*) ravinnetalouteen ja kasvuun turpeentuotannosta vapautuneella suolla. Summary: Effect of peat ash on soil properties and growth of willow (*Salix cv. aquatica*) at an abandoned peat production area. Oulun yliopisto, Poh- jois-Suomen tutkimuslaitos. C 69. 99 s.
- Leikola, M. 1976a. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsi- tyksissä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 88(3). 101 s.
- 1976b. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. Metsäntutki- muslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 15. 20 s.
- & Raulo, J. 1973. Pellolle istutettujen männyn, kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonan- toja 8. 24 s.

- & Raulo, J. 1976. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koese-
man tiedonantoja 18. 10 s.
- Lumme, I. 1988. Early effects of peat ash on growth and mineral nutrition of the
silver birch (*Betula pendula*) on a mined peatland. Seloste: Turvetuhkan alkuvai-
kutuksista rauduskoivun kasvuun ja ravinnetalouteen turvetuotannosta poistuneel-
la suolla. *Silva Fennica* 22(2): 99-112.
- & Kiukaanniemi, E. 1987. Nopeakasvuisten pajujen (*Salix* spp.) lyhytkierto-
viljelystä ja rauduskoivun (*Betula pendula*) viljelystä turvetuotannosta poistuneel-
la suolla Limingan Hirvinevalla. Abstract: Short-rotation cultivation of fast-
growing willows and plantations of *Betula pendula* Roth on Hirvineva, a mire
formerly used for peat production, in Liminka, Finland. Oulun yliopisto, Pohjois-
Suomen tutkimuslaitos. C77. 48 s.
- , Tikkanen, E., Huusko, A. & Kiukaanniemi, E. 1984. Pajujen lyhytkiertoviljelyn
biologiasta ja viljelyn kannattavuudesta turpeentuotannosta poistuneella suolla
Limmingan Hirvinevalla. Summary: On the biology and economical profitability of
willow biomass production on an abandoned peat production area. Oulun yliopis-
to, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. C54. 79 s.
- & Törmälä, T. 1988. Selection of fast-growing willow (*Salix* spp.) clones for
short-rotation forestry on mined peatlands in northern Finland. *Silva Fennica*
22(1): 67-88.
- Mikola, P. 1975. Turvetuotannosta vapautuvan maan metsittäminen. Summary:
Afforestation of bogs after industrial exploitation of peat. *Silva Fennica* 9(2): 101-
115.
- Mustonen, M. 1990. Pellon metsittämiseen vaikuttavat tekijät. Metsäntutkimus-
laitoksen tiedonantoja 365. 70 s.
- Niskanen, A. 1999. The financial and economic profitability of field afforestation in
Finland. *Silva Fennica* 33(2): 145-157.
- Numminen, J. 1970. Pellonvaraussopimusten alaisten peltojen metsitys. Summary:
Afforestation of agricultural land under soil bank contracts. *Silva Fennica* 4(4):
245-261.
- Ohjelma maatalouden metsätoimenpiteiksi. 1995. Neuvoston asetuksen (ETY)
2080/92 mukainen ohjelma pellonmetsityksestä ja metsänparannustoista. Maa- ja
metsätalousministeriö. 15 s.
- Paavilainen, E. 1965. Tuloksia männyn istutus- ja kylvökokeesta rahkanevalla.
Summary: Results of pine planting and sowing experiment on open *Sphagnum*
fuscum swamp. *Folia Forestalia* 12. 9 s.
- 1970. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results of
the afforestation of swampy fields. *Folia Forestalia* 77. 24 s.
- 1977. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Abstract: Planting of Scots pine
in afforestation of abandoned swampy fields. *Folia Forestalia* 326. 27 s.
- Petäjäistö, L., Mustonen, M. & Selby, A. 1993. Metsittääkö vai ei? Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja 448. 32 s. + 5 liites.
- & Selby, A. 1994. Pellonmetsitysalttiuteen vaikuttavat käyttäytymis- ja arvoteki-
jät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 487. 41 s. + 9 liites.
- , Selby, A. & Mustonen, M. 1994. Maa- ja metsätalouden neuvojien mielipiteitä
ylituotanto-ongelmien ratkaisukeinoista: erityistapauksena pellonmetsitys. Met-
säntutkimuslaitoksen tiedonantoja 506. 34 s.
- Pispa, T. 1994. Luontainen pellonmetsitys. Helsingin yliopisto, metsäekologian lai-
tos. Moniste. 64 s.

- Pohjonen, V. 1980. Energiapajujen viljelystä vanhoilla turvetuotantoalueilla. Summary: On the energy willow farming on the old peat industry areas. *Suo* 31(1): 7-9.
- 1991. Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland. Tiivistelmä: Biomassan viljelyyn sopivien pajulajien ja -kloonien valinta Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 221. 58 s.
 - 1995. Puun lyhytkiertoviljely pelloilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 180-211.
- Päivänen, J. 1974. Sarkaleveyden ja naveroinnin vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyntaimiston kehitykseen lyhytkortisella nevala. Summary: The effect of ditch spacing and furrowing on the depth of the ground water table and on the development of a Scots pine plantation on small-sedge bog. *Silva Fennica* 8(4): 215-224.
- Rossi, S., Varmola, M. & Hyppönen, M. 1993. Pellonmetsitysten onnistuminen Lapissa. Abstract: Success of afforestation of old fields in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 807. 23 s.
- Saari, M. 1988a. Suonpohjien metsitystutkimukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 300: 10-14.
- 1988b. Turvetuotantoalueiden suonpohjien käyttö metsätaloudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 148-155.
 - 1993. Männyn ja koivun viljely turvetuotannosta poistetuilla suonpohjilla. Afforestation of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) on cut-over peatlands. MML-tutkinon sivuainetutkielma metsänhoitotieteissä. 57 s. + 7 liites.
- Saarsalmi, A., Palmgren, K. & Levula, T. 1992. Harmaalepän ja rauduskoivun biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö energiapuuvielmällä. Summary: Biomass production and nutrient consumption of *Alnus incana* and *Betula pendula* in energy forestry. *Folia Forestalia* 797. 29 s.
- Saramäki, J., Ferm, A. & Valkonen, S. 1991. Ennakkotuloksia pelloille viljeltyjen raudus- ja hieskoivujen kasvusta sekametsinä. Abstract: Preliminary results on the growth of planted mixture of *Betula pendula* and *Betula pubescens* on former agricultural fields. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 49-54.
- Selby, A. 1975. Afforestation of fields in Finland: Agricultural background and recent achievements. Seloste: Peltojen metsitys Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 82(4). 53 s.
- 1980. Field afforestation in Finland and its regional variations. Tiivistelmä: Peltojen metsittämisen alueellinen vaihtelu Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(1). 126 s.
 - 1991. Sosioekonomiset tekijät ja peltojen metsittäminen. Abstract: Socio-economic aspects of field afforestation in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 108-115.
- Selin, P. 1996. Many uses for peatland cut-away areas. In: Vasander, H. (ed.) 1996. Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki. Pp. 128-129.
- Seppälä, K. 1971. Metsityslannoituksessa käytetyn lannoitemäärän ja levitystavan merkitys istutustaimiston alkukehitykselle ojitetuilla avosoilla. Summary: On the quantity of fertilizer and application methods used in afforestation of open bogs. *Silva Fennica* 5(2): 61-69.
- Sevola, Y. (toim.) 2000. Metsätalastollinen vuosikirja 2000. Skogsstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Metsäntutkimuslaitos. SVT maa-, metsä- ja kalatalous 2000:14. 366 s.

- Sihvola, S., Kola, J. & Hyttinen, P. 1998. Political economy of farm forestry in Finland. *European Forest Institute, EFI Proceedings* 22: 397-405.
- Tahvanainen, L. 1995. Pajun viljelyn perusteet. *Silva Carelica* 30. 86 s.
- & Rytönen, V-M. 1997. Energiapajun viljely ja sen kannattavuus peltomailla. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 58. 62 s.
- Torpo, J. 1991. Peltojen metsittämismenetelmät 20 vuotta vanhojen kokeiden valossa. Abstract: Field afforestation methods in the light of 20-year-old experiments. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 391: 39-48.
- Uusitalo, M. (toim.) 1984. Metsätilastollinen vuosikirja 1983. *Skogsstatistisk årsbok. Yearbook of forest statistics. Suomen Virallinen Tilasto XVII A:15. Folia Forestalia* 590. 224 s.
- Valkonen, S. 1992. Pellolle v. 1971 viljeltyjen raudus- ja hieskoivusekametsiköiden kehitys ja tuotos. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Metsänhoitotieteen syventävien opintojen tutkielma*. 41 s.
- , Rantala, S. & Sipilä, A. 1995. Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvataminen. Sammandrag: Odling och uppdragande av ädla lövträd och klibbal. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 575. 112 s.
- Wall, A. 1995a. Maatalouskäytön aikaisen kivennäismaalisäyksen vaikutus metsitettyjen turvepeltojen ravinnemääriin Keski-Pohjanmaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 570: 40-45.
- 1995b. Metsitetyn peltomaan fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet sekä niiden vaikutus puuston kasvuedellytyksiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 581: 133-148.
- 1998. Peltomaan muutos metsämaaksi - metsitettyjen peltojen maan ominaisuudet, kasvillisuuden kehitys ja lajimäärä. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1998(3): 443-450.
- Valtanen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 381. 52 s. + 3 liites.
- Vasander, H. & Roderfeld, H. 1996. Restoration of peatlands after peat harvesting. In: Vasander, H. (ed.) 1996. *Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki*. Pp. 143-147.
- Vikberg, P. 1996. Converting cut-away peatlands for game management purposes. In: Vasander, H. (ed.) 1996. *Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki*. Pp. 138-142.
- Virkajärvi, P. & Huhta, H. 1996. Agricultural use of cut-away peatlands. In: Vasander, H. (ed.) 1996. *Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki*. Pp. 135-137.

113 viitettä

4.6 Taimitaudit ja -tuhot sekä niiden torjunta

Luontaista uudistamista käytettäessä puunkorjuu ja maankäsittely aiheuttavat abioottisia taimituhoja. Päälyspuiden tuulen- ja lumenkaadot vahingoittavat taimia suoraan ja taimia vaurioituu kaatopuiden korjuun yhteydessä. Keinollisessa uudistamisessa puunkorjuuvaurioita syntyy lähinnä vain verhopuuston poiston yhteydessä. Korjuuvauriot ovat mahdollisia myös energiapuuta talteen otettaessa taimikonhoidon yhteydessä. Muita abioottisia tuhoja taimille aiheuttavat mm. halla ja pakkanen, kui-

vuus, kasvillisuuden kilpailu, lumi, kulo ja ravinne-epätasapaino. Bioottisten taimituhojen pääryhmät ovat sienituhot, hyönteistuhot, myyrä- ja jänistuhot sekä hirvituhot. Porot riipivät varsinkin lehtipuiden taimia kesällä ja vahingoittavat lähinnä männyntaimia sarvilla syksyllä ja koparoilla talvella. Porojen aiheuttamat tuhot ovat rinnastettavissa lähinnä myyrä- ja jänistuhoihin.

Hyvin usein taimen tila on monen tuhonaiheuttajan tulos, vaikka käytännössä huomio kiinnittyy yleensä uusimpaan ja/tai vakavimpaan tekijään. Yleiskunnon heikentyminen syystä tai toisesta lisää puun alttiutta muille tuhoille, jotka voivat lopulta tuhota taimen. Keinollisessa uudistamisessa tuhoprosessin alunperin käynnistänyt tekijä voi löytyä jo viljelyä edeltävältä ajalta, joskus jopa taimitarhalta saakka. Viljelymateriaalin oikea alkuperä ja hyvä laatu vielä viljelyhetkellä ovat taimitautien ja -tuhojen torjunnan yksi kulmakivi. - Taimikossa yleensä esiintyy eri tuhoja samanaikaisesti, joista tuhoprosessin eteneminen on asiantuntijan pääteltävissä (ks. esim. Norokorpi 1972a).

Metsätuhoja käsitellään jossain määrin kaikissa laajemmissa metsänhoidon oppi- ja käsikirjoissa. Varsinaisia metsätuhojen aiheuttajia ja tuhojen torjuntaa koskevia kirjoja ja oppaita ovat koonneet ainakin Jukka (1988, toim.), Kurkela (1994), Nuorteva (1982 ja 1999), Poteri (1999, toim.), Saalas (1949), Uotila ja Kankaanhuhhta (1999) ja Weissenberg (1987). Eri tuhojen yleispiirteitä on kuvailtu Annilan (1999) ja Kurkelan (1999a ja b) kirjoituksissa.

4.6.1 Abioottiset tuhot

Puunkorjuussa taimille aiheutuvia mekaanisia vaurioita voidaan vähentää työn huolellisella suunnittelulla, ajoituksella ja ammattitaitoisella toteutuksella. Mekaanisia vaurioita ovat tarkastelleet mm. Frilander (1985), Harstela ja Rantonen (1988), Harstela ja Tervo (1977), Hyppönen (1996, 1998b ja 2000), Hyppönen ja Niemistö (1998), Leinonen ym. (1989), Maukonen (1987), Roiko-Jokela (1983), Suni (1990), Tervo (1979) ja Thesslund (1975) julkaisuissaan. Myös metsätyössä käytettävien öljyjen haittavaikutuksista taimille on raportoitu (Lauhanen ym. 1999). Taimet voivat vaurioitua mekaanisesti lumen painon ja/tai liikkumisen vuoksi monella tapaa. Liian tiheinä kasvaneissa riukuvaiheen taimikoissa tykkytuhot ovat aivan yleisiä. Myös ylis- tai reunapuiden katkeaminen tai kaatuminen taimien päälle ja näiden tykkytuhojen korjaaminen rikkovat taimia. Isoista puista tippuvat lumipaakut voivat tehdä samoin. Vahva lumi maassa varsinkin kostuessaan taivuttaa ja rikkoo pieniä taimia, mitä tuhoa runsas heinä- ja ruohokasvillisuus vielä pahentaa. Myös kovan keväthangon äkkinäiset, suurina teleinä tapahtuvat liikkeet alaspäin ('solahtelut') vaurioittavat taimia (ks. Kangas 1931, s. 52 ja Kujala 1935).

Riukuuntumisen ja siitä aiheutuvan tykkytuhoriskin vähentämiseksi taimikoita ei tulisi kasvattaa liian tiheinä ja kehityskelpoiset alikasvokset tulisi vapauttaa ajoissa. - Yleisesti ottaen tykkytuhoriskin vaikuttavat puuston lisäksi sääolot, maantieteellinen sijainti ja topografia (ks. Heikinheimo 1920, Kangas 1959, Kujala 1930, Kärkkäinen 1984, Norokorpi 1998, Norokorpi ja Kärkkäinen 1985, Nykänen ym. 1997, Solantie 1994, Solantie ja Ahti 1980 sekä Suominen 1963). - Jos puusto on päässyt riukuuntumaan, latvuksissa on paljon lunta ja sää on tykkytuholle otollinen, lumen tiputtaminen alas ainakin osasta puita on taimikossa tietenkin mahdollista. Keinoa tiedetään käytetyn jonkin verran, mutta varsinkaan nykyisin se ei toimi laajassa käytännössä. Taimikon tykkytuho saattaa aiheuttaa raivauskuluja ja kasvutap-

piota ja voi pahimmillaan edellyttää metsikön osittaista uudistamista. - Lisää tykky-tuhoista myöhemmin tässä raportissa.

Ilman lämpötilan laskiessa nollan alapuolella kasvukauden aikana puiden latvusten kasvaviin osiin voi kehittyä hallavaurioita. Ilmiötä esiintyy yleisimmin keväällä ja syksyllä, jolloin puut eivät enää (kevät) tai vielä (syksy) ole vastustuskykyisiä alhaisille lämpötiloille. Talvella taas kovat pakkaset voivat aiheuttaa puille pakkasvaurioita. Lämpötilaan liittyvät myös maaveden jäätyminen eli roudan (ns. kirsi, ks. Kangas 1931, s. 52) aiheuttamat tuhot, joita on kahdenlaisia. Kirsi nostaa ja särkee taimien juuristoja, minkä vuoksi esim. paakkutaimien istutus routiville maille (paljon hienoa ainesta) ei ennen ollut suotavaa. Nykyisin menetelmät ovat paremmat ja paakkutaimia voidaan istuttaa routiville maille. Toisaalta hienoituureet voivat yksinkertaisesti paleltua poikkeuksellisissa oloissa, kuten tapahtui laajassa mitassa Pohjois-Suomessa talvella 1986-87 (ks. esim. Jalkanen ym. 1990). Silloin oli kovia pakkasia ja kunnollinen suojaava lumipeite tuli maahan vasta alkuvuodesta 1987 (Ritari 1990). Kesäinen kuivuus ja siihen yleensä liittyvä kuumuus aiheuttavat lähinnä kasvun hidastumista. Helenius ym. (2001) ovat tutkineet kuusen paakkutaimien kuivuudenkestävyyttä. Kevättalvisin esiintyvä ahava on kuivuuden ja osin myös kylmyyden aiheuttama.

Routa- ja halla ovat metsänkasvatuksen kannalta olennaisia tekijöitä, jotka on otettava huomioon jo metsikön perustamisvaiheen valinnoissa. Roudan osalta todettakoon edellä sanotun lisäksi vain se, että routa on yksi merkittävä syy mm. kuusen kylvöjen epäonnistumiseen (ks. Mattila ja Hynönen 2001). Hallavaurioista ovat raportoineet mm. Hytönen (1998), Jussila (1996), Juutinen (1962), Kokkonen (1989), Moilanen ym. (1995), Multamäki (1939 ja 1942), Poikolainen (1985), Raitio (1985a), Vaartaja (1954) ja Valtanen (1970a). Kuusen latvakasvaimen pakkasvauriota on kuvailtu mm. Yli-Vakkurin (1971) artikkelissa. Hallaa esiintyy eniten alavilla mailla ja myös pienemmissä notkelmissa, joissa uudistaminen kuuselle ilman verhopuustoa tuottaa vaikeuksia. Korkeuserot vaikuttavat pienilmastoon, erityisesti öisiin minimilämpötiloihin, ja sitä kautta myös uudistamistulokseen (ks. Laiho 1986 ja Raitio 1987b).

Lannoitus vaikuttaa taimien halla- ja pakkasvaurioalttiuteen (esim. Hirvelä ja Hynynen 1990 sekä Kaunisto 1983, ks. myös Jalkanen 1990, Jalkanen ja Aalto 1993, Norokorpi 1977, Raitio 1987a ja Rajamäki ym. 1986, ks. myös Pätilä ja Uotila 1990). Myöhään kasvukaudella tehty lannoitus hidastaa puiden talveentumista ja aiheuttaa syksyllä hallavaurioita. Lannoitettujen puiden neulasissa on talvella enemmän typpeä ja sillä on todettu tilastollinen yhteys myös pakkasvaurioiden esiintymiseen. Koskela (1970) on saanut tuloksia, joiden mukaan kali ja fosfori vähensivät mutta tyyppi lisäsi tuhoja hieman ojitettujen soiden viljelytaimikoissa. Ilman epäpuhtaudet altistavat puita kaikille tuhoille yleensä ja äärevissä olosuhteissa erityisesti (esim. Jussila 1996 sekä Sutinen ja Raitio 1998). Ilmansaasteilla on myös lannoittavaa vaikutusta, mikä osaltaan voi lisätä halla- ja pakkasvaurioita. - Puiden kestävydestä kylmää vastaan enemmän tietoa esim. erään tutkimuspäivän esitelmissä (Met-säpuiden... 1987).

Taimivaiheen halla- ja pakkasvaurioita voi torjua ennakolta uudistamistavan ja -ketjun sekä puulajin ja alkuperän valinnoilla. Hallariski on sitä pienempi mitä nopeammin uusi puusukupolvi kasvaa pituudessa yli hallarajan. Kuusi ei sovi hallanarimmille kasvupaikoille ilman verhopuuston antamaa suojaa. Leikola (1975) sekä Leikola ja Pylkkö (1969) ovat tutkineet verhopuuston vaikutusta metsikön lämpöilmastoon. Kun käytetään keinollista uudistamista, viljelymateriaalin alkuperällä on vaikutusta paitsi puunkasvuun myös puiden yleiseen metsätuhoalttiuteen. Liian

pitkät siirrot pohjoisesta etelään ja etenkin etelästä pohjoiseen ovat tässä mielessä haitallisia. Hallavauriot liittyvät taimien kasvun alkamiseen tai loppumiseen, joka liian kaukaista alkuperää käytettäessä ajoittuu viljelypaikkakunnan ilmastoon nähden väärin. Luonnossa halla- ja pakkasvaurioita syntyy silloin tällöin. Puilla seurauksena on kasvutappioita. Usein esiintyvä sama tuho voi tappaa taimia ollen merkki siitä, että uudistamisessa on jotain mennyt vikaan.

Taimet kilpailevat valosta, ravinteista ja vedestä paitsi toistensa myös muun kasvillisuuden ja mahdollisten ylispuiden kanssa. Muun kasvillisuuden vaikutus riippuu taimien koosta. Pelkkä runsas ruoho- ja heinäkasvillisuus pystyy vaivaamaan pieniä taimia. Pensaat ja ei-toivotut puut kilpailevat tehokkaasti myös varttuneiden taimien kanssa. Kilpailu alentaa taimien kasvua ja eräillä kasvupaikoilla tuhoaa osan niistä tai kaikki, ellei siihen puututa. - Toisaalta kilpailu parantaa männyn ja koivun runkojen teknistä laatua nopeuttamalla oksien karsiutumista ja hidastamalla läpimitan kasvua. Joidenkin taimien pituuskasvu paranee, mutta metsikön keskipituuteen kilpailu ei yleensä vaikuta merkittävästi. Kohtuullista kilpailua voidaan siis tarkoituksella käyttää yhtenä laatuksivatutuksen keinona, jonka hintana on pieni kasvutappio ainakin taimikkovaiheessa. Latvuksien liiallista supistumista ja puiden riukuuntumista on tietenkin vältettävä!

Heinätorjunta ennakkolta ja heinäminen pariin kolmeen kertaan istutuksen jälkeen on pellonmetsityksen onnistumisen ehdoton edellytys vesi- ja ravinnetalouden hoidon ohella. Pellon penkkikyntö antaa taimille kasvutilaa aluksi, mutta sekään ei yleensä riitä, koska mullassa ja/tai turpeessa on valtavasti paljon rikkakasvien siemeniä. Tilanne on parempi suopohjien jokseenkin steriilissä kasvualustassa. - Pellot ja suopohjat on viljeltävä suurikokoisilla taimilla. Kylvö tai luontainen uudistaminen on mahdollista lähinnä vain suopohjilla. Pienet taimet on vapautettava lakoontuneen nurmen seasta keväällä, mitä työtä voidaan vähentää heinäämällä syksyllä myöhään, kun ruohot ja heinät alkavat jo lakastua. Mekaaninen heinäminen on työlästä eikä aina johda toivottuun tulokseen. Järkevä maanomistaja käyttää kemikaaleja juuri sen verran kuin on tarpeen, ei enempää. Kemiallinen torjunta on tehtävä kasvukauden alkupuolella. Suurikokoista ruoho- ja heinäkasvillisuutta on hävitettävä tarvittaessa myös rehevillä kangasmailla ja soilla. Heinämisellä torjutaan epäsuorasti myös myyrätuhoja. Heinätorjuntaa ja sen merkitystä ovat tarkastelleet mm. Aro (1991), Ferm ym. (1994), Hovi (1988), Hynönen (1976), Hytönen ja Lilja (1995), Kattainen (1991), Kurikka (1990), Leikola (1976), Leikola ja Raulo (1976), Jouni Siipilehto (2001), Liisa Siipilehto (1995a) ja Teivainen ym. (1986). Heinätorjuntaa on käsitelty myös Henttosen (1991a), Hytösen (1998), Karjulan (1989), Kivivuoren (1987), Korhosen (1990), Länsitalon (1991), Mattilan ja Hynösen (2001) sekä Liisa Siipilehdon (1995b) artikkeleissa.

Vesakoituminen on ongelma tuoreilla kankailla ja osalla suometsiä. Hieskoivu esiintyy runsaana laihoilla ojitetuilla soilla, joilla se nykyisin hyväksytään kehityskelpoisena puulajina. Kangasmailla hieskoivu ei yksin yleensä muodosta metsänhoidollista ongelmaa muualla kuin ehkä Perä-Pohjolassa (Mikola 1942). Nykyisin hieskoivu usein on hyvä täydentävä puulaji muuten liian harvoiksi jäävissä viljelytaimikoissa. Haapa lisääntyy nopeasti ja toimii männynversoruostetta aiheuttavan ruostesienen toisena isäntäkasvina. Leppä esiintyy runsaimpana rehevillä kosteilla mailla, joilla lepän kyvystä sitoa ilmakehän typpeä ei ole lannoituksellista merkitystä. Ei-toivottujen lehtipuiden, etenkin haavan hävittäminen pystyyn kaulaamalla tai kemikaaleilla hyvissä ajoin ennen päätehakkuuta on vesakon ennakkotorjuntaa sanan varsinaisessa merkityksessä. Kaulaamisen jälkeen puut kuolevat hitaammin kuin kemiallisessa menetelmässä, mutta juurivesoja syntyy vähemmän (Savilampi 1994).

Kaulaaminen tai taskuttaminen huolella tehtynä on hidasta, joten runsaan pienikokoisen lehtipuuston käsittely ei kannata vaan se kaadetaan maahan uudistusalan rai-vauksen yhteydessä. Vesojen syntyyn ja kasvuun vaikuttaa mm. kaadon ajankohta ja tekninen toteutus (ks. Ali-Alha 1987, Etholen 1974, Ferm ja Issakainen 1981, Hei-kinheimo 1930, Hytönen 1985 sekä Leikola ja Mustanoja 1961). Vesoja syntyy vähi-ten, kun puut kaadetaan alkukesästä kuivana kautena. Kantojen kemiallinen käsittely parantaa tulosta. Kasvualustan käsittelyssä tuhoutuu vanhaa vesa-ainesta, mutta sa-malla syntyy myös vesomiselle otollista maaperää. - Vesan- ja heinätorjunnasta li-sää taimikonhoidon yhteydessä. Tässä mainittakoon vielä seuraavat aiheeseen liitty-vät artikkelit: Kauppi 1989, Maltamo ym. 1989 sekä Rossi ja Rikala 1992.

Ojitus, lannoitus ja metsitys lisäävät ravinnetalouden epätasapainosta aiheu-tuvia taimien kasvuhäiriöitä, jotka nousivat yleiseen tietoisuuteen 1970-luvulla (esim. Huikari 1976a ja b, Laine ja Puttonen 1983, Pietiläinen 1978 ja 1980 sekä Veijalainen 1978b ja 1983). Virisi vilkas tutkimustoiminta, jonka ansiosta syyt ja seuraukset sekä torjuntakeinot hyvin tiedetään (ks. Kasvuhäiriöprojektin... 1977 ja 1979, Kolari 1977a, 1983 ja 1988a, Reinikainen 1984 ja Veijalainen ym. 1984). Kasvuhäiriöisten puiden latvat haarautuvat ja pensastuvat apikaalidominanssin hei-kentyessä, minkä on todettu yleensä johtuvan hivenravinteiden puutteesta (Huikari 1974 sekä 1977a ja b, Kolari 1977b ja 1979a, ks. myös Hytönen ja Wall 1998, Paavilainen 1969 ja Silfverberg 1982). Typen liiallinen määrä esim. laskeuman seu-rauksena voi myöskin aiheuttaa ravinne-epätasapainon sekä halla- ja pakkasvaurioi-ta. Typen haittavaikutuksia on tutkittu mm. turkistarhojen lähiympäristöissä (Ferm ym. 1988, 1990 ja 1993 sekä Hytönen ja Karlsson 1999). Myös kalkitus vaikuttaa hivenravinnetalouteen ja voi aiheuttaa kasvuhäiriöitä (ks. Derome ja Levula 1990 sekä Lipas 1990a ja b).

Ravinnetaloudesta aiheutuvia kasvuhäiriöitä taimitarhoilla ovat tutkineet Rai-tio (1980, 1983a ja b sekä 1985b) sekä Raitio ym. (1992). Myös luteet aiheuttavat kasvuhäiriöitä tarhoilla (Holopainen ja Rikala 1991 sekä Poteri ym. 1987). Nykyisin luteita pidetään taimitarhoilla esiintyvien kasvuhäiriöiden pääsyyinä. Kasvuhäiriöis-ten taimien alkukehitystä maastossa on tarkasteltu Kauniston (1986) sekä Kauniston ja Kinnusen (1985) tutkimuksissa. Maastossa kasvuhäiriöitä esiintyy eniten ojitetuil-la soilla (esim. Kolari 1988b, Kolari ym. 1977, Kosonen ja Silfverberg 1976, Laine ja Puttonen 1983, Silfverberg 1979 ja Veijalainen 1975) ja metsitetyillä pelloilla (Kontunen-Soppela ym. 1991, Raitio 1979 ja Silfverberg 1980). Ongelma on suopel-loilla pahempi kuin kangasmaan pelloilla. Myös tavallisilla metsämaan kankailla il-miötä esiintyy (esim. Hynönen ym. 1999, ks. myös edellä turkistarhauksen ja kalki-tuksen yhteydessä mainitut artikkelit). Kasvuhäiriöstä suopohjalla on raportoinut Kaunisto (1984) ja vesijättömaalla Raitio (1982). Mainintoja kasvuhäiriöistä löytyy myös Jokisen (1991), Kurkelan (1985) ja Nevalaisen (1983) artikkeleista.

Kasvuhäiriöt aiheuttavat pituuskasvun taantumista ja huonontavat rungon teknistä laatua. Pahimmassa tapauksessa taimia myös kuolee. Tieto häiriöaltteimmis-ta kasvupaikoista edistää niiden torjuntaa. Tuhoriskiä voi tutkia ravinneanalyysin avulla, jolla kannattaa myös varmistua puhjenneen kasvuhäiriön syistä (ks. Raitio ja Rantala 1977, Reinikainen 1973, Reinikainen ja Silfverberg 1983, Reinikainen ja Veijalainen 1983 sekä Veijalainen 1977). Lannoitus puuntuhkalla on luonnonmukai-nen keino hivenravinteiden puutteesta johtuvien kasvuhäiriöiden torjuntaan ja hoi-toon (ks. Ferm ym. 1991 ja 1992, Silfverberg ja Issakainen 2001 sekä Veijalainen 1980b). Muun kuin tuhkan käyttöä terveyslannoituksessa ovat tutkineet mm. Kolari (1979b), Kolari ja Veijalainen (1981) sekä Veijalainen (1974, 1978a, 1979, 1981 ja

1984). - Hivenravinteisiin liittyen mainittakoon vielä Lehdon ja Mälkösen (1994) sekä Veijalaisen (1980a, 1988 ja 1993) julkaisut.

Keskeiset hakusanat: sta, tre, mtu, abi, pko, sno, tyk, hal, rou, hyd, ksv, kil, hei, cop, rav, hiv ja hai

4.6.2 Bioottiset tuhot

Sienituhot

Sienitaudit ovat ongelma sekä taimitarhoilla että uudistusaloilla. Viljelyssä sienitautien torjunta alkaa jo viljelymateriaalin jalostuksessa ja taimien kasvatuksessa tarhalla. Taimitarhoilla esiintyviä sienitauteja on käsitelty mm. Kallion (1980), Arja Liljan (1996a), Arja Liljan ym. (1993 ja 1998), Sakari Liljan (1980b) ja Petäistön (1980 ja 1983) artikkeleissa. Tautien tarkkailua ja torjuntaa ovat kuvailleet mm. Iivonen ym. (1996), Juntunen (2000), Kurkela (1987 ja 1999c), Arja Lilja ym. (1997), Sakari Lilja (1973, 1980a, 1982 ja 2000), Niemi ym. (2000), Petäistö (2000) sekä Petäistö ja Juntunen (2000). Mainittakoon vielä aiheeseen liittyvät Hietalan (1997 ja 1998), Laatikaisen ym. (2000), Liljan ja Sutherlandin (2000), Petäistön (1982 ja 1999), Poterin (1998), Revon ym. (1984), Rikalan ja Petäistön (1986) sekä Weissenbergin (1973 ja 1988) julkaisut (ks. myös Taimitarhan... 1980 ja Versosyöpä... 1986). - On itsestään selvää, että taimitarhoilta ei saa toimittaa saastunutta materiaalia viljelyyn.

Taimikoiden laatua koskevissa tutkimuksissa tehdään yleensä havaintoja myös tuhoista ja niiden aiheuttajista. Sienituhoista ovat raportoineet mm. Heikkilä (1981), Hytönen (1998 ja 1999), Jussila (1996), Juutinen (1962), Kangas (1931, 1937 ja 1940), Kokkonen (1989), Nevalainen (1983), Norokorpi (1971, 1972b ja 1974), Oikarinen ja Norokorpi (1986), Poikolainen (1985) ja Valtanen (1970a ja b sekä 1977). Yleisimmät sienitaudit ovat eri karisteita ja ruosteita, versolaikkutauti, männynversosyöpä, männynsyöpä, tyvitervastauti ja tyvilaho, kuplamörskyn aiheuttama tuho sekä taimien juuria ja runkoja lahottavat sienitaudit (muuta kuin juurikäpää). Seuraavassa sienitauteja käsitellään aivan lyhyesti ja esimerkkejä antaen niitä koskevan kirjallisuuden perusteella. Paremman tiedon osalta viittaan vain esim. Jukan (1988) toimittamaan metsänterveysoppaaseen.

Männynharmaakaristetta on tutkinut meillä erityisesti Jalkanen (1981, 1985 sekä 1986a ja b). Tauti esiintyy yleensä viljavilla tai lannoitetuilla kasvupaikoilla 10-20 -vuotiaissa taimikoissa aiheuttaen neulaskatoa ja siitä seuraavaa kasvutappiota. Männyn viljelyä reheville maille ja kivennäismaiden taimikoiden lannoitusta tulisi välttää. Turvemaiden lannoituksessa tulisi antaa myös hivenravinteita. - Männyn talvihometta (ks. Kurkela 1965, 1975 ja 1993a) esiintyy eniten Itä- ja Pohjois-Suomen runsaslumisilla alueilla. Sienirihmasto leviää taimen lumen alla olevassa osassa tuhoten terveitä neulasia. Männyn viljelyä lumenviipymäalueilla tulisi välttää eikä saastunutta taimikkoa saa täydentää männyntaimilla. Vanhemmat saastuneet taimet tulisi poistaa taimikosta. Talvihomeeseen liittyen mainittakoon myös Kurkelan ja Norokorven (1979), Rummukaisen (1971) ja Sirenin (1958) tutkimukset. - Kuusen talvihomesieni tuhoaa kuusentaimia Pohjois-Suomessa (Kurkela ja Norokorpi 1975). Puut pystyvät yleensä varttumaan lumirajan yli ennen kuin tauti valtaa latvan kokonaan. Torjuntaa metsässä ei pidetä tarpeellisena. - Männynneulaskariste (ks. Heikin-

heimo 1939 ja Kurkela 1979) aiheuttaa pahana esiintyessään kasvutappiota. Tautia voidaan torjua harventamalla taimikko pian latvuston sulkeutumisen jälkeen.

Männynversoruosteen esiintymistä ja vaikutuksia ovat tutkineet mm. Jalkanen (1983), Jalkanen ja Kurkela (1984), Mattila (2001), Moilanen ja Issakainen (1981) sekä Weissenberg (1980). Tauti vaurioittaa taimien latvaversoja alentaen siten rungon teknistä laatua. Haapa toimii sienien toisena isäntäkasvina, joten tautia torjutaan hävittämällä haavat uudistusaloilta ja taimikoista. Tähän sienitautiin liittyen mainittakoon vielä myös Kurkelan (1990b) sekä Weissenbergin ja Kurkelan (1980) julkaisut. – Männynneulasruoste (ks. Pohjakallio ja Vaartaja 1948) voi tuhota pieniä taimia peltujen metsitysaloilla, mutta metsässä siitä ei juuri ole haittaa. Sienen väli-isäntinä voivat olla mm. maitikat, leskenlehti, valvatti ja kellokukat, joten heinäntorjunta hillitsee tautia. – Kuusentuomiruoste (ks. Lilja 1967) tappaa nuorten kuusten latvaversoja, mistä seuraa pituuskasvun hidastumista ja rungon laatuviikoja. Tautia torjutaan hävittämällä tuomet kuusentaimikoiden läheisyydestä. – Kuusensuopursuruoste (ks. esim. Jalkanen 1993 ja Crane ym. 1998) värjää kuusentaimien neulasen oranssinkeltaisiksi kesän loppupuolella. Tauti voi aiheuttaa lievää kasvutappiota, varsinkin jos se toistuu peräkkäisinä kesinä. – Koivunruostetta on tutkinut erityisesti Poteri (1998 ja 2001, ks. myös Poteri ym. 1998). Tauti on yleinen ongelma taimitarhoilla, mutta aiheuttaa runsaana esiintyessään kasvutappioita myös maastossa. Saastuneita taimia ei saa toimittaa tarhalta metsään.

Koivun versolaikkutautia ovat tutkineet mm. Kurkela (1974), Lilja (1996b), Lilja ym. (1993), Lilja ja Rikala (2001), Rikala ja Petäistö (1986) sekä Romakkaniemi (1986). Tauti on yleinen vitsaus taimitarhoilla ja pellonmetsitysaloilla. Rauduskoivulle tauti on tuhoisa turve- ja savimailla. Viljelyyn saa käyttää vain terveitä taimia. – Versolaikkutautia aiheuttavat monet sienilajit, jotka iskostuvat taimiin mm. kaskaiden aiheuttamien vikojen kautta runsasruohoisilla kasvupaikoilla kuten pelloilla (Juutinen ym. 1976). Heinäntorjunta vähentää taudin esiintymistä. 1990-luvulla löydettiin uusi versolaikkutaudin aiheuttaja taimitarhoilla, joka on eräs leväisienlaji (Lilja 1996b).

Surmakkasien aiheuttama männynversosurma vaivaa kaikenikäisiä puita. Tauti tarttuu yleensä uusiin versoihin. Isoilla puilla versosurma tappaa alaoksia. Latvuksen supistuminen liikaa heikentää puun kasvua. Lievät tartunnat aiheuttavat runkokoroja ja latvanvaihtoja. Pahimmillaan tauti tuhoaa koko metsikön tai tappaa osan puista aiheuttaen vajaapuustoisuutta. Taudin esiintymisestä ovat raportoineet mm. Kallio ym. (1985), Nevalainen ym. (1993), Suninen (1989), Uotila (1986 ja 1989), Valtanen (1970b) sekä Vasander ja Lindholm (1985). Taudin puhkeamiseen ja leviämiseen vaikuttavia tekijöitä valaisevat Kurkelan (1989), Nevalaisen ja Mattilan (2001), Ruotsalaisen (1992), Sairasen (1990) ja Uotilan (1985a ja b sekä 1988) julkaisut. Männynversosyövän torjuntaa on käsitelty mm. Kivimaan (1985), Kurkelan (1980) ja Uotilan (1985a ja 1986) artikkeleissa. Viljelymateriaalin alkuperä saa olla enintään sata kilometriä viljelypaikkaa etelämpää ja sen on oltava saastumatonta. Männyn viljely liian reheville kasvupaikoille ei ole suotavaa. Kylmyys ja kosteus lisäävät tautia, joten painanteissa ja puronotkoissa olisi parempi kasvattaa muuta puulajia. Kun versosurmaa ilmenee, männikkö tulisi harventaa valikoiden heti seuraavana talvena. – Männynversosurmasta vielä lisää Kurkelan (1981), Nevalaisen (1986), Petäistön (1996) ja Uotilan (1983 ja 1993) julkaisuissa.

Männynsyöpä eli mäntykoroa aiheuttaa Lachnellula pini -kotelosieni (ks. Kurkela ja Norokorpi 1979). Tauti vaurioittaa ja tappaa taimia varsinkin kuivilla kankailla. Taimen tyvelle syntyy syöpäkorja, jotka voivat alentaa rungon teknistä laatua. Tautia torjutaan poistamalla saastuneet puut taimikonhoidon yhteydessä. Ko-

vin varhaista puuttumista on kuitenkin syytä välttää toistuvien tautiepidemioiden vuoksi. - Tauti on luonnon oma harvennuskeino ja lisäharvennus voi saattaa taimikon vajaapuustoiseksi.

Juurikääpä aiheuttaa eteläisessä Suomessa tyvitervastautia männyllä ja tyvilahoa kuusella. Tyvitervastauti painottuu kaakkoiseen Suomeen eikä sitä esiinny Pohjanlahden rannikolla toisin kuin tyvilahoa (ks. Korhonen 1988). Taimikoissa juurikääpä on ongelma männyllä, mutta kuusella sen aiheuttama tauti etenee hyvin hitaasti (Kurkela 1988). Tyvitervastautia on kuvaillut Lalli Laine (1988). Tyvilahaisen kuusikon viljely männylle ei juuri auta, sillä juurikääpä saastuttaa männyntaimia tehokkaasti (Jokinen ja Tamminen 1979). Juurikäävästä lisää Jokisen (1988) toimittamassa julkaisussa. - Tyvitervastauti tappaa puita ryhmittäin kaikenikäisissä metsiköisissä aiheuttaen siten aukkaisuutta ja vajaapuustoisuutta. Juurikäävän aiheuttamat taudit voidaan välttää seuraavassa puusukupolvessa, jos kasvupaikka on niin rehevä, että sille kannattaa istuttaa rauduskoivua. Juurikäävän leviämistä torjutaan ajoittamalla puunkorjuu mahdollisuuksien mukaan talveen ja käsittelemällä kannot juurikääpärihmaston kasvua estävällä aineella kesähakkuissa (ks. Jokinen 1984).

Kuplamörsky (Lalli Laine 1968) esiintyy kulotusaloilla tuhoten istutettuja männyntaimia. Tuhoa esiintyy eniten kantojen ympärillä, missä puiden hienojuuria on eniten. Kulotusten vähäisyyden vuoksi taudilla ei ole nykyisin käytännön merkitystä. Tuhoa voidaan torjua ennakolta hyvin istuttamalla uudistusala vasta muutamia vuosia kulotuksen jälkeen, kun edellisen puusukupolven hienojuuristo ja sen mukana kuplamörskykanta on vähentynyt olennaisesti.

Havupuiden lahojuuritautia esiintyy lähinnä taimitarhoilla, mutta myös peltonmetsitysaloilla (ks. Lilja ym. 1993). Juuriin ja runkoihin kehittyvä laho on ongelma lähes kaikilla vesasyntyisillä lehtipuilla. Esimerkkinä mainittakoon Fermin (1990) tutkimus, missä havaittiin yli puolet vesoista tyvilahoisiksi hieskoivikoissa ojitetulla turvemaalla. Lahoisuus lisääntyi vesojen varttuessa. Joskus runkolaho saattaa tehdä myös hybridihaavan viljelyn kannattamattomaksi (ks. Kallio 1972). - Viljelymateriaalin on oltava tervettä. Vesasyntyisten lehtipuiden kasvatusta sopii yleensä vain vesametsätalouteen.

Sienitauteihin liittyen mainittakoon vielä lopuksi Heikkilän ym. (1993), Henttosen ym. (1994), Kurkelan (1990a ja c ja 1993b), Liljan ja Heikkilän (1998) ja Rousin (1994) artikkelit (ks. myös Taudinaiheuttajien... 1999).

Hyönteistuhot

Edellä sienituhojen yhteydessä lueteltiin aluksi joukko taimikkotutkimuksia, joissa oli pantu merkille sienituhot. Useimmissa niistä on mainittu myös hyönteistuhot (mm. Heikkilä 1981, Jussila 1996, Juutinen 1962, Kangas 1931, 1937 ja 1940, Norokorpi 1971, 1972b ja 1974, Poikolainen 1985 ja Valtanen 1977). Niiden lisäksi mainittakoon vielä Heikkilän (1972, 1975 ja 1976), Liljan ja Heikkilän (1998), Löytyniemen ym. (1979) ja Raition (1993) julkaisut. Seuraavassa annetaan esimerkkejä hyönteistuhotista kirjallisuuden pohjalta. Seikkaperäisemmän tiedon osalta viittaa taaskin vain alan oppaisiin ja oppikirjoihin.

Koivun ruskotäpläkärpänen on ongelma rauduskoivun istutustaimikoissa etenkin pelloilla (Niemistö 1998a ja b). Runkoihin syntyy ruskeita toukkakäytäviä, jotka näkyvät myös vaneriviilussa alentaen sen arvoa. Tuhon torjumiseen ei ole hyviä keinoja olemassa (ks. Ylioja ja Rousi 1998). Erikoisvanerin raaka-aineeksi kelpaava koivua saadaan lähinnä sekapuina varjoisissa metsissä kasvaneista koi-

vuista. - Lehtikärsäkkäät, joita esiintyy runsaimmin juolavehnää kasvavilla hiekkaja moreenimaan pelloilla, voivat syödä koivuntaimet lehdeksi alkukesästä (Annala 1979). Istutuskesän taimia voi kuolla tuhon seurauksena. Jos tuhoriski on ilmeinen, on varauduttava tekemään kemiallinen torjunta istutus- ja myös sitä seuraavana kesänä. - Runsaasti ruohoa ja heinää kasvavilla pelloilla ruohokaskas vahingoittaa lehtipuiden taimien versojen kuorta altistaen ne sienitaudeille (Juutinen ym. 1976).

Peltolude vaurioittaa männyntaimien kasvupisteitä taimitarhoilla ja muillakin aukeilla paikoilla aiheuttaen kasvuhäiriöitä (Holopainen 1986, Holopainen ja Rikala 1991 sekä Poteri ym. 1987). Tarhoilla ludetta torjutaan kemiallisesti. - Tukkimiehentäi vaivaa havupuun taimia ja erityisesti istutettuja männyntaimia. Aikuiset yksilöt syövät taimien kuorta ja voivat siten aiheuttaa niiden tuhoutumisen. Ongelma on suurin hakkuun jälkeisenä kesänä istutetuissa taimikoissa. Kulutus lisää tuhoriskiä. Tukkimiehentäin tuhoja ja niiden torjuntaa ovat tutkineet mm. Långström (1985), Nenonen ja Jukola (1960), Selander (1993) sekä Viiri ja Kytö (2001). Luontaiset taimet ovat kestävämpiä tuhoa vastaan kuin istutetut taimet (Selander ym. 1990). Lannoitus taimitarhalla lisää tuhoja maastossa (Selander ja Immonen 1991). Tuhoja esiintyy vähän, kun käytetään luontaista uudistamista tai kylvöä. Muutaman vuoden viive hakkuun ja istutuksen välillä vähentää tuhoriskiä. Tuhoja torjutaan ennakolta käsittelemällä taimet jo taimitarhalla kemikaaleilla (ks. Annala 1982, Långström 1971, Rummukainen 1970, Tervo ym. 1992 ja Tuomainen ym. 1996). Maan perusteellinen muokkaus vähentää tuhoriskiä (esim. Kinnunen 1999). Tarvittaessa istutustaimikossa tehdään kemiallinen torjunta. - Tukkimiehentäin tuhoihin liittyen mainittakoon vielä Långströmin (1975 ja 1982), Selanderin ja Kalon (1979), Tervon (1989) ja Viirin (2001) julkaisut.

Ruskomäntypistiäisen joukkoesiintymisiä on 10-20 vuoden välein (ks. Juutinen ja Varama 1983 sekä 1986). Epidemian tullessa toukat syövät puita ja metsiköitä, myös taimikoita, lähes neulasettomiksi alkukesästä. Puut kuitenkin vihertävät syksyä kohti, koska syöntikesän neulaset säästyvät. Tuhon seurauksena puuston kasvutappio seuraavan kymmenen vuoden aikana voi olla kertaluokkaa 40 % (ks. Oikarinen 1977). Heikkokuntoisia puita kuolee. Joskus on aihetta tehdä biologinen torjunta tuhoamalla pienet toukat monisärmiövirusta sisältävällä liuoksella. Taimikoissa torjunnan voi tehdä maastotyönä. - Pikikärsäkkäät tekevät männyntaimien versoihin reikiä ja syövät nilaa. Taimet kituvat ja saattavat tuhoutua. Tuhoa torjutaan poistamalla tämän hyönteisen lisääntymispaikoiksi soveltuvaa materiaalia uudistusalalta ja sen läheisyydestä. Tuore puutavara, tuulenkaadot ja pystyyn kuolevat puut ovat toukkien elinpaikkoja. Erään tutkimuksen mukaan (Heikkilä 1975) pikikärsäkkäät olivat yleisin hyönteistuhojen aiheuttaja männyn viljelytaimikoissa Pohjois-Suomessa (ks. myös Suoheimo 1984).

Havukirvat (ks. Häggman ja Rousi 1985 sekä 1986) imevät nesteitä taimien oksista ja neulasista heikentäen siten puiden elinvoimaa. Havukirvat ovat ongelma mm. lehtikuusella varsinkin Pohjois-Suomessa. Niitä voidaan torjua kemiallisesti. Ilmansaasteiden on todettu lisäävän kuusentaimien oksakirvoja (Kainulainen ym. 1987). - Havupunkki ja kuusen neulaspunkki (ks. Löyttyniemi 1969 ja 1970) imevät nesteitä kuusentaimien neulasista, jotka voivat kuivua ja varista pois. Ongelma on suurin taimitarhoilla. Pukkeja torjutaan kemiallisesti. - Punalatikan aikuiset ja toukat imevät männyntaimien rungoista nesteitä. Taimien kasvu heikkenee, rungosta tulee muhkurainen ja neulaset muuttuvat kellahtaviksi keväällä ja syksyllä. Tuhon jatkuessa taimet kuivuvat latvasta alkaen. Ilmansaasteiden vaivaamissa taimikoissa punalattikkaa esiintyy runsaasti (Heliövaara ja Väisänen 1986a). Punalatikan kemiallinen torjunta on kallista. Taimikon tiheys ja koivu sekapuuna vähentävät tuhoa.

Lannoitus lisää terveiden taimien kasvua nopeuttaen siten tuhoalttiin kehitysvaiheen ohitusta ja lisäten varjostusta taimikon sisällä (Tamminen 1989 ja 1998). Punalatikan torjunnasta enemmän Hokkasen ym. (1987) julkaisussa. - Pihkakääriäisen toukkien äkämia esiintyy männyntaimien latvaversoissa. Päärangassa olevat äkämät aiheuttavat mutkan tai koron ja voivat tappaakin heikkokuntoisen taimen latvaverson. Ilman-saasteet lisäävät tuhoa (Heliövaara 1986).

Hyönteistuhuista ja niiden torjunnasta mainittakoon lopuksi vielä seuraavat artikkelit: Heliövaara ym. 1983, Heliövaara ja Väisänen 1986b, Henttonen ym. 1994, Huuri 1972, Juntunen 2000, Juutinen ja Lilja 1982, Kurkela ja Nuorteva 1998, Arja Lilja ja Sutherland 2000, Sakari Lilja 1999 ja 2000, Löyttyniemi ja Rousi 1979, Manninen ym. 2000 ja Vaartaja 1954.

Muut eläintuhot

Sieni- ja hyönteistuhojen yhteydessä on mainittu joukko taimikkotutkimuksia, joissa ko. tuhoja on pantu merkille. Monissa niistä on havaittu myös muita eläintuhoja (mm. Heikkilä 1972, 1975, 1976 ja 1981, Hytönen 1998 ja 1999, Kangas 1931 ja 1937, Lilja ja Heikkilä 1998, Norokorpi 1971, Poikolainen 1985 ja Valtanen 1977). Niiden lisäksi muista eläintuhoista on raportoitu Kankaan (1935), Peltosen (1986), Poikolaisen (1990), Valtasen (1991) ja Yli-Vakkurin (1961) julkaisuissa. Muita eläintuhoja aiheuttavat myyrät, jänikset, porot ja hirvet. Seuraavana on kirjallisuuteen perustuva lyhyt katsaus näihin tuhoihin ja niiden torjuntaan.

Myyrät vahingoittavat yleensä nuoria taimia talvisaikaan lumen alla. Tuho on tavallinen männyllä ja koivulla, mutta aika vähäistä kuusella. Tuhojen painopiste on metsitetyillä pelloilla, mutta niitä esiintyy myös rehevillä heinittyneillä uudistusaloilla. Valtaosan tuhoista tekee peltomyyrä, joka syö taimien runkojen kuorta ja silppuaa niitä tikuiksi. Metsämyyrä syö männyntaimien silmuja uudistusaloilla. Vesimyyrä tuhoaa taimien juuria pääosin entisillä peltomailla. Lapinmyyrä on ongelma Pohjois-Suomessa pellonmetsitysaloilla ja turvemailla. Se syö juurien ja runkojen kuorta vaivaten melko isojakin puita. Eri myyrälajien aiheuttamia tuhoja ovat tarkastelleet mm. K-M. Korhonen ym. (1983), Rousi (1983a), Siitonen ja Nikula (1990), Teivainen (1974, 1979, 1981a-c, 1982a ja b sekä 1984a ja b) sekä Teivainen ym. (1979 ja 1981).

Myyrätuhoja voidaan torjua ennakolta viljelymateriaalin jalostuksella (Rousi 1990, ks. myös Henttonen ym. 1999, Rousi ym. 1990 ja Teivainen 1978), heinä- ja ruohokasvillisuuden torjunnalla (Henttonen 1991a, ks. myös Teivainen ym. 1986), myyräkarkotteilla (ks. Henttonen 1991b, Henttonen ja Kaikusalo 1989 sekä Teivainen 1982c) ja taimisuojuilla (ks. Henttonen 1995b sekä Henttonen ja Niemimaa 1993). Metsämyyrän torjuntaan metsänuudistusalalla ei yleensä kannata ryhtyä. Myyrätuhoja tulee vähemmän, jos metsitys tai uudistaminen tehdään heti myyräpopulaation kulminaation jälkeen. Myyrätuhoista ja niiden torjunnasta lisää Henttosen (1991c, 1992b ja 1993), K-M. Korhosen (1990) ja Teivaisen (1975) artikkeleissa (myyrätuhoihin liittyen ks. myös Hahtola 1981, Henttonen 1992a, 1995a ja 2001, Henttonen ja Haukisalmi 1995, Henttonen ym. 1994 ja 1995, Koponen 1972, K-M. Korhonen 1987 ja Rousi ym. 1993).

Jänikset jyräsivät lehtipuiden runkojen ja oksien kuorta lumen yläpuolelta aiheuttaen siten vaurioita ja niitä seuraavia sienituhoja. Ankara syönti tappaa pieniä puita. Jänistuhojen esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat tutkineet mm. Palo ym. (1992) ja Rousi ym. (1993, 1989 ja 1991). Koivun viljely tai luontainen uudistami-

nen poronhoitoalueella on vaikeaa porojen kesäaikaisen riipimisen vuoksi. Tuhojen vuoksi rauduskoivun viljely edellyttäisi uudistusalan aitaamista (esim. Kubin ja Savilampi 1998, Lähde ja Raulo 1977 ja 1979 sekä Raulo ja Lähde 1977). Aitaamisen vaikutusta hieskoivun luontaiseen uudistumiseen ovat tutkineet Hyppönen (1998a) ja Mäkitalo ym. (1998). Männyntaimia vaurioituu ja kuolee kaivamisen, tallaamisen ja kelmomisen seurauksena. Toisaalta riipiminen pienentää vesaongelmaa männyntaimikoissa. Kuivilla kankailla porojen talvikaivu voi edistää luontaisten männyntaimien syntyä mm. jäkälän kilpailua vähentämällä. Moilanen (1987) on tutkinut laidunnuksen vaikutusta männyntaimien luontaiseen uudistumiseen. - Jänistuhoihin voitaneen parhaiten vaikuttaa jäniskantaa säätelemällä. Porovahinkojen ehkäisy aitaamalla tai muuten laidunnuspainetta ohjaamalla lieenee laajassa käytännössä liian kallista.

Hirvituhoja ovat tutkineet erityisesti Heikkilä (1994), Härkönen (1998) ja Lääperi (1990). Hirvet syövät puiden latvaosia männyntaimien-, koivun- ja haavantaimikoissa ja voivat katkoa puita myös riukuvaiheen metsiköissä latvoja tavoitellessaan. Hirvituhojen esiintymistä ovat tarkastelleet Ehrström (1888), Etelälähti (1950), Heikkilä ja Raulo (1987), Korhonen (1939), Lääperi ja Löyttyniemi (1988), Löyttyniemi (1982), Löyttyniemi ja Hiltunen (1976), Löyttyniemi ja Piisilä (1983), Löyttyniemi ja Repo (1983), Sainio (1956) ja Yli-Vakkuri (1956). Monet tekijät, kuten puun, metsikön ja metsäalueen ominaisuudet sekä lannoitus vaikuttavat tuhojen esiintymiseen.

Saman suvun puulajien ja saman puulajin kloonien välillä on eroja hirvituhoalttiudessa (ks. Danell ja Bergström 1989, Haukioja ym. 1983, Jia ym. 1997 sekä Niemelä ja Danell 1988). Puissa on hirville hyödyllisiä ja haitallisia aineosia. Haukiojan ym. (1983) mukaan haitallisten aineiden vaikutus männyntuhoalttiuteen voi olla suurempi. Lannoitus lisää hirvituhoja (esim. Finer 1985, Jalkanen ja Aalto 1987, Laine ja Mannerkoski 1980 sekä Löyttyniemi 1981), mikä johtuu sekä ravintoarvon parantumisesta että mahdollisesti myöskin haitta-ainepitoisuuden alentumisesta. Löyttyniemen ja Hiltusen (1978) tutkimuksessa männyntuhoalttiuteen liittymällä ei ollut selvää yhteyttä hirvituhoihin.

Hirvi suosii lehtipuita ravintona läpi vuoden, mutta talvella mänty on pääravinto hyvän saatavuuden vuoksi (Heikkilä 1993b). Jos valinnanvaraa on, hirvet hakeutuvat lehtipuita sisältäviin taimikoihin. Etenkin haapa ja pihlaja ovat hirville mieluista ravintoa. Syöty biomassa on suurin tiheissä taimikoissa, mutta toisaalta niihin jää tuhon jälkeenkin riittävästi kehityskelpoisia taimia. Puuston rakenteen ja tiheyden vaikutusta hirvituhoihin ovat tutkineet mm. Heikkilä (1990a, 1991b, 1993a ja 1994), Heikkilä ja Härkönen (1993), Heikkilä ja Mikkonen (1992), Härkönen (1998a ja b) sekä Lyly ja Saksa (1992). - Heikkilän ja Härkösen (1993) tutkimuksessa turvemaiden osuuden havaittiin lisäävän hirvitiheyttä, mitä vaikutusta taimikoiden osuudella ei ilmennyt. Männyntaimikoiden ja suojaisten kuusimetsien läheisyys lisäävät taimikon hirvivahinkoja (ks. Heikkilä 1994). Asutus ja tiestö vähentävät hirvivahinkoja (Repo ja Löyttyniemi 1985). Hirvien liikkumiseen ja oleskeluun voidaan vaikuttaa tekemällä niille ruokapaikkoja. Lääperin (1990) tutkimuksessa vaikutus oli lähinnä vain riistanhoidollinen, sillä keinotekoiset talvilaitumet eivät juuri vaikuttaneet hirvituhojen esiintymiseen muualla tutkimusalueella.

Hirvet syövät usein samoja taimia toistuvasti, mikä johtuneee näiden taimien hirville paremmista ravinto- ja haitta-aineominaisuuksista. Männyllä syönti suurentaa neulasia ja siten lisää ravintoa (Löyttyniemi 1985). Herää ajatus, että elävät syöntipuut kannattaa säilyttää taimikossa, jotta laidunnuspaine alentuisi muiden taimien osalta. Tiheässä taimikossa syönti tappaa taimia helpommin kuin harvassa, koska taimien puukohtainen latvamassa on pienempi. Latvan katkeamisen jälkeistä taimien

kehitystä ovat tutkineet Heikkilä ym. (1993), Heikkilä ja Löyttyniemi (1992) sekä Löyttyniemi (1983a). Yleensä taimet toipuvat ja pituuskasvutappio muodostuu pieneksi, mutta tyvitukin tekninen laatu alenee. - Hirvituhoihin vaikuttavia tekijöitä ja tuhojen merkitystä taimikoiden kehitykselle ovat tarkastelleet mm. Heikkilä (1991a, 1997 ja 2000b) sekä Heikkilä ja Härkönen (1995).

Tuhofrekvenssi vaihtelee paljon riippuen mm. hirvitiheydestä ja puulajista. Pahimmilla riskialueilla tulisi viljellä kontortamäntyä tai kuusta koivun ja männyn sijasta, jos mahdollista. Viljelymateriaali on geneettisesti tasalaatuista, joten taimikon kehitys voi vaarantua tavallista enemmän, jos perimässä on hirvituhoille altistavia tekijöitä. Aluetasolla hirvituhoja torjutaan ennakolta säätelemällä kantaa metsästyksen avulla. Metsikkö- ja puutasolla keinoja ovat puulajin ja kloonin valinta viljelyssä, torjunta-aineet ja taimisuojat (ks. Heikkilä 1982, 1990b, 1995, 1998 ja 1999). Myös sähköpaimenta on kokeiltu taimikon eristämiseksi hirviltä (Löyttyniemi 1983b). Menetelmä kyllä toimii, mutta tulee liian kalliiksi mm. toistuvan korjaustarpeen vuoksi.

Hirveen ja hirvituhoihin liittyen mainittakoon lopuksi vielä seuraavat lähteet asiasta kiinnostuneita varten: Andersson 1971, Hakkila ja Kärkkäinen 1999, Heikkilä 2000a ja 2001, Helle ym. 1987, Hirvivahinkokomitean... 1960, Huttunen 1977, Jalkanen 2000, Kangas 1949, Koskimies 1953, Loisa ja Pulliainen 1968, Lääperi 1986, Löyttyniemi ja Lääperi 1988, Metsätalouden... 1988, Nikula 1992, Nygren 1973, Pulliainen ym. 1968 ja 1980, Sainio 1955 ja Suomus 1965. Muihin eläintuhoihin laajemmin liittyvistä artikkeleista mainittakoon vielä lopuksi Myllymäen (1975) ja Rousin (1983b) artikkelit.

Keskeiset hakusanat: sta, tre, tai, lat, run, kuo, juu, mtu, pat, ent, met ja tor

Alaluvussa 4.6 mainitut lähteet:

- Ali-Alha, T. 1987. Kaatoajankohdan vaikutus lehtipuiden vesomiseen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 87 s.
- Andersson, E. 1971. Havaintoja hirven talvisesta ravinnonkäytöstä ja vuorokausirytmistä. Summary: Observations on the winter food and diurnal rhythm of the moose (*Alces alces*). Suomen Riista 23: 105-118.
- Annala, E. 1979. Lehtikärsäkkäiden (*Phyllobius*, *Coleoptera*: *Curculionidae*) aiheuttamat tuhot pelloille istutetuissa koivuntaimistoissa. Summary: Damage by *Phyllobius* weevils (*Coleoptera*: *Curculionidae*) in birch plantations. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(3). 20 s.
- 1982. Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehen-täin tuhoilta. Summary: Lindane treatment against *Hylobius* damage on Paper pot seedlings of Scots pine. *Folia Forestalia* 512. 14 s.
- 1999. Eläintuhojen yleispiirteitä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737, s. 6.
- Aro, L. 1991. Metsänviljelyn heinäntorjuntamenetelmien tehokkuus ja kustannukset. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 64 s.
- Danell, K. & Bergström, R. 1989. Winter browsing by moose on two birch species: impact on food resources. *Oikos* 54: 11-18.
- Derome, J. & Levula, T. 1990. Kangasmaiden kalkitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 36-59.
- Ehrström, F. 1888. Elgen som skadedjur å den unga tallskogen. *Finska Forstföreningens Meddelanden* 6: 140-146.

- Etelälahti, A. 1950. Havaintoja hirvien aiheuttamista vahingoista taimikoissa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 67(9): 289-291.
- Etholen, K. 1974. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. *Folia Forestalia* 213. 16 s.
- Ferm, A. 1990. Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaalla. Summary: Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on peatland. *Folia Forestalia* 744. 17 s.
- , Hokkanen, T, Moilanen, M. & Issakainen, J. 1991. Pellolle viljellyn mäntytaimikon ravinneongelmien torjuminen tuhalla. Abstract: Wood bark ash as an ameliorating agent in peatland field afforestation. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 391: 71-79.
- , Hokkanen, T, Moilanen, M. & Issakainen, J. 1992. Effect of wood bark ash on the growth and nutrition of a Scots pine afforestation in central Finland. *Plant and Soil* 147: 305-316.
- , Hytönen, J., Kolari, K. & Veijalainen, H. 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Sammandrag: Tillväxtstörningar i skogsträd i närheten av pälsfarmer. Summary: Growth disturbances of forest trees close to fur farms. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 320. 77 s.
- , Hytönen, J., Lilja, S. & Jylhä, P. 1994. Effects of weed control on the early growth of *Betula pendula* seedlings established on an agricultural land. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(4): 347-359.
- , Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1990. Effects of high nitrogen deposition on forests: Case studies close to fur animal farms. Teoksessa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Sivut 635-668.
- , Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1993. Typpilaskeuman vaikutukset turkistarhojen lähimetsissä. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilman saasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 170-176.
- & Issakainen, J. 1981. Kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutus hieskoivun vesomiseen turvemailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 33. 13 s.
- Finer, L. 1985. Tuloksia Ruokolahden Eräjärvensuon lannoituskokeesta. Summary: Fertilization results on an oligotrophic mire. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 195. 26 s. + 7 liites.
- Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhopuuston korjuun kuusentaimikolle aiheuttamat vauriot. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Moniste.
- Hahtola, M. 1981. Pelto- ja metsämyyrän ravinnosta eteläsuomalaisilla avohakkuu-aloilla sekä suksession vaikutuksesta näiden myyrälajien runsaussuhteisiin. Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos. Lisensiaattityö. 55 s. + 8 liites.
- Hakkila, P. & Kärkkäinen, M. 1999. Hirvestäjä metsänomistajan kukkarolla. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1/1999: 139-146.
- Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 286: 18-22.
- & Tervo, L. 1977. Männen taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia. Kaato ja kasaus käsityövälineillä ja kokopuuhaketus. Summary: Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine). Manual felling and bunching and whole-tree chipping. *Folia Forestalia* 294. 23 s.

- Haukioja, E., Huopalahti, R., Kotiaho, J. & Nygren, K. 1983. Millaisia männyn-
taimia hirvi suosii? Summary: The kinds of pine preferred by moose. Suomen
Riista 30: 22-27.
- Heikinheimo, O. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die
Schneeschaengebiete in Finnland und ihre Wälder. Communicationes ex
Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 3(3). 134 + 17 s., 16 kuval.
- 1930. Kaatoajan vaikutus lehtipuiden vesojen syntyyn ja kasvuun. Tapio 23: 113-
117.
- 1939. Männyn karisteen (*Lophodermium pinastri*) tuhojen riippuvaisuus männyn
taimien ja karisteen roduista. Metsätaloudellinen aikakauslehti 56(2): 24-26.
- Heikkilä, R. 1972. Männyn taimistotuholaisista ja siementuhoista metsämaassa.
Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. 6 s.
- 1975. Männyn viljelytaimistojen eläintuhoista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslai-
tos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 20-25.
- 1976. Metsänuudistamis- ja taimistovaiheen eläintuhot. Metsäntutkimuslaitos, Pyhä-
kosken tutkimusaseman tiedonantoja 15: 16-19.
- 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in
Scots pine plantations in northern Finland. Folia Forestalia. 497. 22 s.
- 1982. Tuhoeläinten torjunta-aineet. Hirvet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja
45: 61-63.
- 1990a. Effect of plantation characteristics on moose browsing on Scots pine. Tiiv-
vistelmä: Männyn taimikon ominaisuuksien vaikutus hirvituhoalttiuteen. Silva
Fennica 24(4): 341-351.
- 1990b. Hirvituhot ja niiden torjunta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja
361: 94-103.
- 1991a. Hirvituhojen vaikutus pellonmetsityksen onnistumiseen. Abstract: Effect of
moose damage on afforestation outcome on former agricultural land. Metsäntut-
kimuslaitoksen tiedonantoja 391: 100-104.
- 1991b. Moose browsing in a Scots pine plantation mixed with deciduous tree spe-
cies. Tiivistelmä: Hirven ravinnonkäyttö lehtipuusekoitteisissa mäntytaimikossa.
Acta Forestalia Fennica 224. 13 s.
- 1993a. Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyt-
töön ja taimituhoihin mäntytaimikoissa. Summary: Effects of food quantity and
tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine
plantations. Folia Forestalia 815. 17 s.
- 1993b. Taimikon kunto ja hirvituhot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460,
s. 19.
- 1994. Hirven (*Alces alces* L.) elinympäristön valinta, ravinnonkäyttö ja taimituhot
metsäpuiden taimikoissa. Abstract: Moose (*Alces alces* L.) feeding in relation to
the characteristics of winter habitats and the damage in young stands. Metsäntut-
kimuslaitoksen tiedonantoja 486. 35 s. ja 5 liitejulkaisua (17, 18, 14, 8 ja 10 s.).
- 1995. Latvian suojaaminen auttaa. Metsälehti 20, s. 12.
- 1997. Hirvieläinten vaikutus metsiköiden kehitykseen. Metsätieteen aikakauskirja
- Folia Forestalia 1/1997: 63-72.
- 1998. Hirvituhoja voidaan vähentää - ei pelkästään metsästäällä. Metsäntutkimus,
METLAN asiakaslehti 3/98: 9-10.
- 1999. Tuloksia kloon- ja suojauskokeista hirvituhojen estämiseksi haapataimi-
koissa. Sammandrag: Försöksresultat från plantbestånd av asp med olika kloner
och skyddsåtgärder för att förhindra betningsskador från hjortdjur. Metsäntutki-
muslaitoksen tiedonantoja 725: 63-68 ja 146.

- 2000a. Hjortdjurens inverkan på skogsbruket i Finland. I: Är älgen ett hinder för att nå de skogspolitiska målen? Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 139(2): 79-84.
- 2000b. Männyn istutustaimikoiden metsänhoidollinen tila hirvivahingon jälkeen Etelä-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 259-267.
- 2001. Hirvivahinkojen optimointi. Metsätieteen aikakauskirja 2/2001: 280-283.
- & Härkönen, S. 1993. Moose (*Alces alces*) browsing in young Scots pine stands in relation to the characteristics of their winter habitats. Tiivistelmä: Hirven ravinnonkäyttö mäntytaimikoissa ja sen riippuvuus ympäristötekijöistä. *Silva Fennica* 27(2): 127-143.
- & Härkönen, S. 1995. Hirvituhojen vaikutus pellonmetsitysalojen alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 118-122.
- , Lilja, A. & Härkönen, S. 1993. Rauduskoivuntaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen. Summary: Recovery of young *Betula pendula* trees after stem breakage. *Folia Forestalia* 809. 10 s.
- & Löyttyniemi, K. 1992. Growth response of young Scots pines to artificial shoot breaking simulating moose damage. Tiivistelmä: Hirvivioitusta jäljittelevän version katkaisun vaikutus nuoren männyn kehitykseen. *Silva Fennica* 26(1): 19-26.
- & Mikkonen, T. 1992. Effects of density of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand on moose (*Alces alces*) browsing. Tiivistelmä: Männyntaimikon tiheyden vaikutus hirven ravinnonkäyttöön. *Acta Forestalia Fennica* 231. 14 s.
- & Raulo, J. 1987. Hirvituhot vuosina 1976-77 istutetuissa rauduskoivun taimikoissa. Abstract: Moose damage in plantations of *Betula pendula* established in 1976-77. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 261. 16 s.
- Helenius, P., Luoranen, J. & Rikala, R. 2001. Kasvussa olevien kuusen paakkutaimien kuivuudenkestävyys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 813: 32-37.
- Heliövaara, K. 1986. Occurrence of *Petrova resinella* (Lepidoptera, Tortricidae) in a gradient of industrial air pollutants. *Silva Fennica* 20(2): 83-90.
- , Terho, E. & Annala, E. 1983. Effect of nitrogen fertilization and insecticides on the population density of the pine bark bug, *Aradus cinnamomeus* (Heteroptera, Aradidae). Seloste: Typpilannoituksen ja eräiden hyönteismyrkköjen vaikutus punalatkan esiintymisrunsautteen. *Silva Fennica* 17(4): 351-357.
- & Väisänen, R. 1986a. Industrial air pollution and the pine bark bug, *Aradus cinnamomeus* (Heteroptera, Aradidae). *Journal of Applied Entomology* 101: 469-478.
- & Väisänen, R. 1986b. Interactions among herbivores in three polluted pine stands. Tiivistelmä: Tuhohyönteisten vuorovaikutussuhteista kolmessa saastuneessa männyntaimikossa. *Silva Fennica* 22(4): 283-292.
- Helle, T., Pajujoja, H. & Nygren, M. 1987. Forest damages caused by moose and their economic value in Finland. *Scandinavian Forest Economics* 29: 7-26.
- Henttonen, H. 1991a. Heinäntorjunnalla myyräkannat kuriin. *Metsälehti* 7, s. 5.
- 1991b. Myyräkarkotteista. *Metsälehti* 16, s. 17.
- 1991c. Myyrätuhot peltojen metsityksessä. Abstract: Damage by microtine rodents in farmland afforestations in Finland: Risk and control. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 92-99.
- 1992a. Metsämyyrän merkki: Kärkisilmun tuhosta jää mäntyyn laatuviika. *Metsälehti* 7, s. 11.
- 1992b. Myyrätuhojen nykynäkymiä. *Metsä ja Puu* 6: 36-38.
- 1993. Myyrätorjunnan nykynäkymiä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460: 13-17.

- 1995a. Tunnista vanha myyränsyöntijälki. *Metsälehti* 12, s. 16.
- 1995b. Uusilla taimisuoilla myyriä torjumaan. *Metsälehti* 11, s. 19.
- 2001. Myyrätuhojen nykynäkymiä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2001: 284-289.
- & Haukisalmi, V. 1995. Loiset luonnon monimuotoisuuden ilmentäjinä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564: 73-84.
- & Kaikusalo, A. 1989. Myyräkarkotteet testissä. *Metsälehti* 14, s. 20.
- , Kaikusalo, A. & Ranua, J. 1999. Hybridihaapakloonien herkkyys myyränsyönnille. Sammandrag: Hybrid Aspen och sorkproblemet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 725: 57-61 ja 145.
- , Lilja, A. & Niemimaa, J. 1994. Myyrien ja hyönteisten aiheuttamat sieninfektiot koivun taimien uhkana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 496: 125-129.
- & Niemimaa, J. 1993. Karkottaa myyrät ja hajoaa luontoon: uudet taimisuoat Metlan testissä. *Metsälehti* 4, s. 24.
- , Niemimaa, J. & Kaikusalo, A. 1995. Myyrät ja pellonmetsitys. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 581: 97-117.
- Hietala, A. 1997. The mode of infection of a pathogenic uninucleate *Rhizoctonia* sp. in conifer seedling roots. *Canadian Journal of Forest Research* 27(4): 471-480.
- 1998. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. associated with nursery-grown conifer seedlings suffering from root dieback. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 679. 41 s. + 5 liitejulkaisua (7, 9, 10, 10 ja 8 s.).
- Hirvelä, H. & Hynynen, J. 1990. Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latva-vaurioihin ja tuulituhoalttiuteen Lapissa. Summary: Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland. *Folia Forestalia* 764. 16 s.
- Hirvivahinkokomitean mietintö. 1960. Summary: Report of committee on damage by moose. Komiteamietintö 6/1960. *Silva Fennica* 106. 57 s.
- Hokkanen, T., Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1987. Control of *Aradus cinnamomeus* (Heteroptera, Aradidae) with special reference to pine stand condition. Seloste: Punalattikan torjunta erityisesti metsänhoidollisin menetelmin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 142. 27 p.
- Holopainen, J. 1986. Damage caused by *Lygus rugulipennis* Popp. (Heteroptera, Miridae), to *Pinus sylvestris* L. seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1(3): 343-349.
- & Rikala, R. 1991. Luteet ja männyntaimien kasvuhäiriöt. Abstract: *Lygus* bugs and growth disturbances in Scots pine seedlings. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 379. 35 s.
- Hovi, L. 1988. Kemiällisen heinäntorjunnan vaikutus pintakasvillisuuteen ja viljelymänniköiden kehitykseen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 86 s.
- Huikari, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. *Metsä ja Puu* 11: 28-29.
- 1976a. 'Puiden kasvuhäiriöiden laajuutta koskeva tiedustelu.' *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 4/76. 5 s.
- 1976b. Puiden kasvuhäiriöt. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 15: 37-38.
- 1977a. Metsiemme hivenravinnepuutteet. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 16, artikkeli 5 s.
- 1977b. Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. *Silva Fennica* 11(3): 251-255.

- Huttunen, P. 1977. Hirvivahingot ja niiden metsätaloudellinen merkitys viljelytaimistoissa Etelä-Karjalan eräissä pitäjissä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 61 s.
- Huuri, O. 1972. Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. *Folia Forestalia* 161: 23 s.
- Hynönen, T. 1976. Pintakasvillisuuden torjunnan ajoituksen vaikutus taimien alkukehitykseen. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Pro gradu -työ. 108 s.
- , Korhonen, K. T. & Tammilehto, E. 1999. Kuusen kasvuhäiriöt Pohjois-Savon kangasmetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1999: 577-581.
- Hypönen, M. 1996. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja arvoon Lapissa. *Lisensiaattityö*. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 79 s.
- 1998a. Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskunnassa. Summary: Effect of reindeer browsing on the natural regeneration of birch. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 99-108.
- 1998b. Ylispuiden korjuun vaikutus Lapin mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 77-84.
- 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 269-280.
- & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihjaja-sarja nro 3. *Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos*. Sivut 55-65.
- Hytönen, J. 1985. Kaatoajankohdan, kaatotavan ja kannonkorkeuden vaikutus viljeltyjen ja luonnonpajujen sekä hieskoivun vesomiseen. Abstract: Effect of cutting season, felling method and stump height on the sprouting ability of energy willows and some other hardwoods. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 206: 40-57.
- 1998. Rauduskoivun alkukehitys pellonmetsitysaloilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 37-46.
- 1999. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 4/1999: 697-710.
- & Karlsson, K. 1999. Typpilaskeuman vaikutus puuston ravinnetilaan ja kasvuun länsirannikolla. Sammandrag: Kvävedepositionens inverkan på skogens näringsförhållanden och tillväxt vid den finska västkusten. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 723: 59-72.
- & Lilja, S. 1995. Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus taimien ensikehitykseen pellonmetsitysaloilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 581: 63-73.
- & Wall, A. 1998. Metsitettyjen suopeltojen ja viereisten suomensien ravinne- ja metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 674: 97-106.
- Häggman, H. & Rousi, M. 1986. Interaction between the aphid *Adelges lapponicus* Chol. (Hom., Adelgidae) and some spruce (*Picea*) species in Northern Finland. Seloste: *Adelges lapponicus* Chol. (Hom., Adelgidae) havukirvan ja eräiden kuusilajien vuorovaikutussuhde Pohjois-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 135. 12 p.
- Härkönen, S. 1998a. Effects of moose browsing in relation to food alternatives in Scots pine stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 686. 39 s. + 5 liitejulkaisua (8, 16, 8, 5 ja 21 s.).

- 1998b. Effects of silvicultural cleaning in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(4): 429-436.
- Iivonen, S., Lilja, A. & Tervo, L. 1996. Juurilahoja aiheuttavan yksitumaisen *Rhizoctonia*-sienen torjunta kuumavesikäsitteilyllä. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(1): 51-55.
- Jalkanen, A. 2001. The probability of moose damage at the stand level in southern Finland. *Silva Fennica* 35(2): 159-168.
- Jalkanen, R. 1981. Harmaakariste männyllä. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: *Lophodermella sulcigena* on pines. A literature review. *Folia Forestalia* 476. 15 s.
- 1983. Männynversoruosteen aiheuttamista vaurioista ja kasvutappioista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 111-115.
- 1985. Harmaakaristeen vaikutus männyn kasvuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 196: 75-81.
- 1986a. *Lophodermella sulcigena* on Scots pine in Finland. Seloste: Männynharmaakariste Suomessa. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 136. 41 s.
- 1986b. Tiedot männynharmaakaristeen (*Lophodermella sulcigena*) ja sen yhteydessä esiintyvän *Hendersonia acicola* -sienen esiintymisestä Suomessa. List of records of *Lophodermella* needle cast incl. *Hendersonia acicola* in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 234. 11 s.
- 1990. Typpilannoituksen vaikutus mäntyjen talvenkestävyyteen kangasmailla Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 362: 62-64.
- 1993. Abiotic and biotic diseases of the northern boreal forests in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 451: 7-21.
- & Aalto, T. 1987. Mäntytaimikon hirvituhosta typpilannoitetulla ruohoisella sara-rameella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 253: 30-38.
- & Aalto, T. 1993. The effect of nitrogen fertilization on damage to and growth of Scots pine on a mineral soil site in Sodankylä, northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 451: 61-76.
- , Airaksinen, K. & Niska, K. 1990. Juurten jäädytyskokeet Hietaperänpäädellä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 347: 43-47.
- & Kurkela, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Summary: Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. *Folia Forestalia* 587. 15 s.
- Jia, J., Niemelä, P., Rousi, M. & Härkönen, S. 1997. Selective browsing of moose (*Alces alces*) on birch (*Betula pendula*) clones. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12(1): 33-40.
- Jokinen, K. 1984. Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaorvakalla (*Phlebiopsis gigantea*) männyn taimikoiden harvennuksessa. Summary: The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine. *Folia Forestalia* 607. 12 s.
- (toim.) 1988. Juurikäpälä - metsänkäsittelyn ongelma. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 319. 20 s.
- 1991. Metsätuhot Keski-Pohjanmaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 374: 37-38.
- & Tamminen, P. 1979. Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Summary: Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland. *Folia Forestalia* 399. 17 s.

- Jukka, L. (toim.) 1988. Metsänterveysopas - Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki. 168 s.
- Juntunen, M-L. 2000. Weeds, diseases, insects and mites and use of pesticides in Finnish forest nurseries - results of a survey study. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 781: 17-32.
- Jussila, I. 1996. Tuhtilanne Satakunnan karuilla mäntykankailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 45-48.
- Juutinen, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 54(5). 80 s.
- , Kurkela, T. & Lilja, S. 1976. Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.) lehtipuun taimien vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta. Summary: *Cicadella viridis* (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi. Folia Forestalia 284. 12 s.
- & Lilja, S. 1982. Tuhoeläinten torjunta-aineet. Istutustaimien ja kuorellisen puutarvan hyönteistuhot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 45: 27-60.
- & Varama, M. 1983. Ruskean mäntypistiäisen esiintyminen vuosina 1980-1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 99. 22 s.
- & Varama, M. 1986. Ruskean mäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer*) esiintyminen Suomessa 1966-83. Occurrence of the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*) in Finland during 1966-83. Folia Forestalia 662. 39 s.
- Kainulainen, E., Wulff, A. & Holopainen, J. 1987. Oksakirvojen lisääntyminen ilman epäpuhtauksille altistetuissa kuusen taimissa. Abstract: Population increase of Lachnid aphids in Norway spruce seedlings exposed to air pollutants. Aquilo Series Botanica 25(2): 48-53.
- Kallio, T. 1972. Erään 10-vuotiaan hybridihaapametsikön lahovikaisuus. Summary: Decay in a ten-year old stand of hybrid aspen. Silva Fennica 6(1): 1-13.
- 1980. Metsänviljely ja sienituhot. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koese-man tiedonantoja 35: 3-10.
- , Häkkinen, R. & Heinonen, J. 1985. An outbreak of *Gremmeniella abietina* in central Finland. European Journal of Forest Pathology 15(4): 216-223.
- Kangas, E. 1931. Siikakankaan mäntytaimistojen tuhoista. Referat: Über die Schädigungen der Kiefern-pflanzenbestände in Siikakangas. Silva Fennica 17. 107 s. + valokuvat 6 s. + kartta.
- 1935. Myyrien ja jänisten tuhoja Punkaharjulla. Metsätaloudellinen aikakauskirja 52(10): 231-238.
- 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die in Kiefern-pflanzbestände auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 24(1). 304 s. ja valokuvat 10 s.
- 1940. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkaan metsänviljelyksistä. Referat: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. Acta Forestalia Fennica 49(4). 60 s. + valokuvat 4 s.
- 1949. Hirven metsässä aikaan saamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. Summary: On the damage to the forests caused by the moose, and its significance in the economy of the forest. Suomen Riista 4: 62-90.
- 1959. Lumenmurrot ja metsänhoito. Metsätaloudellinen aikakauslehti 76(1): 3-4.
- Karjula, M. 1989. Ennakkotorjunta tehostamaan muokkausta. Metsä ja Puu 5: 34-35.

- Kasvuhäiriöprojektin sisäinen tiedotustilaisuus 28.11.1978. Yhteenvedo esitelmistä. 1979. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/79. 33 s.
- Kasvuhäiriöprojektin tiedotustilaisuuden jakelumateriaali. 1977. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 10/77. 25 s.
- Kattainen, M. 1991. Maanmuokkauksen ja herbisidikäsitteilyjen vaikutus pintakasvilisluuteen ja metsäpuiden taimiin. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 69 s.
- Kaunisto, S. 1983. Eräiden lannoitteiden ja maanparannusaineiden vaikutus männyn neulasten ravinnepitoisuuksiin ja latvavaurioihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 120: 34-36.
- 1984. Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männyntaimien kehityksestä suonpohjan turpeella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 144. 15 s.
- 1986. Taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyntaimien alkukehitykseen maastossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 235, s. 42.
- & Kinnunen, K. 1985. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyntaimien alkukehitykseen maastossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 202. 23 s.
- Kauppi, A. 1989. Sprouting of birches. A morphological and ecophysiological approach. Acta Universitatis Ouluensis, series A 209. 32 s.
- Kinnunen, K. 1999. Tukkimiehentäin tuhojen kemiallinen ja mekaaninen torjunta. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 4/1999: 687-695.
- Kivimaa, R. 1985. Versosyöpä on iskenyt - mitä tehdä? Teollisuuden metsäviesti 5-6: 26-28.
- Kivivuori, U. 1987. Heinääminen on jaksettava uusia. Metsälehti 10, s. 13.
- Kokkonen, J. 1989. Taimikon varhaiskehityksen dynamiikka muokatulla uudistusalalla. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 73 s.
- Kolari, K. 1977a. Eskimoosi-symposiumi Kivisuolla ja Parkanossa 16.-18.8.1976. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/77. 23 s.
- 1977b. Näkökohtia mikroravinnepuutteiden (B, Zn, Cu ja Mn) vaikutuksista kasvien aineenvaihdunnassa. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 7/77. 7 s.
- 1979a. Hivenaineiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review. Folia Forestalia 389. 37 s.
- 1979b. Selvitys merileväuutteesta ja sen käyttömahdollisuuksista kasvuhäiriön torjuntaan. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 7/79. 8 s. + 7 liites.
- (ed.) 1983. Growth disturbances of forest trees. Seloste: Metsäpuiden kasvuhäiriöt. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 116. 208 s.
- 1988a. Metsäpuiden kasvuhäiriöt. Kasvuhäiriöprojektin loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 310. 35 s.
- 1988b. Suopuustojen kasvuhäiriöt. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 207-213.
- , Paavilainen, E. & Raitio, H. 1977. Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella. Abstract: Pine root condition and growth disturbances. Folia Forestalia 313. 16 s.
- & Veijalainen, H. 1981. Boorin, kuparin ja kalkin vaikutus rauduskoivun alkukehitykseen kasvuhäiriöalueen turpeella. Summary: Effect of boron, copper and calcium on the initial growth of Betula pendula on peat from a growth disturbance area. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 31. 26 s.

- Kontunen-Soppela, S., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P., Hytönen, J. & Ferm, A. 1991. Typpiaineenvaihdunnan häiriöstä johtuva kasvuhäiriö pellonmetsitysmäntyjen vaivana. Abstract: A growth disturbance based on disorders in the nitrogen metabolism in Scots pine growing on former agricultural fields. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 391: 80-85.
- Koponen, T. 1972. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 4. 20 s.
- Korhonen, E. 1939. Hirvivahingoista Evon metsissä. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 56(5): 89-91.
- Korhonen, K. 1988. Juurikäpätyypit ja niiden esiintyminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 319: 6-8.
- Korhonen, K-M. 1987. Damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) to Scots pine in man-made habitats in northern Finland. *Seloste: Lapinmyyrä metsätuholaisena Pohjois-Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 144. 61 s.
- 1990. Myyrät metsitettävillä pelloilla. *Kasvinsuojelupäivät, Helsinki. Sivut* 104-107.
- , Teivainen, T., Kaikusalo, A., Kananen, A. & Kuhlman, E. 1983. Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen. Summary: Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978. *Folia Forestalia* 572. 18 s.
- Koskela, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. *Folia Forestalia* 78. 25 s.
- Koskimies, J. 1953. Hirven talviset ravintokohteet. *Suomen Riista* 8. s. 177.
- Kosonen, R. & Silfverberg, K. 1976. Havaintoja eskimosis-ilmioistä männyllä Kivisuolla 1976. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 8/76. 15 s.
- Kubin, E. & Savilampi, P. 1998. Rauduskoivun viljelyn onnistuminen poronhoitoalueella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 92-98.
- Kujala, V. 1930. Lumivahingoista Etelä-Suomen metsissä. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 47(9): 277-281.
- 1935. Hanki männyn taimien tappajana. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 52(5-6): 123.
- Kurikka, T. 1990. Eräiden herbisidien vaikutus pintakasvillisuuden peittävyYTEEN, biomassaan ja lajistoon äestetyllä metsänuudistusalalla. Joensuun yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, biologian laitos. *Moniste*. 39 s.
- Kurkela, T. 1965. Männyn lumikaristetaudin ja lannoituksen suhteesta Kivisuon metsänlannoitusalueella. Summary: On the relationship between the snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) and fertilization in Scotch pine seedlings. *Folia Forestalia* 14. 8 s.
- 1974. *Godronia multispora* Groves (*Helotiales*) and its pathogenicity to *Betula verrucosa* Ehr. and *B. pubescens* Ehr. *Karstenia* 14: 33-45.
- 1975. Incidence of snow blight on Scots pine as affected by fertilization and some environmental factors. *Seloste: Lannoituksen ja eräiden ympäristötekijäin vaikutuksesta männyn tainten lumikaristeisuuteen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(2). 35 s.

- 1979. *Lophodermium seditiosum* Minter et al. sienen esiintyminen männynkaristeiden yhteydessä. Summary: Association of *Lophodermium seditiosum* Minter et al. with a needle cast epidemic on Scots pine. *Folia Forestalia* 393. 11 s.
- 1980. Männynversosyöpä ja metsänviljely. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 35: 33-41.
- 1981. Versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) riukuasteen männiköissä. Summary: Canker and die-back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*. *Folia Forestalia* 485. 12 s.
- 1985. Metsän taudit Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 92-99.
- 1987. Versosyövän torjunta taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 241: 16-18.
- 1988. Juurikääpätuhot taimikoissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 319: 8-9.
- 1989. Versosyöpäepidemioiden syyt. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 337: 49-53.
- 1990a. *Crumenulopsis soboria* in basal cankers of Scots pine on afforested abandoned fields. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 360: 109-113.
- 1990b. Differentiation of pine shoot tissue in relation to the development of aecia by *Melampsora pinitorqua*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 360: 115-121.
- 1990c. Diseases of Scots pine in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 360: 31-32.
- 1993a. Production and release of ascospores by *Phacidium infestans*, a snow blight fungus on Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 139-144.
- 1993b. Sieni-itiöiden leviäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460: 65-69.
- 1994. Metsän taudit. Tammer-Paino Oy. Tampere. 320 s.
- 1999a. Abioottisten eli elottomista tekijöistä johtuvien tuhojen yleispiirteitä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737, s. 8.
- 1999b. Sienitautien yleispiirteitä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737, s. 7.
- 1999c. Taimitarhahygienia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737: 105-108.
- & Norokorpi, Y. 1975. Kuusen lumikaristesien (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa. Summary: Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland. *Folia Forestalia* 248. 7 s.
- & Norokorpi, Y. 1979. Pathogenicity of *Scleroderris lagerbergii*, *Lachnellula pini*, and *L. flavovirens* and their cancers on Scots pine. Seloste: *Scleroderris lagerbergii*, *Lachnellula pini* ja *L. flavovirens* -sienten patogeenisuus sekä niiden aiheuttamat korot männyn taimissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(1). 16 s.
- & Nuorteva, H. 1998. Short-needle disease of Scots pine: an abnormal needle length distribution. *Silva Fennica* 32(1): 95-101.
- Kärkkäinen, S. 1984. Kasvupaikkatekijän vaikutus puustoon ja sen tykkytuhoihin Kuusamossa. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 73 s.
- Laatikainen, T., Juntunen, M-L. & Heinonen-Tanski, H. 2000. The effect of nursery applied fungicides on the growth and mycorrhiza abundance of Scots pine seedlings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 781: 177-187.
- Laiho, O. 1986. Lämpöolojen paikallisvaihtelu ja sen merkitys metsänuudistamisessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 235: 25-34.

- Laine, J. & Mannerkoski, H. 1980. Lannoituksen vaikutus männyntaimikoiden kasvuun ja hirvituhoihin karuilla ojitetuilla nevoilla. Summary: Effect of fertilization on tree growth and elk damage in young Scots pines planted on drained, nutrient-poor open bogs. *Acta Forestalia Fennica* 166. 45 s.
- & Puttonen, P. 1983. Occurrence of growth disturbance symptoms on different peatland sites in Finland. Teoksessa: Kolari, K. (ed.) 1983. Growth disturbances of forest trees. Seloste: Metsäpuiden kasvuhäiriöt. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 171-176.
- Laine, L. 1968. Kuplamörsky (*Rhizina undulata* Fr.), uusi metsän tuhosieni maassamme. Summary: *Rhizina undulata* Fr., a new forest disease in Finland. *Folia Forestalia* 44. 11 s.
- 1988. Männäntytviterivastaudin tuntomerkit ja levinneisyys Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 319: 4-5.
- Lauhanen, R., Sutinen, S., Mäenpää, M. & Kolppanen, R. 1999. Ennakkotuloksia metsätyössä käytettävien öljyjen vaikutuksesta männyn ja hieskoivun taimien kasvuun, kuolemiseen sekä neulas- ja lehtivaurioihin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 745: 153-157.
- Lehto, T. & Mälkönen, E. 1994. Effects of liming and boron fertilization on boron uptake of *Picea abies*. *Plant and Soil* 163: 55-64.
- Leikola, M. 1975. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin Pohjois-Suomessa. Summary: The influence of the nurse crop on stand temperature conditions in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(7). 33 s.
- 1976. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsityksissä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 88(3). 101 s.
- & Mustanoja, M. 1961. Koivun kantojen vesominen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Laudaturtyö*. 72 s.
- & Pylkkö, P. 1969. Verhoppuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. *Silva Fennica* 3(1): 20-32.
- & Raulo, J. 1976. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 18. 10 s.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 s.
- Lilja, A. 1996a. Root dieback and stem lesions in Finnish forest nurseries. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 618. 43 s. + 6 liitejulkaisua (10, 12, 7, 10, 8 ja 8 s.).
- 1996b. Versolaikkujen ja värivikojen aiheuttajat koivun taimilla. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(2): 157-161.
- & Heikkilä, R. 1998. Istutusköivujen sienituhoista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 141-149.
- , Hietala, A. & Robin, S. 1993. Havupuiden lahojuuri- ja koivun versolaikkutauti. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 460: 5-12.
- , Lilja, S. & Kurkela, T. 1998. Sienitaudit metsäpuiden taimitarhoilla Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1998(2): 195-205.

- , Lilja, S., Kurkela, T. & Rikala, R. 1997. Nursery practices and management of fungal diseases in forest nurseries in Finland. A review. *Silva Fennica* 31(1): 79-100.
- & Rikala, R. 2001. Koivuntaimien versolaikut taimitarhalla ja taimien toipuminen istutusalalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 813: 55-61.
- & Sutherland, J. 2000. Proceedings of the 4th meeting of IUFRO working party 7.03.04 - Diseases and insects in forest nurseries. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 781. 262 s.
- Lilja, S. 1967. Tuomen merkityksestä kuusen tuomiruostesienen, *Pucciniastrum padi* (Kunze & Schm.) Diet., esiintymiselle kuusessa. Summary: On the significance of the bird-cherry (*Prunus padus* L.) for the occurrence of the rust, *Pucciniastrum padi* (Kunze & Schm.) Diet., in spruce. *Silva Fennica* 1(1): 45-62.
- 1973. Koivun ruoste ja sen torjuminen. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 9: 21-26.
- 1980a. Sienitautien torjunta taimitarhalla. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 35: 49-54.
- 1980b. Taimitarhan tärkeimmät sienituhot. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 35: 11-18.
- 1982. Kasvitautilien torjunta-aineet. Muut sienitaudit. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 45: 6-9.
- 1999. Torjunta-aineet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 737: 109-111.
- 2000. Katsaus taimitarhojen kasvinsuojeluun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 788: 7-15.
- Lipas, E. 1990a. Kalkituksen aiheuttama boorinpuute kangasmaan kuusikossa. Abstract: Lime-induced boron deficiency in Norway spruce on mineral soils. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 352. 22 s.
- 1990b. Kalkituksen vaikutus ravinteiden saatavuuteen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 370: 49-60.
- Loisa, K. & Pulliainen, E. 1968. Winter food and movements of two moose (*Alces alces* L.) in northeastern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 5: 220-223.
- Lyly, O. & Saksa, T. 1992. The effect of stand density on moose damage in young *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(3): 393-403.
- Långström, B. 1971. Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentäin (*Hylobius abietis* L.) tuhoilta. Summary: The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.). *Folia Forestalia* 129. 8 s.
- 1975. Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi. Summary: Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). *Folia Forestalia* 226. 11 s.
- 1982. Abundance and seasonal activity of adult *Hylobius*-weevils in reforestation areas during first years following final felling. Seloste: Tukkipärsäkäsäikuisten runsaus ja esiintyminen avohakkuualoilla päätehakkuun jälkeisinä vuosina. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 106. 23 p.
- 1985. Tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot Suomessa vuosina 1970-1971. Yhteis-pohjoismaisen tutkimuksen Suomea koskevat tulokset. Summary: Damage caused by *Hylobius abietis* in Finland in the years 1970-1971. Results from the Finnish part of a joint Nordic study. *Folia Forestalia* 612. 11 s.
- Lähde, E. & Raulo, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary:

- Development of silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(6). 30 s.
- & Raulo, J. 1979. Rauduskoivun istutuskohdan valinta piennarauratulla uudistusalalla. Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 11. 17 s.
 - Lämsälä, J. 1991. Kemiallinen ennakkotorjunta helpottaa metsänviljelyä. *Leipä leivemäksi* 1: 38-39.
 - Lämsä, A. 1986. Hirven (*Alces alces* L.) metsäpuiden taimien syönnistä aiheutuneiden vahinkojen korvaaminen. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Moniste. 68 s. + liitteet.
 - 1990. Hoidettujen talvilaitumien vaikutus hirvituhoihin mäntytaimikoissa. Summary: Effect of winter feeding on moose damage to young pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 212. 46 s.
 - & Löytty, K. 1988. Hirvituho vuosina 1973-1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973-1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District. *Folia Forestalia* 719. 13 s.
 - Löytty, K. 1969. Über das Vorkommen und die Schädlichkeit der Nadelholzspinnmilbe (*Oligonychus ununguis* Jacobi, Acarina, Tetranychidae) in Finnland. Selostus: Havupunkin (*Oligonychus ununguis* Jacobi, Acarina, Tetranychidae) esiintymisestä ja vahingollisuudesta Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 68(4). 45 s.
 - 1970. Havupunkin ja kuusen neulaspunkin torjunta. Summary: Control of mites *Oligonychus ununguis* and *Nalepella haarlovi* var. *piceae-abietis*. *Folia Forestalia* 93. 10 s.
 - 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyravinnon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to some browsing preference by moose (*Alces alces*). *Folia Forestalia* 487. 14 s.
 - 1982. Männyntaimikkojen hirvivahingot 1950-luvun alussa. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950s. *Folia Forestalia* 503. 8 s.
 - 1983a. Männyn taimien kehitys latvan katkeamisen jälkeen. Summary: Recovery of young Scots pines from stem breakage. *Folia Forestalia* 560. 11 s.
 - 1983b. Sähköpaimen taimikkojen suojauksessa hirvivahingoilta. Summary: Testing of electric fences for moose (*Alces alces*). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 102. 7 s.
 - 1985. On repeated browsing of Scots pine saplings by moose (*Alces alces*). Seloste: Männyntaimien toistuvasta hirtviovituksesta. *Silva Fennica* 19(4): 387-391.
 - , Austerlitz, Ö., Bejer, B. & Ehnström, B. 1979. Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972-1976. Seloste: Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972-1976. *Folia Forestalia* 395. 13 s.
 - & Hiltunen, T. 1976. Hirven aiheuttamista metsävahingoista. *Metsä ja Puu* 5: 30-31.
 - & Hiltunen, R. 1978. Monoterpenes in Scots pine in relation to browsing preference by moose (*Alces alces* L.). Seloste: Männyn monoterpeenikoostumuksen vaikutuksesta hirven ravinnon valintaan. *Silva Fennica* 12(2): 85-87.
 - & Lämsä, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Summary: Moose in Finnish Forestry. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteen laitoksen julkaisuja 13. 56 s.

- & Piisilä, N. 1983. Hirvivahingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in young pine plantations in the Forestry Board District Uusimaa-Häme. *Folia Forestalia* 553. 23 s.
- & Repo, S. 1983. Hirven ja valkohäntäpeuran aiheuttamat metsävahingot. Tiedustelun tuloksia 1976 ja 1982. Summary: Damage caused by moose and white-tailed deer in young stands - Results of a questionnaire survey in 1976 and 1982. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 103. 13 s.
- & Rousi, M. 1979. Lehtipuutaimistojen hyönteistuhhoista. Summary: On insect damage in young deciduous stands. *Folia Forestalia* 384. 12 s.
- Maltamo, M., Kangas, J. & Tolonen, R. 1989. Vesakon alkukehitys ja sen vaikutus taimikkoon. Kirjallisuustarkastelu. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 343. 66 s.
- Manninen, A-M., Holopainen, T., Vuorinen, M. & Holopainen, K. 2000. Possible use of mycorrhizas and host plant secondary metabolites for control of insect herbivores on Scots pine. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 781: 163-175.
- Mattila, H. & Hynönen, T. 2001. Näennäisen halpa kuusen kylvä on yleistynyt. Työ tuottaa hyvin usein surkean lopputuloksen. *Maaseudun Tulevaisuus* 9.5.2001, s. 2.
- Mattila, U. 2001. Männynversoruostetuhojen riskiin vaikuttavat tekijät. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2001: 474-477.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Summary: Damage of seedlings caused by the logging of seed trees. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 244. 30 s.
- Metsäpuiden kylmänkestävyys. 1987. Tutkimuspäivän 1986 esitelmät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 249. 71 s.
- Metsätalouden hirvivahinkotyöryhmän muistio. 1988. Maa- ja metsätalousministeriö, työryhmämuistio MMM 1/88. 33 s.
- Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. *Acta Forestalia Fennica* 50(3). 102 s.
- Moilanen, H. 1987. Poronlaidunnuksen vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen ja taimien menestymiseen Kainuun jäkäläisillä kankailla. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Moniste. 52 s.
- Moilanen, M., Ferm, A. & Issakainen, J. 1995. Kuusen ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistusaloilla. *Folia Forestalia - Metsätieteellinen aikakauskirja* 1995(2): 115-130.
- & Issakainen, J. 1981. Männynversoruosteen esiintymisestä lannoitetussa turve-maan männyntaimistossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24: 11-23.
- Multamäki, E. 1939. Kuusen kylvöstä ja sen istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. *Acta Forestalia Fennica* 47(3). 132 s. + valokuvat 8 s.
- 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. *Acta Forestalia Fennica* 51(1). 353 s.
- Myllymäki, A. 1975. Outbreaks and damage by field rodents and other harmful small mammals in Finland. *Ecol. Bull.* 19: 17-29.
- Mäkitalo, K., Penttilä, T. & Räsänen, P. 1998. Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 109-121.

- Nenonen, M. & Jukola, J. 1960. Tukkimiehen täin (*Hylobius abietis* L.) tuhoista mäntytaimistoissa ja niiden torjunnasta DDT avulla. Summary: Pine weevil (*Hylobius abietis* L.) injuries and their control by DDT in pine seedling stands. *Silva Fennica* 104(2). 30 s.
- Nevalainen, S. 1983. Pohjois-Karjalan metsäpatologisten ongelmien kartoitus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 124: 48-68.
- 1986. Versosyövän aiheuttajan itiölevintä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 241: 14-15.
- , Jukola-Sulonen, E-L. & Salemaa, M. 1993. Männynversosurman yleisyys vuosi-na 1986-89. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 137-138.
- & Mattila, U. 2001. Mitkä tekijät lisäävät männynversosurmaa Etelä-Suomessa? *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2001: 469-473.
- Niemelä, P. & Danell, K. 1988. Comparison of moose browsing on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and lodgepole pine (*Pinus contorta*). *Journal of Applied Ecology* 25: 761-775.
- Niemi, K., Lilja, A., Kasurinen, A. & Heinonen-Tanski, H. 2000. Ectomycorrhizal fungi as biological control agents against *Rhizoctonia* root infection of container-grown Scots pine seedlings. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 781: 151-162.
- Niemistö, P. 1998a. Istutustiheyden ja rivivälin vaikutus rauduskoivun kasvuun ja ulkoiseen laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 17-36.
- 1998b. Ruskotäplät istutettujen rauduskoivujen rungoissa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 2/1998: 133-149.
- Nikula, A. 1992. Hirvilaidunten tila Lapin kolmion alueella taimikkoinventointien perusteella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 437: 143-150.
- Norokorpi, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhoista Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 2: 37-49.
- 1972a. Pohjoisten männyn viljelytaimistojen tuhoprosessista. *Metsä ja Puu* 4: 13-15.
- 1972b. Taimien tuhoutumisesta v. 1971. Julkaisussa: Valtanen, J. 1972. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. Selostus vuodelta 1971. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 3: 12-15.
- 1974. Männyn taimien tuhoutumisesta vv. 1972-73. Julkaisussa: Valtanen, J. 1974. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. Selostus vuodelta 1973. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 9: 9-11 + 2 taulukkosivua.
- 1977. Epätasainen lannoitus ja männiköiden pakkasvauriot. *Metsä ja Puu* 4: 15-17.
- 1998. Lumen maailma. *Metsäntutkimus, METLAn asiakaslehti* 1/98. Sivut 10-11.
- & Kärkkäinen, S. 1985. Maaston korkeuden vaikutus puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä tykkytuhoihin Kuusamossa. Summary: The effect of altitude on stand and site characteristics and crown snow-load damages in Kuusamo in northern Finland. *Folia Forestalia* 632. 26 s.
- Nuorteva, M. 1982. Metsätuholaiset. Kirjayhtymä, Helsinki. 91 s.
- 1999. Metsähyönteisten maailmasta. Tremex Press. 112 s.
- Nygren, K. 1973. Tutkimus hirven vaelluksista saaristossa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tiedonantoja 1: 9-12.

- Nykänen, M-L., Peltola, H., Quine, C., Kellomäki, S. & Broadgate, M. 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. *Silva Fennica* 31(2): 193-213.
- Oikarinen, M. 1977. Ruskean mäntypistiäistuhon vaikutuksesta männiköiden kasvuun. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli 4 s.
- & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956-65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtiolla Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 222. 46 s.
- Paavilainen, E. 1969. Juuristojen ja kasvualustan hivenainepitoisuuksien välisistä suhteista suometeissa. Summary: On the correlation between the contents of trace elements in roots and growth substratum in certain peatland sites. *Suo* 20(2): 25-29.
- Palo, R., Bergström, R. & Danell, K. 1992. Digestibility, distribution of phenols, and fiber at different twig diameters of birch in winter. Implications for browsers. *Oikos* 65: 450-454.
- Peltonen, A. 1986. Metsien uudistaminen turvemaidella kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978-1979. *Folia Forestalia* 679. 26 s.
- Petäistö, R-L. 1980. Juuristopatoogeenit taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitos, metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 35: 26-28.
- 1982. Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla. Abstract: Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries. *Folia Forestalia* 505. 8 s.
- 1983. Rauduskoivun versolaikut taimitarhalla. Abstract: Stem spotting of birch (*Betula pendula*) in nurseries. *Folia Forestalia* 544. 9 s.
- 1996. Factors favouring pathogenesis of *Gremmeniella abietina*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 590. 31 s. + 6 liitejulkaisua (15, 5, 8, 5, 10 ja 8 s.).
- 1999. Growth phase of bare-root Scots pine seedlings and their susceptibility to *Gremmeniella abietina*. *Silva Fennica* 33(3): 179-185.
- 2000. Surmakan, *Gremmeniella abietina*, itiölevinnän seuranta taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 766: 45-46.
- & Juntunen, M-L. 2000. Timing fungicide applications for control of *Sclerotinia* cancer: Efficacy of fungicides applied to spores, hyphae and diseased seedlings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 781: 189-200.
- Pietiläinen, P. 1978. Kasvuhäiriöistä. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 17: 43-50.
- 1980. Kasvuhäiriön laajuus ja merkitys. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 18: 28-36.
- Pohjakallio, O. & Vaartaja, O. 1948. Über Vorkommen und Sporenbildung von *Coleosporium melampyri* Kleb. auf verschiedenen Standorten und Wirtspflanzen. Selostus: *Coleosporium melampyri* Kleb. -sienen esiintymisestä ja itiömuodotuksesta erilaisilla kasvupaikoilla ja eri isäntäkasvilajeissa. *Acta Forestalia Fennica* 55(2). 15 s.
- Poikolainen, J. 1985. Havaintoja erään uudistusalan taimituhoista Keski-Pohjanmaalla. Abstract: Observations on the damages to the seedlings in a regeneration area in Keski-Pohjanmaa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 68-80.

- 1990. Hailuodon jäkäläkankaiden taimikot ja niiden hirvituhot. Summary: Condition of sapling stands on the lichen heaths of Hailuoto and damage by moose (*Alces alces*). *Folia Forestalia* 761. 17 s.
- Poteri, M. 1998. Screening of birch, *Betula* spp., for rust resistance to *Melampsoridium betulinum*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 689. 44 s. + 5 liitejulkaisua (8, 11, 10, 9 ja 18 s.).
- (toim.) 1999. Taimituho-opas. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 737. 128 s.
- 2001. Koivunruoste. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2001: 478-480.
- , Heikkilä, R. & Yuan-Yi, L. 1987. Peltoluteen aiheuttaman kasvuhäiriön kehittyminen yksivuotiailla männyntaimilla. Summary: Development of the growth disturbance caused by *Lygus rugulipennis* in one-year-old pine seedlings. *Folia Forestalia* 695. 14 s.
- , Rousi, M. & Ryyänen, L. 1998. Interaction between birch, *Betula* spp., and *Melampsoridium betulinum*, the leaf rust fungus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 712, s. 135.
- Pulliainen, E., Loisa, K. & Pohjalainen, T. 1968. Hirven talvisesta ravinnosta Itä-Lapissa. Summary: Winter food of the moose (*Alces alces* L.) in eastern Lapland. *Silva Fennica* 2(4): 235-247.
- , Loisa, K. & Pohjalainen, T. 1980. Hirvieläinten talviset liikunnot ja ravinnonotto (Winter diet and movements of cervids. A review). *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 56(2): 51-58.
- Pätilä, A. & Uotila, A. 1990. Scleroderris canker and frost damage in fertilized pine stands on an ombrotrophic mire. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(1): 41-48.
- Raitio, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsityillä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Abstract: Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms. *Folia Forestalia* 412. 16 s.
- 1980. Monilatvaisuusilmiö taimitarhoilla. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 9. Artikkel, 4 s.
- 1982. Rauduskoivun kasvuhäiriö Torajärven koekentällä. Summary: Growth disturbance of *Betula pendula* in the Torajärvi experimental field. *Folia Forestalia* 536. 15 s.
- 1983a. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 116. 15 s.
- 1983b. Männyntaimien kasvuhäiriöt taimitarhoilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94: 20-25.
- 1985a. Hallavauriot männyllä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 184: 25-34.
- 1985b. Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen. English translation: Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open. *Folia Forestalia* 611. 14 s.
- 1987a. Pakkaskestävyys ja ravinteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 249: 31-35.
- 1987b. Site elevation differences in frost damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Forest Ecology and Management* 20(3-4): 299-306.
- 1993. Hämeen- ja Pohjankankaan metsien tilasta ja taimikkotuhojen syistä kautta aikojen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470: 41-49.
- & Rantala, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(1). 30 s.

- , Rikala, R., Heiskanen, J., Kytö, M. & Poteri, M. 1992. Männyntaimien kasvuhäiriö taimitarhalla. Summary: Growth disturbance of Scots pine seedlings in nurseries. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 445. 37 s.
- Rajamäki, J., Jalkanen, R. & Karjula, M. 1986. Vuosina 1980-84 lannoitettujen kasvatismänniköiden latvavauriot kivennäismaalla Pohjois-Suomessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 148. 26 s.
- Raulo, J. & Lähde, E. 1977. Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa. Summary: Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 325. 10 s.
- Reinikainen, A. 1973. Koivulajien ravinnepuuteoireista turvemaidella. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/73. 17 s.
- 1984. Kasvuhäiriöprojektin toiminta 1976-1981. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 22-29.
- & Silfverberg, K. 1983. Significance of whole-tree nutrient analysis of growth disorders. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 48-58.
- & Veijalainen, H. 1983. Diagnostical use of needle analysis in growth disturbed Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 44-48.
- Repo, S. & Löytyniemi, K. 1985. Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen. Summary: The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 626. 14 s.
- Repo, T., Mela, M. & Valtanen, J. 1984. Männyversosyöväälle alttiiden ja vastustuskykyisten taimialkuperien erottaminen neulasten ominaisimpedanssin mittauksella. Summary: Separation of susceptible and resistant provenances of Scots pine to Gremmeniella abietina by specific needle impedance. *Folia Forestalia* 610. 11 s.
- Rikala, R. & Petäistö, R.-L. 1986. Lannoituksen vaikutus koulittujen rauduskoivun taimien ravinnepitoisuuteen, kasvuun ja versolaikkaisuuteen. Summary: Effect of fertilization on the nutrient concentration, growth and incidence of stem spotting in bare-rooted birch transplants. *Folia Forestalia* 642. 16 s.
- Ritari, A. 1990. Talven 1986-87 sääolojen poikkeuksellisuus ja pakkasvauriot Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 47-57.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 72-82.
- Romakkaniemi, P. 1986. The susceptibility of *Betula pendula* and *B. pubescens* saplings to stem spot disease on different soils. Tiivistelmä: Raudus- ja hieskoivun taimien alttiut versolaikkutaudille erilaisilla kasvualustoilla. *Silva Fennica* 20(1): 23-28.
- Rossi, P. & Rikala, R. 1992. Lehtipuiden kantojen vesominen lannoituksen jälkeen. Abstract: Stump sprouting in an *Alnus-Betula-Salix* stand following fertilization. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 425. 22 s.
- Rousi, M. 1983a. Myyrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikokeissa talvella 1981/82. Summary: Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82. *Folia Forestalia* 569. 10 s.
- 1983b. Susceptibility of pine to mammalian herbivores in northern Finland. Seloste: Männyn alttiut nisäkästuhoille Pohjois-Suomessa. *Silva Fennica* 17(4): 301-312.
- 1990. Breeding forest trees for resistance to mammalian herbivores - a study based on European white birch. Tiivistelmä: Metsäpuiden resistenssijalostus kasveja syöviä nisäkkäitä vastaan - rauduskoivuun perustuva tutkimus. *Acta Forestalia Fennica* 210. 20 s.

- 1994. Koivun kasvu ja viljelyvarmuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 525: 51-58.
- , Henttonen, H. & Kaikusalo, A. 1990. Resistance of birch (*Betula pendula* and *B. platyphylla*) seedlots to vole (*Microtus agrestis*) damage. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(3): 427-436.
- , Tahvanainen, J., Henttonen, H. & Uotila, I. 1993. The effect of shading and fertilization on the resistance of winter-dormant white birch (*Betula pendula*) to vole and hare feeding. *Ecology* 74: 30-38.
- , Tahvanainen, J. & Uotila, I. 1989. Inter- and intraspecific variation in the resistance of winter-dormant birch (*Betula* spp.) against browsing by the mountain hare. *Holarctic Ecology* 12: 187-192.
- , Tahvanainen, J. & Uotila, I. 1991. Mechanisms of resistance to hare browsing in winter-dormant European white birch (*Betula pendula*). *American Naturalist* 137(1): 64-82.
- Rummukainen, U. 1970. Tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L., ennakkotorjunnasta taimitarhassa. Summary: On the prevention of *Hylobius abietis* L. in the nursery. *Folia Forestalia* 76. 10 s.
- 1971. Lumikaristeen, *Phacidium infestans* Karst., torjuntakokeita PCNB-pölytyksin männynviljelyaloilla. Summary: On the control of snow blight, *Phacidium infestans* Karst., by means of dusting with PCNB. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 71(4). 27 s.
- Ruotsalainen, S. 1992. Vaihtelu pohjoissuomalaisen plusmäntyjälkeläistöjen versosurmakesävyydessä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 60-77.
- Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Suomen tiedettä 5. WSOY, Porvoo - Helsinki. 719 s.
- Sainio, P. 1955. Hirven talvisesta ravinnosta. Referat: Om älgens vinternäring. Summary: On the feeding of the elk in winter. *Silva Fennica* 88(1). 24 s.
- 1956. Eräs selvitys hirvivahingoista. Metsästäys ja Kalastus 46: 386-388.
- Sairanen, A. 1990. Site characteristics of Scots pine stands infected by *Gremmeniella abietina* in Central Finland. I: Mineral soil sites. Seloste: Versosurman vaivaamien männiköitten kasvupaikkaominaisuudet Keski-Suomessa. I: Kivennäismaat. *Acta Forestalia Fennica* 216. 27 s.
- Savilampi, P. 1994. Haavanvesakon ennalta torjuminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 508: 29-32.
- Selander, J. 1993. Survival model for *Pinus sylvestris* seedlings at risk from *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(1): 66-72.
- & Immonen, A. 1991. Lannoituksen vaikutus männyntaimien tuhonalttiuteen tukkimiehentäille. Summary: Effect of fertilization on the susceptibility of Scots pine seedlings to the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Forestalia* 771. 21 s.
- , Immonen, A. & Raukko, P. 1990. Luontaisen ja istutetun männyntaimen kestävyys tukkimiehentäitä vastaan. Summary: Resistance of naturally regenerated and nursery-raised Scots pine seedlings to the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Forestalia* 766. 19 s.
- & Kalo, P. 1979. Männyn taimen pihkan monoterpeenien vaikutuksista tuhonkestävyyteen tukkimiehentäitä, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera, Curculionidae) vastaan. *Silva Fennica* 13(2): 115-130.
- Siipilehto, J. 2001. Effect of weed control with fibre mulches and herbicides on the initial development of spruce, birch and aspen seedlings on abandoned farmland. *Silva Fennica* 35(4): 403-414.

- Siipilehto, L. 1995a. Heinäntorjunnan vaihtoehdot metsänviljelyssä. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 563. 55 s.
- 1995b. Heinäntorjuntamenetelmien vaikutus peltomaan lämpötilaan. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 90-96.
- Siitonen, J. & Nikula, A. 1990. Lapinmyyrän puustolle aiheuttamat tuhot Länsi-Lapin ojitetuilla soilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362: 56-61.
- Silfverberg, K. 1979. Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella. Abstract: Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland. *Folia Forestalia* 396. 19 s.
- 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia Forestalia* 432. 13 s.
- 1982. Näringsanalys i två spårämnesgödslade granplanteringar. Abstract: Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients. Seloste: Kahden hivenlannoitetun istutuskuusikon ravinneanalyysi. *Folia Forestalia* 526. 12 s.
- & Issakainen, J. 2001. Puuntuhka ja kauppalannoitteet suomänniköiden ravinnetaidouden hoidossa. Metsätieteen aikakauskirja - *Folia Forestalia* 1/2001: 29-44.
- Siren, G. 1958. Eräitä havaintoja keskisuomalaisen ja paikallisen mäntyrodun biologisista ja teknillisistä ominaisuuksista Perä-Pohjolassa. Summary: Some observations on the biological and technical properties of the local and central-finnish pine provenances in North Finland. *Silva Fennica* 96(1). 32 s.
- Solantie, R. 1994. Effect of weather and climatological background on snow damage of forests in Southern Finland in November 1991. *Silva Fennica* 28(3): 203-211.
- & Ahti, K. 1980. Säätekijöiden vaikutus Etelä-Suomen lumituhoihin v. 1959. Summary: The influence of weather in the snow damage for forests of South-Finland in 1959. *Silva Fennica* 14(4): 342-353.
- Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Moniste. 96 s.
- Suninen, R. 1989. Versosyöpätilanne Pirkanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 337: 54-58.
- Suoheimo, J. 1984. Isokorvakärsäkkään aikuisten esiintyminen ja merkitys männyn luontaiselle uudistamiselle Pohjois-Lapissa. Summary: The occurrence of *Otiorrhynchus nodosus* and its significance for the natural regeneration of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 18(3): 255-259.
- Suominen, O. 1963. Metsiköiden alttiut lumituhoon. Tutkimus Etelä-Suomessa talvella 1958-59 sattuneesta lumituhosta. Summary: Susceptibility of stands to devastation by snow. Investigation into snow devastation in South Finland in winter 1958-59. *Silva Fennica* 112(5). 35 s.
- Suomus, H. 1965. Hirven metsälle aiheuttamat vahingot. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja 31: 40-43.
- Sutinen, M-L. & Raitio, H. 1998. Ilman epäpuhtaudet ja neulasten pakkaskestävyys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 92-93.
- Taimitarhan sienitautipäivä 14.8.1980. 1980. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 35. 54 s.
- Tamminen, P. 1989. Punalatikan tuhoista kärsivän männyntaimikon lannoitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 334. 18 s.
- 1998. Typpi- ja tuhkalannoitus punalatikan vaivaamassa männikössä. Metsätieteen aikakauskirja - *Folia Forestalia* 1998(3): 411-420.

- Taudinaiheuttajien nimistö. 1999. Nimiluettelot tuhonaiheuttajista sekä niiden ruotsin- ja englanninkielisistä vastineista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737: 116-117.
- Teivainen, T. 1974. Myyrätuhojen valtakunnallisen inventoinnin tuloksia. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 12: 27-33.
- 1975. Myyrien tuhoista ja niiden torjunnasta. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 26-36.
 - 1978. Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan. Abstract: Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments. *Folia Forestalia* 339. 12 s.
 - 1979. Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsitetyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973-76. Abstract: Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973-76. *Folia Forestalia* 387. 23 s.
 - 1981a. Geographic trends in voles in Finland in the years 1973-80. Herbivore-plant interactions at northern latitudes. A symposium workshop at Kevo, Finland, 14 - 18 September 1981. Tiivistelmä: Myyrätuhojen esiintymisalueen siirtyminen Suomessa vuosina 1973-80. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 21. 18 s.
 - 1981b. Metsäpuiden taimien myyrätuhot vuonna 1979/80 ja ennuste seuraavien vuosien tuhoalueista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 2. 5 s.
 - 1981c. Myyrätuhojen rytmi 1973-80 piirimetsälautakunnittain. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 8. 3 s.
 - 1982a. Metsäpuiden taimien myyrätuhot vuonna 1980/81 ja taimien tuhoriski-alueet. Abstract: Vole damage to forest seedlings in 1980/81 and areas susceptible to seedling damage. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 41. 14 s.
 - 1982b. Myyrät metsätaimistojen tuholaisina vuonna 1981/82. Abstract: Voles as a pest in forest plantations in Finland in 1981/82. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 79. 24 s.
 - 1982c. Tuhoeläinten torjunta-aineet. Myyrät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 45: 64-72.
 - 1984a. Myyrätuhojen runsaus ja niiden esiintymisalueet Suomessa vuonna 1983/84. Summary: Abundance and distribution of vole damage in Finland in 1983/84. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 160. 12 s.
 - 1984b. Myyrätuhojen runsaus ja niiden esiintymisalueet vuonna 1982/83. Abstract: Abundance and distribution of vole damage in 1982/83. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 145. 12 s.
 - , Jukola, E.-L., Kaikusalo, A. & Korhonen, K. 1979. Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.) aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973-76 Suomessa. Summary: Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.) in the years 1973-76 in Finland. *Folia Forestalia* 388. 28 s.
 - , Jukola-Sulonen, E.-L. & Mäenpää, E. 1986. Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen. Summary: The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population. *Folia Forestalia* 651. 19 s.
 - , Kananen, A. & Kuhlman, E. 1981. Vesimyyrän aiheuttamat tuhot männyn siemenviljelyksillä Keski-Suomessa vuonna 1979/80. Summary: Water vole (*Arvicola terrestris*) damage in Scots pine seed orchards in Central Finland during 1979/80. *Folia Forestalia* 492. 17 s.

- Tervo, L. 1979. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 29. 17 s.
- 1989. Ekbacken-ruisku tukkimiehintäin torjuntaan metsänviljelyaloilla. Abstract: The Ekbacken backpack sprayer used for spraying individual Scots pine seedlings in a plantation against *Hylobius abietis*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 338. 15 s.
- , Kangas, J., Kuikka, M. & Sarantila, R. 1992. Paakkutaimien käsittely taimitarhalla tukkimiehintäitä vastaan. Abstract: Treatment of container seedlings in the nursery against pine weevil (*Hylobius abietis*). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 416. 22 s.
- Thesslund, O. 1975. Kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Tutkimusseloste 43/1975. Tehdaspuu Oy. Moniste.
- Tuomainen, A., Tervo, L., Manninen, A. & Kangas, J. 1996. Permetriini tukkimiehintäin torjunnassa: työntekijöiden altistuminen ja permetriinin säilyminen taimissa. Permethrin in the control of pine weevil: exposure of workers and residues in seedlings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 602. 19 s.
- Uotila, A. 1983. Physiological and morphological variation among Finnish Gremmeniella abietina isolates. Seloste: Suomalaisten Gremmeniella abietina -isolaattien fysiologisesta ja morfologisesta vaihtelusta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 119. 12 p.
- 1985a. Männynversosyövän leviämisestä tautipesäkettä ympäröiviin terveisiin mäntyihin. Summary: The spreading of *Ascomycetes* abietina to healthy pines in the vicinity of diseased trees. *Silva Fennica* 19(1): 17-20.
- 1985b. Siemenen siirron vaikutuksesta männyn versosyöpätautiin Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: On the effect of seed transfer on the susceptibility of Scots pine to *Ascomycetes* abietina in southern and central Finland. *Folia Forestalia* 639. 12 s.
- 1986. Männynversosyöpätauti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 235: 35-40.
- 1988. Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätautiin. Summary: The effect of climate factors on the occurrence of *Scleroderris* canker. *Folia Forestalia* 721. 23 s.
- 1989. Pohjois-Suomen versosyöpätauti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 327: 87-91.
- 1993. Genetic variation of *Gremmeniella abietina* in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 119-122.
- & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Metsälehti Kustannus. 215 s.
- Vaartaja, O. 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Selostus: Puiden siemeniä ja sirkkataimia tuhoavista tekijöistä. *Acta Forestalia Fennica* 62(3). 31 s.
- Valtanen, J. 1970a. Lapin männyntaimistojen kunnosta. *Metsä ja Puu* 4: 5-6.
- 1970b. Versosyöpä Lapin taimistojen kimpussa. *Metsä ja Puu* 4: 7-10.
- 1977. Tutkimustuloksia suurten avoalojen metsittymisestä Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli. 8 s.
- 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 381. 52 s. + 3 liites.
- Vasander, H. & Lindholm, T. 1985. Männynversosyöpätauti Laaviosuon jatkolannoituskoealueella. Summary: Damage caused by Pine die-back (*Ascomycetes* abietina) on refertilization trial plots on Laaviosuo, Lammi, southern Finland. *Suo* 36(4-5): 85-94.

- Veijalainen, H. 1974. Makro- ja mikrolannoituskoe kuusen 'eskimosis' -alueella. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 6/74. 6 s. + 2 liites.
- 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. Suo 26(5): 87-92.
 - 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetilanteen määrittämisessä turvemailla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(4). 32 s.
 - 1978a. Kuparilannoitteiden vaikutus rauduskoivun pituuskasvuun kasvuhäiriöalueen turpeella. Kasvihuonekoe. Esitulkoksia. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 2/78. 6 s.
 - 1978b. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suomessa. Summary: Occurrence of die-back of forest trees in Finland. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 1/78. 22 s.
 - 1979. Hivenlannoitteiden Cu, B, Mn vaikutus kasvuhäiriöpuuston elpymiseen Ki-visuolla. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 6/79. 9 s.
 - 1980a. Mäntylajeilla suoritettuja Cu- ja B-kokeita. Kirjallisuuskatsaus ulkomaisista tutkimuksista. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/80. 67 s.
 - 1980b. Tuhka kasvuhäiriön torjunnassa. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusosaston tiedonantoja 20: 28-30.
 - 1981. Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemailla. Summary: Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil. Folia Forestalia 477. 15 s.
 - 1983. Geographical distribution of growth disturbances in Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 116: 13-16.
 - 1984. Preliminary results of micronutrient fertilization experiments in disordered Scots pine stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 116: 153-159.
 - 1988. Hivenlannoitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 102-105.
 - 1993. Fyto-2H -valmisteen vaikutus männyn neulasten ravinnepitoisuuksiin suometsissä. Summary: Effect of Fyto-2H -fertilizer on nutrient concentrations in Scots pine needles in peatland forests. Suo 44(4-5): 93-103.
 - , Reinikainen, A. & Kolari, K. 1984. Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti. Summary: Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. Interim report. Folia Forestalia 601. 41 s.
- Weissenberg, K. von 1973. Indirect selection for resistance to fusiform rust in loblolly pine. Seloste: Epäsuora valinta *Cronartium fusiforme*-kestävyyden lisäämiseksi Loblolly-männillä (*Pinus taeda* L.). Acta Forestalia Fennica 134. 46 s.
- 1980. Männyntaimien kehitys ja versoruoste. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeosaston tiedonantoja 35: 42-48.
 - 1987. Metsäpatologian lajintuntemusopas. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 60 s.
 - 1988. Juurikääpäkestävyyttä taudinkestävyysjalostuksella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 319: 19-20.
 - & Kurkela, T. (eds.) 1980. Proceedings of the meeting of the IUFRO working party S2.05-05, resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June, 1979, Suonenjoki, Finland. Seloste: IUFRO:n työryhmän S2.05-05, Versoruosteen-kestävyys männnyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät. Folia Forestalia 422. 38 s.

- Versosyöpyä taimitarhalla ja taimitarhapäivän 1985 posterit. 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 241. 41 s.
- Viiri, H. 2001. Selvitääkö Ruotsissa tukkimiehentäistä ilman kasvinsuojeluaineita? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 813: 38-51.
- & Kytö, M. 2001. Tukkimiehentäituhot ja niiden torjunta. Metsätieteen aikakauskirja 2/2001: 270-274.
- Yli-Vakkuri, P. 1956. Männyn kylvötaimistojen hirvivahingoista Pohjanmaalla. Referat: Om älgens skadegörelse på sådda tallplantbestånd i Österbotten. Summary: Moose damage in seedling stands of pine in Ostrobothnia. *Silva Fennica* 88(3). 17 s.
- 1961. Taimien synty ja ensi kehitys uudistumisen kriisivaiheena. Summary: Emergence and initial development of seedlings - a critical phase in regeneration. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 78(6-7): 237-240.
- 1971. Havaintoja latvakasvainten pakkasvaurioista kuusen taimistoissa Itä-Savossa. Summary: On winter frost damages to the leaders of spruce saplings in eastern South-Finland. *Silva Fennica* 5(2): 96-104.
- Ylioja, T. & Rousi, M. 1998. Koivun ruskotäpläkärpäsen elintavat - avain vahinkojen vähentämiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 151-162.

445 viitettä

5. TAIMIKONHOITO

Tiheän ylispuuston alla kasvaneen luontaisen taimikon kehitys saattaa edellyttää ylispuuston harventamista ennen taimiston lopullista vapauttamista. Toimenpide karsii taimia kasvupaikkatekijöiden muutokseen ja voi vielä edistää taimikon luontaista täydentymistä. Lopullisessa ylispuuhakkuussa poistetaan kaikki ylispuut mahdollisia jättöpuita lukuun ottamatta. Taimivauriot ylispuiden korjuussa ja vapauttamisen jälkeinen elpyminen vaikuttavat uudistamistulokseen (ks. luvut 4.2.1 ja 4.6.1). Ylispuuhakkuu on tehtävä pääsääntöisesti sen jälkeen, kun ylispuusto on tehnyt tehtävänsä (siemennys ja/tai suojaus, liiallisen aluskasvillisuuden ehkäisy). Hakkuuseen tulisi ryhtyä viimeistään, kun taimikko alkaa kärsiä ylispuuston kilpailusta, mikä ensin näkyy kasvun hidastumisena. Mäntysiemenpuiden poiston ajoitusta on käsitelty esim. Kubinin (1995a ja b sekä 1998) artikkeleissa ja Valtasen (1998) tutkimuksessa. Siemenpuiden pitkittetty kasvatus ei yleensä kannata - mikä siemenpuiden kasvulla saavutetaan se helposti taimikon kehityksessä menetetään (ks. Niemistö ym. 1993). Myös mäntyjättöpuut tai -puuryhmät hidastavat taimikon kehitystä (Valkonen ym. 2001). - Vanhojen puiden seisottaminen uudistusallalla tietenkin lisää monimuotoisuutta ja voi lisätä kuvion virkistysarvoa. Harvan mänty-ylispuuston voi jättää aloilleen ja korjata vasta ensiharvennuksen yhteydessä, mikä ratkaisu parantaa ensiharvennuksen kannattavuutta.

Verhopuuston poistaminen kuusentaimikon päältä tuottaa helposti enemmän kustannuksia kuin välittömiä tuloja. Toimenpide on ennemminkin investointi tulevaisuuteen. Puun käyttö energiapuuksi lisää välitöntä tuloa jonkin verran. Verhopuustoa ei saa poistaa ennen kuin kuusialikasvos on pituudessa ylittänyt hallarajan. Luontaisen verhopuukoivikon kasvattaminen käyttöpuun mittoihin on eräissä tapauksissa kannattavaa, vaikka kuusialikasvoksen kasvu jää pienemmäksi ja myöhäisessä korjuussa tulee enemmän vaurioita (Mielikäinen ja Valkonen 1995). - Kuu-

sentaimikon kasvatusvaihtoehtoja on tarkasteltu laajemmin Valkosen (2000b) väitöskirjassa (ks. myös Valkonen 2000a).

Tarvittaessa vapautettu taimikko kunnostetaan tai tasataan joko heti tai seuraavan taimikonhoidon yhteydessä. Kunnostuksessa raivataan ja pienitään taimia haittaavaa hakkuutähdettä ja poistetaan haitalliset pensaat sekä etukasvuiset, huonolaatuiset ja kasvupaikalle sopimatonta puulajia olevat puut. Kunnostus siirtää taimikon varsinaisen perkauksen ja/tai harvennuksen myöhempään ajankohtaan. Muita taimikonhoitotoita kuin vapauttaminen ja kunnostus ovat täydennysviljely, heinääminen, perkaus ja harvennus. Myös tuhojen torjunta ja niiden jälkien korjaaminen on taimikonhoitoa, jota tehdään yleensä samanaikaisesti muiden toimenpiteiden kanssa (tuhoista luvussa 4.6).

Ylispuuhakkuita lukuun ottamatta taimikonhoito tuottaa välittömästi pääasiassa vain kustannuksia, ellei hoitoaloilta kerätä energiapuuta muodossa tai toisessa. Pellonmetsitysalan heinimisessä ja taimiston täydennysviljelyssä sekin tulolähde on suljettu kokonaan pois. Kustannuspaine sekä varsinaisen yksityismetsänomistuksen rakenteen ja asenteiden muutos ovat jo aiheuttaneet uudistamis- ja taimikonhoito-toimenpiteiden sekä ensiharvennusten viivästymistä. Kehitys voidaan kääntää neuvonnan ja koulutuksen sekä normiohjauksen (lait ja asetukset sekä verotus ja tuet) avulla (ks. Hänninen 2001 sekä Hänninen ja Viitala 1994). Metsälaki edellyttää omistajalta uuden metsän perustamista uudistushakkuun jälkeen, joten siihen tarvittavat toimenpiteet on tehtävä vaikka viiveellä (ns. rästeistä ks. Hyppönen ym. 2000 sekä Saksa ja Smolander 1998). Tilanne on toinen varsinaisessa taimikonhoidossa ja ensiharvennuksissa, joiden tekemiseen metsänomistajalla ei ole lakisääteistä pakkoa.

Taimikonhoitoon löytyy neuvoja yleensä kaikissa laajemmissa metsänkasvatuksen kirjoissa ja oppaissa sekä eri tahojen ja maantieteellisiä alueita varten laadituissa metsänhoito-ohjeissa ja suosituksissa. 1990-luvulla suosituksia uusittiin monella taholla ja osin useammin kuin kerran (ks. Luonnonläheinen... 1994, Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001 ja Hyvän... 2001). Myös suuremmat metsäyhtiöt ovat laatineet omia käsittelyohjeita. Tapion uusimmat valtakunnalliset metsänhoitosuosituksukset (Hyvän... 2001) samoin kuin pohjoisten metsäkeskusten suositukset (Hyppönen ym. 2001) on suunnattu kaikille metsänomistajaryhmille. Taimikonhoidon periaatteita käsitellään mm. Virtasen ym. (1984) toimittamassa julkaisussa (ks. myös Norokorpi 1985 ja Lähde ym. 1985). Taimikonhoidon käytäntöä ovat laajemmin kuvailleet mm. Salminen ym. (1997) ja Vuokila (1980). Jalopuiden taimikonhoidosta ovat kirjoittaneet mm. Kiuru (1991) ja Valkonen ym. (1995). Taimikonhoitoon liittyvät myös Hankalan (1991), Kubinin ja Savilammen (2000), Lähteen ym. (1999), Valkosen (2000c) ja Valtasen (1984) artikkelit. - Taimikonhoitokirjallisuus painottuu perkaukseen ja harvennuksen, joista tuonnempana.

Taimikon kuntoa tulee seurata ja ryhtyä hoitotoimiin tarvittaessa (ks. Ahola 1938). Seurannan intensiteetti riippuu kasvupaikasta ja taimikon perustamistavasta. Tarkistuksissa arvioidaan kehityskelpoisten taimien määrää, kuntoa ja tuhoja sekä muun kasvillisuuden kilpailua. Menetelmiä on monia, ääripäinä silmävarainen arviointi ja koealamittaukset (ks. Kaila 1994 ja Taimikoiden... 1974). - Selvissä tapauksissa pelkkä yleissilmäys riittää. Jos täydennysviljelytarvetta näyttäisi olevan, kehityskelpoiset taimet kannattaa lukea edustavilta koealoilta.

Etenkin viljelytaimikoissa kehityskelpoisten taimien määrä voi pienentyä tuhojen seurauksena niin paljon, että täydentämistä tai viljelyä joutuu harkitsemaan. Täydennys- ja viljelyrajat riippuvat maantieteellisestä alueesta ja puulajista ollen 1000-1300 ja 700-800 kpl/ha (kaikki kasvatuskelpoiset taimet; vrt. viljelytiheys, luku 4.4.4). Täydennysviljelyyn käyvät elinvoimaiset suurikokoiset taimet, jotka ky-

kenevät kilpailemaan menestyksellä kasvutilasta vanhempien taimien ja muun kasvillisuuden kanssa. Rauduskoivu on paras puulaji sille sopivilla kasvupaikoilla. Havupuutaimikoissa voidaan käyttää myös havupuiden taimia tietyin edellytyksin. Monesti alkuperäinen taimikko on kasvanut niin suureksi, eli karannut, että sen täydentäminen ei enää tule kysymykseen. Kokemukset täydennysviljelystä Pohjois-Suomessa, missä sitä on tehty paljonkin, eivät ole olleet kovinkaan rohkaisevia (Saarenmaa ja Leppälä 1995). - Käytännössä vanhoilla laajemmilla uudistusaloilla tehdään rinnakkain sekä täydentämistä että viljelyä, koska uudistamistulos vaihtelee mosaiikkimaisesti. Onnistuminen edellyttää yleensä myös kasvualustan käsittelyä (ks. Saarenmaa ja Liukkonen 1995).

Heinä- ja ruohokasvillisuuden torjunta pienten taimien ympäriltä (ns. heinäminen tai heiniminen) on tarpeellinen toimenpide yleensä pellonmetsitysaloilla ja myös rehevillä uudistusaloilla. Heinimisen merkitystä ovat korostaneet mm. Ahtiainen ym. (1992), Kivivuori (1987) ja Luoranen ym. (1999). Toteutusvaihtoehtoja on tarkasteltu laajemmin Liisa Siipilehdon (1995a) julkaisussa. Torjuntaa on käsitelty mm. Karjulan (1988), Kokkosen (1963), Lassilan (1992), Liljan (1998), Mannisen ym. (1986), Nisulan (1974), Pispan (1960), Rantasen (1988), Rummukaisen (1969a ja 1982), Rummukaisen ja Voipion (1979), Jouni Siipilehdon ja Lylyn (1995) sekä Vanhalan (1993) artikkeleissa. Leikola ja Raulo (1976) ovat tutkineet toimenpiteen ajoituksen vaikutusta männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Heiniminen vähentää myyräkantaa ja on siten samalla myös myyrätuhojen enakkotorjuntaa (ks. Teivainen ym. 1986).

Viljeltäessä ruohojen ja heinien enakkotorjunta alkaa kasvualustan voimakkaasta käsittelystä ja suurikokoisten taimien käytöstä. Pelloilla rikkaruohoja voidaan torjua ennakolta myös kemiallisesti tai kattamalla alusta niiden kasvun estävällä materiaalilla taimikohtaisesti. Kuusi kestää kasvillisuuden kilpailua paremmin kuin mänty. Jos pelto istutetaan keväällä, se on usein heinittävä ensimmäisen kerran jo saman vuoden syksyllä. Heinä- ja ruohokasvillisuutta voidaan vähentää mekaanisesti ja pelloilla myös kemiallisesti. Pienessä taimikossa toimenpide on tehtävä ainakin kerran kesässä. Ajoittamalla se heinäkuun loppuun uusi kasvillisuus ei ehdi kehittyä täystiheäksi ja -kokoiseksi syksyyn mennessä. Syksyllä tilanne tulisi vielä tarkistaa ja tarvittaessa poistaa suurikokoiset ruohot ja heinät taimien välittömästä läheisyydestä. Kevättarkistuksen yhteydessä taimet vapautetaan niiden päälle lakoutuneesta kasvillisuudesta. Heiniminen on toistettava niin monena kesänä kuin se taimien kehityksen kannalta on tarpeen.

Havupuutaimikon perkauksessa poistetaan taimien kehitystä haittaavaa lehtipuustoa ja pensaskasvillisuutta. Lehtipuita on syytä jättää jonkin verran mm. edistämään mäntyjen karsiutumista ja runkojen laadun kehitystä. Reikäperkauksessa havupuutaimien välit jätetään käsittelemättä, mikä alentaa työkustannuksia. Sillä voidaan vaikuttaa myös taimikon tekniseen laatuun. Lehtipuusekoituksella on esteettistä ja ekologista arvoa sekä myöhemmin myös taloudellista merkitystä ensimmäisissä myyntihakkuissa. Kemikaalien käyttöä vesakontorjunnassa ei enää sallita. Mekaanisessa perkauksessa juuri- ja kantovesojen nopea kehittyminen on ongelma, johon voidaan vaikuttaa jonkin verran toimenpiteen ajoituksella kasvukauden aikana (ks. Ali-Alha 1987, Etholen 1974, Ferm ja Issakainen 1981, Heikinheimo 1930, Hytönen 1985, Moilanen ja Oikarinen 1980 sekä Oikarinen 1980). Paras tulos saavutetaan silloin, kun suurin osa aineenvaihdunnalle tärkeistä aineista on mobilisoitunut juuriston ja kannon yläpuolisiin osiin. Vesanmuodostusta ja sen merkitystä ovat tutkineet tarkemmin Leikola ja Mustanoja (1961) ja Mikola (1942).

Aikaisemmin myös kemiallista vesakontorjuntaa tutkittiin ja käytettiin. Siltä varalta, että sen käyttö eräissä olosuhteissa osoittautuu vielä välttämättömäksi, mainittakoon tässä eräitä asiaan liittyviä tutkimuksia ja artikkeleita. Kemiallisen vesakontorjunnan perusteita ja ajoitusta ovat tutkineet mm. Lyly (1979 ja 1980), Lyly ja Kurki (1989), Pohtila ja Pohjola (1983), Rummukainen (1969b), Ruokonen (1975) ja Vesterinen (1979). Etholen (1976), Helin (1977), Huitu (1970), Nisula (1980) sekä Rummukainen ja Tanskanen (1969) ovat tarkastelleet toteutuksen tekniikkaa ja onnistumista. Ympäristövaikutuksia on käsitelty Etholenin (1983), Karsiston (1974), Kirsin ja Oinosen (1981), Luotolan (1993), Lylyn (1984), Raatikaisen ja Raatikaisen (1979 ja 1982) sekä Rajalan ja Raittiin (1972) artikkeleissa (ks. myös Tahvanainen 1980). Kemiallisesta vesakontorjunnasta vielä lisää Etholenin (1972 ja 1981), Etholenin ja Hännisen (1982) ja Huikarin (1953) kirjoituksissa.

Esimerkkinä uudemmissa perkausohjeista mainittakoon UPM:n tuore moniste (Taimikon... 1999). Pahimmin vesottuvilla alueilla ensiperkaus on tarvittaessa tehtävä ennen varsinaista taimikon harvennusta. Muualla perkausta voidaan lykätä tehtäväksi yhdessä havupuutaimikon harvennuksen kanssa. Ratkaisu on monen asian kompromissi. Runsas kilpaileva puu- ja pensaskasvillisuus hidastaa valtapuuston järeytymistä, mutta toisaalta edistää laatukehitystä. Harvennusta voidaan joutua aikaistamaan perkaustarpeen vuoksi. Toisaalta taimikon harvennus tulisi tehdä mahdollisimman myöhään toisen harvennuksen välttämiseksi. Myöhäinen harvennus nostaa työkustannuksia ja lisää tuhojen riskiä. Mikäli toinen harvennus olisi tarpeen eikä sitä tehdä, valtapuusto riukuuntuu ja hakkuukertymä ensimmäisessä kaupallisessa hakkuussa jää pieneksi. Hakkuutuloja voidaan lisätä energiapuun korjuulla, jos siihen vain on edellytyksiä. Taimikon optimikäsittely riippuu paitsi taimikon ominaisuuksista (ml. tuhot) myös omistajaan ja toimintaympäristöön liittyvistä tekijöistä. Nykyisin suosituksissa annetaan vain yleislinjoja, joita jokainen päätöksentekijä voi soveltaa osaltaan tapauskohtaisesti.

Taimikon tasauksella tarkoitetaan valtapuuston pituusvaihtelun pienentämistä lähinnä etukasvuisia puita poistamalla harvennuksen yhteydessä. Toimenpide on osa laatukskasvatusta, sillä 'susipuut' ovat yleensä muita taimia huonolaatuisempia. Taimikonhoidon lopputulos on konkreettisesti todettavissa ensiharvennuksessa metsikön vartuttua nuoreksi harvennusmetsäksi. Hoitotoimenpiteiden ajoituksen lisäksi etenkin harvennusten voimakkuus vaikuttaa tulokseen. Nykyisin taimikon kasvatus-tiheys-suositus harvennuksen jälkeen on havupuilla 2000-2500 sekä lehtipuilla ja lehtikuusella 1600-2000 kpl/ha. - Taimikon perkausta ja sen vaikutuksia ovat tutkineet mm. Ikäheimo ja Norokorpi (1986), Jakkila ja Pohtila (1978), Kalpa (1985), Kubin ja Savilampi (1996 ja 1998), Norokorpi ja Puoskari (1987), Pohtila (1975) ja Valtanen (1982). Taimikon harvennusta ovat tutkineet mm. Kinnunen (1986), Parviainen (1976 ja 1978), Ruha ja Varmola (1997), Salminen ja Varmola (1990), Siren (1956), Varmola (1982, 1987 ja 2000), Varmola ja Arola (2000), Varmola ym. (1998) sekä Vuokila (1972 ja 1976). Perkaus- ja harvennustarve on suurempi männyllä kuin kuusella. Lähde (1991) tutki eri vaihtoehtoja kuusentaimikossa saaden tulokseksi, että luontainen kuusikko ei vaadi taimikonhoitoa välttämättä ollenkaan. Taimikon perkaukseen ja harvennukseen liittyen mainittakoon vielä Etholenin (1973), Lähteen (1984), Oikarisen (1984), Oikarisen ja Pasasen (1996), Tolosen (1991), Uusvaaran ja Saukkosen (1997), Varmolan (1989 ja 1998) sekä Varmolan ja Arolan (2001) julkaisut.

Taimikonhoidolla voidaan vaikuttaa tautien ja tuhojen esiintymiseen, kuten edellä (luku 4.6.2) on jo todettu. Toistettakoon tässä joitakin esimerkkejä. Vanhemmat männynthalvihomeen saastuttamat taimet tulisi poistaa taimikosta ja täydennys-

viljelyssä ei tulisi käyttää mäntyä. Männynneulaskaristeen torjumiseksi taimikko tulisi harventaa pian latvuston sulkeuduttua. Haapa levittää männynversoruostetta, joten se tulisi perata pois taimikosta. Heiniminen vähentää männynneulasruostetta ja koivun versolaikkutautia. Kuusentuomiruosteen torjunta edellyttäisi tuomen hävittämistä taimikosta ja sen läheisyydestä. Männynversosyöpää hoidetaan valikoivalla harvennuksella ja suosimalla muita puulajeja kuvion niissä osissa, joissa pientopografian johdosta taudin todennäköisyys on suuri (esim. suojaiset painanteet). Eri tauti kuin edellä on männynsyöpä, jota sairastavat taimet tulee poistaa seuraavassa harvennuksessa. Männyn tyvitervastaudin esiintymisalueilla taimikon kesäharvennuksessa syntyvät kannot tulisi käsitellä sienien torjunta-aineella. Perattaessa on hyvä tietää, että vesasyntyiset hieskoivut ovat yleensä lahovikaisia, joten niiden kasvatus tarkoituksella kuitupuukokoon ei yleensä kannata.

Tuhohyönteisten kemiallinen torjunta tarvittaessa on myös taimikonhoitoa. Esimerkkejä ovat tukkimiehentäi ja ruskomäntypistiäinen männyntaimikoissa, havupunkki ja kuusen neulaspunkki kuusentaimikoissa, lehtikärsäkäs koivuntaimikoissa ja havukirvat mm. lehtikuusitaimikoissa. Punalatikan torjunta männyntaimikoissa kemiallisesti on ongelmallista. Käytännössä sen tuhoja ehkäistään tiheällä kasvatusasennolla, koivusekoituksella ja lannoituksella. Uusien tuulenskaatojen, pystyyn kuolevien puiden ja tuoreen puutavaran poistaminen taimikosta ja sen läheisyydestä vähentää pikikärsäkästuhoja.

Myyräkantaa voidaan vähentää heinimisellä. Myyrätuhoja voidaan torjua myös karkotteilla ja taimisuojuilla. Joskus koivuntaimien suojaaminen jäniksiltä on tarpeen. Poroahoitoalueella koivuntaimikot pitäisi eristää poroilta, joten koivun viljely ei kannata. Hirviä vastaan voidaan käyttää torjunta-aineita ja taimisuojuja. Taimikon aitaaminen on mahdollista mutta kallista. Lehtipuusekoitus, erityisesti haapa ja pihlaja houkuttelee hirviä taimikkoon, mikä on hyvä pitää mielessä männyntaimikon perkauksessa. Hirvi suosii tiettyjä männyntaimia, mikä näkyy niiden latvaosien toistuvana syöntinä. Näiden taimien säästäminen harvennuksessa saattaa vähentää hirvituhoja muissa taimissa.

Edellä mainitut esimerkit osoittavat, että metsänkasvatuksen eri tavoitteet on vaikea sovittaa keskenään käytännön taimikonhoidossa. Moni toimenpide on hyödyllinen yhden mutta haitallinen toisen tavoitteen kannalta, mikä korostaa tapauskohtaisen harkinnan merkitystä päätöksenteossa. Suositukset ovat hyviä, mutta niitä ei yleensä ole syytä noudattaa aivan sellaisenaan.

Taimiston manuaaliseen perkaukseen ja harvennuksen soveltuvia työvälineitä ovat tutkineet Laitinen (1978), Laitinen ja Takalo (1978), Lehtonen (1976), Lounasvuori (1989), Perälä (1994), Siekkinen (1986) ja Siren (1958). Taimikonhoidon koneellistamismahdollisuuksia ovat käsitelleet Kaila (1991), Kaivola (1993b) ja Mutikainen (1990). Eräs käytäväharvennuksen soveltuva kone on esitelty Hakkilan ja Mäkelän (1975) julkaisussa. Taimikonhoitotyön tuottavuutta ja kustannuksia on tarkasteltu Harstelan ja Tervon (1977), Hämäläisen ja Lillebergin (1995), Ihosen (1989) ja Yrjösen (1982) artikkeleissa (ks. myös Appelroth 1982 ja Helander 1978).

Lopuksi vielä mainittakoon eräitä taimikonhoitoon liittyviä julkaisuja, jotka eivät ole tulleet esille edellä: Hakkila ym. 1975, Herranen 1986, Hänninen ym. 2001, Kaivola 1993a, Karjula ym. 1982, Kellomäki ja Kolström 1992, Koivisto 1980, Maltamo ym. 1989, Mielikäinen 1992 ja 1998, Liisa Siipilehto 1995b, Tertti 1938, Turtiainen 1998, Vuokila 1982a ja b sekä Väisänen ym. 1989.

Keskeiset hakusanat: sta, tai, tho, yli, tre, pko, tay, hei ja cop

Muita hakusanoja: ajo, mtu, tor, laa, kas, mto ja cos

- Ahola, V. 1938. Metsän uudistumisen tarkkailusta kovilla metsämailla ja ojitetuilla soilla sekä ojien tarkkailusta. Die Überwachung der Verjüngung der Wälder auf eigentlichen Waldböden und entwässerten Mooren und die Beaufsichtigung der Gräben. Metsänhoitajien jatkokurssit III, 1937. Silva Fennica 46: 119-131 ja 241.
- Ahtiainen, A., Kostamo, J., Leppänen, T. & Sampakoski, P. 1992. Pellonmetsittäjän opas. Taimi-Tapio Oy. 47 s.
- Ali-Alha, T. 1987. Kaatoajankohdan vaikutus lehtipuiden vesomiseen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 87 s.
- Appelroth, S-E. 1982. Rekommendationer för materialinsamling och resultatpresentation vid tidsstudier av skogsvårdsarbeten. NSR-projekt. Skogsvårdens rationalisering. English version: Recommendations for collecting data and presenting results of time studies on silvicultural operations. Folia Forestalia 539. 27 s.
- Etholen, K. 1972. Taimiston hoidon tekniikkaa Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 3: 1-5.
- 1973. Taimiston käsittely syys- ja talviolosuhteissa Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 5: 1-7.
- 1974. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. Folia Forestalia 213. 16 s.
- 1976. Vaahtokäsittelyn käyttömahdollisuudet ja vesakkojen paljasversoruiskutus. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 14. 12 s.
- 1981. Vesakontorjunnan metsänhoidolliset kysymykset. Metsä ja Puu 3, s. 2.
- 1983. Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutuksista marjasatoihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90: 153-160.
- & Hänninen, P. 1982. Rikkakasvien torjunta-aineet. Vesakot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 45: 10-19.
- Ferm, A. & Issakainen, J. 1981. Kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutus hieskoivun vesomiseen turvemailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 33. 13 s.
- Hakkila, P., Kalaja, H. & Mäkelä, M. 1975. Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Summary: Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. Folia Forestalia 240. 78 s.
- & Mäkelä, M. 1975. Pallarin vesakkoharvesteri. Summary: Pallari bushharvester. Folia Forestalia 249. 18 s.
- Hankala, A. 1991. Taimikonhoitosuosituksia keski-pohjalaisittain. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 41-42.
- Harstela, P. & Tervo, L. 1977. Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia. Kaato ja kasaussäilytysvälineillä ja kokopuuhaketus. Summary: Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine). Manual felling and bunching and whole-tree chipping. Folia Forestalia 294. 23 s.
- Heikinheimo, O. 1930. Kaatoajan vaikutus lehtipuiden vesojen syntyyn ja kasvuun. Tapio 23: 113-117.
- Helander, M. 1978. Taimiston harvennukset puunkasvatuksen kustannustekijänä. Julkaisussa: Puuntuotannon nykyhetken ongelmia. Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisjuhlaretkely 12.-13.6.1978. Sivut 49-53.
- Helin, H. 1977. Haapavesakon kemiallisesta yksilökäsittelystä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 43 s.

- Herranen, T. 1986. Taimikon harvennus- ja perkauspalstojen poistuman ja läpimitan muuttuminen kasvukauden aikana. Metsähallituksen kehittämisjaosto. PM 16/86. 4 s.
- Hokajärvi, T. (toim.) 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 58 s.
- Huikari, O. 1953. Tekohormonivalmisteiden käyttömahdollisuuksista metsärikkaruuhojen torjunnassa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 70(7): 235-236.
- Huitu, P. 1970. Lentovesakontorjunnasta ja sen onnistumisesta eräissä metsähallinnon hoitoalueissa vuosina 1961-1966. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste.
- Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuositukset. Kirjanen. Kajaanin Kirjapaino Oy. 60 s.
- , Perälä, J-P. & Hallikainen, V. 2000. Metsänuudistamistöiden viivästyminen Lapin yksityismetsissä. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 35-42.
- Hytönen, J. 1985. Kaatoajankohdan, kaatotavan ja kannonkorkeuden vaikutus viljeltyjen ja luonnonpajujen sekä hieskoivun vesomiseen. Abstract: Effect of cutting season, felling method and stump height on the sprouting ability of energy willows and some other hardwoods. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 40-57.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio. 95 s.
- Hämäläinen, J. & Lilleberg, R. 1995. Taimikon myöhäisen harvennuksen olosuhteet ja kustannukset. Summary: Delayed precommercial thinning. Metsätehon katsaus 2/1995. 6 s.
- Hänninen, H. 2001. Purevatko metsäpolitiikan keinot metsänhoitorästeihin? Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2001: 81-85.
- , Karppinen, H., Ovaskainen, V. & Ripatti, P. 2001. Metsänomistajan uudistamiskäyttäytyminen. Metsätieteen aikakauskirja 4/2001: 615-629.
- & Viitala, E-J. 1994. Metsänomistuksen rakennemuutos ja metsätalouden edistämistoiminta. Julkaisussa: Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. (toim.) 1994. Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 484: 75-105.
- Ihonen, M. 1989. Tuottavuus ja kustannukset taimikonhoidossa. Työtehoseuran metsätiedote 4(452). 8 s.
- Ikäheimo, E. & Norokorpi, Y. 1986. Perkauksen vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen, laatuun ja tuhoihin Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of cleaning on the incidence of damage and the development and quality of Scots pine plantations in northern Finland. Folia Forestalia 647. 49 s.
- Jakkila, J. & Pohtila, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Summary: Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland. Folia Forestalia 360. 27 s.
- Kaila, S. 1991. Metsänhoitotöiden koneellistamismahdollisuudet 1990-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 387: 5-14.
- 1994. Determining the outcome of forest regeneration. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 512: 92-96.
- Kaivola, A. 1993a. Nuoret metsät kunnostettava. Teho 4/93: 21-23.
- 1993b. Suomen eteläpuoliskon taimikoiden ominaisuudet ja taimikonhoidon koneellistamismahdollisuudet. Työtehoseuran monisteita 9/1993 (27). 53 s.
- Kalpa, A. 1985. Männyn taimikon perkaustavan vaikutus lehtipuustoon, istutus-taimien laatuun, aluskasvillisuuteen ja maaperään. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos. Konekirjoite. 140 s.

- Karjula, M. 1988. Heinikon ja vesakon ennakkotorjunnan uudet vaihtoehdot. *Leipä leveämmäksi* 2: 38-39.
- , Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. 103 s. + 12 liites.
- Karsisto, K. 1974. Metsänparannuskohteet riistan kannalta. Summary: Forest amelioration and the stocks of game. *Suo* 25(2): 35-40.
- Kellomäki, S. & Kolström, M. 1992. Computations on the management of seedling stands of Scots pine under the influence of changing climate in southern Finland. Tiivistelmä: Ilmastomuutoksen vaikutus männyntaimikoiden hoitotarpeeseen Etelä-Suomessa: simulointiin perustuvia laskelmia. *Silva Fennica* 26(2): 97-110.
- Kinnunen, K. 1986. Männyn kylvötippaiden harventamisesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 215. 19 s.
- Kirsi, M. & Oinonen, P. 1981. Mushroom yields in 10-year-old coppice after spraying with MCPA. *Karstenia* 21(1): 1-8.
- Kiuru, H. 1991. Jalopuiden taimikonhoito ja harvennukset. *Metsä ja Puu* 10: 30-31.
- Kivivuori, U. 1987. Heinääminen on jaksettava uusia. *Metsälehti* 10, s. 13.
- Koivisto, V. 1980. Minkäläaatuista puuta tulisi kasvattaa. *Metsä ja Puu* 3: 23-25.
- Kokkonen, M. 1963. Paperisuojausten käytöstä istutusalojen heinittymisen torjunnassa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 80(4): 164-166.
- Kubin, E. 1995a. Männyn siemenpuiden poiston ajankohta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 20-27.
- 1995b. Timing of the removal of pine seed trees. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 551: 50-56.
- 1998. When to remove Scots pine seed trees. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714: 45-53.
- & Savilampi, P. 1996. Männyn taimikon perkaustapa ja energiapuun tuotos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 23-34.
- & Savilampi, P. 1998. Mäntytaimikon perkaustapa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 674: 107-126.
- & Savilampi, P. 2000. Metsien uudistaminen ja uusimmat metsänkäsittelyohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 786: 9-29.
- Laitinen, J. 1978. Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyysillä. Abstract: Comparing clearing saw sprayers with film analysis. *Folia Forestalia* 369. 14 s.
- & Takalo, S. 1978. Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua. Abstract: Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices. *Folia Forestalia* 340. 16 s.
- Lassila, S. 1992. Pintakasvillisuuden torjunta ja kylvö. *Metsälehti* 5, s. 6.
- Lehtonen, E. 1976. Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla. Summary: Felling of small-sized trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw. *Folia Forestalia* 261. 27 s.
- Leikola, M. & Mustanoja, M. 1961. Koivun kantojen vesominen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Laudaturtyö*. 72 s.
- & Raulo, J. 1976. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 18. 10 s.
- Lilja, S. 1998. Ajankohtaista kasvinsuojelusta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 8-15.

- Lounasvuori, J. 1989. Kahden ketjuraivaussahaprototyypin vertailu pyöreäteräliseen raivaussahaan taimikonhoitotyössä. Työtehoseuran metsäosaston monisteita 2/1989. 42 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuositukset. 3 painos. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 72 s.
- Luoranen, J., Rikala, R., Saksa, T., Smolander, H., Lilja, S. & Hynönen, T. 1999. Koivun paakkutaimien istutus kesällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 749. 24 s.
- Luotola, M. 1993. Pohjoisten luonnonolojen vaikutukset kemikaalien käyttäytymiseen ja vaikutuksiin ympäristössä. Ympäristö ja terveys 24(10): 633-635.
- Lyly, O. 1979. Vesakontorjunta-aineiden lentolevitys: sen ajoittaminen ja käyttökohteet. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 130. 40 s.
- 1980. Tietämisen arvoinen asia: H-hetki ruiskutuksissa. Metsä ja Puu 5: 11-12.
- 1984. Liittyykö kemialliseen vesakontorjuntaan riskejä ja ongelmia metsäluonnon kannalta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 56-63.
- & Kurki, H. 1989. Fenoksiherbisidit ja glyfosaatti kasveissa. Kirjallisuuskatsaus. Summary: Phenoxy herbicides and glyphosate in plants. Literature review. Folia Forestalia 737. 18 s.
- Lähde, E. 1984. Metsikön perustamistiheys - laatua vai määrää. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 28-33.
- 1991. Picea abies-dominated naturally established sapling stands in response to various cleaning-thinnings. Scandinavian Journal of Forest Research 6(4): 499-508.
- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1999. Uudistuminen ja kasvatus. Teoksessa: Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719: 32-58.
- , Norokorpi, Y. & Oikarinen, M. 1985. Mikkelin ekoläänin metsien vaihtoehtoiset käsittelymallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 180. 67 s.
- Maltamo, M., Kangas, J. & Tolonen, R. 1989. Vesakon alkukehitys ja sen vaikutus taimikkoon. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 343. 66 s.
- Manninen, A., Kangas, J. & Klen, T. 1986. Torjunta-aineille altistuminen heinikontorjunnassa. Metsä ja Puu 7: 30-31.
- Mielikäinen, K. 1992. Kannattaako taimikkoa harventaa? Käytännön Maamies 3/92: 63-64.
- 1998. Nuorten metsien runsaus - Riesa vai rikkaus? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 699: 31-34.
- & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1995(2): 81-97.
- Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. Acta Forestalia Fennica 50(3). 102 s.
- Moilanen, M. & Oikarinen, M. 1980. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimus-
aseman tiedonantoja 19. 12 s. + 5 kuvas.
- Mutikainen, A. 1990. Koneet tulossa taimikonhoitoon. Summary: Productivity and costs in tending of young stands. Työtehoseuran metsätiedote 9(472). 4 s.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. Folia Forestalia 826. 26 s.
- Nisula, P. 1974. Eräs herbisidien levityslaite. Summary: An apparatus for the application of herbicides. Folia Forestalia 220. 22 s.

- 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. *Folia Forestalia* 439. 19 s.
- Norokorpi, Y. 1985. Metsänuudistamisen ja taimikonhoidon periaatteet - lyhennelmä työryhmän mietinnöstä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 196: 89-94.
- & Puoskari, J. 1987. Peräpohjolan kuusentaimikoiden perkausmenetelmät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 123-135.
- Oikarinen, M. 1980. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. *Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja* 18: 48-49.
- 1984. Erirakenteisuus vai tasarakenteisuus taimikkovaiheessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 129: 51-55.
- & Pasanen, J. 1996. Luontaisen kuusentaimikon synnystä ja taimikon jatkokäsittelystä Kainuussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 598: 107-116.
- Parviainen, J. 1976. Harvennuksen vaikutus männyn taimisto- ja riukuvaiheen metsikön kasvuun ja kehitykseen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Lisensiaattityö*. 114 s.
- 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungfuchs- und Stangenholzphase. *Folia Forestalia* 346. 40 s.
- Perälä, Y. 1994. Haka 100 -kourasaha taimikonhoidossa ja nuoren metsän kunnostuksessa. Summary: Haka 100 grapple-mounted saw in tending and amelioration cutting of young stands. *Työtehoseuran metsätiedote* 4(527). 4 s.
- Pispa, P. 1960. Kokemuksia tekohormonivalmisteiden käytöstä metsätaloudessa. *Leipä leveämmäksi* 9: 25-28.
- Pohtila, E. 1975. Alustavia tuloksia taimistonhoitokokeista. *Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 10. 16 s.
- & Pohjola, T. 1983. Lehvästörüiskutuksen ajoitus kasvukauden aikana. Summary: The timing of foliage spraying during the growing season. *Acta Forestalia Fennica* 181. 36 s.
- Raatikainen, M. & Raatikainen, T. 1979. Lehvästörüiskutusaineiden harkittu käyttö säästää marjasadot. Esitelmä Rikkakasvipäivillä 11.1.1979.
- & Raatikainen, T. 1982. Lehvästörüiskutusaineiden vaikutukset marjasatoihin. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote* 2: 80-85.
- Rajala, P. & Raitis, T. 1972. Vesakkohävitteen 2,4,5-T vaikutuksesta metsäkana-lintuihin taimistoaloilla. Summary: The effect of underbrush killer (2,4,5-T) on the tetraonid populations. *Suomen Riista* 24: 19-27.
- Rantanen, M. 1988. Konstit on monet heinäntorjunnassa. *Metsälehti* 9: 47-48.
- Ruha, T. & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31(4): 401-415.
- Rummukainen, U. 1969a. Pintakasvillisuus ja sen torjunta. Julkaisussa: Lehto, J. 1969. *Metsänviljely*. Kirjayhtymä. Helsinki. Sivut 69-81.
- 1969b. Vesakoiden lentörüiskutusajankohdasta. Summary: On the optimum time of spraying coppices from the air. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 69(1). 33 s.
- 1982. Rikkakasvien torjunta-aineet. Pintakasvillisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 45: 20-26.
- & Tanskanen, E. 1969. Vesapistooli ja sen käyttö. Summary: A new brush-killing tool and its use. *Folia Forestalia* 69. 8 s.
- & Voipio, P. 1979. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koemasman tiedonantoja* 28. 13 s.

- Ruokonen, M. 1975. Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvissa. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature. *Folia Forestalia* 238. 23 s.
- Saarenmaa, L. & Leppälä, T. 1995. Fill-in seedlings in constituting the stocking of Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 29(2): 141-150.
- & Liukkonen, J. 1995. Palleauraus ja täydennysistutus uudistamistuloksen parantamisessa Kuusijoen näytealalla Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 131-139.
- Saksa, T. & Smolander, H. 1998. Metsänviljelyn viivästyminen Pohjois-Savon alueella tilastoissa ja todellisuudessa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1/1998: 53-64.
- Salminen, H. & Varmola, M. 1990. Puolukkatyyppin kylvömänniköiden kehitys taimikon myöhäisestä harvennuksesta nuoren metsän ensiharvennukseen. Summary: Development of seeded Scots pine stands from precommercial thinning to first commercial thinning. *Folia Forestalia* 752. 29 s.
- Salminen, O., Valkonen, S. & Varmola, M. 1997. Taimikonhoito. Teoksessa: Mieli-käinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 4, s. 52-64.
- Siekkinen, A. 1986. Pienpuuston hakkuu käsityövälinein. Summary: Felling of small-sized wood with hand tools. *Työtehoseuran julkaisuja* 280. 89 s.
- Siipilehto, J. & Lyly, O. 1995. Weed control trials with fibre mulch, glyphosate and terbuthylazine in Scots pine plantations. *Silva Fennica* 29(1): 41-48.
- Siipilehto, L. 1995a. Heinäntorjunnan vaihtoehdot metsänviljelyssä. Kirjallisuustarkastelu. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 563. 55 s.
- 1995b. Heinäntorjuntamenetelmien vaikutus peltomaan lämpötilaan. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 581: 90-96.
- Siren, G. 1956. Männyn taimistojen käsittelystä. Summary: The treatment of pine seedling stands. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 73(1): 5-12.
- 1958. Kokemuksia raivaussahan käytöstä metsänhoitotöissä. Summary: Some experiences of brush motor saws in silviculture. *Silva Fennica* 93. 51 s.
- Tahvanainen, J. (toim.) 1980. Vesakontorjunta-alueiden ekologinen ja ekofysiologinen tutkimus - loppuraportti. Joensuun korkeakoulu, kemian ja biotieteiden osasto. Moniste. 154 s. + 2 liites.
- Taimikoiden tarkastus- ja hoito-ohje. 1974. Keskusmetsälautakunta Tapio. Kirje N:o 145. 9.8.1974. 6 s.
- Taimikon perkaus. Uudistusalan raivaus. 1999. UPM. Moniste. 25 s.
- Teivainen, T., Jukola-Sulonen, E.-L. & Mäenpää, E. 1986. Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen. Summary: The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population. *Folia Forestalia* 651. 19 s.
- Tertti, M. 1938. Hakkausalalan raivaamisesta. Die Aufräumung der Schläge. *Metsänhoitajien jatkokurssit III*, 1937. *Silva Fennica* 46: 99-108 ja 240.
- Tolonen, R. 1991. Taimikon perkauksen ajankohta - näppituntumalla vai tietokoneella? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 374: 39-40.
- Turtiainen, M. 1998. Establishment and management of young plantations in Finland. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 68: 91-94.

- Uusvaara, O. & Saukkonen, T. 1997. Kasvatustiheyden ja lannoituksen vaikutus nuorten kylvömanniköiden ulkoiseen laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 656. 25 s.
- Valkonen, S. 2000a. Kuusen alikasvos ja kaksijaksoinen metsikkö - mahdollisuudet ja kannattavuus. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1/2000: 44-49.
- 2000b. Kuusen taimikon kasvattamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismaila: Puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusi-koivusekataimikko. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 763. 83 s. + 4 liitejulkaisua (27, 15, 17 ja 28 s.).
- 2000c. Uudet metsänkäsittelyohjeet - uhka metsänuudistamiselle? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 786: 31-42.
- , Rantala, S. & Sipilä, A. 1995. Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvataminen. Sammandrag: Odling och uppdragande av ädla lövträd och klibbal. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 575. 112 s.
- , Ruuska, J. & Siipilehto, J. 2001. Mäntysäästöpuut männyntaimikoissa - aukkoisuutta, kasvutappiota vai laatua? *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1/2001: 55-59.
- Valtanen, J. 1982. Perkauksen vaikutus männyntaimikon alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70: 51-62.
- 1984. Mitä muuttaisin käytännön metsänhoito-ohjeissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 129: 64-73.
- 1998. Männy luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 693. 77 s.
- Vanhala, P. 1993. Rikkakasvien torjunta liekittämällä. Julkaisussa: Kasvinsuojelupäivät 12-13.1.1993, Viikki. Kasvinsuojeluseura ry. Neuvontajaosto, Helsinki. Sivut 89-92.
- Varmola, M. 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Summary: Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning. *Folia Forestalia* 524. 31 s.
- 1987. Lapin luontaisesti syntyneiden männyntaimikoiden harvennus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 253: 109-121.
- 1989. Taimikon käsittely, perusta metsikön tulevalle kehitykselle. Abstract: Treatment of sapling stand: basis for the future development of a stand. *Acta Lapponica Fenniae* 15: 191-199.
- 1998. Modelling the early development and some silvicultural aspects of pine plantation forests. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 68: 95-105.
- 2000. Lapin luontaisesti syntyneiden männyntaimikoiden harvennus, esimerkkinä Siikaselän koe. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 793: 77-95.
- & Arola, M. 2000. The effect of timing and intensity of precommercial thinning on the development of a young Scots pine stand. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 120: 65-80.
- & Arola, M. 2001. Taimikonharvennuksen ajankohdan ja voimakkuuden vaikutus männikön kehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 803: 105-118.
- , Kolström, T. & Mehtätalo, E. 1998. The effect of release cutting on the growth and external quality of the dominant trees in a *Pinus sylvestris* stand established by spot sowing. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(2): 151-159.
- Vesterinen, T. 1979. Eri vesakontorjunta-aineiden havupuita vahingoittava vaikutus ja sen riippuvuus käsittelyn aloittamisajankohdasta. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 55 s.

- Virtanen, J., Norokorpi, Y. & Kaunisto, S. (toim.) 1984. Metsänuudistamisen ja taimikonhoidon periaatteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 135. 32 s. + liite 12 s.
- Vuokila, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. *Folia Forestalia* 141. 36 s.
- 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. *Folia Forestalia* 264. 12 s.
- 1980. Taimiston käsittely. Teoksessa: Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. Sivut 154-165.
- 1982a. Antakaa luonnon auttaa. *Metsä ja Puu* 99(12): 6-8.
- 1982b. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of technical quality of forests. *Folia Forestalia* 523. 55 s.
- Väisänen, H., Kellomäki, S., Oker-Blom, P. & Valtonen, E. 1989. Structural development of *Pinus sylvestris* stands with varying initial density: a preliminary model for quality of sawn timber as affected by silvicultural measures. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4(2): 223-238.
- Yrjönen, K. 1982. Arbetsinsatser och kostnader vid skogsförnyelse. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 59. 74 s.

152 viitettä

6. PIENPUUN JA HAKKUUTÄHTTEEN HYÖDYNTÄMINEN

Hakkuutähdettä ja pienpuuta voidaan korjata käyttöön uudistushakkuiden, taimikonhoidon ja ensiharvennusten yhteydessä tai jälkeen. Kuusikoiden uudistushakkuualueat ovat parhaita hakkuutähtteen korjuukohteita. Pienpuupotentiaali on suurin vajaatuottoisissa lehtipuumetsissä, joissa kuitupuun kertymä jää pieneksi runkojen pienuuden ja lahoisuuden vuoksi. Myös ensiharvennusmetsät ja verhopuustot ovat hyviä pienpuun korjuukohteita. Taimikoissa riittävä kertymä edellyttää yleensä myöhäistä perkausta ja/tai harvennusta sekä kokopuukorjuuta. Hakkuutähtteen ja pienpuun keruun suhteellinen tulovaikutus on pieni uudistushakkuissa runsaspuustoisissa metsissä. Merkitys on suurempi vajaatuottoisten lehtipuustojen uudistushakkuissa ja ensiharvennuksissa sekä verhopuuasentojen vapautushakkuissa. Taimikon perkauksessa ja harvennuksessa syntyvän metsätähtteen käyttö johonkin tarkoitukseen on ainoa välitön hyötymiskeino. - Taimikonhoito onkin nähtävä ensisijaisesti investointina tulevaisuuteen.

Perinteisen polttopuun keruu kotikäyttöön hakkuualueilta on tavallisin hakkuutähtteen ja pienpuun hyödyntämiskeino, jota metsänomistajat tekevät itse laajoilla aloilla vuosittain. Maatiloilla tehdään ja käytetään myös haketta polttotarkoitukseen. Omistajan luvalla myös ulkopuoliset voivat kerätä puuta hakkuualueilta. Polttopuuta kerätään lähinnä maatilametsistä ja metsätiloilta, mistä sitä toimitetaan myös markkinoille. Metsänomistajan omaan käyttöön tai myyntiin kerätyllä polttopuulla on todellinen tai laskennallinen markkinahinta, joka myös osaltaan vaikuttaa metsätalouden kannattavuuteen. Hakkuu- ja hoitoalojen raivauksella on muitakin hyötyjä kuin polttopuu. Toimenpide kannattaa, jos eri hyötyjen raha-arvo yhdessä on kustannuksia suurempi. On ilmeistä, että polttopuun tarve haja-asutusalueilla ja taajamissa lisää nuorten metsien hoitoa ainakin jonkin verran. Vaikka kohteet ovat pieniä ja ker-

tymä pinta-alayksikköä kohti on keskimääräistä alempi, toiminta kannattaa omatoimisuuden ja lyhyiden työ- ja kuljetusmatkojen johdosta.

Pientalojen polttopuun käytöksi lämmityskaudella 1992/93 arvioitiin 5,6 milj. m³, mistä raakapuuta oli 4,6 ja jättepuuta 1,0 milj. m³ (Salakari ja Peltola 1995). Pientaloihin luettiin mm. omakotitalot, vapaa-ajan asunnot ja maatilat. Raakapuuksi luokiteltiin halko, pilke ja polttoranka. Ostopolttopuun osuus oli 17 % eli lähes miljoonaa kuutiometriä. Polttopuusta käytettiin lähes puolet maataloilla. Työtehoseuran arvio maatalojen ja omakotitalojen polttopuun käytöstä vuonna 1987 oli 4,9 milj. m³ (Tuomi 1992). Korhosen (1995) mukaan uunilämmitykseen tarvitaan polttopuuta yli 4 milj. m³ vuodessa. Ryytänen ja Tuomi (1982) ovat tutkineet maataloilla tapahtuvaa polttopuun korjuuta ja käyttöä (ks. myös Högnäs 1990 sekä Kiukaanniemi ja Karjalainen 1993). Tuomi ja Mattila (1996) ovat selvittäneet ostopolttopuun käyttöä pientaloissa ja polttopuumarkkinoita ovat pohtineet Kähkönen (1992) sekä Salakari ja Hänninen (1998). Halkolämmityksen hintakilpailukykyä on vertailtu Möttösen ym. (2000) tutkimuksessa.

Hakkuutähteen ja pienpuun koneellinen korjuu ja valmistus voimalaitosten polttoaineeksi ja teollisuuden raaka-aineeksi on uudempi puun hyödyntämistapa. Kannattava toiminta edellyttää suurempia kertymiä kuin kotitarvepuun keruussa ja suhteellisen lyhyttä kuljetusmatkaa käyttöpaikalle. Metsäenergian raaka-aineen tuottamista ja käyttöä yleensä on käsitelty mm. Hakkilan (1989 ja 1992a), Hakkilan ym. (1997), Hakkilan, Heinon ja Purasen (1998) sekä Puttockin ja Richardsonin (1998) julkaisuissa. Hakkila (1971 ja 1991) on tutkinut puukohtaisia oksa- ja latvusmassoja. Puutavaran mittavaatimukset vaikuttavat hakkuutähteen määrään (ks. Aro 1935 ja Makkonen 1968). Tähdettä syntyy sitä enemmän mitä suurempia minimimittoja (pituus ja latvaläpimitta) käytetään. Leimikon hakkuutähteen kokonaismäärää ja tähtteen korjuussa talteen otettua määrää on tutkinut Mäkelä (1977b). Alueellisten energiapuuvarojen arviointimenetelmiä ovat esittäneet Mattila ja Keskimölä (1994), Pasanen ym. (1997), Petäjästä (1986) sekä Tihihonen ja Virtanen (1982 sekä 1983a ja b).

Hakkila (1985) on tutkinut tavallisen puutavaran hakkuissa syntyvän hakkuutähteen sekä kanto- ja juuripuun määriä Suomessa 1980-luvun alkuvuosien olosuhteissa. Jos runkopuuta korjataan suunnitteen mukainen määrä (60,4 milj. m³), vuotuinen energiapuupotentiaali on 42,6 milj. m³. Siitä teknisesti korjuukelpoista raaka-ainetta on yli 15 milj. m³. Tämä energiapuureservi on vajaatuottoisissa lehtipuumetsissä (36 % eli 5,54 milj. m³), taimikoissa (21 %), hakkuutähteissä (20 %), kanto- ja juuripuussa (16 %) sekä ensiharvennusmetsissä (7 %). Reservistä 2,6 milj. m³ (17 %), joka tulee pääosin vajaatuottoisista lehtipuumetsistä, on käyttökelpoista myös eri teollisuustuotteiden raaka-aineeksi (Valtanen 1981).

Kanto- ja juuripuun hyödyntämisestä oltiin kiinnostuneita 1970-luvulla. Kantojen käytön kehitystä tervan valmistuksessa, polttopuuna ja massateollisuuden raaka-aineena tarkasteli Kärkkäinen (1975). Hakkila (1975 ja 1976) selvitti kantojen ominaisuuksia, määrää ja korjuuta. Arvio teknisesti korjuukelpoisesta määrästä oli silloin 2,4 milj. m³ kuorineen vuodessa. Mäkelä (1977b ja 1977c) tutki kanto- ja juuripuun määriä leimikko- ja aluetasoilla. Korjuu-, työstö- ja kuljetusteknologiaan liittyviä tutkimuksia tehtiin useita (mm. Ahonen 1971, Ahonen ja Mäkelä 1972, Hakkila 1972, Hakkila ja Mäkelä 1973 ja 1974, Koivulehto 1969, Mäkelä 1972, 1973 ja 1978, Nisula 1975 sekä Pulkkinen ja Asikainen 1996). - Vastoin odotuksia kanto- ja juuripuun käyttö ei lisääntynyt merkittäviin määriin ja korjuu enimmilläänkin oli vain murto-osa teknisesti korjuukelpoisesta määrästä. Kanto- ja juuripuun korjuuta teollisuuden tai voimalaitosten tarpeisiin ei enää harjoiteta kustannus- ja ympäris-

tösyistä. Tätä raaka-ainetta nousee esiin pellonraivauksen ja turvesoiden valmistuksen yhteydessä ja sitä ohjautuu jossain määrin myös polttopuukäyttöön.

Ilman kanto- ja juuripuuta teknisesti korjuukelpoisen energiapuureservin arvioidaan nyt olevan 10-15 milj. m³ vuodessa (Hakkila ja Fredriksson 1996). Arvio perustuu oletukseen, että runkopuun kokonaispoistuma on 62 milj. m³ (käyttöpuuta 55 milj. m³), jolloin hakkuutähteeksi jää 5 milj. m³ runkopuuta ja 24 milj. m³ oksia. Teknisesti korjuukelpoisen energiapuun määrä riippuu ensiharvennusleimikoiden kuitupuun minimiläpimitasta ja päätehakkuiden hakkuutähteen tuoreudesta korjuuhetkellä. Reservin suurin erä on päätehakkuiden hakkuutähdettä, jota kertyy puolet tai yli (5,5 - 8,5 milj. m³) vaihtoehdosta riippuen. Muut erät ovat ensiharvennusten prosessitähdettä (3 - 5 milj. m³) sekä kokopuuhaketta taimikoista (yli milj. m³) ja vajaatuottoisista metsistä (alle milj. m³). Kokonaismäärä on samaa suuruusluokkaa kuin oli arvioitu jo 1980-luvulla, mutta sen rakenne on nyt olennaisesti erilainen. Hakkuutähteen osuus on nyt paljon suurempi, mikä johtuu osittain siitä, että kuitupuukelpoinen aines luokitellaan nyt herkemmin kuitu- kuin energiapuuksi.

Hakkilan ja Fredrikssonin (1996) lisäksi puun energiakäytön mahdollisuuksia ovat tutkineet mm. Hankala (1987) ja Kuusela (1984). Asiaa on käsitelty yleisesti Hakkilan (1994), Mielikäisen ja Hakkilan (1998) sekä Nousiaisen ja Vesisenahon (1998) artikkeleissa. Hakkila (1984a ja 2001) on tarkastellut metsähakkeen käyttöä. Hakkuutähteen energiapuukäyttöä ovat tutkineet Hakkila, Nurmi ja Kalaja (1998) ja asiaa on tarkasteltu myös Hakkilan (1998b), Hakkilan ja Nurmen (1997) sekä Nurmen (1997) artikkeleissa. Mäkelä (1977c) on arvioinut teknisesti korjuukelpoisen hakkuutähteen määrää Kaakkois-Suomessa. Saksa ja Tuovinen (1994) ovat tutkineet metsähakkeen raaka-ainevaroja Mikkelin seudulla. Arvioita energiapuun määristä ovat esittäneet myös Keskimölä ja Malinen (1997), Leiviskä ym. (1993), Malinen ja Pesonen (1996) sekä Mattila ja Keskimölä (1994). Puun energiakäyttöön liittyviä julkaisuja ja artikkeleita mainittakoon tässä vielä seuraavat: Hakkila 1992b, Immonen ja Seppälä 1984, Järveläinen ja Snellman 1988, Keskimölä 1994b, Kukkonen 1993, Luoma 1992, Paajala ja Kiukaanniemi 1994, Petäjäistö ym. 1989, Pohjonen 1995, Sippola 1980 sekä Snellman ja Valtonen 1984.

Pienpuu vajaatuottoisista lehtipuumetsistä on suurelta osalta kuitupuuksi kelpaamatonta raaka-ainetta kokonsa ja/tai lahoisuutensa vuoksi. Sen osan ainoa hyödyntämismahdollisuus on käyttö energiapuuna. Kuitupuun mittavaatimukset täyttävän ensiharvennuspuun ominaisuudet kuidun raaka-aineena ovat keskimääraistä huonommat, mutta hinta on kuitenkin parempi kuin energiapuulla, jos menekkiä kuitupuuksi on. Ensiharvennusten tarvetta sekä puutavaran laatua ja käyttömahdollisuuksia ovat tarkastelleet mm. Hakkila (1995a, 1996, 1997a ja 1998a) ja Hakkila ym. (1995). Ensiharvennuspuun korjuussa voidaan menetellä siten, että puu otetaan talteen oksineen ja energiapuu erotetaan kuitupuusta vasta haketuksen yhteydessä, mikä on edullisempaa kuin esimerkiksi pelkän hakkuutähteen keruu ja haketus. Metsäteollisuudessa osa hakkeesta menee myös massan raaka-aineeksi. - Pienikokoisen ensiharvennuspuun käyttömahdollisuutta myöskin puuteollisuustuotteiden valmistukseen on selvitetty viime aikoina (Boren 2000). Siitä voidaan valmistaa pienikokoisia aihioita esimerkiksi piha- ja puistorakenteisiin ja tuotteella saattaa olla kysyntää myös ulkomailla (ks. Boren ym. 1998). Lähitulevaisuudessa kuitenkin pienpuuta hyödynnettäneen pääasiassa vain kuidun ja energian raaka-aineena samoin kuin hakkuutähdettä.

Pienikokoisen puuraaka-aineen korjuun ja kuljetuksen ongelmakenttää on käsitelty lukuisissa tutkimuksissa. Puun energiakäytön kannalta ratkaisevaa on tuotetun energian hinta. Korjuu- ja kuljetuskustannukset ovat energiapuun suurin kustan-

nuserä, joka paljolti ratkaisee sen, kannattaako vain sellaiseksi kelpaavaa puuraaka-ainetta ottaa talteen ja kuinka paljon siitä voi maksaa myyjälle. Huono raaka-aine huonoista ja etäällä käyttöpaikasta olevista kohteista ei pärjää hinnassa fossiilisille polttoaineille, kun asiaa tarkastellaan pelkästään liiketaloudellisin perustein. Kansantalouteen (työllisyys ja kauppatase), ympäristön tilaan (hiilidioksidipäästöt) ja metsänhoitoon liittyvien hyötyjen vuoksi valtion kannattaa tukea energiapuun korjuuta suoraan ja välillisesti. Fossiilisten polttoaineiden verotus vaikuttaa paljon niiden suhteelliseen kilpailukykyyn. Esimerkiksi Ruotsissa puu on kilpailukykyisempi energian lähde kuin Suomessa verotuksellisista syistä.

Alle puolet teknisesti korjuukelpoisesta reservistä on myös taloudellisesti korjuukelpoista (ks. Vesterlin 1996). Tämän reservin määrää, joka nyt on 4,5 - 6,5 milj. m³ vuodessa, voidaan nostaa vero- ja tukipoliittisilla toimilla. - Metsähakkeen käyttö on vaihdellut voimakkaasti öljyn hinnan muutosten seurauksena. Käyttö on kuitenkin ollut vain pieni osa reservistä. Vuonna 1982 metsähaketta käytettiin yhteensä lähes 0,6 milj. m³, siitä lämmityslaitoksilla 393 000, maataloilla 120 000 ja metsäteollisuudessa 84 000 m³. Vuonna 1995 käyttö lämmityslaitoksilla oli 258 000 m³ (Hakkila ja Fredriksson 1996, s. 45-46). Myyjien saama nettohinta on ollut keskimäärin pieni, käytännössä lähes nimellinen. 1980-luvun alussa hakkeen hinta käyttöpaikalla oli raaka-ainelähteestä (hakkuutähte, kokopuu tai ranka) riippuen 110-180 mk kiintokuutiometriltä eli 44-72 mk irtokuutiometriltä (Hakkila 1992b). Myyjän osuus hinnasta on vain 4-6 % eli parhaimmillaankin kertaluokkaa 10 mk kiintokuutiometriltä. Kantohinta vaihtelee luonnollisesti paljon kuljetusmatkan funktiona. Jos menekkiä ja korjuumahdollisuuksia on, metsänomistajan kannattaa tietenkin myydä energiapuuta vaikka halvallakin, varsinkin jos se edistää metsänhoidollisten tavoitteiden saavuttamista. - Pienpuun ja hakkuutähteen keruun merkitystä puunkäytön ja metsänhoidon edistämisen kannalta on käsitelty esimerkiksi Mielikäisen ym. (1995) tutkimuksessa sekä Hankalan (1989), Kankaan (1995), Kiukaanniemen (2000), Meriläisen (1998) ja Mielikäisen (1997) artikkeleissa.

Parhaissa kohteissa energiapuun korjuu ja myynti kannattaa, joskin kanto-hinta jää pieneksi (Riikilä 1993a). Taimikonhoidon ja ensiharvennusten julkista tukea on käsitelty mm. Aarnion (1997), Jauhiaisen (1993), Jylhän (1995) ja Riikilän (1993b) artikkeleissa. Energiapuun korjuu työllistää (ks. Hakkila 1995b), millä on alue- ja kansantaloudellisia kerrannaisvaikutuksia (esim. Ahonen ym. 1994 sekä Saksa ja Teittinen 1996). Energiapuu korvaa fossiilisia polttoaineita, mikä parantaa kauppatasetta. Kotimaisten polttoaineiden käytön kannattavuutta lämpölaitosten talouden kannalta on tutkinut Toropainen (1982 sekä 1984a ja b). Puupolttoaineiden tuotantoketjujen eri vaiheiden taloutta ovat käsitelleet mm. Asikainen (2000), Asikainen ym. (2001), Ikäheimo ja Asikainen (1999), Imponen (1993), Nousiainen ym. (1995), Salakari (1979) sekä Vuollet ja Mustonen (1992).

Puun tarkalla talteenotolla on eräitä myönteisiä ja kielteisiä seurausvaikutuksia (ks. Hakkuutähteen... 1974), joista metsänomistajan tulisi olla tietoinen tähteen korjuuta harkitessaan. Hakkuutähteen korjuu helpottaa uudistamistyötä (Appelroth 1974), mutta toisaalta tähde suojaa taimia ja siitä vapautuu ravinteita taimien käyttöön (Leikola 1974). Kantojen korjuu vähentää syksyn ruokasienisatoa mutta lisää kevään korvasienisatoa (Hintikka 1974). Vaikutukset puiden tuhosienien runsauteen vaihtelevat. Kuolleen puumateriaalin vähentäminen alentaa tulevana vuosina hyönteisten määrää, puiden tuhohyönteiset mukaan lukien (Löyttyniemi 1974). Puun tarkka talteenotto, varsinkin jos myös neulaset viedään pois, alentaa kasvupaikan ravinteiden määrää pitkäksi aikaa (Mälkönen 1974). Perinteiseen puutavaralajimenetelmään verrattuna kokopuukorjuussa poistuu tyyppä ja fosforia moninkertai-

sesti. Metsän virkistyskäytön kannalta hakkuutähteen poistaminen voi olla eduksi (Kellomäki 1974). Ellei käytetä kokopuumenetelmää, jäkälikkö vaurioituu lisää tähteen keruun yhteydessä. Toisaalta oksien ja latvusten pienempi määrä alalla helpottaa porojen jäkälänkaivua talvella. Metsäkanalinnut hyötyvät hakkuutähteestä mm. sen tarjoaman suojan vaikutuksesta.

Kokonaisten pienpuiden ja hakkuutähteen korjuun vaikutusta metsätuhoihin ja kasvupaikan ravinnetalouteen on tarkasteltu myös Mälkösen ym. (1985) artikkelissa. - Ravinteiden vähentyminen ja puunkasvun alentuminen ovat olennaisimmat seurausvaikutukset. Asiaa ovat käsitelleet mm. Jacobson ja Kukkola (1999), Kaunisto (1996), Kukkola ja Mälkönen (1987, 1993, 1996, 1997 ja 1998) sekä Mälkönen (1972 ja 1974). Kauniston (1996) mukaan rämemännikön latvuston mukana menetetään kaliumia, mikä saattaa johtaa ravinne-epätasapainoon. Kankailla typen ja fosforin määrien alentuminen vaikuttaa puunkasvuun pitkään ilman korvaavaa lannoitusta. Em. haittoja voidaan lieventää välttämällä puuraaka-aineen tarkkaa talteenottoa tässä suhteessa arimmista kohteista. Tämä on otettu huomioon yhtenä vähentävänä tekijänä teknisesti korjuukelpoisen energiapuureservin uusimmassa arvioissa.

Pienpuun ja hakkuutähteen korjuun, työstämisen ja kuljetuksen tekniikkaa on tutkittu paljon. Esimerkkinä mainittakoon Asikaisen (1995 ja 1997), Asikaisen ja Nuujan (1999), Auvisen (1995), Hakkilan (1978 ja 1997b), Hakkilan ja Fredrikssonin (1996), Hakkilan ja Kalajan (1974, 1980 ja 1981), Hakkilan ym. (1975, 1995 ja 1979), Hakkilan ja Riepon (1997), Harstelan ja Takalon (1974), Heikan ja Soramäen (1983), Kalajan (1978, 1984 ja 1987), Kalajan ja Rantamaulan (1982), Keskimölön (1994a), Kuiton (1994 ja 1999), Melkon (1976), Mäkelän (1975), Nurmen (1995), Pulkkinen ja Asikaisen (1996), Rantamaulan (1981), Riepon ym. (1996), Salakarin ym. (1978), Schildtin (1982) sekä Simolan ja Mäkelän (1976) aihetta koskevat tutkimukset ja artikkelit (ks. myös Gallringsteknik... 1986). - Energiapuuaiheesta laajemmin kiinnostuneita lukijoita varten mainittakoon vielä lopuksi seuraavat lähteet: Alakangas 1994, Hakkila 1974 ja 1984b, Jäkälä ja Mäkinen 2000, Kantola 1966, Korpilahti 1994, Kubin 1995, Kubin ja Savilampi 1996, Kuusela 1977, Kuusela ja Nyyssönen 1981, Kärhä 1994, Lehtonen 1977, Mäkelä 1977a, Männistö 2000, Nurmi 1993 sekä 1999a ja b, Simola 1977, Solmio 1994 ja Uusvaara 1984.

Keskeiset hakusanat: mva, kay, mon, enp, kot, res, sma, tre, stu ja hke

Muita hakusanoja: sta, uud, tai, riu, tho, hme, eha, mto ja pko

Pääluvussa 6 mainitut lähteet:

Aarnio, J. 1997. Yksityismetsien puuntuotannon julkinen tuki. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 10, s. 136-139.

Ahonen, A., Leiviskä, V. & Kiukaanniemi, E. 1994. Pohjois-Suomen kunnallisten lämpölaitosten metsähakkeen käytön aluetaloudelliset vaikutukset ja yhteiskunnallinen kannattavuus. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 1994:99. 54 s.

Ahonen, M. 1971. Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen. Summary: Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. Folia Forestalia 103. 16 s.

- & Mäkelä, M. 1972. Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajalla. Summary: Extraction of stump-root systems by wheel loaders. *Folia Forestalia* 140. 21 s.
- Alakangas, E. (toim.) 1994. Puupolttoaineiden tuotantotekniikka. Vuosikirja 1993, osa 1. Bioenergian tutkimusohjelman julkaisuja 3. 265 s.
- Appelroth, S-E. 1974. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus metsänuudistamistyöhön. Julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. *Folia Forestalia* 210: 10-11.
- Aro, P. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käytöpuun ja hakkuutähteiden määrään. Referat: Untersuchungen über den Einfluss des Bruthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 20(4). 188 s.
- Asikainen, A. 1995. Energy wood harvesting technologies. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 33: 43-46.
- 1997. Logistics of energy wood harvesting. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 62: 163-167.
- 2000. Competitive pellet production in Eastern Finland and North-Western Russia. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 103: 113-116.
- & Nuuja, J. 1999. Palstahaketuksen ja kaukokuljetuksen simulointi. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1999: 479-490.
- , Ranta, T., Laitila, J. & Hämäläinen, J. 2001. Hakkuutähdehakkeen kustannustekijät ja suurimittakaavainen hankinta. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 131. 107 s.
- Auvinen, P. 1995. Energiapuun hankinta osana puutavaran korjuuta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 570: 34-37.
- Boren, H. 2000. Pienpuun käytön lisääminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa. Esiselvityksen loppuraportti. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 761. 58 s.
- , Kärki, T. & Lindblad, J. 1998. Pyöröpuutuotteiden markkinat Englannissa ja Saksassa. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 72. 34 s.
- Gallringsteknik i klen skog: sluttrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd (NSR) genomfört forskningsprojekt, 1983-1985. 1986. Summary: Thinning techniques for stands of small-sized trees. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. *Tiedonantoja* 47. 144 s.
- Hakkila, P. 1971. Coniferous branches as a raw material source. A sub-project of the joint Nordic research programme for the utilization of logging residues. Seloste: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 75(1). 60 s.
- 1972. Mechanized harvesting of stumps and roots. A sub-project of the joint Nordic research programme for the utilization of logging residues. Lyhennelmä: Kanto- ja juuripuun koneellinen korjuu. Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 77(1). 71 s.
- 1974. Luvut Johdanto ja Päätelmiä julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. *Folia Forestalia* 210: 5-7 ja 21-22.
- 1975. Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteiden määrä. Summary: Bark percentage, basic density and amount of acetone extractives in stumps and root wood. *Folia Forestalia* 224. 14 s.
- 1976. Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena. Summary: Stumpwood as industrial raw material. *Folia Forestalia* 292. 39 s.

- 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi. Abstract: Harvesting small-sized trees for fuel. *Folia Forestalia* 342. 38 s.
- 1984a. Forest chips as fuel for heating plants in Finland. Tiivistelmä: Metsähake lämpölaitosten polttoaineena Suomessa. *Folia Forestalia* 586. 62 s.
- 1984b. Metsähakkeen hankinta lämpölaitosten polttoaineeksi. KTM/SITRA. Kotimaisten polttoaineiden alueellinen hyväksikäyttö. Tutkimusraportti 33. 121 s.
- (toim.) 1985. Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. Summary: The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project. *Folia Forestalia* 624. 86 s.
- 1989. Utilization of Residual Forest Biomass. Springer series in wood science. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. 568 s.
- 1991. Hakkuupoistuman latvusmassa. Summary: Crown mass of trees at the harvesting phase. *Folia Forestalia* 773. 24 s.
- (toim.) 1992a. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.
- 1992b. Puu lämpövoimaloiden polttoaineena. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 1: 147-152.
- 1994. Biomassatase ja energiapuun kertymä. Vuosikirja 1993, osa 1. VTT Energia. Puupolttoaineiden tuotantotekniikka. Bioenergian tutkimusohjelma, julkaisuja 3: 239-252.
- 1995a. Ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 570: 7-16.
- 1995b. Puun energiakäyttö ja työllisyys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 562: 55-63.
- 1996. Ensiharvennuspuun hyödyntäminen. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(4): 428-433.
- 1997a. Ensiharvennuspuu - ongelma ja mahdollisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 55-67.
- 1997b. Uudet energiapuun korjuumenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 660: 6-10.
- 1998a. Ensiharvennuspuun hyödyntämismahdollisuudet. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. Sivut 102-109.
- 1998b. Uudistusalojen hakkuutähteen energiakäyttö. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. Sivut 110-116.
- 2001. Metsähakkeen käyttö. The use of forest chips in Finland. Työtehoseuran metsätiedote 1(629). 4 s.
- & Fredriksson, T. 1996. Metsämme bioenergian lähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 613. 92 s.
- , Heino, M. & Puranen, E. (eds.) 1997. Forest management for bioenergy. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 640. 237 p.
- , Heino, M. & Puranen, E. (eds.) 1998. Wood fuels from conventional forestry. Proceedings of the third annual workshop of Activity 1.2 (Harvesting)/Task XII/IEA Bioenergy in Jasper, Alberta, October 18, 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 680. 122 p.
- & Kalaja, H. 1974. Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla. Summary: Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader. *Folia Forestalia* 204. 16 s.
- & Kalaja, H. 1980. Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Seloste: Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla. *Folia Forestalia* 418. 24 s.

- & Kalaja, H. 1981. KOPO palahakejärjestelmä. Abstract: KOPO block chip system. *Folia Forestalia* 467. 24 s.
- , Kalaja, H. & Mäkelä, M. 1975. Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Summary: Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. *Folia Forestalia* 240. 78 s.
- , Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 582. 100 s.
- , Leikola, M. & Salakari, M. 1979. Production, harvesting and utilization of small-sized trees. Final report of the research project on the production and utilization of short-rotation wood. *SITRA B*:46. 163 s.
- & Mäkelä, M. 1973. Harvesting of stump and root wood by the Pallari stumpharvester. A sub-project of the joint Nordic research programme for the utilization of logging residues. Lyhennelmä: Kanto- ja juuripuun korjuu Pallarin kantoharvesterilla. Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 77(5). 57 s.
- & Mäkelä, M. 1974. Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista. Summary: Further studies of the Pallari stumpharvester. *Folia Forestalia* 200. 15 s.
- & Nurmi, J. 1997. Logging residue as a source of energy in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 640: 90-101.
- , Nurmi, J. & Kalaja, H. 1998. Metsänuudistusalojen hakkuutähde energialähteenä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 684. 122 s.
- & Rieppo, K. 1997. Finnish applications of chain flail techniques. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 640: 71-80.
- Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. *Folia Forestalia* 210. 24 s.
- Hankala, T. 1987. Puun energiakäytön alueelliset kasvamahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 248. 53 s.
- 1989. Puun energiakäyttö metsien hyväksikäytössä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 330: 157-165.
- Harstela, P. & Takalo, S. 1974. Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta. Summary: Experiments on loading and transportation of branch raw material. *Folia Forestalia* 215. 12 s.
- Heikka, T. & Soramäki, A. 1983. HS-500 HDK hakkuutähdehakkuri. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 84. 18 s.
- Hintikka, V. 1974. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus metsäpatogeenisten ja ruokasienten esiintymiseen. Julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. *Folia Forestalia* 210: 12-13.
- Högnäs, T. 1990. Pienpuun ja hakkuutähteiden korjuu maatiloilla. Summary: Harvesting of smallwood and logging residues on the farms. *Työtehoseuran julkaisuja* 225. 86 s.
- Ikäheimo, J. & Asikainen, A. 1999. Polttihakkeen tuotantomenetelmien tuottavuus ja kustannukset. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1999: 491-503.
- Immonen, K. & Seppälä, R. 1984. Polttopuun ja palaturpeen alueittainen tuotanto, jakelu ja käyttö - teknistaloudellinen loppuraportti. Abstract: Regional production, distribution and usage of fuel wood and peat - a technical-economic final report. *SITRA*, sarja B nro 76. 164 s. + 2 liitettä.
- Imponen, V. 1993. Hake-, puu- ja puutavaralajimenetelmien taloudellisuus massa-tehtaan kuitu- ja energiapuun hankinnassa. *Bioenergian tutkimusohjelman julkaisuja* 3: 239-252.

- Jacobson, S. & Kukkola, M. 1999. Skogsbränsleuttag i gallring ger kännbara tillväxtförluster. SkogForsk Nr 13/1999. 4 s.
- Jauhiainen, H. 1993. Riikumetsien hoito mp-tuella kannattavaksi. Metsälehti 8, s. 20.
- Jylhä, P. 1995. Nuoren metsän kunnostus metsänparannustyyölajina. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 34-41.
- Jäkälä, M. & Mäkinen, P. 2000. Metsäkoneyrittäjät energiapuun korjuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 778. 20 s.
- Järveläinen, V-P. & Snellman, V. 1988. Energiapuun hakkuiden kehitys Virtain yksityismetsissä. Abstract: The development of energy wood cuttings from nonindustrial private forests in Virrat, Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 307. 58 s.
- Kalaja, H. 1978. Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla. Abstract: Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F. Folia Forestalia 374. 27 s.
- 1984. An example of terrain chipping system in first commercial thinning. Seloste: Esimerkki ensiharvennuspuun korjuusta palstahaketusmenetelmällä. Folia Forestalia 584. 18 s.
- 1987. Rumpuhakkuri TT 54 R 12. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 268. 28 s.
- & Rantamäki, J. 1982. Junkkari laikkahakkurit. Abstract: Junkkari disc chippers. Folia Forestalia 513. 19 s.
- Kangas, J. 1995. Puun energiakäytön lisääminen on kestävä kehitystä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 570: 4-6.
- Kantola, M. 1966. Hukkapuu ja pienpuu. Työtehosteiden metsätiedotus 102. 4 s.
- Kaunisto, S. 1996. Massahakemenetelmä ja ravinnepoistuma rämeen ensiharvennusmetsikössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 15-23.
- Kellomäki, S. 1974. Hakkuutähteiden talteenotto ja metsien moninaiskäyttö. Julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Folia Forestalia 210: 18-21.
- Keskimö, A. 1994a. Energiapuun korjuumenetelmien vertailua Kivalon tutkimusalueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 518. 30 s.
- 1994b. Puuenergian hankinta ja käyttö Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 522. 30 s. + 3 liites.
- & Malinen, J. 1997. Lapin metsänkäyttöskenaarioiden energiapuukertymät. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(3): 375-388.
- Kiikaanniemi, E. 2000. Practical ways to minimize underutilization of forest resources: a case study. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 791. Artikkel. 7 s.
- & Karjalainen, T. 1993. Energiapuun tuotanto tiloilta. Teho 4/1993: 4-5.
- Koivulehto, P. 1969. Juurakoiden maasta irroittamisesta. Summary: On the extraction of stumps and roots. Folia Forestalia 73. 12 s.
- Korhonen, E. 1995. Wood as fuel and oven heating. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 33: 35-38.
- Korpilahti, A. 1994. Tulokset puupolttoaineiden tuotantotekniikan tutkimuksista. Vuosikirja 1993, osa 1. VTT Energia. Puupolttoaineiden tuotantotekniikka. Bioenergian tutkimusohjelma, julkaisuja 3: 33-53.
- Kubin, E. 1995. Avohakkuun, hakkuutähteiden talteenoton ja maanmuokkauksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen. Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Abstract: The effect of forestry on waters and their abatement. Final Report of METVE-project. Suomen ympäristö 2 - ympäristön-suojelu, s. 65-71.

- & Savilampi, P. 1996. Männyn taimikon perkaustapa ja energiapuun tuotos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 23-34.
- Kuitto, P.-J. 1994. Integroitu puupolttoaineen ja teollisuuden ainespuun tuotanto ketjukarsinta-kuorintatekniikalla. Teoksessa: Alakangas, E. (toim.) 1994. Vuosikirja 1993, osa 1. Bioenergian tutkimusohjelman julkaisuja 3: 133-146.
- 1999. Pienpuun hankinta ja käyttö raaka-aineksi ja energiaksi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 145-157.
- Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1987. Hakkuutähteiden merkitys metsässä: Mitä kokopuun korjuu vaikuttaa puuston kasvuun. Käytännön maamies 12: 54-56.
- & Mälkönen, E. 1993. Hakkuutähteiden merkitys harvennusmetsiköiden kasvuille. Metsäntutkimuslaitos. Konekirjoite. 10 s.
- & Mälkönen, E. 1996. Puunkorjuun vaikutus kangasmaiden puuntuotoskykyyn. Teoksessa: Finer, L., Ilvesniemi, H., Kortelainen, P. & Karvinen, L. (toim.) 1996. Metsätalouden ympäristökuormitus - tutkijaseminaari Vääksyssä Päijänne-luontokeskuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607: 20-25.
- & Mälkönen, E. 1997. The role of logging residues in site productivity after first thinning of Scots pine and Norway spruce stands. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 640: 230-237.
- & Mälkönen, E. 1998. Puunkorjuun vaikutus maan viljavuuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 221-224.
- Kukkonen, T. 1993. Metsästä energiaa. Tutkimus puun energiakäytöstä. Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus. Moniste. 113 s.
- Kuusela, K. 1977. Puun asema muuttuvassa raaka-aine- ja energiastrategiassa. Kansallis-Osake-Pankin Taloudellinen Katsaus n:o 3: 14-19.
- 1984. Timber utilization and the potential of forest energy in Finland with reference to the IEA member countries. IEA/ENFOR Joint Report 7. 31 s.
- & Nyysönen, A. 1981. The forest biomass as energy source: The role of the forest inventory. Tiivistelmä: Metsän biomassa energialähteenä: Metsän inventoinnin tehtävät. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Tiedonantoja 14. 11 s.
- Kähkönen, O. 1992. Polttopuun tuotanto ja markkinointi yksityismetsistä Joensuun seudulla. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 1: 143-145.
- Kärhä, K. 1994. Hakkuutähteen talteenotto osana puunkorjuun kokonaisurakointia. Metsäteknologian syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 46 s.
- Kärkkäinen, M. 1975. Kantojen käytön kehittyminen Suomessa. Summary: Development of stump utilization in Finland. Silva Fennica 9(4): 284-302.
- Lehtonen, I. 1977. Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Abstract: Wood as a fuel. A study based on literature. Folia Forestalia 293. 16 s.
- Leikola, M. 1974. Hakkuutähteiden vaikutus taimien syntyyn ja alkukehitykseen. Julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. Folia Forestalia 210: 7-10.
- Leiviskä, V., Ahonen, A. & Kiukaanniemi, E. 1993. Pohjois-Suomen energiapuuvarat. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 95. 31 s.
- Luoma, K. 1992. Hakkeen käytön lisääminen alue- ja kaukolämmityksessä. Suomen kunnallisliitto, ympäristöosasto. Muistio 18.2.1992. 7 s.
- Löyttyniemi, K. 1974. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus tuhoeläimiin. Julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. Folia Forestalia 210: 13-15.

- Makkonen, O. 1968. Paperipuiden pituuden vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön minimiläpimitan ollessa 5 cm. Summary: On the influence of the length of pulpwood bolts on the degree of utilization of tree stems when the minimum diameter is 5 cm. *Folia Forestalia* 52. 34 s.
- Malinen, J. & Pesonen, M. 1996. Etelä-Suomen energiapuuvarat. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 610. 33 s.
- Mattila, E. & Keskimölä, A. 1994. Energiapuun korjuumahdollisuuksien arviointi metsänhakkuu- ja hoitoehdotusten perusteella. Rovaniemen energiapuukertymä-arvio 1984-93. Summary: Calculation of possible energy wood outturn on the basis of forest treatment proposals. An estimate of energy wood outturn in Rovaniemi for 1984-93. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 534. 52 s.
- Melkko, M. 1976. Hakkuutähteiden metsäkuljetus kuormatraktorilla. Summary: Forest haulage of logging residues by forwarder. Metsätehon tiedotus 339. 16 s.
- Meriläinen, A. 1998. Ensiharvennuspuun käytön tehostamismahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 699: 49-56.
- Mielikäinen, K. 1997. The impact of fuelwood harvesting on forest management in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 640: 53-62.
- & Hakkila, P. 1998. Review of wood fuel from precommercial thinning and plantation cleaning in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 667: 29-35.
- , Hirvelä, H., Härkönen, K. & Malinen, J. 1995. Energiapuu osana metsänkasvatusta Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 556. 56 s.
- Mäkelä, M. 1972. Kanto- ja juuripuun kuljetus. Summary: Transport of stump and root wood. *Folia Forestalia* 146. 23 s.
- 1973. Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta. Summary: Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. *Folia Forestalia* 187. 19 s.
- 1975. Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus. Summary: Bunching and transportation of branch raw material. *Folia Forestalia* 237. 19 s.
- 1977a. Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen. Summary: Changes in the quality of logging residues. *Folia Forestalia* 309. 16 s.
- 1977b. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. *Folia Forestalia* 316. 20 s.
- 1977c. Teknisesti korjattavissa oleva hakkuutähde sekä kanto- ja juuripuu Kaakkois-Suomessa. Summary: The amount of logging residues and stump and root wood technically harvestable in South-east Finland. *Silva Fennica* 11(3): 169-183.
- 1978. Kantojen nostoon, paloitteluun, puhdistukseen ja murskaamiseen tarkoitetut laitteet ja teknologia. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 2/78. 15 s.
- Mätkönen, E. 1972. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin. Summary: Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. *Folia Forestalia* 157. 14 s.
- 1974. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus metsikön ravinnevaroihin. Julkaisussa: Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. *Folia Forestalia* 210: 16-18.
- , Annala, E. & Kallio, T. 1985. Energiapuun talteenotto metsäekosysteemin kannalta. *Folia Forestalia* 624: 23-28.
- Männistö, K. 2000. Asiakasyritysten asettamat vaatimukset energiapuun toimittajille. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 780. 31 s.
- Möttönen, V., Tahvanainen, T. & Tahvanainen, L. 2000. The price competitiveness and markets of chopped firewood in Finland compared with Belgium, Germany and Sweden. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 103: 55-73.

- Nisula, P. 1975. Kantoloukku. Summary: Stump crusher. *Folia Forestalia* 245. 27 s.
- Nousiainen, I., Imponen, V., Jaatinen, E. & Korpilahti, A. 1995. Puupolttoaineiden tuotantomenetelmät. NykYTEknikka, kustannukset ja kehittämismahdollisuudet. Bioenergian tutkimusohjelma. Julkaisu 5. 95 s.
- & Vesisenaho, T. 1998. Potential utilization of woodfuels in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 680: 23-32.
- Nurmi, J. 1993. Heating values of the above ground biomass of small-sized trees. Tiivistelmä: Pienikokoisten puiden maanpäällisen biomassan lämpöarvot. *Acta Forestalia Fennica* 236. 30 s.
- 1995. Hakkuutähteen korjuu päätehakkuukuusikoista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 570: 25-33.
- 1997. Hakkuutähde - uusiutuva energioreservi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 635: 69-81.
- 1999a. Hakkuutähteen ominaisuuksista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 722. 32 s.
- 1999b. Metsäbiomassa energian raaka-aineena. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 60-65.
- Paajala, J. & Kiukaanniemi, E. 1994. Biopolttoaineiden hintarakenne ja biopolttoainevarat ja varojen sekä käytön tasapaino Pohjois-Suomessa. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 1994:97. 39 s.
- Pasanen, K., Vesterlin, V., Keskimölä, A., Soimasuo, J. & Tokola, T. 1997. Alueellisten energiapuuvarojen analysointimenetelmä. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1997(1): 25-35.
- Petäjäistö, L. 1986. Hakelämpölaitoksille kannattavasti korjattavan polttopuumäärän arviointimenetelmä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 216. 56 s.
- , Hankala, T. & Onttinen, S. 1989. Puu ja turve yhdyskuntien ja teollisuuden polttoaineena vuonna 1986. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 331. 40 s. + liite, 5 s.
- Pohjonen, V. 1995. Wood power in eastern Finland. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 33: 20-28.
- Pulkkinen, P. & Asikainen, A. 1996. Hakkuutähteen, karsijan puujätteen, sahan kuorijätteen ja kantojen murskaaminen Morbark 1200 -murskaimella. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(1): 17-26.
- Puttock, D. & Richardson, J. (eds.) 1998. Wood fuel from early thinning and plantation cleaning. An international review. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 667. 72 s.
- Rantamäula, J. 1981. Hakkuutähteen haketus kevyellä kalustolla. Summary: Chipping logging residues with light-weight equipment. *Folia Forestalia* 498. 24 s.
- Rieppo, K., Poikela, A., Hakkila, P., Aho, V.-J., & Nikala, L. 1996. Puupolttoaineen ja selluhakkeen integroitu tuotanto ketjukarsintakuorintatekniikalla. Bioenergian tutkimusohjelma, projekti 101. Loppuraportti. 67 s.
- Riikilä, M. 1993a. Energiapuuta myös markkinatalouden ehdoin. *Metsälehti* 8, s. 9.
- 1993b. Nuoren metsän kunnostustuki hakkeen hankkijalle Kiteellä. *Metsälehti* 24, s. 19.
- Ryynänen, S. & Tuomi, S. 1982. Polttopuun korjuu ja käyttö maatiloilla. Tilakohtainen inventointi v. 1979. Työteho-seuran julkaisuja 241. 89 s. + 40 liites.
- Saksa, T. & Teittinen, A. 1996. Metsähakkeen hankintakustannukset ja alue-taloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Julkaisuja 47. 29 s.

- & Tuovinen, J. 1994. Metsähakkeen raaka-ainevarat Mikkelin seudulla. Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Julkaisuja 35. 19 s.
- Salakari, M. 1979. Arvio pienpuun korjuuketjujen keskinäisestä edullisuudesta. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 3/79. 19 s.
- & Hänninen, H. 1998. Onko polttopuulle markkinoita? Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. Sivut 116-122.
- , Kalaja, H. & Salo, E. 1978. Välivarastohaketus prototyyppihakkureilla, Algol monikäyttöhakkuri, TT 1500 T ja TT 1500 L. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 3/78. 42 s.
- & Peltola, A. 1995. Pientalojen polttopuun käyttö lämmityskaudella 1992/93. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 566. 27 s + liitteet 12 s.
- Schildt, J. 1982. Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä. Summary: Producing fuel chips with Unimog truck. Folia Forestalia 519. 23 s.
- Simola, P. 1977. Pienikokoisen lehtipuuston biomassa. Summary: The biomass of small-sized hardwood trees. Folia Forestalia 302. 16 s.
- & Mäkelä, M. 1976. Rasiinkaato kokopuiden korjuussa. Summary: Leaf-seasoning method in whole-tree logging. Folia Forestalia 273. 18 s.
- Sippola, J. 1980. Maatilatalouden energiareservien käyttö. SITRA, sarja B No. 59. 135 s. + 23 liitettä, 29 s.
- Snellman, V. & Valtonen, K. 1984. Energiapuu ja sen toimittajat Virtain yksityismetsätaloudessa v. 1979-80. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 169. 69 s. + 9 liites.
- Solmio, H. 1994. Polttopuun hankinta aluelämpölaitoksille. Työtehoseuran metsätiedote 15/1994 (538). 4 s.
- Tiihonen, P. & Virtanen, J. 1982. Koetuloksia ilmakuvien käytöstä energiapuun arvioinnissa Kannuksessa v. 1979-80. Summary: Use of aerial photographs to estimate energy wood resources in Kannus in 1979-80. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 66. 24 s.
- & Virtanen, J. 1983a. Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980-82. Summary: Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo. Folia Forestalia 567. 18 s.
- & Virtanen, J. 1983b. Koetuloksia ilmakuvien käytöstä puuston arvioinnissa Paltamossa v. 1982. Abstract: Use of aerial photographs to estimate growing stock in Paltamo in 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 154. 28 s.
- Toropainen, M. 1982. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 54. 112 s.
- 1984a. Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 162. 117 s. + 10 liites.
- 1984b. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 131. 79 s. + 10 liites.
- Tuomi, S. 1992. Polttopuun käyttö pientaloissa ja maataloilla. Työtehoseuran metsätiedote 494. 5 s. Myös julkaisussa: Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 1: 135-141.
- & Mattila, K. 1996. Ostopoltopuun käyttö pientaloissa. Summary: On the use of purchased fuelwood in detached houses in Finland. Työtehoseuran julkaisuja 351. 54 s.

- Uusvaara, O. 1984. Hakepuun kosteuden alentaminen ennen haketusta korjuuseen ja varastointiin liittyvin toimenpitein. Summary: Decreasing the moisture content of chip wood before chipping; harvesting and storage measures. *Folia Forestalia* 599. 31 s.
- Valtanen, H. 1981. Teollisuuden ainespuun hankinnan yhteydessä sekä prosessissa syntyvät polttopuureservit. SITRA, Kotimaisten polttoaineiden alueellinen hyväksikäyttö, tutkimusraportti 5. 33 s.
- Vesterlin, V. 1996. Energiapuutarat ja niiden hyödyntämisedellytykset. Julkaisussa: Alakangas, E. (toim.). 1996. Bioenergian tutkimusohjelma, Vuosikirja 1995, osa I. Puupolttoaineiden tuotantotekniikka. Sivut 75-83.
- Vuollet, E. & Mustonen, A. 1992. Energiapuuta latvuksista edullisesti. *Metsähallituksen kehittämisjaoston tiedote* 10. 3 s.

168 viitettä

7. NUORTEN JA VARTTUNEIDEN HARVENNUSMETSIEN KÄSITTELY

7.1 Harvennushakkuiden tarve ja perusteet

Metsikkö luokitellaan nuoreksi harvennusmetsäksi, kun sen kehitettävän puujakson keskiläpimitta rinnankorkeudelta saavuttaa kahdeksan senttimetrin rajan. Tämän määrittelyn yhdenmukainen käyttö maastossa mahdollistaa eri metsänarviointitulosten vertailun tältä osin. Relaskooppia käytettäessä pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta voidaan laskea helposti kehitettävään puujaksoon kuuluvien lukupuiden läpimittojen aritmeettisena keskiarvona. Nuoren ja varttuneen kasvatusmetsän rajan määritelmän soveltaminen käytännössä on hankalampaa. Määritelmän mukaan kehitysluokka on varttunut kasvatusmetsä, kun pääosa puuston tilavuudesta on tukkipuukokoisissa puissa ja harvennettaessa kertymään sisältyy myös tukkia. Tukkipuun minimiläpimittana rinnankorkeudelta pidetään 18 senttimetriä. Kuitenkin silloin, kun kasvupaikan ja/tai puulajin johdosta vain pieni osa puista voi kasvaa tukkipuukoon, kehitysluokka on määrättävä iän perusteella. Sellaiset metsiköt, joilla kitukasvuisuus johtuu kasvupaikkatekijöistä (metsämaan huonoin laita ja kitumaa), ovat tyyppillisiä poimintahakkuukohteita.

Kehitysluokka määritellään vain metsämaalla. Valtakunnan metsien inventoinnin uusimman yhteenvedon mukaan selvästi yli puolet metsämaasta oli nuoria tai varttuneita harvennusmetsiä 1990-luvulla (Sevola 2000, s. 57). Kehityskelpoisia harvennusmetsiä oli lähes 11 milj. ha, minkä lisäksi osa vajaatuottoisista metsistä kuuluu taksatorisesti harvennusmetsien kehitysluokkiin. - Vajaatuottoisia metsiä oli kaikkiaan yli 2 milj. ha. Vajaatuottoisissa metsissä esitetään yleensä uudistushakkuuta. - Hakkuutoiminnan piirissä olevissa kehityskelpoisissa talousmetsissä hakkuuehdotusten pinta-alat olivat inventoinnin uusimman (Pohjois-Suomi 1992-1994 ja Etelä-Suomi 1996-2000) yhteenvedon mukaan (Antti Ihalainen, kirjallinen vastaus tiedusteluun 21.9.2001):

Hakkuulaji	Hakkuu jo myöhästynyt	Kiireellisyys		Yhteensä
		5 vuoden sisällä	10 vuoden sisällä 1000 ha	
Ensiharvennus	456	1 041	1 281	2 778
Muu harvennus	326	901	647	1 873
Yhteensä	782	1 942	1 928	4 652

Edellisten lisäksi inventoinnissa esitettiin ylispuuhakkuita nuorissa harvennusmetsissä 108 000 hehtaarin alalle. Tarpeellisen taimikonhoidon todettiin jääneen tekemättä yli 400 000 hehtaarin alalla. Laiminlyönti ilmenee nuorissa harvennusmetsissä puuston huonona järeyskehityksenä, epäedullisina puulajisuhteina ja suurena luonnonpoistumana.

Hakkuuehdotukset ovat luonteeltaan metsänhoidollisia. Niitä tehtäessä hakkuun välitön kannattavuus (tulojen ja kustannusten erotus) ei ole ratkaiseva kriteeri. Tämä osittain selittää sitä, että varsinkin ensiharvennuksia tehdään vain osa siitä määrästä, mitä metsänhoidollinen tarve edellyttäisi. Ensiharvennusten osalta tilannetta pyritään parantamaan kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisella tuella. Tuetkaan eivät auta, jos pienikokoisella kuitupuulla ei ole menekkiä tai korjuun edellyttämää työvoimaa ja/tai korjuukalustoa ei ole saatavilla kohtuuhintaan.

Harvennushakkuuta on tehty 1990-luvulla ao. asetelmassa näkyvät pinta-alat. Luvut on kerätty Metsätilastollisista vuosikirjoista 1990-91, 1992, 1993-94, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 ja 2000 (ks. esim. Sevola 2000, s. 114).

Vuosi	Yhteensä	Harvennushakkuut	
		Ensiharv.	Muu harv.
		1000 ha/vuosi	
1990	180		
1991	110	Ei	
1992	138		
1993	141	eroteltu	
1994	259		
1995	241		
1996	193	82	110
1997	272	124	147
1998	284	148	136
1999	292	148	143
Keskimäärin	211	125	134

Harvennushakkuuta tehtiin 1990-95 keskimäärin 166 000 hehtaaria vuodessa. Suorite nousi vuosikymmenen loppupuoliskolla yli puolella ollen keskimäärin 256 000 hehtaaria vuodessa eli kehitys on ollut oikeaan suuntaan. Valtakunnan metsien inventoinnissa havaittu metsänhoidollinen tarve on kuitenkin paljon suurempi. Jos

KAIKKI esitetetyt hakkuut olisivat toteutuneet aikataulussa (so. 10 vuodessa), harvennushakkuiden pinta-alan olisi pitänyt olla 465 000 hehtaaria vuodessa! Vaje on pahempi ensiharvennuksissa, kuten näkyy alla olevassa asetelmassa:

Tieto	Ensiharv.	Muu harv.	Kaikki 1000 ha
Toteutunut 1996-1999	125	134	260
Esitetty inventoinnissa	278	187	465
Suhdeluku	0,45	0,72	0,56

1990-luvun lopulla toteutuneet ensiharvennukset ovat vain 45 % tarpeesta. Vastaava osuus muiden harvennushakkuiden osalta on 72 %. Toisin sanottuna hakkuuvajepro-sentit ovat 55 ja 28 %. On aivan selvää, että osa esitetyistä hakkuista ei toteudu kos-kaan monista kannattavuuteen vaikuttavista syistä, vaikka menekkiä olisikin. Näistä mainittakoon esim. pitkä maasto- tai kaukokuljetusmatka, pieni leimikkokohtainen kertymä ja huono kantohinta. Jos oletetaan, että kolmasosa ensiharvennusehdotuksis-ta ja viidesosa muista harvennusehdotuksista on tehty 'käytännössä mahdottomilla' kohteilla, hakkuuvajepro-sentit ovat 32 ja 11 %. Sekin on liian paljon, mikä asettaa suuria haasteita metsätalouden edistämistoinnille. - Ylispuiden poisto nuorista harvennusmetsistä tehtäneen pääosin ensiharvennusten yhteydessä. Voitaneen olet-taa, että ylispuu hakkuiden toteutumisaste on korkeampi kuin tilanne on varsinaisten ensiharvennusten osalta.

Edelliseen vertailuun liittyy monia epätarkkuuksia. Yhtenä mainittakoon mm. se, että pieni osa toteutuneista harvennushakkuista on tehty sellaisilla kohteilla, joille ainakaan inventoinnin ajankohtana ei olisi ehdotettu harvennushakkuuta lain-kaan tai olisi esitetty uudistushakkuuta. Vertailun tulos antanee kuitenkin riittävän oikean kuvan tilanteesta. – Harvennusmetsien määrää, laatua ja hakkuita on käsitelty mm. Hännisen (1974), Lillebergin ja Raitasen (1989) sekä Pesosen ja Hirvelän (1993) tutkimuksissa (ks. myös Heikinheimo 1912a, Mielikäinen 1997c sekä Silver ja Saarinen 1995).

Harvennushakkuukäytäntö on jokseenkin uutta ja vielä lähinnä kokeilu-asteella Venäjällä ja Kanadassa, missä metsävarat ovat ylenpalttiset ja infrastruktuuri laajoilla alueilla puutteellinen. Skandinaviaa voidaan pitää näiden valtioiden vasta-kohtana tässä suhteessa. Meillä on menekkiä lähes kaikelle puutavaralle ja sitä voi-daan korjata kannattavasti lähes koko maassa eli ns. nollaraja on historiaa, vaikka sana silloin tällöin pulpahtaa ilmoille erinäisissä edunvalvontayhteyksissä. Harven-nushakkuut ovat metsätalouden kestävyys puujalka, jota ilman pitkän ajan kestävä hakkuukertymä ja varsinkin sen arvo olisivat paljon nykyistä alemmalla tasolla. 1990-luvun alussa arvioitiin, että luopuminen harvennushakkuista aiheuttaisi 40 vuodessa noin 500 miljoonan kuutiometrin tuotostappion ja metsien tuottoarvo olisi 40 vuoden kuluttua noin 140 mrd. mk alempi kuin nykyistä harvennuksiin perustu-vaa puuntuotantoa harjoitettaessa (Harvennushakkuiden... 1992, ks. myös Mielikäi-nen 1993a ja Hynynen 1998a).

Harventamattomuus ei alentaisi runkopuun tilavuutta ja puuntuotannon kan-nattavuuskin olisi aluksi jopa parempi kuin harvennuksia käytettäessä, mutta puuston rakenne ja arvo huonontuisi aikaa myöten ratkaisevasti. Esimerkiksi tukkipuun mää-rä vähentyisi 40 vuodessa 50 %! Harvennusten merkitystä kansantaloudessa (kaup-

patase), metsäteollisuuden puuhuollossa ja kotitalouksien tuloissa on tarkasteltu Haltian (1992) tutkimuksessa. Jos harvennushakkuista saatava teollisuuspuu korvattaisiin kokonaan tuonnilla, metsäteollisuuden rooli vaihtotasetta parantavana toimialana heikentyisi ja kotitalouksien tulot (kantohinnat ja palkat) alenisivat olennaisesti. Harvennushakkuiden metsätaloudellista merkitystä on käsitelty jo Heikinheimon (1906 sekä 1907a ja b) varhaisissa kirjasissa (ks. myös Heikinheimo 1936).

Harvennusten metsikkötason taksatorisia vaikutuksia tutkittaessa vertailukohtana periaatteessa on samaa puulajia olevan metsikön luontainen kehitys vastaavalla kasvupaikalla. Kehitystä on tutkittu eniten tasaikäisissä ja pääosin yhden puulajin metsiköissä. Cajanus (1914) on käsitellyt runkolukusarjan ja keskiläpimitan merkitystä asiaa koskettelevassa tutkimuksessaan. Käsittelemättömyyden osalta luonnontilaisiksi katsottavien, ns. luonnonnormaalien metsiköiden kehitystä ovat kuvailleet mm. Blomqvist (1872, ks. myös Heikkilä 1914), Erkki Cajander (1933, viljeltyjä, mutta käsittelemättömiä kuusikoita), Yrjö Ilvessalo (1920, 1937, 1967, 1969 ja 1970), Yrjö ja Mikko Ilvessalo (1975), Kalela (1936), Lappi-Seppälä (1930), Lönnroth (1925), Miettinen (1932) ja Siren (1955). Edellä mainituista vain Kalelan ja Lappi-Seppälän tutkimukset koskevat sekametsiköitä. Puiden ja metsiköiden luontaista kehitystä on käsitelty jossain määrin myös Blomgrenin (1952), Blomqvistin (1897), Yrjö Ilvessalon (1916), Kalelan (1939), Lakarin (1920), Lappi-Seppälän (1927) ja Miettisen (1952) tutkimuksissa.

Erilaisten käsittelyjen vaikutusta metsikön kehitykseen voidaan tutkia tarkimmin tarkoitusta varten perustetuilla kestokoealoilla, joilla mittaukset ja käsittelyt toistetaan aika ajoin tutkimustavoitteiden edellyttämällä tavalla. Nyyssösen (1959) mukaan toiminta alkoi Metsäntutkimuslaitoksessa vuonna 1924 ja 1930-luvun alkuvuosina koealoja oli jo 200 kpl (Ilvessalo 1932). Suuri osa alkuperäisistä kestokoealoista on tuhoutunut tai muuten lakkautettu, mistä syystä valtaosa nykyisin käytössä olevista koealoista on perustettu viimeisen 30-40 vuoden aikana (ks. Vuokila 1986). Toiminnan perusteita ovat kuvanneet mm. Ilvessalo (1932 ja 1952a), Saramäki (1993) ja Vuokila (1986). - Kestokoealojen perustaminen ja ylläpito on kallista ja tulosten saaminen vie paljon aikaa. Koealat on perustettu tasaisiin ja suhteellisen kookkaisiin metsiköihin, jotka edustavat reaalmetsää melko huonosti. Myös koe-metsiköiden puulajirakenteen ja käsittelyjen skaala on rajoitettu. Näitä rajoituksia ei periaatteessa ole, kun käsittelyjen vaikutusta tutkitaan kertakoealoista rakennettujen kehityssarjojen avulla. Tosin sarjojen kokoamisessa on tehtävä karsintaa paljonkin ja siitä huolimatta tuloksiin jää mm. kasvupaikkaan, käsittelyhistoriaan ja puulajikoostumukseen liittyviä epävarmuustekijöitä. Kertakoealatekniikan suurina etuina ovat nopeus ja mahdollisuus tutkia ajankohtaisia uusia ongelmia, mikä kestokoealoilla ei juurikaan ole mahdollista.

Hakkuilla käsiteltyjen metsiköiden kehitystä koskevia tutkimustuloksia alkoi ilmestyä 1900-luvun puolivälin jälkeen. Asian perusselvityksinä voidaan pitää ainakin Kallion (1957 ja 1960), Koiviston (1957 ja 1972, ks. myös Koivisto 1958), Kuuselan (1956), Mielikäisen (1980 ja 1985), Mäkisen (1967), Nyyssösen (1950 ja 1954, ks. myös Nyyssönen 1957), Saramäen (1977), Sarvaksen (1951) ja Vuokilan (1956, 1960c ja 1967, ks. myös Vuokila 1957) tutkimukset. - Sarvaksen aineistossa on lievästi alaharvennettuja ja myös luonnontilaisia kuusikoita, joten tulokset kuvaavat aika lailla myös luontaista kehitystä. - Käsiteltyjen metsiköiden kehitykseen liittyvät myös mm. Gustavsenin (1992), Pukkalan (1981), Sarvaksen (1944) ja Vuokilan (1960b, 1962a ja 1965a) tutkimukset sekä Vuokilan (1962b, 1965b ja c sekä 1970b) artikkelit.

Nykyisin on syytä tehdä selvä ero kestokoealojen ja pysyvien koealojen välillä. Kestokoealoilla tutkitaan manipuloitujen käsittelyjen vaikutuksia valvotuissa olosuhteissa, mutta pysyvillä koealoilla seurataan metsässä tapahtuvaa 'spontaania' kehitystä. Pysyvät koealat mitataan uudestaan yksin puin esim. viiden vuoden välein niin monta kertaa kuin koealat vielä kelpaavat alkuperäiseen tutkimustarkoitukseen. Seuranta-aika jää lyhyemmäksi kuin kestokoealoilla - esim. metsäinventointitarkoitukseen perustetut pysyvät koealat mitataan uudestaan yleensä vain kerran 5-10 vuoden kuluessa (ks. Nyyssönen 1967, 1968 ja 1981, Peng Shikui 1986, Poso ja Waite 1995 sekä Päivinen ja Yli-Kojola 1989). Nykyisin pysyvät koealat ovat osa valtakunnan metsien inventoinnin maastonäytettä. 1985-1986 valtakunnan metsien inventoinnin yhteyteen perustettiin pysyvien koealojen verkko lähinnä ilmansaasteiden vaikutusten pitkäaikaisseurantaa varten. Nämä koealat on mitattu puittain uudestaan tähän mennessä kolme kertaa (ks. Valtakunnan metsien 8... 1985 ja 1986, Pysyvien... 1990 ja Yli-Kojola 1995). Inventoinnin maastokoealoille perustettiin 1970- ja 1980-luvuilla pysyviä koealoja tarkoituksena saada aineistoa talousmetsien kasvumallien laadintaa varten (ks. Gustavsen ym. 1988, Penttilä ja Honkanen 1986 sekä Timonen ym. 1993). Nämä koealat on mitattu uudestaan monta kertaa riippuen perustamisajankohdasta ja tarkoituksesta. - Kaksi viimeksi mainittua koealaverkostoa on tuottanut runsaasti puita koskevaa tietoa, jota voidaan käyttää ja on käytetty puiden ja metsiköiden kehityksen mallintamiseen.

Metsikön kehityksen ennakointi metsikkö- ja varsinkin puumallien avulla antaa periaatteessa rajattomat mahdollisuudet 'rakentaa' erilaisia metsiköitä ja simuloida niiden kehitystä pitkälle tulevaisuuteen. Metsikkö on puujoukko, jonka kehitys riippuu toisaalta kasvusta ja luonnonpoistumasta ja toisaalta hakkuu- ja metsänparannustoimenpiteistä. Hakkuiden tapaa, voimakkuutta ja ajoitusta muuntelemalla voidaan hakea metsänomistajan tavoitteiden kannalta parasta käsittelyketjua (ks. esim. Valsta 1992b sekä Miina 1996a ja b). Yleensä päätöskriteerinä on nettotuottojen nykyarvo, mutta mikään ei estä tavoittelemasta vaikkapa mahdollisimman monimuotoista tai virkistyskäyttöön hyvin soveltuvaa metsikkörakennetta (kasvatusmalleista enemmän alaluvussa 7.2.2). - Mallit perustuvat pääosin empiiriseen ja osin myös teoreettiseen tietämykseen puiden ja metsiköiden kehityksestä. Ilman ennakkoimatonta häiriötä kuten lumi- tai myrskytuhoa tai metsäpaloa metsikön todellinen kehitys ei poikkea paljoa ennakoidusta ennustejakson alkupäässä. Mutta jos mallit ovat harhaisia, ennusteen ja todellisen kehityksen ero voi kasvaa suureksi jakson lopulla. Harhaa voi syntyä myös metsien kasvutekijöiden hitaasta, mutta samansuuntaisesta muuttumisesta. Esimerkiksi hiilidioksidipitoisuuden kasvusta aiheutuva ilmastomuutos voi muuttaa metsien kehitystä ja käsittelyä tulevaisuudessa (ks. Hänninen 1996, Hänninen ym. 1993, Kellomäki, Hänninen ja Kolström 1988 ja 1993, Kellomäki ja Kolström 1992a ja b, Kellomäki ym. 1994, Peltola ym. 1997 sekä Talkkari 1996 ja 2001).

Malleilla laadittujen kehitysennusteiden paikkansapitävyys huononee joka tapauksessa melko nopeasti, joten laskelmat on tarvetta uusilla ajantasaisilla lähtöarvoilla ja paremmilla malleilla 10-20 vuoden välein. Juuri näin tehdään mm. valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä, kun metsäkeskuksille laaditaan vaihtoehtoisia skenaarioita hakkuumahdollisuuksista ja metsävarojen kehityksestä aina uusin inventointitulosten valmistuttua noin 10 vuoden välein. Laskelmat tehdään 10-vuotisjaksoittain 40 vuoden päähän sen varmistamiseksi, että mikään hakkuuohjelma toteutuessaankaan ei vaaranna metsätalouden kestävyyttä kauempana tulevaisuudessa. Tarkoitukseen on kehitetty työkaluksi atk-ohjelmisto (MELA), jolla voi tehdä vaihtoehtoisia laskelmia metsikkö-, metsälö- ja aluetasolla. MELA:an on koottu uu-

sin puiden ja metsiköiden kehitystä koskeva tietämys mallien muodossa. - Asiasta kiinnostuneet lukijat voivat päästä tiedon lähteille tutustumalla mm. Ojansuun ym. (1991, ks. myös Ojansuu 1987) ja Siitosen ym. (1996) julkaisuihin, Hynysen ja Ojansuun (1996), Nuutisen ja Mäkelin (1998) sekä Nuutisen ja Suokkaan (1999 ja 2001) toimittamiin julkaisuihin ja esim. Hynysen (1996b ja c), Hynysen ja Siipilehdon (1996), Malisen ym. (1999), Nuutisen ym. (1998), Ojansuun (1996), Salmisen (1998 ja 1999), Siitosen (1994a ja b, 1995 ja 1996) ja Sointeen (1998) artikkeleihin.

Metsän ja puun kehityksen mallintamisessa on pohjimmiltaan kysymys eri osaprosessien toiminnan ja vuorovaikutusten ymmärtämisestä ja pukemisesta matemaattiseen muotoon (ks. esim. Hari 1968, Hari ym. 1996, Kellomäki, Väisänen ym. 1992, Mäkelä 1988 sekä Mäkelä ja Hari 1986). Mallien laadintaa ja käyttöä on kosketeltu yleisellä tasolla mm. Hynysen (1995b, 1996a ja 2000), Hökän (2000), Annika ja Jyrki Kankaan (1997), Mielikäisen (1978 ja 1991), Mielikäisen ja Gustavsenin (1993), Mäkelän (1998) ja Sieväsen (1991) artikkeleissa. Asiaan liittyvää tutkimusta on tehty paljon etenkin viimeisen 15 vuoden aikana. Esimerkkeinä tässä mainittakoon Hynysen (1995a ja c), Hökän (1997), Hökän ym. (1997), Yrjö Kankaan (1968), Kolströmin (1992, ks. myös Kolström 1993), Kuuselan ja Kilkin (1963), Malisen (1992), Miinan (1994), Miinan ym. (1991), Ojansuun (1993), Pukkalan (1989b), Pukkalan ja Kolströmin (1987, 1988 ja 1991), Sieväsen (1983 ja 1993), Sieväsen ym. (1988), Siipilehdon (1998), Simpasen (1972) ja Vettenrannan (1999) julkaisut (ks. myös Gustavsen 1977 ja 1998, Laurila 1972, Mielikäinen 1987 ja Pukkala 1989a). Em. julkaisuissa on useita väitöskirjatutkimuksia. Mallintamista käsitellään myös Hynysen (1998b), Hökän (1996), Mielikäisen (1992) ja Sieväsen (1992a) artikkeleissa. - Metsää kuvaavista malleista on julkaistu oppikirja (Annika Kangas ym. 1990, ks. myös Maltamo ja Laukkanen 2001). Lisätietoa voi etsiä tarvittaessa esim. Salmisen ja Katermaan (1992) toimittamasta artikkelikokoelmasta ja Annikki Mäkelän ym. (2000), Helena Mäkelän ja Salmisen (1991) sekä Sieväsen (1992b) julkaisusta.

Luonnonpoistumaa on tarkasteltu mm. Aaltosen (1925), Ilvessalon (1952b) ja Lönnrothin (1929) tutkimuksissa. Kellomäki ym. (1989) ovat arvioineet ekologisella mallilla kuolleitten puiden esiintymistä luontaisesti kehittyvissä mäntymetsiköissä. Luonnonpoistuman puu- ja metsikkömalleja ovat esittäneet Haapala (1983), Hynynen (1991 ja 1993) ja Katila (1990). Puun laadun mallintamista käsitellään mm. Mäkelän (1997) ja Mäkelän ym. (2000) julkaisuissa. Karsiutumismalleja ovat esittäneet Hynynen (1995d) ja Mäkelä ym. (1997). Oksien karsiutumista ovat tutkineet myös Koivunen (1989) sekä Oker-Blom ja Kellomäki (1982). - Tässä yhteydessä tuotakoon esiin vielä metsikön alkukehitykseen liittyvät Harin ym. (1982), Hämäläisen ym. (1983), Kalelan (1962), Kellomäen ja Kolströmin (1992a), Koistisen ja Valkosen (1993), Kokkosen (1989), Kolströmin (1991), Koskelan (2000), Oker-Blomin ym. (1988), Valkosen (1997 ja 1998b) sekä Varmolan (1987, 1988, 1993, 1996 ja 1998) tutkimukset ja Hynysen (1994) artikkeli (ks. myös Pukkala 1987 sekä Pukkala ja Kolström 1992).

Harvennushakkuun eri vaikutuksia ovat tarkastelleet mm. Hynynen ja Arola (1999), Hynynen ja Saramäki (1995), Hökkä (1993), Hökkä ja Penttilä (1995b), Isomäki (1993), Lähde (1991), Mielikäinen (1979), Mielikäinen ja Valkonen (1991), Niemistö (1997), Pukkala, Miina ja Kellomäki (1998), Pääkkönen (1994), Thome' ja Minni (1908) sekä Vuokila (1962a ja 1981, ks. myös aiemmin tässä luvussa mainittuja muita Vuokilan julkaisuja). Harvennusvaikutuksia on käsitelty myös Kellomäen ja Kolströmin (1993), Mäkinen (1959) ja Sirenin (1952) tutkimuksissa. Harvennusvoimakkuuden vaikutuksia ovat tutkineet mm. Hyppönen (1979) ja Vuokila (1985).

Harvennuksen ja lannoitukset yhteisvaikutusta ovat selvittäneet Haapanen ym. (1979), Hynynen ja Kukkola (1989), Moilanen (1985) sekä Oikarinen ja Pyykkönen (1981, ks. myös Oikarinen 1981).

Empiiristen mittaustulosten ja malleilla saatujen ennusteiden perusteella tiedetään, että toistuvat harvennukset alentavat metsikön runkopuun kokonaiskasvua 5-10 % kiertoajan kuluessa (Mielikäinen 1993a). Tämä kasvutappio johtuu kasvavan runkopuun pienemmästä määrästä harvennuksilla hoidetuissa metsiköissä. Jopa kolmasosa runkopuusta menetetään luonnonpoistumana, jos harvennukset jätetään kokonaan tekemättä. Harvennusten ansiosta käyttöpuun kertymä nousee 20-30 % ja kantorahatulo noin 20 % suuremmaksi kiertoajan kuluessa. Kantorahatuloa syntyy aikaisemmin ja siitä pääsee osalliseksi useampi henkilö, mikä lisää metsänomistusmotivaatiota. Jos harvennustulojen lasketaan kasvavan korkoa 4 % syntyhetkestä kiertoajan loppuun saakka, hoidettu metsikkö antaa melkein kaksinkertaiset tulot verrattuna luonnontilaisena kehittyneeseen metsikköön, missä puusatoa korjataan vain uudistettaessa. Harvennukset edistävät järeyshenkitystä, mikä lisää puuston arvoa, vähentää hakkuutähteeksi jäävän runkopuun määrää ja alentaa korjuun yksikkökustannuksia. Myös kiertoaika lyhenee jopa kymmeniä vuosia, mikäli uudistuskypsyysyden yhtenä kriteerinä pidetään puuston järeyttä. - Pesonen ym. (1993, ks. myös Jämsä 1991) ovat tutkineet harvennusten edullisuutta metsälötasolla. Tulos oli, että harvennusten laiminlyönti aiheuttaa selvän tuottoarvotappion.

Harvennuksilla voidaan ohjata sekametsikön puulajirakennetta toivottuun suuntaan sekä edistää myös alikasvoksen syntyä ja kehitystä luontaiseen uudistamiseen sopivilla kasvupaikoilla. Harvennuspoistuman latvusmassasta ja muusta hakkuutähteestä vapautuu ravinteita, joilla on jonkin verran lannoittavaa vaikutusta jäävälle puustolle. Harvennus vähentää kilpailua ravinteista, vedestä ja valosta, mikä yleensä aiheuttaa ainakin pienen positiivisen kasvureaktion jäävässä puustossa. Puiden kasvuedellytysten parantumisen ja ns. valintavaikutuksen ansiosta metsikön runkopuun tilavuuskasvutappio jää suhteellisesti pienemmäksi kuin runkopuun tilavuuden vähentyminen. - Nykyisillä korjuumenetelmillä osa kasvutappiosta johtuu ajourista (esim. Isomäki 1983, Isomäki ja Niemistö 1985 ja 1990 sekä Niemistö 1988b, ks. myös Niemistö 1987a ja 1989a). Tätä vaikutusta voidaan lieventää jättämällä ajourien välialueet tiheimmiksi kuin harvennusmallit edellyttävät.

Harvennushakkuissa metsiköstä poistuu ravinteita pelkän puutavaran mukana aina jonkin verran. Siihen verrattuna menetys on moninkertainen, jos myös hakkuutähteet viedään pois, mikä on pidettävä mielessä ravinteiden suhteen epäedullisilla kasvupaikoilla. - Kokopuukorjuuta, etenkin tuoreiden oksien talteenottoa neulasineen tulisi välttää vähäravinteisilla kasvupaikoilla, kuten energiapuun korjuun yhteydessä (pääluku 6) jo todettiin. Tämä ongelma liittyy lähinnä ensiharvennuksiin, joissa on käytetty jossain määrin kokopuumenetelmää kannattavuuden lisäämiseksi. Ravinnevaikutuksista mainittiin jo pääluvussa 6 Jacobsonin ja Kukkolan (1999), Kauniston (1996), Kukkolan ja Mälkösen (1987, 1993, 1996, 1997 ja 1998) sekä Mälkösen (1972 ja 1974) tutkimukset (ks. ko. lähdeluettelo). Niiden lisäksi tuotakoon tässä esiin myös Hökän ym. (1996), Jacobsonin ym. (1996), Kauniston (1996a), Kauniston ja Moilasen (1998), Kellomäen ja Seppälän (1987) sekä Saramäen (1981b) tutkimukset. - Saramäki ja Silander (1982) havaitsivat, että mäntyjen latvusten kasvu oli harvennuksen jälkeen muutaman vuoden ajan hitaampaa kuin ennen harvennusta. Harvennus vähentää männikön juurimassaa joksikin aikaa (Kalela 1955).

Haihduttava puusto vähenee harvennushakkuissa, mikä vaikuttaa erityisesti suometsien vesitalouteen (ks. Heikurainen 1967, Heikurainen ja Päivänen 1970,

Hökkä ja Penttilä 1995a, Penttilä 2001 sekä Päivänen 1980 ja 1982). Vesitalouteen liittyy myös Päiväsen (1973) lumi- ja routaolojen muutoksia käsittelevä tutkimus. Vasta voimakas harvennus tai avohakkuu lisää maahan kertyvän lumikerroksen pak-suutta suon vesitalouden kannalta merkittävästi. Vaikutus on samansuuntainen kuin haihdunnan vähentymisellä, mikä joissakin tapauksissa voi tehdä ojitustoimenpiteen tarpeelliseksi myös harvennuksen yhteydessä.

Metsien hoito, hakkuut mukaan lukien, vaikuttaa metsäluonnon monimuotoisuuteen (ks. Hannelius ja Niemelä 1995). Metsätalouden ja monimuotoisuuden välistä vaikutuksia ovat käsitelleet mm. Annala (1994, 1995, 1998a ja 1999), Haila (1995), Heliövaara ja Väisänen (1984 ja 1993), Jokimäki (2000), Jokimäki ja Kaisanlahti-Jokimäki (2000), Korpilahti (1995), Ohenoja (1995), Sippola, Siitonen ja Renvall (2000), Virkkala (1987 ja 1990), Väisänen (1993) ja Väisänen ym. (1993). Kalland (1995) on ottanut kantaa monimuotoisuuden hoitoon käytännön hakkuiden yhteydessä. Puuston puulaji- ja läpimittarakennetta voidaan manipuloida harvennus-hakkuissa. Rakenteen monipuolisuus (ks. Laiho, Lähde ja Norokorpi 1996) edistää myös lajiston monimuotoisuutta. Nimenomaan hakkuiden aiheuttamia muutoksia lajistossa on käsitelty mm. Niemelän ym. (1994), Siira-Pietikäisen ym. (2001) sekä Sippolan, Lehesvirran ja Renvallin (2000) tutkimuksissa (ks. myös Harkkila 1990 ja Helle ym. 1989).

Yksittäisten metsiköiden ominaisuuksien lisäksi metsäalueen spatiaalinen rakenne vaikuttaa monimuotoisuuteen (ks. Haila ym. 1987 ja 1980, Kuusela 1995, Raivio ja Haila 1990 sekä Siitonen ym. 1995). Metsikkötasolla monimuotoisuutta voidaan vaalia kasvatushakkuissa säästämällä lehtipuustoa ja pystykuolleita ja muita erikoispuita sekä pitämällä puiden kokovaihtelu niin suurena kuin mahdollista ilman merkittävää puuntuotannollista haittaa. Ihanteena voidaan pitää jaksollista sekametsikköä, joka voidaan myöhemmin uudistaa luontaisesti osittain tai kokonaan olemassa olevaan alikasvokseen tukeutuen. Avainbiotoopeilla hakkuut on tehtävä niin, että paikan erityiset elinympäristöominaisuudet säilyvät. - Metsäluonnon monimuotoisuuden hoitoa korostetaan nykyisin kaikissa uudemmissa metsänkäsittelysuosituksissa (esim. Asunta 1996, Hyppönen ym 2001, Hyvän metsänhoidon... 2001, Luonnon monimuotoisuus... 1995, Metsäluonnon hoito... 1997, Metsänhoidon opas 1995 ja Monimuotoinen metsätalous 1996). Monimuotoisuudesta vielä lisää esim. seuraavista lähteistä: Annala (toim.) 1998b, Karjalainen (toim.) 1991, Lähde, Laiho ja Norokorpi 1999a, Metsäluonnon monimuotoisuuden... 1998, Mäkkeli ja Kangas (toim.) 1993, New stand types... 1998 ja Talvia 1994.

Tavoiteltaessa metsäluonnon monimuotoisuutta metsiköiden erirakenteisuus lisääntyy. Myös metsänkasvatuksen välittömän kannattavuuden nostamispyrkimykset vaikuttavat samaan suuntaan, koska vähäarvoista puustoa jätetään enemmän hakkaamatta kuin ennen. Metsään tulee hoitamattomuuden piirteitä. Metsiköiden erirakenteisuus vähentää näkyvyyttä, mikä paikoin voi olla haitallista metsän virkistysarvon kannalta. Metsikön ja metsän virkistysarvoon vaikuttavia tekijöitä on käsitelty mm. Eskelisen (1979), Kellomäen (1973 ja 1978), Kellomäen ja Savolaisen (1984), Lovenin (1973b), Pukkalan ym. (1988) sekä Savolaisen ja Kellomäen (1981) tutkimuksissa (ks. myös Karjalainen 1994, 2000 ja 2001, Karjalainen ja Sievänen 2001, Kellomäki 1975, Loven 1973a ja Yli-Vakkuri 1952).

Keskeiset hakusanat: sta, klu, hme, hha, eha, pot, rea, mek, lii, tal ja kan

Muita hakusanoja: vmt, mva, sto, hak, pta, rak, lap, log, vol, lup, keh, tre, pka, mka, mav, kes, pys, enp, tuk, mon, vir ja bdi

7.2 Harvennusten toteuttaminen

Harvennustarpeen arviointi maastossa perustuu puuston tiheyteen, jota voidaan mitata pohjapinta-alan tai runkoluvun perusteella (ks. Nyyssönen 1963, Pohjola 1986 ja Yli-Vakkuri 1959). Tiheyden lisäksi on otettava huomioon puiden kunto eli kärsivätkö ne liiallisesta kilpailusta, joka ilmenee ensin latvusten supistumisena ja myöhemmin puiden kasvun taantumisena ja jäреyskehityksen hidastumisena. Jos em. oireita on havaittavissa, harvennus on periaatteessa jo myöhässä. - Hakkuun viivästyminen lisää eri metsätuhojen riskiä. Puiden elinvoimaisuuden heikentyminen altistaa metsikön sien- ja hyönteistuhonille. Puiden riukuuntuminen paitsi hidastaa arvokasvua myös lisää lumituhon vaaraa. Liian tiheänä kasvaneen metsikön voimakas harventaminen johtaa usein tuulituhoihin (ks. Laiho 1987, Nikula 1988 ja Solantie 1986). Yhtenäisen latvuston avautuminen hakkuussa lisää ilmavirtaa metsikön sisällä, mikä on eduksi metsähygienialle (sienituhot), mutta joka samalla lisää tuulituhon riskiä monen vuoden ajaksi. Liiallinen kilpailu heikentää juuristoja, mikä lisää tuulen ja lumen aiheuttamia puiden kaatumisia.

Yleisenä harvennuksen ajoitusta koskevana ohjeena voitaneen perustellusti antaa, että harvennushakkuu on parempi tehdä vaikka pikkuisen liian varhain kuin vähänkään liian myöhään! Jos tavoitteena on alaoksien karsiutumisen edistäminen tiheyden avulla, päätöksentekijän olisi hyvä samalla tiedostaa myös em. negatiiviset seikat sekä punnita etuja ja haittoja keskenään. Mikäli haitat aivan ilmeisesti ovat etuja suuremmat, kannattaa harkita harvennusta ja tukkipuiksi kasvatettavien sato- puiden karsimista kehittyvän tyvitukin pituudelta. Mäkinen (1999) on saanut tutkimustuloksia, joiden mukaan harvennuksen viivyttämisellä ei saavuteta kovinkaan hyviä tuloksia tyvitukin laadun kannalta. - Pystykarsintaan on saatavissa tukea kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisesti.

Harvennushakkuista on kirjoitettu hyviä yleisohjeita käytännön metsätaloutta varten (esim. Hynynen ym. 1997a, Kalela 1961a, Mielikäinen 1997b ja Vuokila 1980a). Harvennuksista ovat antaneet ohjeita myös mm. Aaltonen (1935), Heikinheimo (1905b, 1910 ja 1938), Kiuru (1991), Niemistö 1987b ja Siren (1956). Hakkuista ylipäänsä on käsitelty mm. Heikinheimon (1912b, 1936 ja 1937) ja Kalelan (1949) artikkeleissa (ks. myös Gustavsen ja Timonen 1999, Harvennushakkuiden perusteet... 1987, Harvennushakkuu: omatoimisen... 1985, Lauri Ilvessalo 1930, Lauri Ilvessalo ja Laitakari 1930 ja 1949, Kalela 1961b, Niemistö 1988a ja 1994b, Nuoren metsän... 1993, Ohjekirje eräistä... 1969, Oinonen ym. 1961, Penttilä ym. 2000, R. M. 1902, Raulo 1981, Sarvas 1956, Tertti 1939, Tuhkanen 1909 ja Valkonen ym. 1995). - Harvennuksiin liittyen mainittakoon vielä Myllysen ja Sinkevichin (toim., 1993) sekä Saramäen ym. (1997) julkaisut (ks. myös Lauhanen 1991).

7.2.1 Harvennustavat

Alaharvennus on nykyisin vallitseva harvennustapa. Tässä luvussa tarkastellaan kuitenkin ensin muita tapoja erojen ja perusteiden valaistamiseksi. - Harvennustapa ilmaisee hakkuussa poistuvien puiden hallitsevan valikoitumisperusteen. Jos aitoa valintaa tehdään, se voi perustua puiden väliseen kilpailuun kasvutilasta ja/tai niiden taksatorisiin tunnuksiin. Lähempää tarkastelua varten harvennustavat luokitellaan tässä kahteen pääryhmään, jotka ovat toisaalta harsinta ja kaikki muut hakkuutavat toisaalta. Jälkimmäiseen pääryhmään kuuluvat systemaattinen harvennus ja laatu- harvennus sekä kaikki muut valikoivat harvennustavat harsintaa lukuun ottamatta.

Väljennys on harvennuksen erikoistapaus, joka voidaan periaatteessa toteuttaa millä em. tavalla tahansa. - Harvennustapoja ovat kuvailleet mm. Hynynen ym. (1997b), Mielikäinen (1997a) ja Vuokila (1980b). Pukkala ja Miina (1998) ovat selvittäneet poistettavien puiden valinnan optimointia simuloimalla.

Oikeaoppisessa väljennyksessä tavoitteena on luontaisen uudistumisen edistäminen latvussyhteyden rikkomisen ja kilpailun vähentämisen avulla varttuneessa harvennusmetsässä. Väljennys yleensä aiheuttaa kasvutappiota, joten syntyvä luontainen taimiaines ei ole ilmaista. - Väljennys johtaa helposti harsintatyypin puiden poimintaan, minkä vuoksi sitä ei juurikaan ole suositeltu yleiseksi käytännöksi viimeisten vuosikymmenien aikana kuten aiemmin tehtiin (ks. esim. Heikinheimo 1936). Tästä hakkuukäytännöstä on kyllä taitettu peistä puolesta ja vastaan aina silloin tällöin (esim. Hyvärinen 1989, Hyvönen 1993 ja Päivän sana... 1989). Nyssönen (1995) on suositellut väljennyshakkuista uudistuskypsyin metsiin metsän ikärakenteen normalisoimiseksi luontaisen uudistumisen avulla. Voitanee ehkä sanoa, että väljennys on hyvä menetelmä valistuneen metsänkasvattajan käyttämänä siinä kuin taiten tehty harsintakin.

Rakkaalla lapsella on monta nimeä, joiden merkityksissä on vivahte-eroja. Tämä pätee myös harsintaan, joka oli vallitseva hakkuutapa aina 1950-luvulle saakka. Sana poimintahakkuu viittaa hakattavien puiden valintamenetelmään yleensä. Jos metsiköstä korjataan vain vallitsevan jakson järeimpiä, tavoitemitat täyttyviä puita, kysymys on määramittahakkuusta. Mikäli poiminta perustuu sekä kokoon että laatuun, hakkuu on harsintaa sen varsinaisessa, negatiivisessa merkityksessä. Jäävässä puustossa on yleensä jätemetsän piirteitä, kuten vajaapuustoisuutta, monenlaista epätasaisuutta, latvuksien heikkokuntoisuutta sekä runkojen raippaisuutta ja huonoa teknistä laatua. Puiden kasvu on pieni ja kasvun elpyminen hidasta. Potentiaalisten siementävien puiden perimäaines on usein keskimääräistä heikompi. - Edellä kerrotuista syistä Appelroth ym. (1948) julkaisivat aikoinaan ns. harsintajulkilausuman, missä tuotiin esiin tämän hakkuutavan huonot metsänhoidolliset seuraamukset ja kehoitettiin voimakkaasti siitä luopumaan (ks. Appelroth 1989, Hannelius 1999 ja Sipilä 1998).

Harsinnan laajamittaista käyttöä ennen voidaan puolustella sillä, että vain järeällä hyvälaatuisella puulla oli silloin riittävästi kysyntää. Harsinta varhaisti ja lisäsi puuvarojen hyödyntämistä muullakin tavalla kuin kotitarvepuuna, millä oli suuri merkitys talouselämän kehittymisen kannalta. Harsinnan perusteita kasvatusmetsien käsittelyssä on tarkastellut Vuokila (1970a ja 1984, ks. myös Lauri Ilvessalo 1925). Puuntuotannollisesti harsinta ei sovi koivikoihin, mutta varttuneissa havupuumetsäkoissa voidaan Vuokilan (1977) mukaan melko vapaasti käyttää eri hakkuutapoja harsinta mukaan lukien. - Harsinnan huono maine juontaa paljolti Sarvaksen (1944, 1946 ja 1950b) saamiin tutkimustuloksiin. Harsinnan eri vaikutuksia on käsitelty myös esim. Sarvaksen (1948 ja 1950a) ja Valtasen (1985) artikkeleissa. Pilattujen metsien kunnostamista ovat tarkastelleet Ahola (1946) ja Sarvas (1949).

Mikolan (1984) mukaan harsinta soveltuu lähinnä vain kitumaalle ja joihinkin puistometsiin. Harsintaan viittaavia piirteitä on kyllä nähtävissä käytännössä ylispuu-, suojuspuu- ja kunnostushakkuissa. Poimintahakkuiden käyttö voi joskus tulla kysymykseen mm. suojametsäalueella ja metsänrajametsissä (niiden käsittelystä enemmän ks. Oinonen ym. 1961, Gustavsen ja Timonen 1999 sekä Hyppönen ym. 2001). Lähteen (1986a) mukaan metsänhoidollinen harsinta mahdollistaa ns. jatkuvan kasvatuksen, mitä ei tule sekoittaa hävitysluonteiseen harsintaan eikä myöskään yläharvennukseen. - Harsinnan kiehtovaan aihepiiriin kiinnostuneille lukijoille suositeltakoon vielä seuraavia lähteitä: Heikinheimo 1905a ja 1931, Lindholm 1909, Läh-

de 1986b ja 1992, Mielikäinen 1998, Moring 1907, Nyyssönen 1952, Saksa 1992 sekä Valtanen 1981 ja 1992.

Systemaattisessa harvennuksessa puita poistetaan määrävällein, yleensä riveiltä tai kaistoilta, puiden laadusta ja kilpailusta riippumatta. Kilpailu ratkaisee lähinnä vain hakkuun ajoituksen. Korjuuolosuhteet ja korjuuteknologia puolestaan määräävät hakkuun voimakkuuden, jota voidaan säädellä rivi- tai kaistatiheydellä ja kaistojen leveydellä. Suomessa systemaattinen harvennus tulee kysymykseen lähinnä vain pelloille ja suopohjille perustetuissa viljelymetsiköissä, joissa puut on alunperin istutettu rivimuotoon ja luontaista taimiainesta on syntynyt vähän. Koneellisessa puunkorjuussa tarvitaan aika selvät ajourat harvennustavasta riippumatta. Urilta poistetaan kaikki puut, mikä tuo myös systemaattisen komponentin mukaan valintaan tahdottiin sitä tai ei. - Isomäki ja Väisänen (1980) ovat vertailleet valikoivaa alaharvennusta ja systemaattista harvennusta keskenään. Systemaattinen harvennus antaa enemmän ja järeämpää puutavaraa kuin alaharvennus, mutta jäävän puuston taksatoriset tunnuksat ja metsänhoidollinen tila ovat selvästi paremmat alaharvennusta käytettäessä. Tekijöiden mukaan systemaattisen komponentin osuus poistuvasta puustosta olisi pidettävä mahdollisimman pienenä myös koneellisen puunkorjuun yhteydessä.

Laatuharvennus on poimintahakkuuta, mutta se on tavallaan harsinnan vastakohta. Tavoitteena on metsikön puuston teknisen laadun parantaminen poistamalla harvennushakkuussa huonolaatuisia puita. Tämä harvennustapa, joka voi olla yläharvennuksen luonteinen, soveltuu hyvin ensiharvennuksiin. Sitä käyttämällä voidaan vähentää pystykarsinnan tarvetta tai tehdä se kokonaan tarpeettomaksi. Laatuharvennus on laatuksavatuksen toisen vaiheen keino, mitä tarvitaan pääasiassa tuoreiden maiden männiköissä, etenkin viljelymetsissä (ks. Kellomäki, Lämsä ym. 1988 ja 1992 sekä Vuokila 1982). Laatunäkökohdan on tietenkin oltava esillä kaikissa muissakin kasvatushakkuissa. Laatuharvennusta on käsitelty mm. Niemistön (1989b ja 1990) artikkeleissa (ks. myös Tuimala 1999).

Puiden keskinäinen kilpailu pääosin valoenergiasta ja kasvutilasta ilmenee metsikön puuston vertikaalisessa rakenteessa, jota voidaan kuvata ns. puuluokkien avulla (ks. Lauri Ilvessalo 1929). Luokituksessa erotetaan ensin vallitseva jakso sekä ylispuusto ja alikasvos. Vallitsevassa jaksossa on valta- ja lisävaltapuita (so. vallitsevat latvuserrokset) sekä väli- ja aluspuita (vallitut latvuserrokset). Puuluokituksessa kuvataan myös puiden latvusten muotoa, joka kertoo paljon puiden kasvutilahistoriasta. - Puuluokitus laadittiin alunperin Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvien harvennuskoealojen käsittelyperiaatteiden yhtenäistämiseksi. Luokitusta ja siihen perustuvia harvennusasteikoita on tarkasteltu laajasti Miettisen (1930) julkaisussa (ks. myös Miettinen 1931).

Puuluokitus lienee harsinnan jälkeen yleisin harvennushakkuissa poistettavien puiden valintaperuste. Harvennustapa ilmaisee poistettavien puiden sosiaalisen aseman vallitsevassa jaksossa. Alaharvennuksessa poistetaan etupäässä alus- ja välipuita pitäen tavoitteena valta- ja lisävaltapuiden kasvuolosuhteiden parantaminen vähentämällä kilpailua ravinteista ja vedestä. Yläharvennuksessa puolestaan hakeaan valta- ja myös lisävaltapuita tavoitteena alempiin puuluokkiin kuuluvien puiden valoilmaston parantaminen sekä myös kilpailun vähentäminen vedestä ja ravinteista. Hakkuutapa on vahvasti puulajisidonnainen. Kuusi varjostusta kohtalaisesti sietävänä puulajina säilyttää latvuksen kunnon ja elpymiskyvyn vallituissa latvuserroksissa paremmin kuin mänty ja varsinkin koivu. Kuusella lisävaltapuiden suhteellinen kasvu on yleensä hyvä ja usein parempi kuin valtapuilla. Männyllä valopuuna pelivaraa on vähemmän, sillä alemmissa latvuserroksissa puiden latvukset ovat usein

supistuneet liikaa, eikä jäävä puusto reagoi kohtuullisessa ajassa vähentyneeseen kilpailuun.

Selvässä yläharvennuksessa on samoja piirteitä kuin harsinnassa. Vuokilan (1977) mukaan varttuneissa kuusikoissa ja männiköissäkin voidaan harjoittaa metsänhoidollista harsintaa ilman runkopuun tuotostappiota. Harsintaluonteiset hakkuut edellyttävät kuitenkin, että metsikköä on aiemmin käsitelty hoitovaiheessa alaharvennuksin ja siten huolehdittu vallitsevan jakson puiden latvusten kunnosta. Hoitamattoman männikön yläharvennus ei saa aikaan toivottua kasvureaktiota ja johtaa usein lumi- ja tuulituhoihin. Laitakari (1937), Vuokila (1960a) ja Yli-Vakkuri (1949) ovat pohtineet ala- ja yläharvennusten luonnetta ja käyttöä (ks. myös Osara 1936). Harvennustapojen tuotos- ja tuottovaikutuksia ovat käsitelleet mm. Hämäläinen (1978), Mielikäinen (1979), Mielikäinen ja Valkonen (1991) sekä Miina ja Pukkala (1995). - Harvennustapoihin liittyen mainittakoon vielä lopuksi Hynysen ja Kukkolan (1989), Keräsen ym. (1991), Laihon, Lähteen ja Norokorven (1996), Lylyn ja Saksan (1982), Nuortevan (1984) ja Vuokilan (1969) julkaisut.

Keskeiset hakusanat: sta, hmc, hha, hta, alt, tre, kil, mtk, lkr, laa, kas, vha ja har

7.2.2 Harvennusmallit, hakkuuohjelmat ja kasvatusmallit

Harvennusmalli on hakkuun ajoitukseen ja voimakkuuteen liittyvän päätöksenteon apuväline. Perusmuodossaan se ilmaisee sen tiheysrajan (pohjapinta-ala tai runkoluuku), missä harvennus on ajankohtainen, ja toisaalta minimitiheyden hakkuun jälkeen. Harvennusmallin tarkoitus on kaksitahoinen. Sen tulisi toisaalta vähentää kannattamattomia (liian aikaisia) hakkuita ja toisaalta ehkäistä vajaapuustoisten jätemetsien syntymistä (liian voimakkaita hakkuita). Hakkuuohjelma sisältää suosituksia myös harvennusten lukumäärästä ja metsikön kiertoajasta. Koko kiertoaikaa koskeva kasvatusmalli kattaa sekä hakkuut että uudistamisen ja taimikonhoidon. Kaikki käsittelyohjeet ja -suositukset ovat vahvasti kasvupaikka- ja puulajisidonnaisia. Niiden kokonaisuus muodostaa käsittelyketjun, jonka toteutuminen menneisyydessä vaikuttaa nykyisiin ja tuleviin käsittelypäätöksiin. - Malliterminologiaa ei ole käytetty kirjallisuudessa kaikilta osin yhtenäisesti, mikä aiheuttaa hieman sekaannusta. Olisi suotavaa, että tutkimusotsikoissa käytetään tulevaisuudessa sanoja harvennusmalli, hakkuuohjelma ja kasvatusmalli yhdenmukaisella tavalla.

Harvennusvoimakkuudesta ja -malleista sekä hakkuuohjelmista ovat antaneet ohjeita mm. Hynynen ym. (1997c), Mielikäinen (1997b) ja Vuokila (1980d). Ensiharvennuksen ajoituksen ja voimakkuuden vaikutusta kasvuun ja tuotokseen ovat tutkineet mm. Hynynen ja Saramäki (1995) sekä Niemistö (1988a ja 1997). Sumanen (1992) ja Hyppönen (1979) ovat tutkineet harvennusvoimakkuuden tuottovaikutuksia. Kellomäki ja Kolström (1993) ovat tutkineet puuntuotoksen riippuvuutta harvennusvoimakkuudesta ja ilmastosta. - Harvennusmalleissa hakkuun ajoitus ja voimakkuus osoitetaan yleensä valtapituuden ja pohjapinta-alan avulla (esim. Tapion harvennusmallit). Niemistö (1992b) on esittänyt myös runkolukuun ja keskilämittaan perustuvat mallit, jotka voidaan johtaa valtapituus-pohjapinta-ala -malleista (ks. myös Niemistö 1991). Kasvupaikan hyvyys voidaan osoittaa kasvupaikkatyyppin tai pituusboniteetin avulla. Pituusboniteetteja ovat käyttäneet Oikarinen (1983a), Vuokila (1971 ja 1983) ja Vuokila ym. (1983) esittämissään harvennusmalleissa. Vuokilan (1971) mallit ottavat huomioon myös harvennusten lukumäärän, joka vaikuttaa harvennusvoimakkuuteen. Niemistön (1991) malleja voidaan pitää hakkuuohjelmina,

joissa annetaan suosituksia harvennusten lukumäärästä ja ajoituksessa, joskaan niissä ei anneta tarkkaa suositusta kiertoajasta. Oikarisen (1983a) harvennusmallit ovat osa hakkuuohjelmia, joissa ilmaistaan myöskin kiertoaika sekä harvennusten lukumäärä ja ajoitus.

Vaikka harvennusmalli periaatteessa ilmaisee harvennusvoimakkuuden, sitä on kuitenkin käytettävä hieman soveltaen silloin, kun puuston spatiaalinen rakenne poikkeaa paljon tavanomaisesta (so. tasaisesta tai satunnaisesta). Kun tilajärjestys on hyvin ryhmittäinen, poistettavien puiden valinta tulisi tehdä siten, että metsikkö kehittyä tasaisemmaksi (Kilkki ym. 1985). Tällaisessa hakkuussa joudutaan yleensä tinkimään hakkuukertymästä. - Laiho (1986) on tarkastellut puuston rakenteen vaikutusta kasvatustiheyteen yleisemmällä tasolla ottaen huomioon myös mm. ikä-, koko- ja puulajivaihtelun metsikössä. Pesonen ym. (1993) vertailivat toisiinsa harvennattomuutta - mikä tavallaan on hakkuuohjelmien erikoistapaus - ja harvennuksia käyttäen joko Tapion harvennusmalleja tai ns. liiketaloudellisia harvennusmalleja. He saivat sellaisen tuloksen, että Tapion mallit maksimoivat tukkipuun tuotoksen, mutta paras taloudellinen tulos saavutetaan kolmen prosentin harvennusmalleilla.

Saari (1954) on pohtinut harvennusohjelmia liiketaloudelliselta kannalta. Ensimmäiset moderneilla menetelmillä laaditut hakkuuohjelmat ja niiden perusteet julkaistiin 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa (ks. Kilkki 1971 ja 1972, Kilkki ja Väisänen 1969 sekä Siitonen 1972). Toinen aalto aiheeseen liittyvässä tutkimuksessa ajoittuu 1980- ja 1990-luvuille (ks. Miina 1996a ja b sekä 1998, Salminen 1993, Valsta 1986, 1988a ja b, 1990, 1992a ja b, 1993, 1996 ja 1999, Valsta ja Linkosalo 1996 sekä Vettenranta ja Miina 1999; ks. myös Valsta 1982). - Edellä mainituissa tutkimuksissa käsitellään yleensä myös kiertoaikaa. Siitä on mainittu myös erikseen joissakin otsikoissa (Miina 1996b, Salminen 1993, Valsta 1999 sekä Vettenranta ja Miina 1999). Uudistamisen ajoitusta koskevassa luvussa 4.1 viitattiin moniin kiertoaikaa käsitteleviin tutkimuksiin ja artikkeleihin, jotka löytyvät tässä raportissa alalukujen 4.1 ja 4.2 lähdeluettelosta (Faustman 1849, Kangas 1990, Keltikangas 1962, Kuuluvainen 1999, Kuuluvainen ja Tahvonen 1997, Kuusela 1963, Lappi 1999, Nyssönen 1958a ja b, Ollikainen 1999, Ollonqvist ja Oksanen 1988, Pajuoja 1985, Poso 1965, Tahvonen 1997a ja b sekä 1999, Tahvonen ym. 1998 ja Valsta 1997). Niiden lisäksi tuotakoon tässä vielä esiin seuraavat kiertoaikaan liittyvät julkaisut: Faustman 1968, Gallingsmallar... 1975, Heino ja Sivonen 1972, Kaurinkoski 2000, Kilkki 1963, Larjavaara 2000, Liski 2000, Penttinen 2000 ja Salminen 1999.

Hakkuuohjelmien perusesimerkkeinä mm. esitystapansa puolesta voitaneen pitää Oikarisen (1983a) viljellyille rauduskoivikoille sekä Vuokilan ja Väliahon (1980) viljellyille havumetsiköille esittämiä ohjelmia. Pesonen ja Hirvelä (1992) ovat esittäneet ns. liiketaloudelliset harvennusmallit kangasmaiden männiköille ja kuusikoille. Itse asiassa ko. tutkimuksessa on kysymys kasvatusmalleista, sillä siinä annetaan suosituksia taimikon harvennusajankohdasta, harvennusten määrästä ja ajoituksesta sekä kiertoajasta. Vähäpesola (1989) on esittänyt taloudellisesti edullisimman hakkuuohjelman kuusi-rauduskoivusekametsikölle. Miina (1996a) on tutkinut ojitettujen soiden männiköiden hakkuuohjelmaa. Niemistö (1991) antaa suosituksia harvennusten määrästä ja ajoituksesta muuttumien ja turvekankaiden hieskoivikoissa. Hakkuuohjelmiin liittyen mainittakoon vielä Niemistön (1998b) artikkeli sekä Keltikankaan ja Seppälän (1972) käsikirjoitus.

Kasvatusmalleina voidaan sanan laajassa merkityksessä pitää myös sekametsiköiden ja kaksijaksoisten sekä eri-ikäisrakenteisten metsiköiden kasvatusta. Vesametsätalouskin on yksi kasvatusmalli, joka puhtaimmillaan merkitsee lyhyttä kiertoaikaa, vain yhtä hakkuuta ja uudistamista vesoista yhden tai useamman kerran.

Energiapuun voimaperäinen tuottaminen edellyttää yleensä myös runsasta lannoitusta tavoitteena mahdollisimman suuri biomassatuotos. Lyhytkiertoviljelyn piiriteitä sisältyy myös hybridihaavan nykyiseen kasvatusmalliin, missä seuraava puusukupolvi on vesasyntyinen (ks. Holm 1999, 2001a ja b sekä Karlsson 1999).

Sekametsiköiden kasvua, rakennetta ja kehitystä ovat tutkineet Suomessa mm. Kalela (1936), Laiho ym. (1999), Lappi-Seppälä (1930 ja 1942), Mielikäinen (1980 ja 1985), Pukkala (1981), Saramäki ym. (1991), Valkonen (1992) ja Vettenranta (2001). Samaan asiaan liittyvät myös Koiviston (1950) moniste, Lähteen (1999) toimittama julkaisu ja Seppälän (1970) artikkeli. Puulajit, jotka muodostavat sekametsikön, vaikuttavat olennaisesti sen käsittelyyn. Havupuusekametsikössä (lähinnä kuusi ja mänty) ja toisaalta lehtipuusekametsikössä (esim. raudus- ja hieskoivu) metsikön muodostavien puulajien elinkaari ei poikkea kovin paljon toisistaan, mikä helpottaa oikeiden käsittelypäästösten tekemistä. Kasvatus on olennaisesti vaativampaa havu-lehtipuusekametsikössä, missä puulajirakennetta on manipuloitava hakkuissa elinkaariojen vuoksi kasvutappioiden ja luonnonpoistuman välttämiseksi. - Helpoin ratkaisu on pyrkiä muodostamaan puhdas metsikkö niin nopeasti kuin mahdollista saattamatta metsikköä vajaatuottoiseksi. Toisaalta puulajisekoituksen säilyttämisellä mahdollisimman pitkään on monia etuja, joita on tuotu esiin esim. Mielikäisen (1980 ja 1985) tutkimusten johdannoissa (ks. Cajander 1914 sekä Mielikäinen 1989 ja 1993b). Sekametsällä metsikkölajina on sekä biologisia ja ekologisia etuja että oikein käytettynä myös kasvu- ja tuotosetuja puhtaaseen metsikköön verrattuna. Esimerkiksi korkealaatuisinta vanerikoivua saadan mänty- tai kuusivaltaisissa metsiköissä sekapuuna kasvaneista rauduskoivuista (mm. Jalava 1949).

Sekametsien kasvatusohjeita on annettu mm. Kalelan (1942), Lappi-Seppälän (1938), Lähteen, Laihon ja Norokorven (1999b), Lähteen, Laihon, Norokorven ja Saksan (1999) sekä Tyrväisen ja Räsäsen (1989) julkaisuissa (ks. myös Saramäki 1979 ja 1981a sekä Valkonen 1994). Sekametsien harvennusreaktiota ovat tutkineet Forss (1990) sekä Hökkä ja Penttilä (1995b). Havupuusekametsiköiden hakkuiden optimointia on selvitelty Vettenrannan (2001) sekä Vettenrannan ja Miinan (1999) tutkimuksissa (ks. myös Vettenranta 2000). Havu-lehtipuusekametsiköiden optimihakkuuohjelmia ovat tutkineet Valsta (1986) ja Vähäpesola (1989).

Sekametsien kasvatukseen liittyen mainittakoon vielä lopuksi seuraavat lähteet. Sekametsien käsitettä ja asemaa metsätaloudessa ja tutkimuksessa on pohtinut Seppänen (1997a ja b sekä 1998). Sekametsän kasvua ja tuotosta sekä hakkuiden optimointia koskevia malleja ja niiden käyttöä ovat esittäneet Pukkala, Miina, Kurttila ja Kolström (1998), Valsta (1988a ja c sekä 1990) ja Vettenranta (1999). Kasvua ja tuotosta on tarkasteltu Norokorven (1994), Norokorven ym. (1996), Pukkalan ym. (1994) ja Saksan ym. (1999) artikkeleissa (ks. myös Seppänen 1998). Koivusekoitusta männyn laatukasvatuksen keinona ovat tutkineet Lehtikangas (1988) sekä Valkonen ja Ruuska (2001). Sekametsän kasvatuksen taloutta ovat tarkastelleet Valsta ja Mielikäinen (1987) sekä Vettenranta (1996). Lehtipuusekoituksen vaikutuksia hirvituhoihin männyntaimikoissa ovat selvittäneet mm. Heikkilä (1991 ja 1993) ja Härkönen (1998a ja b). Sekapuuston vaikutusta juurikäävän esiintymiseen on tarkasteltu Pirin ja Korhosen (1988) sekä Pirin ym. (1990) artikkeleissa. - Sekametsäaiheesta kiinnostuneelle lukijalla voi suositella tutustumista myös Fermin (1983), Finerin (1989), Finerin ym. (1997), Heikuraisen (1958), Hämäläisen ym. (1995), Kauniston ja Viinamäen (1991) sekä Paavilaisen (1966) julkaisuihin.

Kaksijaksoisten metsien kasvatus liittyy yleensä metsikön luontaiseen uudistamiseen ja osin myös keinolliseen uudistamiseen (ks. esim. Kalela 1954) ja ylis- tai verhopuiden säilyttämiseen taimikossa. Aihetta on aiemmin käsitelty noissa yhteyksissä tässä loppuraportissa, eikä siihen puututa enää sen tarkemmin. On syytä kui-

tenkin vielä palauttaa mieleen eräitä kaksijaksoisten metsien kasvatukseen liittyviä perusasioita. - Puujaksot vaikuttavat toistensa kasvuun ja kehitykseen ja metsikön tuottoon (Isomäki 1979, Metsäpelto 1932, Mielikäinen ja Valkonen 1995, Niemistö 1992c, 1995 ja 1998a, Niemistö ym. 1993, Svinhufvud 1935 ja Valkonen ym. 2001). Mielikäinen ja Valkonen (mt.) saivat sellaisen tuloksen, että koivuylispuusto tuottaa enemmän puuta kuin se vähentää alla kasvavan kuusikon kasvua (ks. myös Valkonen 2000b). Alikasvoksiin liittyviä taloudellisia näkökohtia ovat valottaneet mm. Aarnio (1998), Aarnio ym. (1998) ja Valkonen (1998a ja 2000a). Sunin (1995) mukaan alikasvoksen varominen koneellisessa puunkorjuussa voi lisätä korjuukustannuksia jopa markalla säästynyttä tainta kohti, mikä on viime kädessä puunmyyjän kustannus. Kaksijaksoisen metsikön problematiikka tiivistyy kuusen uudistamisessa ja kasvattamisessa. Näihin liittyviä vaihtoehtoja on vertailtu monipuolisesti Valkosen (2000b) väitöskirjassa.

Suomalaisissa oloissa ja Suomessa luontaisesti kasvavilla puulajeilla sulkeutuneessa metsikössä voi kasvaa kaksi, enintään kolme puujaksoa. Kunkin puujakson sisällä puut voidaan vielä luokitella latvuserroksiin (valtapuu jne.). Käsitteitä jakso ja latvuserros ei saa sekoittaa, kun kuvataan puuston vertikaalista rakennetta. Jotta jaksollinen metsikkörakenne voitaisiin säilyttää pitkään, esim. puoli kiertoaikaa, jaksojen on oltava eri puulajia ja alemmam jakson muodostavan puulajin on oltava hyvin varjostusta kestävä. Meillä tämä tarkoittaa kuusta männyn, kuusen tai koivun muodostaman ylemmän jakson alla. Kun jaksojen ja/tai latvuserrosten määrä lisääntyy, metsikkö alkaa lähestyä eri-ikäisrakennetta. Koska puiden kokovaihtelu ei johdu yksin niiden iästä, viime aikoina on haluttu käyttää myös ilmaisua erirakenteinen metsä (esim. Laiho 1994, Laiho ym. 1996, Lähde 1992, Lähde ym. 1994a, b ja c sekä Norokorpi ym. 1996). Laajassa merkityksessä erirakenteisuudella on tarkoitettu myös muuta metsikön sisäistä vaihtelua. Siksi olisi ehkä selvempää käyttää ilmaisua erikokoisrakenteinen, kun tarkoitetaan nimenomaan puiden läpimitta- ja/tai pituusvaihtelua. Epätasaisuudella taas tarkoitetaan lähinnä aukkoisuutta ja ryhmittäisyyttä eli metsikön spatiaalisen rakenteen suurta vaihtelua. - Eri-ikäismetsätaloutta pidetään metsikkötalouden vastakohtana - tai ehkä olisi parempi sanoa sen vaihtoehtona.

Eri-ikäisen metsän puuston läpimittajakaumaa voidaan kuvata oikealle laskevalla J-käyrällä, jota voidaan pitää eräänlaisena kasvatusmallina tai -tavoitteena. Pieniä puita on enemmän kuin suuria, puusto uudistuu luontaisesti niistä ja puustoa hakataan ylhäältä päin suuria puita poistaen. Eri-ikäismetsätaloudessa kuvitellaan näin voitavan menetellä kuinka kauan tahansa, mistä syystä menetelmää kutsutaan jatkuvaksi kasvatukseksi. Myös harsinta on yläharvennusluonteista, mutta siinä ei pidetä tavoitteena mitään jäävän puuston läpimittarakennetta. Meidän olosuhteissa uudistuminen edellyttää jokseenkin harvaa asentoa myös kuusella, jota voidaan pitää puolivarjopuuna esim. Saksan jalokuuseen verrattuna. - Jatkovaa kasvatusta puolustetaan mm. luonnonmukaisuudella, uudistamis- ja taimikonhoitokulujen poisjäännillä ja tasaisilla hakkuutuloilla. Menetelmää vastutetaan mm. vajaapuustoisuudella ja siitä seuraavalla kasvu- ja tuotostappiolla, pienillä kertymillä, suurilla puunkorjuukustannuksilla ja puuston geneettisen laadun huonontumisen vaaralla. Myös puuston korjuuvaurioiden riski on suuri, koska korjuu tapahtuu joka kerta puustoisessa ympäristössä ja hakkuu toistuu samalla alalla suhteellisen usein. Vastustajat pelkäävät, että jatkuva kasvatusta johtaa ennemmin tai myöhemmin keinolliseen uudistamiseen julkisen tuen turvin.

Jatkuvan kasvatuksen käyttökelpoisuutta on pohdittu mm. Kubinin (1985) ja Lähteen (1983 ja 1985b) artikkeleissa (ks. myös Oikarinen 1984 ja Sepponen 1985). Eri-ikäismetsätalouden eräänlaisena oppikirjana voitaneen pitää Viitalan (1986a)

toimittamaa artikkelikokoelmaa erirakenteisten metsien hoidosta. Kolström (1992) on tutkinut teoreettisesti mallien avulla eri-ikäisten kuusimetsiköiden kehitystä (ks. myös Kolström 1993). Lähde (1985a) on tehnyt konkreettisen esityksen tavoitteellisista runkolukusarjoista jatkuvan kasvatuksen ohjenuoraksi (ks. myös Lähde 1986a). Valsta (1998) on pohtinut eri-ikäismetsätalouden ekonomiaa ja siihen liittyviä ongelmia. - Laajemman näkemyksen eri-ikäismetsätaloudesta voi saada tutustumalla Härkösen (1986) ja Viitalan (1986b) ko. kasvatustallia Skandinaviassa ja Pohjois-Amerikassa käsitteleviin laajajakoihin artikkeleihin.

Harvennustalleihin, hakkuuohjelmiin ja kasvatustalleihin liittyen tulkoon vielä mainituksi koivun kasvattamista koskevat Eric Appelrothin (1949), Fermin (1989), Koiviston (1958), Laihon (1993), Niemistön (1992a ja 1994c), Oikarisen (1983b) ja Saramäen (1972 ja 1978) artikkelit. - Hyppönen (1981) on tutkinut eri metsikönkasvatustavotteiden edullisuutta Metsähallituksen metsissä Pohjois-Suomessa. Vuokila (1970b) on esitellyt voimaperäisen harvennustohjelman vaikutusta kasvuun ja tuotokseen. Kasvu- ja harvennustalleilla on keskeinen asema hakkuulaskelmissa ja suuri vaikutus niiden tuloksiin. Asiaa on tutkinut perusteellisemmin Jääskeläinen (1987) omassa opinnäytetyössään.

Keskeiset hakusanat: sta, hme, tih, ppa, rlu, spa, rak, hha, ajo, voi, hma, alt, kma, kai, sek, jak, eri ja cop

7.2.3 Ensiharvennustohjelmallisuus

Ensiharvennus on tärkeä toimenpide, joka vaikuttaa puuston kasvuun, järeyskehitykseen ja tulevaisuuden nettotuottoihin. Taimikkovaiheen jälkeen ensiharvennus on myös keskeisin metsikön laatuksatvatuksen työvaihe. Toimenpiteen ajoitukseen, toteutukseen ja välittömään kannattavuuteen liittyy monia ongelmia, minkä vuoksi tarpeellisia ensiharvennustuksia jää melko paljon tekemättä (ks. alaluku 7.1). Hynynen (1998a) on tarkastellut nuorten metsien harventamattomuuden seurauksia (ks. myös Kaivola 1993a). Ensiharvennustuksen ajoituksen vaikutuksia metsikön kehitykseen ovat tutkineet Hynynen ja Arola (1999), Niemistö (1997) ja Siira (1988). Toimenpiteen lykkäämisellä voidaan lisätä sen kannattavuutta, koska hakkuukertymä kasvaa, mutta toisaalta puuston järeyskehitys taantuu sekä lumi- ja myrskytuhojen riski ennen ja jälkeen harvennustuksen kasvaa. Metsikön kehitystä viivästyneen ensiharvennustuksen jälkeen ovat tarkastelleet Hynynen ja Saramäki (1995) sekä Pääkkönen (1994).

Niin sanotun valintavaikutuksen johdosta harvennus muuttaa metsikön rakennetta välittömästi (ks. Mäkinen 1956, 1958 ja 1959). Ensiharvennustuksen aiheuttamaa kasvureaktiota ovat tutkineet mm. Hökkä ja Penttilä (1995b) sekä Vuokila (1981). Hökkä (1992) on selvittänyt erään 1930-luvun alussa tehdyn ojituksen ja hakkuun kasvu- ja tuotosvaikutusta. Harvennustusten ekologisia perusteita ja tuotosvaikutuksia ojitetuilla rämeillä ovat käsitelleet Penttilä ym. (2000) artikkelissaan. Vuokila (1975) on tutkinut istutuskuusikon ensiharvennustuksen ajoitusta ja kahden ensimmäisen harvennustuksen voimakkuutta puuntuotoksen ja tuoton kannalta (ks. myös Vuokila 1980c). Kun tavoitteena on tukin tuottaminen, voimakkaat harvennustukset antavat selvästi parhaan tuloksen.

Ensiharvennustapaa ja/tai voimakkuutta on käsitelty mm. Lillebergin (1995) ja Niemistön (1987b, 1988a, 1994a ja b) artikkeleissa (ks. myös Hämäläinen 1983, Lilleberg 1991, Niemistö ja Poutiainen 1998 sekä Päivänen ja Taipale 1981 ja 1982).

Pienen hakkuukertymän ja suurten yksikkökustannusten takia kannattavuus on usein ensiharvennuksen kriittinen tekijä (ks. Ylimartimo 2001). Harvennuskertymää ja hakkuun kannattavuutta sekä niihin vaikuttavia tekijöitä yhdessä tai erikseen on käsitelty mm. Hynysen ja Arolan (1999), Mäkisen (1956), Nyyssösen ja Alalammin (1968), Ojalan ja Mustosen (1992), Penttilän ja Pohjolan (1985, ks. myös Pohjola 1983), Vuokilan (1976) ja Ylimartimon ym. (2001) tutkimuksissa (ks. myös Jylhä 1995a ja b, Paavilainen 1980, Salminen ja Varmola 1990 sekä Salo ja Uusitalo 2001). - Kannattavuusongelma kärjistyy ojitettujen soiden ensiharvennuksissa. Puusto voi olla harvennuksen tarpeessa ojien lähellä, mutta ojien väleissä kentien liiankin harvaa, mikä on tyypillistä luontaisesti syntyneissä suometsiköissä. Näissä kohteissa on eduksi, jos ensiharvennus ja kunnostusojitus voidaan yhdistää ja siten kattaa hakkuutuloilla ojituskustannuksia. Kannattavuutta lisää kestävä metsätalouden rahoituslain mukainen tuki, kokopuukorjuu ja pienpuun korjuu energiapuuksi.

Harvennushakkuilla on myös kielteisiä puolia, joista puustovauriot ja voimakkaiden harvennusten aiheuttamat kasvutappiot ovat etusijalla. Korjuuvaurioita käsitellään luvussa 7.3.1. Puustopääoman alentumisesta yleensä aiheutuvaa kasvutappiota on käsitelty luvussa 7.1. Korjuu-urista syntyy eräänlaista vajaapuustoisuutta, jota reunapuiden kasvureaktio ei aina pysty korvaamaan. Esim. Isomäki ja Niemistö (1990) saivat sellaisen tutkimustuloksen, että nuorissa kuusikoissa reunapuiden voimakkaampi kasvureaktio ei korvannut urista johtuvaa kasvutappiota. Kokopuukorjuu lisää ensiharvennusten välitöntä kannattavuutta, mutta voi aiheuttaa myöhemmin ravinnetasapainohäiriöitä ja kasvutappiota (ks. Jacobson ym. 1996, Kaunisto 1996b, Kukkola ja Mälikönen 1997 sekä Saramäki 1981b). - Jacobsonin ym. (mt.) tutkimuksissa saatiin hyvin vaihtelevia tuloksia eikä viiden vuoden seurantajakson perusteella voitu laatia kunnollista mallia kasvutappion ennustamiseksi. - Ensiharvennuksilla on vaikutusta myös hyönteis- ja sienituhoihin, joita käsitellään luvussa 7.3.3.

Ensiharvennuspuun käyttömahdollisuuksia on käsitelty pääluvussa 6. Paitsi kuitupuuna, johon tarkoitukseen ko. raaka-aine toki kelpaa, vaikka ei ole kovin hyvää siihen (ks. Hakkila 1995, 1996, 1997, 1998 ja Hakkila ym. 1995), ensiharvennuspuuta voidaan käyttää energiapuuksi ja pyöröpuuksi mm. piharakenteisiin (ks. Boren 2000 ja 2001). Ensiharvennuspuun oksaisuutta kuitu- ja puuteollisuuden raaka-aineena ovat tutkineet Jouhiahjo ja Uusitalo (2001). Ensiharvennuspuun käyttöä energiapuuna on käsitelty mm. Hakkilan (1992) sekä Puttockin ja Richardsonin (1998) toimittamissa julkaisuissa, Mielikäisen ym. (1995) tutkimuksessa, Meriläisen (1998), Mielikäisen ja Hakkilan (1998; otsikosta huolimatta artikkeli koskee myös ensiharvennusta) sekä Nousiaisen ja Vesisenahon (1998) artikkeleissa. - Lopuksi mainittakoon vielä seuraavat ensiharvennuksiin liittyvät lähteet: Ensiharvennustyöryhmän... 1988, Gustavsen ja Huttunen 1983, Harstela 1998, Jylhä 1995c, Lilleberg 1985, Meriläinen ym. 1998, Niemistö 1998b ja c sekä 2000 (ks. myös Nuoren metsän... 1993).

Keskeiset hakusanat: sta, hme, hha, eha, hta, ajo ja voi

Muita hakusanoja: laa, kas, rak, kat, keh, hak, enp, mek, lii, cos ja kan

7.2.4 Puunkorjuu

Menetelmät ja koneet ovat yleensä erilaiset pystyyn myydyin puun korjuussa kuin hankintapuun korjuussa ja siinä etenkin metsänomistajan omatoimisessa puunkorjuussa. Pystymyynissä metsänomistaja myy vain hakkuu oikeuden, jonka ostaja saa käyttää kaupanteon kohteena ollessa leimikossa sovitun ajan sisällä. Ostajan ja myös myyjän intressissä on korjuukustannusten minimointi, mikä periaatteessa nostaa myös kantohintaa. Ostaja korjauttaa puun joko omalla korjuuorganisaatiolla tai itsenäisillä korjuuyrittäjillä. Kumpikin vaihtoehto merkitsee nykyisin yleensä koneellista puunkorjuuta ja uudenaikaista, kallista korjuukoneteknologiaa. Hankintakaupassa myyjä voi hakata ja kuljettaa puutavaran luovutuspaikalle itse tai teettää sen kokonaan tai osittain ulkopuolisella. - Pystykauppaan verrattuna myyjä voi hankintakaupassa vaikuttaa enemmän korjuumenetelmään ja työn laatuun silloinkin, kun hän teettää työn ulkopuolisella, jonka hän itse valitsee. Hänellä on myös mahdollisuus työllistää itsensä edullisesti ja saada käyttöä omalle korjuukalustolle.

Periaatteessa kaikessa puunkorjuussa yksikkökustannusten minimointi on päätavoite. Harvennushakkuissa sekä suoju- ja siemenpuuhakkuissa tärkeä tavoite on myös hyvä korjuujälki, mitä arvioidaan puuston ja kasvualustan korjuuvaurioiden ja jäävän puuston metsänhoidollisen tilan perusteella. Kustannusten minimointipyrkimys ei saisi vaikuttaa korjuujälkeä huonontavasti. - Korjuujälkeä käsitellään myöhemmin alaluvussa 7.3.1. - Koneellisen korjuun todellisista kustannuksista saanee parhaan arvion niistä itsenäisten ja vapailla markkinoilla toimivien korjuuyrittäjien perimistä taksoista, joilla yritykset voivat vielä toimia kannattavasti. Omatoimisessa puunkorjuussa myyjä voi arvioida kustannukset itse tapauskohtaisesti käyttäen hänelle sopivia hinnoitteluperusteita. - Suurten korjuuorganisaatioiden laskennallisista korjuukustannuksista on käyty paljon polemiikkaa (esim. Vaara 1990, 1994 ja 1998), johon ei ole tässä syytä puuttua asian saaman etupiirikiistan luonteen vuoksi.

Puunkorjuun menetelmien, tuottavuuden ja ergonomian tutkimus on oma oppialansa, josta on laadittu oppaita ja oppikirjoja (esim. Harstela 1991, 1993 ja 1996). - Menetelmistä ja ergonomiasta tuonnempana tässä alaluvussa. - Korjuutyön tuottavuus eli tehokkuus, joka ilmaistaan esim. kuutiometreinä tuntia kohti, vaikuttaa suoraan puunkorjuun yksikkökustannuksiin, jotka taas osaltaan vaikuttavat puun myyjän saamaan todelliseen tai laskennalliseen nettokantohintaan. Tuottavuutta voidaan tutkia suoritetilastojen pohjalta ja aikatutkimusten avulla (ks. Mäkelä 1979b). Vertailevan aikatutkimuksen perusteita metsätöissä on kuvannut Makkonen (1954) ja koneellisessa puunkorjuussa Harstela (1988). - Konetyön tuottavuudesta annetaan lisää lähteitä myöhemmin tässä alaluvussa. - Esimerkkeinä manuaalisen metsätyön aikatutkimuksista voidaan mainita Harstelan (1970a ja b), Lassilan (1930) ja Seppäsen (1942) julkaisut ja tilastotutkimuksista Maliniemen (1953) ja Vöryn (1954) julkaisut. Tuottavuustutkimusten perimmäinen tarkoitus on ollut ja tulee olemaan työn palkka-perusteiden määrittäminen.

Puunkorjuun kustannuksia on vertailtu mm. Lindroosin ym. (1993) sekä Lindroosin ja Örnin (1990 ja 1991) selvityksissä. Eskelinen ym. (1978) ovat tutkineet runkopuun korjuumenetelmien taloudellisuuden kehitystä vuosina 1978-1986. Mäkelä (1985) on tutkinut korjuukustannusten eroa harvennus- ja avohakkuussa. Kokopuun korjuun taloudellisuutta on tarkasteltu Eskelisen ym. (1976) tutkimuksessa. Salakari (1979) on arvioinut pienpuun korjuuketjujen keskinäistä edullisuutta. Eskelinen ja Peltonen (1982) ovat esittäneet puunkorjuun vaihtoehtojen laskentajärjestelmän puunhankinnan suunnittelua varten (ks. myös Oijala ym. 1994). - Jos myös korjuun aiheuttamat välilliset kustannukset kasvutappiosta sekä korjuuvaurioista ja

niiden seuraastuhoista otetaan huomioon, paras korjuumenetelmä on se, mikä minimoi välillisten kustannusten nykyarvon ja välittömien korjuukustannusten summan (Harstela 1985, ks. myös Kokko ja Siren 1997, Niemistö 1988b, Siren 1990a ja Vainikka 1982). Hankintahakkuiden kustannuksia ja kannattavuutta ovat tutkineet mm. Esa Uotila ja Toivanen (1992) sekä Valkonen (1996a). Metsänomistajan omatoimisen puunkorjuun kustannusten laskentamenetelmiä on esitelty Valkosen (1990 ja 1993) julkaisuissa. - Korjuukustannuksiin liittyen mainittakoon vielä Onttisen (1986), Vanhasen ja Pajusen (1986), Vehviläisen (1971) sekä Vesikallion (1974a ja b, ks. myös Vesikallio 1980) tutkimukset (ks. myös Harvennuspuiden korjuu ja... 1985).

Yleistä johdatusta puunkorjuuseen löytyy Hakkilan ja Sirenin (1997) artikkelista (ks. myös Hakkila 1994). Harvennushakkuiden perusteita, toteutusta ja teknologiaa on käsitelty mm. eräässä Helsingin yliopiston koulutusmonisteessa (Harvennushakkuiden... 1987) ja eräässä Metsätehon ja Pöyryn selvityksessä (Harvennushakkuiden... 1992). Puunkorjuuta harvennushakkuissa on tutkittu yhdessä muiden Pohjoismaiden kanssa (Gallringsteknik... 1983) ja myös Neuvostoliiton kanssa (Harvennuspuiden... 1984). Kärkkäinen (1977) on käsitellyt harvennuspuiden kasvatuksen ja korjuun ongelmia. Korjuuolosuhteita harvennusmetsissä ovat tarkastelleet Lilleberg (1985) sekä Lilleberg ja Raitanen (1989). Pelttonen ym. (1981) ovat pohtineet harvennuspuiden korjuun kehittämistä Suomessa (ks. myös Siren 2000 ja Backlund ym. 1984).

Puunkorjuuta yleensä on käsitelty Markku Mäkelän (1979a) julkaisussa (ks. myös Eeronheimo 1988). Suomensien puunkorjuuta on tarkasteltu Eeronheimon (1991) julkaisussa (ks. myös Eeronheimo 1986 ja 1993, Högnäs 1986, Lauhanen 1994, Saarilahti 1981 ja Niskanen 1985). Jos metsänparannustoimenpiteitä tarvitaan ojitetuissa suomensienissä, ne kannattaa tehdä puunkorjuun yhteydessä, mikäli mahdollista (ks. Ojitusalueiden... 1989). Hämäläinen (2000) on käsitellyt metsänomistajien omatoimista puunkorjuuta (ks. myös Jouko Mäkelä 1982 ja 1999). Levanto ja Seppänen (1982) ovat toimittaneet maatilan puunkorjuuta koskevan yhteenvedon. Pienpuun ja hakkuutähteen korjuuta maataloilla on tarkasteltu Högnäsin (1990) julkaisussa. - Puunkorjuussa tulee nykyisin ottaa huomioon myös ympäristövaikutukset, mistä esim. Metsäliitto on antanut ohjeen (Puunhankinnan... 1998). Suomen puunkorjuuta ympäristön kannalta on esitellyt Haarlaa (1995). Puunkorjuuta monimuotoisuuden kannalta on pohtinut Eeronheimo (1997).

Manuaalisen hakkuun, kasauksen ja esijuonnon työmenetelmiä on selvitetty mm. Ahosen (1972), Harstelan ym. (1977), Harstelan ja Ruosteen (1970), Harstelan ja Tervon (1977 ja 1981), Heikan (1986), Kahalan (1980 ja 1984), Kahalan ja Kuiton (1985), Kahalan ja Salmisen (1968), Keräsen ja Teittisen (1986), Korpilahden (1986b), Laitisen ja Takalon (1977), Lehtosen (1976), Makkosen ja Harstelan (1969), Mikkosen (1988a ja b), Ryynäsen (1985), Simolan ja Mäkelän (1976) sekä Valosen ja Ahosen (1973) tutkimuksissa (ks. myös Hämäläinen 2000, Kyttälä 1978, Mäkelä 1990a, Rajamäki ym. 1994 ja Tervo 1986). Runkojen apteerausta ja puutavaran mittausta on käsitelty Eskelisen ja Pennasen (1980), Heiskasen (1975) ja Ihalaisen ym. (1992) tutkimuksissa sekä Ronkaisen (1950) ohjeissa (ks. myös Ahonen 1972 sekä Valonen ja Ahonen 1973). Manuaalisen työn ergonomiaa ovat tutkineet mm. Harstela (1970a, 1971a-c, 1975a ja b, 1976 ja 1977, ks. myös Harstela 1999), Harstela ym. (1977), Harstela ja Mäkinen (1987), Harstela ja Valonen (1972), Keränen ja Teittinen (1986), Lassila (1930), Mäkinen (1987), Pajujoja (1985 ja 1986, ks. myös Pajujoja 1987) ja Valonen (1975). Työturvallisuutta on käsitelty Juntusen (1987a ja b), Kannisen (1984 ja 1993), Rantosen (1988) sekä Takalon ja Sauvalan

(1977) julkaisuissa (ks. myös Takalo 1999). - Tuottavuutta on käsitelty monissa tutkimuksissa, joita on edellä mainittu etenkin ergonomian yhteydessä. Niiden lisäksi mainittakoon vielä Heiskasen (1955), Hyppösen ja Roiko-Jokelan (1978), Högnäsin (1982), Kahalan ja Savolaisen (1968), Kannisen (1977), Jouko Mäkelän (1968), Mäkinen (1990), Tiihosen (1983) ja Valkosen (1996b) työn tuottavuutta ja/tai tehokkuutta koskevat tutkimukset. Metsänarvioinnissa myös tarkkuus on tehokkuuden osatekijä. Puunkorjuussa työn laatu tulisi kytkeä kiinteämmin tehokkuuden käsitteeseen.

Puunkorjuun koneellistumista ja sen vaikutuksia on tarkasteltu Hakkilan (1989), Imposen ym. (1992) ja Putkiston (1959) julkaisuissa sekä Lillandtin ym. (1999) ja Sirenin (1991b) artikkeleissa. Koneellista hakkuuta ja metsäkuljetusta on kuvailtu Kuiton ym. (1994) julkaisussa. Vuokila (1969) on selvittänyt koneellisen puunkorjuun käyttömahdollisuuksia harvennusmetsissä (ks. myös Siren 1990b). Haarlaa (1990) on esitellyt koneellista harvennuspuiden korjuuta Suomen suomensissa. Skandinaavista korjuuteknologiaa on tarkasteltu mm. Kuutsan (1994) artikkelissa. Monitoimikoneita harvennuksissa on tarkasteltu mm. Ala-Ilomäen (1988), Harstelan (1994), Häggblomin (1983), Kuiton ja Mäkelän (1988), Melkon ja Mäkelän (1980), Markku Mäkelän (1982, 1987 sekä 1990b ja c), Riepon ja Pekkolan (2001), Salmisen (1981), Sirenin (1990c) sekä Sirenin ja Tantun (2001) julkaisuissa (ks. myös Eronen ja Asikainen 2000, Hakkila 1971, Keränen ym. 1991, Lilleberg 1990a ja Mäkelä ym. 1994). - Traktorihakkuukoneita (ks. esim. Eeronheimo 1982, Heikka 1986 ja Kalaja 1991) samoin kuin lähinnä pienpuuston hakkuuseen sopivia kaato-kasauskoneita (ks. esim. Hakkila ym. 1976) voitaneen pitää monitoimilaitteina vaan ei varsinaisina monitoimikoneina. Maataloustraktorin käyttöä puunkorjuussa yleensä ovat tarkastelleet mm. Heikka (1988) ja Jouko Mäkelä (1987).

Prossessorit karsivat ja katkoivat niille metsurityönä kaadetut puut. Harvesterit myös kaatavat puut. Ns. taskukoneet keräsivät valmistamansa puutavaran, joka pudotettiin sopivina erinä korjuu-urien varteen. Kuormainharvesterit toimivat myöskin lähikuljetuskoneina. Ns. korjurit edustavat uusinta teknologiaa puunkorjuun alalla. Nykyisin puut apteerataan ja puutavara mitataan automaattisesti monitoimikoneella tapahtuvan hakkuun yhteydessä, mikä korvaa ainakin yhden työvaiheen puunhankintaketjussa. Kun leimikko on hakattu, sekä ostaja että myyjä tietävät heti puutavaran määrän ja rakenteen. Koneen apteerausohjelmaa voidaan manipuloida siten, että hakkuukertymän rakenne optimoituu asetettujen tavoitteiden suhteen. Automaattisen mittauksen tarkkuutta pidetään riittävänä lopullisen kauppahinnan ja tekopalkan määrittämiseen. Mittaustarkkuutta on selvitetty mm. Ahosen ja Marjomaan (1994), Ala-Ilomäen (1993), Harstelan ja Piiraisen (1981) sekä Piiraisen (1980) tutkimuksissa (ks. myös Ihalainen 1995, Kirkkala ym. 2000, Kivinen ja Uusitalo 1999 sekä Sunabacka 1991). - Koneellisen hakkuun tuottavuutta ovat tutkineet mm. Harstela ja Piirainen (1981), Imponen ja Siren (1983), Keränen ym. (1991), Kärkkäinen (1973), Nurmi (1994), Ryyänen ja Rönkkö (2000), Siren (1995 ja 1997) ja Tahvanainen (2001a ja b). Tuottavuutta sivutaan myöskin Hakkilan (1989) ja Lillebergin (1990a) julkaisuissa.

Koneellista lähikuljetusta ovat tutkineet mm. Eeronheimo ja Heikka (1987), Haarlaa (1970 ja 1972a), Heikka (1985), Kahala (1981), Kahala ja Kuitto (1986), Mikkonen (1984), Putkisto (1956), Salakari, Laakso ja Salo (1978), Siren (1984), Siren ym. (1987), Takalo (1983 ja 1987), Takalo ja Myllymäki (1984), Takalo ym. (1995), Takalo ja Väyrynen (1982), Valonen ja Harstela (1980) sekä Valonen ja Kalaja (1977). Metsäkoneiden kulkemiskykyä maastossa ja siihen vaikuttavia tekijöitä on käsitelty mm. Ahon ja Rantapuun (1971), Ala-Ilomäen (2000), Haarlaan (1971 ja

1972b), Rummukaisen (1984), Rummukaisen ja Ala-Ilomäen (1994) sekä Saarilahden (1981, 1982, 1991 ja 1992) julkaisuissa, Rummukaisen (1985) monisteessa sekä Ala-Ilomäen ja Rummukaisen (1996), Ala-Ilomäen ja Sirenin (1987), Saarilahden (1997a ja b), Saarilahden ja Ala-Ilomäen (1997) sekä Sirenin (1985) artikkeleissa. - Koneen ajonopeus ja muu maastokelpoisuus, joista edellä mainittiin joitakin tutkimuksia, vaikuttavat suoraan konetyön tuottavuuteen. - Koneellisen metsäkuljetuksen tuottavuutta on käsitelty myös mm. Haarlaan (1973), Heikan (1985 ja 1988), Sirenin (1984) sekä Valosen ja Kalajan (1977) julkaisuissa (ks. myös Lilleberg 1990a ja Laitinen 1978). Koneellisen puunkorjuun ergonomiaa ovat tutkineet Harstela ja Piirainen (1981), Mäkinen (1986), Salminen (1981), Sauvala ja Vuorinen (1977) sekä Siren ym. (1979). Vuorinen (1978) on selvittänyt metsätraktorin kuljettajan kuormittumisen mittaam mahdollisuuksia.

Koneellisen korjuun taloutta on käsitelty mm. Haarlaan (1970), Keräsen ym. (1991), Kuiton (1992), Mikkosen ja Markku Mäkelän (1983), Putkiston (1956), Ryytäsen ja Rönkön (2000) tutkimuksissa (ks. myös Harstela 1994, Heikka 1988, Imponen ym. 1992 sekä Siren 1984, 1999 ja 2000). - Moderni ja toimiva teknologia maksaa - harvesterin ja metsätraktorin muodostama konepari maksaa uutena pari miljoonaa markkaa; kuormainharvesteri lienee hieman halvempi ratkaisu. Uusien korjuukoneiden hankinta edellyttää niiden lähes ympärivuorokautista käyttöä pääomakustannusten kattamiseksi. Tämä onnistuu vain metsäteollisuuden puunhankintaorganisaatioissa ja puunkorjuuseen erikoistuneissa yksityisissä yrityksissä. - Metsäkoneyrityksissä yrittäjän työpanos on yleensä vahva ja sitä vahvempi mitä pienempi yritys on. Oman työpanoksen hinnoittelujousto antaa varaa sopeutua markkinoihin vapaan kilpailun vallitessa. Metsäkoneyrittäjiä, -yrityksiä ja niiden taloutta on käsitelty mm. Juntusen ja Suomäen (1993), Kannisen (1988), Kärhän ym. (2000) sekä Mäkinen (1988a ja b, 1993a ja b sekä 1999b) tutkimuksissa (ks. myös Högnäs 2000a ja b, Jäkälä ja Mäkinen 2000, Kärhä 1994 ja Mäkinen 1999a).

Puunkorjuu ensiharvennuksissa edellyttää usein kevyempää hakkuu- ja lähikuljetuskalustoa sekä enemmän manuaalista työtä kuin myöhemmissä harvennuksissa ja uudistushakkuissa. Pienikokoisten puiden korjuu onnistuu hyvin pienillä koneilla, jotka liikkuvat metsikössä ketterästi vaurioittamatta puustoa ja kasvualustaa niin paljon kuin isot koneet. Edellä mainittiin useita tutkimuksia sekä hakkuu- että lähikuljetuskoneista, jotka kokonsa ja muiden ominaisuuksiensa puolesta sopivat hyvin ensiharvennusolosuhteisiin. Hakattavien puiden pienestä koosta johtuen puunkorjuun yksikkökustannukset ovat korkeammat kuin muissa harvennuksissa ja etenkin uudistushakkuissa tehtiinpä työ koneellisesti tai manuaalisesti.

Harvennustekniikkaa nuorissa metsissä on käsitelty mm. eräässä yhteis-pohjoismaisessa tutkimuksessa (Gallringsteknik i klen... 1986). Markku Mäkelä (1989a ja b sekä 1990d) on tutkinut koneellista ensiharvennusta kuusikoissa ja männikoissa sekä turvemaidella. Ensiharvennuksien kannattavuuden lisäämiseksi on kehitetty kokopuukorjuu- ja haketusketjuja ja tehostettu puun talteenottoa kuitu- ja energiapuuksi (ks. Hakkila ja Kalaja 1993, Hakkila ym. 1975 ja 1977, Hakkila ja Rieppo 1997, Kalaja 1984, Kuitto 1994a ja b, Kuitto ja Rieppo 1993 sekä Ruotsalainen 1975). Yksikkökustannusten pienentämiseksi on myös kehitelty koneita, jotka pystyvät käsittelemään useita pieniä puita kerralla ainakin yhdessä puutavaran valmistuksen työvaiheessa (ks. Lilleberg 1990b ja c, 1991 ja 1997 sekä Siren 1991a).

Hakkuukoneet korvaavat vaan eivät tee tarpeettomaksi metsurityötä. Sitä tarvitaan koneille huonosti sopivilla kohteilla ja joskus myös yhdessä konetyön kanssa (Rajamäki ym. 1994). Manuaalista hakkuutyötä on tehtävä maastollisesti erittäin vaikeissa kohteissa sekä tuuli- ja lumituhojen korjuussa yleisesti. Manuaalinen työ

on suhteellisesti edullisinta ensiharvennuksissa ja suometsien harvennuksissa yleensä. Joskus heikko kantavuus rajoittaa koneellista puunkorjuuta suometsikössä niin, että korjuu on tehtävä talvella syvän roudan aikana (ks. Hannelius 1975), jolloin taas lumi voi hidastaa korjuuta. - Omatoimisia puunkorjaajia varten on tehty opetusvideo (Harvennushakkuu: Omatoimisen... 1985). Maatilan puunkorjuusta on laadittu opas (toim. Levanto ja Seppänen 1982), samoin puutavaralajeista (Roivainen 1980). Käsi-työvälineillä tapahtuvaa pienpuuston hakkuuta on käsitelty melko laajasti Siekkisen (1986) julkaisussa. Kaatavaa kourasahaa pienpuuston hakkuussa ovat tutkineet Korpilahti (1986a) ja Perälä (1994). Hakkuumiehen tekemää poistettavien puiden valintaa, 'leimausta', mikä sekin osaltaan säästää kustannuksia, ovat tarkastelleet Jarmo Hämäläinen (1983) sekä Päivänen ja Taipale (1981 ja 1982). - Ensiharvennuksiin liittyen mainittakoon vielä Hakkilan ym. (1998), Keskimölön (1994) ja Kärkkäisen (1976) julkaisut sekä Niemeläisen (1992) moniste.

Puunhankintaan ja -korjuuseen liittyen mainittakoon vielä Ahosen ja Lemmetyn (1995), Asikaisen (1995), Einolan (1961), Haarlaan (1969), Mikkosen (1983), Oinaan ja Sikasen (1997), Seppälän (1971) ja Väisäsen (1967) julkaisut. Työvoiman määrää puunkorjuussa ja uitossa on tutkinut mm. Pöntynen (1936). Korjuun organisoimista ja ergonomiaa ovat selvittäneet Harstela (1979) sekä Harstela ja Kyttälä (1980). Metsätyömiesten asumisolot 1950- ja 1960-lukujen alussa ovat tarkastelleet Järveläinen ja Snellman (1965). Metsäkonemiesten työoloja ja palkkausta on tutkinut Vehviläinen (1972). Puunkorjuuseen liittyen mainittakoon vielä lopuksi seuraavat lähteet: Aro 1949, Hurskainen 2001, Juntunen 1999, Kanninen 1999, Kanninen ja Heino 1997, Kokkila 2001, Kuitto 1999, Lakio 1953, Mikkonen 1998, Myllynen ym. 1994, Puumalainen 1998, Rannikko 1998, Sikanen ja Marjomaa 1992 sekä Varjo 1995.

Puunkorjuu oli ennen ja on edelleenkin metsäteknologian keskeinen alue. Metsäteknologian painotus on kuitenkin muuttunut paljon ja sen piiriin on tullut monia uusia osa-alueita. Lisäksi uusi korjuukoneteknologia on muuttanut puunkorjuun täysin. Näistä seikoista johtuen varhaisimmat alan perusteokset ovat vanhentuneet suurelta osin. - Kannattanee tässä kuitenkin palauttaa mieleen eräitä oppi- ja käsikirjoja kronologisessa järjestyksessä. Helanderin (1918, toinen painos 1922) teoksen painopiste on metsä- ja puuteknologiassa ja sitä käsittelevä laajahko osio sisältyy myös Lauri ja Yrjö Ilvessalon (1930) toimittamaan teokseen. Yksityismetsänhoitajajhdistyksen oppikirjasarjassa ilmestyi metsäteknologian oppi- ja käsikirja vuosisadan puolivälissä (Metsäteknologia... 1950). Jalavan ym. (1957) toimittamassa yli tuhatsivuisessa Metsäkäsikirjan 2. osassa metsä- ja puuteknologiaan liittyvät asiat ovat keskeisessä asemassa samoin kuin ne ovat myös Vöryn (1970) toimittamassa kaksiosaisessa Metsänkätöopissa.

Keskeiset hakusanat: sta, hme, eha, hha, uud, mto, pko, cut, lku ja keh

Muita hakusanoja: tyo, teh, mek, lii, cos, kan, mac, yri, enp ja hke

Alaluvuissa 7.1 ja 7.2 mainitut lähteet:

Aaltonen, V. 1925. Metsikön itseharventumisesta ja puiden kasvutilasta luonnon metsissä. Referat: Über die Selbstabscheidung und den Wuchsraum der Bäume in Naturständen. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 9(5). 20 s.

- 1935. Kasvatushakkauksien perusteista. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja 5: 85-103.
- Aarnio, J. 1998. Alikasvoksen hyödyntämisen kannattavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717: 85-89.
- , Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Alikasvosten hyödyntämisen talous. Teoksessa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. Sivut 67-74.
- Aho, K. & Rantapuu, K. 1971. Metsätraktorien veto- ja nousukyvystä rinteessä. Summary: On slope-elevation performance for forest tractors. Folia Forestalia 111. 17 s.
- Ahola, V. 1946. Konsessiohakkuualueiden kunnostaminen. Metsätaloudellinen aikakauslehti 63(9-10): 163-165.
- Ahonen, M. 1972. Rough-limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of sawlogs of pine. Tiivistelmä: Tynkäkarsinnan ja silmävaraisen apterauksen vaikutuksesta mäntysahapuiden tekoon. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 73(5). 93 s.
- Ahonen, O-P. & Lemmetty, J. 1995. Leimikon tukkijakauman ohjauksen keinot. Summary: Means to controlling log distribution within a harvesting site. Metsätehon katsaus 5/1995. 6 s.
- & Marjomaa, J. 1994. Hakkuukonemittauksen tarkkuus. Metsätehon katsaus 10. 9 s.
- Ala-Ilomäki, J. 1988. Telamaasturialustainen monitoimikone puutavaran teossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 23-32.
- 1993. Yksioteharvesterin mittaustarkkuuden riippuvuus rungon ominaisuuksista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 450. 44 s.
- 2000. Effect of snow cover on the mobility of a towed wheel. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 770. 114 s.
- & Rummukainen, A. 1996. Puunkorjuukoneiden maastoliikkuvuuden mallittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607: 34-35.
- & Siren, M. 1987. Metsäkuljetuskaluston kulkuominaisuudet heikosti kantavalla maalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 3-17.
- Annala, E. 1994. Metsien käytön vaikutus monimuotoisuuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 523: 73-86.
- 1995. Metsätalous ja monimuotoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 564: 5-12.
- 1998a. Forest management and threatened species. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714: 63-70.
- (toim.) 1998b. Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705. 335 s.
- 1999. Rauhoitus ei ole ainoa keino monimuotoisuuden säilyttämisessä. Metsäntutkimus 1/99: 10-11.
- Appelroth, E. 1949. Koivun kasvattamisesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(1): 14-15.
- 1989. 40 år sedan prof. Olli Heikinheimo utfärdade sin appell mot blädningsartad behandling av skogen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 21-39.
- , Heikinheimo, O., Kalela, E., Laitakari, E., Lindfors, J. & Sarvas, R. 1948. Julki-lausuma. Metsätaloudellinen aikakauslehti 65(11): 315-316.
- Aro, P. 1949. Waldsägeuntersuchungen in den nordischen und mitteleuropäischen Ländern. Selostus: Metsäsahatutkimukset Keski- ja Pohjois-Euroopassa. Acta Forestalia Fennica 57(3). 166 s.

- Asikainen, A. 1995. Discrete-event simulation of mechanized wood-harvesting systems. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 38. 86 s. + 8 liites.
- Asunta, A. 1996. Monimuotoinen metsätalous. Metsähallitus. Moniste. 24 s.
- Backlund, C., Högnäs, T., Lilleberg, R. & Silander, S. 1984. Ojitusalueiden puunkorjuun kehittäminen. Metsätehon moniste. 19 s.
- Blomgren, Y. 1952. Tuomarniemen metsänviljelytöistä ja niiden tuloksista. Referat: Über Waldkulturarbeiten und ihre Erfolge im Revier Tuomarniemi. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40(28). 15 s.
- Blomqvist, A. 1872. Tabeller framställande utveckling af jemnåriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk. Helsingfors. 22 s. + 7 taulukkoa ja 2 diagrammia.
- 1897. Undersökningar af tjocklekstillväxten hos timmerträd af tall och gran i olika delar af Finland. Helsinki. VIII + 170 s. + diagrammit 5 s.
- Boren, H. 2000. Pienpuun käytön lisääminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa. Esiselvityksen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 761. 58 s.
- 2001. Factors affecting the knottiness, twisting and mechanical properties of pith enclosed round and sawn timber of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) from thinnings in Southern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 807. 154 p. + App. 10 p.
- Cajander, A. 1914. Onko metsää kasvatettava sekametsänä? Metsätaloudellinen aikakauskirja 31(2): 54-65.
- Cajander, E. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(3). 101 s.
- Cajanus, W. 1914. Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Eine statistische Studie. I. Acta Forestalia Fennica 3(1). 142 + 12 kuvas.
- Eeronheimo, O. 1982. Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa. Abstract: Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head. Folia Forestalia 506. 12 s.
- 1986. Tarvitaanko suometsien puunkorjuussa vaihtoehtoja? Teollisuuden metsäviesti 1: 8-11.
- 1988. Puunkorjuu Suomessa ja Yhdysvalloissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 33-43.
- 1991. Suometsien puunkorjuu. Summary: Forest harvesting on peatlands. Folia Forestalia 779. 29 s.
- 1993. Suometsien puunkorjuu. Sammandrag: Virkesdrivning på torvmark. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 457: 22-27.
- 1997. Monimuotoisuustavoitteet ja puunkorjuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 19-24.
- & Heikka, T. 1987. Kokemuksia telamaastureiden käytöstä metsäkuljetuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 18-35.
- Einola, J. 1961. Puutavaran hankintakustannusten ennakkolaskenta. Summary: Precalculation of logging costs. Acta Forestalia Fennica 73(5). 96 s.
- Ensiharvennustyöryhmän muistio. 1988. Maa- ja metsätalousministeriö, työryhmämuistio 27. 57 s.
- Eronen, J. & Asikainen, A. 2000. Harvesteripuomin automaattisen niausliikkeen vaikutus tukkien katkaisuhälkeisiin. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 96: 74-88.

- Eskelinen, A., Melkko, M. & Vesikallio, H. 1976. Kokopuun korjuun taloudellisuus. Summary: Economicalness of harvesting of whole trees. Metsätehon tiedotus 341. 39 s.
- , Mikkonen, E., Myllyniemi, A. & Peltonen, J. 1978. Eri runkopuukorjuumenetelmien taloudellisuuden kehitys vuosina 1978-1986. Summary: The development of the economicalness of stemwood harvesting methods in 1978-1986. Metsätehon tiedotus 351. 20 s.
- & Peltonen, J. 1982. Puunkorjuun vaihtoehtolaskentasysteemi puunhankinnan suunnittelussa. Metsätehon katsaus 20. 4 s.
- & Pennanen, O. 1980. Havupuiden apteeraus ja puutavaralajijakauma eri hakkuumenetelmissä. Metsätehon tiedotus 358. 21 s.
- Eskelinen, O. 1979. Pyynikin ulkoilualue: Tutkimus erään metsäisen ulkoilualueen luonnonympäristön hyvinvointitekijöistä. Summary: The natural environmental welfare factors of the forested outdoor recreation area Pyynikki. Silva Fennica 13(2): 146-151.
- Faustmann, M. 1968 (Reprint in English). Calculation of the value which forest land and immature stands possess for forestry. Teoksessa: Gane, M. (toim.) 1968. Martin Faustmann and evolution of discounted cash flow. Commonwealth Forest Institute Papers 42, University of Oxford. Sivut 25-55.
- Ferm, A. 1983. Tuloksia koivun kasvatustiheyskokeesta sekä männyn ja koivun sekakasvatuskokeesta turvemaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 120: 13-17.
- 1989. Hieskoivun kasvatusta soilla. Abstract: Growing of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained peatland forests. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 40-52.
- Finer, L. 1989. Biomass and nutrient cycle in fertilized and unfertilized pine, mixed birch and pine and spruce stands on a drained mire. Seloste: Biomassa ja ravinteiden kierto ojitusalueen lannoitetussa ja lannoittamattomassa männikössä, koivumäntysekametsikössä ja kuusikossa. Acta Forestalia Fennica 208. 63 s.
- , Messier, C. & Grandpre, L. 1997. Fine-root dynamics in mixed boreal conifer-broad-leaved forest stands at different successional stages after fire. Canadian Journal of Forest Research 27(3): 304-314.
- Forss, E. 1990. Harvennuksen vaikutus luontaisesti syntyneen hieskoivu-kuusisekametsän tuotokseen. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 67 s.
- Gallringsmallar samt anvisningar för val av slutavverkningstidpunkt. 1975. Skogsbruket 2: 37-39.
- Gallringsteknik - Slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd genomfört forskningsprojekt, 1978-1982. 1983. Summary: Thinning technique. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsteknik, Garpenberg. Rapport 156. 84 s.
- Gallringsteknik i klen skog: slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd (NSR) genomfört forskningsprojekt, 1983-1985. 1986. Summary: Thinning techniques for stands of small-sized trees. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 47. 144 s.
- Gustavsen, H. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia Forestalia 331. 37 s.
- 1992. Vähäpuustoisten männiköiden ja kuusiköiden kehitys. Summary: Development of understocked pine and spruce stands. Folia Forestalia 796. 29 s.

- 1998. Volymtillväxten och övre höjdens utveckling i talldominerade bestånd i Finland - en utvärdering av några modellers validitet i nuvarande skogar. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 707. 190 s. + 3 liitejulkaisua: 37, 29 ja 31 s.
- & Huttunen, T. 1983. Ensiharvennusemetsien lannoitus pohjoismaisen yhteistutkimuksen kohteena. Metsä ja Puu 9: 10-11.
- , Roiko-Jokela, P. & Varmola, M. 1988. Kivennäismaiden talousmetsien pysyvät (INKA ja TINKA) kokeet. Suunnitelmat, mittausten menetelmät ja aineistojen rakenteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 292. 212 s.
- & Timonen, M. 1999. Lapin suojametsäalueen männiköiden rakenne, kasvu ja käsittely. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 748. 54 s.
- Haapala, P. 1983. Luonnonpoistuman ennustaminen puun kuolemistodennäköisyydellä. Käsikirjoitus. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto. 33 s.
- Haapanen, T., Hari, P. & Kellomäki, S. 1979. Effect of fertilization and thinning on radial growth of Scots pine. *Seloste: Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus männyn sädekasvuun. Silva Fennica* 13(2): 184-189.
- Haarala, R. 1969. Puunkorjuun suunnittelu ja metsätaloussuunnitelmat. Summary: The role of logging in forest management plans. *Silva Fennica* 3(3): 179-190.
- 1970. Puutavaran maastokuljetus traktorilla. Kustannuslaskentatekninen tarkastelu. Summary: Timber skidding by tractor. A study on calculation of costs. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 7. 64 s.
- 1971. Maaston ja kuorman vaikutus metsätraktoreiden ajonopeuteen. Summary: Effect of terrain and load on the driving speed of logging tractors. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 9. 88 s.
- 1972a. Kuormatraktorin ajomatka puutavaran metsäkuljetuksessa. Summary: Driving distance of forwarders in forest transportation of timber. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 16. 36 s.
- 1972b. Lisättyjen konekomponenttien vaikutus metsätraktoreiden maastokelpoisuuteen. Summary: Effect of additional machine components on the mobility of forest tractors. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 15. 35 s.
- 1973. The effect of terrain on the output in forest transportation of timber. *Seloste: Maaston vaikutus puutavaran metsäkuljetustuotokseen. Acta Forestalia Fennica* 128. 43 s.
- 1990. Mechanisierte Durchforstungen in Moorwaldbeständen Finnlands. Summary: Mechanized thinning in forests on peatlands in Finland. *Forstarchiv* 61(2): 83-84.
- 1995. Environmentally sound forest harvesting in the Finnish context. Paper for FAO/IUFRO satellite meeting in Tampere, Finland, August 4. 5 p.
- Haila, Y. 1995. Monimuotoisuuden suojelun asettamat vaatimukset metsätaloudelle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 564: 23-42.
- , Hanski, I. & Raivio, S. 1987. Breeding birds distribution in fragmented coniferous taiga in southern Finland. *Ornis Fennica* 64(3): 90-106.
- , Järvinen, O. & Väisänen, R. 1980. Effects of changing forest structure on long-term trends in bird populations in SW Finland. *Ornis Scandinavica* 11(1): 12-22.
- Hakkila, P. 1971. Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä. Summary: On the wood damage caused by shear blade in logging work. *Folia Forestalia* 108. 15 s.
- 1989. Logging in Finland. Tiivistelmä: Puunkorjuu Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 207. 39 s.

- (toim.) 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.
- 1994. Puun korjuu osana metsien kasvatusta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 523: 59-70.
- 1995. Ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 570: 7-16.
- 1996. Ensiharvennuspuun hyödyntäminen. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1996(4): 428-433.
- 1997. Ensiharvennuspuu - ongelma ja mahdollisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 55-67.
- 1998. Ensiharvennuspuun hyödyntämismahdollisuudet. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. Sivut 102-109.
- & Kalaja, H. 1993. Ketjukarsinta ensiharvennusmännikön korjuuratkaisuna. Summary: Flail delimbing in the first commercial thinning of Scots pine. Folia Forestalia 803. 31 s.
- , Kalaja, H. & Mäkelä, M. 1975. Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Summary: Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. Folia Forestalia 240. 78 s.
- , Kalaja, H., Salakari, M. & Valonen, P. 1977. Whole-tree harvesting in the early thinning of pine. Seloste: Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa. Folia Forestalia 333. 58 s.
- , Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 582. 100 s.
- , Kalaja, H. & Schildt, Y. 1976. Bobcat M-721 kaato-kasauskone männikön ensiharvennuksessa. Summary: Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine. Folia Forestalia 256. 20 s.
- & Rieppo, K. 1997. Finnish applications of chain flail techniques. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 640: 71-80.
- , Rieppo, K. & Kalaja, H. 1998. Ensiharvennuspuun erilliskäsittely tehdasvarastolla. Ketjukarsintaan ja pienrumpukuorintaan perustuva menetelmä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 700. 40 s.
- & Siren, M. 1997. Puunkorjuu. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 6, s. 86-101.
- Haltia, O. 1992. Harvennushakkuut, metsätalous ja -teollisuus Suomen kansantaloudessa. Summary: Thinnings, forestry and forest industry in the Finnish economy. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 417. 48 s. + 5 liites.
- Hannellius, S. 1975. Ojitusalueiden kulkukelpoisuudesta puunkorjuussa. Summary: On the trafficability of drained peatlands in harvesting. Silva Fennica 9(3): 181-211.
- 1999. Harsintajulkilausumasta 50 vuotta: Harsinnalla syötiin enemmän kuin tiedattiin. Metsälehti 1/99, s. 11.
- & Niemelä, P. (toim.) 1995. Monimuotoisuus metsien hoidossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 564. 142 s.
- Häri, P. 1968. A growth model for a biological population, applied to a stand of pine. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 66(7). 16 s.
- , Kellomäki, S., Mäkelä, A., Ilonen, P., Kanninen, M., Korpilahti, E. & Nygren, M. 1982. Metsikön varhaiskehityksen dynamiikka. Summary: Dynamics of early development of tree stand. Acta Forestalia Fennica 177. 42 s.

- , Ross, J. & Mecke, M. (toim.) 1996. Production process of Scots pine; geographical variation and models. *Acta Forestalia Fennica* 254. 121 s.
- Harkkila, I. 1990. Hakkuiden vaikutus metson soitimien toimivuuteen metsähallinnon Pudasjärven ja Taivalkosken hoitoalueissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 91 s. + liitteet.
- Harstela, P. 1970a. Kasaussajan ja valtimonlyöntitiheyden sekä tehollisen sahausajan määrittäminen järjestettyjen kokeiden, pulssitutkimuksen ja frekvenssi-analyysin avulla. Summary: Determination of pulse repetition frequency and effective sawing time with set tests, pulse study and frequency analysis. *Folia Forestalia* 80. 14 s.
- 1970b. The effect of winter conditions on the preparation of rough-limbed spruce pulpwood of approximate length. Seloste: Talviolosuhteiden vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun tekoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 71(4). 54 s.
- 1971a. Metsätyömenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset. Summary: The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. *Folia Forestalia* 131. 22 s.
- 1971b. Moottorisahan värinän vaikutuksesta työntekijän käsiin. Summary: On the effect of motor saw vibration on the hands of forest workers. *Folia Forestalia* 118. 14 s.
- 1971c. Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossä. Summary: The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. *Folia Forestalia* 105. 23 s.
- 1975a. Työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat tekijät eräissä metsätyömenetelmissä. Summary: Factors affecting the consumption of working time and the strain on the worker in some forest work methods. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 87(2). 130 s.
- 1975b. Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasaussmenetelmää käytettäessä. The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood. *Folia Forestalia* 242. 19 s.
- 1976. Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten. Summary: Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading. *Folia Forestalia* 260. 23 s.
- 1977. Ergonomic and technic aspects of bunching round timber in thinnings. Seloste: Kasauksen ergonomia ja teknologia harvennushakkuissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 89(4). 37 s.
- 1979. Organizing logging work. Seloste: Puunkorjuutyön organisointi. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96(1). 27 s.
- 1985. Korjuukustannusten ja metsikön tulevan tuoton optimointi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 181: 44-50.
- 1988. Principle of comparative time studies in mechanized forest work. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(2): 253-257.
- 1991. Work studies in forestry. *Silva Carelica* 18. 41 s.
- 1993. Forest work science and technology, Part I. *Silva Carelica* 25. 113 s.
- 1994. The optimum size of forwarders in thinnings. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 17: 92-94.
- 1996. Forest work science and technology. Part II. *Silva Carelica* 31. 175 s.
- 1998. Puun saanti markkinoille asettaa haasteita tutkimukselle ja soveltajille. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 4/1998: 568-572.

- 1999. Ergonomia metsätyössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 210-214.
- , Järvinen, J., Tervo, L. & Aholainen, R. 1977. Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälleenteko ja LEKA-menetelmä). Summary: The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method). Folia Forestalia 310. 29 s.
- & Kyttälä, T. 1980. Työmaainventointi, - haastattelut ja työmaatapaaminen ihmis-työvaltaisessa puunkorjuussa. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 6/80. 5 s. + liitteet 5 s.
- & Mäkinen, P. 1987. Lumi kuormitustekijänä puutavaran teossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253: 74-79.
- & Piirainen, K. 1981. Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen. Summary: Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study. Folia Forestalia 464. 14 s.
- & Ruoste, T. 1970. Kokonaisten puiden esijuonto kaksirumpuvintturilla käytävää ja riviharvennuksessa. Laitteiden ja menetelmien kehittelyä sekä tuotoskokeita. Summary: Preliminary full-tree skidding by two-drum winch in strip and row thinning. Folia Forestalia 91. 28 s.
- & Tervo, L. 1977. Maataloustraktorisovitteinen vintturi tukkien ja ylijäreiden pölli-
lien sekä LEKA-menetelmällä hakatun puutavaran kasauksessa harvennusolosuh-
teissa. Esitutkimus. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tie-
donantoja 3/77.
- & Tervo, L. 1981. Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella. Summary:
Bunching of timber by winches and horse. Folia Forestalia 466. 20 s.
- & Valonen, P. 1972. Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinä-
altistus pelkässä kaadossa. Summary: Work output, physical load of the worker
and exposure to vibration in felling. Folia Forestalia 151. 43 s.
- Harvennushakkuiden perusteet ja nykyteknologia. 1987. Helsingin yliopiston neu-
vontaopin ja täydennyskoulutuksen keskus. Monistesarja 10. 55 s.
- Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Met-
säntutkimuslaitos, Metsäteho ja Jaakko Pöyry Oy. Maa- ja metsätalousministeriö.
Helsinki. 121 s.
- Harvennushakkuu: Omatoimisen ensiharvennuksen perusteet ja tekniikka. 1985.
Metsävideo 1. Metsälehti. Videokustannus. Helsinki.
- Harvennuspuun korjuu. 1984. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteistutki-
muksesta. Review: Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet joint
research study. Folia Forestalia 600. 36 s.
- Harvennuspuun korjuu ja metsikön tuleva tuotto. 1985. Suonenjoen vuoden 1984
tutkimuspäivän esitelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181. 50 s.
- Heikinheimo, O. 1905a. Harvennus vaiko harsinta. Metsänystävä 11: 93-96.
- 1905b. Harvennushakkauksista. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja XXII,
s. 153-186 ja 245-290.
- 1906. Harvennushakkauksista ja niiden merkityksestä metsätaloudessa. Suomen
Metsänhoitoyhdistyksen käsikirjasia N:o 1. Hämeenlinna. 46 s.
- 1907a. Harvennushakkauksista ja niiden merkityksestä metsätaloudessa. Suomen
Metsänhoitoyhdistyksen käsikirjasia N:o 1. 2. painos. 48 s.
- 1907b. Om gallringshyggen och deras betydelse i skogshushållningen. Finska
Forstföreningens handböcker 1. 48 s.

- 1910. Harvennushakkaukset. Maahenki. Maataloudellinen tietokirja, jälkimmäinen osa, sivut 662-680. Helsinki.
- 1912a. Apuharvennuksia toimittamaan. Tapio 5, sivut 323-328.
- 1912b. Metsänhoidolliset pää- ja sivuhakkaukset. Tapio 5, sivut 1-12.
- 1931. Syyt Suomen metsien epätydyttävään metsänhoidolliseen tilaan. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja (uusi sarja) I, s. 18-35.
- 1936. Harvennus- ja väljennyshakkuiden tarpeellisuus. Metsälehti 47, s. 4-5.
- 1937. Miten metsiä on hakattava? Suomen Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja (uusi sarja) VII, s. 83-104.
- 1938. Harvennushakkauksista. Die Durchforstungen. Metsänhoitajien jatkokurssit III, 1937. Silva fennica 46: 84-98 ja 240.
- Heikka, T. 1985. Meri Trackmo 160 -telatraktori suopuuston harvennuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 207. 38 s. + 2 liites.
- 1986. Maataloustraktoriin kytkettävä Tuiko-vintturi-prosessori avo- ja harvennushakkuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 237. 21 s. + 3 liites.
- 1988. Maataloustraktori puunkorjuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 4-17.
- Heikkilä, R. 1991. Moose browsing in a Scots pine plantation mixed with deciduous tree species. Tiivistelmä: Hirven ravinnonkäyttö lehtipuusekoitteisessa mäntytaimikossa. Acta Forestalia Fennica 224. 13 s.
- 1993. Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimihuoihin mäntytaimikoissa. Summary: Effects of food quantity and tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations. Folia Forestalia 815. 17 s.
- Heikkilä, T. 1914. Tuotantotaulut pääpuulajeillemme: männylle, kuuselle ja koivulle. A. G. Blomqvistin keräämän aineiston perusteella. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 2. 35 s.
- Heikurainen, L. 1958. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Referat: Der Wurzelaufbau in Mischwäldern auf entwässerten Moorböden. Acta Forestalia Fennica 67(2). 32 s.
- 1967. Hakkuun vaikutus ojitetujen soiden vesitalouteen. Summary: On the influence of cutting on the water economy of drained peat lands. Acta Forestalia Fennica 82(2). 45 s.
- & Päivänen, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting, and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Seloste: Harvennuksen, avohakkuun, ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin. Acta Forestalia Fennica 104. 23 s.
- Heino, J. & Sivonen, S. 1972. Kiertojen pidentäminen ja poistettavat puumäärät. Metsä ja Puu 9: 18-19.
- Heiskanen, V. 1955. Laadun vaikutus mäntysahatukkien tekovaikuteen. Summary: The influence of log grade on the cutting difficulty of pine saw logs. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 45(8). 59 s.
- 1975. Kuitupuun latvaläpimitaan perustuva työmittausmenetelmä (pölkky menetelmä). Summary: A wagepayment measuring method based on pulwood top diameter (Bolt method). Folia Forestalia 227. 35 s.
- Helander, A. B. 1918. Metsänkätöoppi. 1. painos. Werner Söderström Oy, Porvoo. 553 s.
- 1922. Metsänkätöoppi. 2. painos. Werner Söderström Oy, Porvoo. 584 s.
- Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1984. Effects of modern forestry on north-western European forest invertebrates: a synthesis. Seloste: Nykyaikaisen metsänkäsittelyn

- lyn vaikutukset luoteiseurooppalaisen metsän selkärangattomiin: synteesi. *Acta Forestalia Fennica* 189: 32 s.
- & Väisänen, R. 1993. Biodiversiteetti ja metsänkäsittely: säilykö luonnonmetsien hyönteislajisto talousmetsissä? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 460: 61-64.
 - Helle, T., Helle, P., Linden, P. & Kilpelä, S.-S. 1989. Metson soidinpaikkojen metsikkörakenteesta Pohjois-Suomessa. Summary: Stand characteristics of capercaillie lekking sites in northern Finland. *Suomen Riista* 35: 26-35.
 - Holm, S. 1999. Haavan lehti havisee taas. *Metsäntutkimus* 1/99: 6-7.
 - 2001a. Haavan kasvatusta. *Metsäliiton Viesti* 2/2001: 16-17.
 - 2001b. Haavanviljely lyhyesti. Artikkelissa: Haavantaimet vietiin käsistä. *Metsäliiton Viesti* 3, s. 49.
 - Hurskainen, L. 2001. Lämpöyrittäjien puunkorjuun tuottavuus ja kustannukset. *Työtehosteiden monisteita* 7/2001 (90).
 - Hynynen, J. 1991. Luonnonpoistuman ennustaminen metsikkötason mallilla. *Metsänarvioimistieteen pro gradu -tutkielma*. Helsingin yliopisto, maatalousmetsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 47 s.
 - 1993. Self-thinning models for even-aged stands of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula pendula*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(3): 326-336.
 - 1994. Kasvupaikan tunnusten tarpeellisuus ja käyttö kasvumalleissa. Abstract: Site quality estimates in growth and yield models. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 531: 87-90.
 - 1995a. Modelling tree growth for managed stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 576. 59 + 4 liitejulkaisua (12, 27, 6 ja 31 s.).
 - 1995b. Models for predicting the development of Finnish forests. IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere, Finland. Abstracts of invited papers, pp. 281-282.
 - 1995c. Predicting the growth response to thinning for Scots pine stands using individual-tree growth models. *Silva Fennica* 29(3): 225-246.
 - 1995d. Predicting tree crown ratio for unthinned and thinned Scots pine stands. *Canadian Journal of Forest Research* 25(1): 57-62.
 - 1996a. Kasvumallit metsien kehityksen ennustamisen työkaluina. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(1): 77-80.
 - 1996b. Puuston kehityksen ennustaminen MELA-järjestelmässä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 612: 21-37.
 - 1996c. Puuston kehityksen ennustaminen metsätalouden suunnittelulaskelmissa - katsaus MELA-järjestelmän uusiin kasvumalleihin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 589: 59-67.
 - 1998a. Nuorten metsien harventamattomuuden seuraukset. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus*. Sivut 79-85.
 - 1998b. Predicting tree growth in irregular stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 714: 153-157.
 - 2000. Kasvu- ja tuotostutkimuksen muuttuvat haasteet - eilisen tutkimusta huomioiden metsissä? *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2000: 54-58.
 - & Arola, M. 1999. Ensiharvennusajankohdan vaikutus hoidetun männikön kehitykseen ja harvennuksen kannattavuuteen. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/1999: 5-23.
 - , Hökkä, H., Niemistö, P. & Valkonen, S. 1997a. Harvennushakkuut. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat:

- Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 5, s. 65-85.
- , Hökkä, H., Niemistö, P. & Valkonen, S. 1997b. Harvennustavat. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 5.2, s. 66-67.
 - , Hökkä, H., Niemistö, P. & Valkonen, S. 1997c. Luvut Harvennusajankohta ja harvennusvoimakkuus (5.4) sekä Metsikön harvennusohjelmat (5.5). Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Sivut 68-79.
 - & Kukkola, M. 1989. Harvennustavan ja lannoituksen vaikutus männikön ja kuusikon kasvuun. Summary: Effect of thinning method and nitrogen fertilization on the growth of Scots pine and Norway spruce stands. *Folia Forestalia* 731. 20 s.
 - & Ojansuu, R. (toim.) 1996. Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612. 116 s.
 - & Saramäki, J. 1995. Ensiharvennuksen viivästymisen ja harvennusvoimakkuuden vaikutus nuoren männikön kehitykseen. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 99-113.
 - & Siipilehto, J. 1996. MELA-mallit kasvatusmetsien dynamiikan kuvaajana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612: 69-84.
- Hyppönen, M. 1979. Harvennuksen voimakkuuden vaikutus kasvatuksen liiketaloudelliseen edullisuuteen peräpohjalaisessa männikössä. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 19. 21 s.
- 1981. Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Summary: Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland. *Folia Forestalia* 463. 34 s.
 - , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksat. Kirjanen. Kajaanin Kirjapaino Oy. 60 s.
 - & Roiko-Jokela, P. 1978. Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus. Summary: On the accuracy and effectivity of measuring sample trees. *Folia Forestalia* 356. 25 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 95 s.
- Hyvärinen, E. 1989. 'Väljennyshakkuuta ei tarvita'. *Metsälehti* 20, s. 15.
- Hyvönen, H. 1993. Väljennyshakkuilla hyvä tulos. *Helsingin Sanomat* 4.10.1993.
- Hägglom, R. 1983. Monitoimikoneiden käyttömahdollisuudet hankittaessa havupuuvaltaista kokopuuta tavaralajikorjuun yhteydessä. Summary: The possibilities of using multipurpose logging machines for whole-tree harvesting in connection with shortwood. *Metsätehon tiedotus* 379. 19 s.
- Hämäläinen, A. 2000. Metsänomistajien omatoimisuus ja työmenetelmät hankintahakkuissa. *Työtehoseuran monisteita* 8/2000 (82). 55 s.
- Hämäläinen, Jarmo. 1983. Hakkuumiehen suorittama puiden valinta kuusikoiden ja sekamänniköiden ensiharvennuksessa. Summary: Selection of trees by the cutter in first thinning of spruce and mixed stands. *Metsätehon katsaus* 15. 4 s.
- , Kalland, F. & Salpakivi-Salomaa, P. 1995. Luontainen koivu istutustaimikoissa. Summary: Naturally regenerated birch in pine and spruce plantations. *Metsätehon katsaus* 13. 6 s.
 - , Räsänen, P. & Suurnäkki, M. (toim.) 1983. Metsikön varhaiskehityksen dynamiikka. *Suomen Akatemian julkaisuja* 1/83.

- Hämäläinen, Jouko. 1978. Harvennustavan vaikutus metsikön hakkuutuloihin, puuston arvoon ja kasvatuksen edullisuustunnuksiin. Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisjuhlaretkelyn opas, s. 15-21.
- Hänninen, H. 1996. Effects of climatic warming on northern trees: Testing the frost damage hypothesis with meteorological data from provenance transfer experiments. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(1): 17-25.
- , Kellomäki, S., Laitinen, K., Pajari, B. & Repo, T. 1993. Effect of increased winter temperature on the onset of height growth of Scots pine: a field test of a phenological model. Tiivistelmä: Talviaikaisen ilman lämpötilan kohoamisen vaikutus männyn pituuskasvun alkamiseen: fenologisen mallin testaus kenttäkokeessa. *Silva Fennica* 27(4): 251-257.
- Hänninen, T. 1974. Harvennusmetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa. Summary: The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. *Folia Forestalia* 208. 32 s.
- Härkönen, K. 1986. Eri-ikäismetsien kasvatuksesta Pohjois-Amerikassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219: 4-48.
- Härkönen, S. 1998a. Effects of moose browsing in relation to food alternatives in Scots pine stands. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 686. 39 s. + 5 liitejulkaisua (8, 16, 8, 5 ja 21 s.).
- 1998b. Effects of silvicultural cleaning in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(4): 429-436.
- Högnäs, T. 1982. Ajanmenekki pieniläpimittaisen puun pystymittauksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 169. 10 s.
- 1986. Ojitusalueiden puunkorjuu. Ongelmana huono kantavuus. *Koneurakoitsija* 6: 12-14.
- 1990. Pienpuun ja hakkuutähteiden korjuu maatiloilla. Summary: Harvesting of smallwood and logging residues on the farms. *Työtehoseuran julkaisuja* 225. 86 s.
- 2000a. Kohti kumppanuutta metsäalan konetyö- ja kuljetusurakoinnissa. Vaihdantakustannusteoriaan perustuva tarkastelu. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 28. 143 s.
- 2000b. Towards supplier partnerships in timber harvesting and transportation. *Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja* 37. 45 p.
- Hökkä, H. 1992. Ojituksen yhteydessä tehdyn hakkuun vaikutus puuston kasvuun ja tuotokseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 151-162.
- 1993. Water and nutrient regimes and thinning response in Scots pine stands on drained peatland. Teoksessa: Burkhart, H., Gregoire, G. & Smith, J. (toim.). Modelling stand response to silvicultural practices. Proceedings of the IUFRO S4.01 Conference, September 27 - October 1, 1993. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- 1996. Suometsien uudet kasvu- ja pituusmallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612: 57-68.
- 1997. Models for predicting growth and yield in drained peatland stands in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 651. 45 s. + 3 liitejulkaisua (18, 15 ja 20 s.).
- 2000. Suometsien kasvun mallintaminen - nykytilanne ja lähiajan tietotarpeet. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 297-300.

- , Alenius, V. & Penttilä, T. 1997. Individual-tree basal area growth models for Scots pine, pubescent birch and Norway spruce on drained peatlands in Finland. *Silva Fennica* 31(2): 161-178.
- & Penttilä, T. 1995a. Harvennushakkuun vaikutus pohjavedenpinnan syvyyteen ojitusalueilla Pohjois-Suomessa. Effect of thinning on groundwater table depth in drained peatlands in northern Finland. *Suo* 46(1): 9-19.
- & Penttilä, T. 1995b. Sekakoivikon reaktio ensiharvennukseen mustikkaturvekankaalla Lapissa. Summary: Thinning response of a young, birch-dominated mixed stands on *Vaccinium myrtillus* peatland forest type in Lapland. *Suo* 46(1): 31-37.
- , Penttilä, T. & Hånell, B. 1996. Effect of thinning on foliar nutrient status in Scots pine stands on drained boreal peatland. *Canadian Journal of Forest Research* 26(9): 1577-1584.
- Ihalainen, A. 1995. Pystymittauksen, keskus- ja latvakiintomittauksen ja hakkuukonemittauksen tarkkuuden vertailu. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 558: 3-20.
- , Korhonen, K. T. & Varjo, J. 1992. Puiden käyttöosan mittauksiin perustuva metsurimittaus. Summary: Estimation of harvested timber volume using tree-wise measurements made during felling. *Folia Forestalia* 786. 18 s.
- Ilvessalo, L. 1925. Schwarzwaldilainen lohkoharsinta ja sen soveltaminen Suomen metsiin. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 42(3): 131-140.
- 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. A tree-classification and thinning system. *Acta Forestalia Fennica* 34(38). 15 s.
- 1930. Metsikön kasvatus. Teoksessa: Ilvessalo, L. & Laitakari, E. (toim.) 1930. Maa ja Metsä IV, metsätalous 2. Metsän hoito ja suojelelu. WSOY, Porvoo. Sivut 403-428.
- & Ilvessalo, Y. (toim.) 1930. Maa ja Metsä IV, metsätalous 3. Metsän arvioiminen ja metsätalouden järjestely, metsän käyttö ja puunjalostusteollisuus. WSOY, Porvoo. Sivut 666-1065.
- & Laitakari, E. (toim.) 1930. Maa ja Metsä IV, metsätalous 2. Metsän hoito ja suojelelu. WSOY, Porvoo. Sivut 294-665.
- & Laitakari, E. 1949. Metsikön kasvatus. Teoksessa: Kalela, E. (toim.) 1949. Suuri Metsäkirja I. Metsänhoito. WSOY, Porvoo-Helsinki. Sivut 235-268.
- Ilvessalo, Y. 1916. Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta mustikka- ja kanervatyypin kankailla Salmin kruununpuistossa. *Acta Forestalia Fennica* 6(1). 97 s., Referat 4 s.
- 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 15(4). 96 s. + 9 liites.
- 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). Selostus: Pysyvien koelajien perustaminen ja mittaus Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(2). 39 s.
- 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of Natural Normal Stands in Central North-Suomi (Finland). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(2). 168 s.
- 1952a. Harvennuskokeiden suorituksesta. Summary: On the performance of thinning experiments. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 69(12): 331-334.
- 1952b. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(1). 29 s.

- 1967. Luonnonnormaalien metsiköiden kehityksestä Kainuussa ja sen lähiympäristössä. Summary: On the development of natural normal forest stands in south-eastern North-Finland. *Acta Forestalia Fennica* 81(5). 85 s.
- 1969. Luonnonnormaalien metsiköiden kehityksestä Pohjanmaan kivennäismailla. Summary: On the development of natural normal forest stands on mineral soils in Ostrobothnia. *Acta Forestalia Fennica* 96. 37 s.
- 1970. Metsiköiden luontainen kehitys- ja puuntuottokyky Pohjois-Lapin kivennäismailla. Summary: Natural development and yield capacity of forest stands on mineral soils in northern Lapland. *Acta Forestalia Fennica* 108. 43 s.
- & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuottokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. *Acta Forestalia Fennica* 144. 101 s.
- Imponen, V., Hämäläinen, J. & Örn, J. 1992. Hakkuun koneellistamisen taloudelliset ja organisatorit vaikutukset. Summary: The economic and organizational effects of mechanization of cutting. *Metsätehon tiedotus* 407. 21 s.
- & Siren, M. 1983. Kaatotavan vaikutus kuormainprossessorin tuottavuuteen. Summary: The influence of the felling method on the performance of a grapple loader processor. *Folia Forestalia* 548. 14 s.
- Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Abstract: The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand. *Folia Forestalia* 392. 13 s.
- 1983. Ajourien puuntuotannollinen hinta. (Käytäväharvennuskoe 164/01-04). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 120: 26-32.
- 1993. Harvennus puuntuotannon ohjauskeinona. Teoksessa: Myllynen, A.-L. & Sinkevich, S. (toim.) 1993. Venäläis-suomalainen harvennushakkuuseminaari. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 7: 83-92.
- & Niemistö, P. 1985. Tutkimus ajourien puuntuotannollisesta merkityksestä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 181: 8-19.
- & Niemistö, P. 1990. Ajourien vaikutus puuston kasvuun Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa. Abstract: Effect of strip roads on the growth and yield of young spruce stands in southern Finland. *Folia Forestalia* 756. 36 s.
- & Väisänen, J. 1980. Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Abstract: Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield. *Folia Forestalia* 450. 14 s.
- Jacobson, S., Kukkola, M., Mälkönen, E., Tveite, B. & Möller, G. 1996. growth response of coniferous stands to whole-tree harvesting in early thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(1): 50-59.
- Jalava, M. 1949. Laatupuiden kasvattamisesta. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 66(1): 35-36.
- , Heiskanen, V., Lihtonen, V. & Sippola, H. (toim.) 1957. *Metsäkäsikirja*. 2. osa. 1115 s.
- Jokimäki, J. 2000. Pystytäänkö uusilla metsänkäsittelyohjeilla vaikuttamaan talousmetsien linnuston monimuotoisuuteen? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 786: 69-76.
- & Kaisanlahti-Jokimäki, M-L. 2000. Metsänkäsittelyjen vaikutukset Ylä-Lapin pesimälinnustoon - alustavia tuloksia kokeellisista lintututkimuksista. *Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja* 30: 105-113.

- Jouhiahho, A. & Uusitalo, J. 2001. Ensiharvennussuunnitelman oksaisuuslaatu Pohjois-Karjalan alueella. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 130. 39 s. + 1 liite.
- Juntunen, M-L. (red.) 1987a. Arbetssäkerhet och belastning vid självverksam skogsägares drivningsarbete - NSR slutrapport. Summary: Work safety and strain of self-employed forest owners during logging. Seloste: Työturvallisuus ja kuormittuminen omatoimisten metsänomistajien puunkorjuussa. Folia Forestalia 688. 45 s.
- 1987b. Vaara-analyysi metsänomistajien hakkuutyössä ennen ja jälkeen lyhyen hakkuutekniikkakurssin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 280. 20 s.
 - 1999. Metsä ihmisen työympäristönä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 215-220.
 - & Suomäki, H. 1993. Ikääntyvät metsäkoneyrittäjät ja hakkuun koneellistuminen. Summary: Aging forest machine contractors and the mechanization of wood harvesting. Folia Forestalia 808. 22 s.
- Jylhä, P. 1995a. Nuoren metsän ihmistyövaltaisen kunnostushakkuun kannattavuus Keski-Pohjanmaan ojitusalueilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 560. 40 s.
- 1995b. Nuoren metsän kunnostus metsänparannustyölajina. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 34-41.
 - 1995c. Nuorten metsien metsänhoidollinen tila ennen kunnostushakkuuta ja sen jälkeen Keski-Pohjanmaan ojitusalueilla. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1995(1): 3-20.
- Jäkälä, M. & Mäkinen, P. 2000. Metsäkoneyrittäjät energiapuun korjuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 778. 20 s.
- Jämsä, J. 1991. Harvennushakkuiden liiketaloudellinen edullisuus metsälötasolla. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 76 s.
- Järveläinen, V-P. & Snellman, V. 1965. Suomen metsätyömiesten asumistaso v. 1950 ja v. 1963. Summary: Level of housing of forest workers in Finland in 1950 and 1963. Folia Forestalia 13. 15 s.
- Jääskeläinen, J. 1987. Kasvu- ja harvennussuunnitelman vaikutus Metsälaskelman tuloksiin. Metsänarvioimistieteen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 89 s.
- Kahala, M. 1980. Puutavaran valmistus moottorisahalla. Summary: Preparation of timber with powersaw. Metsätehon katsaus 364. 19 s.
- 1981. Pieniläpimittaisen lehtikokopuun metsäkuljetus. Metsätehon katsaus 6/1981.
 - 1984. Osapuunakorjuu eteläsuomalaisissa harvennussuunnitelmaolosuhteissa. Summary: Part-tree harvesting in thinnings in southern Finland. Metsätehon tiedotus 386. 19 s.
 - & Kuitto, P-J. 1985. Osapuunakorjuu mäntyvaltaisissa myöhemmissä harvennuksissa. Metsäteho. Moniste 14.6.1985. 26 s.
 - & Kuitto, P-J. 1986. Puutavaran metsäkuljetus keskikokoisella kuormatraktorilla. Summary: Forest haulage of timber using medium-sized forwarder. Metsätehon katsaus 10. 4 s.
 - & Salminen, J. 1968. Paperipuiden runkoina korjuu harvennusleimikossa. Summary: Tree-length logging of pulpwood in thinnings. Metsätehon tiedotus 272. 22 s.
 - & Savolainen, R. 1968. Tutkimus ajouravälin vaikutuksesta paperipuun hakkuussa. Summary: Study on the effect of strip road spacing in pulpwood cutting. Metsätehon tiedotus 280. 15 s.
- Kaivola, A. 1993a. Nuoret metsät kunnostettava. Teho 4/93: 21-23.

- Kalaja, H. 1984. An example of terrain chipping system in first commercial thinning. Seloste: Esimerkki ensiharvennuspuun korjuusta palstahaketusmenetelmällä. Folia Forestalia 584. 18 s.
- 1991. Tapio 250 ja 330R -hakkuukoneet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 380. 20 s.
- Kalela, E. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinland. Acta Forestalia fennica 44(2). 198 s. + 6 juuristokarttaa.
- 1939. Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. Referat: Über den Zuwachs der herrschenden Kiefern und Fichten auf Pyrolatyp. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 27(6). 43 s.
- 1942. Sekametsiköitä käsitellään ymmärtämiseksi. Metsätaloudellinen aikakauslehti 59(4): 120-123.
- 1949. Harvennus- ja uudistushakkaukset ja niiden perusteet. Tapion Taskukirja. 12 painos. Sivut 99-120.
- 1954. Om inplantering av gran i björkbestånd. Skogsbruket. Sivut 32-33.
- 1955. Hakkuun vaikutuksesta männikön juurisuhteisiin. Summary: The effect of cuttings upon the root relations of pine stands. Metsätaloudellinen aikakauslehti 72(12): 405-406.
- 1961a. Luvut Harvennushakkuut ja Väljennushakkuut. Teoksessa: Kalela, E. 1961. Metsät ja metsien hoito. Metsänhoidon alkeita. 2. laitos. Werner Söderström Oy. Porvoo. Sivut 272-301.
- 1961b. Metsiköiden kunnostaminen. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja. Helsinki. 58 s.
- 1962. Taimistojen luontaisesta harvenemisesta. Über die natürliche Ausscheidung der Pflanzenbestände. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55(19). 10 s.
- Kalland, F. 1995. Monimuotoisuus ja hakkuut. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 564: 135-136.
- Kallio, K. 1957. Käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoiden kehityksestä Suomen lounaisosassa. Taksatoris-liiketaloudellinen tutkimus. Summary: On the development of spruce forests of the Oxalis-Myrtillus site type in the South-West of Finland. Forest mensuration and management research. Acta Forestalia Fennica 66(3). 155 s.
- 1960. Etelä-Suomen kylvömänniköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: Structure and development of pine stands established by sowing in South Finland. Acta Forestalia Fennica 71(3). 78 s.
- Kangas, A. & Kangas, J. 1997. Mallit, ennusteet ja simulointi metsätalouden laskentajärjestelmissä. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(3): 389-404.
- , Kangas, J., Korhonen, K. T., Maltamo, M. & Päivinen, R. 1990. Metsää kuvaavat mallit. Silva Carelica 17. 143 s.
- Kangas, Y. 1968. Beschreibung des Wachstums der Bäume als Funktion ihres Alters. Ein Beitrag zu den methodischen Grundlagen der mathematischen Wachstumsanalyse. Acta Forestalia Fennica 90. 136 s.
- Kanninen, K. 1977. Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä. Summary: Forms of remuneration and their influence on forest work. Folia Forestalia 315. 25 s.
- 1984. Työnjohdolliset turvallisuustoimenpiteet hakkuutyössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 159. 71 s.
- 1988. Metsäkoneurakoitsijan henkilökuva. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 44-57.

- 1993. Sisäisten mallien teoria hakkuutyötapaturmien selittäjänä. Summary: Theory of internal models in explaining logging accidents. *Folia Forestalia* 817: 49 s.
- (toim.) 1999. Metsäteknologia muuttuvassa metsätaloudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 272 s.
- & Heino, M. (toim.) 1997. Miten puunkorjuun tutkimus vastaa ajan haasteisiin? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 112 s.
- Karjalainen, E. 1994. Maiseman havaitseminen, kokeminen ja arvostukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 488: 89-96.
- 2000. Metsänhoitovaihtoehtojen arvostus ulkoilualueilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 776: 123-136.
- 2001. Maisema-arvostukset ja niiden tutkimus. Julkaisussa: Kangas, J. & Kokko, A. (toim.) 2001. Metsän eri käyttömuotojen arvottaminen ja yhteensovittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 800: 175-188.
- & Sievänen, T. (toim.) 2001. Metsien maisemalliset arvot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 800: 161-200.
- Karjalainen, H. (toim.) 1991. Elävä metsä. Uhanalainen luonto ja metsänhoito. Suomen Metsänhoitajaliitto ry., Maailman Luonnon Säätiö WWW Suomen rahasto. 176 s.
- Karlsson, K. 1999. Haavan kasvatus paperin raaka-aineeksi. Sammandrag: Odling av asp till råmaterial av papper. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725: 85-87 ja 148-149.
- Katila, M. 1990. Luonnonpoistuman ennustaminen männikössä kuolemistodennäköisyyden mallilla. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Moniste. 55 s.
- Kaunisto, S. 1996a. Fosforin ja kaliumin poistuma rämeeltä ensiharvennuksessa. Teoksessa: Finer, L., Ilvesniemi, H., Kortelainen, P. & Karvinen, L. (toim.) 1996. Metsätalouden ympäristökuormitus — tutkijaseminaari Vääksyssä Päijänne-luontokeskuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607: 26-28.
- 1996b. Massahakemenetelmä ja ravinnepoistuma rämeen ensiharvennusmetsikössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 15-23.
- & Moilanen, M. 1998. Kasvualustan, puuston ja harvennuspoistuman sisältämät ravinnemäärät neljällä vanhalla ojitusalueella. Metsätieteen aikakauskirja - *Folia Forestalia* 1998(3): 393-410.
- & Viinamäki, T. 1991. Lannoituksen ja leppäsekoituksen vaikutus mäntytaimikon kehitykseen ja suonpohjaturpeen ominaisuuksiin Aitonevalla. Summary: Effect of fertilization and alder (*Alnus incana*) mixture on the development of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) trees and the peat properties in a cutover area at Aitoneva, southern Finland. *Suo* 42(1): 1-12.
- Kaurinkoski, S. 2000. Hämmäntävä kiertoaikakeskustelu. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 329-331.
- Kellomäki, S. 1973. Ulkoilijoiden metsikköarvostukset. Tutkimus eräiden Helsingin ulkoilualueiden käyttäjien maisemanhoidollisista tavoitteista. Ympäristönsuojelun lisensiaattityö. Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos. Moniste. 90 s.
- 1975. Metsän esteettinen arvo. *Suomen Luonto* 34(6): 315-318.
- 1978. Recreational potential of a forest stand. *Seloste: Metsikön ulkoilupotentiaali*. *Silva Fennica* 12(3): 179-186.
- , Hänninen, H. & Kolström, T. 1988. Model computations on the impacts of the climatic change on the productivity and silvicultural management of the forest ecosystem. Tiivistelmä: Ekologiseen malliin perustuvia laskelmia ilmaston muu-

- toksen vaikutuksesta metsän uudistamiseen ja kasvatukseen. *Silva Fennica* 22(4): 293-305.
- , Hänninen, H. & Kolström, T. 1993. Computations on the effect of climatic warming on growth and development of Scots pine stands in boreal conditions: introducing frost damage of trees in a gap-type forest ecosystem model. *Ecological Application* 5: 42-52.
 - & Kolström, M. 1992a. Computations on the management of seedling stands of Scots pine under the influence of changing climate in southern Finland. Tiivistelmä: Ilmastomuutoksen vaikutus männyntaimikoiden hoitotarpeeseen Etelä-Suomessa: simulointiin perustuvia laskelmia. *Silva Fennica* 26(2): 97-110.
 - & Kolström, T. 1992b. Simulation of tree species composition and organic matter accumulation in Finnish boreal forests under changing climatic conditions. *Vegetatio* 102: 47-68.
 - & Kolström, M. 1993. Computations on the yield of timber by Scots pine when subjected to varying levels of thinning under a changing climate in southern Finland. *Forest Ecology and Management* 59: 237-255.
 - , Kolström, T., Valtonen, E. & Väisänen, H. 1989. Simulations on the occurrence of dead trees in natural pine stands. Tiivistelmä: Ekologiseen malliin perustuvia laskelmia kuolleiden puiden esiintymisestä luontaisesti kehittyvissä männiköissä. *Silva Fennica* 23(3): 203-214.
 - , Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1988. Männyn laatukasvatus. Loppuraportti. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. Final report of the study project. 140 s.
 - , Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. *Silva Carelica* 23. 133 s.
 - & Savolainen, R. 1984. The scenic value of the forest landscape as assessed in the field and the laboratory. *Landscape planning* 11(2): 97-107.
 - & Seppälä, M. 1987. Simulations on the effects of timber harvesting and forest management on the nutrient cycle and productivity of Scots pine stands. Tiivistelmä: Ekosysteemimalliin perustuvia laskelmia puun korjuun ja metsänkäsittelyn vaikutuksesta männikön ravinnekiertoon ja tuottavuuteen. *Silva Fennica* 21(2): 203-236.
 - , Väisänen, H., Hänninen, H., Kolström, T., Lauhanen, R., Mattila, U. & Pajari, B. 1992. A simulation model for the succession of the boreal forest ecosystem. Tiivistelmä: Pohjoisen havumetsän suksessiota kuvaava simulointimalli. *Silva Fennica* 26(1): 1-18.
 - , Väisänen, H. & Strandman, H. 1994. Response of boreal forest ecosystems to climatic change and its silvicultural implications: modelling. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 24: 14-19.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1972. Hakkuusarjat ojitettujen soiden puustoille. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Keränen, R., Pohjola, T. & Mustonen, A. 1991. Harvennustavan ja työmenetelmän vaikutus harvesterin tuotokseen ja kantorahatuloon. Metsähallitus, kehittämisyksikkö. Tiedote 6. 5 s.
- & Teittinen, A. 1986. Työn keventäminen harvennushakkuussa rullapukin avulla. Metsähallitus, Hirvas. Koeselostus 231. 7 s.
- Keskimölö, A. 1994. Energiapuun korjuumenetelmien vertailua Kivalon tutkimusalueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 518. 30 s.
- Kilkki, P. 1963. Erilaisten metsiköiden kasvatuksen suhteellinen edullisuus. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 80(12): 498-500.

- 1971. Optimization of stand treatment based on the marginal productivity of land and growing stock. Seloste: Maan ja puuston rajatuottavuuksiin perustuva metsikön käsittelyn optimointi. Acta Forestalia Fennica 122. 7 s.
- 1972. Metsikön hakkuuohjelman optimointi. Julkaisussa: Harvennuspuun korjuu. Harvennuspuun korjuun koneellistamistoimikunta. SITRA. Helsinki. Sivut 119-137.
- , Pohjola, T. & Pohtila, E. 1985. Puiden ryhmittäisyyden huomioonottaminen harvennusmalleissa. Summary: Use of the spatial distribution of trees in thinning models. Silva Fennica 19(2): 137-143.
- & Väisänen, U. 1969. Determination of the optimum cutting policy for the forest stand by means of dynamic programming. Seloste: Metsikön optimi-hakkuuohjelman määrittäminen dynaamisen ohjelmoinnin avulla. Acta Forestalia Fennica 102. 23 s.
- Kirkkala, A., Sikanen, L., Harstela, P., Ruha, T. & Tarnanen, T. 2000. Sakkosegmentoitu tavoitejakauma apteeraustuloksen arvioinnissa ja jakauma-asteen laskennassa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 59-61.
- Kiuru, H. 1991. Jalopuiden taimikonhoito ja harvennukset. Metsä ja Puu 10: 30-31.
- Kivinen, V-P. & Uusitalo, J. 1999. Sumea logiikka ja sen soveltaminen hakkuukoneen apteerauksen ohjauksessa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 4/1999: 734-739.
- Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. Silva Fennica 27(3): 179-194.
- Koivisto, P. 1950. Harmaalepän vaikutuksesta mäntymetsikön kehitykseen ja kasvuun. Konekirjoite. Helsinki.
- 1957. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Lisensiaattityö. Moniste. 158 s.
- 1958. Koivikoiden kasvatuksesta ja tuotoksesta. Summary: On the thinning and yield of birch stands. Metsätaloudellinen aikakauslehti 75(3-4): 88 ja 91-93.
- 1972. Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä. Abstract: On the development of Scots pine stands in central Finland. Folia Forestalia 142. 19 s.
- Koivunen, J. 1989. Männyn ja koivun kuivien ja elävien oksien alkamiskorkeuden ennustaminen. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Moniste. 44 s.
- Kokkila, M. 2001. Paikkatietopohjainen kulkukelpoisuusarviointi puunkorjuun suunnittelun ja toteutuksen apuvälineenä. Metsätieteen aikakauskirja 4/2001: 640-643.
- Kokko, P. & Siren, M. 1997. Korjuujäljen taloudellinen merkitys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 47-54.
- Kokkonen, J. 1989. Taimikon varhaiskehityksen dynamiikka muokatulla uudistus-alalla. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 73 s.
- Kolström, T. 1991. Modelling early development of a planted pine stand: An application of object-oriented programming. Forest Ecology and Management 42: 63-77.
- 1992. Dynamics of uneven-aged stands of Norway spruce: a model approach. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 411. 29 s. + liitejulkaisut (13, 15, 14 ja 21 s.).
- 1993. Modelling the development of an uneven-aged stand of Picea abies. Scandinavian Journal of Forest Research 8(3): 373-383.

- Korpilahti, A. 1986a. Kaatava kourasaha ensiharvennusmännikön osapuunakorjuussa. Summary: A felling grapple saw for tree-section harvesting in a first-thinning pine stand. *Metsätehon tiedotus* 396. 16 s.
- 1986b. Ojitusalueen koivikon korjuu osapuuna. *Metsätehon katsaus* 3. 4 s.
- Korpilahti, E. 1995. Luonnon monimuotoisuus metsätaloudessa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1995(4): 312-321.
- Koskela, J. 2000. A process-based growth model for the grass stage pine seedlings. *Silva Fennica* 34(1): 3-20.
- Kubin, E. 1985. Jatkuva kasvatus pienmetsälön metsien hoidon vaihtoehtona. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 182: 24-31.
- Kuitto, P.-J. 1992. Koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus -maksuperusteselvelytys 1990-1991. Summary: Mechanized cutting and forest haulage. *Metsätehon katsaus* 9. 8 s.
- 1994a. Integroitu puupolttoaineen ja teollisuuden ainespuun tuotanto ketjukarsinta-kuorintatekniikalla. Teoksessa: Alakangas, E. (toim.) 1994. Vuosikirja 1993, osa 1. Bioenergian tutkimusohjelman julkaisuja 3: 133-146.
- 1994b. Ketjukarsintakuorinta - uutta ensiharvennuspuun hankintaan. *Teho* 1: 8-9.
- 1999. Pienpuun hankinta ja käyttö raaka-aineeksi ja energiaksi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 145-157.
- , Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Summary: Mechanized cutting and forest haulage. *Metsätehon tiedotus* 410. 37 s. + 13 liitettä.
- & Mäkelä, M. 1988. Kuormainharvesteri ensimmäisessä ja toisessa harvennuksessa. Summary: Boom-mounted harvester in first and second thinnings. *Metsätehon katsaus* 7. 4 s.
- & Rieppo, K. 1993. Peterson Pacific DDC 5000 -ketjukarsinta-kuorintahaketusyksikkö ensiharvennuspuun hankinnassa. *Metsätehon katsaus* 3. 8 s.
- Kukkola, M. & Mälikönen, E. 1997. The role of logging residues in site productivity after first thinning of Scots pine and Norway spruce stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 640: 230-237.
- Kuusela, K. 1956. Hakkuilla käsiteltyjen koivikoiden rakenteesta ja kasvusta. Summary: On the structure and growth of birch stands treated with cuttings. *Silva Fennica* 90(3). 21 s.
- 1995. Havaintoja metsän rakenteesta biologisen monimuotoisuuden kannalta Suomessa ja Venäjän pohjois-luoteisosassa. Teoksessa: Myllynen, A.-L., Saastamoinen, O., Sinkevich, S. & Harju, A. (toim.) 1995. Metsätalous ja luonnon monimuotoisuus: Suomi, Karjalan tasavalta ja Karjalan kannas. Joensuussa 29.11-1.12.1994 pidetyn lähialueseminaarin esitelmät. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 34: 43-50.
- & Kilkki, P. 1963. Multiple regression of increment percentage on other characteristics in Scotch-pine stands. Seloste: Kasvuprosentin ja muiden metsikkötunnusten välinen yhteiskorrelaatio männiköissä. *Acta Forestalia Fennica* 75(4). 40 s.
- Kuutsa, J. 1994. The modern scandinavian harvesting technology. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 17: 87-90.
- Kyttälä, T. 1978. Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa. Summary: Aspects of work organizing in logging. *Folia Forestalia* 361. 37 s.
- Kärhä, K. 1994. Hakkuutähteen talteenotto osana puunkorjuun kokonaisurakointia. Metsäteknologian syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 46 s.

- , Mäkinen, P. & Salo, E. 2000. Metsäpalveluyrityksen menestyminen ja siihen vaikuttavat tekijät. Abstract: Success factors of service enterprises in forestry. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 768. 55 s. ja 18 liites.
- Kärkkäinen, M. 1973. Runkojen järeys puunkorjuun monitoimikoneiden ajanmenekin ennustamisessa. Summary: The size of stems in estimating the time consumption of processors. *Silva Fennica* 7(1): 1-7.
- 1976. Kokopuuhakkeen tiheyden mittaaminen. Summary: Measurement of basic density of total tree chips. *Silva Fennica* 10(3): 198-211.
- 1977. Harvennuspuiden kasvatuksen ja korjuun ongelmia. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 4/77. 57 s.
- Laiho, O. 1986. Puuston rakenteen vaikutus metsikön kasvatusihteyteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219: 121-142.
- 1987. Metsiköiden alttius tuulituholle Etelä-Suomessa. Summary: Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706. 24 s.
- 1993. Koivun uudistaminen ja kasvatusta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 28-34.
- 1994. Varttuneiden metsiköiden erirakenteisuus Etelä-Suomessa 1950-luvun alussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 495: 129-139.
- , Lähde, E. & Norokorpi, Y. 1996. Rakennetta monimuotoistavat ja yksipuolistavat hakkuut nuorena kuusivaltaisessa metsikössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 49-59.
- , Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1996. Tasarakenteisten ja erirakenteisten metsiköiden kasvu Etelä-Suomessa 1950-luvulla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema. Raportti 27. 6 s.
- , Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1999. Metsän rakenne ja kehitys. Teoksessa: Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719: 6-32.
- Laitakari, E. 1937. Ylä- vai alaharvennus? Keskusmetsäseura Tapion ja metsänhoitolautakuntain toiminta v. 1936, s. 244-252. Helsinki.
- Laitinen, J. 1978. Kuormatraktorin tekninen käyttöaste. Abstract: Mechanical availability of forwarders. *Folia Forestalia* 372. 13 s.
- & Takalo, S. 1977. Moottorisahavintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Abstract: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. *Folia Forestalia* 328. 31 s.
- Lakari, O. 1920. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltypillä. Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 2(1). 180 s.
- Lakio, L. 1953. Puutavaralajit ja niiden valmistus. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 44 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 12(3). 72 s.
- 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). Selostus: Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivusekametsikön kehityksestä Suomen eteläpuoliskosta kootun aineiston perusteella. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 15(2). 241 s.

- 1938. Sekametsien kasvatuksesta. Die Erziehung von Mischbeständen. Metsänhoitajien jatkokurssit III, 1937. Silva Fennica 46: 132-144 ja 241.
- 1942. Siperian lehtikuusen kasvusta sekametsiköissä Evon valtionpuistossa. Referat: Über den Zuwachs der sibirischen Lärche in den Mischbeständen des Staatsforstes Evo. Acta Forestalia Fennica 50(8). 19 s.
- Larjavaara, M. 2000. Kiertoajan suorat vaikutukset. Metsätieteen aikakauskirja 3/2000: 483-484.
- Lassila, I. 1930. Työtieteellisiä tutkimuksia metsätyöstä. I. Pinopuun teko. Summary: Studies on efficiency of labour in forest work. I. Preparation of piled wood. Acta Forestalia Fennica 36(2). 88 s.
- Lauhanen, R. 1991. Ilman rikkidioksidin pitkäaikaiset vaikutukset Etelä-Suomalaisen männikön kasvuun, tuotokseen ja harvennukseen: simulointimalliin perustuva tutkimus. Tietotaulun lyhennelmä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 383, s. 74.
- 1994. Puunkorjuu ojitusalueen kunnostuksen pullonkaula? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 68-74.
- Laurila, M. 1972. Puun kasvun ennustaminen. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 98 s. + liitteet.
- Lehtikangas, P. 1988. Koivusekoituksen vaikutus nuorten mäntyjen oksikkuuteen. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Metsänhoitotieteen tutkielma. Moniste. 39 s.
- Lehtonen, E. 1976. Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla. Summary: Felling of small-sized trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw. Folia Forestalia 261. 27 s.
- Levanto, S. & Seppänen, P. (toim.) 1982. Maatilan puunkorjuu. Litocenter Oy, Helsinki. Työtehoseuran julkaisuja 243. 140 s.
- Lillandt, M., Korhonen, T. & Hurskainen, J. 1999. Korjuun koneellistuminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 128-138.
- Lilleberg, R. 1985. Harvennushakkuiden korjuuolosuhteet 1990-luvulla. Summary: Harvesting conditions for thinnings in the 1990s. Metsätehon katsaus 14. 4 s.
- 1990a. Kuormainharvesteri avo- ja harvennushakkuissa. Maksuperustetutkimus. Metsäteho. Moniste. 21 s.
- 1990b. Possibilities of multi-tree processing in thinnings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 355: 187-190.
- 1990c. Puiden joukkokäsittelyn mahdollisuuksista harvennushakkuissa: tuloksia esitutkimuksesta. Metsäteho. 7 s.
- 1991. Harvennustapa ja puiden joukkokäsittely ensiharvennusmännikön koneellisessa hakkuussa. Summary: The thinning method and multi-tree handling in mechanized first thinning of pine stands. Metsätehon tiedotus 406. 11 s.
- 1995. Harvennustapa männikön ensiharvennuksessa. Metsätehon katsaus 3. 8 s.
- 1997. New techniques for small-tree harvesting. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 640: 65-70.
- & Raitanen, A. 1989. Etelä-Suomen harvennusmetsien määrä ja korjuuolosuhteet vuosina 1988-2000. Summary: The amount of thinning forests in southern Finland - harvesting conditions 1988-2000. Metsätehon tiedotus 401. 19 s.
- Lindholm, W. 1909. Hakkauslaskelma harsintataloudessa. Suomen Metsänhoito-yhdistyksen julkaisuja 26(3): 323-355.
- Lindroos, J. & Rajamäki, J. & Örn, J. 1993. Puunkorjuukustannusten vertailu 1993. Summary: The costs of different harvesting systems in Finland 1993. Metsätehon moniste 1.2.1993. 30 s.

- & Örn, J. 1990. Puunkorjuukustannusten vertailu 1990. Metsäteho. Moniste. 33 s.
- & Örn, J. 1991. Puunkorjuukustannusten vertailu 1991. Metsäteho. Moniste. 33 s.
- Liski, J. 2000. Millainen kiertoaika eduksi metsien hiilitaloudelle? Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 4/2000: 639-642.
- Loven, L. 1973a. Metsäammattimiesten maisemanhoidolliset arvostukset. Summary: Landscape preferences of professional foresters. Silva Fennica 7(1): 8-23.
- 1973b. Metsäympäristön viihtyisyystekijät. Summary: Amenity factors in forest environment. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Julkaisuja n:o 3. 121 s.
- Luonnon monimuotoisuus yksityismetsissä. 1995. MTK:n ohjelma ja suositukset. Moniste. Helsinki.
- Lyly, O. & Saksa, T. 1982. Pituuskasvun vaihtelu ja puuluokkien eriytyminen nuorella istutusmännikössä. Abstract: Variation on height growth and differentiation of tree classes in a young Scots pine plantations. Folia Forestalia 532. 11 s.
- Lähde, E. 1983. Jatkuva kasvatus metsänkäsittelyn yhtenä vaihtoehtona. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 53-62.
- 1985a. Eri-ikäisrakenteisen metsän tavoitteelliset runkolukusarjat jatkuvaa kasvatusta käytettäessä leimauksen jälkeen. Metsä 2000 ohjelman metsien hoidon ja käsittelyn työryhmän vaihtoehtoja eli biologisekologista ohjelmaa varten laaditut taulukot ja kirje metsähallitukselle 17.4.1985.
- 1985b. Jatkuvan kasvatuksen edellytykset ja käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182: 4-12.
- 1986a. Harsinnasta jatkuvaan kasvatukseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219: 89-105.
- 1986b. Prof. Risto Sarvaksen harsintatutkimus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219: 78-88.
- 1991. Picea abies-dominated naturally established sapling stands in response to various cleaning-thinnings. Scandinavian Journal of Forest Research 6(4): 499-508.
- 1992. Natural regeneration of all-sized spruce-dominated stands treated by single tree selection. Julkaisussa: Hagner, M. (toim.) 1992. Proceedings from an inter-nordic workshop, June 22-25 1992. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Reports 35: 117-123.
- (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719. 90 s.
- , Laiho, O. & Norokorpi, Y. 1999a. Ekometsänhoidon perusteet ja mallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 736. 61 s.
- , Laiho, O. & Norokorpi, Y. 1999b. Hoitomenetelmät. Teoksessa: Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719: 66-72.
- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994a. Structure and yield of all-sized and even-sized conifer-dominated stands on fertile sites. Annales des Sciences Forestieres 51(2): 97-109.
- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994b. Structure and yield of all-sized and even-sized Scots pine-dominated stands. Annales des Sciences Forestieres 51(2): 111-120.
- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994c. Tree and stand increment in all-sized and even-sized mixed stands. Julkaisussa: Pinto da Costa, M. & Preuksler, T. (toim.) 1994. Mixed stands. Proceedings from the symposium of the IUFRO working groups, April 25-29 1994, Lousa/Coimbra, Portugal. Sivut 147-157.

- , Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1999. Uudistuminen ja kasvatus. Teoksessa: Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719: 32-58.
- Lönnroth, E. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta Forestalia Fennica 30(1). 269 s + 60 graafista taulua.
- 1929. Theoretisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. Acta Forestalia Fennica 34(32). 15 s. + 2 graafista kuva.
- Makkonen, O. 1954. Metsätöiden vertailevan aikatutkimuksen periaate. Summary: The principle of comparative time studies in forest work. Acta Forestalia Fennica 61(14). 18 s.
- & Harstela, P. 1969. Kirves- ja moottorisahakarsinta pinotavaran teossa. Summary: Declimbing by axe and power saw in making cordwood. Folia Forestalia 72. 31 s.
- Malinen, J. 1992. Männyn valtapituuden ennustaminen sekamallitekniikalla. Joensuu yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 47 s.
- , Maltamo, M. & Nuutinen, T. 1999. Metsävaratietojen ylläpitomenetelmät. Suunnittelun lähtötietojen laskennallinen ajantasaisuus - esimerkkinä MELA. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 741: 58-68.
- Maliniemi, E. 1953. Tilastollinen tutkimus sahapuiden hakkuusta ja ajosta Perä-Pohjolassa. Statistical investigation into the felling and haulage of sawlogs in Perä-Pohjola (the Far North). Silva Fennica 82. 27 s.
- Maltamo, M. & Laukkanen, S. (toim.) 2001. Metsää kuvaavat mallit. Silva Carelica 36. 239 s.
- Melkko, M. & Mäkelä, M. 1980. Joukkokäsittelyprosessori harvennushakkuussa. A multi-tree handling processor in thinnings. Metsätehon moniste 25.4.1980. 7 s.
- Meriläinen, A. 1998. Ensiharvennuspuun käytön tehostamismahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 699: 49-56.
- , Piironen, M-L., Niemistö, P. & Murtovaara, I. (toim.) 1998. Metsätalouden kestävyys ojitusalueilla ja puuvarojen hyödyntäminen Pohjanmaalla. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 699. 60 s.
- Metsäluonnon hoito hakkuissa ja metsän uudistamisessa. 1997. Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio. Helsinki. Moniste. 12 s. + liitteet.
- Metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen. 1998. Metsälaki ja kestävä metsätalouden rahoituslaki. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 160 s.
- Metsänhoidon opas. 1995. Metsäluonto ja metsänhoito Pohjois-Karjalassa. KM painotalo, Joensuu. 67 s.
- Metsäpelto, E. 1932. Ylispuiden kasvatuksesta ja vaikutuksesta nuoren metsän kasvuun. Metsätaloudellinen aikakauskirja 49(5-6): 156-157.
- Metsäteknologia. Oppi- ja käsikirja. 1950. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen oppikirjasarja, nro. 3. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 952 s.
- Mielikäinen, K. 1978. Puun kasvun ennustettavuus. Abstract: Predictability of tree growth. Folia Forestalia 363. 15 s.
- 1979. Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. Abstract: The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. Folia Forestalia 401. 23 s.
- 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and spruce stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(3). 82 s.

- 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 s.
- 1987. Metsikön puustoa ja yksittäistä puuta koskevia kasvumalleja. Metsäntutkimuslaitos, puuntuotoksen tutkimussuunta. *Moniste*. 22 s.
- 1989. Puhtaana vai sekaisin. *Metsä ja Puu* 5: 7-8.
- 1991. Kasvumallien perusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 384: 50-54.
- 1992. Growth models for predicting stand development. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 407: 10-14.
- 1993a. Harvennushakkuiden pitkäaikainen merkitys Suomen metsätaloudelle. Teoksessa: Myllynen, A.-L. & Sinkevich, S. (toim.) 1993. Venäläis-suomalainen harvennushakkuuseminaari. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 7: 93-98.
- 1993b. Monikäyttöinen sekametsä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 24-29.
- 1997a. Harvennustapa. *Tapion Taskukirja*, 23. uudistettu painos, sivut 207-208.
- 1997b. Metsän kasvattaminen. *Tapion Taskukirja*, 23. uudistettu painos. Sivut 204-215.
- 1997c. Onko metsien harventaminen tarpeellista? *Metsänhoitaja* 2/1997: 4-7.
- 1998. Poimintahakkuu ei aina sovi. *Helsingin Sanomat* 12.10, n:o 276 (35859), s. 11.
- & Gustavsen, H. 1993. The empirical basis for tree and stand modelling in Finland. In: Nyyssönen, A., Poso, S. & Rautala, J. (eds.) 1993. *Proceedings of the Ilvessalo Symposium on National Forest Inventories, August 1992*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 444: 179-184.
- & Hakkila, P. 1998. Review of wood fuel from precommercial thinning and plantation cleaning in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 667: 29-35.
- , Hirvelä, H., Härkönen, K. & Malinen, J. 1995. Energiapuu osana metsänkasvatusta Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 556. 56 s.
- & Valkonen, S. 1991. Harvennustavan vaikutus varttuneen metsikön tuotokseen ja tuottoihin Etelä-Suomessa. Summary: Effect of thinning method on the yield of middle-aged stands in southern Finland. *Folia Forestalia* 776. 22 p.
- & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 81-97.
- Miettinen, L. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. Referat: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Finlandiae editae* 16(3). 105 s.
- 1931. Harvennusasteikot harvennushakkausten ohjeena. *Metsätietoa* I(2): 76-83.
- 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisslerlenbestände. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 18(1). 100 s.
- 1952. Piirteitä Murrayn männyn kasvusta ja kehityksestä. Summary: On the growth and development of lodgepole pine stands (*Pinus contorta latifolia* s. Wats.). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(9). 14 s.
- Miina, J. 1994. Spatial growth model for Scots pine on drained peatland. *Silva Fennica* 28(1): 15-27.
- 1996a. Management of Scots pine stands on drained peatland: A model approach. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 43. 29 s.
- 1996b. Optimizing thinning and rotation in a stand of *Pinus sylvestris* on a drained peatland site. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(2): 182-192.

- 1998. Preparation of stand management models using simulation and optimization. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 68: 153-163.
- , Kolström, T. & Pukkala, T. 1991. An application of a spatial growth model of Scots pine on drained peatland. *Forest Ecology and management* 41: 265-277.
- & Pukkala, T. 1995. Comparison of thinning methods in a Scots pine stand on drained peatland. A simulation study. *Harvennusmenetelmien vertailu ojitetun turvemaan männikössä. Simulointitutkimus. Suo* 46(1): 1-7.
- Mikkonen, E. 1983. Eräiden matemaattisen ohjelmoinnin menetelmien käyttö puun korjuun ja kuljetuksen sekä tehdaskäsittelyn menetelmävalinnan apuvälineenä. Summary: The usefulness of some techniques of the mathematical programming as a tool for the choice of timber harvesting system. *Acta Forestalia Fennica* 183. 110 s.
- 1984. Puutavaran metsäkuljetus maataloustraktorilla. Summary: Forest haulage of timber with an agricultural tractor. *Metsätehon tiedote* 391. 22 s.
- 1998. Teknologia säästää puuta ja luontoa. Kirjassa: Reunala, A., Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. *Vihreä valtakunta. Suomen metsäklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö*. Sivut 50-51.
- & Mäkelä, M. 1983. Kaato-kasauskoneiden käytön kannattavuus. *Metsätehon katsaus* 4. 4 s.
- Mikkonen, T. 1988a. Ojitusalueiden hakkuu tavaralajimenetelmällä. *Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus* 153. 48 s.
- 1988b. Pitkän puutavaran valmistus ojitusalueella. *Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tiedote* 2/88. 4 s.
- Mikola, P. 1984. Harsintametsätalous. Summary: Selection system. *Silva Fennica* 18(3): 293-301.
- Moilanen, M. 1985. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rämeillä. Summary: Effect of fertilization and thinning on the growth of birch (*Betula pubescens*) on the drained mires with thin peatlayer. *Folia Forestalia* 629. 29 s.
- Monimuotoinen metsätalous. 1996. *Metsähallitus. Vantaa. Moniste*. 24 s.
- Moring, K. 1907. Bidrag till frågan om afverkningsberäkningen för blädningsskogar. *Finska Forstföreningens Meddelanden* 24: 146-163.
- Myllynen, A.-L., Saastamoinen, O., Valjaev, V., Gerasimov, Y. & Kilpeläinen, S. (eds.) 1994. *Forests, Environment and New Technology in Northern Europe. Proceedings of the international conference, held in Petrozavodsk, the republic of Karelia, Russia, September 1993. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja* 17. 480 s.
- Myllynen, A.-L. & Sinkevich, S. (toim.) 1993. *Venäläis-suomalainen harvennus-hakkuuseminaari. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja* 7. 103 s.
- Mäkelä, A. 1988. Models of pine stand development: An ecophysiological systems analysis. *Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitoksen julkaisuja* 62. 267 s.
- 1997. Puun laadun kehittymisen ennustaminen elintoimintoihin perustuvilla malleilla. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1/1997: 94-98.
- 1998. New silviculture - a challenge for physiologically based growth modelling. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 714: 33-37.
- & Hari, P. 1986. Stand growth model based on carbon uptake and allocation in individual trees. *Ecol. Modelling* 33: 205-229.

- , Mäkinen, H., Vanninen, P., Hynynen, J., Kantola, A. & Mielikäinen, K. 2000. Männiköiden tuotoksen ja laadun ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 794. 89 s.
- , Vanninen, P. & Ikonen, V-P. 1997. An application of process-based modelling to the development of branchines in Scots pine. *Silva Fennica* 31(3): 369-380.
- Mäkelä, H. & Salminen, H. 1991. Metsän tilaa ja muutoksia kuvaavia puu- ja puus- totunnusmalleja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 398. 265 s.
- Mäkelä, J. 1968. Puunkorjuun tuottavuuteen vaikuttavat tekijät maatala- metsätaloudessa. Summary: Factors affecting logging productivity in farm forests. *Acta Forestalia Fennica* 85. 116 s.
- 1982. Metsänomistajien omatoiminen puunkorjuu. Summary: The own timber harvesting of forest owners. Työtehoseura. Metsätiedote 10. 4 s.
- 1987. Maataloustraktorin käyttöön perustuva puunkorjuu. Summary: Logging in small-scale operations based on the use of the farm tractor. Työtehoseuran metsä- tiedote 14. 4 s.
- 1999. Omatoiminen puunkorjuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 139-144.
- Mäkelä, M. 1979a. Ainespuun korjuu Suomessa. Summary: Harvesting of industrial wood in Finland. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tie- donantoja 2/79. 68 s.
- 1979b. Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa. Summary: Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies. *Folia Forestalia* 378. 22 s.
- 1982. Monitoimikoneiden käyttömahdollisuudet myöhemmissä harvennuksissa. Summary: The uses of multipurpose logging machines in later thinnings. Metsä- tehon katsaus 11. 4 s.
- 1985. Korjuukustannusten ero harvennus- ja avohakkuussa. Summary: Differences between harvesting costs of thinning cutting and clear cutting. Metsätehon katsaus 2. 4 s.
- 1987. Kuormainharvesterin käyttö viimeisissä harvennushakkuissa. Summary: A boom-mounted harvester in final thinnings. Metsätehon katsaus 5. 4 s.
- 1989a. Koneellinen puunkorjuu kuusikon ensimmäisessä harvennuksessa. Summary: Mechanical harvesting in first thinnings of spruce stands. Metsätehon katsaus 10. 6 s.
- 1989b. Koneellinen puunkorjuu männikön ensimmäisessä harvennuksessa. Metsä- tehon katsaus 2. 6 s.
- 1990a. Menetelmä leimikon hinnoittelu- ja suunnittelutietojen määrittämiseksi. Marking for bucking of softwood and distribution into timber assortments in the different cutting methods. Metsätehon katsaus 7/1990. 4 s. + 4 liites.
- 1990b. Pienet kuormainharvesterit - Farmi Trac 5000 ja Nokka-Joker - ensihar- vennusten hakkuukoneina. Summary: The use of small one-grip harvesters - Farmi Trac 5000 ja Nokka-Joker - for first thinning. Metsätehon katsaus 12. 4 s.
- 1990c. Tavanomaiset kuormainharvesterit ensiharvennusten hakkuukoneina. Summary: The use of conventional one-grip harvesters for first thinning. Metsätehon katsaus 13. 4 s.
- 1990d. Turvemaiden koneellinen puunkorjuu kesäaikaisissa ensiharvennuksissa. Summary: Mechanized first thinning on unfrozen peatland. Metsätehon katsaus 4. 6 s.
- , Ari, T., Korhonen, K. ja Lipponen, K. 1994. Kantokäsittely koneellisessa hak- kuussa. Metsätehon katsaus 3. 8 s.

- Mäkinen, H. 1999. Growth, suppression, death, and self-pruning of branches of Scots pine in southern and central Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 29(5): 585-594.
- Mäkinen, P. 1986. Kokokehon värinä ajettaessa maataloustraktorilla metsässä. Summary: Whole-body vibration in farm tractors driven in the forest. *Folia Forestalia* 656. 24 s.
- 1987. Lumikenkien käyttö metsätyössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 259. 14 s.
 - 1988a. Metsäkoneurakoitsija yrittäjänä. Summary: Forest machine contractor as an entrepreneur. *Folia Forestalia* 717. 37 s.
 - 1988b. Metsäkoneurakoinnin kannattavuus ja vakavaraisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 58-66.
 - 1990. Lumikenkien käytön vaikutus hakkuutyön ajanmenekkiin ja kuormittavuuteen. Summary: Snowshoes in cutting work: effect on time expenditure and strain. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 368. 37 s.
 - 1993a. Metsäkoneyrittämisen menestystekijät. Summary: Success factors for forest machine contractors. *Folia Forestalia* 818. 23 s.
 - 1993b. Puutavaran kuljetusyriytysten menestymisen strategiat. Summary: Strategies used by timber truck transport companies to ensure business success. *Acta Forestalia Fennica* 238. 83 s.
 - 1999a. Puunhankinta lipuu muutosten kautta metsäkoneyrittäjien haltuun? Metsäntutkimus 1/99: 12-13.
 - 1999b. Puunkorjuu- ja kuljetusyriytykset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 158-167.
- Mäkinen, V. 1956. Tutkimuksia nuorten männiköiden ja koiviköiden ensimmäisen harvennuksen vaikutuksesta metsikön rakenteeseen ja harvennuksessa kertyvän puumäärän koostumuksesta. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite.
- 1958. Harvennuksen aiheuttamat muutokset nuorten männiköiden rakenteeseen. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 75(5): 164-167.
 - 1959. Harvennuksen aiheuttamasta muutoksesta nuoren männikön rakenteeseen. Summary: On the structural changes caused by thinning in young Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(7). 31 s.
 - 1967. Viljelykuusiköiden kasvu- ja rakennetunnuksia. Summary: Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands. *Folia Forestalia* 34. 18 s.
- Mäkelä, P. & Kangas, J. (toim.) 1993. Metsäluonnon ja -ympäristön hoito. Metsäntutkimuspäivä Joensuussa 1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 478. 68 s.
- New stand types in boreal forestry - ecological features and silvicultural consequences. 1998. Proceedings of a Nordic symposium, Vaasa, February 10-11, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714. 164 s.
- Niemelä, J., Spence, J., Langor, D., Haila, Y. & Tukia, H. 1994. Hakkuun vaikutukset havumetsän maakiitäjäisiin kahdella mantereella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482: 105-110.
- Niemeläinen, P. 1992. Mäntyrunkopuun raaka-ainetase ketjukarsintamenetelmässä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 40 s.
- Niemistö, P. 1987a. A method for evaluating the effect of strip roads on the growth and yield of coniferous stands. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry, Department of Operational Efficiency. Research Notes 98.
- 1987b. Nuoren hieskoivikon harventaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 255: 28-39.

- 1988a. Pohjanmaan hieskoivikot ja niiden käsittely. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 295: 13-26.
- 1988b. Puunkorjuun piilokustannukset - kuka maksaa? Metsä ja Puu 6: 18-21.
- 1989a. A simulation method for estimating growth losses caused by strip roads. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4(2): 203-214.
- 1989b. Vaihtoehtona laatuharvennus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 327: 55-79.
- 1990. Laatu puuta harventamalla. Metsä ja Puu 5: 8-10.
- 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. Summary: Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatlands in northern Finland. *Folia Forestalia* 782. 36 s.
- 1992a. Hies- ja rauduskoivun kasvatuksen erot. Teoksessa: Hartikainen, S. (toim.) 1992. Metsien kasvatusta -seminaari. Metsäkeskus Tapion metsäosaston julkaisu nro 1: 30-32.
- 1992b. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 432. 18 s.
- 1992c. Ylispuumäntyjen kasvu ja vaikutus taimikkoon. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 419: 34-43.
- 1994a. Harvennustapojen vertailu männikön ensiharvennuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 508: 9-12.
- 1994b. Männikön ensiharvennus ala-, ylä- tai laatuharvennusta käyttäen. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1994(1): 19-32.
- 1994c. Rauduskoivun kasvatusta. Teoksessa: Hannelius, S. (toim.) 1994. Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 13-18.
- 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvoskuusikon kehitykseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 87-103.
- 1997. Ensiharvennuksen ajankohdan ja voimakkuuden vaikutus istutetun rauduskoivikon kasvuun ja tuotokseen. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 4/1997: 439-454.
- 1998a. Development of tree stand during a protracted natural regeneration period of Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714: 141-146.
- 1998b. Metsien hoitotarve ja hakkuumahdollisuudet Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 699: 35-48.
- 1998c. Suomettien hoitamattomuuden ongelmat. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. Sivut 85-87.
- 1998d. Varttuneen hieskoivikon harventaminen ja kiertoaika Pohjois-Suomen turvemailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717: 5-16.
- 2000. Hieskoivut ojitusalueilla - riukuja vai rahapuita? *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 286-291.
- , Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkätietyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826. 26 s.
- & Poutiainen, E. 1998. Ensiharvennus istutetussa rauduskoivikossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 47-59.
- Nikula, A. 1988. Metsiköiden myrskytuhoalttiuteen vaikuttavat tekijät Pohjois-Suomessa. Mauri-myrskyn tuhojälkien tarkastelu. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 68 s.

- Niskanen, M. 1985. Puunkorjuu ojitusaluemetsissä. *Koneurakoitsija* 8: 30-31.
- Norokorpi, Y. 1994. Admixture of birch in planted Norway spruce stands enhances total yield. Julkaisussa: Pinto da Costa, M. & Preuhlsler, T. (toim.) 1994. Mixed stands. Proceedings from the symposium of the IUFRO working groups, April 25-29 1994, Lousa/Coimbra, Portugal. Sivut 97-103.
- , Lähde, E. & Laiho, O. 1996. Puiden ja puuston kasvu tasarakenteisissa ja erirakenteisissa kuivahkon kankaan havu- ja sekametsiköissä Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 589: 107-119.
- Nousiainen, I. & Vesisenaho, T. 1998. Potential utilization of woodfuels in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 680: 23-32.
- Nuoren metsän kunnostuksen toimintaohjeet. 1993. Metsäkeskus Tapio. Moniste.
- Nuorteva, M. 1984. Possibilities of thinning methods in increasing the resistance of stand against pests. III Sympozjum Ochrony Ekosystemow Lesnych I Conference paper. Sivut 171-175.
- Nurmi, J. 1994. Työtavan vaikutus hakkuukoneen tuotokseen ja hakkuutähteen kasautumiseen. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1994(2): 113-122.
- Nuutinen, T., Hirvelä, H., Härkönen, K., Kilpeläinen, H., Malinen, J., Salminen, O., Siitonen, M. & Teuri, M. 1998. MELA vuonna 1998. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 713: 7-17.
- & Mäkelä, P. (toim.) 1998. MELA98 ja tietojärjestelmäajennukset. MELA-käyttäjäpäivät 7.5.1998 Helsingissä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 713. 60 s.
- & Suokas, A. (toim.) 1999. MELA99 ja metsätalouden suunnittelu. Käyttäjäpäivä ja tutkimusseminaari 11.-12.5.1999, Majvik, Kirkkonummi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 752. 118 s.
- & Suokas, A. (toim.) 2001. MELA2000 ja muuttuva metsänkäsittely. MELA-käyttäjäpäivä 21.11.2000 Joensuu. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 814. 73 s.
- Nyysönen, A. 1950. Vertailevia havaintoja hoidettujen ja luonnontilaisten männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: Comparative observations on the structure and development of tended and natural pine stands. *Silva Fennica* 68. 48 s.
- 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköissä. Summary: On tree growth and its ascertainment in selectively cut Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(4). 20 s.
- 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of finnish pine stands treated with different cuttings. *Acta Forestalia Fennica* 60(4). 194 s.
- 1957. Männikön tuotoksesta ja kasvatuksesta. Summary: On the yield and thinning of Scots pine stands. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 74(3): 49-52.
- 1959. Metsänarvioimistieteellinen tutkimus Suomessa vuosina 1909 - 1959. *Acta Forestalia Fennica* 70(5). 23 s.
- 1963. The relascope in the determination of thinning needs. *Journal of Forestry* 61(10): 759-760.
- 1967. Remeasured sample plots in forest inventory. *Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen* 84(XXII): 189-220.
- 1968. Pysyvät koealat metsän inventoinneissa. Summary: Remeasured sample plots in continuous forest inventory. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 85(2): 34-36.
- 1981. Remeasurements of sample plots in management plan inventories: some experiences. Proceedings of the XVII IUFRO World Congress, Japan. Sivut 107-116. Eripainos.

- 1995. Väljennyshakkuut. *Folia Forestalia* - Metsätieteen aikakauskirja 1995(4): 293-302.
- & Alalammi, E. 1968. Käyttöpuun tuotoksesta ensimmäisillä harvennushakkuilla käsitellyissä metsiköissä. *Konekirjoite*.
- Ohenoja, E. 1995. Metsän käyttö ja sienistön monimuotoisuus. *Folia Forestalia* - Metsätieteen aikakauskirja 1995(4): 331-334.
- Ojhekirje eräistä hakkuu- ja metsänhoitotoiminnoista Perä-Pohjolan piirikunnassa. 1969. Metsähallituksen kirje Mh. 92. 14 s.
- Oijala, T., Vastamäki, A. & Örn, J. 1994. Korjuun kustannusvertailun laskentaohjelman käyttö - Exel. *Metsäteho* 16.5.1994. Moniste.
- Oikarinen, M. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus hieskoivikon kehitykseen rehevällä turvekankaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24: 24-35.
- 1983a. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113. 75 s.
- 1983b. Viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvu ja kehitys. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 119: 1-18.
- 1984. Erirakenteisuus vai tasarakenteisuus taimikkovaiheessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 129: 51-55.
- & Pyykkönen, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Abstract: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia. *Folia Forestalia* 486. 15 s.
- Oinas, S. & Sikanen, L. 1997. PUUHA-puunhankintasimulaattori: Oliopohjainen rakenteen ja toiminnan kuvaus. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 63. 44 s.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Siren, G. 1961. Lapin suojametsien käsittelyohjeet. Moniste. 24 s.
- Ojala, J. & Mustonen, A. 1992. Pölkyn minimimittojen ja hakkuun ajankohdan vaikutus ensiharvennuksen kannattavuuteen. *Metsähallitus, kehittämisjaosto, Hirvas. Tiedote* 4. 6 s.
- Ojansuu, R. 1987. Metsän kehityksen simulointi metsälaskelmassa (MELA). Luonnonprosessien tarkastelu. *Metsäntutkimuslaitos, puuntuotoksen tutkimussuunta. Moniste*. 22 s.
- 1993. Prediction of Scots pine increment using a multivariate variance component model. Tiivistelmä: Männyn kasvun ennustaminen monimuuttuja- ja varianssi-komponenttimallilla. *Acta Forestalia Fennica* 239. 72 s.
- 1996. Kangasmaiden kasvupaikan kuvaus MELA-järjestelmässä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 612: 39-56.
- , Hynynen, J., Koivunen, J. & Luoma, P. 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (MELA) - Metsä 2000-versio. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 385. 59 s.
- Ojitusalueiden puunkorjuun ja metsänparannustöiden yhteensovittaminen. 1989. *Metsätehon opas. Helsinki*. 40 s.
- Oker-Blom, P. & Kellomäki, S. 1982. Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus. Abstract: Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study. *Folia Forestalia* 509. 14 s.
- , Kellomäki, S., Valtonen, E. & Väisänen, H. 1988. Structural development of *Pinus sylvestris* stands with varying initial density: a simulation model. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(2): 185-200.

- Ottinen, S. 1986. Metsurin työvälinekustannukset 1985. Abstract: Forest workers' equipment costs in Finland in 1985. *Folia Forestalia* 672. 20 s.
- Osara, N. 1936. Syrjäytämme metsänhoidollisissa hakkauksissamme eräitä taloudellisia näkökohtia. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 53(10): 237-243.
- Paavilainen, E. 1966. On the relationships between the root systems of white birch and Norway spruce and the ground water table. Seloste: Hieskoivun ja kuusen juuriston suhteesta pohjavesipintaan mustikkakorvessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 62(1). 15 s.
- 1980. Lannoituksen ja kasvatustiheyden vaikutus ensiharvennuskertymään rämenmännikössä. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9. Artikkel, 11 s.
- Pajuoja, H. 1985. Metsätyön tauottamistutkimuksen ennakkotulokset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 197. 23 s. + 13 liites.
- 1986. Metsätyön tauottaminen ja työolot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 213. 63 s.
 - 1987. Metsätyö tällä hetkellä - työpäivän rakenteen tarkastelua. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253: 80-88.
- Peltola, H., Kellomäki, S. & Väisänen, H. 1997. Model computations on the impacts of climatic change on soil frost with implications for windthrow risk of trees. *Climate Change* 41: 17-36.
- Peltonen, J., Salminen, J. & Vesikallio, H. 1981. Harvennuspuiden korjuun kehittäminen lähivuosina. Metsäteho. Moniste. 45 s.
- Peng Shikui 1986. A comparison of replacement strategies in continuous forest inventory. Tiivistelmä: Koealojen korjausmenetelmien vertailu jatkuvassa metsien inventoinnissa. *Silva Fennica* 20(3): 245-250.
- Penttilä, T. 2001. Harvennushakkuut ojitetuilla rämeillä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 803: 133-141.
- & Honkanen, M. 1986. Suometsien pysyvien kasvukoealojen (SINKA) maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 226. 98 s.
 - , Hökkä, H. & Laiho, R. 2000. Harvennusten ekologiset perusteet ja tuotosvaikutukset ojitetuilla rämeillä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 292-296.
 - & Pohjola, T. 1985. Suometsien ensiharvennusleimikoiden rakenne. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 196: 154-166.
- Penttinen, M. 2000. Timber harvesting with variable prices, costs and interest rates. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 785. 38 s.
- Perälä, Y. 1994. Haka 100 -kourasaha taimikonhoidossa ja nuoren metsän kunnostuksessa. Summary: Haka 100 grapple-mounted saw in tending and amelioration cutting of young stands. *Työtehoseuran metsätiedote* 4(527). 4 s.
- Pesonen, M. & Hirvelä, H. 1992. Liiketaloudelliset harvennusmallit Etelä-Suomessa. Summary: Thinning models based on profitability calculations for southern Finland. *Folia Forestalia* 800. 35 s.
- & Hirvelä, H. 1993. Harvennuspuiden määrä ja harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys. Summary: Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland. *Folia Forestalia* 812. 18 s.
 - , Jämsä, J. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden edullisuusvertailu metsälötasolla. Summary: Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level. *Folia Forestalia* 802. 23 s.
- Piirainen, K. 1980. Tukkien automaattisen mittauksen tarkkuus PIKA 75 -harvesteilla. Ennakkotuloksia PIKA 75 -harvesterin apteeraus- ja mittausautomaatiikan

- tutkimuksista. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 4/80. 7 s.
- Piri, T. & Korhonen, K. 1988. Sekapuuston vaikutus juurikäävän esiintymiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 319: 10-11.
- , Korhonen, K. & Sairanen, A. 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(1): 113-125.
- Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusalueiden nuorissa kasvatusmetsissä. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 137. 10 s.
- 1986. Kasvatusmetsien harvennustarpeen ja poistuman määrittely. Metsähallitus, kehittämisjaosto, Hirvas. 150. 18 s.
- Poso, S. & Waite, M-L. 1995. Calculation and comparison of different permanent sample plot types. *Silva Fennica* 29(2): 159-169.
- Pukkala, T. 1981. Nuoren viljelysekametsikön kehitys. Metsänarvioimistieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. 86 s.
- 1987. Kuusen ja männyn siemensadon ennustemalli. Abstract: A model for predicting the seed crop of *Picea Abies* and *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 21(2): 135-144.
- 1989a. Methods to describe the competition process in a tree stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4(2): 187-202.
- 1989b. Predicting diameter growth in even-aged Scots pine stands with a spatial and non-spatial model. Tiivistelmä: Lämpötilan kasvun ennustaminen tasaikäisessä männikössä spatiaalisella ja ei-spatiaalisella mallilla. *Silva Fennica* 23(2): 101-116.
- , Kellomäki, S. & Mustonen, E. 1988. Prediction of the amenity of a tree stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(4): 533-544.
- & Kolström, T. 1987. Competition indices and the prediction of radial growth in Scots pine. Tiivistelmä: Kilpailutekijät ja männyn sädekasvun ennustaminen. *Silva Fennica* 21(1): 55-67.
- & Kolström, T. 1988. Simulation of the development of Norway spruce stands using a transition matrix. *Forest Ecology and Management* 25: 255-267.
- & Kolström, T. 1991. Effect of spatial pattern of trees on the growth of a Norway spruce stand. A simulation model. Tiivistelmä: Tilajärjestyksen vaikutus kuusikon kasvuun. Simulointimalli. *Silva Fennica* 25(3): 117-131.
- & Kolström, T. 1992. A stochastic spatial regeneration model for *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(3): 376-385.
- & Miina, J. 1998. Tree-selection algorithms for optimizing thinning using a distance-dependent growth model. *Canadian Journal of Forest Research* 28(5): 693-702.
- , Miina, J. & Kellomäki, S. 1998. Response to different thinning intensities in young *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(2): 141-150.
- , Miina, J., Kurttila, M. & Kolström, T. 1998. A spatial yield model for optimizing the thinning regime of mixed stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(1): 31-42.
- , Vettenranta, J., Kolström, T. & Miina, J. 1994. Productivity of mixed stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(2): 143-153.
- Putkisto, K. 1956. Tutkimuksia pyörätraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillis-taloudellinen selvittely. Summary: Investigations of the use of wheel tractors for the forest transport of timber. Technoeconomic analysis. *Acta Forestalia Fennica* 66(1). 310 s.

- 1959. Puutavaran valmistus- ja metsäkuljetustöiden koneellistumisen vaikutus metsätalouden työvoiman tarpeeseen. Ennuste vuoteen 1972. Summary: Effect of the mechanization of timber preparation and forest transport on the need of labour force in forestry. Prognosis up to 1972. *Silva Fennica* 101. 79 s.
- Puttock, D. & Richardson, J. (eds.) 1998. Wood fuel from early thinning and plantation cleaning. An international review. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 667. 72 s.
- Puumalainen, J. 1998. Optimal cross-cutting and sensitivity analysis for various log dimension constraints by using dynamic programming approach. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(1): 74-82.
- Puunhankinnan ympäristöohje. 1998. Metsäliitto. Vihkonen. Oy Herttovuo Ltd. 16 s.
- Pysyvien koealojen uudelleenmittaus 1990-1991. 1990. Maastotyön ohjeet. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto, metsäinventoinnin tutkimus-suunta. Helsinki. Moniste. 21 s.
- Päivinen, R. & Yli-Kojola, H. 1989. Permanent sample plots in large-area forest inventory. Tiivistelmä: Pysyvät koealat suuralueiden inventoinnissa. *Silva Fennica* 23(3): 243-252.
- Päivän sana on väljennyshakkuu. 1989. Metsävaltio 8, sivu 3.
- Päivänen, J. 1973. Harvennuksen vaikutus lumi- ja routasuhteisiin nuorella turve-maan männikössä. Summary: The effect of thinning on the snow cover and soil frost conditions in a young Scots pine stand on drained peat. *Silva Fennica* 7(2): 114-128.
- 1980. Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutus vanhojen metsäojitusalueiden vesitalouteen. *Silva Fennica* 14(2): 214-217.
- 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. Summary: The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area. *Folia Forestalia* 516. 19 s.
- & Taipale, J. 1981. Hakkuumiehen suorittama puiden valinta ensiharvennuksessa. Summary: Selection of trees by the logger in first thinnings. *Metsätehon tiedotus* 370. 23 s.
- & Taipale, J. 1982. Hakkuumies leimaajana. Summary: Logger in thinnings. *Työteho-seuran metsätiedotus* 5. 4 s.
- Pääkkönen, S. 1994. Myöhästyneen ensiharvennuksen vaikutus männikön latvus-suhteeseen ja kasvuun. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 33 s.
- Pöntynen, V. 1936. Metsän hakkuun ja ajon sekä puutavaran uiton työn kysynnästä. Referat: Über die Arbeitsnachfrage bei Abtriebs- und Abfuhrarbeiten sowie in der Holzflösserei. *Acta Forestalia Fennica* 42(9). 91 s.
- R. M. 1902. Harvennuksesta muutamia sanoja. *Metsänystävä* 8: 118-122.
- Raivio, S. & Haila, Y. 1990. Bird assemblages in silvicultural habitat mosaics in southern Finland during the breeding season. Tiivistelmä: Metsälintuyhteisöt eri sukkessiovaiheiden muodostamissa talousmetsämosaikkeissa. *Ornis Fennica* 67(3): 73-83.
- Rajamäki, J., Terävä, J. & Örn, J. 1994. Metsurityöt koneellisen korjuun yhteydessä. Summary: Manual work in conjunction with mechanised harvesting. *Metsätehon katsaus* 11/1994. 8 s.
- Rannikko, P. 1998. Metsätyöt asuttivat ja autioittivat syrjä-Suomen. Kirjassa: Reu-nala, A., Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. Vihreä valtakunta. Suomen met-säklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö. Sivut 222-227.

- Rantonen, H. 1988. Lumikenkien käytön vaikutus hakkuutyön turvallisuuteen ja työasentoihin. Summary: Snowshoes in cutting work: effects on work safety and working postures. *Folia Forestalia* 723. 23 s.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.
- Rieppo, K. & Pekkola, P. 2001. Korjureiden käyttömahdollisuudet. Työtehoseuran metsätiedote 9/2001 (637). 4 s.
- Roivainen, S. 1980. Puutavaralajit. Metsäalan perusoppi 2. Otava. Keuruu. 70 s.
- Ronkainen, A. 1950. Puutavaran hakkuu. Saha- ja vaneripuuronkojen apteeraus. Eri-painos Tapion julkaisusta *Metsäteknologia* (1950), sivut 402-420.
- Rummukainen, A. 1984. Peatland properties and their evaluation for wood harvesting. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 45. 119 s.
- 1985. Turvemaiden kulkukelpoisuuteen vaikuttavien tekijöiden inventointi. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 44 s.
- & Ala-Ilomäki, J. 1994. Paikkatietojärjestelmät puunkorjuun apuvälineinä - Korjuukoneiden suorituskyky mallien kehittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 519. 66 s.
- Ruotsalainen, M. 1975. Korjuu kokopuina viljelymännikön ensimmäisessä harvennuksessa. *Metsäteho*. Moniste. 36 s.
- Ryynänen, S. 1985. Maatilametsien puunkorjuuolot ja -menetelmät korjuukaudella 1982-83. Summary: Logging conditions and methods in farm forests of Finland in the logging season 1982-83. Työtehoseuran julkaisuja 273. 52 s.
- & Rönkkö, E. 2000. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja korjuujälki. Työtehoseuran metsätiedote 15/2000. 6 s.
- Saari, E. 1954. Harvennushakkausten liiketaloudellinen arvostelu. Summary: Economic evaluation of thinnings. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 71(6-7): 235-236.
- Saari, M. 1981. Koneiden uppoaminen suometsien puunkorjuussa. *Silva Fennica* 15(3): 323-331.
- 1982. Tutkimuksia radioaaltojen menetelmien soveltuvuudesta turvemaiden kulkukelpoisuuden arvioimiseen. Summary: Studies on the possibilities of using radar techniques in detecting the trafficability of peatlands. *Acta Forestalia Fennica* 176. 105 s.
- 1991. Maastoliikkuvuuden perusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 390. 99 s.
- 1992. Turpeen kokoonpuristuvuus ja tiealueen kuivatuspainuman arviointi. Abstract: Compressibility of peat and estimation of drainage settlement of a road right-of-way. *Folia Forestalia* 788. 18 s.
- 1997a. Estevastus ja estetyö maastossa liikkuvien koneiden kulkumalleissa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1997(1): 73-84.
- 1997b. Yksinkertaisen heiluntamallin soveltuvuus traktorin esteenylityksen kuvaukseen. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1997(1): 493-504.
- & Ala-Ilomäki, J. 1997. Measurement and modelling of wheel slip in forwarding on moraine forest floor. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12(3): 316-319.
- Saksa, T. 1992. Regeneration after selection cutting - some experimental results. Julkaisussa: Hagner, M. (toim.). 1992. Silvicultural alternatives. Proceedings from an internordic workshop, June 22-25, 1992. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Reports 35: 125-128.
- , Lähde, E., Laiho, O. & Norokorpi, Y. 1999. Kasvu ja tuotos. Teoksessa: Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719: 58-66.

- Salakari, M. 1979. Arvio pienpuun korjuuketjujen keskinäisestä edullisuudesta. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 3/79. 19 s.
- & Hänninen, H. 1998. Onko polttopuulle markkinoita? Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. Sivut 116-122.
- , Kalaja, H. & Salo, E. 1978. Välivarastohaketus prototyyppihakkureilla, Algot monikäyttöhakkuri, TT 1500 T ja TT 1500 L. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 3/78. 42 s.
- , Laakso, P. & Salo, E. 1978. Mäntypienkokopuun lähikuljetus. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 4/78. 27 s.
- Salminen, H. & Katermaa, T. (eds.) 1992. Simulation of forest development. Presentations from a symposium held in Saariselkä, Finland, October 12-14, 1991. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 407. 82 s.
- & Varmola, M. 1990. Puolukkatyyppin kylvömänniköiden kehitys taimikon myöhäisestä harvennuksesta nuoren metsän ensiharvennukseen. Summary: Development of seeded Scots pine stands from precommercial thinning to first commercial thinning. Folia Forestalia 752. 29 s.
- Salminen, J. 1981. Harvennusmetsien monitoimikoneet. Summary: The multi-function machines of thinning forests. Työtehoseuran metsätiedotus 335. 4 s.
- Salminen, O. 1993. Dynaamiseen ohjelmointiin perustuva viljelymetsiköiden harvennusten ja kiertoajan optimointi. Summary: Simultaneous optimization of thinnings and rotation of cultivated stands using dynamic programming. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 480. 48 s.
- 1998. MELA98 ja monikäyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 713: 39-42.
- 1999. Kiertoaikamallin rooli MELA-ohjelmistossa. Metsätieteen aikakauskirja 3/1999: 561-564.
- Salo, T. & Uusitalo, J. 2001. Ensiharvennusmännyn tehdashinnan kustannusrakenne. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 127. 53 s. + 10 liites.
- Saramäki, J. 1972. Hieskoivun tutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. Artikkelit. 5 s.
- 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: Development of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) stands on drained peatlands in northern Central Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(2). 59 s.
- 1978. Hieskoivun kasvatusmahdollisuuksista. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 17: 51-65.
- 1979. Hieskoivikoiden kasvu ja kasvatus Pohjanmaalla ja Kainuussa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 50 s.
- 1981a. Hieskoivun kasvu ja kasvatus Pohjanmaalla ja Kainuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 3. 37 s.
- 1981b. Kokopuun korjuun vaikutuksesta metsän ravinteisiin ja kasvuun. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 43-50.
- 1993. Metsäntutkimuslaitoksen harvennuskokeiden periaatteita. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 7: 99-103.
- , Ferm, A. & Valkonen, S. 1991. Ennakkotuloksia pelloille viljeltyjen raudus- ja hieskoivujen kasvusta sekametsinä. Abstract: Preliminary results on the growth of planted mixture of *Betula pendula* and *Betula pubescens* on former agricultural fields. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 49-54.

- & Silander, P. 1982. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus männyn latvukseen. Abstract: The effect of fertilization and thinning on the crown of pines. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 52. 42 s.
- , Sinkevich, S., Harju, A., Kolström, T., Lipitsäinen, S., Myllynen, A-L., Rytönen, V-M. & Sivonen, S. 1997. Bibliography of Scandinavian and Russian forest thinning literature. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 55. 191 s.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 33(1). 268 s.
- 1946. Huomioita kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyistä metsiköistä. Summary: Notes on stands cut for pitprops and pulpwood to minimum diameter. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 33(2). 27 s.
- 1948. Harsinnan ajatus kitkettävä ammattikunnastamme. Metsätaloudellinen aikakauslehti 65(11): 325-328.
- 1949. Huonokuntoiset metsät. Suuri Metsäkirja I. Metsänhoito. Sivut 358-379.
- 1950a. Mitä harsiminen on ja minkä vuoksi se pilaa metsän. Metsätietoa 1: 3-6.
- 1950b. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 38(1). 95 s.
- 1951. Tutkimuksia puolukkatyyppin kuusikoista. Summary: Investigations into the spruce stands of Vaccinium type. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 39(1). 82 s.
- 1956. Metsänhoidon tekniikka. Teoksessa: Metsäkäsikirja, 1. osa. Kustannusosakeyhtiö Kivi. Helsinki. Sivut 498-564.
- Sauvala, K. & Vuorinen, H. 1977. Makerin heilunta. Metsäntutkimuslaitos, metsätekniologian tutkimusosaston tiedonantoja 10/77. 12 s.
- Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. Summary: Scenic value of forest landscape. Acta Forestalia Fennica 170. 75 s + 5 kuvasivua.
- Sepponen, P. 1985. Jatkuva kasvatus metsien moninaiskäytön kannalta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182: 32-38.
- Seppälä, K. 1970. Sekapuukoivujen kasvun ojituksen jälkeinen kehitys turvemilla. Suo 21(2): 25-30.
- Seppälä, R. 1971. Simulation of timber-harvesting systems. Seloste: Puun korjuukettujen simulointi. Folia Forestalia 125. 36 s.
- Seppänen, P. 1997a. Sekametsän käsite. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1997: 294-297.
- 1997b. Sekametsät Suomen metsätaloudessa ja metsäntutkimuksessa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1997: 298-301.
- 1998. Sekametsät kasvu- ja tuotostutkimuksen kohteena. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 4/1998: 543-554.
- Seppänen, V. 1942. Sahatukkien teosta aikatutkimusten valossa. Referat: Die bei der Herstellung von Sägeblöcken benötigte Zeit. Acta Forestalia Fennica 50(19). 8 s.
- Sevola, Y. (toim.) 2000. Metsätalastollinen vuosikirja 2000. Skogsstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Metsäntutkimuslaitos. SVT maa-, metsä- ja kalatalous 2000:14. 366 s.
- Siekinen, A. 1986. Pienpuuston hakkuu käsityövälinein. Summary: Felling of small-sized wood with hand tools. Työtehoseuran julkaisu 280. 89 s.

- Sievänen, R. 1983. Growth model for mini-rotation plantations. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 117. 41 s.
- 1991. Prosessimallin soveltaminen metsätalouden tarkoituksiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 384: 55-65.
 - 1992a. An aggregated, process-based stand growth model. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 407: 15-20.
 - 1992b. Construction and identification of models for tree and stand growth. Helsinki University of Technology, Automation technology laboratory. Series A: Research Reports No. 9. 52 s.
 - 1993. A process-based model for the dimensional growth of even-aged stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(1): 28-48.
 - , Burk, T. & Ek, A. 1988. Construction of a stand growth model utilizing photosynthesis and respiration relationships in individual trees. *Canadian Journal of Forest Research* 18(8): 1027-1035.
- Siipilehto, J. 1998. Koivun kasvumallit ja niiden mukaiset tuotosennusteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 85-101.
- Siira, J. 1988. Ensiharvennuksen ajoittamisen vaikutukset metsiköstä saatavaan tuottoon. *Metsätalouden liiketieteen pro gradu -tutkielma*. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. 64 s.
- Siira-Pietikäinen, A., Pietikäinen, J., Fritze, H. & Haimi, J. 2001. Short-term responses of soil decomposer communities to forest management: clear felling versus alternative forest harvesting methods. *Canadian Journal of Forest Research* 31(1): 88-99.
- Siitonen, J., Martikainen, P., Kaila, L., Nikula, A. & Punttila, P. 1995. Kovakuoriaislajiston monimuotoisuus eri tavoin käsitellyillä metsäalueilla Suomessa ja Karjalan tasavallassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564: 43-63.
- Siitonen, M. 1972. Dynaaminen malli metsikön optimihakkuuohjelman määrittämiseksi. Summary: A dynamic programming model for the determination of the optimal cutting schedule for a forest stand. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 2. 23 s.
- 1994a. MELA vuonna 2000. MELA-järjestelmän kehittämisen perusteita ja tavoitteita. Julkaisussa: Niemeläinen, P., Kangas, J. & Päivinen, R. (toim.). *Integroidun metsäsuunnittelun menetelmiä ja välineitä*. Integroidun metsällisen päätöksenteon tukijärjestelmä (IMPJ) -yhteistutkimushankkeen loppuseminaari 2.2.1994. Joensuu yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 16: 87-102.
 - 1994b. Some large-scale applications of the Finnish MELA system. Julkaisussa: Sessions, J. & Brodie, J. (eds.) 1994. *Proceedings of the 1994 Symposium on Systems Analysis in Forest Resources, Management Systems for a global Economy with Global Resource Concerns*, Asilomar Conference Center, Pacific Grove, California, U.S.A, September 6-9, 1994. Pp. 327-342.
 - 1995. The MELA system as a forestry modeling framework. *Lesnictvi-Forestry* 41, 1995(4): 173-178.
 - 1996. MELA ja metsien kehityksen ennustaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 612: 7-19.
 - , Härkönen, K., Hirvelä, H., Jämsä, J., Kilpeläinen, H., Salminen, O. & Teuri, M. 1996. MELA Handbook 1996 Edition. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 622. 126 s. + 8 liitettä, 326 s.
- Sikanen, L. & Marjomaa, J. 1992. Metsätraktorin kuormainvaa'an käyttöön perustuva puutavaran tilavuuden mittausta. *Metsätehon katsaus* 14. 9 s.

- Silver, T. & Saarinen, M. 1995. Hakkuiden tarve ja toteutuminen yksityismetsien kunnostusojitusalueilla Satakunnassa. Summary: The need for and realization of cuttings in connection with ditch network maintenance in private forests in Satakunta, southwest Finland. *Suo* 46(2): 55-61.
- Simola, P. & Mäkelä, M. 1976. Rasiinkaato kokopuiden korjuussa. Summary: Leaf-seasoning method in whole-tree logging. *Folia Forestalia* 273. 18 s.
- Simpanen, J. 1972. Kuusen ympärysmittien kasvua lyhyin aikaväleillä selittäviä malleja. Summary: Models explaining the growth of spruce circumference over short time intervals. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 78(3). 50 s.
- Sippola, A.-L., Lehesvirta, T. & Renvall, P. 2000. Poimintahakkuun vaikutukset tuoreen kankaan kuusikoiden kääpälajistoon Pohjois-Kainuussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 779: 15-28.
- , Siitonen, J. & Renvall, P. 2000. Metsän rakenteen ja metsänkäsittelyn vaikutukset lahoppuun määrään ja laatuun sekä kovakuoriais- ja kääpälajistoon Lapin metsänrajametsissä. *Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja* 30: 115-141.
- Sippola, J. 1998. 50 vuotta harsintajulkilausumasta. *Metsänhoitaja* 6/98: 4-5.
- Siren, G. 1952. Hakkuun vaikutuksesta kuusipuun rakenteeseen korpimailla. Summary: On the effect of releasing cutting upon wood structure of spruce on peat moors. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 40(32). 36 s.
- 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta Forestalia Fennica* 62(4). 408 s.
- 1956. Männikön harvennuksesta. Summary: Thinning of pine stands. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 73(2-3): 40-49.
- Siren, M. 1984. Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Summary: Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor. *Folia Forestalia* 581. 10 s.
- 1985. Metsäkoneiden maastokelpoisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 181: 27-43.
- 1990a. Cost of mechanized thinning to the stand - how to evaluate. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 355: 23-40.
- (ed.) 1990b. Machine design and working methods in thinnings. Proceedings of IUFRO P4.02.01 Conference, September 17-22 1989 Hyytiälä, Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 355. 206 p.
- 1990c. Pienet hakkuukoneet varhaisissa harvennushakkuissa. NSR-tutkimus. Summary: Small multi-function machines in early thinning operations. A joint Nordic NSR-study. *Folia Forestalia* 743. 29 s.
- (red.) 1991a. Flerträdsteknik och skonsamma maskiner i förstagallring. Slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd (NSR) genomfört forskningsprojekt, 1987 - 1989. Seloste: Puiden joukkokäsittely ja kevyt teknologia ensiharvennuksissa. Summary: Multi-tree processing and light technology in first thinnings. *Folia Forestalia* 772. 103 s.
- 1991b. Hakkuun koneellistaminen asettaa haasteita. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 374: 25-26.
- 1995. Work analysis of one-grip harvester. A method to estimate the productivity and silvicultural result of cutting machine work. IUFRO XX World Congress. P3.06 Economics of harvesting and thinnings. Esitelmä. 10 s.
- 1997. Korjuujälkeen ja tuottavuuteen vaikuttavat tekijät hakkuukonetyössä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 635: 35-46.

- 1999. Hakkuukonetyön jälki ja seurauskustannukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745: 159-172.
- 2000. Turvemaiden puunkorjuun kehittäminen. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 301-307.
- , Ala-Ilomäki, J. & Högnäs, T. 1987. Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus. Summary: Mobility of forwarding vehicles used in thinnings. Folia Forestalia 692. 60 s.
- & Tantt, V. 2001. Pienet hakkuukoneet ja korjuukone rämemännikön ensiharvennuksessa. Työtehoseuran metsätiedote 5/2001 (633). 4 s.
- , Vuorinen, H. & Sauvala, K. 1979. Pientraktorien heilunta. Summary: Low-frequency vibration in small tractors. Folia Forestalia 383. 12 s.
- Soinne, H. 1998. MELA Metsähallituksen luonnonvarasuunnittelussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 713: 53-46.
- Solantie, R. 1986. Lisääntyneet tuulivahingot metsissä - syntipukkina ilmasto vai metsänhoito. Metsänhoitaja 36(2): 20-22.
- Sumanen, J. 1992. Harvennusvoimakkuuden vaikutus viljelymetsiköistä saatavaan tuottoon. Helsingin yliopisto, metsätalouden liiketieteen laitos. Konekirjoite. 70 s.
- Sunabacka, S. 1991. Hakkuukoneet ja metsurit mittaavat puuta tarkkuudesta tinkimättä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 27-29.
- Suni, J. 1995. Alikasvoksen säilyttämisen hinta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 538: 45-48.
- Svinhufvud, V. 1935. Ylispuiden vaikutuksesta päämetsään. Selostus esitelmästä Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 22.11.1933. Acta Forestalia Fennica 42(1): 37-38.
- Tahvanainen, M. 2001a. Alikasvoksen ennakkoraivauksen vaikutukset kesäaikaisessa koneellisessa ensiharvennushakkuussa. Työtehoseuran monisteita 1/2001 (84). 87 s.
- 2001b. Alikasvoksen ennakkoraivauksen vaikutukset koneellisessa harvennushakkuussa. Työtehoseuran metsätiedote 10/2001 (638). 4 s.
- Takalo, S. 1983. Terri-telamaasturi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 120, s. 33.
- 1987. Pientelamaasturit puutavaran kuormajuonnossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 36-50.
- 1999. Työvälineiden ja varusteiden turvallisuuden kehittäminen Metsäntutkimuslaitoksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 228-233.
- & Myllymäki, T. 1984. Honda-puutarhatraktori kuormajuonnossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 161. 34 s.
- & Sauvala, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta. Abstract: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. Folia Forestalia 311. 10 s.
- , Takalo, T. & Lauhanen, R. 1995. PONTUS-pientelamaasturi harvennuspuun metsäkuljetuksessa eräällä työmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 554. 16 s.
- & Väyrynen, S. 1982. Terri-telamaasturi puutavaran maastokuljetuksessa. Abstract: Terri light crawler in timber transport. Folia Forestalia 538. 21 s.
- Talkkari, A. 1996. Regional predictions concerning the effects of climate change on forests in southern Finland. In: Climate change, biodiversity and boreal forest ecosystems. Silva Fennica 30(2-3): 247-258.
- 2001. Impacts of climate change on forest resources in Finland: a simulation approach. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 129. 29 s.

- Talvia, O. 1994. Suomalainen metsätalous ja biodiversiteetti. Teoksessa: Kalliola, R. (toim.) 1994. Euraasian havumetsät. Seminaariesitelmien tiivistelmät. Turun yliopisto, kasvitieteen laitos.
- Tertti, M. 1939. Näkökohtia kuusimetsän hoidosta. Gesichtspunkte betreffend die Pflege der Fichtenwälder. Metsänhoitajien jatkokurssit IV, 1938. *Silva Fennica* 52: 278-286 ja 297.
- Tervo, L. 1986. Vastukset kevyitä juontolaitteita käytettäessä. Summary: Friction in the use of light skidding equipment. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 212. 16 s.
- Thome', N. & Minni, P. 1908. Lisäkasvututkimuksia vierinkivimailla puhtaissa, tasaikäisissä, apuharvennetuissa mäntymetsissä. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja XXV: 109-134.
- Tiihonen, P. 1983. Leimikon pystymittauksen kenttätöiden tehostamisen mahdollisuuksia. Summary: The efficiency of the field measurement of standing trees marked for cutting. *Folia Forestalia* 561. 23 s.
- Timonen, M., Gustavsen, H., Ruotsalainen, K. & Timonen, T. 1993. Lapin suoja- metsäalueen pysyvät (SUOJAINKA) kokeet. Suunnitelmat, mittausohjeet ja aineiston kuvaus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 481. 60 s.
- Tuhkanen, A. 1909. Metsänhoidolliset hakkaustavat ja luonnollinen metsänuudistus. Otava. 154 s.
- Tuimala, A. 1999. Puuston laatuksivastus suomalaisessa metsänhoidossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 116-124.
- Tyrväinen, L. & Räsänen, P. 1989. Vaahtera-lehmus -sekametsän kasvatus Keltanien luonnonsuojelualueella Asikkalassa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Tiedonantoja* 64. 29 s.
- Uotila, E. & Toivanen, E. 1992. Hankintaleimikoiden työvaikeustekijät ja runkola- jeittaiset puunkorjuukustannukset. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 434. 29 s. + 16 liites.
- Vaara, L. 1990. Oikeus omaan metsään. Pellon ja metsän eriyttämisen erehdys. WSOY, Porvoo-Helsinki-Juva. 421 s.
- 1994. Puun pystykauppa ja sen vaikutukset puuntuotannon yritystoimintaan. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 483. 52 s. + 4 liites.
- 1998. Toimitus- ja pystykauppapuun hintasuhteet ja puunkorjuun rationaalisuus. Summary: The price relations between delivery-sales timber and standing-sales timber and the rationality of logging. Helsingin yliopisto, metsäekonomian laitoksen julkaisuja 5. 194 s. + liitteet 48 s.
- Vainikka, A. 1982. Koneprosessorin aiheuttamat korjuuvauriot ja niistä johtuvat taloudelliset tappiot Kotkan puutalousopiston havaintometsässä Havusillan leimikossa. *Moniste*. 20 s.
- Valkonen, J. 1990. Katetuottolaskenta omatoimisessa puunkorjuussa. Summary: Calculation of contribution margin in self-employed timber harvesting. *Työtehoseuran metsätiedote* 11/1990. 4 s.
- 1993. Metsänomistajan tekemän metsätyön kustannuslaskenta. *Työtehoseuran julkaisuja* 331. 50 s.
- 1996a. Hankintahakkuiden kannattavuuden kehitys. Summary: Trends in the profitability of delivery-sales timber harvesting operations. *Työtehoseuran metsätiedote* 12 (565). 4 s.
- 1996b. Tuottavuus ja työpanos metsänomistajan metsätöissä. Summary: Productivity and labour input by forest owners in forest work. *Työtehoseuran metsätiedote* 8 (561). 4 s.

- Valkonen, S. 1992. Pellolle v. 1971 viljeltyjen raudus- ja hieskoivusekametsiköiden kehitys ja tuotos. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Metsänhoitotieteen syventävien opintojen tutkielma. 41 s.
- 1994. Kuinka perustan sekametsän? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 37-41.
 - 1997. Viljelykuusikoiden alkukehityksen malli. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(4): 321-347.
 - 1998a. Economy of growing two-storied mixed stands. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714: 127-131.
 - 1998b. Modelling the initial development of pure and mixed forest plantations. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 68: 107-120.
 - 2000a. Kuusen alikasvos ja kaksijaksoinen metsikkö - mahdollisuudet ja kannattavuus. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 44-49.
 - 2000b. Kuusen taimikon kasvattamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismailla: Puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusi-koivusekataimikko. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 763. 83 s. + 4 liitejulkaisua (27, 15, 17 ja 28 s.).
 - , Rantala, S. & Sipilä, A. 1995. Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvataminen. Sammandrag: Odling och uppdragande av ädla lövträd och klibbal. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 575. 112 s.
 - & Ruuska, J. 2001. Koivusekoituksella laatupuuta istutusmänniköihin? Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2001: 60-64.
 - , Ruuska, J. & Siipilehto, J. 2001. Mäntysäästöpuut männyntaimikoissa - aukkoisuutta, kasvatappiota vai laatua? Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2001: 55-59.
- Valonen, P. 1975. Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä. Summary: The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods. Folia Forestalia 243. 31 s.
- & Ahonen, M. 1973. Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisahapuun teossa. Summary: The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. Folia Forestalia 179. 35 s.
 - & Harstela, P. 1980. Pientraktori harvennushakkuissa. Summary: Small tractor in thinnings. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 5/80. 50 s.
 - & Kalaja, H. 1977. Alustavia tuotostietoja Makeri-pientraktorista. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosaston tiedonantoja 2/77.
- Valsta, L. 1982. Istutuskusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Summary: Profitability comparison of growing densities in spruce plantations. Folia Forestalia 504. 33 p.
- 1986. Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi. Summary: Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. Folia Forestalia 666. 23 s.
 - 1988a. A comparison of numerical methods to optimize stand treatment. Julkaisussa: Lohmander, P. (toim.). Economic planning of dynamic resource harvesting. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsekonomi, Arbetsrapport 84. 13 s.
 - 1988b. Optimizing species composition in mixed, even-aged stands. In: Ek, A., Shifley, S. & Burk, T. (toim.) 1988. Forest growth modelling and prediction. Volume 2. Proceedings of the IUFRO Conference, August 23-27, 1987, Minneapolis, Minnesota. USDA Forest Service, GTR NC-120: 913-920.

- 1988c. Optimoinnin käyttö metsikön käsittelyä suunniteltaessa. Teoksessa: Sevo-la, Y. (toim.) 1988. Metsä, yritys, yhteiskunta. Metsäekonomian tutkimusosasto 60 vuotta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 288: 71-82.
- 1990. A comparison of numerical methods for optimizing even aged stand management. *Canadian Journal of Forest Research* 20(7): 961-969.
- 1992a. A scenario approach to stochastic anticipatory optimization in stand management. *Forest Science* 38(2): 430-447.
- 1992b. An optimization model for Norway spruce management based on individual-tree growth models. Tiivistelmä: Kuusikon käsittelyn optimointi puittaisiin kasvumalleihin pohjautuen. *Acta Forestalia Fennica* 232. 20 s.
- 1993. Stand management optimization based on growth simulators. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 453. 51 s. + 4 liitejulkaisua, 81 s.
- 1996. Stand Management Assistant (SMA) - työväline metsikön käsittelyohjeiden määrittämiseen. Teoksessa: Hynynen, J. & Ojansuu, R. (toim.) 1996. Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612: 85-106.
- 1998. Economy in the short and long perspectives - Economic analysis of different silvicultural systems. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714: 105-113.
- 1999. Kiertoaikamalli metsänkasvatuksessa ja uudistamisessa. Metsätieteen aikakauskirja - *Folia Forestalia* 3/1999: 565-567.
- & Linkosalo, T. 1996. Stand Management Assistant (SMA): Työväline metsikön käsittelyohjeiden määrittämiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612: 85-106.
- & Mielikäinen, K. 1987. Blandskogens ekonomi: tall blandad med vartbjörk. Summary: The economy of mixed stands of Scots pine and Silver birch. *Sveriges Skogsförbunds Tidskrift* 1/1987: 21-25.
- Valtakunnan metsien 8. inventointi. 1985. Pysyvien koalojen kenttätöön ohjeet. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto, metsäinventoinnin tutkimussuunta. Helsinki. Moniste. 78 s.
- 1986. Pysyvien koalojen kenttätöön ohjeet 1985-1986. 2. versio. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto, metsäinventoinnin tutkimussuunta. Helsinki. Moniste. 82 s. + 19 liitettä.
- Valtanen, J. 1981. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 66-77.
- 1985. Määrämittahakkuun vaikutukset metsän kehitykseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182: 60-66.
- 1992. Vaarametsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 419: 86-95.
- Vanhanen, H. & Pajunen, L. 1981. Metsurin työvälinekustannukset 1980. Abstract: Forest workers' equipment costs in Finland in 1980. *Folia Forestalia* 494. 20 s.
- Varjo, J. 1995. Latvan hukkaosan pituusmallit männylle, kuuselle ja koivulle metsurimittausta varten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 558: 21-23.
- Varmola, M. 1987. Männyn viljelytaimikoiden kasvumalli. Lisensiaattityö. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Moniste. 89 s.
- 1988. A stand model for simulating the early development of Scots pine cultures in Finland. Julkaisussa: Ek, A., Shifley, S. & Burk, T. (eds.). *Forest growth modelling and prediction*. USDA Forest Service, General Technical Report NC-120(2): 1006-1013.
- 1993. Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli. Summary: A stand model for early development of Scots pine cultures. *Folia Forestalia* 813. 43 s.

- 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Abstract: Yield and quality of young Scots pine cultivations. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 585. 70 s. + 6 liitejulkaisua (21 + 8 + 31 + 29 + 11 + 43 s.).
- 1998. Modelling the early development and some silvicultural aspects of pine plantation forests. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 68: 95-105.
- Vehviläinen, H. 1971. Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969-1970. Summary: Power-saw costs of forest workers in 1969-1970. Folia Forestalia 106. 31 s. + kartake.
- 1972. Palkkaus ja työolot metsäkonetoissa syksyllä 1971. Summary: The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. Folia Forestalia 153. 83 s.
- Vesikallio, H. 1974a. Retkeilymetsän metsänkäyttörajoitusten aiheuttamat puunkorjuun lisäkustannukset. Summary: The increase in timber harvesting cost as a result of forest utilization limitations in a forest used for recreational purposes. Helsingin yliopisto, maankäytön ekonomian laitoksen julkaisuja 1. 73 s.
- 1974b. Yksityismetsälöiden alueelliset yhdentymisratkaisut puunkorjuun ja metsänhoitotöiden kustannusten kannalta. Summary: Regional cooperation in farm forests. Possibilities to control the costs of wood harvesting and silvicultural operations. Acta Forestalia Fennica 135. 51 s.
- 1980. Determining timber harvesting costs consistent with forest utilization limitations in forest used for recreation. USDA Forest Service, General Technical Report Wo-25: 132-134.
- Vettenranta, J. 1996. Effect of species composition on economic return in a mixed stand of Norway spruce and Scots pine. Silva Fennica 30(1): 47-60.
- 1999. Distance-dependent models for predicting the development of mixed coniferous forests in Finland. Silva Fennica 33(1): 51-72.
- 2000. Havusekametsästä todelliseen suunnitteluun. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/2000: 50-53.
- 2001. Growth dynamics and economic return of mixed forests of Norway spruce and Scots pine. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 123. 65 s.
- & Miina, J. 1999. Optimizing thinnings and rotation of Scots pine and Norway spruce mixtures. Silva Fennica 33(1): 73-84.
- Viitala, R. (toim.) 1986a. Erirakenteisen metsän hoidosta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219. 156 s.
- 1986b. Skandinavian eri-ikäisrakenteisista metsistä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219: 49-77.
- Virkkala, R. 1987. Effects of forest management on bird breeding in northern Finland. Annales Zoologica Fennici 24(4): 281-294.
- 1990. Effects of forestry on birds in a changing north-boreal coniferous landscape. University of Helsinki, Department of Zoology. 10 s. + liitejulkaisut (12, 14, 9, 11, 10, 8 ja 12 s.).
- Vuokila, Y. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in Southern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 48(1). 138 s.
- 1957. Hoidetun kuusikon puutavarain tuotoksesta. Summary: On the yield in terms of different timber products from managed Spruce stands (*Picea abies*). Metsätaloudellinen aikakauslehti 74(3): 53-57.

- 1960a. Ala- ja yläharvennuksesta sekä niiden vaikutuksesta puuston kehitykseen Raution istutuskusikossa. Summary: On low thinning and crown thinning, and their effect on development of growing stock in planted spruce stand of Rautio. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(8). 29 s.
- 1960b. Männyn kasvusta ja sen vaihtelusta harventaen käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Summary: On growth and its variation in thinned and unthinned Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(7). 38 s.
- 1960c. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On the development of Siberian larch stands and their importance to forestry in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(5). 111 s.
- 1962a. The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 55(12). 12 s.
- 1962b. Voidaanko kasvatushakkuin parantaa puuston kokonaiskehitystä? Summary: Can the yield of forest stands be improved by thinnings? *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 79(12): 480-483.
- 1965a. Functions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots. Lyhennelmä: Tilapäiskoealoihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuottotaulukoita varten. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 60(4). 86 s.
- 1965b. Kasvatushakkuista ja niiden vaikutuksesta kuutiotuottoon. Summary: On intermediate cuttings and their effect on volume yield. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 82(1): 8-12.
- 1965c. Puiden paksuuskasvun reaktioista harvennushakkuiden seurauksena. Summary: On growth reactions of trees to intermediate cuttings. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 82(5): 197-199.
- 1967. Eriasteisin kasvatushakkuin käsiteltyjen männiköiden kasvu- ja tuotostaulukot maan eteläistä sisäosaa varten. Summary: Growth and yield tables for pine stands treated with intermediate cuttings of varying degree for southern Central-Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 63(2). 123 s.
- 1969. Harvennusmenetelmät ja harvennusemenetelmät etenkin koneellisen puunkorjuun kannalta. Harvennuspuun korjuun koneellistamistoimikunta (HAKO). Moniste. 147 s.
- 1970a. Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. Summary: Selection from above in intermediate cuttings. *Acta Forestalia Fennica* 110. 45 s.
- 1970b. The effect of a radical thinning program on growth and yield. In: Thinning and mechanization. IUFRO meeting. Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, September 1969. Stockholm.
- 1971. Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männikoille ja kuusikoille. Sammanfattning: Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Summary: Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. *Folia Forestalia* 99. 19 s.
- 1975. Nuoren istutuskusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young Spruce plantations as a problem of timber production. *Folia Forestalia* 247. 24 s.
- 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. *Folia Forestalia* 264. 12 s.
- 1977. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä. Abstract: Selective thinning from above as a factor of growth and yield. *Folia Forestalia* 298. 17 s.
- 1980a. Harvennushakkuut. Teoksessa: Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. Sivut 166-201.

- 1980b. Harvennustapa. Teoksessa: Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. Sivut 167-187.
- 1980c. Kasvatustiheyden vaikutus istutuskussikon kasvuun ja tuotokseen. Summary: The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland. *Folia Forestalia* 448. 15 s.
- 1980d. Luvut Harvennusten voimakkuus, Harvennusten lukumäärä ja Metsänkasvatuksen toimenpideketjut. Teoksessa: Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. Sivut 187-201.
- 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Abstract: The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning. *Folia Forestalia* 468. 13 s.
- 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of technical quality of forests. *Folia Forestalia* 523. 55 s.
- 1983. Viljelymetsiköiden harvennusmallit. Sammanfattning: Gallringsmallar för odlade bestånd i Finland. Summary: Thinning models for forest cultures in Finland. *Folia Forestalia* 556. 15 s.
- 1984. Harsinnan teoriaa ja käytäntöä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 130. 107 s.
- 1985. Puuston määrän vaikutus istutuskussikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen. Summary: The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland. *Folia Forestalia* 636. 18 s.
- 1986. Puuntuotoksen tutkimussuunnan kestokokeiden periaatteita ja suunnitelmia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 239. 229 s.
- , Gustavsen, H. & Luoma, P. 1983. Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu ja harvennusmallit. Abstract: Site classification and thinning models for Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland. *Folia Forestalia* 554. 12 s.
- & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(2). 271 s.
- Vuorinen, H. 1978. Metsätraktorin kuljettajan kuormittumisen mittaushaavoittuudet. Abstract: Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers. *Folia Forestalia* 347. 16 s.
- Vähäpesola, J. 1989. Kuusi-rauduskoivusksametsikön taloudellisesti edullisin hakkuuohjelma. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 87 s. + 26 liitesivua.
- Väisänen, R. 1993. Metsätalouden ympäristövaikutukset ja luonnon monimuotoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 478: 12-17.
- , Biström, O. & Heliövaara, K. 1993. Sub-cortical Coleoptera in dead pines and spruces: is primeval species composition maintained in managed forests? *Biodiversity & Conservation* 2: 95-113.
- Väisänen, U. 1967. Operaatioanalyttinen leimikkosuunnitelma. Summary: An operational research solution to a logging plan. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 84(3): 93-97.
- Vöry, J. 1954. Puutavaran valmistuksen keskityötulosten määrittäminen tilastotietä. Summary: Statistical determination of the average work performance in the preparation of timber. *Acta Forestalia Fennica* 61(33). 14 s.
- (toim.) 1970a. Metsänkäyttöoppi 1. Kirjayhtymä. Helsinki. 459 s.
- (toim.) 1970b. Metsänkäyttöoppi 2. Kirjayhtymä. Helsinki. 502 s.
- Yli-Kojola, H. (toim.) 1995. Pysyvien koealojen 3. mittaustulos 1995. Maastotyön ohjeet. Kuvio- ja puutiedot, näytteiden keruu. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimus-

keskus, valtakunnan metsien inventointi. Helsinki. Moniste. 104 s. + 26 liitettä (52 s.).

Ylimartimo, M. 2001. Suometisien ensiharvennukset usein kannattamattomia. Maa-seudun Tulevaisuus 29.8.2001, s. 2.

—, Harstela, P., Korhonen, K. T. & Siren, M. 2001. Ensiharvennuskohteiden korjuukelpoisuus ojitetuilla soilla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2001: 253-263.

Yli-Vakkuri, P. 1949. Ala- ja yläharvennuksen erilaisuus ja yhtäläisyys. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(3-4): 93-95.

— 1952. Metsä ja maisema. Metsätietoa n:o 2/1952: 19-22.

— 1959. Harvennusmetsiköiden optimipuusto. Summary: What is the optimum growing stock before thinning. Metsätaloudellinen aikakauslehti 76(12): 416-419.

876 viitettä

7.3 Harvennusmetsien ja uudistuskypsien metsien metsätaudit ja tuhot sekä niiden torjunta

7.3.1 Puunkorjuuvauriot ja korjuutyön laatu

Puustovaurioiden syntyyn ja muuhun työjälkeen vaikuttavat vuodenaika, ammattitaito ja huolellisuus (ks. esim. Siren 1982a ja 1998b), leimikon puusto-ominaisuudet (Tahvanainen 2001a ja b), hakkuumenetelmä (Lilleberg 1986, Maukonen 1985, Siren 1986 ja 1987 sekä Kärkkäinen 1970), korjuukoneiden ominaisuudet (Ala-Ilomäki ym. 1997, Keränen 1993, Kumpuniemi 1985 ja Rieppo 2001) ja tuottavuus (Ryynänen ja Rönkkö 2000 sekä Siren 1995 ja 1997). - Työtahti on vain yksi tuottavuuden osatekijä, jonka kiristäminen liikaa huonontaa korjuujälkeä eli työ tehdään huolimattomasti. - Puunkorjuussa talvella syntyy etupäässä runko- ja kantovaurioita. Kesäaikaisessa puunkorjuussa syntyy myös maasto- ja juuristovaurioita. Kuorman koko vaikuttaa muodostuvien raiteiden syvyyteen ja sitä kautta juuristovaurioiden määrään (Högnäs 1985). Syvien raiteiden muodostumista voidaan ehkäistä kasamalla hakkuutähteet ajourille sekä ajokoneiden rengas- tai telaratkaisuille. Työjälkeä kokonaisuutena arvioitaessa otetaan huomioon vaurioiden lisäksi myös jäävän puuston metsänhoidollinen laatu, johon vaikuttaa hakkuun voimakkuus ja poistettavien puiden valinta.

Kyttälä (1980) on tarkastellut puuston vaurioitumista harvennushakkuissa kirjallisuuden perusteella. Kärkkäinen (1973) on tutkinut harvennuspuun lähikuljetuksessa syntyvien puustovaurioiden ominaisuuksia (ks. myös Kärkkäinen 1971a). Puuston vaurioitumista on käsitelty myös Hanneliuksen ja Lillandtin (1970), Isomäen (1972), Isomäen ja Kärkkäisen (1972), Kantolan (1968), Kärkkäisen (1969a ja b) ja Sirenin (1981 ja 1982b) julkaisuissa (ks. myös Harstela ja Tervo 1977, Leinonen ym. 1989 sekä Siren 1984 ja 1991). - Vauriot sinänsä eivät yleensä aiheuta suoraa vahinkoa esimerkiksi puutavaralajisiirtymien muodossa, vaan vahingot syntyvät vaurioiden seurauksena vaikutusten kautta. Suojaavan kuoren rikkoutuessa puuaine altistuu sienien infektioille, puun kunto heikkenee ja se altistuu tuhohyönteisille. Puun kasvu heikentyy ja lahovikojen seurauksena, erityisesti koivulla ja männyllä, muuten tukkikelpoista rungon osaa siirtyy kuitupuuksi tai hukkapuuksi. Seurauksia ovat tutkineet mm. Isomäki (1973), Isomäki ja Kallio (1974), Kallio (1985), Kärkkäinen (1971b) ja Moilanen (1990).

Hallaksela (1984) ja Kallio (1974) ovat tutkineet kuusten korjuuvaurioissa esiintyvää bakteerilajistoa, joka vaikuttaa vaurioihin iskostuvaan sienilajistoon. Hallaksela (1988) ja Laiho (1983) ovat tutkineet lahon alkuunpääsyä ja leviämistä (ks. myös Möykkynen 2000). - Koivulla ongelmana ovat sinistäjä sienet, jotka aiheuttavat myös lahoa. Väriavika alkaa käytännössä kaikista vaurioista koivulla (ks. Vuokila 1976b). Kuusen yleisin tuhosiemi on verinahakka, mutta pahin tuhosiemi on juurikäp, joka aiheuttaa maannousemaksi kutsuttua rungon alaosan ydinlahea ja on siten erittäin haitallinen tukin saannon kannalta. Sama tuhosiemi aiheuttaa männynllä tyvitervastautia (ko. taudeista ja niiden esiintymisalueista enemmän luvuissa 4.6.2 ja 7.3.3). Paras juurikävän torjuntakeino on välttää kesäaikaista hakkuuta riskialueilla. Jos hakkuu on tehtävä kesällä, kannot tulisi käsitellä aineilla, jotka estävät tuhosiemen lisääntymisen kantojen kaatopinnoilla. Mäkelä ym. (1994) ovat tutkineet kantokäsittelyä koneellisessa puunkorjuussa. Biologiseen torjuntaan on käytetty mm. *Peniophora gigantea* -sientä, joka on lähinnä kuolleen puuaineksen lahottaja. *P. gigantea* ympäty-nä elävien kuusien runkovaurioihin voi kyllä aiheuttaa lahoa, mitä asiaa erityisesti Kallio (1973 ja 1976) on tutkinut.

Harvennushakkuiden korjuujälkeä ja seurausvaikutuksia sekä niiden arviointia ovat tarkastelleet Kokko ja Siren (1996) pohjoismaisen kirjallisuuden perusteella. Metsäteho on julkaissut oppaan korjuujäljen laatuvaatimuksista ja laadun tutkimisesta (Harvennushakkuiden korjuujäljelle... 1990, ks. myös Koealamittauksiin... 1994). Poikela (1992) on selvittänyt korjuujäljen inventointitarkkuutta. - Heti tämän alaluvun alussa mainittiin useita lähteitä, joissa on käsitelty korjuujälkeen vaikuttavia tekijöitä. Harvennusten korjuujäljen merkitystä on käsitelty mm. Siren (1994). Selvityksiä työn laadusta on tehty useita eri intressipiirien toimesta, mikä onkin tarpeen mm. kehityksen seuraamisen kannalta. Erityinen intressi seurantaan on luonnostaan Tapiolla yksityismetsätalouden kehittämisorganisaationa ja metsäkeskuksilla lainvalvontaeliminä (ks. Hartikainen 1991-1996, Harvennushakkuiden korjuutyön... 1990, ks. myös Ranta 1997 ja 1998). Metsäteho (Lilleberg 1984) ja Metsähallitus (Högnäs 1982, ks. myös Pohjola 1985) ovat omalla tahollaan tutkineet kasvatusmetsien tilaa hakkuun jälkeen. Kasvatusmetsien metsänhoidollista tilaa ojitusalueilla hakkuun jälkeen ovat tutkineet Jylhä (1995) sekä Rantonen ja Päivänen (1989). Työnjälkeä metsänomistajan omatoimisessa harvennushakkuussa ilman leimausta on tutkinut Pasonen (1985). - Korjuujälkeen liittyen mainittakoon vielä Sirenin (1998a) tutkimus sekä Jaakkolan (1994) ja Sirenin (1996 ja 1999b) artikkelit.

Harvennushakkuista aiheutuu runkopuun tuotostappiota, mutta toisaalta metsään jäävä luonnonpoistuma pienenee, puuston järeyskehitys nopeutuu ja korjuun yksikkökustannukset alenevat tulevaisuudessa. Asiaa on käsitelty mm. luvussa 7.1. - Ellei hakkuiden jälki ole aivan metsänhävityksen luokkaa (suuri vajaapuustoisuus ja/tai väärä jätettyjen puiden valinta), lienee aina kannattavampaa tehdä harvennuksia kuin lyödä ne laimin. - Käytännössä suurempi merkitys kuin lievistä vajaapuustoisuudesta aiheutuvalla runkopuun tuotostappiolla on korjuuvaurioilla, joiden taloudellisia seurausvaikutuksia ovat pohtineet mm. Harstela (1985), Kokko ja Siren (1996 ja 1997), Moilanen (1990), Niemistö (1988), Siren (1990 ja 1999a), Tuimala (1979) ja Vainikka (1982).

Keskeiset hakusanat: mtu, abi, pko, mac, tyo, laa, sta, hme, uud, maa, tre, run, stu, juu ja pat

7.3.2 Muut abioottiset tuhot

Tuulenkaatoja syntyy jatkuvasti siemenpuu- ja suojuspuuasentoon hakatuissa metsiköissä sekä varttuneiden metsiköiden reunavyöhykkeissä avohakkuualoja tai taimikoita vasten. Laakajuuresta johtuen kuusi on samanlaisissa oloissa alttiimpi tuholle kuin mänty. Tuulenkaatojen riski on sitä suurempi mitä tuorempi asento tai reuna on. - Luonnolliset reunat, kuten hakkaamaton metsävyöhyke avosuota vasten, ovat jokseenkin tuulenkestäviä. Kestävyys johtuu toisaalta reunametsän erikokoisrakenteesta, joka estää tuulen pääsyn latvuston sisään, ja toisaalta yksittäisten puiden tuulitakeistavista ominaisuuksista. - Tuulenkaadot ovat sangen yleisiä myös hiljakkoin harvennetuissa tai väljennetyissä metsiköissä. Varsinaisia myrskytuhoja on harvemmin, kuitenkin yleensä yksi tai useampia joka vuosi Suomen metsissä. Myrsky kaa-
taa tai katkoo paljon puita tuulelle alttiissa metsiköissä ja sen reuna-alueilla tapahtuu tuulenkaatoja tavallista enemmän. Kova myrsky, joita esiintyy usein ukkosrintaman yhteydessä, on yleensä pienialainen ja sen aiheuttama hävitys voi olla metsikkötasolla totaalinen. Laaja-alaisia myrskytuhoja syntyy lievemmissä tuulissa yleensä syksyllä, jolloin maa on märkä, mutta ei vielä roudassa. Tuho on pahempi, jos puiden latvuksissa on raskasta märkää lunta. Korjuulle vaikea vuodenaika lisää syksyisten myrskytuhojen vakavuutta.

Tuuli- ja myrskytuhoja tarkasteltiin varoituksen vuoksi jo luvussa 4.2 (Luontainen vai keinollinen uudistaminen?). Siinä yhteydessä mainittiin useita näihin tuhoihin ja niiden syntyyn vaikuttaviin tekijöihin liittyviä lähteitä (ko. lähdeluettelossa Bonsdorff 1913 sekä 1917a ja b, Cajander 1934a, Laiho 1980 ja 1987, Laitakari 1952, Lapin myrskytuhotyöryhmä 1982, Nikula 1988, Peltola 1998, Peltola ja Kellomäki 1993, Sarkkula 1987 sekä Solantie 1983 ja 1986). Niiden lisäksi uusina lähteinä mainittakoon vielä Heikinheimon (1926), Hirvelän ja Hynysen (1990, ks. myös Hynynen ja Hirvelä 1990), Kauhasen (1989), Laitakarin (1929), Peltolan (1991, 1994 ja 1995) ja Peltolan ym. (1999 ja 1997) tutkimukset ja artikkelit.

Tuulioloille ihminen ei voi mitään, mutta metsänkäsittelyn kautta on mahdollista vaikuttaa jonkin verran tuuli- ja myrskytuhojen yleisyyteen. Kovimmat tuulet tulevat yleensä samasta suunnasta alueesta riippuen. Jos tämä suunta otetaan tietoisesti huomioon käsittelykuvioita rajattaessa, tuhoriskiä voidaan alentaa käsittelyä sinänsä muuttamatta. Selvin keino on välttää reunojen muodostamista tuulisille paikoille, kuten rinteille ja kumpareille. Ellei tämä ole mahdollista, on vältettävä tuulen yleissuunnan suhteen pokittaisien reunojen muodostumista. Reunavyöhykkeen mahdollisen erikokoisrakenteen säilyttäminen hakkuussa vähentää metsikön sisään tunkeutuvan ilmavirran voimakkuutta. Siemenpuu-, suojuspuu- ja harvennushakkuuta harkittaessa tulisi ottaa huomioon käsittelykuvion tuulisuus. Jos tuhon riski on ilmeinen, luontaisesta uudistamisesta kannattaa luopua, väljennys jättää tekemättä ja harvennus, varsinkin ensiharvennus tehdä lievänä. Lannoitus lisää puiden latvusmassaa ja siten myös tuulituhon riskiä. Lannoitus ja harvennus yhdessä nostavat riskin moninkertaiseksi.

Tuulituhosta syntyy taloudellista vahinkoa vaikka puutavara korjataan pois välittömästi. Korjuun yksikkökustannukset ovat korkeammat, tukkia siirtyy kuitupuuksi, hukkapuuta syntyy enemmän, kantohinta on yleensä alempi, harvennusmetsään voi tulla vajaapuustoisuutta aiheuttaen kasvutappiota tai metsikkö joudutaan uudistamaan ja uudistusaloilla luontainen uudistuminen viivästyy tai ne joudutaan uudistamaan keinollisesti. Jos tuulenkaatopuiden korjuu viivästyy liian paljon, niistä saadaan vain kuitupuuta hyönteistuhojen ja sinistymän vuoksi. Korjuun viivästyminen tai laiminlyönti voi aiheuttaa myös pystypuiden hyönteistuoja, ensin lähellä ja

sittemmin mahdollisesti kauempanakin. - Hyönteisten lisääntymistä tuulenkaatopuis-
sa ovat tutkineet Annila ja Petäistö (1978), Långström (1984), Peltonen (1999), Saa-
renmaa (1984 sekä 1987a ja b) ja Saarenmaa ym. (1989). Neljässä viimeksi maini-
tussa tutkimuksessa on selvitetty myös sinistymistä, jota aiheuttavat tuhohyönteisten
tekemistä rei'istä puuaineeseen tunkeutuvat sinistäjäsienet.

Tykkytuhon syntymistä edistää kostea ja lauha sää, etenkin jos sataa vettä tai
rântää. Tuho on ilmeinen, jos puiden latvuksiin on aiemmin kertynyt paljon lunta,
jonka paino kostuessa kasvaa. Pahimmillaan kuusen latvuksessa voi olla lunta monta
tonnia (Jalkanen ja Konopka 1998 ja 1999). Suomessa on alueita, joilla tykkytuhon
syntymisen edellytykset ovat tavallista suuremmat (ks. Heikinheimo 1920). Nämä
alueet sijaitsevat pohjoisessa ja idässä ja aivan erityisesti ns. korkeilla mailla, jotka
tykyn kertyessä ovat pilven sisässä. Maaston korkeuden lisäksi rinteiden suunta
vaikuttaa tykyn muodostumiseen. Rinteet vasten kosteaa ja lämmintä ilmavirtaa ovat
altteimpia tykkytuholle. Pahimmilla tuhoalueilla mänty kärsii latvusvaurioista siinä
määrin, että kuusi kapealatvaisena ja alaspäin suuntautuvine oksinensa valtaa ravin-
teisuuden puolesta sille sopimattomiakin kasvupaikkoja. Männyn viljely pahimmilla
tykkytuhon alueilla on luonnonvastaista (ks. Kangas 1959). Lumituhon alueilla pärjää
kuusi, etenkin sen olosuhteisiin mukautunut runko- ja latvusmuotovariaatio (ks. Mi-
kola 1938).

Tykkytuho voi olla lähes totaalinen riukuasteen taimikoissa ja nuorissa har-
vennusmetsissä, joita ei tulisi kasvattaa liian tiheinä tavoitteena oksien karsiutumisen
edistäminen. Koivu taipuisana puuna toipuu hyvin pahaltakin näyttävästä kumarasta.
Suurimmat välittömät taloudelliset vahingot tykky kuitenkin aiheuttaa varttuneissa
metsiköissä. Lumen pahoin murtamat rungot kelpaavat tuskin muuhun kuin kuitu-
puuksi jos siksikään säilöilyn vuoksi. Runko voi olla päreinä monta metriä kat-
keamiskohdasta ylös- ja/tai alaspäin. Katkeamiskohta männyllä on tavallisesti elävän
latvuksen alapuolella, minne lumen painon aiheuttaman rasituksen painopiste koh-
distuu. - Korkeilla mailla mäntyjen ja myös kuusien latvusvauriot ovat enemmän
sääntö kuin poikkeus. Sivuoksista vahvin korvaa latvan aikaa myöten ja tulos näkyy
selvänä mutkana rungossa. Vanhassa puussa tällaisella tuholla ei juuri ole taloudel-
lista merkitystä, koska latva muutenkin on hukkapuuta hakkuussa.

Pääluvussa 4 (Metsikön uudistaminen) mainittiin jo useita tykkytuhoihin liit-
tyviä julkaisuja (alaluvuissa 4.1 ja 4.2 Heikinheimo 1939, Laitakari 1949 ja Peltola
ym. 1997, alaluvussa 4.6 Kujala 1930, Kärkkäinen 1984, Norokorpi 1998, Norokorpi
ja Kärkkäinen 1985, Nykänen ym. 1997, Solantie 1994, Solantie ja Ahti 1980 sekä
Suominen 1963). Lisäksi mainittakoon, että Rummukainen (1967) on tarkastellut
lumivahinkoja Etelä-Suomen metsissä. Juutinen (1953) on tutkinut männyn toipu-
mista tykkytuhon jälkeen. Juutinen (1958) totesi yli-ikäisyyden ja lumen aiheuttamat
mekaaniset vauriot kuusen kuivumisilmiön primääriseksi ja hyönteistuhot sekundää-
riseksi syyksi Pohjois-Suomessa. - Tykkytuhoihin liittyen tulkoon vielä mainituksi
Päättalon (2000) tutkimus ja Airaksisen (1920), Jalkasen (1994b) sekä Norokorven ja
Kärkkäisen (1984) artikkelit.

Kevät- ja syysballat eivät yleensä ole ongelma varttuneissa metsissä toisin
kuin joissakin taimikoissa. Tosin liian runsas lannoitus tai sen väärä ajoitus loppu-
kesään on aiheuttanut hallatuhoja ja talvisia pakkasvaurioita (ks. Hirvelä ja Hynynen
1990 sekä Hynynen ja Hirvelä 1990, Jalkanen 1990a, Jalkanen ja Aalto 1993, Noro-
korpi 1977, Raitio 1987b ja Rajamäki ym. 1986). Kova pakkasen talvella voi vau-
rioittaa puun maanpäällisiä osia varttuneissakin metsiköissä. Liiallinen typ-
pilaskeuma vaikuttaa samoin kuin lannoitus altistaen puut talvisille pakkasvaurioille.
Muillakin ilmansaasteilla on myös ravinnevaikutusta, mikä lisää pakkasvaurioita

(esim. Sutinen ja Raitio 1998). Tavallisissa oloissa esiintyvät pakkasvauriot liittyvät yleensä nopeisiin lämpötilan muutoksiin, joissa lämpötilojen absoluuttinen ero ja muutosnopeus ovat olennaisempia tekijöitä kuin minimilämpötila sinänsä. - Puut ovat talvella vuosirytmien mukaisesti karaistuneita kylmää vastaan. Ne kuitenkin reagoivat pitkään lauhaan (lämpötila plussan puolella) säähän siten, että niiden kylmänkestävyys alenee. Nopea lämpötilan aleneminen, mikä on mahdollista varsinkin keskitalvella, voi silloin johtaa pakkasvaurioiden syntymiseen.

Joissakin talven sääolosuhteissa syntyy ns. lämpöinversio, missä ilman lämpötila laskee voimakkaasti ylhäältä alaspäin. Ilmiö syntyy selkeällä tyynellä säällä alavilla aukeilla paikoilla voimakkaan ulossäteilyn seurauksena. Silloin vaarojen ja tuntureiden ylärinteiden metsät voivat olla suhteellisen lämpimässä ilmamassassa laaksoihin ja alarinteisiin verrattuna. Lämpötilaero kylmän ja lämpimän ilmamassan välillä voi olla kymmeniä celsiusasteita. Joskus raja on hyvin jyrkkä, mikä voidaan nähdä savun nousun äkillisenä pysähtymisenä siihen. Jos kylmä ilmamassa leviää tai siirtyy nopeasti ylärinteille, puuston latvusto voi kärsiä siellä pakkasvaurioita. Selväraja-alueet ovat myöhemmin selvästi erotettavissa punertavina metsävyöhykkeinä rinteillä. Jalkanen (1997) sekä Jalkanen ja Närhi (1993) ovat raportoineet tästä ns. red belt -ilmiöstä Suomen Lapissa.

Viljelymetsäissä paikkakunnalle sopimaton alkuperä lisää halla- ja pakkasvaurioiden riskiä puiden alueelle sopimattoman geneettisen vuosirytmien takia. Kun puusto on kehittynyt varttuneen metsikön asteelle, kylmä on yleensä jo korjannut satonsa niistä puista, jotka ovat olleet altteimmat tuholle joko perimänsä ja/tai maaston pienmuotojen (supat) vuoksi. - Ilmaston mahdollinen muuttuminen hiilidioksidipitoisuuden nousun seurauksena, mikä meillä voisi ilmetä kasvukauden pitenemisenä ja sateiden lisääntymisenä, voi altistaa puita halloille ja pakkasille (ks. Hänninen 1991, 1994, 1995 ja 1996 sekä Repo 1994, ks. myös Leinonen ja Repo 1996). Keskilämpötilan nousustakin on tilastollista näyttöä. Pohjoisilla leveysasteilla voi kuitenkin käydä niin, että lisääntyvä pilvisuus ehkäisee kasvukauden lämpösumman kasvua ainakin jossakin määrin.

Viljelymateriaalin alkuperän valinnalla voidaan vaikuttaa kylmästä johtuvien tuhojen esiintymiseen. Pientopografiaan sopeutettu puulajivalinta metsikön käsitteilyssä vähentää tuhoja ainakin teoriassa. On kuitenkin pidettävä mielessä, että männyn suosiminen painanteissa kuusen hallavaurioiden välttämiseksi lisää männynversosyöpää. Jos valinnanvaraa on, painanteissa tulisi suosia lehtipuita ja samalla edistää metsikön monimuotoisuutta ja ekologista tasapainoa. Lehtipuusekoituksella on myönteisiä vaikutuksia myös ravinnetalouteen. Tyypilannoitusta ei tulisi tehdä kasvukauden loppupuolella, koska lisätyppi voi jatkaa silloin puiden kasvua liian myöhään syksyyn ja siten nostaa syyshallatuhojen riskiä. Talveentuminen voi häiriintyä siinä määrin, että myös talvisten pakkasvaurioiden riski kasvaa väärin ajoitetun lannoituksen seurauksena.

Talvella kylmyys voi aiheuttaa puille myös juuristotuhoja, jos suojaava lumipeite tai/ja aluskasvillisuus jostakin syystä on riittämätön. Tämä koettiin laajoilla alueilla itäisessä Pohjois-Suomessa pakkastalven 1986-1987 jälkeen. Pakkanen nousi tuolloin paikka paikoin yli 40 celsiusasteeseen ennen kunnollisen lumipeitteen muodostumista tammikuun lopulla. Juhannuksen 1987 alla mäntyjen vanhimmat neulas-kerrat ruskettuivat äkillisesti kuivemmilla kangasmailla ja vähemmässä määrin myös rämeillä. - Ko. kasvupaikoille ominaista on männyn juuristojen pinnallisuus. - Neulas-aset varisivat syksyllä noin kaksi kuukautta normaalia aikaisemmin (ks. Jalkanen 1990b, Ritari 1990 sekä Tikkanen ja Raitio 1993). Pahimmillaan puihin jäi vain nuorin neulaskerta jäljelle. Aluksi syyksi epäiltiin kylmän lisäksi ilmansaasteita. Asiaa

tutkittiin kokeellisesti seuraavana talvena pitämällä varttunutta männikköä lumettomana samaan vuodenaikaan kuin edellisenä talvena oli tapahtunut luonnossa (esim. Jalkanen ym. 1990). Puut ruskettuivat seuraavan juhannuksen aikoihin kuten oli hypotetisoitu ja syyksi todettiin hienojuuriston pakkasvauriot (Jalkanen 1993, ks. myös Holopainen 1990). - Neulaskadon toisena syynä eräillä kasvupaikoilla pidetään paannejäättä, joka aiheutti mekaanisia vaurioita juuristoon ja mahdollisesti myös juurten hapenpuutetta kasvukauden alkaessa.

Näkemyseroista neulaskadon syistä oli ainakin se hyöty, että ne edistivät Itä-Lapin metsävaurioprojektin syntymistä ja läpivientiä monien tutkimus- ja opetustahojen yhteistyönä (ks. Kauhanen ja Varmola 1992, Tikkanen 1995, Tikkanen ja Niemelä 1995, Tikkanen ja Varmola 1991 sekä Tikkanen ym. 1992). Projektin päätulos oli, että lähinnä Kuolasta, Luoteis-Venäjän malminjalostuslaitoksilta ajautuvat ilmansaasteet, niistä ehkä rikki pahimpana, eivät ainakaan suoraan olleet aiheuttaneet tuhoja Itä-Lapissa. Kohonneita raskasmetallipitoisuuksia jäkälissä ja sammalissa sekä myös puiden neulasten solutason muutoksia oli kyllä havaittavissa Sallan ja Inarin itäosissa, mistä etäisyydet päästölähteisiin ovat lyhyimmät. On kuitenkin pidettävä mielessä, että jatkuva saastestressi samoin kuin säistä johtuva ilmastostressi yleensä altistaa puita muille tuhoille (ks. Tikkanen ja Raitio 1990). - Ilmansaasteista enemmän myöhemmin tässä alaluvussa.

Raitio (1990a) on tarkastellut juurten pakkaskestävyyttä kirjallisuuden perusteella. Maan lämpötilan kausivaihtelua ja juurten pakkaskestävyyttä ovat tutkineet mm. Sutinen ym. (1998b). Maan lämpötilaan vaikuttaa vuodenaika sekä lumiolosuhteiden lisäksi aluskasvillisuuden määrä ja kunto (ks. Jalkanen 1998b ja Sutinen ym. 1998a). Poronhoitoalueella jäkäläisten talvilaitumien aluskasvillisuus ja erityisesti jäkäläpeite on yleisesti kulunut ylilaidunnuksen vuoksi. Jalkanen (1998a) on tutkinut männyn neulasvuosikertojen määrän pitkäaikaista vaihtelua laidunnetulla ja laiduntamattomalla kuivalla kankaalla. Tulosten perusteella näyttää siltä, että kohtuullinen laidunnus lisää vuosikertoja, mutta liiallinen laidunnus vähentää niitä. Neulaskertojen lisääntymistä voidaan selittää esim. porojen papanoiden lannoittavalla vaikutuksella. Jäkälän vähentyminen puolestaan voi laskea maan minimilämpötiloja talvella ja siten aiheuttaa enemmän juuristovaurioita ja niistä aiheutuvaa neulaskatoa. - Ilmeisesti kuitenkin olennaisempi maan lämpötilaan vaikuttava tekijä on laiduntamisesta johtuva yhtenäisen lumipeitteen rikkoutuminen ja polkeutuminen, mikä vähentää sen lämmöneristyskykyä.

Pakkanen voi vaurioittaa latvan ja juurien lisäksi myös puun runkoa erityisesti lehtipuilla. Fyysinen vaurio ilmenee säteensuuntaisina, noin metrin pituisina halkeamina. Pakkashalkeamien syynä ovat puun sydän- ja mantopuun erilaiset supistumisominaisuudet. Halkeamat alentavat tukin saantoa muuten tukkipuukokoisesta rungosta. Kesäisin halkeamat edistävät sienten pääsyä puuaineeseen lisäten siten lahon esiintymistä myöhemmin (ks. Kujala 1952). Pakkashalkeamia voidaan vähentää välttämällä hyvin harvoja asentoja ja jättämällä kuvioiden reunavyöhykkeisiin enemmän puustoa. - Pakkaseen liittyen mainittakoon tässä myös Hagmanin (1987), Raition (1987a) ja Wulffin (1996) artikkelit.

Metsäpuiden kylmänkestävyyden yleisiä perusteita koskevana oppikirjoina voitaneen pitää kahta artikkelikokoelmaa (Repo 1988a ja Metsäpuiden... 1987) ja myös Sutisen (1988) laajaa artikkelia aiheesta. Perusteita on käsitelty myös mm. Hurmeen ym. (1997), Hännisen (1988), Pelkosen (1987 ja 1988), Pelkosen ym. (1990) ja Revon (1992) artikkeleissa (ks. myös Repo, Mäkelä ja Hänninen 1990). Repo (1987a ja b, 1988b ja 1993) on tutkinut kylmänkestävyyden mittaamenetel-

miä. Revon impedanssimenetelmää koskeviin tutkimuksiin liittyen mainittakoon myös Revon ja Lapin (1989) sekä Revon, Tuovisen ja Savolaisen (1990) artikkelit.

Kasvualustan liiallinen kosteus samoin kuin kuivuus hidastaa puiden kasvua ja pitkään jatkuessaan voi aiheuttaa vaurioita niihin. Liika vesi valtaa kasvualustan ilmatilaa, jolloin osa juuristosta kärsii hapen puutteesta ja ravinteiden otto vähenee. Tulva-alueille, joilla tulvat toistuvat usein, on valikoitunut kosteutta sietävä kasvillisuus. Puiden tulvankestävyyttä on käsitelty Ahdin (1975) artikkelissa. Puista koivut, erityisesti hieskoivu, sietävät melko hyvin kasvualustan märkyyttä. Kuusi sen sijaan on jokseenkin arka liialliselle kosteudelle. - Tuhoja syntyy yleensä silloin, kun tulva nousee paikoille, joille se luonnostaan tulee hyvin harvoin, jos koskaan. Tämä on nähty selvästi majavakannan lisääntymisalueilla, missä majavat ovat metsätaloudellinen ongelma paikka paikoin (ks. Härkönen 1999). Ellei majavan tekemää patoa pureta, vesi nousee padon yläpuolella metsään ja pysyy siellä pitkään. Pystyyn kuollut kuusikko puron varrella on tyypillinen majavatuhon, joka erottuu kauas. Vahinkojen vähentämiseksi majavakantaa onkin ryhdytty säätelemään metsästyksen avulla pahimmilla alueilla. Majavatuhon voidaan pitää ensikädessä pienialaisena eläintuhona, jonka seurauksena syntyy laajempi veden aiheuttama tuho.

Kuivuus ehkäisee puiden kasvua aurinkoisina ja tuulisina iltapäivinä, jolloin haihduntapotentiaali voi olla juuriston vedenottokykyä suurempi. Neulasten ja lehtien ilmaraot supistuvat, mikä vähentää haihduntaa ja samalla myös fotosynteesiä. Lehvästö lakastuu tilapäisesti hieman, jos lehtien turgoripaine laskee tarpeeksi paljon. Yleensä tilanne korjautuu viimeistään yön aikana. Kuivilla ja/tai tuulisilla kasvupaikoilla veden puute kasvukauden aikana on tavallista, mikä näkyy puiden pienempänä kokona ja pahimmillaan kitumisena. Tuulen aiheuttamaa kuivuutta esiintyy yleisesti laajojen vesistöjen rannoilla ja saarissa sekä vaarojen ja tuntureiden metsänrajavyöhykkeissä. Kallioperän läheisyys pahentaa kuivumista, koska ohuessa maakerroksessa vesimäärä on pieni. - Männyn vuotuista paksuuskasvua kuivahkoilla ja kuivilla kankailla selittää hyvin alkukesän sademäärä (Henttonen 1984). Kuusella myös edellisen kesän sääolot vaikuttavat kasvuun (Henttonen 1990). Kuusi on herkempi kuivuudesta aiheutuville vaurioille kuin mänty, mitä voidaan selittää pinnallisemmän juuriston ja suuremman haihduttavan latvuspinnan avulla. Puut sopeutuvat monivuotiseen kuivempaan jaksoon vähentämällä latvusmassaa neulasia karistamalla, mikä on yksi harsuuntumisen syy. Pahan kuivuuden seurauksena latvuksen värikin muuttuu ja puu saattaa kuolla.

Luonnollisen ilmastovaihtelun johdosta sattuu puukuolemia melko harvoin, nekin lähes yksinomaan kuusella. Kuusen kuivumisilmiötä on esiintynyt aika ajoin Suomessa ja muualla (ks. Mielikäinen 1996). Sademäärä selittää kuusen pituuskasvun pitkäaikaisvaihtelua melko hyvin. Pituuskasvun havaittiin alentuvan 1980-luvun lopulla, mikä herätti keskustelua ilmiön syistä 1990-luvulla. Pääsyyksi epäiltiin myös ilmansaasteita (Lähde ym. 1996, ks. kuitenkin Mielikäinen 1996 sekä Nuorteva ja Nuorteva 1998). Jalkanen (1994a) piti syynä kuusten heikkoon kuntoon Lounais- ja Länsi-Suomessa ko. puulajin mantereisia perinnöllisiä ominaisuuksia - kuusi idästä vaeltaneena lajina ei ole ehtinyt sopeutua mereiseen ympäristöön, jolle on tyypillistä lauhdat ja osin lumettomatkin talvet. Lisääntynyt hengitys lepokauden aikana heikentää puuta ja altistaa sen tuhoille. - Raitio (1990b) on pohtinut erään lehtipuiden harsuuntumisilmiön syitä ja piti pääsyyinä edellisen kesän ja syksyn sääoloja, ei siis kasvukauden kuivuutta eikä ilmansaasteita. Lehtipuiden ruskettumisen Länsi-Suomessa keväällä 1991 puolestaan aiheuttivat ilmeisesti mereltä saapuvat tuulet ja niiden mukanaan tuoma suola (Raitio 1992a). Suolalla hygroskooppisena aineena sinänsä on kasveja kuivaava vaikutus.

Kasvillisuudelle ja puustolle haitallista kuivuutta voi aiheutua myös kasvualustaan tai puustoon kohdistuvista toimenpiteistä. Sellaisilla rinneilla, joilla kasvillisuuden vesitalous on pääosin valuvesien varassa, ylärinteeseen tehty maaveden virtauksen estävä oja kuivattaa ojan alapuolista aluetta. Tällainen tilanne syntyy usein teiden rakentamisen yhteydessä. Valuvesien merkitys on erityisen suuri paikoilla, missä maakerros peruskallion päällä on ohut. Puuston voimakas hakkuu voi lisätä jäävän puuston ja aluskasvillisuuden haihduntaa (ilmavirta ja säteily metsikön sisällä kasvavat) ja siten aiheuttaa eräillä kasvupaikoilla kuivuutta (ks. Kangas 1946). Tapahuu silloin tällöin, että kuusen suojuspuuasennossa puut kituvat ja kuolevat kuivuuden vuoksi. Auringon suora paahde latvoihin ja reunavyöhykkeen puiden runkoihin lieenee osasytytymiseen. Kuusen runkoihin kohdistuva paahde pahimmillaan aiheuttaa pihkan erittymistä kuoren päälle (pihkavuoto). Hakkuu voi myös lisätä kasvualustan kosteutta soistumisherkillä kankailla ja soilla, koska haihduttava biomassa vähenee hakkuun seurauksena. Tämä seikka on otettava huomioon suometsien hakkuissa ja tarvittaessa ryhdyttävä samalla myös ojitustoimenpiteisiin.

Metsäpalot ovat tuulen ohella olleet yksi pohjoisen havumetsän luontaista dynamiikkaa ylläpitävä perustekijä. Kulotuksen yhteydessä (alaluku 4.4.3) mainittiin asiaa koskevia lähteitä (ks. ko. lähdeluettelo: Karjalainen 1994, Kuusela 1990, Parviainen 1993, Piri 1993 ja Siren 1973). Niiden lisäksi mainittakoon vielä Heikinheimon (1907a ja b) ja Vanha-Majamaan (2000) kirjoitukset. Suomen metsäpalotilastoja ovat esitelleet mm. Ennevaara (1954 ja 1962), Kalela (1937), Lönnroth (1913), Osara (1949) ja Saari (1923). Kulojen historiaa voidaan jäljittää kauemmaksi dendrokronologiaan perustuvalla menetelmällä (ns. dendroekologia, ks. Lehtonen 2000). Lehtonen ja Huttunen (1997, ks. myös Lehtonen 1997 ja 1998) ovat tutkineet palohistoriaa Itä-Suomessa dendroekologian avulla. Vielä kauemmaksi, aina jääkauteen saakka päästään tutkimalla hiilen määrän vaihtelua suokerroksissa (ks. Tolonen 1983 ja 1985). Kulojen paikallista esiintymistä on tutkittu mm. Ulvinsalon luonnonpuistossa (Haapanen ja Siitonen 1978), Kivalon paksusammalkuusikoissa (Hyvärinen ja Sepponen 1988) ja Pisavaaran luonnonpuistossa (Sepponen 1989).

Metsäpalo eli kulo syttyy yleensä salamaniskusta tai ihmisen toiminnan seurauksena (ks. Franssila 1958, Keränen 1929, Lehtonen ym. 1996 ja Päätaalo 1998). Myös itsesytytys on mahdollista erittäin paloherkissä olosuhteissa. Itsesytytyksellä tarkoitetaan tapahtumaa, missä metsään heitetty valoa voimakkaasti heijastava tai valoa läpäisevä esine (esim. kirkas pelti tai lasi) kohdistaa auringon säteilyenergian pienelle alueelle ja sytyttää paloherkän materiaalin palamaan toimien siten polttolaisin tavoin. Kulon syttymisriski on suurin vanhemmilla avohakkuualoilla ja taimikoissa keskimääräistä kuivemman kasvillisuuden ja kuivien hakkuutähteiden johdosta. Pinta-alan ollessa yhtä suuri kulo aiheuttaa yleensä suurempaa tuhoa varttuneessa metsässä kuin taimikossa. Kulokohtaista eroa lisää vielä se, että jos tuli nousee puiden latvoihin, se leviää kovassa tuulella nopeasti laajalle alueelle latvapalolle sopivassa ympäristössä. Latvapalojen riski on suurin vanhoissa kuusikoissa, joissa kuivat naavat ja lupot latvojen sisällä syttyvät hyvin herkästi pienestäkin kipinästä. - Naavat ja lupot ovatkin kuusen pienien, kuivien alaoksien ohella hyvää nuotion sytykettä vesisateella ja talvella.

Latvapalo tuhoaa puun aina. Jos kulo ei kehity latvapaloksi, osa puusta selviää hengissä. Kolström ja Kellomäki (1993) tutkivat kahta pintapaloa ja havaitsivat lähes kaikki kuuset ja koivut kuolleiksi, kun taas noin viidesosa männyistä oli jäänyt eloon. Kulo etenee yleensä pintapalona harvoissa vanhoissa männiköissä. Eloon jäävät puut siementävät paloalan tehokkaasti. Tuhka vielä edistää luontaista uudistumista. Yhäkin löytyy elossa vanhoja mäntyjä, joiden tyvellä on nähtävissä palokorja,

jotka olivat ennen merkittävä puiden teknistä laatua heikentävä tekijä etenkin Pohjois-Suomessa (ks. Tikka 1935, 1938 ja 1940). Korot voivat olla vanhoja - niiden ikä on todettavissa melko tarkasti maastossakin kairaamalla puun ikä koron keloutuneesta pohjasta ja toisaalta vaurioitumattomasta kohdasta samalta korkeudelta.

Kookkaista elävistä vauriipuista vanhoilta paloalueilta saa tukkia, joskin saanto on alempi kuin samankokoisista vahingoittumattomista puista. Jos kuolleet ja vaurioituneet tukkipuut korjataan pian kulon jälkeen, saanto ei välttämättä alene kovin paljon, mikäli hyönteiset ja sienet eivät vielä ole ehtineet iskostua puihin. Tukissa ei sallita hiiltymiä eikä pahaa nokeentumista. Sellaiset rungon osat eivät kelpaa edes kuitupuuksi, koska hiili näkyy vielä valmiissa paperissakin mustina viiruina. Paloalueelta korjattujen tukkien myynnissä on kuitenkin ongelmia, vaikka tukeissa ei olisikaan palojälkiä. Ostajat, joiden sahoilla syntyvää sahausjätettä menee kuituteollisuuden raaka-aineeksi, suhtautuvat hyvin epäilevästi paloalueiden tukkeihin hiilen muodostaman riskin vuoksi. Piensahojen sahausjäte menee yleensä energian tuotantoon, joten ne ostavat helpommin paloalueiden tukkeja.

Tulen vaikutuksia käsiteltiin jo kulotuksen yhteydessä ja viitattiin silloin useisiin lähteisiin (ko. lähdeluettelossa: Annila 1993, Fritze ym. 1995 ja 1994, Heikinheimo 1917, Heikkinen 1982, Helle ja Aspi 1984, Huhta 1996, Kivekäs 1939, Kubin 1984, Kubin ja Puustinen 1995, Leikola 1992, Mikola ym. 1964, Parviainen 1996, Penttilä ja Kotiranta 1996, Pietikäinen 1999, Punttila ja Haila 1996 sekä Viro 1954, 1969, 1971 ja 1974). Aiheeseen liittyen mainittakoon uusina vielä Finerin ym. (1997), Kojolan ym. (1998), Kopen (1989), Kujalan (1926), Lehtosen (1998), Liskin ym. (1998), Oinosen (1968), Pietikäisen ja Fritzen (1993) sekä Sarvaksen (1937) julkaisut ja Kaupin (1976) moniste. - Tulella on joitakin negatiivisia lyhytkestoisia vaikutuksia metsäluontoon, mutta suorat ja epäsuorat positiiviset vaikutukset nyt ja tulevaisuudessa painavat vaa'an selvästi kulotuksen eduksi.

Metsäpaloilla on samoja hyödyllisiä vaikutuksia kuin kulotuksella, mutta suurten rahallisten vahinkojen mahdollisuus pakottaa niiden tehokkaaseen torjuntaan. Suomen metsissä kulot vähenivät olennaisesti kaskiviljelyn loputtua. Tulen käsittelyn muuttuminen varovaisemmaksi on vaikuttanut samaan suuntaan. - Nykyisin metsäpaloja torjutaan parhaiten ennakolta. Harvennushakkuut ovat yksi ennakkotorjuntakeino, koska kuloriskiä lisäävää luonnonpoistumapuuta on metsässä vähemmän. Kulotuksen vähentymisen, lähes loppumisen pääsyyinä pidetään siihen liittyvää metsäpalariskiä. Kun hakkuu tehtiin pääosin moottorisahalla, työt savotalla keskeytettiin joskus suurimman kuloriskin ajaksi (omakohtainen kokemus kesältä 1969). Nyt koneellisen korjuun aikana se ei ole enää tarpeellista. Ainoa työläji, jolla voisi ajatella olevan kuloriskiä lisäävää vaikutusta, on maan äestys kivisillä maillo hyvin kuivassa maastossa. Ehkä eniten kuloja on viime vuosikymmeninä vähentänyt tulen käsittelyä koskevat rajoitukset kesän kuivina kausina. Renvall (1919) on pohtinut kulojen ennakkotorjuntaa suojametsäalueella. Metsäteillä on merkitystä kulontorjunnassa, sillä ne muodostavat esteitä pintapalojen leviämislle ja mahdollistavat sammutusväen ja -kaluston nopean kuljetuksen palopaikkojen tuntumaan. Toisaalta kulukijoita metsissä on enemmän avoimien metsäteiden ansiosta, mikä lisää kuloriskiä. - Kulojen sammutukseen on suunniteltu erikoislentokoneita USA:ssa ja Venäjällä. Suomessa Virtanen (1982) on tutkinut helikopterin käyttöä kulontorjunnassa.

Paloalueen puusto siemenpuita lukuun ottamatta on hakattava pois mahdollisimman pian kulon jälkeen. Tällä ehkäistään hyönteis- ja sienituhojen syntymistä paloalueen puihin ja leviämistä niistä ympäristöön. Viivyttely aiheuttaa lisävahinkoa nopeasti tukkipuiden sinistymisen vuoksi. Hakkuun jälkeen käsittelypäätöksien teki-

jällä on edessään kulotettu alue, jonka hän voi uudistaa luontaisesti tai keinollisesti siementävästä puustosta riippuen (ks. alaluvut 4.2-4).

Ilmansaasteiden vaikutus puiden ja metsän kasvuun ja terveydentilaan sekä metsätuhoihin nousi vahvasti esille meillä ja ulkomailla 1980-luvulla. Oli selvää, että ns. 'metsäkuolema' (ks. Kuusela 1996) oli liioittelua, mutta sen varjolla kyllä tehtiin paljon ansiokasta tutkimusta, josta melkoinen osa voidaan katsoa perustutkimuksen piiriin kuuluvaksi. Myös Metsäntutkimuslaitoksessa virisi vilkas tutkimustoiminta asian tiimoilta ja 1990-luvulla valmistuikin useita laajojen tutkimusprojektien yhteenvetoja ko. aiheesta (ks. Hyvärinen ym. 1993, Kanninen 1992, Lumme ym. 1997, Mälkönen 1998, Raitio 1996, Tikkanen 1995 sekä Ukonmaanaho ja Raitio 2000, ks. myös Hari ym. 1992). Ilmansaasteiden uhat kartoitettiin ja menetelmiä niiden seuraamiseksi kehitettiin (ks. Derome ym. 1999, Derome ja Raitio 1997, Jukola-Sulonen, Salemaa ym. 1993, Junto 1997, Loven 1996, Mähönen 2000, Raitio 1999 sekä Starr ja Ukonmaanaho 1999, ks. myös Lumme ja Mälkönen 1994, Tikkanen 1991 ja 1994 sekä Tikkanen ja Mikkola 1991).

Nevalainen (1993a) sekä Nevalainen ja Liukkonen (1988) ovat tarkastelleet ilmansaasteiden ja metsien kunnon yhteyttä (ks. myös Heliövaara, Hyvärinen ym. 1993, Lindgren ym. 1998 ja Sutinen 1996). Puiden kitumista ja etenkin kuolemista saasteiden vuoksi tapahtuu vain joidenkin teollisuusalueiden välittömässä ympäristössä ja eräillä taajama-alueilla (esim. Helmisaari 1998b, Lumme 1994a, Lumme, Arkhipov ja Kettunen 1994, Lumme, Poikolainen ym. 1994, Lundgren ym. 1996, Nevalainen ym. 1994, Osmo ja Raitio 1995, Poikolainen 1994 ja 2000, Poikolainen ja Lippo 2000, Poikolainen ym. 1994, Salemaa ym. 1992 sekä Tuovinen ym. 1991, 1995 ja 1993 sekä Tuovinen ja Ryaboshapko ks. myös Derome 2000, Derome ym. 1998, Ferm, Heliövaara ym. 1993, Ferm, Hytönen ym. 1988, 1989, 1990 ja 1993, Havas 1971, Holopainen ja Vaitinen 1988, Huttunen 1975, Kangas 1932, Koponen 1994, Kubin ym. 1994a, Levula 1993, Lindroos 1998, Lindroos ym. 1996, Lumme ja Arkhipov 1996, Markkola ja Ohtonen 1988, Nevalainen ja Arkhipov 1994, Niemelä ym. 1997, Nöjd 1996, Nöjd ja Kauppi 1995, Nöjd ym. 1996, Pakonen 1981, Raitio 1992b, Sutinen ja Mäenpää 1996 sekä Wulff ym. 1990). - Taajamien pääongelmana ovat liikenteen raskasmetalli- ja typpipäästöt (ks. Jokinen 1972 sekä Kellomäki ja Wuorenrinne 1979).

Puut harvoin kuolevat suoraan ilmansaasteiden vaikutuksesta, mutta saasteet altistavat niitä muille tuhoille. Saasteiden lannoitus- ja myrkkövaikutukset altistavat puita halla- ja pakkasvaurioille (esim. Sutinen ja Raitio 1998). Saasteiden ja/tai lannoituksen vaikutusta tuhohyönteisiin ovat tutkineet Heliövaara (1986), Heliövaara ja Väisänen (1986a ja b, 1990a ja b sekä 1993b ja c), Kainulainen ym. (1987), Neuvonen ym. (1990 ja 1992) sekä Suomela ja Neuvonen (1997). Yleensä ottaen hyönteiset joko hyötyvät saasteista tai saasteilla ei ole vaikutusta niiden esiintymiseen. Runsas otsoni ei lisännyt Neodiprion sertifer- eikä Gilpinia pallida-hyönteisten toukkien määrää Lyytikäisen ym. (1996) tekemässä tutkimuksessa. Lannoitus ja ilmansaasteet lisäävät kirvoja, jotka puolestaan edistävät surmakan infektoitumista (Virtanen 1994). Rannan (1994) tekemässä tutkimuksessa ainakaan kupari ja nikkeli eivät vaikuttaneet surmakan esiintymiseen. Hapan kasteluvesi lisäsi koivunruostetta vaan ei versosurmaa Vuorisen (1993) suorittamassa tutkimuksessa.

Haitallisia raskasmetalleja tulee ilmaan liikenteestä (lyijy) ja metallinjalostuslaitoksista. Suomessa on joitakin omia päästölähteitä, minkä lisäksi meille kulkeutuu raskasmetalleja pääasiassa itärajan takaa Kaakkois-Suomessa, Kainuussa ja Lapissa (esim. Helmisaari 1998b, Kubin ym. 1994a sekä Lippo ja Kubin 1994 ja 1998). Selvät saastealueet päästölähteiden ympäristössä ovat melko pienialaisia.

Harjavallan ympäristö, missä on tehty monia tutkimuksia (ks. esim. Salemaa ja Vanha-Majamaa 1994 ja 1998 sekä Salemaa ym. 1994) on tyypillinen raskasmetallisaastealue (kupari). Raskasmetallien myrkyllisyys riippuu alkuaineesta. Pieninä pitoisuuksina osa niistä, kuten kupari ja sinkki, on jopa hyödyksi kasvillisuudelle mikroravinnevaikutuksen johdosta. Derome ja Nieminen (1998) ovat tarkastelleet raskasmetallilaskeuman vaikutuksia ravinteisuuteen (ks. myös Lindroos ym. 1996). Raskasmetalleilla on vaikutusta myös puiden hienojuuriin ja maaperän pieneliöstöön (Fritze ym. 1994) sekä mykorritsoihin (Janhunen ja Helmisaari 1998).

Typpi on tärkeä makroravinne, jonka niukka saatavuus syystä tai toisesta usein rajoittaa puiden kasvua. Typpilannoituksella on eräillä kohteilla saavutettavissa suuria kasvunlisäyksiä ja ennen valtion metsänparannustuki vielä lisäksi toimenpiteen kannattavuutta. Soiden lannoituksessa tarvitaan yleensä myös fosforia ja kaliumia hyvien kasvutulosten saavuttamiseksi. - Ensi- ja jatkolannoitusten vaikutusta puuston kasvuun kankailla ja soilla on selvitetty vuosikymmenien kuluessa lukuisissa tutkimuksissa, joita tässä ei lähdetä luettelemaan. Todettakoon vain, että kasvureaktio riippuu mm. ajankohdasta (eri vuodenaajat), lannoittelajista ja määrästä, kasvu- paikkatekijöistä, puustosta ja mahdollisista muista toimenpiteistä (ojitus ja harvennus). Lannoituksen liiketaloudellista edullisuutta ovat tutkineet mm. Hämäläinen ja Laakkonen (1983), Hämäläinen ym. (1989 ja 1985), Keipi ja Kekkonen (1970), Keipi ja Laakkonen (1980), Keltikangas ja Seppälä (1968 sekä 1973a ja b), Laakkonen (1989 ja 1994), Laakkonen ym. (1983), Rantala ja Moilanen (1993) sekä Saramäki (1977 ja 1978). Asiaa ovat tarkastelleet myös Aarnio ym. (1997a ja b), Keipi (1979), Palo (1990) ja Viro (1966 ja 1969). - Ihmisen toiminta on lisännyt typpiyhdisteiden määrää ilmassa ja typpilaskeumaa. Runsaan typen haitallisten vaikutusten takia typpilannoituksesta luovuttiin aikoinaan Etelä-Ruotsissa. Suomessa typpilannoitusta ei enää tueta kestäväen metsätalouden rahoituslain nojalla.

Typpilaskeuma on erityisen suuri Keski-Euroopan tiheään asutuilla alueilla ja onkin arveltu, että se on eräs syy metsien kasvutason selvään nousuun siellä. Kasvun kiihtyminen ja metsien vajaakäyttö lisäävät myös luonnonpoistumaa, mikä osaltaan lietsoi spekulointia metsäkuolemalla 1980-luvulla. Anttila ja Tähtinen (1992) ovat kuvanneet typpilaskeuman kehitystä Suomessa 1980-1990 (ks. myös Lumme ja Arkhipov 1996). Smolander ym. (1998) ovat tarkastelleet typpellä kuormitetun metsäekosysteemin toimintaa. Mälkönen (1990) on pohtinut metsän typensietokykyä laskeumasta johtuvien abioottisten tuhojen kannalta. Jatkuva kohonnut typpilaskeuma vaikuttaa samoin kuin väärin ajoitettu tai liian voimakas lannoitus altistaen puita halla- ja pakkasvaurioille. Havas (1971) on tutkinut mäntyjen vaurioitumista erään lannoitetehtaan ympärillä. Neuvonen ym. (1992) ovat tutkineet lannoituksen vaikutusta männyn tuholais- ja tautialttiuteen. Suuri typpilaskeuma muuttaa puiden neulasten fysiologiaa (Pietilä ym. 1991) ja vaikuttaa myös mykorritsoihin (Holopainen ym. 1995 ja Janhunen 1994, ks. myös Holopainen ja Heinonen-Tanski 1993). Typpilaskeuma voi aiheuttaa kasvuhäiriöitä ravinnetasapainon suhteen herkillä kasvupaikoilla (ks. Ferm, Hytönen ym. 1988, 1989, 1990 ja 1993 sekä Hytönen ja Karlsson 1999). Typpilaskeumaan liittyen mainittakoon vielä Lumpeen (1994b), Mäkipään ym. (1999) ja Smolanderin ym. (1994) artikkelit (ks. myös Salonen 1994).

Tehtaat ja voimalaitokset sekä liikenne lisäävät rikkiyhdisteiden määrää ilmassa (ks. Anttila ja Tähtinen 1992, Kubin ym. 1994a, Lumme ja Arkhipov 1996, Raitio ym. 1998 sekä Tuovinen ym. 1995, ks. myös Manninen ja Huttunen 1995 sekä Manninen ym. 1998). Rikkikin on ravinne pieninä määrinä, mutta suuret pitoisuudet vahingoittavat kasvillisuutta suoraan ja epäsuorasti (ks. Lauhanen 1991a sekä Wulff ja Kärenlampi 1993, ks. myös Saastamoinen ja Holopainen 1989). Rikkiyh-

disteitä on perinteisesti pidetty pahimpana ilmansaasteena kasvillisuuden kannalta. Rikkidioksidin suora vahingollinen vaikutus kasvien yhteyttäviin osiin on ilmeinen paikka paikoin, mutta pitkän päälle rikin pahin seurausvaikutus saattaa olla kasvualustan happamoituminen, mistä seuraavassa kappaleessa enemmän (ks. Lindroos ym. 1996). Uusina ilmastouhkina puille pidetään orgaanisia yhdisteitä (ks. Norokorpi 1992, 1997 ja 1998) ja alailmakehän otsonia (ks. Holopainen ja Holopainen 1998, Oksanen ja Rousi 2001 sekä Palomäki ym. 1996), joita ihmisen toiminta lisää suoraan ja epäsuorasti. Orgaanisia yhdisteitä haihtuu ilmaan ja syntetisoituu ilmassa eri kemikaaleista, esimerkiksi kasvimyrkyistä. Otsonia syntyy mm. typpioksideista ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta (ks. Ahti 1985), joten sen yhteys liikenteen päästöihin on selvä.

Maan ja vesien happamoituminen saastelaskeuman seurauksena nousi laajan tutkimuksen kohteeksi Suomessa 1980-luvulla (ks. Kauppi ym. 1990 ja 1987). Vries ym. (1994) ovat arvioineet tuhoille altistuvaa metsäalaa Euroopassa eri hapanlaskeumaskenaarioiden pohjalta. Nordlund (1998) on tarkastellut ilmansaasteita hapanlaskeuman kannalta. Maiden happamoitumisherkkyyttä ja/tai happamuutta on käsitelty mm. Kontion ym. (1992), Pätilän (1993), Pätilän ja Niemisen (1990), Räisäsen (1990), Starrin ja Tammisen (1992) sekä Tammisen ja Mälkösen (1986) julkaisuissa (ks. myös Ahti ja Pätilä 1985, Derome, Helmisaari ym. 1993, Holmberg 1992, Kiikkilä ym. 1994 ja Raitio ym. 1994). Eri kasvupaikkojen hapanlaskeuman sietokyky riippuu kasvualustan fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista (ks. Tamminen ja Mälkönen 1986). Jos hapanlaskeuma ylittää kasvupaikan puskurikyvyn, pH-arvo laskee eli happamuus lisääntyy. - Kriittisen kuorman käsitteellä on keskeinen asema happamoitumisherkkyyden arvioinnissa. Asiaa on käsitelty Raition ja Kilposen (1994) toimittamassa julkaisussa (ks. siinä Björklundin, Ilvesniemen ja Starrin, Poschin ja Niinisen artikkelit).

Happamoituminen muuttaa kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määriä ja suhteita kasvualustassa ja voi pahimmassa tapauksessa vapauttaa kasveille myrkyllisiä alkuaineita (ks. Janhunen 1998). Hapanlaskeuman ja happamoitumisen vaikutusta maan ja humuksen mikrobiologisiin ominaisuuksiin ovat tarkastelleet Palmgren (1993) ja Vanhala ym. (1998). Hapanlaskeuma lisää tai vähentää puiden kasvua riippuen laskeuman alkuaineista, pH:sta ja kestosta sekä kasvupaikasta (ks. Bäck 1994). - Kasvualustan happamuuteen liittyen tulkoon lopuksi mainituksi vielä seuraavat lähteet: Aaltonen 1925, Arovaara ym. 1984, Derome 1990, Derome ym. 2000 ja 1998, Holopainen ja Nygren 1989, Ilvesniemi ja Holmberg 1992, Lindroos 1998, Lindroos ja Derome 1998, Lukkala 1929, Merilä ym. 1996, Raitio ym. 1994, Reinikainen ym. 1991, Saastamoinen ja Holopainen 1989, Tamminen 1994 sekä Tamminen ja Starr 1994.

Puhtaiden tausta-alueiden ilmanlaadun mittaustulokset ovat vertailukohtana suoraan ilmasta tapahtuville havainnoille. Jos pitoisuudet tutkimusalueella ovat korkeat, niiden mahdollisesti aiheuttamia muutoksia saattaa olla monenlaisia. Luokisat ilmiöt indikoivat saaste- tai muuta ilmastostressiä. Asiaa voidaan tutkia havainnoimalla metsäekosysteemin toimintaa ja ravinnetaloutta (ks. Helmisaari 1994 ja 1998a sekä Helmisaari ym. 1994), puiden kasvua (Ahti 1984, Bäck 1994, Nöjd 1993 ja Salemaa ym. 1993, ks. myös Nöjd ym. 1996), epifyyttijäkälien ja aluskasvillisuuden lajistoa (Haverinen 1990, Jukola-Sulonen ja Kleemola 1994, Jukola-Sulonen, Kubin ym. 1993, Mikkola 1993a, Poikolainen ym. 1998 ja Potasheva ym. 1994, ks. myös Jukola-Sulonen, Kuusinen ja Merilä 1993, Kuusinen 1993 ja 1994 sekä Poikolainen ja Kuusinen 1998), kasvien alkuaineita ja ravinteita (Jukola-Sulonen, Kubin ym. 1993, Kubin 1990 ja 1991, Kubin ym. 1998 ja 1994b, Manninen ja Huttunen

1995 sekä Niemelä ym. 1997, ks. myös Tamminen ja Raitio 1998, Turunen ym. 1995 ja Veijalainen 1994), puiden latvuksien, oksien ja neulasten morfologiaa (Kozlov ym. 2001, Lamppu ja Huttunen 2001, Salemaa ja Jukola-Sulonen 1990 sekä Salemaa ym. 1993 ja 1996, ks. myös Hokkanen ym. 1993 sekä Jukola-Sulonen 1993a ja b), neulasten ravinteita, anatomiaa ja fysiologiaa (Huttunen ym. 1981, Huttunen ja Laine 1983, Manninen ja Huttunen 1995, Nevalainen ja Arkhipov 1994, Raitio 1992b, Raunemaa ym. 1987, Räsänen 1994, Sutinen 1990 ja 1991, 1993 ja 1994, Sutinen ja Koivisto 1994 sekä Sutinen ja Mäenpää 1996 ja 1998, ks. myös Nevalainen 1993b) ja puiden mykorritsoja (Janhunen 1994).

Ehkä eniten julkisuutta on saanut harsuuntuminen, eli puukohtaisen neulastai lehtimassan 'epänormaali' vähentyminen. Ilmiö on selvästi maallikonkin nähtävissä, mikä selittää osaltaan sen saamaa laajaa huomiota. Harsuuntumisen arviointiin on kehitetty kansainvälinen asteikko (esim. Jukola-Sulonen 1993a), jota käytetään kaikissa EU-maissa. Arviointi tehdään vuosittain samoista puista kehityksen seuraamiseksi. Suomessa arvioita on tehty vuodesta 1985 alkaen ja tulokset on julkaistu vuosittain (esim. Jukola-Sulonen 1990 ja Lindgren 2000). Ilmansaasteiden arvioinnin kannalta harsuuntumisen heikkous on siinä, että siihen vaikuttaa monta muutakin tekijää. Niistä voidaan mainita mm. ilmasto, puun ikä, siemenvuodet ja muut kuin ilmansaasteista johtuvat tuhot (ks. Nevalainen ja Yli-Kojola 1990). Harsuuntuneisuus on siis paremminkin puiden yleisen terveydentilan indikaattori. - Sitä paitsi sen arviointitulos riippuu myös tekijästä.

Puiden latvojen ulkoiset muutokset näkyvät kauemmaksi myös ylhäältä katsottuina. Kaukokartoitusmenetelmiä metsien terveydentilan kartoituksessa on tutkittu paljon erityisesti Pohjois-Amerikassa ja jonkin verran myös meillä. Mielenkiintoa on herättänyt varsinkin se, että ainakin teoriassa eräillä tekniikoilla on mahdollista havaita ihmissilmälle näkymätöntäkin tietoa. Mattila (1992) on pohtinut perusteellisesti satelliitti-informaation käyttökelpoisuutta metsätuhojen kartoituksessa yleensä ja pohjoisissa oloissa erityisesti. Johtopäätös oli se, että sitä voidaan hyödyntää lähinnä vain selvien metsätuhoalueiden rajaamisessa ja niiden alueellisen kehityksen seuraamisessa. Kokemukset Itä-Lapista ja Kuolasta vahvistivat asian olevan juuri niin (ks. Mattila 1997 ja 1998 sekä Mikkola 1993b). - Metsätautien ja -tuhojen kaukokartoitusta ovat meillä tutkineet myös mm. Häme 1991, Kankaanhuhta ym. 2000, Tomppo ym. 1999 ja Väkevä ym. 1994).

Metsänkäsittelypäätöksien tekijöillä on jokseenkin vähän tehtävissä ilmansaasteiden edessä. Ilman laatuun vaikuttavista tekijöistä päätetään yleensä muualla, jopa maan rajojen ulkopuolella. Kun vahinko on tapahtunut, ainoa välitön keino on kituvien ja kuolleiden puiden poistaminen seuraustuhojen välttämiseksi. Ennakkoehkäisyyn on joitakin mahdollisuuksia jopa metsikkötasolla (ks. Derome, Mälkönen ja Pätilä 1993 sekä Mälkönen ym. 1992). Jos suinkin mahdollista, lehtipuusekoitus on syytä säilyttää mahdollisimman pitkään havupuuvaltaisissa metsiköissä. Lehtiin ei ehdi kertyä saasteita samalla tavalla kuin neulasiin, jotka varisevat 2-10 vuoden välein. Tästä syystä saasteiden suora myrkkövaikutus puutasolla on lehtipuilla pienempi. Kuusen neulaset pysyvät pitempään kuin männyn, mikä lienee yksi syy kuusikoiden huonompaan kuntoon yleisesti. - Puulajilla sinänsä, erityisesti kuusella, on vaikutusta kasvualustan happamoitumiseen. Osa neulasiin ja lehtiin kertyvistä ilmansaasteista päättyy kasvualustaan ennemmin tai myöhemmin. Niillä on myrkkövaikutusten lisäksi happamoitettavaa vaikutusta, jota voidaan torjua kalkituksella, tuhkalannoituksella ja kulotuksella (ks. Derome ja Levula 1990, Kaunisto 1988, Mälkönen 1996, Mälkönen ym. 1998, Oikarinen ja Pasanen 1994, ks. myös Derome 1998, Kivekäs 1939, Leikola 1992, S. Lipponen 1991, Saarsalmi ym. 2001 sekä Viro 1954 ja

1974). Yhtenä ennakkotorjuntakeinona on vielä mainittava turhan typpilannoituksen välttäminen, vaikka typpilaskeuma Suomessa ei olekaan ongelma siinä määrin kuin esim. Etelä-Ruotsissa.

Yleensä ottaen metsänkäsittelypäätöksiä tekijöiden on syytä tiedostaa ilmansaasteiden potentiaaliset riskit ja ottaa ne huomioon aina silloin, kun siihen on mahdollisuus. On korostettava, että maiden happamoituminen on salakavala, pitkäaikainen prosessi. Kun se ilmenee kasvillisuudessa, vahinko on jo tapahtunut ja kasvualustan luontainen toipuminen - mikäli olosuhteet paranevat - voi kestää pitkään, jopa sata vuotta. Vahinkoa voidaan lieventää ja toipumista nopeuttaa kunnostuslannoituksella, mihin on nykyisin rahallista tukea saatavissa. Jos puusto ja pahimmassa tapauksessa aluskasvillisuuskin kuolee, kuten on tapahtunut joidenkin tehtaiden ympäristössä meilläkin, uusi puusto on istutettava käyttäen jotain kestäväää lehtipuulajia. Suullinen tieto entisestä Tsekkoslovakiasta on, että vain pihlaja on menestynyt vuoriston pahimmilla metsäkuolema-alueilla. Jokin kasvillisuus, mikä tahansa, nopeuttaa maan toipumista. - Ilmansaasteisiin liittyen mainittakoon vielä lopuksi seuraavat lähteet: Energiantuotannosta... 1983, Hari ym. 1984, Huttunen 1977, Kangas 1963, Lindgren ym. 1999 ja Lindroos ym. 2000.

Puiden kasvuhäiriötä käsiteltiin jo taimituhojen yhteydessä, koska tämä ravinnetalouteen (hivenravinteet) liittyvä latvan apikaalidominanssin puute ilmenee selvimmin taimi- ja riukuvaiheessa. Kun metsikkö on varttunut harvennusmetsäksi, tuho on yleensä korjannut satonsa ja kituvat ja/tai kuolleet puut on korjattu pois taimikohdoiden yhteydessä. Liika typpi edistää tämän ravinnetalouden epätasapainosta johtuvan latvatuhon syntymistä kuten edellä ilmansaasteiden yhteydessä todettiin. Kasvuhäiriötuhoa voidaan torjua ja hoitaa terveyslannoituksella, mihin tuhka on käyttökelpoinen jäte. Erityisesti puuntuhka on hyvä lannoite, koska se sisältää kaikkia puussa luontaisesti esiintyviä mineraaliravinteita.

Lopuksi otettakoon tässä esille myös pystypuiden karsinnasta aiheutuvat mekaaniset kuoren, nilan ja pintapuun vauriot, jotka lisäävät sienien ja hyönteistuhoja. Karsinta oikein tehtynä (esim. Blomqvist 1879a ja b, Heikinheimo 1947, Koivukeskus 1953, Lappi-Seppälä 1937, Lassila 1916, Pystykarsinta 1992 ja Pystykarsintaohjeet 1982) on kannattava, laadukkaan tyvitukin saantoa lisäävä toimenpide (esim. Hannelius ym. 1997, Heiskanen 1966, Heiskanen ja Taipale 1963, Kaivola 1996, Kärkkäinen 1982, Saranpää 1984, Uusvaara 1999 ja Vuokila 1968, ks. myös Hyvää... 2001 ja Raulo ym. 1978). Vaurioiden välttämiseksi oikea työkalu ja työtekniikka ovat tärkeitä. Kuoren ja nilan repeämisen ehkäisemiseksi oksan alapinnan loiveaminen kunnolla on avainasemassa. Etenkin koivu on herkkä kuoren repeämiselle ja siitä aiheutuville sienituhoille (ks. Heiskanen 1958, Verkasalo ja Rintala 1998 sekä Vuokila 1976a). Lehtipuilla suojaavan pihkan puuttuminen lisää sienituhoja ja potentiaalinen vahinko on koivulla suurempi kuin havupuilla vaneritukin arvokkuuden vuoksi. - Vuokilan (1976b) tutkimuksen mukaan puun kairauskin iän ja/tai kasvun arvioimiseksi aiheuttaa värivian koivulla lähes aina. - Havupuilla oikeaoppinen pystykarsinta ei yleensä aiheuta seuraustuhoja. Karsinnan eri vaikutuksia havupuihin ovat tutkineet mm. Kellomäki ym. 1989, Kärkkäinen 1982, Laakso ja Saikku 1979, Lakari 1920, Nuorteva ja Kurkela 1993, Pietilä 1989, Räisänen ym. 1986, Uotila 1990 ja 1996, Uotila ja Laine 1989, Uotila ja Mustonen 1994, Uusvaara 1993 ja 1995 sekä Vuokila 1960, 1968 ja 1976a.

Muihin abioottisiin metsätuhoihin kuin puunkorjuuvaurioihin liittyen mainittakoon vielä Hanneliuksen (1995) sekä Kalliolan ja Syrjäsen (1994) boreaalisen havumetsän kehitystä koskevat artikkelit, Kellomäen ja Peltolan (1998) toimittama tuhojen ennakoivia käsittelevä artikkelikokoelma sekä Tikan (1947 ja 1949) tutki-

mukset kuusikoiden ja koivikoiden laadusta Perä-Pohjolassa. Aiheesta kiinnostuneille voin lopuksi suositella tutustumista myös Jalkasen ym. (1993) toimittamaan sekä Ruusilan ym. (1994) kokoamaan artikkelikokoelmaan.

Keskeiset hakusanat: sta, hme, uud, tre, lat, run, juu, myk, mtu, abi, myr, tyk, hal, hyd, kul, ils, rav, hiv, hai, kar, maa, aci, keh ja tor

Muita hakusanoja: pka, bma, mrf, ana, fyo, alu, ksv, lic, mos, rse, sat, rad ja aer

7.3.3 Sienitaudit ja hyönteistuhot

Toisin kuin taimikoissa varsinaisilla eläintuhoilla ei varttuneissa metsissä ole suurta merkitystä. Lapinmyyrä voi vahingoittaa mäntyjen juuria Pohjois-Suomen suomensien nuorissa harvennusmetsissä (ks. Korhonen 1987, Korhonen ym. 1983 sekä Siitonen ja Nikula 1990). Jäniksen ja poron tekemistä vahingoista taimivaiheen ohittaneissa puissa ei löydy mainintoja kirjallisuudessa. Hirvet voivat vaurioittaa mäntyjen runkoa ja latvan alaosaa myös nuorissa harvennusmetsissä hirvien talvehtimisalueilla (esim. Nygren 1990). - Talvella voi pienellä alalla asustaa kymmeniä hirviä pitemmän aikaa. - Majavat kaatavat isoja puita purojen varsilla patoja rakentaessaan, mutta valtaosa vahingoista aiheutuu kuitenkin kasvualustan vettymisen aiheuttamista seuraustuhoista (Härkönen 1999).

Sieni- ja hyönteistuhojen yleisyyttä on käsitelty mm. Heliövaaran, Väisäsen ja Nevalaisen (1993), Lipposen ym. (2000 ja 1999) sekä Nevalaisen ja Yli-Kojolan (1993) artikkeleissa (ks. myös Löyttyniemi ym. 1979). Eri tuholaisia on käsitelty Annilan ym. (1983), Löyttyniemen (1972), Nikulan (1993), Siitosen (1993) sekä Varaman ja Niemelän (2001) artikkeleissa (ks. myös Uotila 1994). Havupuiden kuivumista ja hyönteistuhojen yhteyttä siihen ovat käsitelleet erityisesti Juutinen (1958) ja Kangas (1934a ja b, 1936 ja 1946). Lilja ja Heikkilä (1998) ovat tarkastelleet eläintuhojen vaikutusta istutusköivujen sienituhoihin. Kuusen käpy- ja siementuhoja ovat tutkineet Annila (1981) ja Rummukainen (1960).

Puiden ja metsien taudit ja tuhot syntyvät tuhoprosessissa, missä voidaan erottaa primäärisiä ja sekundäärisiä tekijöitä (ks. Annila 1989). Abioottiset tuhot ovat usein bioottisten tuhojen primäärisiä tekijöitä. Puiden vauriot ja kituminen altistavat niitä sienitaukeille ja hyönteistuhonille, jotka voivat levitä myös terveisiin puihin. Metsätaloustoimenpitein voidaan torjua sieni- ja hyönteistuhonja, mutta väärin toimittaessa ne voivat myös lisätä niitä suoraan ja epäsuorasti. Puunkorjuujäljen yhteydessä (alaluku 7.3.1) mainittiin useita lähteitä, joissa on käsitelty vaurioiden vaikutuksia lahon syntyyn ja sen seurauksia (mm. Hallaksela 1988, Isomäki ja Kallio 1974, Isomäki ja Kärkkäinen 1972, Kallio 1985, Kärkkäinen 1971b, Laiho 1983, Moilanen 1990, Niemistö 1988 sekä Siren 1990 ja 1999b, ks. myös Hallaksela 1984 sekä Kallio 1973, 1974 ja 1976). Muiden abioottisten tuhojen yhteydessä (alaluku 7.3.2) annettiin lähteitä, joissa on käsitelty pystykarsinnan vaikutusta sienitautien leviämiseen karsituissa puissa (Raulo ym. 1978, Räisänen ym. 1986, Uotila 1990 ja 1996, Uotila ja Laine 1989 sekä Vuokila 1976a, ks. myös Vuokila 1976b). - Koivun pystykarsintaa ovat käsitelleet mm. Heiskanen (1958), Raulo ym. (1978), Verkasalo ja Rintala (1998) sekä Vuokila (1976a). Koivu on hyvin herkkä saamaan väri- tai lahovian etenkin kuoren repeämisvaurioista. Verkasalon ja Rintalan (mt.) mukaan koivun karsinta syksyllä on haitallisempaa kuin kevään mahla-aikana, mikä tulos poikkeaa aiemmasta käsityksestä. Männyn pystykarsintaa ovat tarkastelleet mm. Nuorteva ja Kurkela (1993), Räisänen ym. (1986), Uotila (1990 ja 1996, ks. myös

Uotila ja Laine 1989) ja Vuokila (1976a). Syyshaavakan aiheuttamien korojen vuoksi mäntyä ei saa karsia myöhään syksyllä ja alkutalvella ennen kunnollisten talvipakkasten vakiintumista.

Muita metsätaloustoimenpiteitä, joilla on vaikutuksia sieni- ja hyönteistuhojen esiintymiseen, mainittakoon tässä hakkuut, kuorellisen puutavaran metsävarastointi ja lannoitus. Hakkuut ja myös lannoitus voivat lisätä tuulituhoja, mikä on tullut esille eri yhteyksissä aiemmin tässä raportissa. Jos tuulenkaatoja ei korjata pois ajoissa, hyönteistuhojen riski ympäristössä kasvaa. Tuhohyönteisten iskeytymistä tuulenkaatopuihin ovat tutkineet mm. Annila ja Petäistö (1978), Saarenmaa (1984, 1987a ja b) ja Saarenmaa ym. (1989). Sienien aiheuttama puuaineen sinistyminen pilaa kaatuneet puut melko nopeasti niin, että niistä ei saada myyntikelpoista tukkipuutavaraa. Syksyn ja kevään välillä valmistettu puutavara lisää hyönteistuhoja, ellei sitä käsitellä tai kuljeteta pois metsästä oikeaan aikaan. Parveilun jälkeen puutavarakasojen pintakerroksenkin poisvienti ajoissa on riittävä varotoimenpide. Sinistäjäsienet pilaavat tukkipuutavaran, mikä lisää puutavaran omistajan intressiä toimia ajoissa. Erikoisuutena mainittakoon tässä yhteydessä vielä pystypuiden tarkoituksellinen kelouttaminen honkarakennusmateriaaliksi (ks. Palojärvi ja Pohjola 1988). Keloutuvat puut menettävät kaarnaa, mikä edistää ilman ja kaarnakuoriaisten mukana kulkevien sinistäjäsienen iskeytymistä puuhun. Oikein tehty ylispuiden kelouttaminen ei Pohjois-Suomessa tehdyssä tutkimuksessa (Vitikka ym. 1991) aiheuttanut suurta hyönteistuhoriskiä taimille. - Hakkuutähdeiden ja pienpuun poisviennin vaikutuksia sieniin ja hyönteisiin käsiteltiin energiapuun korjuun yhteydessä luvussa 6 (ks. Hintikka 1974 ja Löyttyniemi 1974 ko. luvun lähdeluettelossa).

Lannoituksella on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia mitä tulee sieni- ja hyönteistuhoihin varttuneissa metsissä. Vaikutus riippuu mm. puulajista, ravinteesta ja taudin tai tuhon aiheuttajasta. Asiaa on ainakin sivuttu useissa tutkimuksista ja artikkeleissa, joista tässä esimerkkeinä mainittakoon Heliövaaran ja Löyttyniemen (1990), Hokajärven (1996), Jalkasen (1986), Jokisen (1983 ja 1988), Kydön (1998a ja b sekä 1999), Kydön ja Niemelän (1998), Kydön, Niemelän ja Annilan (1994), Kydön, Niemelän, Pirin ym. (1994), Laihon (1978), Levulan (1994), Lyytikäisen ym. (1993), Löyttyniemen (1978), Löyttyniemen ja Hiltusen (1976), Nuortevan ja Kurkelan (1993), Pirin (1998 ja 2000), Virtasen (1994) ja Vuorisen (1998) julkaisut. Myönteisiä vaikutuksia hyödynnetään sekä taimikoiden että varttuneiden metsien terveyslannoituksissa.

Ilmansaasteiden lisääntyminen ja ainakin osittain myös mahdollinen ilmastomuutos johtuvat ihmisen toiminnasta. Muutoksilla on vaikutusta sieni- ja hyönteistuhojen esiintymiseen (ks. Annila 1992, Kellomäki 1994 ja Lauhanen 1991b). Alaluvun 7.3.2 (abioottiset tuhot) yhteydessä jo mainittiin eräitä aiheeseen liittyviä lähteitä (Heliövaara ja Väisänen 1990a ja b sekä 1993b ja c, Holopainen ja Holopainen 1998, Neuvonen ym. 1992 sekä Nevalainen ja Liukkonen 1988). Ilmastomuutoksen on arvioitu lisäävän eräitä tuhohyönteisiä ja -sieniä Suomessa. - Ilmansaasteiden määrään voidaan vaikuttaa suhteellisen nopeasti ja eräiden pahimpien saasteiden osalta tilanne onkin jo paranemaan päin. Ilmastomuutoksen ja sen vaikutusten aikaperspektiivi on paljon pitempi kuin saasteilla. Vaikka kasvihuonekaasujen päästöjä leikattaisiin rajusti heti, vaikutus ilmastomuutokseen tai ainakin sen uhkaan ilmenee vasta pitkän ajan kuluttua.

Hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta on laadittu laki (Laki metsän... 1991), joka säätelee tuoreen puutavaran metsävarastointia tarkoituksena hyönteistuhojen välttäminen (ks. Korpilahti ja Oijala 1997). Tarkemmat määräykset on annettu asetuksissa (Asetus metsän... 1991 ja Asetus metsätuhoja... 1991) ja ministeriön päätök-

sessä (Maa- ja metsätalousministeriön... 1991). Kukkonen (1991) on tarkastellut metsätuhojen torjuntaa koskevia määräyksiä. Annilan (2001b) mukaan tuhoja koskeva laki aiheutti suuren muutoksen aiempaan käytäntöön, mutta samoin kuin asian tila on metsälain (ks. Metsälaki 1996 ja Metsäasetus 1996) osalta, myöskään tuhosäädösten aukoton noudattaminen ja valvonta ei ole mahdollista.

Taimitautien ja -tuhojen yhteydessä mainittiin jo eräitä alan oppaita ja oppikirjoja (luvun 4.6 lähdeluettelossa: Jukka 1988, Nuorteva 1982 ja 1999, Saalas 1949, Uotila ja Kankaanhuhta 1999, ks. myös Annila 1999 ja Taudinaiheuttajien... 1999). Niiden lisäksi mainittakoon tässä vielä Saalaksen (1924) aiempi teos ja Saalaksen (1934) suomalaista hyönteisnimeistöä käsittelevä julkaisu sekä Kurkelan (1976) artikkeli männyn sien- ja hyönteistuhouista. Myös tietotekniikkaa voidaan hyödyntää tuhojen identifioinnissa ja torjunnassa (ks. Kankaanhuhta ym. 1997, Perttunen ym. 1997, Saarenmaa 1992, Väkevä ym. 1994 sekä Väkevä ja Saarenmaa 1992, ks. myös Saarenmaa 1985a ja 1990).

Eräitä varttuneiden metsien tauteja ja tuhoja tarkastellaan tässä alaluvussa lyhyesti. Joitakin niistä on käsitelty jo alaluvussa 4.6.2 (taimien bioottiset tuhot). Niiltä osin nyt viitataan siellä annettuihin lähteisiin, annetaan uusia lähteitä sekä kerrotaan lyhyesti torjuntakeinoista. Kuten taimituhojenkin yhteydessä, tarkastelu perustuu kirjallisuuteen ja vain olennaisimmat taudit ja tuhot tuodaan esiin.

Sienistä aiheutuvia tauteja ja tuhoja

Versosurma on yleinen puiden latvuksia supistava ja kasvua alentava sienitauti varttuneissa metsissä, joissa huonoimpien puiden poistaminen metsiköstä on ainoa jäljellä oleva torjuntakeino. Kylmät ja sateiset säät lisäävät tautia, joka epidemiaksi puhjettuaan saattaa tuhota taimia ja isompiakin puita alueellisesti. Varsinaisille pienialaisille tautipesäkkeille on ominaista tuulensuojaisuus, varjoisuus ja tavallista korkeampi ilman kosteus. - Taimien sienituhojen yhteydessä annettiin jo useita männynversosyöpää ja sitä aiheuttavaa sientä (surmakka) koskevia lähteitä (ks. lähdeluettelossa Kallio ym. 1985, Kivimaa 1985, Kurkela 1989, Nevalainen 1986, Nevalainen ym. 1993, Petäistö 1996, Ruotsalainen 1992, Sairanen 1990, Suninen 1989 ja Uotila 1983, 1985a ja b, 1986, 1988, 1989 sekä 1993). Niiden lisäksi voidaan vielä mainita asiaa käsittelevät Jalkasen ja Kaieran (1992 ja 1993), Kaieran (1997), Kaieran ja Jalkasen (1993, 1995a ja b sekä 1996), Kaieran ym. (2000), Levulan (1994), Müllerin ja Kantolan (1993), Nevalaisen (1998 ja 1999), Nuortevan ja Kurkelan (1993), Rannan (1994), Rannan ym. (2000), Riuhisen ja Uotilan (1992) sekä Virtasen (1994) julkaisut.

Männynharmaakariste on tyypillinen taimitauti, mutta sitä voi esiintyä vielä pienissä kuitupuun mitat täyttäneissä puissa (ks. taimituhojen yhteydessä lähteet Jalkanen 1981, 1985 sekä 1986a ja b). Kasvupaikan ravinteisuus ja lannoitus lisäävät tätä tautia, joka yleensä aiheuttaa vain kasvutappiota neulasmassan vähentymisen seurauksena. Turvemailla sitä voidaan hoitaa hivenravinnelannoituksella. - Kuten harmaakariste myös kuusentuomiruoste vaivaa vain nuoria puita aiheuttaen pituus- kasvutappiota ja latvan epämuotoisuutta (ks. taimituhojen yht. Lilja 1967). Tautia esiintyy vähemmän sivu- kuin latvaversoissa. Se herättää kyllä huomiota maastossa, mutta nuoressa harvennusmetsässä sillä ei ole enää sellaista merkitystä, että sitä kannattaisi torjua aktiivisesti tuomia poistamalla. Kuusensuopursuruoste on erittäin näkyvä tauti, mutta se aiheuttaa pahimmillaankin vain kasvutappiota.

Anneli Jalkanen (2001) on tarkastellut puiden lahoisuuden ennustamista artikkelissaan. Lehtipuiden lahoisuus on todellinen ongelma varttuneissa metsissä. Yleensä kaikissa vesasyntyisissä koivuissa ja haavoissa on ydinlahoa, mikä saattaa olla yllätys puunmyyntiin ryhtyvälle metsänomistajalle. Vahinko ei ole niin iso kuitupuun kuin tukin osalta. Ydinlahoistakin puutavaraa menee kaupaksi etenkin silloin, kun lehtikuitupuun kysyntä on suuri. Vesasyntyisen lehtipuusekoituksen säilyttäminen metsikössä harvennusvaiheeseen saakka kannattaa taloudellisesti vain, jos siitä saa myyntikelpoista kuitupuuta. Tilannetta korjaa hieman, jos ydinlahoiselle lehtipuulle on käyttöä myös energiapuuna hakkeen tai klapin muodossa. Lahoa ja värivikoja esiintyy myös istutetuissa koivuissa ja haavoissa. Väriviat alentavat koivuvaneritukin saantoa, joten niistä saattaa koitua suurempi taloudellinen vahinko kuin ydinlahosta lehtikuitupussa. - Lehtipuiden lahoa sivuttiin jo taimituhojen yhteydessä, jolloin viitattiin kahteen tutkimukseen (ks. lähdeluettelossa Ferm 1990 ja Kallio 1972). Haavikoiden lahoisuutta on tarkastellut myös Hallaksela (1999). Istutetun rauduskoivun värivikoja ovat tutkineet Hallaksela ja Niemistö (1998a ja b). Perä-Pohjolan koivikoiden ja haavikoiden laatua on tutkinut Tikka (1949 ja 1955). Ko. metsiköissä esiintyy monenlaisia runkovikoja, niistä lahoisuus ehkä yleisimpänä. - Myös havupuiden vikoja Perä-Pohjolassa on tarkasteltu Tikan (1934 ja 1947, ks. myös Tikka 1932 ja 1935) tutkimuksissa. Etelä-Suomen kuusikoissa lahoviat usein ovat maannousemaksi nimettyä tyvilahoa, mistä enemmän hieman myöhemmin.

Juurikääpäsiemen aiheuttamia tauteja käsiteltiin hieman jo taimituhojen yhteydessä, jolloin viitattiin Jokisen (1984) sekä Jokisen ja Tammissen (1979) tutkimuksiin ja Korhosen, Kurkelan sekä Laineen artikkeleihin Jokisen (1988) toimittamassa julkaisussa (ks. alaluvun 4.6 yhteydessä oleva lähdeluettelo). Juurikääpäsiemen esiintymistä ja leviämistä ovat tutkineet myös Kallio (1970 ja 1971a), Kangas (1952), Korhonen ja Lipponen (2001), Möykkynen (2000), Möykkynen ym. (1997) ja Piri ym. (1990). - Männyn tyvitervastautia on jo taimikoissa, mutta kuusen tyvilaho kehittyy vasta vanhempiin puihin. Varttuneissa kasvatusmetsissä sienien on metsänhoidollinen ongelma sekä männiköissä että kuusikoissa. Kesähakkuissa syntyvien kantojen kaatopinnat ovat pahin sienien leviämistie. Sienen infektoitumista ja kasvua voidaan ehkäistä kantokäsittelyllä (ks. Hallaksela ja Nevalainen 1981, Kallio 1965 ja 1971b sekä K. Lipponen 1991). Torjunta-aineina on kokeiltu urea- ja sieniliukuksia. Uudistettaessa kulotus ja lehtipuiden viljely männyn ja kuusen sijasta ovat tyvitervastaudin ja maannouseman ehkäisykeinoja. - Sienen torjuntaan liittyen mainittakoon vielä Laineen ja Nuortevan (1970), Mäkelän ym. (1994) ja Weissenbergin (1988) julkaisut.

Juurikäävän aiheuttama maannousema varttuneissa kuusikoissa on iso metsätaloudellinen ongelma eräillä alueilla eteläisessä Suomessa ja etenkin Pohjanlahden rannikkovyöhykkeellä (ks. Kallio 1961 ja Kangas 1952). Etelä-Suomen kuusikoiden tyvilahoisuutta on selvitetty Kallion ja Tammissen (1974) sekä Tammissen (1985) tutkimuksissa (ks. myös Kallio ja Norokorpi 1972). Juurikääpä puuttuu melkein kokonaan Perä-Pohjolasta, missä vanhoilla kuusilla yleisen tyvilahon aiheuttaa useita lajeja käsittävä lahottajasienimikrobisto (Norokorpi 1979). Tikka (1947) on tutkinut Perä-Pohjolan kuusikoiden laatua ml. lahoisuutta. Jartti (1978) on verrannut sellaisia pystypuiden tyvilahon fyysikaalisia havaitsemismenetelmiä, joissa puuta ei vahingoiteta. - Tulos oli aika huono kaikilla tutkituilla menetelmillä. - Tyvilahosta aiheutuvaa puutavaralajisiirtymää ja taloudellista menetystä ovat tutkineet Hyppönen ja Norokorpi (1979), Kallio (1972) ja Tuimala (1979). - Tuotakoon vielä esiin tyvilahoon liittyvät Kankaan (1940), Kankaanhuhdan ym. (2000), Möykkynen ja Pukkalan (2001), Pirin (1998), Saarnijoen (1939) ja Weissenbergin (1974) artikkelit.

Tyvitevirstauti on eteläisen Suomen ja etenkin Kaakkois-Suomen mäntykankaiden vitsaus. Juurikäpää lahoittaa mäntyjen juuria, minkä vuoksi puut kituvat ja kuolevat pystyyn pienissä ryhmissä. Kituvien ja uusien kuolleiden puiden tuulenkaadot ovat yleisiä. Tautipesäkkeille on tyypillistä myös lehtipuiden sekä pensaiden ja varpujen kuoleminen. Kuolleet katajat voi helposti vetää irti maasta. Tautia voidaan ehkäistä jossain määrin lannoituksella (ks. Jokinen 1988 ja Piri 2000). Varsinkin tyvellä ja hivenravinteilla näyttää olevan suotuisaa vaikutusta.

Ruostesieniin kuuluvat tervasrososienet vaivaavat kaikenikäisiä puita, mutta parhaiten niiden aiheuttama tauti näkyy varttuneissa männyissä. Sienien perinnöllistä vaihtelua ovat käsitelleet Hantula ym. (1998) ja Kasanen (1998). Tauti ilmenee ensin koroina oksissa ja rungoissa. Vanhassa, pitkälle kehittyneessä taudissa on laaja koro rungossa ja puun latvaosa korosta ylöspäin on kuollut. Taudista huolimatta puu voi elää vuosikymmeniä, mikäli nestevirrat pysäyttävä ympäryskoro ei ole syntynyt liian lähelle elävän latvuksen tyvää. Puu erittää runsaasti pihkaa taudin torjumiseksi, minkä vuoksi tervasrososista puusta saa erittäin hyvää polttopuuta. Pikikärsäkkään ja tervasrosan esiintymisessä on samanaikaisuutta, mitä voidaan selittää esimerkiksi siten, että korot ovat tärkeitä pikikärsäkkään lisääntymispaikkoja ja toisaalta pikikärsäkkäs levittää sieni-itiöitä (Pappinen 1996). Tervasrosan kehitystä ovat tutkineet mm. Hertz (1930) ja Kaitera (2000). Vaikutuksia ovat tarkastelleet Hertzin (mt.) lisäksi Kaitera ym. (1994). Puun kasvu hidastuu, joten aikaa myöten se häviää kilpailussa kasvutilasta samanikäisille terveille puille. Tukkipuukokoisissa puissa tukin saanto alenee, mikä laskee sairaan puun arvoa puunmyynnissä. Tervasrosan torjumisesta on kirjoittanut mm. Hertz (1932). Sairaat puut tulisi poistaa metsiköstä tautia levittämästä eikä niitä saa jättää siemenpuiksi, koska ne voivat tartuttaa taudin taimiin. - Tervasrosoisten kohteiden löytämistä kaukokartoitustekniikalla ovat tutkineet Kankaanhuhta ym. (2000). Johtopäätös oli se, että menetelmä ei ole operationaalinen ainakaan vielä. - Kaitera ja Nuorteva (2001) ovat esitelleet uusinta tietoa tervasrosasta.

Sienitauteja ja -tuhoja koskien mainittakoon tässä vielä lopuksi Kurkelan (1981) tutkimus, Hantulan ym. (2001), Jalkasen ja Nikulan (1998) sekä Kasanen (2001) artikkelit ja Jalkasen ym. (1998) toimittama artikkelikokoelma. Palautettakoon mieleen myös alaluvussa 4.6 (taimituhot) esiin tulleet Kurkelan (1990c ja 1993b), Liljan ja Heikkilän (1998) sekä Nevalaisen (1983) artikkelit.

Hyönteisten aiheuttamia tuhoja

Kaarnakuoriaisten ryhmään kuuluu lukuisia lajeja (ks. Heliövaara ym. 1991), joiden toukat elävät kuoren alla nilassa tai mantopuussa. Meillä pahimpia lajeja metsätalouden kannalta ovat ytimennävertäjät (pysty- ja vaakanävertäjä) männyllä sekä kuusen tähtikirjaaja ja kirjanpainaaja kuusella. Muita meillä esiintyviä lajeja mainittakoon juurinilurit (männynniluri, kuusenniluri ja ukkoniluri), aitomonikirjaaja (kuusella), koivun mantokuoriainen sekä lehtipuun ja havupuun tikaskuoriaiset. Männynniluri ja kuusenniluri vaivaavat vain taimia. Ukkoniluri tappaa vanhoja heikentyneitä kuusia. Tikaskuoriaiset ovat puutavaran pilaajia, mutta ne voivat iskeytyä myös heikkokuntoisiin eläviin puuihin. - Kaarnakuoriaistuhoja voidaan torjua hyvällä metsänhoidolla (ks. Annala 2001a). Käytännössä se tarkoittaa sitä, että metsässä oleva tuholaisien lisääntymismateriaalin määrä tulisi pitää mahdollisimman pienenä.

Saalas (1917 ja 1919) on tutkinut laajasti kaarnakuoriaisia ja niiden aiheuttamia tuhoja Suomessa. Nuorteva (1956) on selvittänyt hakkuiden ja kaarnakuoriais-

ten runsauden välistä yhteyttä eräällä kuusivaltaisella metsäalueella. Hakkuut lisäsivät kantaa selvästi. Kuolleita puita ja tuulenkaatoja esiintyy avohakkuualueiden reunapuustoissa enemmän kuin sisempänä metsikössä. Peltonen (1999) sai sellaisen tuloksen, että tuulenkaadot eivät välttämättä lisää kaarnakuoriaisten aiheuttamaa puiden pystyynkuolemista reunavyöhykkeessä. Löyttyniemen ja Hiltusen (1976) tutkimuksessa lannoitus ei lisännyt mäntytukkien alttiutta kaarnakuoriaisten iskeytymiselle, mutta lannoitus lisäsi pystypuiden tuhoja. Kaarnakuoriaiset kilpailevat elintilasta iskeytymispölkkyissä. Saarenmaan (1985b) mukaan pystynävertäjän suureen iskeytymistiheyteen liittyvä säännöllinen tilajärjestys pölkkyssä on ilmeisesti sellaisen prosessin tulos, jonka tarkoituksena on torjua uusia iskeytymiä.

Männyn ytimennävertäjät aiheuttavat kasvaintuhoja. Puiden latvojen ylimmistä oksista tippuvat sivukasvaimet, mutta latvakasvaimet säästyvät tuholta. Näin latvojen ulkomuoto muuttuu piikkimäiseksi, mistä tuhon huomaa kauempaakin katsottuna. Lievä kasvainten menetys ei vaikuta puiden kasvuun, mutta tuhon ollessa hyvin vahva paksuuskasvu voi alentua jopa 50 % ja vaikutus kasvuun voi kestää monta vuotta. Vuotuinen kasvutappio Suomen metsissä on miljoonan kuutiometrin luokkaa (ks. Långström 1974). Siemenpuualoilla luontainen uudistuminen voi hidastua, sillä kasvainten mukana tippuvat myös kukkasilmut ja käpyjen aiheet. - Tuulenkaadot ja tuore kuorellinen puutavara ovat ytimennävertäjien tärkeitä lisääntymispaikkoja. Ytimennävertäjien lisääntymistä tuulenkaatopuissa on tutkinut mm. Långström (1984; tutkimus tehty Ruotsissa). Vaikka laki määrää tuoreen kuorellisen puutavaran metsävarastoinnista, sitä kuitenkin käytännössä jää sinne aina jonkin verran kuten tehdyt selvitykset ovat osoittaneet (esim. Pouttu 1993). Puiden kyky torjua hyönteistuhoja riippuu mm. puun kunnosta ja tuhohyönteisten määrästä. Annilan ym. (1999) tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että vaikka neulasista oli jäljellä vain 10 % (pilkkumäntypistiäistuho), männyn pystyivät torjumaan ytimennävertäjien hyökkäykset suurillakin hyönteistiheyksillä. Löyttyniemi (1978) sai tuloksen, että lannoituksen vaikutus ytimennävertäjätuhoihin ei ole merkittävä. Lannoitus kuitenkin lisäsi hieman pystynävertäjän lisääntymispotentiaalia ja lannoitetuista puista tippui enemmän kasvaimia alas. - Saarenmaa (1981) on tarkastellut ytimennävertäjien lisääntymistä ja torjuntaa Pohjois-Suomessa.

Pystynävertäjän kehitysvaiheita ja lisääntymisbiologiaa on tutkinut mm. Salonen (1973; ks. myös Saarenmaa 1983 ja 1985c). Annila ja Heikkilä (1991) ovat tutkineet Suomen eri osissa myöhään syksyllä harvennettujen nuorten männiköiden pystynävertäjätuhoja harvennusta seuraavien kesien aikana. Vaikka kaadetut puut jätettiin metsään, pystypuuston tuhot eivät lisääntyneet merkittävästi. Siis nuoria metsiä voidaan hoitaa ilman suurta pystynävertäjätuhovaaraa myös syksyllä muiden metsänhoitotöiden jälkeen. Jos metsikössä on esim. pilkkumäntypistiäisen aiheuttamaa neulaskatoa, on syytä kuitenkin varoa toimenpiteitä, jotka voivat lisätä ytimennävertäjien kantaa (ks. Långström ym. 2001). Toisin kuin pystynävertäjät, vaakanävertäjät eivät lisäännä pinossa olevassa tuoreessa kuorellisessa puutavarassa. Vaakanävertäjä on tehokas sinistäjäsiemenien levittäjä, joka pilaa maassa hajallaan olevien tukkien laadun sahapuuna. - Ytimennävertätuhoja torjutaan ennakolta parhaiten pitämällä lisääntymismateriaalin määrä metsässä parveilu aikana huhti-toukokuussa mahdollisimman pienenä. Puutavara, johon iskeytyminen on tapahtunut, on vietävä pois metsästä, kuorittava tai ajettava veteen hyvissä ajoin ennen uusien aikuisten lentoon lähtöä (ks. Korpilahti ja Ojala 1997).

Ruskomäntypistiäisen esiintymisestä Suomessa ovat raportoineet mm. Juutinen ja Varama (1983 ja 1986, ks. myös Annila ym. 1983). Tämä tuhohyönteinen esiintyy runsaana laajoilla alueilla 10-20 vuoden välein. Toukat voivat syödä männi-

kön neulaset niin, että vain tuhokesänä kasvavat neulaset jäävät jäljelle. Tuhon vaikutusta kasvuun on tutkinut Tiihonen (1970, ks. myös Oikarinen 1977). Viisivuotiskasvu aleni enimmillään 25 %. Niinkin korkea kasvutappion arvio kuin 40 % kymmenvuotiskasvulla on esitetty (Jukka 1988, s. 63). Vain heikoimmat puut kuolevat suoraan tuhon seurauksena. Hapansateen ei havaittu lisäävän tuhoa merkittävästi Neuvosen ym. (1990) tutkimuksessa. Myöskään otsonin lisäämisen ei todettu vaikuttavan tuhoon Lyytikäisen ym. (1996) tekemässä tutkimuksessa. Ruskomäntypistiäistuhon on ennustettu lisääntyvän Itä- ja Pohjois-Suomessa, mikäli talvet lämpenevät ilmastomuutoksen vuoksi (Virtanen ym. 1996). - Tuhohyönteisen joukkoesiintymät loppuvat lyhyessä ajassa toukkapopulaatioissa leviävään virustautiin. Tarvittaessa tuhoa torjutaan toukkia tappavalla monisärmiövirusliuoksella. Varttuneissa metsissä torjunta edellyttää lentolevitystä ja yleensä metsänomistajien yhteistoimintaa. Kasvutappioiden välttämiseksi torjunta tulisi tehdä silloin, kun toukat ovat vielä aivan pieniä.

Pilkkumäntypistiäistä ja sen metsätaloudellista merkitystä on meillä tutkinut mm. Hertz (1933). Pilkkumäntypistiäistuhon ja sitä seuraavan pystynävertäjätuhon vaikutuksia on tarkasteltu mm. Annilan ym. (1993) ja Långströmin ym. (2001) artikkeleissa. Tuhoja esiintyy harvemmin ja pienialaisemmin kuin ruskomäntypistiäistuhon. Toukat syövät myös kuluvaan kesän neulasia, mutta puut eivät yleensä kuole yhteen kesään rajoittuvan tuhon seurauksena, sillä ne ehtivät kehittää uudet silmut syöntikesänä. Tilanne tulee vakavaksi, jos syönti jatkuu vielä seuraavana kesänä ja varsinkin silloin, jos kaarnakuoriaiset täydentävät tuhoa. Jos tuhon ennustetaan jatkuvan voimakkaana vielä seuraavana kesänä, on aihetta ryhtyä torjuntaruiskutuksiin. - Heliövaaran ja Väisäsen (1990b) tutkimuksessa ilmansaasteet hidastivat pilkkumäntypistiäisten kehittymistä laboratorio-oloissa. Lyytikäisen ym. (1993) tekemässä tutkimuksessa Harjavallassa havaittiin, että eräät lannoituskäsittelyt nopeuttavat puiden toipumista pilkkumäntypistiäistuhosta. Vain yhden pistiäislajin toukat hyötyivät lannoituksesta. Tyypilannoitus lisäsi merkittävästi pistiäisten kasvunopeutta ja munimispreferenssiä. Lyytikäinen (1993) havaitsi eroja eri mäntypuolenien pistiäistuhoaalttiudessa. Pistiäisten menestyminen riippuu myös pistiäislajista ja neulasten kunnosta (Lyytikäinen 1992).

Mäntymittari on yleinen lähes koko maassa, mutta sen toukat aiheuttavat varsinaista tuhoa harvoin. Tuhot painottuvat kuivahkoille mäntykankaille, joilla esiintyy lähes yhtenäinen sammalpeite. Tuhopuista kuolee suuri osa, etenkin jos toukat syövät puut neulasettomiksi kahtena peräkkäisenä vuonna. Usein tuhon lopullisena syyinä varttuneilla puilla ovat ytimennävertäjät. - Mäntymittarin toukat voidaan tarvittaessa eliminoida lentoruiskutuksella kemiallista torjunta-ainetta käyttäen. Torjunta on tehtävä heinäkuussa tai elokuun alussa, jolloin toukat ovat vielä pieniä.

Kuusen tähtikirjaaja elää ja lisääntyy nuorten kuusien kuoren alla. Tämä tuhohyönteinen on hyvin yleinen myös hakkuutähteissä ja esiintyy yleisesti tuulen kaatamissa kuusissa (ks. Annila ja Petäistö 1978). Pystypuun alaosa voi säilyä elossa useita vuosia, vaikka muu osa puusta on kuivunut tuhon seurauksena. Kuiva ja lämmin kesä lisää kuusen tähtikirjaajatuhoja. Tuhoalhteimpia ovat karuilla kasvupaikoilla kasvavat kuuset. Harvennushakkuu heikentää jäävän puuston vastustuskykyä tuholle, joten harvennusta tulisi välttää, jos kuusen tähtikirjaajia esiintyy tavallista enemmän. - Aitomonikirjaaja ja himmeä monikirjaaja iskeytyvät keskikesällä esim. tilapäisestä kuivuudesta kärsivän kuusen kaarnan alle. Puun koolla ei ole merkitystä näiden tuhohyönteisten iskeytymisen kannalta. Puut kuivuvat latvasta alaspäin. Tuhopuun kaarna tarttuu kiinni puun pintaan eikä tipu alas kuten kuusen tähtikirjaajan ja kirjanpajan aiheuttamissa tuhoissa tapahtuu. Monikirjaajat voivat muodostaa

tuhohyönteisten etujoukon puun tuhoprosessissa, mutta ne iskeytyvät myös yhdessä muiden tuhohyönteisten kanssa. Tuhon leviämisen estämiseksi puut tulisi kaataa ja kuljettaa pois metsästä talven aikana.

Kirjanpaina elää ja lisääntyy isojen kuusien kaarnan alla. Tuholainen tappaa yleensä yksittäisiä puita varsinkin avohakkuualueiden reunoilla. Hyönteiset iskeytyvät alkukesällä eläviin puihin, tuoreeseen kuorelliseen puutavaraan ja tuulenkaatoihin (tuulenkaatopuita koskien ks. Annila ja Petäistö 1978). Voimakas lisääntyminen voi aiheuttaa puuryhmien kuolemista seuraavana kesänä. Tuhon päästyä pahaksi se voi jatkua vuosia ja tuhopesäkkeet voivat kasvaa hehtaarien kokoisiksi. Tuhon torjumiseksi ennakolta on noudatettava tuoreen kuusipuutavaran metsävarastointia koskevia määräyksiä. Tuhopuut tulisi kaataa ja kuoria heti tai kuljettaa pois kuorineen heinäkuun loppuun mennessä. Jos tuhoriski on ilmeinen esim. myrskytuhon jälkeen, tuhohyönteiskannan kasvua voidaan ehkäistä hajuansoilla, jotka on laitettava metsään ennen parveilun alkamista. Selanderin ja Nuortevan (1980) tekemässä tutkimuksessa erään feromonivalmisteen todettiin olevan hyvin tehokas aine tuhohyönteisten houkuttimena (ks. myös Weslien ym. 1989).

Kuusijääriä on kaksi lajia, joiden elintavat ovat samanlaiset. Ne voivat lisääntyä vain elävissä tai aivan tuoreissa pystyyn kuolleissa ja tuulen kaatamissa kuusissa. Aikuiset parveilevat alku- ja keskikesällä ja iskeytyvät vanhoihin tai muuten heikkokuntoisiin puihin. Kuusijäärit voivat yksinkin panna alulle puun kuivumisen, mutta usein ne valtaavat puun yhdessä muiden tuhohyönteisten kanssa. Kun puun tyvikaarnan alle ilmestyy kuusijäärien toukkakäytäviä, puun kohtalo on sinetöity, mutta pystyyn kuoleminen voi viedä vuosia. Usein kuolemaa jouduttavat muut tuhohyönteiset. Ennakolta tuhoa voi torjua pitämällä kuusikko hyvässä metsänhoidollisessa kunnossa. Kuusijäärien valtaamat puut on kaadettava ja vietävä pois metsästä kesällä. Kuoriminen ei auta, sillä toukkien koteloitumisotelot ovat puun sisässä. - Ukkoniluri esiintyy koko maassa, mutta ei ole missään kovin yleinen. Se lisääntyy vain elävissä puissa. Ukkoniluri iskeytyy koko kesän vanhoihin tai muuten heikkokuntoisiin puihin tavallisesti maanrajasta. Iskeytymiskohdasta vuotaa runsaasti pihkaa muodostaen näkyvän kasan. Tuho kohtaa yksittäisiä suuria kuusia, joista se voi levitä myös naapuripuihin. Ukkonilurin valtaamat puut tulisi poistaa metsästä tuhon leviämisen estämiseksi.

Hevosmuurahaiset parveilevat alkukesästä. Ne eivät syö puuta vaan kaivertavat pesän sydänpuuhun laajentaen sitä vuosien mittaan. Tavallisin pesäpuu on tyvilahoinen kuusi, missä hevosmuurahaiset nopeuttavat lahon leviämistä pilaamalla myös tervettä sydänpuuta. Pesää voi olla puussa aina kymmenen metrin korkeudelle asti. Myös vanha mänty ja koivukin kelpaavat pesäpuuksi. Tuhon leviämisen estämiseksi hevosmuurahaisten valtaamat puut tulisi viedä metsästä pois. - Tuholainen esiintyy myös puurakennusten seinähirsissä ja lattialankuissa.

Lehtikuusen tuhohyönteisiä Suomessa on käsitelty Siitosen (1993) artikkelissa. Niistä tässä tuodaan esiin vain muutamia. Pieni havukirva elää vuoron perään kuusella ja lehtikuusella. Se vaivaa lehtikuusia etenkin Pohjois-Suomessa. Kirvat munivat loppukesällä lehtikuusen neulasiin ja seuraavana kesänä kehittyy useampia siivettäviä sukupolvia, jotka imevät lehtikuusen neulasten nesteitä. Yksilöt elävät villamaisen vahan suojassa, mikä vaikeuttaa niiden kemiallista torjuntaa. Puu voi menettää runsaasti neulasia seurauksena kasvun alentuminen. Jos kirvoja elää samassa puussa useana vuonna peräkkäin, puu voi kuolla. Käytännön metsätaloudessa tuhon torjunta ei tulle kysymykseen. - Ison lehtikuusipistiäisen toukat syövät lehtikuusen neulasia kesän loppupuolella. Tuhoa esiintyy ajoittain isoissa piha- tai puistopuissa, joiden latvat menettävät neulasensa. Taimikoissa vaiva on pahempi ja tai-

mia voi kuolla, jos tuho toistuu peräkkäisinä vuosina. Taimikoissa tuhoa voidaan torjua kemiallisesti. - Meillä esiintyy kahta lehtikuusikoilajia, joista toinen vaivaa etupäässä euroopan- ja toinen siperianlehtikuusta. Pienet toukat miinaavat aluksi neulasten kärjet ontoiksi ja isompana käyttävät neulasten kuoria suojanaan. Syönti jatkuu seuraavana kesänä, jolloin tuho on pahempi. Tuho jatkuu yleensä useita vuosia peräkkäin, jolloin puiden kasvu heikkenee. Toukkien hävittäminen torjunta-aineilla on vaikeaa, joten tuhoa kannattaa torjua ennakolta pitämällä lehtikuusikot hyvällä metsänhoidolla elinvoimaisina. - Siitosen (mt.) artikkelissa mainitaan havukirvojen, pistiäisten ja koiden lisäksi vielä versokääriäinen ja käpykärpäset.

Kilpikirvat vaivaavat koivun taimia ja nuoria koivuja. Naaraat kiinnittyvät imukärsällään runkoon ja oksiin heikentäen puuta ja altistaen sen siten myös muille tuhoille. Tuholla on merkitystä lähinnä vain koivuviljelmissä. Kilpikirvoja on vaikeata torjua torjunta-aineilla. - Lehtipuupiirtäjä munii alkukesällä heikentyneisiin koivuihin sekä kosteissa olosuhteissa kuorelliseen koivupuutavaraan ja kaatuneisiin kuorellisiin koivuihin. Toukat nakertavat pintapuuhun käyviä työntäen runsaasti valkeata purua näkyville. Toukkien valtaama puu on tuhoon tuomittu. Kuorellinen koivupuutavara on kuljetettava ajoissa pois kosteasta varastopaikasta. - Koivun mantokuoriainen parveilee keskikesällä ja iskeytyy heikkokuntoisiin koivuihin. Tuho alkaa tavallisesti puun latvasta. Parempikuntoiset koivut voivat selviytyä. Piha- ja puistokoivut ovat herkimpiä kuolemaan. Mantokuoriaisen valtaamaa puutavaraa ei tulisi säilyttää koivujen lähellä. Huonokuntoiset koivut tulisi kaataa ennen kevään alkamista ja kuoria rungot ainakin syömäkuvoiden kohdalta, jotka ovat paikallistetavissa kuoreissa olevien emokäytävien tuuletusaukkojen perusteella. - Lehtipuun tikaskuoriainen parveilee toukokuussa ja iskeytyy tuoreeseen lehtipuutavaraan sekä myös heikkokuntoisiin puihin. Tuhon merkinä on isketymisreivistä valuva mahla, joka hapettuaan muuttuu ruskehtavaksi. Tuho edistää lahottajasienien leviämistä puuhun. Ei ole suurta metsätaloudellista merkitystä, koska tuholainen iskeytyy vain yksittäisiin puihin. Paras ennakkoehkäisykeino on huolehtia metsän ja puiden kunnosta. - Päistärkoi ja seulakoi parveilevat alkukesällä ja munivat koivun lehdille. Toukat syövät lehtien sisustan tyhjäksi ja lehdet muuttuvat ruskeiksi. Ei tapa puuta. - Puuntuhoja-toukka, joka kasvaa lähes kymmenen senttimetrin mittaiseksi, kaivertaa käytäviä lehtipuiden runkoon ja oksiin. Tuhon merkinä on ulos pursuava karkea puru. Puut altistuvat myrskytuhoille. Tuhoa esiintyy yksittäisissä puistopuissa. Ei metsätaloudellista merkitystä.

Koivun ruskotäpläkärpäsestä annettiin joitakin lähteitä jo taimien hyönteis- tuhojen yhteydessä (alaluvun 4.6 lähdeluettelossa: Niemistö 1998a ja b sekä Ylioja ja Rousi 1998). Niiden lisäksi mainittakoon vielä Schulmanin (1995a ja b) ja Yliojan ym. (2000) artikkelit sekä Yliojan (2000) asiaa koskeva väitöskirja. Tuho syntyy koivun nuoruudessa, mutta sen seuraukset pysyvät puussa kiertoajan loppuun saakka. Tuholainen munii koivun oksiin kesäkuun alussa. Toukat kaivavat käytäviä rungon jälsikerroksessa hakeutuen kohti maata. Käytävät kylestyvät ruskealla solukolla, mikä näkyy viiruin koivun tyvitukista tehdyssä vanerissa alentaen sen laatua. Ongelma on noussut esiin viljelykoivikoiden lisääntyessä. Ruskotäpläkärpäsen tuhoja on vaikea torjua. - Paraslaatuista vaneria saadaan sekapuuna varjoisissa kuusikoissa kasvaneista koivuista. Vanerin laatukysymys tulisi ottaa huomioon koivun viljelyn kannattavuuslaskelmissa.

Tunturimittari-perhosta esiintyy koko maassa, mutta sen toukka aiheuttaa tuhoa vain Pohjois-Suomessa. Perhoset parveilevat syksyllä ja munivat koivun oksiin. Seuraavasta keskikesästä alkaen toukat syövät koivujen lehtiä. Puut eivät kuole paljaaksisyönninkään seurauksena juuri muualla kuin tunturialueilla, missä tuho voi ke-

hittyy laajamittaiseksi (ks. Kallio ja Lehtonen 1973). Tuholla on vaikutusta jopa metsänrajaan (Nuorteva 1963). Muurahaiset ovat toukkien vihollisia, mikä tuhoalueilla näkyy koivujen säilymisenä muurahaispesien ympärillä (Karhu 1997). Kokeellisen hapansateen (rikki- ja typpihappo) ei havaittu vaikuttavan tuhoon Suomelan ja Neuvosen (1997) tekemässä tutkimuksessa. Tunturimittarituholla ei juuri ole metsätaloudellista merkitystä. Alueilla, missä tunturikoivua kerätään polttopuiksi, tuholla voi olla kauaskantoisia seurausvaikutuksia. Salmi (1988) on selvittänyt tunturikoivun polttopuukäytön lisäämismahdollisuuksia. Puut säilyvät melko pitkään pystyssä vahvan kuorensa ansiosta. Voisi ajatella, että polttopuun keruu pitäisi suunnata tuoreille tuhoalueille ja siten säästää tuholta säästyneitä koivikoita. Tunturikoivulla on merkitystä myös porojen kesäravintona.

Koivunpunanukkapunkit talvehtivat koivun silmuilla ja siirtyvät alkukesästä imemään lehtiä. Lehtien yläpintaan ilmestyy purppuranpunaista hieman välkehtivää nukkaa, joka muodostuu pienistä lähekkäin olevista äkämistä. Nukkaa esiintyy tavallisimmin nuorissa koivuissa varjoisissa paikoissa sekä isojen koivujen latvusten alaosissa. Punkit verottavat koivujen elämännesteitä, mutta sillä ei ole suurta merkitystä puiden kasvuun ja kuntoon.

Aikuinen runkohaapsanen liikkuu keskikesällä ja syö haavan lehtiin reikiä. Toukat elävät puun rungon tyvässä useita vuosia. Ne kaivavat runkoon suuria onkaloita ja edistävät siten puun lahoamista. Tuho on hyvin yleinen valoisilla paikoilla kasvavissa nuorissa haavoissa. Haapaakin tulisi kasvattaa varjoisissa sekametsäkoivissa. - Ison haavanlehtikuoraisen naaraat talvehtivat maassa ja munivat alkukesällä haavanlehtien alapinnalle. Aikuiset toukat syövät lehtiä reunasta alkaen niin, että lopulta jäljelle jää vain kapea lehtisuikale. Tuholla ei ole suurta metsätaloudellista merkitystä. - Hybridahaavan hyönteistuhoja on tarkasteltu Löyttyniemen (1972) artikkelissa. Runko- ja äkämahaapsasen tuhot ovat tavallisia ja pajukilpikirvan joukkoesiintymät ovat yleisiä. Kilpikirvat kiinnittyvät imukärsällä nuorten puiden oksiin ja runkoon. Kirvojen suuresta määrästä johtuen puiden elinvoima ehtyy ja ne altistuvat muille tuhoille.

Leppäkempin toukkia voi olla lepän oksilla alkukesästä erittäin paljon. Lepän sanotaan silloin 'piimivän', mikä viittaa toukkien erittämään valkeaan villamaiseen vahaan. Toukkien imentä ei ole puulle haitallista. - Idän lehtikuoraisen aikuiset ja toukat syövät harmaa- ja tervalepän lehtiä niin, että jäljelle jää vain suurimmat lehtisuonet. Etenkin Itä-Suomessa tämä kovakuoriainen voi syödä lepikoita paljaaksi. Tuholla ei ole suurta metsätaloudellista merkitystä. - Lepän lehtikuoriainen syö joskus lehtiä niin, että koko lepikkö voi muuttua ruskeaksi. - Tuomen kehrääjäkoin toukkia ja niiden kutomaa harsoa esiintyy alku- ja keskikesällä. Toukat syövät joskus tuomen lehdeksi, mutta puut yleensä tekevät uudet lehdet vielä samana kesänä. Puu voi kuolla, jos tuho toistuu monena kesänä peräkkäin. Piha- ja puistopuissa tuhoa torjutaan voimakkaalla vesisuihkulla tai kemiallisesti.

Lopuksi otettakoon vielä esille joitakin tuhohyönteisiä, jotka tekevät tuhoa myös alentamalla metsässä vääriin aikaan olevan tuoreen kuorellisen puutavaran laatua. Vahingon suuruus riippuu tuholaisesta, puulajista ja puutavaralajista. Edellä jo mainittiin kaarnakuoriaisia, joista männyn pysty- ja vaakanävertäjä ehkä pahimpina käytännön puunkorjuun kannalta. - Uusina tässä mainittakoon ensin sarvijäärät. Niistä pahin on suutari, joka munii heinä-elokuulla aurinkoisille paikoille jääneisiin mänty- ja kuusitukkeihin. Toukat porautuvat syksyllä jopa tukkien ytimeen asti talvehtimaan. Onkalot pilaavat puutavaran sahapuuna. Jos toukkia alkaa kesällä esiintyä kuoren alla, tukit on heti kuorittava tai sahattava. Havukantojäärän aikuisia esiintyy paljon kevätkesällä puutavarapinoissa. Toukat elävät kuoren ja puun välissä

männnyllä ja kuusella. Ne ilmestyvät puutavaraan muiden tuhohyönteisten jälkeen, jotka jo ovat käynnistäneet tai aiheuttaneet tuhon. Sarvijaakon aikuiset liikkuvat aikaisin keväällä. Toukat syövät mäntytaivaran nilakerroksen ja kovertavat onkaloita pintapuuhun aiheuttaen hieman sinistymää ja pintapuun vaurioita. Samalla ne kuitenkin syövät kuoren alla olevia pystynävertäjän jälkeläisiä, mikä on etu metsähygienian kannalta.

Havupuun tikaskuoriainen on havutukkien pahimpia pilaajia. Hyönteiset parveilevat keväällä ja uusi sukupolvi poistuu puutavarasta heinäkuussa. Tuholainen kaivaa reikiä sydänpuun rajaan saakka ja levittää mantopuuhun sinistäjäsiemeniä. Tuho laskee sahatavaran laatua ja arvoa voimakkaasti (ks. Uusvaara ja Löyttyniemi 1975). Annila (1975) on tutkinut tukkien valmistamisajankohdan vaikutusta hyönteisten iskeytymiseen. Syksyllä tehdyt tukit ovat altteimpia tuholle. Ne tulisikin suojata huhtikuun puoliväliin mennessä tai sahata huhtikuun loppuun mennessä. Jos iskeymä pääsee tapahtumaan, tukit on kuljetettava pois ja sahattava kahden viikon sisällä laatu- ja puupistien välttämiseksi. Lehtipuun tikaskuoriainen iskeytyy lehtipuutavaraan ja edistää lahottajasiemien pääsyä puuaineeseen.

Okakaarnakuoriainen parveilee touko-kesäkuussa ja iskeytyessään vie sinistäjäsiemeniä heikkokuntoisiin pystypuihin sekä mäntypuutavaraan. Puu sinistyy sydänpuun rajaan saakka. Sahatavaran laatu alenee ja massan valmistusprosessissa on käytettävä enemmän valkaisukemikaaleja. - Jättipuupistiäinen aloittaa parveilun heinäkuussa ja munintaa tapahtuu vielä syyskesällä. Toukat elävät männyssä ja kuusessa syvällä puussa useita vuosia. Toukkakäytävät täyttyvät hienosta purusta, minkä vuoksi niitä on vaikea erottaa tuoreessa sahatavarassa. Sahatavaran laatu on pilalla ja eräät maat ovat kieltäneet tiukasti sellaisen tavaratunnon maahansa. Sinipuupistiäinen parveilee myöhemmin kuin jättipuupistiäinen. Toukat elävät vain kuusessa. Tuho ja sen seuraukset ovat samantyyppiset näillä lajeilla. Puupistiäisten muninnan kohteeksi joutuneet tukit on sahattava ennen seuraavaa kesää, jolloin vahinkoa ei ole ehtinyt vielä tapahtua. Ylivuotisten tuulenkaatojen ja pystyyn kuolleiden puiden osalta on varmistuttava, etteivät ne ole puupistiäisten toukkien asuttamia.

Lopuksi hyönteisten esiintymiseen ja hyönteistuhoihin liittyen tulkoon vielä mainituksi Kankaan (1934c), Lindbergin ja Sariksen (1952), Peltosen ym. (1997), Weissenbergin (1972) sekä Väisäsen ja Heliövaaran (1994) tutkimukset ja Haukiojan (1999), Heliövaaran ja Väisäsen (1993a), Kailan ym. (1995), Martikaisen ym. (1994), Nuortevan (1984) ja Väisäsen ym. (1993) artikkelit. - Metsänkäsittely vaikuttaa lajirunsauteen ja yksilömääriin suoraan ja välillisesti, mitä hyödynnetään hyönteistuhojen torjunnassa. Samalla on kuitenkin pidettävä mielessä, että hyönteiset, tuhohyönteiset mukaan lukien, ovat osa metsäluonnon biodiversiteettiä.

Keskeiset hakusanat: sta, hme, uud, tre, run, lat, pta, mtu, pat ja ent

Alaluvussa 7.3 mainitut lähteet:

- Aaltonen, V. 1925. Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. Referaatti: Metsämaan happamuusasteesta (pH). Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 9(6). 54 s.
- Aarnio, J., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Veijalainen, H. 1997a. Suometsien lannoitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 8.2, s. 116-126.

- , Kukkola, M. & Mäliköinen, E. 1997b. Kangasmetsien lannoitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 8.1, s. 109-116.
- Ahti, E. 1975. Puiden tulvankestävyydestä. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 42-44.
- 1984. Ilman epäpuhtauksien vaikutus metsien kasvuun ja metsämaahan. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 56-65.
- 1985. Hapansade ja sen vaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184, s. 44.
- & Pätilä, A. 1985. Happaman laskeuman vaikutukset turvemaiden ominaisuuksiin. Teoreettinen tarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 209. 34 s.
- Airaksinen, K. 1920. Kuusimetsien esiintymisestä Kuolajärvellä. Esitelmä Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 3.6.1919. Acta Forestalia Fennica 14(5): 73-75.
- Ala-Ilomäki, J., Saarilahti, M. & Rummukainen, A. 1997. Ajoneuvojen liikkuvuusmallien soveltuvuus puunkorjuun ympäristövaurioiden ennustamiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 25-34.
- Annala, E. 1975. Effect of felling date of trees on the attack density and flight activity of *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Col., Scolytidae). Seloste: Kaatoajan vaikutus havupuun tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) iskeytymistiheyteen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 86(6). 16 s.
- 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. Summary: Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 101. 32 s.
- 1989. Metsien kunto ja bioottiset tuhonaiheuttajat. Silva Fennica 23(4): 319-325.
- 1992. Ilmastomuutosten vaikutukset hyönteis- ja sienituhojen esiintymiseen. Joensuu yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 1: 103-108.
- 2001a. Kaarnakuoriaistuhot vältettävissä hyvällä metsänhoidolla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2001: 265-269.
- 2001b. Toimiiko laki hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta riittävän hyvin? Metsätieteen aikakauskirja 4/2001: 631-634.
- & Heikkilä, R. 1991. Breeding efficiency in *Tomicus piniperda* and shoot damage after late autumn thinning of young *Pinus sylvestris* stands. Scandinavian Journal of Forest Research 6(2): 197-207.
- , Heliövaara, K., Puukko, K. & Rousi, M. 1983. Pests on lodgepole pine (*Pinus contorta*) in Finland. Seloste: Kontortamännyn tuhot Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 115. 27 p.
- , Långström, B., Varama, M., Hiukka, R. & Niemelä, P. 1999. Susceptibility of defoliated Scots pine to spontaneous and induced attack by *Tomicus piniperda* and *Tomicus minor*. Silva Fennica 33(2): 93-106.
- & Petäistö, R.-L. 1978. Insect attack of windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. Seloste: Hyönteisten lisääntyminen tuulen kaatamissa puissa Länsi-Suomessa vuoden 1975 joulukuun myrskyn jälkeen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94(2). 24 s.
- , Varama, M., Långström, B. & Niemelä, P. 1993. Pilkkumäntypistiäisen vaikutus männyn elinvoimaisuuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460: 27-33.
- Anttila, P. & Tähtinen, M. 1992. Rikki- ja typpilaskeuman kehitys Suomessa 1980-1990. Ilmatieteen laitos. Raportteja 2. 27 s.

- Arovaara, H., Hari, P. & Kuusela, K. 1984. Possible effect of changes in atmospheric composition and acid rain on tree growth. An analysis based on the results of Finnish National Forest Inventories. *Seloste: Ilmakehän ominaisuuksien muutosten ja happaman laskeuman mahdollinen vaikutus puuston kasvuun. Valtakunnan metsien inventointien tuloksiin perustuva analyysi. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 122. 16 s.
- Asetus metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. 1991. Annettu Helsingissä 22.7.1991. Suomen säädöskokoelma. N:o 1046. 2 s.
- Asetus metsätuhoja aiheuttavien kasvitautien ja tuhoeläinten seurannasta. 1991. Annettu Helsingissä 22.7.1991. Suomen säädöskokoelma. N:o 1045. 1 s.
- Björklund, A. 1994. Critical load and special characteristics of the Quark area of Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 513: 139-150.
- Blomqvist, A. 1879a. Om uppqvistning af träd. *Finska Forstföreningens ströskrifter* I. Helsingfors. 18 s.
- 1879b. Puiden karsimisesta ja hirsipuiden kasvattamisesta. *Suomentanut R. Montell. Suomen Metsäyhdistyksen kirjasia* II. Helsinki. 16 s.
- Bäck, J. 1994. Happaman sateen vaikutuksista havupuiden kasvuun. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 12: 5-10.
- Derome, J. 1990. Maaperän luonnollinen happamoituminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 370: 5-17.
- 1998. Kunnostuslannoituksen vaikutukset vajoveden happamuuteen ja ravinnepitoisuuksiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 240-241.
- 2000. Effects of heavy-metal and sulphur deposition on the chemical properties of forest soil in the vicinity of a Cu-Ni smelter, and means of reducing the detrimental effects of heavy metals. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 769. 78 s. + 5 liitejulkaisua (6, 8, 10, 11 ja 10 s.).
- , Helmisaari, H-S., Hyvärinen, A., Mälkönen, E., Palmgren, K., Pätilä, A., Starr, M. & Tamminen, P. 1993. Metsämaan happamoituminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 40-74.
- & Levula, T. 1990. Kangasmaiden kalkitus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 369: 36-59.
- , Lindroos, A-J., Derome, K. & Niska, K. 2000. Results of the intensive monitoring of forest ecosystems in 1998 (ICP Forests/Level II). Soil solution. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 782: 70-74.
- , Lindroos, A-J. & Niska, K. 1998. Effects of SO₂ and heavy metal emissions from the Kola Peninsula, NW Russia, on soil acidity parameters in NW Russia and Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(4): 421-428.
- , Lindroos, A-J., Niska, K., Kareinen, T., Ilvesniemi, H., Nissinen, A., Starr, M., Ukonmaanaho, L. & Sievänen, R. 1999. Finnish programme for the intensive monitoring of forest ecosystems (ICL Forests/Level II). Integrated studies. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 743: 86-108.
- , Mälkönen, E. & Pätilä, A. 1993. Maanhoidollisin keinoin voidaan ehkäistä happamoitumista. *Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 68-74.
- & Nieminen, T. 1998. Raskasmetallilaskeuman vaikutukset maaperän ravinteisuuteen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 183-189.
- & Raitio, H. 1997. European programme for the intensive monitoring of forest ecosystems. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 623: 59-67.

- Energiantuotannosta peräisin olevien ilman epäpuhtauksien vaikutus metsän tuotokseen. 1983. Loppuraportti. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 44. Artikkelikokoelma. 387 s. + väliliite 15 s.
- Ennevaara, P. 1954. Metsäpalot vuosina 1952-1953. Summary: Forest fires in 1952-1953. *Acta Forestalia Fennica* 61(12). 17 s.
- 1962. Pohjoismaiden metsäpalotilastoista. Summary: Forest fire statistics in the Northern Countries. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 55(32). 10 s.
- Ferm, A., Heliövaara, K., Hytönen, J., Jukola-Sulonen, E-L., Korhonen, M., Lähdesmäki, P., Niini, S., Nöjd, P., Pietiläinen, P., Pätilä, A., Raitio, H., Tikkanen, E., Vuorinen, M. & Väisänen, R. 1993. Paikallisia metsävaurioita ja kokeellisia tutkimuksia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 159-188.
- , Hytönen, J., Kolari, K. & Veijalainen, H. 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Sammandrag: Tillväxtstörningar i skogsträd i närheten av pälsfarmer. Summary: Growth disturbances of forest trees close to fur farms. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 320. 77 s.
- , Hytönen, J., Kolari, K. & Veijalainen, H. 1989. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Lyhennelmä *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 320 artikkelista. Abstract: Growth disturbances of forest trees in the vicinity to fur animal farms. Abstract from the article in *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 320. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 322: 78-82.
- , Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1990. Effects of high nitrogen deposition on forests: Case studies close to fur animal farms. Teoksessa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Sivut 635-668.
- , Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1993. Typpilaskeuman vaikutukset turkistarhojen lähimetsissä. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilman saasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 170-176.
- Finer, L., Messier, C. & Grandpre, L. 1997. Fine-root dynamics in mixed boreal conifer-broad-leaved forest stands at different successional stages after fire. *Canadian Journal of Forest Research* 27(3): 304-314.
- Franssila, M. 1958. Kulovaaran ja säätekijöiden välisestä riippuvuudesta. Summary: The dependence of forest fire danger on meteorological factors. *Acta Forestalia Fennica* 67(5). 26 s.
- Fritze, H., Haimi, J., Helmisaari, H-S., Siira-Pietikäinen, A., Smolander, A. & Vanhala, P. 1994. Hienokuuret ja maaperän eliöstö raskasmetallien kuormittamassa maassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 185-194.
- Haapanen, A. & Siitonen, P. 1978. Kulojen esiintyminen Ulvinsalon luonnonpuistossa. Summary: Forest fires in Ulvinsalo strict nature reserve. *Silva Fennica* 12(3): 187-200.
- Hagman, M. 1987. Kuusen pakkasvauriot talvella 1984-85 koetulosten valossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 263: 68-89.
- Hallaksela, A-M. 1984. Bacteria and their effect on the microflora in wounds of living Norway Spruce (*Picea abies*). Seloste: Bakteerit ja niiden vaikutus elävien kuusien vaurioiden mikrobilajistoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 121. 25 s.
- 1988. Vaurioiden vaikutus lahon leviämiseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 319: 17-19.
- 1999. Lahoisuus haavikossa. Sammandrag: Aspens röta nu och i framtiden. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 725: 49-55 ja 144.

- & Nevalainen, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusen kannoissa. Abstract: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea. *Folia Forestalia* 470. 10 s.
- & Niemistö, P. 1998a. Istutuskoivurunkojen väriviat ja niissä esiintyvät mikrobit. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 115-125.
- & Niemistö, P. 1998b. Stem discoloration of planted silver birch. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(2): 169-176.
- Hannellius, S. 1995. Häiriödynamiikka pohjoisen havumetsän hoidon esikuvana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564: 89-101.
- & Lillandt, M. 1970. Puuston vaurioituminen harvennusleimikoiden koneellisessa korjuussa. Summary: Damaging of stand in mechanized thinning. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 4. 32 s.
- , Sairanen, P. & Tuimala, A. 1997. Pystykarsinta. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 9, s. 127-135.
- Hantula, J., Niemi, M., Kaitera, J., Moricca, S. & Kurkela, T. 1998. Genetic variation in *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 712: 157-161.
- , Paavolainen, L., Hallaksela, A-M. & Kurkela, T. 2001. Koivun lehdissä ja oksissa elävien sienten monimuotoisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 812: 161-166.
- Hari, P., Arovaara, H., Raunemaa, T. & Hautojärvi, A. 1984. Forest growth and the effects of energy production: a method for detecting trends in the growth potential of trees. *Canadian Journal of Forest Research* 14(3): 437-440.
- , Westman, C., Ilvesniemi, H., Jauhiainen, M., Nikinmaa, E., Nissinen, A., Snicker, J. & Ylimartimo, A. 1992. Ilmakehän ominaisuuksien muutoksen vaikutus maahan sekä metsän tuotokseen ja vastustuskykyyn. Teoksessa: Kanninen, M. & Anttila, P. (toim.) 1992. Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma. Tutkimusten väliraportit. Suomen Akatemian julkaisuja 2/92. VAPK-kustannus. Helsinki. Sivut 141-161.
- Harstela, P. 1985. Korjuukustannusten ja metsikön tulevan tuoton optimointi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 181: 44-50.
- & Tervo, L. 1977. Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia. Kaato ja kasaus käsityövälineillä ja kokopuuhaketus. Summary: Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine). Manual felling and bunching and whole-tree chipping. *Folia Forestalia* 294. 23 s.
- Hartikainen, S. 1991. Harvennushakkuiden korjuutyön laatu ja hakkuukoneen kuljettajille tehty kysely. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.* 3 s. + 7 liites., 7 s. + 23 s.
- 1992. Korjuuvaurioselvitys 1992. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.* 2 s. + 22 liites.
- 1993. Harvennushakkuiden korjuujälki. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.* 4 s. + 13 liites.
- 1994. Harvennushakkuiden korjuujäljen inventointi 1994. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.* 4 s. + 17 liites.
- 1995. Harvennushakkuiden korjuujäljen inventointi 1995. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.* 22 s. + 17 liites.
- 1996. Harvennushakkuiden korjuujäljen inventointi 1996. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.* 3 s. + 9 liites.

- Harvennushakkuiden korjuujäljelle asetettavat vaatimukset sekä korjuujäljen arviointi ja mittaaminen. 1990. Metsätehon opas. 25 s.
- Harvennushakkuiden korjuutyön laatuselvitys 1990. Metsäkeskus Tapio. Moniste. 8 s. + 51 liites.
- Haukioja, E. 1999. Puolustautuvatko puut tuholaisiaan vastaan? Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 89: 31-39.
- Havas, P. 1971. Injury to pines in the vicinity of a chemical processing plant in northern Finland. Seloste: Männyn vaurioista erään Pohjois-Suomen kemiallisen tehtaan läheisyydessä. Acta Forestalia Fennica 121. 21 s.
- Haverinen, A. 1990. Jäkälät bioindikaattoreina Rovaniemen ympäristössä. Metsän-tutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 81-89.
- Heikinheimo, O. 1907a. Piirteitä metsiemme kehityshistoriasta. Metsänystävä 11: 363-370.
- 1907b. Piirteitä metsiemme kehityshistoriasta. Metsänystävä 13: 410-417.
- 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadenge-biete in Finnland und ihre Wälder. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 3(3). 134 + 17 s., 16 kuvall.
- 1926. Myrskytuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä syyskuun 23 päivänä 1924. Referat: Über die Sturmschäden in dem Lärchenwalde bei Raivola am 23. September 1924. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 12(2). 52 s. + valokuvat ja kartta.
- 1947. Metsäpuiden karsimisesta. 2. painos. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia 25. 16 s., 15 kuvaa.
- Heiskanen, V. 1958. Tutkimuksia koivun karsimisesta. Summary: Studies on pruning birch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 49(3). 68 s.
- 1966. Tutkimuksia rauduskoivikon karsimisen kannattavuudesta. Summary: Studies on the profitability of pruning of common birch (*Betula verrucosa*) stands. Acta Forestalia Fennica 81(2). 32 s.
- & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Karsimisen vaikutus puun laatuun sahapuita kasvatettaessa. Summary: Studies on the pruning of pine. The influence of pruning on the quality of saw timber trees. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 57(1). 66 s.
- Heliövaara, K. 1986. Occurrence of *Petrova resinella* (Lepidoptera, Tortricidae) in a gradient of industrial air pollutants. Silva Fennica 20(2): 83-90.
- , Hyvärinen, A., Kilkki, P., Mielikäinen, K., Mikkola, K., Mälkönen, E., Nevalainen, S., Tamminen, P. & Väisänen, R. 1993. Metsien tilaan vaikuttavat tekijät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 9-29.
- & Löyttyniemi, K. 1990. Effect of forest fertilization on pine needle-feeding Coleoptera. Tiivistelmä: Lannoituksen vaikutus männyn neulasilla eläviin kova-kuoriaisiin. Silva Fennica 23(4): 279-286.
- & Väisänen, R. 1986a. Industrial air pollution and the pine bark bug, *Aradus cinnamomeus* (Heteroptera, Aradidae). Journal of Applied Entomology 101: 469-478.
- & Väisänen, R. 1986b. Interactions among herbivores in three polluted pine stands. Tiivistelmä: Tuhohyönteisten vuorovaikutussuhteista kolmessa saastu-neessa männynntaimikossa. Silva Fennica 22(4): 283-292.
- & Väisänen, R. 1990a. Air pollution level and abundance of forest insects. Julkai-sussa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Springer-Verlag, Berlin. Sivut 447-467.

- & Väisänen, R. 1990b. Prolonged development in *Diprion pini* (Hymenoptera, Diprionidae) reared on pollutant affected pines. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(1): 127-131.
- & Väisänen, R. 1993a. Biodiversiteetti ja metsänkäsittely: säilyykö luonnonmetsien hyönteislajisto talousmetsissä? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 460: 61-64.
- & Väisänen, R. 1993b. Ilmansaasteiden vaikutukset männyn neulastuholaisiin. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 186-188.
- & Väisänen, R. 1993c. Tuhohyönteisten menestyminen kuormitetuilla alueilla. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 176-180.
- , Väisänen, R. & Immonen, A. 1991. Quantitative biogeography of the bark beetles (Coleoptera Scolytidae) in northern Europe. Tiivistelmä: Pohjois-Euroopan kaarnakuoriaisten kvantitatiivinen eliömaantieteellinen analyysi. *Acta Forestalia Fennica* 219. 35 s.
- , Väisänen, R. & Nevalainen, S. 1993. Metsien sieni ja eläintuhot. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 25-29.
- Helmisaari, H-S. 1994. Metsikön ravinnekierto ympäristömuutosten osoittajana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 492: 40-48.
- 1998a. Metsäekosysteemin toiminta ympäristömuutosten ilmentäjänä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 170-174.
- 1998b. Raskasmetallien kuormittamia alueita. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 182-183.
- , Derome, J., Levula, T., Nieminen, T., Palmgren, K., Salemaa, M., Vanha-Majamaa, I., Reponen, P. & Rutter, O. 1994. Metsikön ravinnekierto ilman epäpuhtauksien aiheuttaman kuormituksen osoittajana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 156-174.
- Henttonen, H. 1984. The dependence of annual ring indices on some climatic factors. *Seloste: Vuosilustoindeksiin riippuvuus ilmastotekijöistä. Acta Forestalia Fennica* 186. 38 s.
- 1990. Kuusen rinnankorkeuslähimittan kasvun vaihtelu Etelä-Suomessa. Summary: Variation in the diameter growth of Norway spruce in Southern Finland. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos, tiedonantoja 25. 88 s.
- Hertz, M. 1930. Tutkimus männyn tervasrosan kehityksestä ja vaikutuksista. Referat: Über die Entwicklung und die Wirkungen des Kienzopfs. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 15(3). 46 s.
- 1932. Tervasrosasta ja sen vastustamisesta. *Metsätietoa* I(4): 117-125.
- 1933. Tutkimuksia tavallisesta männynneulaspistiäisestä (*Lophyrus pini* L.) ja sen metsätaloudellisesta merkityksestä. Referat: Die gewöhnliche Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) und ihre forstwirtschaftliche Bedeutung. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 18(6). 53 s.
- Hirvelä, H. & Hynynen, J. 1990. Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latva-vaurioihin ja tuulituhoalttiuteen Lapissa. Summary: Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland. *Folia Forestalia* 764. 16 s.

- Hokajärvi, T. 1996. Sallan metsävaurioiden tervehdyttämislannoituskoe. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 2. 27 s.
- Hokkanen, T., Jalkanen, R., Jukola-Sulonen, E-L., Kouki, J., Kurkela, T., Lindgren, M., Mikkola, K., Nieminen, T., Nöjd, P., Raitio, H., Salemaa, M., Sutinen, S. & Yli-Kojola, H. 1993. Latvuksen kunto ja puun elinvoimaisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 75-126.
- Holmberg, M. 1992. Forest soil acidification models. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 407: 35-44.
- Holopainen, T. 1990. Männyn neulasten rakennevauriot juuriston jäädytyskokeilla Hietaperänpäässä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347, s. 69.
- & Heinonen-Tanski, H. 1993. Effects of different nitrogen sources on the growth of Scots pine seedlings and the ultrastructure and development of their mycorrhizae. *Canadian Journal of Forest Research* 23(3): 362-372.
- & Holopainen, J. 1998. Otsonin vaikutukset puihin ja metsähyönteisiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 94-96.
- , Janhunen, S. & Heinonen-Tanski, H. 1995. Cellular changes and accelerated senescence of conifer mycorrhizas related to high nitrogen availability. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 537: 37-41.
- & Nygren, P. 1989. Effects of potassium deficiency and simulated acid rain, alone and in combination, on the ultrastructure of Scots pine needles. *Canadian Journal of Forest Research* 19(11): 1402-1411.
- & Vaittinen, S. 1988. Observations on Scots pine mycorrhizae in the surroundings of a fluting mill. *Karstenia* 28: 35-39.
- Hurme, P., Repo, T., Savolainen, O. & Pääkkönen, T. 1997. Climatic adaptation of bud set and frost hardiness in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Canadian Journal of Forest Research* 27(5): 716-723.
- Huttunen, S. 1975. The influence of air pollution on the forest vegetation around Oulu. *Acta Universitatis Ouluensis A* 33 (Biologica 2). 78 s.
- 1977. The effects of air pollution on provenances of Scots pine and Norway spruce in northern Finland. *Seloste: Ilman saastumisen vaikutus mänty- ja kuusi-* *alkuperien viihtymiseen Pohjois-Suomessa. Silva Fennica* 12(1): 1-16.
- , Kärenlampi, L. & Kolari, K. 1981. Changes in osmotic potential and related physiological variables in needles of polluted Norway spruce (*Picea abies*). *Annales Botanici Fennici* 18(1): 63-71.
- & Laine, K. 1983. Effects of air-borne pollutants on the surface wax structure of *Pinus sylvestris* needles. *Annales Botanici Fennici* 20(1): 79-86.
- Hynynen, J. & Hirvelä, H. 1990. Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latva-
vaurioihin ja tuulituholahtiuteen Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362: 74-82.
- Hyppönen, M. & Norokorpi, Y. 1979. Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa. Summary: The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland. *Folia Forestalia* 381. 13 s.
- Hytönen, J. & Karlsson, K. 1999. Typpilaskeuman vaikutus puuston ravinnetilaan ja kasvuun länsirannikolla. Sammandrag: Kvävedepositionens inverkan på skogens näringsförhållanden och tillväxt vid den finska västkusten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 723: 59-72.
- Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446. 221 s.

- Hyvärinen, V. & Sepponen, P. 1988. Kivalon alueen paksusammalkuusikoiden puu-
laji- ja metsäpalohistoriaa. Summary: Tree species history and local forest fires in
the Kivalo area of Northern Finland. *Folia Forestalia* 720. 26 s.
- Hyvää metsän hoitoa tuetaan monin tavoin. 2001. *Metsäraha* 5/2001: 11-14.
- Häme, T. 1991. Spectral interpretation of changes in forest using satellite scanner
images. Seloste: Metsän muutosten spektrinen tulkinta satelliittikeilainkuvien
avulla. *Acta Forestalia Fennica* 222. 111 s.
- Hämäläinen, J. & Laakkonen, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lan-
noituksen edullisuus. Summary: Profitability of fertilization in mature Scots pine
stands on peatland. *Folia Forestalia* 570. 32 s.
- , Laakkonen, O. & Kukkola, M. 1989. Toistuvan lannoituksen kannattavuus kan-
gasmailla. Summary: Profitability of repeated fertilization on mineral soils. *Folia
Forestalia* 740. 20 s.
- , Paavilainen, E., Salminen, O. & Heinonen, R. 1985. Tuloksia ojitettujen korpi-
kuusikoiden lannoituksesta. Summary: The growth response to and profitability
of fertilization in drained spruce swamp stands. *Folia Forestalia* 623. 26 s.
- Hänninen, H. 1988. Puiden vuosirytmien ja pakkaskestävyyden ekologiasta. *Silva
Carelica* 11: 1-45.
- 1991. Does climatic warming increase the risk of frost damage in northern trees?
Plant, Cell and Environment 14: 449-454.
- 1994. Effects of climatic change on onset of growth and risk of frost damage in
Scots pine. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 24: 8-
10.
- 1995. Effects of climate change on trees from cool and temperate regions: an
ecophysiological approach to modelling of bud burst phenology. *Canadian Jour-
nal of Botany* 73(2): 183-199.
- 1996. Effects of climatic warming on northern trees: Testing the frost damage
hypothesis with meteorological data from provenance transfer experiments. *Scan-
dinavian Journal of Forest Research* 11(1): 17-25.
- Härkönen, S. 1999. Forest damage caused by the Canadian beaver (*Castor canadensis*) in
South Savo, Finland. *Silva Fennica* 33(4): 247-259.
- Högnäs, T. 1982. Korjuujälki eräissä vuosina 1980-1982 toteutetuissa kasvatushak-
kuuleimikoissa. Metsähallituksen kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 135. 63 s.
- 1985. Kuorman koon vaikutus metsätraktorin raidesyvyyteen. Metsähallituksen
kehittämisjaosto. Koeselostus. 19 s.
- Ilvesniemi, H. & Holmberg, M. 1992. A comparison of measured and calculated
effects of artificial acid rain on cations in soil solution and exchange sites. *Scan-
dinavian Journal of Forest Research* 7(4): 445-455.
- & Starr, M. 1994. The use of the Ca/Al ratio in the calculation of critical loads for
forest soils. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 513: 165-173.
- Isomäki, A. 1972. Puun korjuun aiheuttamat vauriot harvennusmetsissä. *Työtehoseu-
ran metsätiedotus* 194. 2 s.
- 1973. Maastokuljetuksen aiheuttamien puustovaurioiden merkitys kuusen *Picea
abies* (L.) Karst. lahoutumisessa. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos.
Konekirjoite.
- & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines
on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: Puunkorjuu-
koneiden aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. *Acta
Forestalia Fennica* 136. 25 s.

- & Kärkkäinen, M. 1972. Puun korjuun aiheuttamat vauriot. HAKO-toimikunta 1972, s. 103-118.
- Jaakkola, S. 1994. Puunkorjuujälki parani viime vuodesta. Koneyrittäjä 7: 12-13.
- Jalkanen, A. 2001. Metsikön lahoisuuden ennustaminen Etelä-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 3/2001: 461-463.
- Jalkanen, R. 1986. Lophodermella sulcigena on Scots pine in Finland. Seloste: Männynharmaakariste Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 136. 41 s.
- 1990a. Typpilannoituksen vaikutus mäntyjen talvenkestävyyteen kangasmailla Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362: 62-64.
- 1990b. Vauriot Lapin luonnossa talven 1986-87 jälkeen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 31-33.
- 1993. Defoliation of pines caused by injury to roots resulting from low temperatures. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 77-88.
- 1994a. Onko kuusi hengittämässä itsensä Etelä-Suomesta? Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja 1994(1): 91-92.
- 1994b. Runsas tykkylumi puiden uhkana. Sarka 1, s. 13.
- 1997. Repeated red belts at Lusmavaara, western Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 623: 91-95.
- 1998a. Fluctuation in the number of needle sets and needle shed in *Pinus sylvestris*. Scandinavian Journal of Forest Research 13(3): 284-291.
- 1998b. Lumi-, olki- ja jäkäläpeitteen vaikutus maan routaantumiseen ja lämpötilaan syystalvella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 36-42.
- & Aalto, T. 1993. The effect of nitrogen fertilization on damage to and growth of Scots pine on a mineral soil site in Sodankylä, northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 61-76.
- , Aalto, T. & Lahti, M-L. (toim.) 1993. Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3-7 August, 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451. 170 s.
- , Airaksinen, K. & Niska, K. 1990. Juurten jäädytyskokeet Hietaperänpäinäkankaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 43-47.
- , Crane, P., Walla, J. & Aalto, T. (eds.) 1998. Proceedings of the first IUFRO rusts of forest trees working party conference, 2-7 Aug, 1998, Saariselkä, Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 712. 309 p.
- & Kaitera, J. 1992. Versosurma Itä-Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 413: 215-226.
- & Kaitera, J. 1993. History of the decline in the Rikkilehto Scots pine stand. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 128-137.
- & Konopka, B. 1998. Snow-packing as a potential harmful factor on *Picea abies*, *Pinus sylvestris* and *Betula pubescens* at high altitude in northern Finland. European Journal of Forest Pathology 28: 373-382.
- & Konopka, B. 1999. Snow-packing as a potential harmful factor on forest in Lapland (northern Finland). Journal of the Japanese Society of Snow and Ice. Tohoku Branch 14: 13-16.
- & Nikula, A. 1998. Cone rusts on Norway spruce in northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 712: 145-147.
- & Närhi, P. 1993. Red belt phenomenon on the slopes of the Levi fell in Kittilä, western Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 55-60.

- Janhunen, S. 1994. Männyn sienijuurten solutasoiset typpivauriot ja niiden bioindikaattorikäyttö typpilaskeuman vaikutusten seurannassa. Summary: Cellular changes in Scots pine ectomycorrhiza and their use as bioindicators of nitrogen fallout. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 12: 11-13.
- 1998. Alumiinin vaikutus hienojuuriin ja mykorritsoihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691, s. 167.
 - & Helmisaari, H-S. 1998. Mykorritsat ja raskasmetallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691, s. 206.
- Jartti, P. 1978. Tyvilahon määritysmenetelmistä. Summary: On the measurement of internal decay in living trees. Silva Fennica 12(2): 140-148.
- Jokinen, J. 1972. Kaupunkiyhdyskunta puustovaurioiden aiheuttajana - Helsingin ilman epäpuhtausluonnehdintaa havupuuselvittelyjen valossa. Työterveyslaitoksen tutkimuksia 74. 47 s. + kartat.
- Jokinen, K. 1983. Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen - Kirjallisuuskatsaus. Summary: The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. - A literature review. Folia Forestalia 573. 22 s.
- 1988. Metsänlannoituksen vaikutus männyn tyvitervakseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 319: 11-16.
- Jukka, L. (toim.) 1988. Metsänterveysopas - Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki. 168 s.
- Jukola-Sulonen, E-L. 1990. Suomen metsäpuiden elinvoimaisuus vuosina 1986-88. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 18-22.
- 1993a. Kuusen ja männyn harsuuntumissarja. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 220-221.
 - 1993b. Puiden elinvoimaisuuden arvioiminen. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 75-76.
 - & Kleemola, J. 1994. Havupuiden epifyyttijäkalät ympäristöindikaattoreina. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 54-71.
 - , Kubin, E., Kuusinen, M., Merilä, P., Mikkola, K. & Nevalainen, S. 1993. Epifyytit ja aluskasvillisuus ilmansaasteindikaattoreina. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 139-158.
 - , Kuusinen, M. & Merilä, P. 1993. Leväpeite kuusen neulasilla merkki typpikuormasta. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 148-149.
 - & Salemaa, M., Mikkola, K., Lindgren, M. & Nieminen, T. 1993. Metsien elinvoimaisuuden vuosittainen seuranta. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 105-116.
- Junto, S. 1997. Artic Monitoring and Assessment Programme (AMAP): Atmosphere. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 623: 17-21.
- Juutinen, P. 1953. Männyn toipuminen Kolilla talven 1947-48 lumituhojen jälkeen. Referat: Die Erholung der Kiefer auf der Koli-Anhöhe nach den Schneebruchschäden im Winter 1947-48. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 41(2). 43 s.
- 1958. Tutkimuksia metsätuhojen, etenkin hyönteisvaurioiden merkityksestä Pohjois-Suomen kuusikoissa. Referat: Untersuchungen über die Bedeutung der Waldverheerungen, insbesondere der Insektenschädigungen, in den

- Fichtenbeständen Nordfinnlands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 50(1). 92 s.
- & Varama, M. 1983. Ruskean mäntypistiäisen esiintyminen vuosina 1980-1983. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 99. 22 s.
 - & Varama, M. 1986. Ruskean mäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer*) esiintyminen Suomessa 1966-83. Occurrence of the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*) in Finland during 1966-83. *Folia Forestalia* 662. 39 s.
 - Jylhä, P. 1995. Nuoren metsän ihmistyövaltaisen kunnostushakkuun kannattavuus Keski-Pohjanmaan ojitusalueilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 560. 40 s.
 - Kaila, L., Martikainen, P. & Punttila, P. 1995. Pötkelöt hakkuuaukioilla - hyötyvätkö taantuneet lahopuukuoriaiset? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564: 65-71.
 - Kainulainen, E., Wulff, A. & Holopainen, J. 1987. Oksakirvojen lisääntyminen ilman epäpuhtauksille altistetuissa kuusen taimissa. Abstract: Population increase of Lachnid aphids in Norway spruce seedlings exposed to air pollutants. *Aquilo Series Botanica* 25(2): 48-53.
 - Kaitera, J. 1997. Timing of Scots pine branch damage caused by large-tree type of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* and the structure of epidemics in northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 652. 35 s. + 5 liitejulkaisua (8, 7, 6, 10 ja 7 s.).
 - 2000. Analysis of *Cronartium flaccidum* lesion development on pole-stage Scots pine. *Silva Fennica* 34(1): 21-27.
 - , Aalto, T. & Jalkanen, R. 1994. Effect of resin-top disease caused by *Peridermium pini* on the volume and value of *Pinus sylvestris* saw timber and pulpwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(4): 376-381.
 - & Jalkanen, R. 1993. Surmakka Rikkilehdon männikössä Sallassa. Summary: *Gremmeniella abietina* on Scots pine in Rikkilehto stand in Salla, northern Finland. *Folia Forestalia* 811. 18 s.
 - & Jalkanen, R. 1995a. Comparison of *Gremmeniella abietina* historical damage to Scots pines. *Canadian Journal of Forest Research* 25(9): 1503-1508.
 - & Jalkanen, R. 1995b. Stand and site characteristics in the decline of *Pinus sylvestris* caused by *Gremmeniella abietina* shoot disease in a severely damaged 50-year-old plantation in SE Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10(3): 256-263.
 - & Jalkanen, R. 1996. In vitro growth of *Gremmeniella abietina* isolates (European race) at different temperatures. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(2): 159-163.
 - & Nuorteva, H. 2001. Tervasroso - uusinta tietoa taudista ja tutkimuksen suuntia. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2001: 464-468.
 - , Seitämäki, L. & Jalkanen, R. 2000. Morphological and ecological variation of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* in *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta* and *Picea abies* sapling stands in northern Finland and the Kola Peninsula. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15(1): 13-19.
 - Kaivola, A. 1996. Pystykarsinnan tuottavuus ja kustannukset. Summary: Productivity and costs of pruning. *Työtehoseuran julkaisuja* 352. 77 s.
 - Kalela, E. 1937. Vakuutetuissa metsissä vuosina 1925-34 sattuneista kuloista. Referat: Über die in finnischen Privatwäldern in der Periode 1925-34 eingetroffenen Waldbrände. *Acta Forestalia Fennica* 46(2). 55 s.

- Kallio, P. & Lehtonen, J. 1973. Birch forest damage caused by *Oporinia autumnata* (Bkh.) in 1965-66 in Utsjoki, N Finland. Reports of the Kevo Subarctic Research Station 8: 55-69.
- Kallio, T. 1961. Missä on eniten maannousemaa? Metsätaloudellinen aikakauslehti 78(4): 145-147.
- 1965. Tutkimuksia maannousemasienien leviämisbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. Summary: Studies on the biology of distribution and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. Acta Forestalia Fennica 78(3). 21 s.
 - 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. Acta Forestalia Fennica 107. 55 s.
 - 1971a. Incidence of the conidiophores of *Fomes annosus* (Fr.) Cooke on the logging waste of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: *Fomes annosuksen* kuromakannattimien esiintyminen kuusen hakkuutähteissä. Acta Forestalia Fennica 124. 9 s.
 - 1971b. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhabiting fungi. Seloste: Kuusen kantojen maannousemasieni-infektion estäminen muutamia puussa kasvavia sieniä käyttäen. Acta Forestalia Fennica 117. 20 s.
 - 1972. Esimerkki kuusikon lahovikaisuuden Etelä-Suomessa aiheuttamasta taloudellisesta menetyksestä. Summary: An example on the economic loss caused by decay in growing spruce timber in South Finland. Silva Fennica 6(2): 116-124.
 - 1973. *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee and wounded spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: *Peniophora gigantea* ja kuusen vauriot. Acta Forestalia Fennica 133. 28 s.
 - 1974. Bacteria isolated from injuries to growing spruce trees (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: Kasvavien kuusien vaurioista eristetyt bakteerit. Acta Forestalia Fennica 137. 11 s.
 - 1976. *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee and wounded spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Part II. Seloste: *Peniophora gigantea* ja kuusen vauriot osa II. Acta Forestalia Fennica 149. 18 s.
 - 1985. Harvennusmetsien puunkorjuu ja metsätuhot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 6-8.
 - & Norokorpi, Y. 1972. Kuusikon tyvilahoisuus. Summary: Butt rot in a spruce stand. Silva Fennica 6(1): 39-51.
 - & Tamminen, P. 1974. Decay of Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Åland Islands. Seloste: Ahvenanmaan kuusien lahovikaisuus. Acta Forestalia Fennica 138. 42 s.
- Kalliola, R. & Syrjänen, K. 1994. Taigan dynamiikka maiseman ja metsikön mitta-kaavassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482: 19-24.
- Kangas, E. 1932. Tutkimuksia kaasutuhosta Imatran valtionpuistossa. Referat: Untersuchungen über die Rauchschäden im Imatra-Staatspark. Silva Fennica 23. 37 s. + valokuvat 2 s.
- 1934a. Mäntyjen kuivumisesta hyönteistuhojen johdosta. Metsätietoa I(8): 323-333.
 - 1934b. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhosta. Referat: Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(7). 68 s.
 - 1934c. Über entomologische Analysen und ihre Anwendung. Selostus: Entomologisista analyyseistä ja niiden soveltamisesta. Acta Forestalia Fennica 40(6). 28 s.

- 1936. Kuivuvat metsiköt ja niiden käsittely. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja VI. Sivut 27-41.
- 1940. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. Metsätaloudellinen aikakauslehti 57(10): 129-134.
- 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Referat: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheit- und Waldbaufrage. Acta Forestalia Fennica 52(5). 192 s.
- 1952. Maannousemasienien (*Polyporus annosus* Fr.) esiintymisestä, tartunnasta ja tuhoista Suomessa. Referat: Über Auftreten, Infektion und Schäden des Wurzelschwamms (*Polyporus annosus* Fr.) in Finnland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40(33). 34 s.
- 1959. Lumenmurrot ja metsänhoito. Metsätaloudellinen aikakauslehti 76(1): 3-4.
- 1963. Ilman saastumisen vaikutus kasveihin. Metsätaloudellinen aikakauslehti 80(8): 320-321.
- Kankaanhuhta, V., Mäkisara, K., Tomppo, E., Piri, T. & Kaitera, J. 2000. Monitoring of diseases caused by *Heterobasidion annosum* and *Peridermium pini* in Norway spruce and Scots pine stands by airborne imaging spectrometry (AISA). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 782: 113-131.
- , Väkevä, J., Saarikko, J. & Perttunen, J. 1997. Sirex - metsätuho-opas tietoverkossa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(4): 543-550.
- Kanninen, M. (toim.) 1992. Muuttuva ilmasehä. Ilmasto, luonto ja ihminen. Katsaus ilmasehämuutosten peruskysymyksiin. Suomen Akatemia, Suomalainen Ilmasehämuutosten Tutkimusohjelma (SILMU). Valtion painatuskeskus, VAPK-kustannus. Helsinki. 163 s.
- Kantola, M. 1968. Miten traktori vahingoittaa metsää? Työtehoseuran metsätiedotus 132. 4 s.
- Karhu, K. 1997. Ants and insect damages of mountain birch. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 623: 103-105.
- Kasanen, R. 1998. The genetic variation within cankers of *Peridermium pini*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 712: 163-169.
- 2001. Haavan sienituholaiset. Metsätieteen aikakauskirja 3/2001: 481-484.
- Kauhanen, H. 1989. Jaurujokilaakson tuulenkaatoalueen inventointi Urho Kekkosen kansallispuistossa. Summary: Inventory of the windthrow area of Jauru Valley in the Urho Kekkonen National Park. Folia Forestalia 736: 59-66.
- & Varmola, M. (toim.) 1992. Itä-Lapin metsävaurioprojektin väliraportti. The Lapland Forest Damage Project. Interim report. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 413. 269 s.
- Kaunisto, S. 1988. Kalkitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 116-119.
- Kauppi, M. 1976. Poronjäkäle keruualueilla, eräiden tekijöiden - mm. hakkuut, metsäpalot, tallaus - vaikutuksista jäkälemaihin. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos. Moniste. 10 s.
- Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Finnish Acidification Research Programme HAPRO 1985-1990. Springer-Verlag, Berlin. 1237 s.
- , Kenttämies, K., Oikarinen, S. & Valli, R. 1987. Happamoituminen Suomessa. Ympäristöministeriö, ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto, Sarja A, 57/1987. Helsinki. 97 s.
- Keipi, K. 1979. Metsänlannoituksen kannattavuus. Summary: Profitability of forest fertilization. Teoksessa: Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15.2.1979. Results

- and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979. *Folia Forestalia* 400: 58-69.
- & Kekkonen, O. 1970. Calculations concerning the profitability of forest fertilization. *Selostus: Laskelmia metsän lannoituksen edullisuudesta. Folia Forestalia* 84. 23 s.
 - & Laakkonen, O. 1980. Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Summary: Profitability comparisons of urea fertilization in old stands. *Folia Forestalia* 420. 35 s.
- Kellomäki, S. 1994. Kasvihuoneilmiö metsien uhkana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 529: 31-37.
- , Oker-Blom, P., Valtonen, E. & Väisänen, H. 1989. Structural development of Scots pine stands with varying initial density: effect of pruning on branchiness of wood. *Forest Ecology and Management* 27(3-4): 219-233.
 - & Peltola, H. (eds.) 1998. Silvicultural strategies for predicting damage to forests from wind, fire and snow. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 73. 158 s.
 - & Wuorenrinne, H. 1979. Kaupunkimetsien vaurioitumiseen vaikuttavista tekijöistä. Summary: On factors affecting on deterioration of urban forests. *Silva Fennica* 13(2): 177-183.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1968. Arvioita turvemaiden lannoituksen taloudellisesta edullisuudesta. Summary: Estimates on the profitability of fertilizing drained peatlands. *Suo* 19(1): 1-11.
- & Seppälä, K. 1973a. Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Summary: Variations in the profitability of forest fertilization. *Silva Fennica* 7(3): 192-235.
 - & Seppälä, K. 1973b. Metsäojituksen, metsänlannoituksen ja metsityksen edullisuuden alueittainen vaihtelu. Summary: Regional variation in the profitability of forest drainage, forest fertilization, and afforestation. Helsingin yliopisto, metsätalouden liiketieteen laitoksen julkaisuja 11. 67 s.
- Keränen, J. 1929. Blitzschlag als Zünder der Waldbrände im nördlichen Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 34(25). 8 s.
- Keränen, R. 1993. Harvennustelat metsätraktorissa: vähemmän korjuuvaurioita. *Metsähallitus, kehittämisyksikkö. Tiedote* 3. 6 s.
- Kiikkilä, O., Mikkola, K., Myllyvirta, T. & Fritze, H. 1994. Soil acidity status in polluted and non-polluted areas in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(3): 193-202.
- Kivekäs, J. 1939. Kaskiviljelyksen vaikutus eräisiin maan ominaisuuksiin. Referat: Über den Einfluss der Brandkultur auf einige Eigenschaften des Bodens. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 27(2). 44 s.
- Koelamittauksiin perustuva menetelmä harvennushakkuiden korjuujäljen mittaamiseksi. 1994. *Metsäkeskus Tapio. Moniste.*
- Koivukeskus 1953. Vanerikoivu valokeilassa. 5 palkittua kirjoitusta Metsätaloudellisen Valistustoimiston koivuaiheisesta kilpailusta. Nide. 14 s.
- Kojola, I., Helle, T., Huhta, E., Niskanen, M. & Niva, A. 1998. Porojen laidunnuksen ja metsäpalojen vaikutukset maaperän selkärangattomien lukumääriin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 20-24.
- Kokko, P. & Siren, M. 1996. Harvennuspuun korjuujälki, korjuujäljen seurausvaikutukset ja niiden arviointi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 592. 70 s.
- & Siren, M. 1997. Korjuujäljen taloudellinen merkitys. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 635: 47-54.

- Kolström, T. & Kellomäki, S. 1993. Tree survival in wildfires. *Seloste: Puiden säilyminen elossa metsäpalossa. Silva Fennica* 27(4): 277-281.
- Kontio, M., Pulkkinen, E. & Räisänen, M.-L. 1992. Lapin maaperän ravinteisuus ja happamoitumisherkeys. Abstract: Nutrients and sensitivity to the acidification of mineral soils of Lapland with emphasis on geology and geochemistry. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 413: 61-72.
- Koponen, S. 1989. Metsäpalon vaikutus koivumetsän pohjakerroksen selkärangattomaan eläinlajistoon Kevon luonnonpuistossa. Summary: Effect of fire on ground layer invertebrate fauna in birch forest in the Kevo Strict Nature Reserve, Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 736: 75-80.
- 1994. Ground-living arthropods in a polluted pine forest, Southwest Finland. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 17: 132-134.
- Korhonen, K. & Lipponen, K. 2001. Juurikäpä - lajit, levinneisyys ja torjunnan nykytilanne. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2001: 453-457.
- Korhonen, K.-M. 1987. Damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) to Scots pine in man-made habitats in northern Finland. *Seloste: Lapinmyyrä metsätuholaisena Pohjois-Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 144. 61 s.
- , Teivainen, T., Kaikusalo, A., Kananen, A. & Kuhlman, E. 1983. Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen. Summary: Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978. *Folia Forestalia* 572. 18 s.
- Korpilahti, A. & Oijala, T. 1997. Puutavaran varastointi. Teoksessa: *Tapion Taskukirja*, 23. painos. Sivut 514-518.
- Kozlov, M., Zvereva, E. & Niemelä, P. 2001. Shoot fluctuating asymmetry: a new and objective stress index in Norway spruce (*Picea abies*). *Canadian Journal of Forest Research* 31(7): 1289-1291.
- Kubin, E. 1990. Sormipaisukarvejäkälän, *Hypogymnia physodes*, alkuainepitoisuudet Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien alueilla 1986. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 347: 131-140.
- 1991. A survey of element concentrations in the epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* in Northern Finland in 1986. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 373: 86-100.
- , Lippo, H. & Poikolainen, J. 1998. Raskasmetallikuormitus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 55-63.
- , Poikolainen, J. & Lippo, H. 1994a. Raskasmetalli- ja rikkilaskeuma Karjalan männiköissä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 489: 21-24.
- , Poikolainen, J. & Lippo, H. 1994b. Sammal, jäkälä ja kaarna raskasmetallilaskeuman indikaattoreina. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 109-115.
- Kujala, V. 1926. Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nordfinnland. *Selostus: Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 10(5). 41 s. + valokuvat 2 s.
- 1952. Eräistä ruskettumisilmiöistä elävien puiden rungoissa. Referat: Über einige Verbräunungserscheinungen in lebenden Baumstämmen in Süd- und Mittelfinnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(14). 24 s.
- Kukkonen, H. 1991. Metsätuhojen torjuntaa koskevat määräykset. Tyätehoseuran metsätiedote 15/1991 (493). 3 s.

- Kumpuniemi, P. 1985. Metsätraktorin telan vaikutus korjuuvaurioihin. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 143. 57 s.
- Kurkela, T. 1976. Männyn sieni- ja hyönteistuhot. Kansallis-Osake-Pankin kuukausikatsaus B-painos. Nro 24: 4-7.
- 1981. Growth reduction in Douglas fir caused by Rhabdochline needle cast. *Seloste: Rhabdochline-karisteen aiheuttama kasvunvähennys Douglaskuusella. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 102. 16 p.
- Kuusela, K. 1996. Metsäkuoleman mediakupla 1980- ja 1990-luvulla. Metsämiesten Säätiö. Monistus: Metsähallitus, Vantaa. 32 s.
- Kuusinen, M. 1993. Karikeaineistojen avulla selvitetään muutoksia herkkien jäkälien esiintymisessä. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 147-148.
- 1994. Metsätalouden vaikutus epifyyttijäkääläajiston monimuotoisuuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482: 75-81.
- Kyttälä, T. 1980. Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. - Kirjallisuustarkastelu. Summary: Stand damage during thinnings. - Literature review. *Folia Forestalia* 431. 20 s.
- Kytö, M. 1998a. Hyönteisten aiheuttamat neulas- ja versotuhot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 242-244.
- 1998b. Hyönteisten aiheuttamat runkotuhot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 246-248.
- 1999. Impact of forest fertilization on the vitality and pest resistance of conifers. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 742. 40 p. + 5 articles, 59 p.
- & Niemelä, P. 1998. Typpilannoituksesta sekä hyötyä että haittaa neulastuholaisille. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691, s. 245.
- , Niemelä, P. & Annala, E. 1994. Metsäpuiden tuholaisresistenssi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 492: 49-53.
- , Niemelä, P., Piri, T., Vuorinen, M., Annala, E. & Hiukka, R. 1994. Lannoituksen vaikutus havupuiden tuholesistenssiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 243-255.
- Kärkkäinen, M. 1969a. Metsän vaurioituminen kesäaikaisessa puunkorjuussa. Summary: The amount of injuries caused by timber transportation in the summer. *Acta Forestalia Fennica* 100. 35 s.
- 1969b. Tutkimus puuston vaurioitumisesta eräällä harvennustyömaalla. *Metsä ja Puu* 86(1): 8-9.
- 1970. Hakkuutähteiden merkitys puuston vaurioitumisen ja raiteen muodostuksen kannalta harvennusmetsissä. Summary: On the significance of waste in thinnings as to scars and tracks. *Silva Fennica* 4(2): 155-171.
- 1971a. A study on tree injuries caused by mechanized timber transportation. Thinning and Mechanization. IUFRO Meeting, Royal Coll. For., Stockholm, Sept. 1969, p. 136-140.
- 1971b. Lahon leviäminen puunkorjuun aiheuttamista kuusen runko- ja juurivaurioista. Summary: Decay following logging injury in stems and roots of Norway spruce. *Silva Fennica* 5(3): 226-233.
- 1973. On the properties of tree wounds due to timber transportation in thinnings. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksen tiedonantoja 22. 174 s.
- 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Abstract: Results on sawing pruned pines. *Folia Forestalia* 520. 19 s.

- Laakkonen, O. 1989. Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen kuivahkon kankaan männiköissä. Summary: The profitability of repetitive fertilization in pine stands on dryish mineral soil in southern Finland. *Folia Forestalia* 741. 26 s.
- 1994. Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen kivennäismailla. Summary: Profitability of repeated fertilization on mineral soils in southern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 498. 112 s.
- , Keipi, K. & Lipas, E. 1983. Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä. Summary: Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils. *Folia Forestalia* 577. 20 s.
- Laakso, P. & Saikku, O. 1979. Havaintoja karsituista männyistä sorvatus viilun laadusta. Summary: Observations on the quality of veneer from pruned pine stems. *Silva Fennica* 13(1): 87-93.
- Laiho, O. 1978. Lannoituksen vaikutus kuusen lahoamiseen. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 7. Artikkel, 8 s.
- 1983. Lahon alkuunpääsy pystyvuuston vaurioista ja sen estäminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94: 42-56.
- Laine, L. & Nuorteva, M. 1970. Über die antagonistische Einwirkung der insektenpathogenen Pilze *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. und *B. tenella* (Delacr.) Siem. auf den Wurzelschwamm (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke). *Acta Forestalia Fennica* 111. 15 s.
- Laitakari, E. 1929. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. *Acta Forestalia Fennica* 34(34). 29 s.
- Lakari, O. 1920. Tutkimuksia kuusen karsimisesta. Referat: Untersuchungen über die Ästung der Fichte. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 2(4). 43 s. + valokuvaliite 10 s.
- Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. 1991. Annettu Helsingissä 8.2.1991. Suomen säädöskokoelma. N:o 263. 5 s.
- Lamppu, J. & Huttunen, S. 2001. Scots pine needle longevity and gradation of needle shedding along pollution gradients. *Canadian Journal of Forest Research* 31(2): 261-267.
- Lappi-Seppälä, M. 1937. Karsimisesta arvopuun kasvatusta silmällä pitäen. Referat: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fennica* 42: 120-136.
- Lassila, I. 1916. Puiden karsimisesta. *Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirja* n:o 11. 34 + 1 s.
- Lauhanen, R. 1991a. Ilman rikkidioksidin pitkäaikaiset vaikutukset Etelä-Suomalaisen männikön kasvuun, tuotokseen ja harvennukseen: simulointimalliin perustuva tutkimus. Tietotaulun lyhennelmä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 383, s. 74.
- 1991b. Ilmaston muutoksesta mahdollisesti hyötyvät tuohyönteiset ja -sienet Suomen metsissä: kirjallisuustarkastelu. Tietotaulun lyhennelmä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 383, s. 73.
- Lehtonen, H. 1997. Forest fire history in North Karelia: a dendroecological approach. University of Joensuu, Faculty of Forestry, Research Notes 59. 23 p.
- 1998. Fire history recorded on pine trunks and stumps: influence of land use and fires on forest structure in North Karelia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(4): 462-468.
- 2000. Dendroekologia - avain menneisyyden metsäpaloihin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 793: 45-49 ja 51-53.

- & Huttunen, P. 1997. History of forest fires in eastern Finland from the fifteenth century AD - the possible effects of slash-and-burn cultivation. *The Holocene* 7(2): 223-228.
- , Huttunen, P. & Zetterberg, P. 1996. Influence of man on forest fire frequency in North Karelia, Finland, as evidenced by fire scars on Scots pines. *Annales Botanici Fennici* 33: 257-263.
- Leikola, M. 1992. Lämpöä, neutralointia, ravinteita: Metsämme kaipaavat kulotusta. *Metsä ja Puu* 5: 4-7.
- Leinonen, I. & Repo, T. 1996. Testing of frost hardiness models for *Pinus sylvestris* in natural conditions and in elevated temperature. In: *Climate change, biodiversity and boreal forest ecosystems. Silva Fennica* 30(2-3): 159-168.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 s.
- Levula, T. 1993. Metsien terveydentila Harjavallan ympäristössä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470: 54-66.
- 1994. Lannoituksen vaikutus versosurmakan vaivaaman männikön toipumiseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 40-50.
- Lilja, A. & Heikkilä, R. 1998. Istutusköivujen sienituhoista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 668: 141-149.
- Lilleberg, R. 1984. Kasvatushakkuiden korjuujälki. Summary: The state of harvested thinning stands. *Metsätehon tiedotus* 388. 16 s.
- 1986. Harvennushakkuuleimikoiden korjuujälki kehittyneempiä menetelmiä käytettäessä. Summary: Advanced harvesting methods and damage to residual growing stock. *Metsätehon katsaus* 12/86. 4 s.
- Lindberg, H. & Saris, N. 1952. Insektifaunan i Pisavaara naturpark. *Acta Soc. Fauna Flora Fennica* 69(2). 82 s.
- Lindgren, M. 2000. Results of the 1999 national crown condition survey (ICP Forests/Level I). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 782: 33-40.
- , Raitio, H., Saarinen, M., Kaunisto, S., Lindroos, A-J., Derome, J., Derome, K., Niska, K. & Merilä, P. 1999. Finnish programme for the intensive monitoring of forest ecosystems (ICL Forests/Level II). Results of the individual surveys in 1997. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 743: 47-85.
- , Salemaa, M. & Tamminen, P. 1998. Metsien kunnon riippuvuus ympäristötekijöistä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 119-126.
- Lindroos, A-J. 1998. The effect of emissions from the Cu-Ni smelters in the Kola Peninsula on the chemical properties of forest soil. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 676. 73 s. + 6 liitejulkaisua (6, 7, 10, 16, 6 ja 6 s.).
- & Derome, J. 1998. Laskeuma ja sen vaikutus metsämaahan. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 151-157.
- , Derome, J., Derome, K. & Niska, K. 2000. Results of the intensive monitoring of forest ecosystems in 1998 (ICP Forests/Level II). Deposition. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 782: 61-69.
- , Derome, J., Nikonov, V. & Niska, K. 1996. Influence of sulphur and heavy metal emissions from Monchegorsk, northwest Russia, on percolation water quality in *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(1): 97-103.
- Lippo, H. & Kubin, E. 1994. Kuntakohtainen raskasmetallilaskeuma Oulun läänissä 1990. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 508: 1-5.

- & Kubin, E. 1998. Raskasmetallilaskeuma Oulun läänissä vuosina 1985-1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 674: 55-63.
- Lipponen, K. 1991. Juurikäävän kantotartunta ja sen torjunta ensiharvennusmetsiköissä. Summary: Stump infection by *Heterobasidion annosum* and its control in stands at the first thinning stage. *Folia Forestalia* 770. 12 s.
- , Heikkilä, R. & Varama, M. 2000. Biotic and abiotic forest damage in 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 782: 132-134.
- , Varama, M. & Heikkilä, R. 1999. Biotic and abiotic forest damage in 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 743: 37-40.
- Lipponen, S. 1991. Tuhkalannoituksen vaikutus metsämaan happamuuteen ja ravinteisuuteen. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 72 s.
- Liski, J., Ilvesniemi, H., Mäkelä, A. & Starr, M. 1998. Model analysis of the effects of soil age, fires and harvesting on the carbon storage of boreal forest soils. *European Journal of Soil Science* 49: 407-416.
- Loven, L. 1996. Ympäristömuutoksen tutkimus metsänrajalla - sään ja ilman laadun mittausta Pallaksella. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 287-289.
- Lukkala, O. 1929. Über den Aziditätsgrad der Moore und die Wirkung der Entwässerung auf denselben. Selostus: Soiden happamuusasteesta ja ojituksen vaikutuksesta siihen. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 13(11). 24 s.
- Lumme, I. 1994a. Deposition load of air pollutants and forest vitality in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in S.-E. Finland and the Karelian Isthmus, Russia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 512: 100-101.
- 1994b. Märkälaskeumatyypen otto ja allokaatio kuusen (*Picea abies* Karst.) taimissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 206-211.
- & Arkhipov, V. 1996. Atmospheric deposition of sulphur, nitrogen and base cations in Scots pine stands of S.-E. Finland and the Karelian Isthmus, N.-W. Russia in 1992. *Hydrobiologia* 322: 223-226.
- , Arkhipov, V., Fedorets, N. & Mälkönen, E. (toim.) 1997. Männiköiden kunto Karjalan kannaksen - Kaakkois-Suomen ja Kostamuksen - Kainuun alueilla. Suomalais-venäläisen tutkimushankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 665. 75 s.
- , Arkhipov, V. & Kettunen, I. 1994. Ilman epäpuhtauksien laskeuma, maaveden laatu ja neulasten ravinnetila Kaakkois-Suomen ja Karjalan kannaksen männiköissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 489: 10-15.
- & Mälkönen, E. 1994. Karjalan metsien terveydentilan tutkimushankkeen yleiskuvaus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 489: 4-9.
- , Poikolainen, J., Nevalainen, S., Niemelä, P., Arkhipov, V. & Fedorets, N. 1994. Ilman epäpuhtauksien laskeuma ja puuston terveydentila Karjalan männiköissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 147-155.
- Lundgren, C., Mattsson, L., Merilä, P. & Osmo, J. 1996. Päästöt, ilman laatu ja laskeuma. Utsläpp, luftkvalitet och nedfall. Julkaisussa - I: Raitio, H. (toim./red.) 1996. Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen. English summary: Condition of Norway spruce in the Kvarken region of the Gulf of Bothnia. Merenkurkun neuvosto. Kvarkenrådet. S. 43-61.
- Lyytikäinen, P. 1992. The influence of damage level in *Pinus sylvestris* foliage on the performance on diprionid sawflies. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(2): 249-257.

- 1993. Susceptibility of *Pinus sylvestris* provenance to needle-eating diprionids. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(2): 223-234.
- , Kainulainen, P., Nerg, A., Neuvonen, S., Virtanen, T. & Holopainen, J. 1996. Performance of pine sawflies under elevated tropospheric ozone. In: *Climate change, biodiversity and boreal forest ecosystems*. *Silva Fennica* 30(2-3): 179-184.
- , Niemelä, P., Annala, E. & Varama, M. 1993. Lannoituksen vaikutus männyn toipumiseen mäntypistiäistuhosta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 460: 35-46.
- Långström, B. 1974. Ytimennävertäjät aiheuttavat miljoonan kuutiometrin kasvutappiot vuodessa. *Metsä ja Puu* 2: 19-21.
- 1984. Windthrown Scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. *Seloste: Tuulen kaatamat männyt pysty- ja vaakanävertäjän lisääntymismateriaalina*. *Silva Fennica* 18(2): 187-198.
- , Annala, E., Hellqvist, C., Varama, M. & Niemelä, P. 2001. Tree mortality, needle biomass recovery and growth losses in Scots pine following defoliation by *Diprion pini* (L.) and subsequent attack by *Tomicus piniperda* (L.). *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(4): 342-353.
- Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y., Solantie, R. & Tuomenvirta, H. 1996. Etelä-Suomen metsien kunto ja siihen vaikuttavista tekijöistä. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(2): 175-191.
- Lönnroth, O. 1913. Kulovalkeat kruununmetsissä. *Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja* 30, s. 523-535 ja 570.
- Löyttyniemi, K. 1972. Hybridihaavikoiden hyönteistuhosta. Summary: Insect damages in hybrid aspen stands. *Silva Fennica* 6(3): 187-192.
- 1978. Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimennävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae). Summary: Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae). *Folia Forestalia* 348. 19 s.
- , Austarå, Ö., Bejer, B. & Ehnström, B. 1979. Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972-1976. *Seloste: Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972-1976*. *Folia Forestalia* 395. 13 s.
- & Hiltunen, R. 1976. Effect of nitrogen fertilization and volatile oil content of pine logs on the primary orientation of Scolytids. *Seloste: Typpilannoituksen ja männyn nilan haihtuvan öljyn koostumuksen vaikutus kaarnakuoriaisten orientointiin*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 88(6). 19 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. 1991. Annettu Helsingissä 28.11.1991. Päätös N:o 1397. 2 s.
- Manninen, S. & Huttunen, S. 1995. Scots pine needles as bioindicators of sulphur deposition. *Canadian Journal of Forest Research* 25(10): 1559-1569.
- , Huttunen, S. & Perämäki, P. 1998. Effect of ambient SO₂ levels on S fractions in *Pinus sylvestris* foliage growing in the subarctic. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(3): 306-316.
- Markkola, A. & Ohtonen, R. 1988. Mycorrhizal fungi and biological activity of humus layer in polluted pine forests in the surroundings of Oulu. *Karstenia* 28: 45-47.
- Martikainen, P., Kaila, L., Punttila, P. & Siitonen, J. 1994. Metsien käsittelyn vaikutus lahoppuhyönteisten esiintymiseen Suomen ja Venäjän Karjalassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 482: 97-104.
- Mattila, E. 1992. Satelliitin rekisteröimän spektrisen informaation käyttömahdollisuudet metsävauriokartoituksessa. Abstract: Potential usage of satellite spectral

- information in forest damage assessment. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 413: 227-243.
- 1997. Metsävauriotilanteen kartoitus Itä-Lapissa ja Länsi-Kuolassa maastohavaintojen ja kaukokartoituksen avulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 649. 27 s. + värikuvat 4 s.
 - 1998. Use of satellite and field information in a forest damage survey of Eastern Finnish Lapland in 1993. *Silva Fennica* 32(2): 141-162.
- Maukonen, A. 1985. Puunkorjuumenetelmien puustolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 20-26.
- Merilä, P., Raitio, H. & Walheim, M. 1996. Kuusikoiden maaperä. Granskogarnas marktillstånd. Julkaisussa - I: Raitio, H. (toim./red.) 1996. Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen. English summary: Condition of Norway spruce in the Kvarken region of the Gulf of Bothnia. Merenkurkun neuvosto. Kvarkenrådet. S. 71-81.
- Metsäasetus. 1996. Annettu Helsingissä 20.12.1996. Suomen säädöskokoelma. N:o 1200. 4 s.
- Metsälaki. 1996. Annettu Helsingissä 12.12.1996. Suomen säädöskokoelma. N:o 1093. 11 s.
- Metsäpuiden kylmänkestävyys. 1987. Tutkimuspäivän 1986 esitelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249. 71 s.
- Mielikäinen, K. 1996. Kuusten kuivuminen ei ole uusi ilmiö. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(2): 192-195.
- Mikkola, K. 1993a. Jäkälät, sammat ja putkilokasvit ympäristön tilan kuvaajina. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 139-142.
- 1993b. Satelliittikuvien käyttö ympäristömuutoksen osoittajana - esimerkkinä Montsegorskin metsätuhoalue. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 479: 52-61.
- Mikola, P. 1938. Kuusen latvus- ja runkomuodosta Maanselän lumituhoalueella. Referat: Über die Kronen- und Schaftform der Fichte im Schneeschadengebiet von Maanselkä in Ost-Finnland. *Silva Fennica* 47. 36 s.
- Moilanen, J. 1990. Korjuuvaurion vaikutus kuusen kasvuun, lahoutumiseen ja käytötarvoon. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Moniste. 49 s. + 3 liites.
- Müller, M. & Kantola, R. 1993. Surmakan monimuotoisuus Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460: 71-75.
- Mähönen, O. 2000. Ympäristön tilan seuranta ja arviointi kansainvälisessä arktisessa yhteistyössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 789: 31-42.
- Mäkelä, M., Ari, T., Korhonen, K. ja Lipponen, K. 1994. Kantokäsittely koneellisessa hakkuussa. Metsätehon katsaus 3. 8 s.
- Mäkipää, R., Karjalainen, T., Pussinen, A. & Kellomäki, S. 1999. Effects of climate change and nitrogen deposition on the carbon sequestration of a forest ecosystem in the boreal zone. *Canadian Journal of Forest Research* 29(10): 1490-1501.
- Mälkönen, E. 1990. Kuinka paljon metsät sietävät tyypeä? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 370: 37-48.
- 1996. Tuhka kangasmetsien lannoitteena. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 599: 21-26.
 - (toim.) 1998. Ympäristömuutos ja metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691. 278 s.

- , Lehto, T. & Smolander, A. 1992. Ilman epäpuhtauksista aiheutuvien metsävaurioiden ehkäiseminen metsänhoidollisin menetelmin. Teoksessa: Kanninen, M. & Anttila, P. (toim.) 1992. Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma. Tutkimusten väliraportit. Suomen Akatemian julkaisuja 2/92: 284-287.
- , Levula, T. & Fritze, H. 1998. Kulutus maanhoidon menetelmänä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 224-227.
- Möykkynen, T. 2000. Spore dispersal of *Heterobasidion annosum* and simulations of the spread of butt rot in *Picea abies* stands in Finland. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 109. 38 s.
- & Pukkala, T. 2001. Juurikäävän torjunta kuusikoissa - simulointituloksia. Metsätieteen aikakauskirja 3/2001: 458-460.
- , von Weissenberg, K. & Pappinen, A. 1997. Estimation of dispersal gradients of S- and P-type basidiospores of *Heterobasidion annosum*. *European Journal of Forest Pathology* 27: 291-300.
- Neuvonen, S., Saikkonen, K. & Suomela, J. 1990. Effect of simulated acid rain on the growth performance of the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(4): 541-550.
- , Virtanen, T., Ranta, H. & Nikula, A. 1992. Rikki- ja raskasmetallilaskeuman sekä typpilannoituksen vaikutus männyn tuholais- ja tautialttiuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 413: 186-193.
- Nevalainen, S. 1983. Pohjois-Karjalan metsäpatologisten ongelmien kartoitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 124: 48-68.
- 1993a. Ilman saasteet metsien uhkatekijänä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 478: 18-22.
- 1993b. Neulasten pintamikrobit ja ilmansaasteet. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 150-151.
- 1998. Männynversosurman esiintyminen vuosina 1986-1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691, s. 117.
- 1999. Gremmeniella abietina in Finnish *Pinus sylvestris* stands in 1986-1992: A study based on the National Forest Inventory. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(2): 111-120.
- & Arkhipov, V. 1994. Neulasten pintavahojen kunto Kaakkois-Suomen ja Karjalan kannaksen männiköissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 489: 31-34.
- & Liukkonen, K. 1988. Ilman epäpuhtauksien vaikutus bioottisiin metsätuhoihin. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: The effects of air pollution on biotic forest diseases and pests. A literature review. *Folia Forestalia* 716. 25 s.
- , Niemelä, P., Arkhipov, V. & Fedorets, N. 1994. Männiköiden terveydentila Karjalan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 489: 25-30.
- & Yli-Kojola, H. 1990. The occurrence of abiotic and biotic damage and its relation to defoliation (needle loss) of conifers in Finland. Kirjassa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. Sivut 561-582.
- & Yli-Kojola, H. 1993. Sieni-, eläin- ja abioottisten tuhojen yleisyys. Valtakunnalliset tulokset. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 132-134.
- Niemelä, P., Lumme, I., Mattson, W. & Arkhipov, V. 1997. ¹³C in tree rings along an air pollution gradient in the Karelian Isthmus, northwest Russia and southeast Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 27(4): 609-612.

- Niemistö, P. 1988. Puunkorjuun piilokustannukset - kuka maksaa? *Metsä ja Puu* 6: 18-21.
- Niininen, H. 1994. Critical load and critical limit values from the standpoint of the energy producer. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 513: 77-80.
- Nikula, A. 1993. Animals as forest pests in Finnish Lapland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 451: 22-29.
- Nordlund, G. 1998. Ilman epäpuhtaudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 46-53.
- Norokorpi, Y. 1977. Epätasainen lannoitus ja männiköiden pakkasvauriot. *Metsä ja Puu* 4: 15-17.
- 1979. Old Norway spruce stands, amount of decay and decay-causing microbes in northern Finland. *Seloste: Peräpohjolan vanhat kuusikot, niiden lahoisuus ja lahottajat. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(6). 77 s.
 - 1992. Trikloorietikkahappo (TCA) ilmansaasteena ja sen esiintymisestä Lapin puissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 437: 54-59.
 - 1997. Haloacetic acids in a timber-line ecosystem. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 623: 69-75.
 - 1998. Orgaaniset ilman epäpuhtaudet ja neulasten kunto. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691, s. 102.
 - & Kärkkäinen, S. 1984. Korkeiden maiden erityispiirteet metsäveroluokituksessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 161-170.
- Nuorteva, H. & Kurkela, T. 1993. Effects of crown reduction on needle nutrient status of sclerodermis-canker-diseased and green-pruned Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 23(6): 1169-1178.
- Nuorteva M. 1956. Hakkuiden vaikutuksesta kaarnakuoriaisten esiintymiseen eräällä metsäalueella Etelä-Hämeessä. Referat: Über den Einfluss der Hiebe auf das Auftreten der Borkenkäfer in Südfinnland (Süd-Häme). *Acta Forestalia Fennica* 65(4). 38 s.
- 1984. Possibilities of thinning methods in increasing the resistance of stand against pests. III Sympozjum Ochrony Ekosystemow Lesnych I Conference paper. Sivut 171-175.
 - & Nuorteva, H. 1998. Kilonkallion kuolevat kuuset. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 4/1998: 607-612.
- Nuorteva, P. 1963. The influence of *Oporinia autumnata* (Bkh.) (Lep., Geometridae) on the timber-line in subarctic conditions. *Annales Entomologica Fenniae* 29(4): 270-277.
- Nygren, K. 1990. Männyn kuorivauriot hirvien talvehtimiskeskuksissa. Summary: Pine bark stripping by moose in winter. *Suomen riista* 36: 46-52.
- Nöjd, P. 1993. Puiden kasvu elinvoimaisuuden kuvaajana. Kasvumuutosten syyt. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 32-39.
- 1996. Kuolan metallisulattojen päästöjen vaikutus männyn kasvuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 589: 42-46.
 - & Kauppi, P. 1995. Mäntyjen kasvu muuttuvassa ympäristössä. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.) 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. Sivut 183-195.
 - , Mikkola, K. & Saranpää, P. 1996. History of forest damage in Monchegorsk, Kola: a retrospective analysis based on tree-rings. *Canadian Journal of Forest Research* 26(10): 1805-1812.

- Oikarinen, M. 1977. Ruskean mäntypistiäistuhon vaikutuksesta männiköiden kasvuun. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli 4 s.
- & Pasanen, J. 1994. Turpeentuhka kangasmaan lannoituksessa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1994(2): 105-112.
- Oinonen, E. 1968. *Lycopodium clavatum* L.- ja *L. annotinum* L.-kasvustojen laajuus rinnastettuna samanpaikkaisiin *L. complanatum* L.- ja *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN-esiintymiin sekä puustoon ikään ja paloaikoihin. Summary: The size of *Lycopodium clavatum* L. and *L. annotinum* L. stands as compared to that of *L. complanatum* L. and *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN stands, the age of the tree stand and the dates of fire, on the site. *Acta Forestalia Fennica* 87. 53 s.
- Oksanen, E. & Rousi, M. 2001. Differences of *Betula* origins in ozone sensitivity based on open-field experiment over two growing seasons. *Canadian Journal of Forest Research* 31(5): 804-811.
- Osara, N. 1949. Kulovalkeat. Teoksessa: Kalela, E. (toim.) 1949. Suuri metsäkirja 1. WSOY. Porvoo. Sivut 455-481.
- Osmo, J. & Raitio, H. 1995. Utsläpp, luftkvalitet och nedfall i Vasa läns kustområde under åren 1990-1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 543: 6-9.
- Pakonen, T. 1981. Observations on the nutrient status in air polluted urban forest stands. *Silva Fennica* 15(4): 483-487.
- Palmgren, K. 1993. Metsämaan happamoituminen ja humuksen mikrobiologia. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 48-53.
- Palo, M. 1990. Metsäinvestointien kannattavuus hyvä. *Metsä ja Puu* 1: 14-16.
- Palojärvi, K. & Pohjola, T. 1988. Mäntyjen kelottaminen Pohjois-Suomessa. Metsähallitus, kehittämisjaoston tutkimus 1. Hirvas. 8 s.
- Palomäki, V., Laitinen, K., Holopainen, T. & Kellomäki, S. 1996. First-year results on the effects of elevated atmospheric CO₂ and O₃ concentrations on needle ultrastructure and gas exchange responses of Scots pine saplings. In: Climate change, biodiversity and boreal forest ecosystems. *Silva Fennica* 30(2-3): 123-134.
- Pappinen, A. 1996. Interactions between the pine-top weevil (*Pissodes piniphilus*), resin-top disease (*Endocronartium pini*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*). Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 50. 35 s.
- Pasonen, J. 1985. Työnjälki metsänomistajan harvennushakkuussa ilman leimausta. Summary: Silvicultural condition of a forest stand after a thinning made by the forest owner without marking. *Työtehoseuran Julkaisuja* 271. 91 s.
- Pelkonen, P. 1987. Metsäpuiden pakkaskestävyys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249: 3-11.
- 1988. Puiden talvehtimiseen liittyvät hiilitasemuutokset. *Silva Carelica* 11: 138-165.
- , Hänninen, H., Repo, T. & Sutinen M-L. 1990. Metsäpuiden vuosirytmii ja pakkaskestävyys. Teoksessa: Lahti, T. & Smolander, H. (toim.) 1990. Johdatus metsien perustuotantobiologiaan. *Silva Carelica* 16: 207-232.
- Peltola, H. 1991. Myrskytuhon syntymekanismin mallitus. Tietotaulun lyhennelmä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 383: 75-76.
- 1994. Modelling mechanism of wind-induced damage of Scots pine. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 24: 26-28.

- 1995. Studies on the mechanism of wind-induced damage of Scots pine. Joensuu yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 32. 20 s.
- , Kellomäki, S. & Väisänen, H. 1999. Model computations on the impacts of climatic change on soil frost with implications for windthrow risk of trees. *Climate Change* 41: 17-36.
- , Nykänen, M-L. & Kellomäki, S. 1997. Model computations on the critical combination of snow loading and windspeed for snow damage of Scots pine, Norway spruce and birch sp. at stand edge. *Forest Ecology and Management* 95: 229-241.
- Peltonen, M. 1999. Windthrows and dead-standing trees as bark beetle breeding material at forest-clearcut edge. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(6): 505-511.
- , Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1997. Forest insects and environmental variation in stand edges. *Silva Fennica* 31(2): 129-141.
- Perttunen, J., Väkevä, J. & Saarenmaa, H. 1997. Sirex: forest damage diagnosis as a constraint satisfaction problem. *AI Applications in Natural Resource Management* 11(2): 1-14.
- Pietikäinen, J. & Fritze, H. 1993. Microbial biomass and activity in the humus layer following burning: short-term effects of two different fires. *Canadian Journal of Forest Research* 23(7): 1275-1285.
- Pietilä, J. 1989. Factors affecting the healing-over of pruned Scots pine knots. *Seloste: Pystykarsitun männyn oksien kyljestyminen. Silva Fennica* 23(2): 125-158.
- Pietilä, M., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P., Ferm, A., Hytönen, J. & Pätilä, A. 1991. High nitrogen deposition causes changes in amino acid concentration and protein spectra in needles of the Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Environmental Pollution* 72: 103-115.
- Piri, T. 1998. Tyvilaho. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 251-255.
- 2000. Response of compensatory-fertilized *Pinus sylvestris* to infection by *Heterobasidion annosum*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15(1): 218-224.
- , Korhonen, K. & Sairanen, A. 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(1): 113-125.
- Pohjola, T. 1985. Vuonna 1983 harvennettujen kasvatusmetsien tila ja poistuma. *Metsähallitus, kehittämisjaosto, Hirvas*. 145. 26 s.
- Poikela, A. 1992. Selvitys harvennushakkuun korjuujälki-inventoinnin tarkkuudesta. *Metsäkeskus Tapio. Raportti* 9.9.1992. 12 s.
- Poikolainen, J. 1994. Kostamuksesta Kainuuseen tuleva ilman epäpuhtauksien laskeuma. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 508: 21-28.
- 2000. Effect of emissions from the iron-ore pelleting plant at Kostomuksha, NW Russia, on deposition in the Kostomuksha area and in the Kainuu region, Eastern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 782: 140-151.
- & Kuusinen, M. 1998. Epifyyttijäkälän runsaus metsäpuiden karikkeessa vuosina 1967-1994. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691, s. 133.
- , Kuusinen, M. & Mikkola, K. 1998. Puiden jäkälät ilmanlaadun indikaattoreina. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 128-132 ja 134-138.
- & Lippo, H. 2000. Kostamuksen rautapellettitehtaan päästöjen vaikutus laskeumaan Kostamuksen ympäristössä ja Kainuussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 759. 33 s.

- , Lippo, H. & Fedorets, N. 1994. Ilman epäpuhtauksien laskeuma ja neulasten ravinnetila Kostamuksen ja Kainuun männiköissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 489: 16-20.
- Posch, M. 1994. Allocation of critical loads to S and N deposition. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 513: 36-47.
- Potasheva, M., Kravtshenko, A. & Poikolainen, J. 1994. Jäkälät ilman epäpuhtauksien indikaattoreina Kostamuksen männiköissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 489: 35-38.
- Pouttu, A. 1993. Puutavarapinot ja ytimennävertäjät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460: 47-52.
- Pystykarsinta. 1992. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto. Karprint Ky. 16 s.
- Pystykarsintaohjeet. 1982. Suomen Sahanomistajayhdistys. Mikkeli. 32 s.
- Pätilä, A. 1993. Turvemaiden happamoitumisherkyys ja happamoitumistilanne. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkeli, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 58-61.
- & Nieminen, M. 1990. Turpeen emäsravinne- ja rikkitasen karuilla ojitetuilla rämeillä laskeuma huomioon ottaen. Summary: Base cation nutrients and sulphur status of drained oligotrophic pine mires considering the atmospheric input. Folia Forestalia 759. 16 s.
- Päätalo, M-L. 1998. Factors influencing occurrence and impacts of fires in northern European forests. *Silva Fennica* 32(2): 185-202.
- 2000. Snow damage to Scots pine, Norway spruce and birch: model approaches. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 102. 40 s.
- Raitio, H. 1987a. Käytännön metsäammattimiesten näkemyksiä puiden terveydentilasta pakkastalven 1984-85 jälkeen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249: 65-66.
- 1987b. Pakkaskestävyys ja ravinteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249: 31-35.
- 1990a. Juurten pakkaskestävyys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 77-88.
- 1990b. Lehtipuiden harsuuntuminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 73-76.
- 1992a. Lehtipuiden ruskettumisilmiö Länsi-Suomessa keväällä 1991. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423: 37-38.
- 1992b. The foliar chemical composition of Scots pines in Finnish Lapland and on the Kola Peninsula. Julkaisussa: Tikkanen, E., Varmola, M. & Katermaa, T. (toim.) 1992. Symposium on the state of the environment and environmental monitoring in northern Fennoscandia and the Kola Peninsula. Arctic Centre Publications 4: 226-231.
- (toim./red.) 1996. Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen. English summary: Condition of Norway spruce in the Kvarken region of the Gulf of Bothnia. Merenkurkun neuvosto. 145 s.
- 1999. Finnish programme for the intensive monitoring of forest ecosystems (ICL Forests/Level II). Description of the programme. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 743: 41-46.
- , Jussila, I., Kartastenpää, R., Lindgren, M., Poikolainen, J. & Salemaa, M. 1994. Satakunnan happamoitumiselle herkkien männiköiden terveydentila ja siihen vaikuttavat tekijät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 122-136.

- & Kilponen, T. (toim.) 1994. Critical loads and critical limit values. Proceedings of the Finnish-Swedish environmental conference, October 27-28, 1994, Vaasa, Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 513. 192 s.
- , Tuovinen, J-P. & Anttila, P. 1998. Ilman rikkidioksidipitoisuus ja neulasten rikkipitoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 90-91.
- Rajamäki, J., Jalkanen, R. & Karjula, M. 1986. Vuosina 1980-84 lannoitettujen kasvatusmänniköiden latvavauriot kivennäismaalla Pohjois-Suomessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 148. 26 s.
- Ranta, H. 1994. Surmakka (Gremmeniella abietina) ja raskasmetallisaasteet. Summary: Gremmeniella abietina and heavy metal pollution. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 12: 32-36.
- Ranta, R. 1997. Metsälain ja kestävän metsätalouden rahoituslain tarkastukset v. 1997. Metsäkeskus Tapio. Moniste. 68 s.
- 1998. Metsälain ja kestävän metsätalouden rahoituslain tarkastukset v. 1998. Metsäkeskus Tapio. Moniste. 83 s.
- Rantala, T. & Moilanen, M. 1993. Nuorten suomänniköiden lannoituksen kannattavuus Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Profitability of fertilization of young pine stands in northern Ostrobothnia. Folia Forestalia 821. 20 s.
- Rantonen, H. & Päivänen, J. 1989. Kasvatusmetsien metsänhoidollinen tila ojitusalueilla puunkorjuun jälkeen. Summary: Silvicultural condition of tree stands after thinning on drained peatlands. Silva Fennica 23(1): 33-50.
- Raulo, J., Saarnio, R. & Ylitalo, T. 1978. Visakoivun karsittujen oksien kyljestyminen ja värivian leviäminen niistä runkoon. Summary: Sealing-off of pruned branch stumps in curly birch and subsequent spread of discolouration into the stemwood. Silva Fennica 12(4): 257-263.
- Raunemaa, T., Hari, P., Kukkonen, J., Anttila, P. & Katainen, H-S. 1987. Long-term changes of needle litter in coniferous forests of Finland. Canadian Journal of Forest Research 17(6): 466-471.
- Reinikainen, J., Turunen, M. & Huttunen, S. 1991. Effects of acid irrigation on conifer seedlings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 373: 115-119.
- Renvall, A. 1919. Suojametsäkysymyksestä III. Metsän suojeleminen kuloilta. Acta Forestalia Fennica 11(III): 18-36.
- Repo, T. 1987a. Pakkaskestävyyden mittausten menetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249: 36-48.
- 1987b. Puiden pakkaskestävyyden määrittäminen impedanssimenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249: 49-57.
- (toim.) 1988a. Metsäpuiden pakkaskestävyys. Silva Carelica 11. 165 s.
- 1988b. Puiden pakkaskestävyyden biofysikaalisia perusteita. Silva Carelica 11: 91-137.
- 1992. Seasonal changes of frost hardiness in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Finland. Canadian Journal of Forest Research 22(12): 1949-1957.
- 1993. Impedance spectroscopy and temperature acclimation of forest trees. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 9. 53 s.
- 1994. Effects of long-term elevation in air temperature and CO₂ concentration on frost hardiness of Scots pine. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 24: 29-31.
- & Lappi, J. 1989. Estimation of standard error of impedance-estimated frost resistance. Scandinavian Journal of Forest Research 4(1): 67-74.
- , Mäkelä, A. & Hänninen, H. 1990. Modelling frost resistance of trees. Silva Carelica 15: 61-74.

- , Tuovinen, T. & Savolainen, T. 1990. Estimation of an electrical model of plant tissue using the impedance locus. *Silva Carelica* 15: 51-59.
- Rieppo, K. 2001. Konekehityksellä yhä parempaan korjuujälkeen. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2001: 635-639.
- Riihinen, A. & Uotila, A. 1992. Versosurman vaikutus varttuneiden männiköiden kasvuun. Summary: Effect of Scleroderma canker on the growth of middle-aged Scots pine stands. *Folia Forestalia* 783. 10 s.
- Ritari, A. 1990. Talven 1986-87 sääolojen poikkeuksellisuus ja pakkasvauriot Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 347: 47-57.
- Rummukainen, U. 1960. Kuusen siementuhon runsaudesta ja laadusta. Referat: Über Reichlichkeit und Art der Samenschäden bei der Fichte. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(3). 83 s.
- 1967. Damage caused in 1947 and 58/59 by heavy snowfall following glaze storms. *Finn. Pap. Timb.* 18(3): 17-19. (In Finnish).
- Ruusila, S., Talkkari, A. & Pappinen, A. 1994. Nuorten metsävauriotutkijoiden tapaaminen Ilomantsissa, Mekrijärvellä 13.-14.9.1993. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 12. 77 s.
- Ryynänen, S. & Rönkkö, E. 2000. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja korjuujälki. *Työteho-seuran metsätiedote* 15/2000. 6 s.
- Räsänen, H., Laine, L., Kero, I. & Kaleva, T. 1986. Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhon pestykarsituissa männiköissä. Summary: Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands. *Folia Forestalia* 663. 18 s.
- Räsänen, M-L. 1990. Mineraalimaan happamoituminen eräillä koealoilla Itä-Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 347: 90-95.
- Räsänen, L. 1994. Iän ja saastepitoisuuksien vaikutus kuusen neulasten pintavahojen kuntoon Etelä-Suomessa ja metsänrajalla. Summary: Variation of Picea abies epicuticular wax morphology in southern Finland and timberline caused by pollution level and age of needles. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 12: 37-41.
- Saalas, U. 1917. Die Fichtenkäfer Finnlands: Studien über die Entwicklungsstadien, Lebensweise und geographische Verbreitung der an Picea excelsa Link. lebenden Coleopteren nebst einer Larvenbestimmungstabelle I. *Suomalaisen Tiedekatemian Toimituksia, sarja A, VIII(1). XXII + 547 s. + 9 kuvataulua.*
- 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. Referat: Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 10. 415 s. + kartake + 13 kuvasivua.
- 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Porvoo.
- 1934. Suomalaisista hyönteisnimistä. Summary: The Finnish nomenclature of insects. *Acta Forestalia Fennica* 40(27). 32 s.
- Saarenmaa, H. 1981. Ytimennävertäjien lisääntyminen ja torjuntamahdollisuudet Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 6: 81-88.
- 1983. Modeling the spatial pattern and intraspecific competition in Tomicus piniperda (Coleoptera, Scolytidae). Seloste: Pystynävertäjän tilajärjestystä ja lajinsisäistä kilpailua kuvaavia malleja. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 118. 40 p.
- 1984. Mauri-myrskyn seuraustuhot: ennakkotuloksia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 178-188.
- 1985a. Asiantuntijajärjestelmät - erikoistietous käytännön ulottuville? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 196: 60-66.

- 1985b. Tilajärjestys kaarnakuoriaisten kilpailun selittäjänä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 194: 70-79.
- 1985c. Within-tree population dynamics models for integrated management of *Tomicus piniperda* (Coleoptera, Scolytidae). Seloste: Pystynävertäjän lisääntymiskauden populaatiodynamiikkamallit tuhojen integroitua hallintaa varten. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 128. 56 s.
- 1987a. Myrskyjen seuraustuhot Lapin metsissä 1982-86. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 149-151.
- 1987b. Tuhohyönteisten ja sinistymän esiintyminen myrskyn kaatamissa puissa Lapissa 1983-86. Summary: Insect attack and blue stain in windthrown trees in Lapland 1983-86. Folia Forestalia 696. 18 s.
- 1990. Frame- and rule-based knowledge representation in an expert system for integrated management of bark beetles. Tiivistelmä: Kehys- ja sääntöpohjainen tietämyksen esitys kaarnakuoriaistuhojen integroidun hallinnan asiantuntijajärjestelmässä. Silva fennica 24(2): 249-260.
- 1992. Integrated pest management in forest and information technology. Journal of Applied Entomology 114: 321-332.
- , Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1989. Tuhohyönteisten ja sinistymän esiintyminen myrskyn kaatamissa puissa Urho Kekkosen kansallispuistossa. Summary: Occurrence of insects and blue stain in windthrown trees in a national park in northern Finland. Folia Forestalia 736: 66-75.
- Saari, E. 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtion metsiä silmälläpitäen. Tilastollinen tutkimus. Summary: Forest fires in Finland with special reference to State forests. Statistical investigation. Acta Forestalia Fennica 26(5). 155 s.
- Saarnijoki, S. 1939. Eräitä paperipuuhakkuiden yhteydessä tehtyjä, kuusen tyvilahoa ja sen yleisyyttä koskevia havaintoja. Metsätaloudellinen aikakauslehti 56(2): 47-52.
- Saarsalmi, A., Mälkönen, E. & Piirainen, S. 2001. Effects of wood ash fertilization on forest soil chemical properties. Silva Fennica 35(3): 355-368.
- Saastamoinen, T. & Holopainen, T. 1989. Needle and root responses of small *Pinus sylvestris* seedlings exposed to sulphur dioxide and simulated acid rain. Scandinavian Journal of Forest Research 4(3): 273-283.
- Salemaa, M. & Jukola-Sulonen, E-L. 1990. Vitality rating of *Picea abies* by defoliation class and other vigour indicators. Scandinavian Journal of Forest Research 5(3): 413-426.
- , Jukola-Sulonen, E-L., Nieminen, T. & Nöjd, P. 1993. Latvustunnukset ja puun kasvu elinvoimaisuuden ilmentäjinä. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 77-92.
- , Lindgren, M. & Jukola-Sulonen, E-L. 1992. Mäntymetsien elinvoimaisuus eri etäisyyksillä Kuolan päästölähteistä. Abstract: Vitality of Scots pine stands at different distances from emission sources in the Kola Peninsula. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 413: 89-105.
- , Lindgren, M. & Walheim, M. 1996. Harsuuntuminen ja värvivat. Barrförlust och missfärgning. Julkaisussa - I: Raitio, H. (toim./red.) 1996. Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen. English summary: Condition of Norway spruce in the Kvarken region of the Gulf of Bothnia. Merenkurkun neuvosto. Kvarkenrådet. S. 117-125.
- & Vanha-Majamaa, I. 1994. Metsäkasvillisuuden rakenne ja diversiteetti Harjavalan saastegradientilla. Summary: Pattern and diversity of forest vegetation along a

- pollution gradient at Harjavalta. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 12: 42-47.
- & Vanha-Majamaa, I. 1998. Metsäkasvillisuus raskasmetallien saastuttamassa ympäristössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 192-194.
 - , Vanha-Majamaa, I., Reinikainen, A. & Nousiainen, H. 1994. Metsä- ja suokasvillisuuden muutokset raskasmetallien kuormittamassa ympäristössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 72-84.
 - Salmi, O. 1988. Tunturikoivun polttopuukäytön lisääntymismahdollisuudet Enontekiön ja Utsjoen kunnissa. Maataloushallinnon aikakauskirja 2: 12-16.
 - Salonen, E. 1994. Typpiylimäärän vaikutus mustikan pakkaskestävyyteen muutuneen proteiinisynteesin kautta. Summary: Effect of excess nitrogen on the freezing resistance of the bilberry (*Vaccinium myrtillus*) through altered protein biosynthesis. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 12: 48-52.
 - Salonen, K. 1973. On the life cycle, especially on the reproduction biology of *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae). Seloste: Pystynävertäjän (*Blastophagus piniperda* L., Col., Scolytidae) elämänkierrosta, erityisesti sen lisääntymisbiologiasta. Acta Forestalia Fennica 127. 72 s.
 - Saramäki, J. 1977. Vanhan vajaapuustoisen kuusikon lannoitusreaktioista ja lannoituksen kannattavuudesta. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli 13 s.
 - 1978. Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Abstract: Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland. Folia Forestalia 352. 14 s.
 - Saranpää, P. 1984. Annotated bibliography on the effect of pruning according to Finnish studies and articles. University of Helsinki, Department of logging and utilization of forest products. 17 s.
 - Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine Waldbiologische Untersuchung auf den Trocken Heideböden Nord-Finnlands. Acta Forestalia Fennica 46(1). 146 s. + kartta.
 - Schulman, E. 1995a. Ruskotäpläkärpäsien esiintyminen viljelykoivikoissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 29-33.
 - 1995b. Uusia tutkimustuloksia ruskotäpläkärpäsestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 570: 54-55.
 - Selander, J. & Nuorteva, M. 1980. Feromonivalmisteen käyttö kirjanpainajien torjumiseksi kuolevassa kuusikossa. Summary: Use of synthetic pheromones for the control of spruce bark beetle in a heavily infested spruce stand. Silva Fennica 14(2): 113-121.
 - Sepponen, P. 1989. Pisavaaran luonnonpuiston metsäpalotutkimus. Summary: Study on the forest fire in the Pisavaara Nature Reserve. Folia Forestalia 736: 80-85.
 - Siitonen, J. 1993. Lehtikuusen hyönteistuholaiset Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 71-78.
 - & Nikula, A. 1990. Lapinmyyrän puustolle aiheuttamat tuhot Länsi-Lapin ojitetuilla soilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362: 56-61.
 - Siren, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Summary: Stand damage in thinning operations. Folia Forestalia 474. 23 s.

- 1982a. Ammattitaito ja huolellisuus vähentävät puunkorjuuvaurioita. Summary: Professional skill and care diminish harvesting damage in forestry. Työtehoseuran metsätiedotus 7. 4 s.
- 1982b. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainprosessorilla. Summary: Stand damage in thinning operations with a grapple loader processor. Folia Forestalia 528. 16 s.
- 1984. Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Summary: Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor. Folia Forestalia 581. 10 s.
- 1986. Puuston vaurioituminen karsimattomien puiden ja puunosien korjuussa. Summary: Stand damage in logging of undelimbbed trees and tree parts. Folia Forestalia 645. 17 s.
- 1987. Damage in thinning with different harvesting methods in Finland. In: Development of thinning systems to reduce stand damage. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency. Research Notes 98: 12-28.
- 1990. Cost of mechanized thinning to the stand - how to evaluate. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 355: 23-40.
- (red.) 1991. Flerträdsteknik och skonsamma maskiner i förstagallring. Slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd (NSR) genomfört forskningsprojekt, 1987 - 1989. Seloste: Puiden joukkokäsittely ja kevyt teknologia ensiharvennuksissa. Summary: Multi-tree processing and light technology in first thinning. Folia Forestalia 772. 103 s.
- 1994. Harvennuspuun korjuujälki ja sen merkitys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 75-81.
- 1995. Work analysis of one-grip harvester. A method to estimate the productivity and silvicultural result of cutting machine work. IUFRO XX World Congress. P3.06 Economics of harvesting and thinnings. Esitelmä. 10 s.
- 1996. Hakkuukonetyön korjuujälki ja sen ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607: 36-43.
- 1997. Korjuujälkeen ja tuottavuuteen vaikuttavat tekijät hakkuukonetyössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 35-46.
- 1998a. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. One-grip harvester operation, it's silvicultural result and possibilities to predict tree damage. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. 179 s.
- 1998b. Kuljettaja ja korjuuaika ratkaisevat hakkuukonetyön korjuujäljen. Metsäntutkimus, METLAN asiakaslehti nro 4/98: 12-13.
- 1999a. Hakkuukonetyön jälki ja seurauskustannukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745: 159-172.
- 1999b. Korjuutyön jälki. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 199-207.
- Smolander, A., Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1998. Metsäekosysteemin toiminta tyyppikuormituksen alaisena. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 175-182.
- , Mälkönen, E., Helmisaari, H-S., Kitunen, V., Kukkola, M., Martikainen, P. & Priha, O. 1994. Typen sitoutuminen ja mineralisaatio tyellä kuormitetuissa kuusikoissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 224-232.
- Starr, M. & Tamminen, P. 1992. Suomen metsämaiden happamoituminen. GTK Tutkimusraportti 115: 7-14.
- & Ukonmaanaho, L. 1999. Co-operation between the integrated monitoring programme (ICP IM) and the intensive and continuous monitoring of forest ecosystems (ICP Forests/Level II) in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 743: 109-116.

- Suomela, J. & Neuvonen, S. 1997. Effects of long-term simulated acid rain on suitability of mountain birch for *Epirrita autumnata* (Geometridae). *Canadian Journal of Forest Research* 27(2): 248-256.
- Sutinen, M.-L. 1988. Puiden pakkaskestävyyden biokemiallisia perusteita. *Silva Carelica* 11: 46-90.
- & Raitio, H. 1998. Ilman epäpuhtaudet ja neulasten pakkaskestävyys. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 92-93.
 - , Ritari, A., Holappa, T. & Kujala, K. 1998a. Jäkäläpeitteen merkitys männyn juurten pakkaskestävyydessä. Abstract: The role of lichen cover in the frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) roots. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 43-50.
 - , Ritari, A., Holappa, T. & Kujala, K. 1998b. Seasonal changes in soil temperature and in the frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris*) roots under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 28(6): 946-950.
- Sutinen, S. 1990. Structural changes in needle tissue of spruce trees from a damaged stand in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5(3): 403-412.
- 1991. Tissue and cellular effects of air pollutants on coniferous trees. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 373: 101-108.
 - 1993. Ilmansaasteiden vaikutukset neulasten solurakenteeseen. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E.-L., Mikkeli, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. *Metsäluonto ja ilmansaasteet*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 119-126.
 - 1994. Soluvaurioiden diagnostiikka. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 492: 54-63.
 - 1996. Metsäpuut ilmansaasteiden puristuksessa. *Luonnon Tutkija* 5/96: 129-132.
 - & Koivisto, L. 1994. Soluvaurioiden diagnostiikka - kirjallisuuskatsaus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 195-205.
 - & Mäenpää, M. 1996. Kuusenneulasten solurakenne. *Granbarrens cellstruktur*. Julkaisussa - I: Raitio, H. (toim./red.) 1996. *Kuusikoiden kunto Merenkurkun alueella. Granskogarnas hälsotillstånd i Kvarkenregionen*. English summary: Condition of Norway spruce in the Kvarken region of the Gulf of Bothnia. *Merenkurkun neuvosto. Kvarkenrådet*. Sivut 109-115.
 - & Mäenpää, M. 1998. Solu- ja solukkomuutokset. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 96-101.
- Tahvanainen, M. 2001a. Alikasvoksen ennakkoraivauksen vaikutukset kesäaikaisessa koneellisessa ensiharvennushakkuussa. *Työtehoseuran monisteita* 1/2001 (84). 87 s.
- 2001b. Alikasvoksen ennakkoraivauksen vaikutukset koneellisessa harvennushakkuussa. *Työtehoseuran metsätiedote* 10/2001 (638). 4 s.
- Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Seloste: Kuusen tyvilahoisuus Etelä-Suomessa*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 127. 52 s.
- 1994. Metsämaiden viljavuus ja happamoituminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 492: 23-30.
 - & Mäliköinen, E. 1986. Kangasmaiden herkkyys happamoitumiselle. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 210. 25 s.
 - & Raitio, H. 1998. Neulasten ravinnepitoisuudet suhteessa maan ravinnepitoisuuksiin sekä typpi- ja rikkilaskeumiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 89-90.
 - & Starr, M. 1994. Metsämaiden viljavuus ja happamuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 527: 85-97.

- Tiihonen, P. 1970. Ruskean mäntypistiäisen (N. Sertifer Geoffr.) tuhojen vaikutuksesta männiköiden kasvuun Etelä-Pohjanmaalla, Pohjois-Satakunnassa ja Länsi-Uudellamaalla vuosina 1960-67. Referat: Über die Einwirkungen des Schadfrasses der Roten Kiefernbuschhornblattwespe auf den Zuwachs der Kiefernbestände im Südlichen Pohjanmaa, im Nördlichen Satakunta und im Westlichen Uusimaa in den Jahren 1960-67. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 71(3). 21 s.
- Tikka, P. 1932. Perä-Pohjolan metsien lahoisuudesta. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 49(8): 240-242.
- 1934. Über die Stockfäule der Nadelwälder Nord-Suomis (-Finnlands). Selostus: Pohjois-Suomen havumetsien tyvilahoisuudesta. *Acta Forestalia Fennica* 40(12). 18 s. + valokuvat 2 s.
 - 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollismetsäpatologinen tutkimus. Referat: Über die Schadhaftigkeiten der Bäume in den Wäldern Nord-Suomis (-Finnlands). Eine statistisch-forstpathologische Untersuchung. *Acta Forestalia Fennica* 41(1). 371 s.
 - 1938. Puiden vikanaisuuksien vaikutuksesta hakkuutulokseen Perä-Pohjolan havumetsissä. Referat: Über den Einfluss der Baumschäden auf den Hiebsertrag in den Wäldern Nordfinnlands. *Acta Forestalia Fennica* 46(5). 44 s.
 - 1940. Puiden vikanaisuuksien merkitys ja huomioon ottaminen Perä-Pohjolan mäntymetsien hoidossa. Referat: Bedeutung und Berücksichtigung der Baumschäden im nordfinnischen Kiefernwaldbau. *Acta Forestalia Fennica* 50(1). 91 s.
 - 1947. Perä-Pohjolan kuusikoiden laadusta. Referat: Über die Beschaffenheit der Fichtenbestände in Nordnord-Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 55(1). 64 s.
 - 1949. Perä-Pohjolan koivikoiden laadusta. *Acta Forestalia Fennica* 57(4). 34 s.
 - 1955. Haapametsiköiden rakenteesta ja laadusta. II. Laatu. Summary: Structure and quality of aspen stands. II. Quality. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45(3). 54 s.
- Tikkanen, E. 1991. A review of research into forest damage connected with air pollution in Finnish Lapland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 373: 7-19.
- 1994. A gradient study approach in investigating the effects of pollutant emissions from the Kola Peninsula on the forest ecosystem. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 17: 124-129.
 - (toim.) 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. 232 s.
 - & Mikkola, K. 1991. The Lapland Forest Damage Project: multi-disciplinary cooperation in environmental sciences. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 373, s. 34.
 - & Niemelä, I. (toim.) 1995. Kola Peninsula pollutants and forest ecosystems in Lapland. Final Report of The Lapland Forest Damage Project. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. 82 s.
 - & Raitio, H. 1990. Ilmastostressi ja ilmansaasteet - kesän 1987 neulaskadon syitä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 347: 34-42.
 - & Raitio, H. 1993. Pohjois-Suomen neulaskato 1987. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 159-162.
 - & Varmola, M. (toim.) 1991. Research into forest damage connected with air pollution in Finnish Lapland and the Kola Peninsula of the U.S.S.R. A seminar held in Kuusamo, Finland, 25-26 May 1990. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 373. 157 s.

- , Varmola, M. & Katermaa, T. (toim.) 1992. Symposium on the state of the environment and environmental monitoring in northern Fennoscandia and the Kola Peninsula. A symposium held in Rovaniemi, Finland, 6-8 October 1992. Extended Abstracts. Arctic Centre Publications 4. 369 s.
- Tolonen, K. 1983. The post-glacial fire record. Teoksessa: Wein, R. & MacLean, D. (eds.) 1983. The role of fire of northern circumpolar ecosystems. SCOPE, John Wiley & Sons Ltd. Sivut 21-44.
- Tolonen, M. 1985. Palaeoecological record of local fire history from a peat deposit in SW Finland. *Annales Botanici Fennici* 22: 15-29.
- Tomppo, E., Pekkarinen, A., Kankaanhuhta, V., Mäkisara, K. & Henttonen, H. 1999. Airborne imaging spectrometer (AISA) in forest inventory and forest health monitoring. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 743: 140-147.
- Tuimala, A. 1979. Kuusen lahon aiheuttamista puutavaralajisiirtymistä ja kantohintamenetyksistä. Summary: Changes in timber assortments and loss in stumpage prices caused by decay in growing spruce timber. *Silva Fennica* 13(4): 333-342.
- Tuovinen, J.-P., Laurila, T. & Lättilä, H. 1991. Lapin ilmansaasteet. Ilmatieteen laitos, ilmanlaatuosasto. Helsinki. 67 s.
- , Laurila, T., Lättilä, H., Anttila, P. & Saari, H. 1995. Rikkidioksidi. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.) 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasisiteena. Itä-Lapin metsävuoriopjektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. Sivut 48-52.
- , Laurila, T., Lättilä, H., Ryaboshapko, A., Brukhanov, P. & Korolev, S. 1993. Impact of the sulphur dioxide sources in the Kola Peninsula on the air quality in northernmost Europe. *Atmospheric Environment* 27A(9): 1379-1395.
- & Ryaboshapko, A. 1995. Saastepäästöt. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.) 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasisiteena. Itä-Lapin metsävuoriopjektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. Sivut 46-48.
- Turunen, M., Huttunen, S., Bäck, J. & Lamppu, J. 1995. Acid-rain-induced changes in cuticles and Ca distribution in Scots pine and spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 25(8): 1313-1325.
- Ukonmaanaho, L. & Raitio, H. (eds.) 2000. Forest condition monitoring in Finland. National report 1999. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 782. 151 p.
- Uotila, A. 1990. Infection of pruning wounds in Scots pine by *Phacidium coniferarum* and selection of pruning season. Seloste: Männyn pystykarsintavioitusten syyshaavakkartunta ja karsinta-ajan valinta. *Acta Forestalia Fennica* 215. 36 s.
- 1996. Syyshaavakan esiintyminen ja merkitys männyn pystykarsinnan kannalta. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 263-267.
- & Laine, L. 1989. Research reports of *Phacidium coniferarum*, pruning damages and the effect of green pruning on the growth in conifers. Bibliography. Tutkimusraportteja syyshaavakasta, havupuiden pystykarsintavaurioista ja karsintavoimakkuuden kasvuvaikutuksista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 341. 20 s.
- & Mustonen, S. 1994. The effect of different levels of green pruning on the diameter growth of *Pinus sylvestris* L. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(3): 226-232.
- Uotila, E. 1994. Hyönteistuhot metsätaloudessa - taustaa tuhojen taloudellisille analyyseille. *Folia Forestalia* 1994(1): 69-78.
- Uusvaara, O. 1993. Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands. *Folia Forestalia* 816. 26 s.

- 1995. Pystykarsittujen viljelymänniköiden oksikkuus, oksien kyljestyminen ja rungon laatu. Pysyvien koealojen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 584. 25 s.
- 1999. Pystypuiden karsinta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 110-115.
- & Löyttyniemi, K. 1975. Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) aiheuttaman vioituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon. Summary: Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) on sawn timber quality and value. *Folia Forestalia* 231. 14 s.
- Vainikka, A. 1982. Koneproessorin aiheuttamat korjuuvauriot ja niistä johtuvat taloudelliset tappiot Kotkan puutalousopiston havaintometsässä Havusillan leimikossa. *Moniste*. 20 s.
- Vanha-Majamaa, I. 2000. Tulen merkitys borealisissa metsissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 793: 41-44.
- Vanhala, P., Fritze, H. & Kiikkilä, O. 1998. Happamoittavan laskeuman vaikutus metsämaan mikrobistoon. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691, s. 160.
- Varama, M. & Niemelä, P. 2001. Männiköiden neulastuholaiset. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2001: 275-279.
- Weissenberg, K. von 1972. Kokemuksia Murrayn männyn viljelystä Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 3. 19 s.
- 1974. Kuusen kestävydestä juurikääpäsienen leviämistä vastaan. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 12: 38-45.
- 1988. Juurikääpäkestävyyttä taudinkestävyysjalostuksella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 319: 19-20.
- Vejjalainen, H. 1994. Maa- ja neulasanalyysi suometsien ravinne- ja laskeumatilanteen määrittämisessä Harjavallan ympäristössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527: 256-270.
- Verkasalo, E. & Rintala, P. 1998. Rauduskoivun pystykarsintavikojen riippuvuus oksien paksuudesta, laadusta ja karsinnan vuodenaikasta. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 2/1998: 151-178.
- Weslien, J., Annala, E., Bakke, A., Bejer, B., Eidmann, H., Narvestad, K., Nikula, A. & Ravn, H. 1989. Estimating risks for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)) damage using pheromone-baited traps and trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4(1): 87-98.
- Viro, P. 1954. Maantutkijan ajatuksia kulotuksesta. *Metsälehti* nro:t 1-2.
- 1966. Profitability of forest fertilization. *Kansallis-Osake-Pankki. Economic Review*.
- 1969. Economics of fertilization in private forestry. 3rd Int. Cong. on Forest Yield, Praha. Esitelmä.
- 1974. Effects of forest fire on soil. Teoksessa: Kozłowski, T. & Ahlgren, C. (eds.) 1974. *Fire and ecosystems*. Academic Press, New York. Sivut 1-45.
- Virtanen, J. 1982. Helikopteri metsäpalontorjunnassa. Summary: Helicopter in prevention of forest fires. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 78. 20 s.
- Virtanen, T. 1994. Kirvojen vaikutuksista surmakan infektoitumiseen. Summary: The effects of aphids on the infection of *Gremmeniella abietina*. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 12: 73-77.
- , Neuvonen, S., Nikula, A., Varama, M. & Niemelä, P. 1996. Climate change and the risks of *Neodiprion sertifer* outbreaks on Scots pine. In: *Climate change, biodiversity and boreal forest ecosystems*. *Silva Fennica* 30(2-3): 169-178.
- Vitikka, P., Posio, H. & Saarenmaa, H. 1991. Hyönteistuhoriski keinotekoisessa ylispuiden kelouuttamisessa. Summary: Bark beetle damage in conjunction with

- artificial snag production in Finnish Lapland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 378. 32 s.
- Vries, W., Reinds, G. & Posch, M. 1994. Assessment of the forested area in Europe at risk under various acid deposition scenarios. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 513: 48-65.
- Wulff, A. 1996. Changes in ultrastructure of *Picea abies* needles following severe long-term winter frost. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(4): 327-335.
- & Kärenlampi, L. 1993. The effect of the exclusion of dry and wet deposition on visible symptoms and accumulation of sulphur and fluoride by *Picea abies* needles near point-sources. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(4): 498-509.
- , Ropponen, L. & Kärenlampi, L. 1990. Causes of conifer injuries in some industrial environments. Kirjassa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. Sivut 669-690.
- Vuokila, Y. 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn kasvuun. Summary: The effect of green pruning on the growth of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(1). 27 s.
- 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(5). 61 s.
- 1976a. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. Summary: Effect of green pruning on the health of pine and birch. *Folia Forestalia* 281. 13 s.
- 1976b. Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana. Summary: The borings of standing trees as a source of defects. *Folia Forestalia* 282. 11 s.
- Vuorinen, M. 1993. Happaman kastelun vaikutus sienitautien esiintymiseen. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 446: 183-186.
- 1998. Sienten aiheuttamat neulas- ja versotuhot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 248-251.
- Väisänen, R., Biström, O. & Heliövaara, K. 1993. Sub-cortical Coleoptera in dead pines and spruces: is primeval species composition maintained in managed forests? *Biodiversity & Conservation* 2: 95-113.
- & Heliövaara, K. 1994. Assessment of insect occurrence in boreal forests based on satellite imagery and field measurements. *Acta Forestalia Fennica* 243. 39 s.
- Väkevä, J., Perttunen, J. & Saarenmaa, H. 1994. Imagerybased diagnosis of forest tree damage - an object oriented expert system. In: Daniel, T. & Strome, M. (eds.) 1994. Decision support 2001. Resource Technology '94 Symposium Proceedings. Toronto, Ontario, Canada, September 12-16, 1994. Volume 1.
- & Saarenmaa, H. 1992. A rule based expert system for the diagnosis of biotic damage on *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(4): 533-546.
- Ylioja, T. 2000. Relationship between *Phytobia betulae* and its host tree *Betula* sp. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 112. 26 s.
- , Roininen, H., Heinonen, J. & Rousi, M. 2000. Susceptibility of *Betula pendula* clones to *Phytobia betulae*, a dipteran miner of birch stems. *Canadian Journal of Forest Research* 30(11): 1824-1829.

8. TÄYDENTÄVÄ YHTEENVETO

Alunperin tavoitteena oli monen kirjoittajan yhdessä laatima kokoomateos uusimasta metsänkasvatustietämyksestä. Kokoomateosta ei voitu toteuttaa aiotulla tavalla raportissa kerrotuista syistä. Luvussa 1.3 on käsitelty sitä, miten hankkeen vetäjänä päätin paikata tietoaukkoa siltä osin kuin se vielä oli mahdollista rajalliset resurssit huomioon ottaen. - Teoksen kirjallisen osan korvaa ainakin toistaiseksi tämä monografiamuotoinen loppuraportti. Sen rakenteen ja asiasisällön pääpiirteet on kerrottu lyhyesti luvussa 2. Monografian etuna artikkelikokoelmaan verrattuna on se, että asioiden esitystapa on melko yhtenäinen läpi koko raportin. Toisaalta monta kirjoittajaa yhdessä, kukin laatien oman osuutensa itsenäisesti parhaan asiantuntemuksen mukaan, olisi voinut käsitellä metsänkasvatuksen kenttää laajemmin sekä valaista olennaisia asioita monipuolisemmin ja syvällisemmin.

Tässä pääluvussa loppuraportin asiasisältöä verrataan alkuperäiseen suunnitelmaan, joka laadittiin aikoinaan pitäen tavoitteena tuolloin kirjallisen kokoomateoksen tuottamista (liite 2). Suunnitelman alussa on esitetty joitakin yleisiä suuntaviivoja kokoomateoksen asiasisällöstä ja esitystavasta. - Seuraavassa raportin poikkeamat suunnitelmasta todetaan ja pahimpia puutteita yritetään paikkailla joiltakin osin. Kaikista aiheryhmistä ei ole voitu laatia raporttiin omaa lukua vaan niihin kuuluvia asioita on sivuttu monissa eri yhteyksissä. Alaluvussa 8.1 tarkastellaan ensin pääluksia 1-7 ja sen jälkeen muina aiheryhminä kasvualustan puuntuotoskyvyn hoitoa, metsänkasvatuksen kannattavuutta, metsikön käsittelyä äärevissä olosuhteissa (ml. taajamametsien hoito) ja metsänkäsittelyn vaikutusta monikäyttöarvoon. Alaluvussa 8.2 paneudutaan tulevaisuuden haasteisiin ja mahdollisuuksiin metsänkasvatuksessa, joita suunnitelmatyöryhmä on painottanut aika paljon. Lopuksi alaluvussa 8.3 tarkastellaan, mitä vaadittaisiin tämän loppuraportin kehittämiseksi sellaiseksi kirjalliseksi tuotteeksi, mikä oli tutkimusprojektin alkuperäisenä tavoitteena.

8.1 Aiheryhmittäistä tarkastelua

Raportin johdantoluvussa on käsitelty metsänkasvatuksen toimintaympäristön nopeaa muuttumista 1990-luvulla uusien lakien ja asetusten sekä kansainvälisten sopimusten johdosta. Myös luonnonsuojelun ja sertifiointin taustaa ja vaikutuksia on pohdittu lyhyesti. Suojelun suhteellinen vaikutus puuntuotantoon riippuu alueen sijainnista ja koosta eli puuntuotannon aluetasosta. Suomen metsiä ja niiden käyttöä sekä metsätuotteiden kauppaa on vertailtu kansainvälisesti. Suomen metsäklusterin rakenne tulee vaihteittain esille raportin johdantoluvussa. Kansantaloudessa metsäsektori on osa metsäklusteria, jonka vaikutus talouteen on merkittävä. Metsäteollisuuden viennin osuus Suomen nettoviennistä on kertaluokkaa 30-40 %, joten tämä toimiala on edelleen tärkeä. Metsätalouden osuus kansantaloudessa on supistunut paljon kansantalouden monipuolistumisen ja puunkorjuun koneellistumisen seurauksena. Eräiden maakuntien aluetaloudessa Itä- ja Pohjois-Suomessa metsätalouden merkitys on edelleenkin merkittävä.

Raportissa ei ole käsitelty kansallista metsäohjelmaa eksplisiittisesti. Ohjelman laadintaprosessi avaa kanavia uusien tavoitteiden ja näkökulmien esiin tuomiseksi. Lopputulos on ylätason poliittinen kannanotto metsien käytön tavoitteisiin Suomessa. Sillä ohjataan mm. metsätalouden julkista tukea, mitä tarvitaan metsä- ja puutalouden puuraaka-ainehuollon turvaamiseksi myös tulevaisuudessa. Alueellisis-

sa metsäohjelmissa kansalliset tavoitteet otetaan huomioon mm. hakkuulaskelmissa. Ennusteet hakkuuiden vaikutuksesta metsävarojen kehitykseen ovat tärkeitä puuntuotannon kestävyysvarmistamiseksi. Metsäohjelmat on uusittava aika ajoin uuden metsävaratiedon ja uusien tavoitteiden pohjalta.

Metsikön merkitystä metsätalouden suunnittelussa, päätöksenteossa ja metsänkäsitelyssä on tarkasteltu pääluvussa 3 suurin piirtein siinä laajuudessa kuin työryhmä on toivonut. Metsikkö on käsitteellisesti hyvä, suunnittelua helpottava työväline. Metsikkö on kasvupaikan ja puuston suhteen yhtenäinen pala metsää, jota voidaan käsitellä samalla tavalla. Käytännössä metsäkuviota rajattaessa on hyväksyttävä joskus melko suuri kuvion sisäinen vaihtelu etenkin puustotunnuksissa. Tämä vaihtelu osaltaan vaikuttaa siihen, että käsittelykuvio rajataan usein eri tavalla kuin suunnittelukuvio. Toimenpiteet toteutetaan kuitenkin kuviotasolla, mitä käytäntöä kutsutaan metsikkötaloudeksi. Tavoitteena metsikkötaloudessa on selvärajaisten metsäkuvioiden muodostaminen, joiden sisällä puujaksojen ikä- ja kokorakenteen vaihtelu on jokseenkin pieni. Sen vaihtoehtona pidetään eri-ikäismetsätaloutta, missä jaksoja ei ole vaan metsästä löytyy kaikenikäisiä ja -kokoisia puita. Monimuotoisuutta korostava uusi metsänkasvatussuuntaus muuttaa metsien rakennetta vaihtelevammaksi. Tämä pienentää kuviokokoa ja/tai lisää kuvioiden sisäistä vaihtelua, mikä voi vähentää metsikön merkitystä metsänkäsitelyssä.

Uuden metsän perustamista on käsitelty pääluvussa 4 hyvin laajasti. Luku alkaa toimenpiteen ajoitukseen liittyvän problematiikan lyhyellä tarkastelulla. Todeetaan, että metsikön lisäksi lopulliseen ajoitukseen vaikuttaa monta muuta tekijää. Metsikön uudistuskypsyys kuvaavat puustotunnukset ovat alarajoja, joiden alittaminen on sallittua vain vajaatuottoisessa metsikössä ja pakottavissa tilanteissa myös varttuneessa kasvatusmetsikössä. Uudistamistapaa valittaessa on mietittävä luontaisen uudistamisen edellytyksiä, verrattava luontaisen ja keinollisen uudistamisen suoria ja epäsuoria kustannuksia ja ennakoitava syntyvän taimikon laatua. Luontaisessa uudistamisessa on hyödynnettävä kehityskelpoinen alikasvos mahdollisimman tarkkaan ja varottava sen vaurioitumista hakkuissa. Ellei luontaisia taimia ole riittävästi eikä reunametsän siemennykseen voida turvata, uudistusalueelle on jätettävä siementävää puustoa. Tarvittaessa on tehtävä raivaus ja/tai kasvualustan käsittely. Keinollisessa uudistamisessa on päätettävä puulajista ja viljelymateriaalista sekä viljelymenetelmästä ja kasvupaikan valmistuksesta. Viljelytaimikoihin syntyy myös luontaisia taimia, joiden merkitys lopputuloksessa on usein merkittävä. Tätä luonnon vastantuloa voidaan oikeissa kohteissa hyödyntää tarkoituksellisesti viljelytiheyttä alentamalla. Viljelyyn liittyen raportissa käsitellään myös peltojen ja suopohjien metsitystä. Uudistamista koskevan pääluvun lopettaa laaja taimitautien ja -tuhojen tarkastelu. Raportissa tehdään ensin jako abioottisiin ja bioottisiin tauteihin/tuhoihin ja jälkimmäinen ryhmä jaetaan edelleen sieni- ja hyönteistuhoihin sekä muihin eläintuhoihin.

Taimikonhoitoa on käsitelty pääluvussa 5. Taimikon kehityksen turvaamiseksi mahdolliset verho- tai ylispuut on yleensä syytä poistaa pian sen jälkeen, kun ne ovat tehneet tehtävänsä. Hakkuun jälkeen on tarvittaessa tehtävä taimikon tasaus ja/tai kunnostus, mikä myöhentää perkausta ja harvennusta tai tekee ne tarpeettomiksi. Uusi taimikko on tarkistettava pian vakiintumisen ja toimenpidetarpeen toteamiseksi. Täydennysviljelyn tarvetta, onnistumisen edellytyksiä ja kannattavuutta on syytä harkita tarkoin - sen vaihtoehtoina ovat tyytyminen taimikkoon sellaisena kuin se on tai sen uudistaminen viljellen. Heinäämistä ei saa lyödä laimin varsinkaan peltonmetsitysaloilla ja se on tarvittaessa tehtävä useammin kuin kerran. Perkauksessa poistetaan valtapuuston taimien kehitystä haittaavia puita ja vesakkoa sen verran kuin on tarpeellista. Harvennuksessa päätavoitteena on säädellä valtapuuston kasva-

tustiheyttä. Silloin kun vaihtoehtoja on, metsikön puulajirakenne harvennushakkui-
siin asti määräytyy pitkälle taimikon perkauksessa ja harvennuksessa. Näiden toi-
menpiteiden ajoitukseen ja toteutukseen vaikuttaa monta tekijää, kuten mm. taimi-
kon ominaisuudet taudit ja tuhot mukaan lukien ja metsänomistajan omat tavoitteet.
Raportissa korostetaan sitä, että taimikonhoidossa tarvitaan kyllä ohjeita ja suosituksia,
mutta ratkaisut olisi viime kädessä tehtävä aina soveltaen tapauskohtaisesti.

Pääluvussa 6 käsitellään hakkuutähteen ja pienpuun hyödyntämistä. Hakkuu-
tähdettä syntyy eniten kuusikoiden uudistushakkuissa. Pienikokoisen puun lähteitä
ovat taimikonhoito (perkaus, harvennus ja verhopuuhakkuu), ensiharvennukset ja
vajaatuottoisten lehtipuuvaltaisten metsien uudistaminen. Tavanomainen pienpuun
kotitalouskäyttö polttopuuna on hyödyntämistapa, jolla on metsänhoidollistakin
merkitystä paikallisesti. Hakkeen käyttö maatiloilla ja polttopuun myynti ovat uu-
dempia virtauksia, jotka ilmeisesti vahvistuvat ja tehostavat puuraaka-aineen hyö-
dyntämistä. Hakkeen energiakäytöllä voimalaitoksissa on suurin potentiaali mitä tu-
lee hakkuutähteen ja pienpuun hyödyntämiseen. - Raportissa tarkastellaan Suomen
metsien energiapuupotentiaalia tutkimusten valossa. Arviot määrästä ovat pysyneet
vuosikymmeniä samansuuruisina, mutta arvion rakenne on muuttunut selvästi. Arvi-
ot ovat sidoksissa hakkuuihin. Taloudellisesti korjuukelpoinen reservi on noin 5 milj.
m³ vuodessa, mistä käytetään vain pieni osa. Tilannetta voidaan parantaa tukien
avulla ja energian verotusta muuttamalla. Puun tarkkaa talteenottoa harkitessaan
metsänomistajan on tiedostettava myös sen haitat. Niistä tärkein liittyy kasvupaikan
ravinnetalouteen. Puun, kuoren ja etenkin neulasten tai lehtien mukana poistuu
ravinteita, jotka karuilla kasvupaikoilla voivat alentaa kasvua ja/tai aiheuttaa
ravinne-epätasapainosta johtuvia kasvuhäiriöitä. Riskikasvupaikkoja ei nykyisin
oteta mukaan arvioitaessa energiapuupotentiaalia. Haittojen vastapainona
metsänomistajan tulee tiedostaa myös energiapuun korjuun edut, joista
metsänhoidollinen aspekti on tärkein. Välitön rahallinen tuotto ilman yhteiskunnan
tukea on pieni, yleensä vain nimellinen korvaus puusta, mutta korjuu kuitenkin lisää
nuorten metsien hoidon ja vajaatuottoisten metsien uudistamisen kannattavuutta.
Metsänhoito on investointi tulevaisuuteen, josta tuotot realisoituvat myöhemmin.
Hyötyä tulee periaatteessa hetikin laskennallisen kestävän hakkuusuunnitteen
nousun muodossa. Absoluuttinen suunnitevaikutus on yleensä pieni metsälö- tai
metsätilatasolla, mutta suuralueiden puuntuotannossa se on merkittävä.

Varttuneiden metsien kasvatusta on käsitelty erittäin laajasti pääluvussa 7.
Suunnitelmaan verrattuna vain pystykarsinta on jäänyt ilman omaa, erillistä tarkaste-
lua. Sen merkitys puutavaran laadun kohottamiskeinona tulee kuitenkin selvästi esil-
le eri yhteyksissä. Karsinta voi olla parempi laatukasvatuksen keino kuin taimikon
kasvattaminen ylitiheänä. Harvennushakkuiden merkitys Suomen puuntuotannossa
on suuri. Ilman niitä metsien arvo romahtaisi noin puolen kiertoajan sisällä, minkä
jälkeen sen aktiivinenkin kohottaminen reaalisesti nykyiselle tasolle kestäisi ainakin
yhtä pitkän ajan, siis 40-50 vuotta. Suomella ei ole varaa laiminlyödä metsiensä hoi-
toa, ml. harvennushakkuut! Raportissa käydään läpi perusteellisesti harvennustavat
ja -mallit sekä kasvatusmallit tavoitteena niihin liittyvän käsitteistön selventäminen.
Termien käyttö on ollut hieman epäyhtenäistä, johon tämän tarkastelun toivotaan
tuovan parannusta. - Harvennustapa ilmaisee poistettavien puiden valintaperusteen -
vaihtoehtoja ovat harsinta ja systemaattinen harvennus sekä laatu-, ylä- ja alaharven-
nus, joista viimeksi mainittu on vallitseva käytäntö nykyisin. Harvennussmallit ilmai-
sevat milloin hakkuuseen on syytä ryhtyä ja kuinka voimakkaana sen voi tehdä.
Hakkuuohjelmat antavat vihiä hakkuiden lukumäärästä ja niiden ajoituksesta, kun
tavoitteena on joko puuntuotannon määrän tai liiketaloudellisen kannattavuuden

maksimointi. Hakkuuohjelma kattaa metsikön kasvatusketjusta suuren osan eli jakson ensiharvennuksesta päätehakkuuseen. Kasvatusmalli kattaa metsikön koko kierroajan uudistaminen ja taimikonhoito mukaan lukien. Laajassa merkityksessä kasvatus-malleihin sisältyy myös metsikön kasvattaminen sekametsikkönä (metsikkölaji) ja kaksijaksoisena, mitkä tavat meillä usein yhdistyvät. Myös eri-ikäismetsätalous ja vesametsätalous voidaan katsoa kasvatusmalleiksi.

Raportissa sivutaan lyhyesti ensiharvennusproblematiikkaa, missä puunkorjuuseen liittyvät kysymykset ovat keskeisellä sijalla. Kannattavuuden kannalta tehokkuus ja puun tarkka talteenotto kuitu- tai energiapuuksi ovat tärkeitä. Puunkorjuuta yleensä tarkastellaan raportissa aika laajasti eri näkökulmista. Johtava periaate puunkorjuussa on sama sekä myyjällä että ostajalla: korjuun yksikkökustannusten minimointi. Teknologia on mullistanut puunkorjuumenetelmät kokonaan noin 30 vuoden sisällä. Hakkuissa metsuria tarvitaan enää ensiharvennuksissa, myrskytuhojen siivouksessa ja koneiden kannalta maastollisesti epäedullisissa olosuhteissa. Myyjän omatoiminen puunkorjuu hankintahakkuissa lisää manuaalista työtä koneiden kannalta paremmillakin kohteilla. Korjuun tehokkuutta, korjuujälkeä ja ergonomiaa tulee aina tarkastella yhdessä. Yhden osatekijän yksipuolinen maksimointi johtaa huonompaan kokonaistuloksen tavalla tai toisella. Puunkorjuun uutena ongelmakenttänä on itsenäisten koneyrittäjien terveys ja talous. Kireä kilpailu ja kalliit koneet pakottavat koneiden täystehoiseen käyttöön, mikä helposti johtaa työntekijöiden ylirasitukseen. Tähän helpotusta tuovat koulutus ja koneiden parantuva ergonomia, mihin aiheellisesti kiinnitetään lisääntyvää huomiota.

Konetyön yleistyessä korjuujäljen seurannan ja parantamisen merkitys on lisääntynyt. Työn laatua mitataan puusto- ja maastovaurioiden määrällä sekä jäävän puuston metsänhoidollisella laadulla. Korjuuvauriot ovat primäärisiä abioottisia tuhoja, jotka suoraan eivät juuri alenna metsän arvoa, mutta joiden seuraukset sienituhoina ja kasvutappioina ovat merkittävät Suomen metsätaloudessa. Hyvä korjuujälki edellyttää koulutusta ja kokemusta. Koneellisessa harvennushakkuussa koneen käyttäjä myös valitsee poistettavat puut ja päättää harvennusvoimakkuudesta, mikä vaatii metsänhoidollista näkemystä.

Metsätaudit ja tuhot voidaan luokitella tavallisiin ja satunnaisiin. Edelliseen ryhmään kuuluvat taudit ja tuhot johtuvat pääosin bioottisista tekijöistä ja niiden esiintymistä sekä vaikutuksia voidaan ennustaa melko hyvin kasvualustan ominaisuuksien, puulajin, kehitysluokan ja alueen perusteella. Jälkimmäiseen ryhmään kuuluu pääosin ilmastotekijöistä johtuvia äkillisiä abioottisia tuhoja, esimerkiksi myrsky- ja tykkytuhot sekä metsäpalot. Puusto- ja kasvupaikkatekijät vaikuttavat näidenkin tuhojen esiintymiseen ja voimakkuuteen, mutta niiden ennustettavuutta huonontaa olennaisesti ilmastotekijöiden arvaamattomuus.

Korjuuvaurioiden lisäksi raportissa käsiteltyjä abioottisia tuhoja ovat tuuli- ja tykkytuhot, halla- ja pakkasvauriot, metsäpalot, kuivuuden, kasvualustan liiallisen märkyyden ja ilmansaasteiden aiheuttamat tuhot sekä pystypuiden karsinnassa syntyvät mekaaniset vauriot. Väärin ajoitettu typpilannoitus ja typpilaskeuma voivat aiheuttaa kylmästä johtuvia vaurioita ja kasvuhäiriöitä. Teollisuuden ja liikenteen rikkipäästöt ovat potentiaalinen uhka kasvillisuudelle ja kasvualustalle. Ilmansaasteiden vesiä ja maaperää happamoittava vaikutus on uhka Suomessa herkimmillä kasvupaikoilla, mutta toistaiseksi metsien terveydentilan laaja-alaisesta heikentymisestä päästöjen vuoksi ei ole tutkimuksiin perustuvaa näyttöä. Happamoitumista voidaan torjua kalkituksella ja tuhkalannoituksella, mihin kulutus on luonnonmukainen keino. Raskasmetalleja, joilla on suoria myrkkyyvaikutuksia kasvillisuudelle, kertyy luontoon paikallisesti pienillä alueilla eräiden teollisuuslaitosten ympärillä.

Varttuneiden metsien sienitaudeista raportissa tarkastellaan lyhyesti versosurmaa, tervasrosoa, maannousemaa ja tyvitervastautia sekä lehtipuiden lahoisuutta. Versosurmaepidemioita esiintyy epäedullisten, so. kylmien ja kosteiden kasvukausien jälkeisinä kesinä. Tauti tappaa isojen puiden alaoksistoa, mikä aiheuttaa lähinnä vain kasvatappiota. Tervasroso tekee mäntyjen runkoihin suuria koroja, jotka alentavat tukkipuiden arvoa. Sairas puu voi kitua hengissä pitkäänkin - aika riippuu koron laadusta ja sijainnista rungolla. Versosurman ja tervasrosan ainoa hoitokeino on sairaiden puiden poistaminen metsiköstä lisätartuntojen ehkäisemiseksi. Juurikäävän aiheuttama männyn tyvitervastauti lahottaa juuristoa, minkä seurauksena puita kituu ja kuolee ryhmissä. Tauti myös lisää puiden tuulenkaatoja. Kaakkois-Suomi on tyvitervastaudin pahinta esiintymisaluetta. Juurikäävän aiheuttama varttuneiden kuusien tyvilahoisuus, maannousema, on laaja metsätaloudellinen ongelma varsinkin Pohjanmaan rannikkoalueella. Lahoa on vaikea todeta puuta vahingoittamatta. Jos kuusikon harvennushakkuissa on ilmennyt tyvilahoa, metsikkö kannattaa uudistaa mahdollisimman nuorena tyvitukkimenetysten minimoimiseksi. Voi nimittäin käydä niin, että puuston 'lihottaminen' uudistamista lykkäämällä onkin sen lahottamista, mikä merkitsee negatiivista arvokasvua. Perä-Pohjolassa vanhojen kuusien yleinen lahoisuus ei johdu juurikäävästä, vaan tuhon aiheuttaa joukko muita sieniä. Vesasyntyisten lehtipuiden lahoisuus on pikemminkin sääntö kuin poikkeus. Niiden kasvataminen sekapuuna kuitupuukokoon on kuitenkin perusteltua mm. metsänhoidollisista ja ekologisista syistä. Lievä lahoisuus ei ole ongelma puunmyynnissä silloin, kun metsäteollisuudella on pulaa lehtikuitupuusta.

Metsien hyönteistuhuista raportissa tuodaan esiin käytännön metsätalouden kannalta tärkeimmät. Kaarnakuoriaisista tarkastellaan mm. männyn ytimennävertäjiä, kuusen tähtikirjaajaa, monikirjaajia, kirjanpainajaa, ukkoniluria, koivun mantokuoriaista sekä lehtipuun ja havupuun tikaskuoriaisia. Paitsi että ne vaivaavat ja tappavat eläviä puita, monet lajit alentavat myös valmiin puutavaran laatua. Puusotuhvoja torjutaan ennakolta käytännössä parhaiten tuoreen kuorellisen puutavaran metsävarastoinnin oikealla ajoituksella. - Puutavaran pilaajista raportissa käsitellään lyhyesti myös sarvijääriä, okakaarnakuoriaista ja puupistiäisiä. - Ytimennävertäjät voivat alentaa puiden kasvua paljonkin. Erään arvion mukaan männyn vuotuinen kasvatappio Suomen metsissä oli miljoonan kuutiometrin luokkaa. Raportissa käsitellään myös rusko- ja pilkkumäntypistiäistä sekä mäntymittaria, joista viimeksi mainitun merkitys tuholaisena ei ole suuri. Mainitut pistiäiset sen sijaan aiheuttavat aika ajoin laaja-alaista tuhoa. Jos epidemia on puhjennut, sitä torjutaan tarvittaessa toukkia tappavan virusliuoksen lentolevityksellä. - Hyönteistuhojen yhteydessä loppuraportissa tulevat vielä esille kuusijäärät, hevosmuurahainen sekä eräät lehtikuusen ja lehtipuiden tuhohyönteiset.

Kasvualustan puuntuotoskyvyn hoitoa ei ole käsitelty raportissa omana kokonaisuutena, kuten suunnitelmatyöryhmä oli toivonut. Lannoitusta sivutaan kyllä monessa eri yhteydessä. Lannoitukset voidaan luokitella kasvatus- ja kunnostuslannoituksiin toimenpiteen pääasiallisen tarkoituksen perusteella. Edellisissä tavoitteena on lisätä puuston kasvua ja seuraavassa hakkuussa realisoituvaa kantorahatuloa. Jälkimmäisillä pyritään kohentamaan puuston heikkoa kuntoa ja ehkäisemään puustotuhvoja kasvualustan ravinnetasapainoa korjaamalla tai happamuutta lievittämällä. Kunnostuslannoituksen yhteydessä myös ilmaisia hoito- ja terveyslannoitus näkyy käytettävän. Kangasmailla annetaan typpeä ja booria sekä kuusikoissa myös fosforia. Suometsissä on annettava myös kaliumia, mutta lisätyppeä ei tarvita kaikilla kasvupaikoilla. Kunnostuslannoitteissa voi olla boorin lisäksi muitakin hivenravinteita etenkin ojitetuilla soilla. Kokeita on tehty mm. kuparilla, sinkillä ja mangaanilla

vaihtelevin tuloksin. Myös tuhkaa ja kalkkia käytetään maanparannusaineina. Tuhkalla on sekä happamuutta alentava että ravinnetaloutta (hivenravinteet) kohentava vaikutus, kuten mm. kulituksen yhteydessä on tuotu esille. Kalkitusta on käytetty paljon Ruotsissa metsämaan happamuuden alentamiseksi. Tutkimusten mukaan pelkkä kalkitus ei lisää puuston kasvua, pikemminkin päinvastoin. - Metsäparannusvaroista saa nykyisin tukea vain terveyslannoituksiin.

Kasvualustan vesitalouden parantaminen ja hoito ojituksilla suometsissä ja soistuneilla kankailla on puuston kasvun kannalta tärkeää. Nykyisin Suomessa ei enää tehdä uudisojituksia. Kunnostusojituksia sen sijaan tuetaan metsäparannusvaroista. Vesitalouden suhteen ongelmallisilla kasvupaikoilla ojitustarve tulisi arvioida aina hakkuiden yhteydessä. Haihduttavan latvuston voimakas vähentyminen voi johtaa pohjavedenpinnan nousuun eli kasvualustan vettymiseen puuston kasvua haittaavassa määrin. Ojitetuilla alueilla on seurattava ojaston toiminnan luonnollista heikentymistä ja varottava ojien tukkeutumista puunkorjuussa. Tarvittaessa tehdään kunnostusojitus ojastoa täydentämällä ja/tai vanhoja ojia perkaamalla. - Soilla toimittaessa ojitus, lannoitus ja puunkorjuu on suunniteltava hyvin etukäteen ja toteutettava tiukasti toisiinsa synkronisoituina. Vesistöhaittojen torjuntaan on kiinnitettävä suurta huomiota suometsien käsittelyssä. Lannoitusajankohta ja lannoitteen laatu vaikuttavat ravinteiden kulkeutumiseen suon alapuolisiin vesistöihin eli ravinnekuormitukseen. Kiintoainekuormitusta voidaan vähentää lietekuoppia ja laskeutusaltaita tekemällä ja ojituskelvottomia soita ennallistamalla.

Liitteen 1 kohdassa 4 annetaan ojitus-, lannoitus- ja pystyarsintakirjallisuutta. Sen tarkoituksena on paikata joltakin osin sitä aukkoa, minkä näiden aihepiirien kokonaisvaltaisen tarkastelun puuttuminen raportista aiheuttaa. - Suomalaista ojitus- ja lannoituskirjallisuutta on erittäin runsaasti. Kirjallisuustietokannasta löytyi lähes 700 ojitusta koskevaa artikkelia ja yli 600 lannoitusta koskevaa artikkelia. Näihin ryhmiin sisältyi yli 300 samaa artikkelia, joissa siis käsitellään sekä ojitusta että lannoitusta. Vain joko ojitusta tai lannoitusta koskevia artikkeleita oli 640 kpl. Läheskään kaikkea materiaalia ei ole voitu esittää liitteessä 1. Valinnan painopiste on ollut perusteita sekä ympäristö- ja monikäyttövaikutuksia koskevassa kirjallisuudessa. Kunnostusojitusta sekä terveyslannoituksia ja kalkitusta koskevat artikkelit on pyritty ottamaan mukaan mahdollisimman kattavasti.

Metsänkasvatuksen kannattavuutta koskevaa kokonaisesitystä raportissa ei ole, mutta päätöksiin liittyviä kannattavuusvaikutuksia tulee siinä esille metsikön kiertoajan kaikissa vaiheissa. - Käsittelypäätöksiä tekijöiden tulisi ottaa huomioon välittömien tulojen ja menojen lisäksi myös päätöksestä myöhemmin aiheutuvat suorat ja epäsuorat taloudelliset seuraukset. Laskennallinen nettotulojen nykyarvo on periaatteessa yksiselitteinen päätöskriteeri. Sen heikkouksina ovat tulojen ja menojen ajoittumiseen, riskeihin ja korkokantaan liittyvät epävarmuustekijät. Niiden lisäksi epätietoisuutta lisäävät nykyisin myös aineettomien hyötyjen arvottamisongelmat, joiden ratkaisut ovat henkilökohtaisia. Metsätalouden investointien keskinäistä kannattavuutta voidaan verrata mm. sisäisen korkokannan menetelmällä, joka sekään ei ole päätöksenteon täydellinen apuväline. Metsikön kasvatusketjuun sisältyy monta päätöstä, joiden keskinäinen riippuvuus vähenee 'välimatkan' (so. ajan ja/tai ns. välipäätösten) lisääntyessä. Päätöksenteon tukijärjestelmä -hankkeessa kehitetään laskeutaohjelmistoa, jolla voi tutkia metsikön kehitystä, hakkuukertymää ja kannattavuutta käyttäjän antamalla lähtöarvoilla ja hänen tekemillä käsittelyvalinnoilla. Tarkastelujakson alun ja lopun tulee olla vapaasti valittavissa, jotta laskeutaohjelmisto palvelisi käytännön tietotarpeita joustavasti. Kestävyyden varmistamiseksi tarkastelua tulisi voida jatkaa alkukohdasta kiertoaika eteenpäin.

Kannattavuusnäkökohdat vaikuttavat päätökseen metsikön uudistamisesta. Raportissa on käsitelty uudistamiskypsyyden ja vajaatuottoisuuden kriteereitä ja tuotu esiin se, että myös metsätalousyksikön tavoitteet vaikuttavat metsiköiden uudistamisjärjestykseen - talousyksikön (esim. metsätila) tuloksen optimointi voi edellyttää epäoptimaalisia ratkaisuja metsikkötasolla. Metsänparannustoimenpiteet (ojitus, lannoitus, pystykarsinta ja metsitys) ovat suoraan kannattavia oikeissa kohteissa. Metsäparannustoimintaa edistetään lisäämällä kannattavuutta tuki- ja veropoliittisin keinoin. Luonnonsuojelu ja monimuotoisuuden vaalinta metsikön käsittelyssä aiheuttavat metsänomistajille suoria kustannuksia mm. hakkuutulojen pienen-tymisenä, mutta mahdolliset hyödyt korjaa yleensä jokin muu taho. Metsätuhoista tyvilaho aiheuttaa rahallista tappiota, mistä ei saa korvausta. Sama koskee puunkorjuuvaurioiden seurauksista (lahon lisääntyminen ja kasvutappio) johtuvaa myyntitulojen alentumista. Myös lievät hirvituhot jäävät kokonaan metsänomistajan vahingoksi. Pahoista hirvituhoista saa korvausta, jos osaa toimia oikein - taimikot on tarkistettava, tuhokohteet on osoitettava ja niiden arviointia on vaadittava.

Metsätaudit ja tuhot vaikuttavat metsikön kehitykseen ja metsänkasvatuksen tuloksiin, mikä tulisi ottaa huomioon jollakin tavalla myös käsittelyvaihtoehtojen vertailulaskelmissa, koska eri tavoin käsiteltyjen metsiköiden kestävyys on erilainen. Tuholaji ja riski ovat pitkälle sidoksissa metsikön kehitysvaiheeseen. Koko kiertoajan riskit voidaan periaatteessa kuvata puulaji- ja kasvupaikkakohtaisilla matriiseilla, joissa kunkin solun lukuarvo (0-1) ilmaisee ko. tuholajin esiintymistodennäköisyyden ko. kehitysvaiheessa. Metsikköjoukossa lukuarvo on ennuste niiden metsiköiden osuudesta, joissa tauti tai tuho esiintyy. Pelkällä riskitiedollakin on merkitystä aidossa valintatilanteessa, sillä muuten tasavertaisista vaihtoehdoista kannattaa valita turvallisin. Metsätautien ja tuhojen vaikutusten kvantifiointi edellyttää arvioita myös siitä, miten ne vaikuttavat metsikön rakenteeseen ja kehitykseen. - Se miten näitä asioita tulisi käsitellä metsikkötason laskelmissa ansaitsisi oman tutkimuksensa. Satunnaiset tuhot saattavat vaatia erilaista lähestymistapaa kuin tavalliset metsätaudit ja tuhot.

Metsikön käsittely äärevissä olosuhteissa on tärkeä aihealue, jota raportissa on voitu vain sivuta joissakin yhteyksissä. Suojametsistä ja metsänrajametsistä on saatu uutta tutkimustietoa, mikä yhdessä uusien lakien ja asetusten kanssa on vaikuttanut käsittelyohjeiden tarkistamiseen. Pääperiaate on edelleen se, että metsätalous ei saa lisätä metsänrajan alentumisen riskiä. Luontainen uudistaminen on päämenetelmä, joskin keinollistakin uudistamista saa tarvittaessa käyttää. Kevyt maankäsittely on luvallista siinä kuin tavallisissa talousmetsissäkin. Uudistamisen sekastrategiaa sovelletaan yleensä siten, että harvojen siemenpuuasentojen uudistumista varmistetaan kylvöllä. Keinollisen uudistamisen aloille voidaan jättää siemennyskykyisiä jätetöpuita. Toisin kuin ehkä usein luullaan, harvennukset tehdään pääsääntöisesti alaharvennuksina. Metsäkuviot ovat suuria ja puuston tiheys kuvioiden sisällä vaihtelee paljon mm. luontaisen syntyvän johdosta. Tästä syystä harvennushakkuut ovat joskus vain tiheimpien osakuvioiden harventamista, missä välialueet jätetään käsittelemättä. Toimenpide on kuitenkin tarpeen ylitiheydestä aiheutuvien vahinkojen välttämiseksi.

Metsätalouden korkeita alueita (ennen ns. lakimetsiä) on Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Korkeiden alueiden metsät ovat usein samalla myös suoja- tai metsänrajametsiä, lumituhoalueiden metsiä tai Pohjois-Suomen kuusimetsiä, joiden käsittelyyn kaikkiin liittyy samantyyppisiä ongelmia. Pahimmillaan korkean alueen metsikössä voi yhdistyä lähes kaikki em. ryhmissä esiintyvät ongelmat. Korkeiden alueiden ensisijaisena rajaamisperusteena on laskennallinen lämpösumma,

joka riippuu maantieteellisestä sijainnista ja maaston korkeudesta merenpinnan suhteen. Kohteen ekspositio eli maaston muoto (laakso, rinne tai laki) ja rinteiden kaltevuuden suunta on otettava huomioon tarkentavina tekijöinä. Pohjois-, koillis- ja itärinteillä raja on 50-30 metriä alempana kuin vastakkaisiin ilmansuuntiin kallistuvilla rinteillä. Mikäli ollaan lumituhoalueella, rajaa tulisi vielä hienosäätää tarvittaessa alemmalle tasolle.

Alemmasta lämpötilasta johtuen lumi viipyy korkeilla alueilla kauemmin kevääseen tai alkukesään hidastaen maan lämpenemistä ja kasvun alkamista. Kasvu-kausi jää lyhyemmäksi ja lämpösumma pienemmäksi kuin alavammilla mailla samalla seudulla. Tuulituhojen todennäköisyys on suurempi korkeilla mailla, mikä tulee ottaa huomioon hakkuissa. Tuulilla on myös puustoa kuivattava vaikutus keväthalvella ja kesän kuivina kausina. Pienemmästä lämpösummasta ja/tai tuulien kuivatavasta vaikutuksesta johtuen puiden pituus jää lyhyemmäksi kuin alavilla mailla, mutta puuston tiheys alkaa laskea vasta aivan metsänrajan tuntumassa. - Uudistamisongelmat ovat keskeisellä sijalla korkeiden maiden metsien käsittelyssä, mikä kuvastuu myös sitä koskevassa tutkimuskirjallisuudessa. Taimien kuolleisuus on suuri mm. lämpöilmaston epäedullisuudesta johtuen. Mäntyä ei tulisi viljellä sellaisilla alueilla, joilla lumituhojen riski on kokemusperäisesti ilmeinen. Kuusi, lehtikuusi ja mustakuusikin ovat varteenotettavia puulajivaihtoehtoja keinollista uudistamista käytettäessä.

Taimikoiden ja riukumetsien lumituhoja sattuu aika ajoin kaikissa metsissä, mutta varsinaisilla lumituhoalueilla ne ovat pikemminkin sääntö kuin poikkeus. Pahimmilla lumituhoalueilla tulevat toimeen vain kuusi ja lehtipuut, jotka siitä syystä esiintyvät siellä myös männylle paremmin sopivilla kasvupaikoilla. Kuusen etuna on sen elävän latvuksen rakenne, jonka ansiosta lunta kertyy tasaisemmin kuin männyn latvukseen. Vaaramailla lunta voi kuuseen kertyä monta tonnia, mutta sen painopiste on alempana rungolla kuin männyllä. Tuulessa ja auringon alkaessa lämmittää lumi karisee alas kuusesta helpommin kuin männystä. Toki lumi murtaa kuusenkin latvoja ja oksia, mutta murrot eivät ole puun kannalta niin vakavia kuin männyllä. Murtojen seuraustuhona tulee latvalahoa, jolla puutavaran saannon kannalta ei kuusella juuri ole merkitystä. Kuten edellä jo todettiin, mäntyä ei kannata viljellä, jos lumituhoriski on suuri. Mäntyä kyllä kasvaa sekapuuna pahimmillakin lumituhoalueella, mutta lähes jokaisen puun rungon tekninen laatu on huono lumituhojen vuoksi. Tykyn tuottoa alentava vaikutus otettiin huomioon metsän pinta-alaverotuksessa 1980-luvulla.

Kuusivaltaisia metsiä on syntynyt Pohjois-Suomeen monesta syystä. Ennen ns. konsessiohakkuissa, joissa valtio möi hakkuuoikeuksia ulkopuolisille tahoille, sekametsikoista poimittiin parhaat puut ja jäljelle jäi pääasiassa kuusia ja lehtipuita kasvavia jätemetsiä, jotka usein olivat näille puulajeille sopimattomilla kasvupaikoilla. Metsähallitus on korjannut konsessiohakkuiden jälkiä vuosikymmeniä keinollisesti uudistaen. Kuusen biologinen vahvuus puolivarjopuuna on levittänyt kuusta myös liian ravinneköyhille maille. Sellaisilla kasvupaikoilla kuusialikasvokseen perustuva luontainen uudistaminen on synnyttänyt vajaatuottoisia kuusimetsiä, joiden kasvu on heikko ja tukin saanto huono. Metsiköt uudistetaan viljellen männylle. Kuuselle sopivillakin kasvupaikoilla puuston kasvu hiipuu aikaa myöten paksusta sammalkerroksesta ja kuntasta aiheutuvan mineraalimaan kasvupaikkatekijöiden (lämpö, happi ja ravinteet) huonontumisen vuoksi. Paksusammalkuusikoiden uudistaminen kohtuullisessa ajassa edellyttää voimakasta kasvualustan käsittelyä sekä luontaista että keinollista uudistamistapaa käytettäessä. Pahimmilla tykkytuhoalueilla kuusi on hyväksyttävä myös kasvualustoilla, jotka muuten olisivat sopivampia männylle. Viljelyssä voidaan käyttää lehti- ja mustakuusta. Ns. absoluuttiset kuusi-

maat, joilla maan fysikaaliset ominaisuudet ovat ongelmien lähtökohtana, muodostavat vielä oman ongelmaryhmänsä Pohjois-Suomen kuusimetsien käsittelyssä. Maan hienojakoisuudesta johtuva huono vedenläpäisevyys tekee kasvualustan ajoittain niin anaerobiseksi, että pitkän päälle siinä pärjäävät vain kuusi ja hieskoivu. Veden lisäksi ravinne-epätasapaino voi haitata mäntyjen kehitystä. Viljelymännyt voivat kasvaa aluksi hyvin, mutta myöhemmin taimien kunto heikkenee ja ne kuolevat. Puulajin suuri merkitys absoluuttisilla kuusimailla on valjennut epäonnistuneiden uusintaviljelyjen myötä.

Rantavyöhykemetsissä tuuli- ja valoilmasto sekä eräät kasvualustan ominaisuudet ovat erilaiset kuin vyöhykkeen takana olevissa metsissä. Tuulien kuivattavan vaikutuksen johdosta puut voivat jäädä lyhyemmiksi. Mereltä tulevien ilmavirtojen suolapitoisuus on keskimääräistä suurempi, mikä voi myös vaikuttaa puiden vesitalouteen. Usein kivisyys ja/tai peruskallion läheisyys lisäävät kuivuushaittaa. Säteilyä rantavyöhyke saa tavallista enemmän, jonka ansiosta puusto pystyy kasvamaan tiheämpänä ja vertikaalisesti erikokoisrakenteisempänä. Tämä edistää luontaista uudistumista ja vähentää hakkuissa vaadittavan suojavyöhykkeen leveyttä vesistöä vasten. Saarissa rantavyöhykettä on paljon suhteessa pinta-alaan. Saarimetsätaloudessa korjuukaluston siirtely ja puun kaukokuljetus vaativat erityisjärjestelyjä. Puunkorjuun ajoitus on vahvasti sidoksissa vuodenaikaan ja hakkuista on keskitettävä ajallisesti ja alueellisesti kustannusten pitämiseksi kilpailukykyisellä tasolla. - Maankohoamisilmiö vaikuttaa metsätalouteen eniten Pohjanmaan merenrannikolla ja saarissa. Irtomaakerroksen ohuus, kivisyys ja hienojakoisuus sekä ravinne-epätasapaino leimaavat merestä noussutta uutta kasvualustaa. Pioneeripuulajina toimii harmaaleppä, joka valmistaa maata kuuselle ja muille puille. Leppävyöhykkeen leveys riippuu rannan topografiasta. Kuusikoita on uudistettu viljellen männylle, mutta nyt suositellaan uudistamista kuuselle tai etenkin tyvilahon riskialueilla rauduskoivulle. Eräillä alueilla maankohoamisilmiö muuttaa jokivesien virtausta mereen. Jos virtaus vaikeutuu, ilmiön vaikutus voi ulottua kauaskin sisämaahan lisäten siellä tulvia ja soistumista.

Ojittamattomien suometsien käsittelyä voidaan myös pitää äärevissä oloissa tapahtuvana metsänkasvatuksena vesitalouden ongelmien vuoksi. Osalla luonnontilaisistakin suometsistä on metsätaloudellista arvoa. Etenkin sellaisilla turvemaidella, joilla kasvualustan vesi virtaa maaston kaltevuuden ansiosta, puustoa voi olla paljon ja nuoren hoidetun puuston kasvu voi olla hyvä. Virtaava vesi kuljettaa happea ja mineraaliravinteita suometsikön ulkopuolelta puiden juuristojen käyttöön. Latvuston haihduttaminen toimii kuin ojitus - se kuivaa kasvualustaa juuri silloin, kun se puiden kasvun kannalta on olennaisinta. Toisin kuin kangasmailla, puiden kasvu ei hidastu iltapäivällä kesäkuivallakaan veden puutteen vuoksi. - Luonnontilaisten soiden käsittelyssä latvusbiomassan merkitys metsikön vesitaloudessa on keskeisessä asemassa. Sen äkillinen vähentyminen esim. hakkuun seurauksena nostaa pohjavesipinnan tasoa. Karuilla rämeillä luontaista taimiainesta syntyy runsaasti suon kuivemmille paikoille, mikäli valoilmasto ja vesitalous ovat kunnossa. Turpeen 'siemenpankin' ansiosta luontainen uudistaminen onnistuu helposti väljennys-, siemenpuu- ja avohakkuunkin jälkeen, ellei kasvualusta pääse vettymään liikaa. Korpikuusikoiden uudistamisessa voidaan käyttää kaistalehakkuuta. Aloille tulee herkästi lehtipuustoa, joka saa toimia alkuun kuusentaimien verhopuustona - korpijuotithan ovat erityisen hallanarkoja kasvupaikkoja. Jos suometsikkö on vaarassa vettyä liikaa harvennus- tai uudistushakkuun seurauksena, mutta kasvupaikkatekijät muuten ovat puunkasvulle otolliset, metsänomistajan kannattaa harkita uudistusojitusta. Tätä metsänparannuslajia ei nykyisin tueta julkisista varoista eikä sitä hyväksytä sertifioinnissa. Siitä huo-

limatta se on kannattava toimenpide oikeilla kasvupaikoilla. Vesitalouden korjaantumisen ansiosta turpeen ravinnevarat aktivoituvat aikaa myöten puuston käyttöön, joten ojituksella on myös epäsuora lannoitusvaikutus.

Taajamametsät lisääntyvät asutuskeskusten laajentuessa. Rakentamiselta säästyneitä metsiä taajamien sisällä käsitellään pääsääntöisesti siten, että niiden suoja- ja virkistysarvot säilyvät. Metsä vaimentaa melua ja sitoo ilmasta pölyä sekä tuottaa ilmaan happea. Metsän sisällä ilmasto ei ole niin äärevä kuin lähes puuttomassa rakennetussa ympäristössä vastaavalla alueella. Kesäkuumalla latvuston haihduttaminen viilentää ilmaa paikallisesti. Metsä lisää taajamien linnustoa. Taajamametsissä harjoitetaan paljon ulkoilua ja liikuntaa, joihin usein vielä liittyy marjojen ja sienien poimintaa. Intensiivisen monikäytön alueilla metsäympäristön laatu saattaa huonontua roskaantumisen, aluskasvillisuuden kulumisen, maan tiivistymisen ja pienien puiden vaurioitumisen takia. Näitä haittoja ilmenee myös taajamien lähimetsissä. Haittoja voidaan ehkäistä ohjaamalla liikkumista poluille, joiden varteen sijoitetaan metsäluontoon hyvin sulautuvia roskien keruupisteitä. Tuloksellisuus edellyttää myös toimivaa roskahuoltoa. Kaupunkien ja kuntien omistamisessa metsissä edellä kuvattu järjestely on helppo toteuttaa, joskin siitä aiheutuu suoria kustannuksia.

Taajamametsien suoja- ja virkistysfunktiot alentavat puuntuotantoa ja sen kannattavuutta. Metsä on säilytettävä pääsääntöisesti peitteellisenä, mikä sulkee keinollisen uudistamisen pois. Hakkuut ovat ylispuuhakkuita tai metsänhoidollisia harvennuksia ja väljennyksiä, joilla edistetään luontaista uudistumista ja ylläpidetään tai parannetaan metsän laatua monikäyttömetsänä. Näillä hakkuilla julkisyhteisöt saavat tuloja, joista osa menee edellä mainittuihin suoriin kustannuksiin. Taajamametsätalouden toista ääripäätä edustaa puistometsien hoito, jossa hakataan pois yleensä vain kuolevia ja kuolleita puita sekä liikkujille vaarallisia puita. Mitä tulee pihapuihin ja katujen varsilla kasvaviin puihin, niiden osalta ei voida enää puhua metsänhoidosta vaan puunhoidosta. Niiden käsittely ei kuulu metsätalouden piiriin.

Metsänkäsittelyn vaikutuksesta monikäyttöarvoon on mainintoja tässä loppuraportissa monessa eri yhteydessä. Puusto ja kasvualusta yhdessä vaikuttavat metsikön laatuun pelkän virkistyskäytön (ulkoilu ja liikunta) kannalta. Virkistysarvo riippuu myös naapurimetsikoista ja maisemasta. Kasvualustan käsittely pääsääntöisesti laskee virkistysarvoa ainakin joksikin aikaa. Ojituksen vaikutus on pitkäaikainen, joskaan ojitus ei aina välttämättä ole pelkästään negatiivinen asia. Taimikon harvennus ja perkaus lisäävät näkyvyyttä, mutta tähteet ja kannot haittaavat jonkin aikaa liikkumista. Harvennus ja väljennys avartavat metsikön sisäistä näkymää, joten liikkuja voi niin sanotusti nähdä paremmin metsän puilta. Koivun suosiminen sekapuuna havuupuuvaltaisissa metsikoissa antaa valoisamman vaikutelman kuin puhdas männikkö tai etenkin kuusikko. Suojuspuu- ja siemenpuuhakkuut myös lisäävät näkyvyyttä, mutta runsas hakkuutähde haittaa liikkumista. Tähteen kerääminen korjuukoneiden liikkumisurille vähentää liikkumishaittaa ja kasvualustan vaurioitumista. Pienet avohakkuualat lisäävät valoa ja vaihtelua metsään, joskaan ne metsäkuviona eivät ole kovin hyviä virkistyskohteita mm. hakkuutähteen vuoksi - etenkin, jos kasvualusta on käsitelty.

Hakkuut ja maankäsittely joko lisäävät tai vähentävät syötäviä sieniä ja marjoja lajista riippuen. Hyötyjiä ovat mm. korvasieni ja voitatti (maan rikkominen) sekä vadelma ja puolukka (hakkuut). Tiheä metsä on huono marjamaa. Mustikka hyötyy puuston varjostuksen vähentymisestä, mutta kärsii avohakkuusta. Valon lisääntyminen lisää myös ahomansikkaa ja mesimarjaa niille sopivilla kasvupaikoilla. Joilakin pohjoisilla soilla ojitus lisää hillaa ainakin joksikin aikaa. 'Lisähillat' keskittyvät ojavierustoille, mikä helpottaa niiden keruuta. - Metsätalouden vaikutus riista-

eläinten määrin riippuu toimenpiteestä, riistalajista ja vuodenajasta. Ääripäitä edustavat metso ja hirvi. Metsokanta on taantunut voimakkaasti soidinalueiksi sopivien alueiden vähentymisen vuoksi (metsien pirstoutuminen). Toisaalta pirstoutuminen lisää reunametsiä, mikä on eduksi teerikannalle. Metsätalous monipuolistaa metsää lintujen elinympäristönä. Muiden metsäkanalintujen kuin metson kannalta metsätaloudella on sekä positiivisia että negatiivisia puolia, joiden yhteisvaikutusta kantoihin on vaikea arvioida. Voi ehkä sanoa, että sekametsien ja etenkin koivusekoituksen suosiminen metsänkäsittelyssä on helpoin ja luonnonmukaisin maалintukannan hoitotapa. Hirvikanta on kasvanut paikoin liiankin suureksi, mihin ainakin osasyynä on metsien uudistaminen (taimikoiden lisääntyminen). Taimikoissa on enemmän pensaita ja pientä lehtipuuainesta, joka lisää jäniskantaa.

Suomen maa-alasta noin 40 % (11,5 milj. ha) kuuluu poronhoitoalueeseen. Suurella osalla poronhoitoaluetta harjoitetaan myös metsätaloutta. Nämä maankäyttömuodot voivat enimmäkseen toimia rinnakkain pahemmin toisiaan häiritsemättä. Ristiriitoja syntyy eniten metsikön uudistamisvaiheessa, koska uudistamistoimet vaikuttavat eniten poron tärkeimpien luontaisten talviravintokasvien (poronjäkälet sekä naavat ja lupot) määrään. Naavan ja lupon määrä metsikössä on vahvasti sidoksissa puuston ikään ja tilavuuteen. Avohakkuun jälkeen kestää noin puoli kiertoaikaa ennen kuin metsiköllä alkaa taas olla arvoa naava- ja luppolaitemena. Harvennushakkuiden vaikutus on paljon pienempi ja lyhytaikaisempi. Ristiriitaa voidaan lieventää ajoittamalla hakkuut talveen ja ohjaamalla porot hakatuille aloille. - Porojen läsnäolo ei ole suotavaa hakkuun aikana, koska niiden varominen vaikeuttaa työtä. Ennen tarhauksen yleistymistä porojen jäänti kaatuvien puiden alle ei ollut harvinaista. - Hakattujen puiden ylälätköksissä ollut naava ja loppo on kerralla kaikki porojen saatavilla, mikä parantaa ravintotilannetta ratkaisevasti sillä kertaa. Pystyvuista naavaa ja loppoa varisee alas jatkuvasti jonkin verran, mikä sekin kyllä helpottaa porojen selviämistä pahimman kauden yli ilman keinoruokintaa. Hakkuiden ja poronhoidon synkronisointi naavan ja lupon hyödyntämiseksi edellyttää osapuolilta hyvää yhteistyökykyä.

Kaikenlainen liikkuminen jäkälämailla kuivien kausien aikana kesällä rikkoo jäkälikköä. Parhailla jäkälämailla kesäaikainen puunkorjuu ei ole suotavaa. Puuston vähentäminen kuivattaa jäkälää, mikä pienentää jäkäjän kasvua. Maankäsittelyssä jäkälä tuhoutuu kokonaan mineraalimaan paljastumiskohdista. Kulutus on erityisen tuhoisa toimenpide, koska kunnollisen jäkälikön palautuminen alueelle kestää 30-50 vuotta. Kun jäkäliköt ovat suurella osalla poronhoitoaluetta niin kuluneita kuin ne nyt ovat, uudistushakkuidenkin on havaittu vähentävän jäkälää laiduntamisen kannalta merkittävästi vain parhaimmilla jäkälämailla pohjoisessa. Hakkuutähde uusilla hakkuualoilla vaikeuttaa porojen kaivua talvella. Toisaalta hakkuutähde lieventää jäkäjän kuivumishaittaa kesällä. Avohakkuualoilla kaivu vaikeutuu myös sen vuoksi, että lumi kovettuu siellä enemmän kuin metsän sisällä. - Hakkuut lisäävät metsälauhaa, jota porot kaivavat ruuaksi alkutalvesta. Avohakkuun jälkeen metsälauhan lisääntyminen tapahtuu nopeasti ja se on voimakas etenkin tuoreemmilla mailla. Määrä alenee hidastuvasti melkein koko kiertoajan.

Kaikki fyysinen toiminta runsaassa jäkälikössä alentaa sen biomassaa enemmän tai myöhemmin, mikä on selvimmän nähtävissä koristejäkäjän keruualueilla Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Jäkäliköiden pysyminen jatkuvasti huonossa kunnossa poronhoitoalueella johtunee viime kädessä laidunnuksesta. Metsätaloudesta on myös etua poronhoidolle - metsälauha lisääntyy hakkuiden seurauksena ja metsäautotiet helpottavat myös poroelinkeinon harjoittamista. Poroista aiheutuvana haittana metsätaloudelle on vanhastaan pidetty männyntaimien vaurioitumista kaivun ja

kelomisen tuloksena. Konkreettisempi haitta nykyisin lienee kuitenkin se, että uudistaminen koivulle ei onnistu poronhoitoalueella ilman aitaamista.

8.2 Tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia

Tulevaisuus tarjoaa metsänkasvatukselle sekä haasteita että mahdollisuuksia. Niihin liittyviä asioita on tullut raportissa esiin siellä täällä, joskin kokoava esitys puuttuu. Metsänkasvatukseen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään, nimittäin ympäristön muutoksiin ja puuraaka-aineen ja metsäteollisuustuotteiden markkinoiden muutoksiin. Ympäristötekijöistä konkreettisimpia ovat ilmansaasteet. Ne vaikuttavat joillakin alueilla jo nyt, mutta niiden pitkäaikaisvaikutuksista on luonnollisesti vähän empiiristä kokemusta. On mahdollista, että esimerkiksi meillä metsien kasvu hieman lisääntyy laskeumien ansiosta. Toisaalta kyllä tiedetään, että saasteet altistavat puita taudeille ja tuhoille sekä voivat happamoittaa kasvualustaa herkillä kasvupaikoilla. Typpi- ja raskasmetallilaskeumat eivät ole meillä ongelma muualla kuin eräiden päästölähteiden välittömässä ympäristössä. Niiden osalta ei ole nähtävissä tilanteen selvää huonontumista tulevaisuudessa. Rikkipäästöt vähentyvät edelleen, mikä kehitys tosin voi vaarantua mm. voimalaitosratkaisujen seurauksena. Otsonilla on paikallisesti kasvillisuutta ml. puut vahingoittavaa vaikutusta, mutta mikään suuri uhka metsätaloudelle se tuskin on jatkossakaan. - Metsänkäsittelyn päästrategiana ilmansaasteita vastaan on pitää metsät hyväkuntoisina ja suosia lehtipuita aina siellä, missä se suinkin on mahdollista. Hieman erikokoisrakenteinen havu- ja lehtipuita kasvava sekametsikkö on ainakin teoriassa kestävin ilmansaasteita ja niiden seurausvaikutuksia vastaan. Turhia typpilannoituksia tulisi välttää. Kalkitusta ja terveyslannoituksia tarvittaneen tulevaisuudessa enemmän kuin nyt.

Mahdollisella ilmastomuutoksella olisi metsänkasvatukseen kauaskantoisempia vaikutuksia kuin ilmansaasteilla. Ilman hiilidioksiditason selvä nousu teollisena aikana on tosiasia. Yhtenä kasvihuonekaasuna se voi teoriassa nostaa keskilämpötiloja etenkin maapallon kylmimmillä alueilla. Lämpötilan noususta ei ole kaikilta osin kiistatonta näyttöä. Mahdollinen ilmastomuutos on erittäin monimutkainen prosessi, jonka kokonaisvaikutus on erilainen maapallon eri alueilla. Esimerkiksi lämpötilan nousu voi peittyä tai estyä kokonaan pilvisyyden ja sateiden lisääntymisen vuoksi. Kovien tuulien lisääntymistä on epäilty yhdeksi ilmastomuutoksen ilmenemismuodoksi. Fennoskandian kannalta suurin potentiaalinen uhka liittyy Golfvirran käyttäytymiseen. Sen muuttuminen vaikuttaisi erittäin paljon ko. alueen lämpöilmastoon. Golfvirran lämpövaikutuksen ansiosta Suomessa on voitu harjoittaa metsätaloutta pohjoisempaan kuin missään muualla maailmassa.

Ilman hiilidioksidipitoisuuden nousun ja ilmastomuutoksen metsällisiä vaikutuksia Suomessa on tutkittu paljon simuloimalla. Ne tunnetaan melko hyvin niillä oletuksilla, mitä simuloinneissa on käytetty. Jos oletukset eivät vastaa tulevaa todellisuutta, ennusteet eivät toteudu. - Hypoteesi on, että Etelä-Suomen ilmasto vastaisi tulevaisuudessa (50-100 vuoden kuluttua) suurin piirtein nykyisin pohjoisessa Keski-Euroopassa vallitsevaa ilmastoa ja Pohjois-Suomen ilmasto muistuttaisi nykyistä Tanskan tai Etelä-Suomen ilmastoa. Lämpötilan nousu yhdessä lisääntyneen hiilidioksidin kanssa parantaa metsien kasvua voimakkaasti, mikäli vesi ja ravinteet eivät muodostu minimitekijöiksi. Aikaa myöten lehtipuusto lisääntyy eniten ja jalojen lehtipuiden rajat siirtyvät pohjoisemmaksi. Suomeen etabloituu uusia puu-, kasvi- ja hyönteislajeja. Sieni- ja hyönteistuhot lisääntyvät ainakin aluksi ennen kuin metsät

ovat sopeutuneet uusiin olosuhteisiin. Tuulituhoja voi esiintyä enemmän ja pahempaa kuin nykyisin. Jos talvinen sademäärä kasvaa ja se tulee pääosin lumena, lumituhot lisääntyvät. Leudot talvet häiritsevät Suomeen nykyisin sopeutuneiden puulajien talvilepoa, mikä sekin huonontaa metsien terveyttä. Kiertoajat lyhenevät sekä taimikonhoidon ja harvennushakkuiden tarve kasvaa. - Siinä eräitä visioita ilmastomuutoksen vaikutuksista, joita kirjallisuudessa nykyisin esitetään.

Puuraaka-aineen tarve maailmassa kasvaa. Se johtuu polttopuun käytön lisääntymisestä kehitysmaissa ja paperin kulutuksen kasvusta. Toisin kuin aikoinaan ennustettiin, elektroninen tiedonvälitys ei olekaan vähentänyt paperin kulutusta vaan lisännyt sitä. Vastoin ennustuksia ns. 'paperitonta konttoria' tietokoneiden ansiosta ei ole ainakaan vielä syntynyt. Paperin kulutuksen kasvupotentiaali on valtava niissä kehittyvissä maissa, joissa alkaa olla varaa ostaa tai tuottaa itse edes välttämättömyimpiä tuotteita. Teollisuusmaissa paperin kulutuksen kasvua voi hillitä sähköinen viestintä ja ympäristötietoisuuden lisääntyminen. Se ilmenee mm. kritiikkinä, joka kohdistuu mainoksiin ja pakkauksiin kuluvan paperin ja pahvin suureen määrään sekä kierrätyksen lisäämisvaatimuksina. Puuhun pohjautuvien tuotteiden alkuperästä ja tuotantoketjun kestävydestä halutaan lisää tietoa. Sen todistamiseksi on kehitetty sertifiointijärjestelmiä. On mahdollista, että niiden vaikuttavuus markkinoilla lisääntyy. Tuotantoketjun ekologista kestävyyttä on pyritty lisäämään myös kansainvälisillä metsäsopimuksilla, joihin Suomikin on sitoutunut. - Suomen puuraaka-aine ja siitä valmistetut tuotteet ovat hyvälaatuisia. Tuotantoketjun kestävyyttä on vahvistettu monin tavoin ja se pärjää vallan hyvin kansainvälisessä vertailussa. Metsä on uusiutuva luonnonvara, jonka puusto ja kasvualusta varastoivat hiiltä tehokkaasti siten ehkäisten osaltaan ilman hiilidioksidipitoisuuden nousua. Puuenergia on ympäristöystävällinen ratkaisu siltä osin kuin se vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Suomen metsänkasvattajien omatunto on puhdas myös metsäluonnon suojelun osalta.

Maapallon metsien pinta-ala vähentyy maankäytön muuttumisen ja eksploaatioivan käytön aiheuttaman metsän häviämisen seurauksena. Tätä kehitystä pyritään ehkäisemään metsittämällä puuntuotantoon sopivia kasvupaikkoja. Kehitysmaissa metsitysohjelmissa helpotetaan paikallisen väestön polttopuun saantia ja säästetään alkuperäisiä metsiä sekä torjutaan eroosiota. Usein puun ohessa kasvatetaan myös muita hyötykasveja (ns. agroforestry). Tällainen metsitystoiminta ei lisää teollisen raakapuun tarjontaa. Teollisuusmaissa tapahtuva muusta maankäytöstä vapautuvan maan metsitys lisää raakapuun tarjontaa hieman. Metsityksellä on suurempi puuntuotannollinen merkitys sellaisilla laajoilla alueilla, joilla aikoinaan on kasvanut sulkeutunutta metsää, mutta jotka ovat aikojen kuluessa degratoituneet jokseenkin tuottamattomaan tilaan ihmistoiminnan seurauksena. Niillä on melkoinen potentiaali eräiden valtioiden kansallisen puuhuollon kannalta Euroopassakin. Trooppisissa ja subtrooppisissa maissa tapahtuva erittäin nopeakasvuisten puulajien viljely metsitettävillä ja uudistettavilla aloilla lisää raakapuun tarjontaa myös kansainvälisillä markkinoilla. Tuonti sieltä saakka Suomeen ei ole kannattavaa kuljetuskustannusten vuoksi, mutta suomalaisen metsäteollisuuden siirtyminen ulkomaille lähemmäksi raaka-ainetta ja kuluttajia on varteen otettava uhkatekijä metsänkasvatuksen kannattavuudelle Suomessa. Siirtymistä voidaan ehkäistä mm. energiaratkaisuilla ja puuntuotannon kustannuksia alentamalla. - Painostusryhmien toiminta metsätaloutta ja metsäteollisuutta vastaan nostaa puuntuotannon kustannuksia ja raaka-aineen hintaa ja voi lisätä teollisuuden pakoa ulkomaille.

Uudet metsänkäsittelymenetelmät ja mahdollinen ilmastomuutos voivat lisätä aikaa myöten lehtipuutavaran tuotantoa suhteessa havupuutavaran tuotantoon.

Korkealaatuinen, sekapuuna kasvaneista koivutukkipuista valmistettu vaneri säilyttäneen ulkomaisen kilpailukykynsä myös tulevaisuudessa. Samaa voidaan sanoa havusahatavarasta, mikäli laatu ei olennaisesti huonone nykyisestä. Nähtäväksi jää, miten viljelymänniköistä tuleva sahatarava menestyy koti- ja ulkomaisilla markkinoilla tulevaisuudessa. Huonosta laadusta ei makseta kannattavaa hintaa. Pohjoismaisella pitkäkuituisella havupuuselluloosalla ja siitä valmistetulla paperilla lienee kysyntää jatkossakin mm. hyvien kierrätysominaisuuksien vuoksi. Lehtipuilla ei ole samaa laatuetua kuin havupuilla. Eukalyptuspohjaisen tuotannon määrä kasvaa maailmalla ja halvemmasta raaka-aineesta johtuen se pystyy valtaamaan uusia markkinoita. - Tutkimus- ja kehitystoiminta puutuotealalla on vilkasta. Uudet tuotteet saattavat vai-
kuttaa metsänkasvatuksenkin kannattavuuteen tulevaisuudessa.

Metsätalouden maan pinta-alaan vaikuttavat toisaalta pellonraivaus sekä rakentaminen ja toisaalta peltojen metsitys. Sen käyttöön kohdistuu myös muita rajoituksia kuin ne, jotka aiheutuvat varsinaisesta ympäristön- ja luonnonsuojelusta tai rauhoituksista. Metsätaloustaloutta voidaan rajoittaa eri aluetasoilla tehtävillä kaavoituksilla. Seutukaavassa varataan alueita eri käyttötarkoituksiin ja varaukset ovat sitovia. Yleiskaavat ohjaavat maankäytön suunnittelua tarkemmin kaupungeissa ja kunnissa. Yleiskaavassa metsäalue voidaan osoittaa retkeily- ja virkistyskäyttöön, mikä voi rajoittaa metsätaloustaloutta tuntuvasti tai estää sen kokonaan seutukaavasta riippumatta. Detaljikaavojen (asema-, rakennus- ja rantakaavat) alueilla metsätaloutta ei voi harjoittaa ja metsät ovat kokonaan toimenpidekiellossa jo kaavan laatimisaikana. - Tulevaisuudessa suojeleminen ja kaavoitus ilmeisesti vähentävät talousmetsien pinta-alaa, alentavat puuntuotantoa myös talousmetsissä ja lisäävät metsänkasvatuksen kustannuksia enemmän kuin nykyisin. Pääosa rajoituksista on pakollisia, mutta osa monitavoitteisista metsänomistajista suojelee kohteita ja laadituttaa rantakaavoja vapaaehtoisesti. Metsänomistuksen kannattavuus alenee, jos metsänkasvatuksen kustannuksia ei voida alentaa metsänhoidosta tinkimällä eikä kantohintojen nousu kata suojelelusta ja kaavoituksesta aiheutuvia lisäkustannuksia.

Metsänkäsittelyn koneellistuminen vähentää työllisyyttä. Puunkorjuussa koneellisen korjuun osuus voi nousta merkittävästi enää Metsähallituksen hakkuissa ja osassa yksityismetsien hakkuista. Pystykauppojen osuus kasvaa yksityismetsissä, mikä lisää koneellista korjuuta siellä. Konetyö saattaa lisääntyä taimikonhoidossa ja myös ensiharvennuksissa etenkin energiapuuta korjattaessa. Uudet vapaammat metsänkäsittelytavat tuskin lisäävät manuaalista puunkorjuuta merkittävästi. Työtä voi tulla hieman lisää metsäluonnon hoitamiseen liittyvissä tehtävissä etenkin julkisyhteisöjen (valtio, kunnat ja kaupungit) metsissä. Perinteisen metsurin työkenttä monipuolistuu, mikä vaatii koulutusta ja voi lisätä alan vetovoimaa. Muuten metsätöihin pystyvistä työvoimasta tulee pulaa, mikä lisää nuorten metsien hoitamattomuutta. Metsänhoitoon ja manuaaliseen puunkorjuuseen sekä muihin metsätehtäviin erikoistuneilla yrittäjillä voi olla paljon kysyntää tulevaisuudessa. - Metsien monikäyttö lisääntyy. Urbaani väestö tarvitsee kaupunkielämän vastapainoksi virkistystä luonnollisemmassa elinympäristössä. Maaseutu tarjoaa mahdollisuuksia ulkoiluun, johon voi liittää marjojen ja sienien keruuta sekä metsästystä ja kalastusta. Voi olla, että maatalo-, luonto- ja elämysmatkailua järjestäviä maatilametsänomistajia ja metsätilallisia on tulevaisuudessa enemmän kuin nyt.

8.3 Kirjallisen tuotteen kehittämismahdollisuuksia

Tässä pääluvussa on tähän mennessä tarkasteltu loppuraportin sisältöä ja käsitelty laajemmin niitä asioita, joissa alkuperäisen suunnitelman mukaiset tavoitteet eivät ole toteutuneet. Yhteenvetona toistettakoon vielä ne kohdat, jotka jatkossa edellyttävät syvällisempää paneutumista asiaan tutkimusten ja muun tietämyksen valossa.

1. Metsänparannustoimenpiteet muodostavat kokonaisuuden, joka vaatisi laajemman yhtenäisen esityksen. Pystykarsinta, lannoitukset ja vesitalouden hoito ovat työlajeja, joihin saa julkista tukea soveltuvin osin. Toimenpiteillä on merkitystä laatupuun kasvatuksessa sekä puuston terveyden ja kasvualustan tuotoskyvyn hoidossa.
2. Metsikön käsittely äärevissä olosuhteissa on toinen, laaja aiheryhmä, joka ansaitsisi laajemman kokonaisesityksen. Siihen sisältyy monipuolinen kokoelma käsittelyongelmia metsänrajalta, suojametsistä, korkeilta mailta, lumituhoalueilta, Pohjois-Suomen kuusimetsistä, rannikolta ja rannoilta sekä saarisista, luonnontilaisilta soilta ja taajamista. Yleisesityksen laatiminen edellyttää monen asiantuntijan yhteistyötä.
3. Metsänkasvatuksen kannattavuus edellyttäisi asiantuntevaa kokoavaa käsitteilyä. Asian merkitys lisääntyy tulevaisuudessa. Asian keskeinen sisältö liittyy kannattavuuden osatekijöihin ja niiden yhteisvaikutuksiin. Metsikkötasolla on syytä esittää esimerkkilaskelmia vaihtoehtoisten käsittelypäättökien ja niistä koostuvien ketjujen keskinäisestä edullisuudesta. On kuitenkin tuotava esiin se, että vaikka metsikkö onkin pääasiallinen tarkasteluysikkö, myös talousyksikön (esim. metsälö tai metsätila) kannattavuus vaikuttaa käytännön käsittelypäättöksiin myös metsikkötasolla.
4. Tulevaisuuden haasteet ja mahdollisuudet metsänkasvatuksen kannalta on aihepiiri, jonka käsittely vaatisi visionäärin taitoja. Kaikkea ei voida ennustaa menneisyyden perusteella, vaan tulevaisuuteen vaikuttaa myös megatrendit, joiden tulevien vaikutusten oivaltaminen edellyttää laajempaa kokonaisnäkemystä asioista. Tulevasta kehityksestä kannattaa esittää joitakin esimerkiksi kiskenaarioita, joiden vaihteluväli muodostaa sen mahdollisuuksien kentän, jolla todellinen kehitys suurella todennäköisyydellä etenee joitakin vuosikymmeniä eteenpäin.

Asioiden esittämistapa loppuraportissa on raskas, joskin johdonmukainen. Ensimmäinen keino sen keventämiseen on viittausten vähentäminen ja/tai lähdeluetteloiden esittäminen raportista erillään. Hankkeessa syntyneen kirjallisuustietokannan saataminen yleiseen käyttöön tekee luettavuuden parantamisen mahdolliseksi tältä osin. Siihen onkin jo varauduttu, sillä raportissa annetaan hakusanoja, joilla lähteitä voi poimia ko. kirjallisuustietokannasta. Kehittäminen raportista oppi- tai käsikirjaksi vaatisi myös syventävien tietoikkunoiden lisäämistä, joissa käsitellään tarkasti mutta helpotajuisesti tekstissä esiin tulevia pieniä asiakohtia. Niitä ei saisi olla liikaa, sillä ne helposti vaikeuttavat kokonaisnäkemysten saamista. Onhan tietenkin aina lukijoita, jotka ovat kiinnostuneita vain pikkutiedoista. Ohjenuorana voitaneen kuitenkin pitää, että vain olennaisista asioista kannattaa laatia erilliset tietoikkunat.

Loppuraportissa on esitetty numerotietoja vain tekstissä - varsinaisia taulukoita ei ole yhtään, muutama numeroasetelma kylläkin. Tämä johtuu raportin luonteesta; julkaistua taulukkoa ei yleensä kannata toistaa. Joitakin asioita voidaan täsmentää poimimalla tietoja julkaistuihin taulukoista ja yhdistämällä ne uudeksi taulukoksi. Yleensä näin syntynyt kokonaisuus esitetään asetelman muodossa. Raportissa ei ole myöskään yhtään graafista esitystä, joilla voidaan esittää havainnollisesti numerotietoon sisältyvä keskeinen sanoma. Kehittäminen oppi- ja/tai käsikirjaksi vaatisi myös taulukoiden ja graafisten kuvien esittämistä. Nopeasti vanhentuvaa numerotietoa ei sellaisenaan kannata esittää painettuna juuri muualla kuin tilastoissa. - Raporttia edellä selostetulla tavalla kehittämällä sekä lisäämällä siihen uusinta tutkimustietoa ja korkealaatuisia valokuvia syntyisi painotuote, jolla voisi olla käyttöä sekä käytännön metsätaloudessa että opetuksessa ja tutkimuksessa oppi- ja/tai käsikirjana.

Sisältö:

1. Oppi- ja käsikirjat sekä oppaat	298
1.1 Vuonna 1970 ja sen jälkeen ilmestyneitä.....	298
Metsänkasvatukseen kiinteästi liittyvät kirjalliset tuotteet (132 otsikkoa) ..	298
Muut kirjalliset tuotteet, joilla on yhtymäkohtia metsätalouden kanssa (107 otsikkoa)	303
1.2 Ennen vuotta 1970 ilmestyneitä (92 otsikkoa)	308
2. Eräitä taimikkoinventointeja (121 otsikkoa)	312
3. Eräitä muita metsänkasvatukseen liittyviä julkaisuja (216 otsikkoa)	318
4. Esimerkkejä ojitus-, lannoitus- ja pystykarsintakirjallisuudesta (406 otsikkoa).....	331
5. Muuta lukemista (69 otsikkoa)	355

1. Oppi- ja käsikirjat sekä oppaat

1.1 Vuonna 1970 ja sen jälkeen ilmestyneitä

Metsänkasvatukseen kiinteästi liittyvät kirjalliset tuotteet

- myös eräitä kirjoihin ja oppaisiin verrattavia julkaisuja

- Ahtiainen, A., Kostamo, J., Leppänen, T. & Sampakoski, P. 1992. Pellonmetsittäjän opas. Taimi-Tapio Oy. 47 s.
- Alanen, A., Leivo, A., Lindgren, L. & Piri, E. 1995. Lehtojen hoito-opas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B nro 26. 78 s. + 50 liites.
- Antikainen, M. 1992. Tammimetsien hoito. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Tiedonantoja 1. 105 s.
- Björkman, T., Lillandt, B-G. & Storrang, B. 1987. Ädellövskog - dess vård och skydd. Natur och Miljö r.f., Helsinki. 40 s.
- Eurola, S., Hicks, S. & Kaakinen, E. 1984. Key to Finnish mire types. In: Moore, P. (ed.) 1984. European mires. Academic press, London. Sivut 11-117.
- Eurola, S. & Kaakinen, E. 1978. Suotyyppiopas. WSOY. Porvoo. 87 s.
- Fagerstedt, K., Pellinen, K., Saranpää, P. & Timonen, T. 1996. Mikä puu - mistä puusta. Yliopistopaino, Helsinki. 180 s.
- Gylden, C. 1998. Suomalaisen metsänhoidon opas. Suomentanut Matti Leikola Gyl-
denin alkuperäisteoksesta 1850-luvulta. Metsälehti Kustannus. 158 s.
- Hakala, J. (toim.) 1987. Käytännön metsätieto. Käsikirja metsänomistajille. Metsä-
lehti. Kajaani. 289 s.
- Hakkila, P. 1989. Utilization of Residual Forest Biomass. Springer series in wood
science. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. 568 s.
- Hannellius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1989. Metsäkirja. Metsänomistajan käsi-
kirja. Werner Söderström Oy. Porvoo. 383 s.

- Harstela, P. 1984. Johdatus metsäteknologiaan ja -työtieteeseen. *Silva Carelica* 2. 119 s.
- Harstela, P. 1993. Forest work science and technology, Part I. *Silva Carelica* 25. 113 s.
- Harstela, P. 1996. Forest work science and technology. Part II. *Silva Carelica* 31. 175 s.
- Harvennushakkuiden korjuujäljelle asetettavat vaatimukset sekä korjuujäljen arviointi ja mittaaminen. 1990. Metsätehon opas. 25 s.
- Harvennushakkuiden perusteet ja nykyteknologia. 1987. Helsingin yliopiston neuvontaopin ja täydennyskoulutuksen keskus. Monistesarja 10. 55 s.
- Harvennushakkuu: omatoimisen ensiharvennuksen perusteet ja tekniikka. 1985. Metsävideo 1. Metsälehti. Videokustannus. Helsinki.
- Heikurainen, L. 1971. Metsäojituksen alkeet. 1. painos. Helsinki. 281 s.
- Heikurainen, L. 1973. Skogsdikning. Stockholm. 444 s.
- Heikurainen, L. 1978. Suo-opas. 3. uudistettu painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 51 s.
- Heikurainen, L. 1980. Metsäojituksen alkeet. 2. painos. Helsinki. 284 s.
- Heikurainen, L. 1981. Suo-opas. 3.-4. uudistettu painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 51 s.
- Heikurainen, L. 1984. Metsäojituksen alkeet. 3. uudistettu painos. Helsinki. 284 s.
- Heikurainen, L. 1986. Suo-opas metsänkasvatusta varten. 4. uudistettu painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 51 s.
- Helle, P., Linden, H., Aarnio, M. & Timonen, K. 1999. Metso ja metsien käsittely. Tietoa käytännön metsätaloudelle. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Metsähallitus. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 20. 25 s.
- Hokajärvi, T. (toim.) 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 58 s.
- Holopainen, V. 1976. Metsätalouden liikeoppi. Johdatusta metsätalousyrityksen ekonomiaan. Otava, Keuruu. 232 s.
- Huikari, O. 1973. Skogsmarkens bonitering. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 5/73. 45 s.
- Huikari, O. 1995. Metsämaiden luokitus ekologista kartoitusta varten. Kirjayhtymä Oy. 64 s.
- Huikari, O. 1999. Puun ihme. Terra Cognita. Helsinki. 154 s.
- Huikari, O. & Paavilainen, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 68 s.
- Huovinen, J., Huttunen, M. & Veijalainen, S. 1998. Metsätalouden strateginen johtaminen maatilayrityksessä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 79. 54 s.
- Hynönen, T. & Hytönen, J. 1997. Pellosta metsäksi. Pihlaja-sarja nro 1. 1. painos. Metsälehti Kustannus. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 152 s.
- Hynönen, T. & Hytönen, J. 1998. Pellosta metsäksi. Pihlaja-sarja nro 1. 2. painos. Metsälehti Kustannus, Metsäntutkimuslaitos. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 152 s.
- Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) 1995. Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581. 242 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 95 s.
- Hyvärinen, S. 1986. Metsänhoito ulkoilualueilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 58. 108 s.
- Jukka, L. (toim.) 1988. Metsänterveysopas - Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki. 168 s.
- Kaila, S. 1979. Tulokellinen metsänviljely. Perusteet, suunnittelu, toteutus. Kirjayhtymä. Helsinki. 125 s.

- Kalela, E. 1986. Luonnonmukainen metsien käsittely. 2. painos. Kirjayhtymä. Mäntän kirjapaino. Mänttä. 45 s.
- Kalela, E. 1986. Naturenlig skogsvård. 2. omarb. uppl. Helsingfors distrikt-skogsnämnd. 56 s.
- Karjula, M., Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. 103 s. + 12 liites.
- Kaunisto, S. & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemaidella. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. Folia Forestalia 625. 75 s.
- Kellomäki, S. 1984. Metsätaloudellinen ympäristöhoito. Silva Carelica 1. 200 s.
- Kellomäki, S. 1987. Metsäekologia. Silva Carelica 7. 297 s.
- Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. Silva Carelica 8. 379 s.
- Kellomäki, S. 1991. Metsäekologia. 2. painos. Silva Carelica 7. 391 s.
- Kellomäki, S. 1991. Metsänhoito. 2. painos. Silva Carelica 8. 501 s.
- Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. Silva Carelica 23. 133 s.
- Komulainen, M. 1995. Taajamametsien hoito. Ympäristöministeriö, Metsäkeskus Tapio ja Metsäntutkimuslaitos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. 180 s. ISBN 951-96371-3-3.
- Korhonen, K-M. (toim.) 1994. Forestry Environment Guide. Finnish Forest and Park Service. Opas. Helsinki. 101 s.
- Kulotuksen toteutuksen käsikirja. 2001. Metsähallitus, Metsämannut Oy, Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj ja Yksityismetsätalouden Työnantajat r.y. Metsätehon raportti 105.
- Kurkela, T. 1994. Metsän taudit. Tammer-Paino Oy. Tampere. 320 s.
- Kuusela, K. 1990. The Dynamics of Boreal Coniferous Forests. Sitra 112. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. 172 s.
- Kuusipalo, J. 1996. Suomen metsätyypit. Kirjayhtymä Oy. Rauma. 144 s.
- Kärki, P. & Kiviniemi, M. 2000. Perikunnan metsäopas. Metsälehti Kustannus. 211 s.
- Kärkkäinen, M. 1971. Puun rakenteesta ja ominaisuuksista. Ylioppilastuki ry. Helsinki. 248 s.
- Kärkkäinen, M. 1977. Puu, sen rakenne ja ominaisuudet. Helsingin yliopiston monistuspalvelu. 442 s.
- Kärkkäinen, M. 1984. Puutavaran mittauksen perusteet. Helsingin yliopiston monistuspalvelu, painatusjaos. Helsinki. 252 s.
- Kärkkäinen, M. 1985. Puutiede. Sallisen Kustannus Oy. Sotkamo. 415 s.
- Laine, J. (ed.) 1982. Peatlands and their utilization in Finland. Helsinki. 139 s.
- Laine, J. (toim.) 1983. Suomen suot ja niiden käyttö. Helsinki. 136 s.
- Laine, J. & Vasander, H. 1990. Suotyypit. Kirjayhtymä. Helsinki. 80 s.
- Laine, J. & Vasander, H. 1993. Suotyypit. 2 painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 80 s.
- Lehto, J. 1978. Käytännön metsätyypit. 3. painos. Kirjayhtymä, Helsinki. 98 s.
- Lehto, J. & Leikola, M. 1987. Käytännön metsätyypit. 4. painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 98 s.
- Levanto, S. & Seppänen, P. (toim.) 1982. Maatilan puunkorjuu. Litocenter Oy, Helsinki. Työtehoseuran julkaisuja 243. 140 s.

- Lyly, O. (toim.) 1984. Metsänuudistamisen perusteista. Muhoksella 1.-2.11.1983 pidetyn neuvottelu- ja koulutustilaisuuden alustukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129. 77 s.
- Lähde, E. 1986. Metsänhoidon perusteista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 218. 127 s.
- Lähde, E. (toim.) 1999. Luontaisesti syntyneiden sekametsien kehitys ja metsänhoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 719. 90 s.
- Lähde, E. & Jalkanen, E. 1987. Suomalaisen metsä: tehometsätaloudesta luonnonläheiseen hoitoon. WSOY, Porvoo. 138 s.
- Lähde, E., Laiho, O. & Norokorpi, Y. 1999. Ekometsänhoidon perusteet ja mallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 736. 61 s.
- Lähde, E., Norokorpi, Y. & Oikarinen, M. 1985. Mikkelin ekoläänin metsien vaihtoehtoiset käsittelymallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 180. 67 s.
- Löfström, I. 1986. Helsingin kaupunkimetsien kulutuskestävyyden parantaminen. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta. Julkaisu 3. 82 s.
- Löfström, I. 1986. Taajamametsän hoito. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 108 s. + liitteet.
- Löfström, I. (toim.) 1987. Taajamametsien hoito. Summary: Urban forestry. Folia Forestalia 693. 53 s.
- Löyttyniemi, K. & Lääperi, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Summary: Moose in Finnish Forestry. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteen laitoksen julkaisuja 13. 56 s.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23. 32 s.
- Metsänhoidon opas. 1995. Metsäluonto ja metsänhoito Pohjois-Karjalassa. KM painotalo, Joensuu. 67 s.
- Metsätalouden ympäristöopas. 1993. Metsähallitus. Helsinki. 112 s.
- Metsätalouden ympäristöopas. 1997. Metsähallitus. Tuokinprint Oy, Helsinki. 130 s.
- Metsätalous ja vesiensuojelu. 1995. Vesien ja vesiluonnon suojelu metsätalouden töissä. Metsäteho. Tuokinprint Oy, Helsinki. 23 s.
- Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 140 s.
- Miettinen, J. 1993. Luonnon kauneuden huomioon ottaminen metsänhoidossa. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitoksen julkaisuja 7. 158 s.
- Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihjaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus, Metsäntutkimuslaitos. 123 s.
- Mäkelä, P. & Hotanen, J.-P. (toim.) 1991. Metsänkasvatuksen perusteet turve- ja kivennäismailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 383. 84 s.
- Nuorteva, M. 1982. Metsätuholaiset. Kirjayhtymä, Helsinki. 91 s.
- Nuorteva, M. 1999. Metsähyönteisten maailmasta. Tremex Press. 112 s.
- Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mäliköinen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen. Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 636. 40 s.
- Ojitusalueiden puunkorjuun ja metsänparannustöiden yhteensovittaminen. 1989. Metsätehon opas. Helsinki. 40 s.
- Paavilainen, E. 1979. Metsänlannoitusopas. Kirjayhtymä. Helsinki. 112 s.
- Paavilainen, E. & Päivänen, J. 1995. Peatland Forestry. Ecology and Principles. Ecological studies 111. Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York. 248 p.

- Parviainen, J. 1982. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 43. 114 s.
- Parviainen, J. 1988. Metsänviljely. Perusteet ja sovellutukset. *Silva Carelica* 9. 177 s.
- Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatustavavaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s. + liitteet 6 s.
- Penttinen, M., Aarnio, J. & Uotila, E. 2001. Kustannuslaskenta yksityismetsätaloudessa - perusteet ja suositukset. Abstract: Cost accounting in non-industrial private forestry (NIPF) - basics and recommendations. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 798. 64 s.
- Penttinen, M., Aarnio, J., Uotila, E. & Valkonen, J. 1995. Kustannuslaskenta yksityismetsätaloudessa. Työtehoseuran monisteita 2/1995. 55 s.
- Pispa, T. 1994. Luontainen pellonmetsitys. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Moniste. 64 s.
- Pohjois-Lapin metsien uudistaminen. 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77. 44 s.
- Poteri, M. (toim.) 1999. Taimituho-opas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737. 128 s.
- Pystykarsinta. 1992. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto. Karprint Ky. 16 s.
- Pystykarsintaohjeet. 1982. Suomen Sahanomistajayhdistys. Mikkeli. 32 s.
- Päivänen, J. 1990. Suometset ja niiden hoito. Kirjayhtymä, Helsinki. 231 s.
- Raulo, J. 1973. Rauduskoivun viljelyketju. Suomen vaneriyhdistys. Helsinki. 24 s.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.
- Reinikainen, A., Veijalainen, H. & Nousiainen, H. 1998. Puiden ravinnepuutokset - metsänkasvattajan opas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 688. 44 s.
- Roivainen, S. 1980. Puutavaralajit. Metsäalan perusoppi 2. Otava. Keuruu. 70 s.
- Saastamoinen, O. & Hyttinen, P. 1992. Metsätalouden liiketiede. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Luentomoniste. 104 s.
- Saksa, T. (toim.) 1985. Varttuneen metsän metsänhoidollisen käsittelyn vaihtoehtoja. Vesijaolla 7.-9.5.1984 pidetyn koulutus- ja neuvottelupäivän alustukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182. 81 s.
- Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Abstract: The effect of forestry on waters and their abatement. Final Report of METVE-project. Suomen ympäristö 2 - ympäristönsuojelu. 420 s.
- Siekinen, A. 1986. Pienpuuston hakkuu käsityövälinein. Summary: Felling of small-sized wood with hand tools. Työtehoseuran julkaisuja 280. 89 s.
- Skogsbrukets handbok. 1981. Centralskogsstyrelsens Skogskultur. 292 s.
- Skogsbrukets handbok. 1987. Centralskogsstyrelsens Skogskultur. 419 s.
- Tapion Taskukirja. 1997. 23. uudistettu painos. Metsätalouden Kehittämiskeskus Tapio. 638 s.
- Tapion Taskukirja. Painokset 16-22 vuosina 1971, 1975, 1978, 1983, 1986, 1991 ja 1994. Julkaisija Tapio.
- Tyystjärvi, P. 1994. Tammen kasvatusta. Referat: Odling av ek. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 1. 8 s.
- Uoti, U., Lehtiniemi, T. & Kärkkäinen, M. 1980. Maatilan metsätuotanto. Werner Söderström Oy. 291 s.
- Uoti, U., Sarasto, J., Lehtiniemi, T., Kärkkäinen, M. & Mäkinen, E. 1974. Maatilan metsätalous. Werner Söderström Oy, Porvoo - Helsinki. 266 s.

- Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Metsälehti Kustannus. 215 s.
- Valkonen, J. 1993. Metsänomistajan tekemän metsätyön kustannuslaskenta. Työte-hoseuran julkaisuja 331. 50 s.
- Valkonen, S., Rantala, S. & Sipilä, A. 1995. Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvattaminen. Sammandrag: Odling och uppdragande av ädla lövträd och klibbal. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 575. 112 s.
- Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti ja Metsämiesten Säätiö. Karisto Oy, Hämeenlinna. 200 s.
- Vasander, H. (ed.) 1996. Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki. 168 s.
- Vasander, H. (toim.) 1998. Suomen suot. Suoseura. 168 s.
- Westman, C. 1991. Maaperä ja sen toiminta kasvualustana. Helsingin yliopisto, met-sänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 67. 40 s.
- Virtanen, J., Norokorpi, Y. & Kaunisto, S. (toim.) 1984. Metsänuudistamisen ja tai-mikonhoidon periaatteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 135. 32 s. + liite 12 s.
- Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. 256 s.
- Vuokila, Y. 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of technical quality of forests. Folia Forestalia 523. 55 s.
- Vuokila, Y. 1984. Harsinnan teoriaa ja käytäntöä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedon-antoja 130. 107 s.
- Vuokila, Y. 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 2. painos. Werner Söderström Oy. Porvoo. 258 s.
- Vöry, J. (toim.) 1970. Metsänkäyttöoppi 1. Kirjayhtymä. Helsinki. 459 s.
- Vöry, J. (toim.) 1970. Metsänkäyttöoppi 2. Kirjayhtymä. Helsinki. 502 s.

Muut kirjalliset tuotteet, joilla on yhtymäkohtia metsätalouden kanssa

- Ahti, T. 1981. Jäkälien määräytysopas. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen jul-kaisuja 7. 79 s.
- Airaksinen, M. 1989. Yhteismetsäosuuden käypä hinta. Maanmittaushallituksen jul-kaisuja nro 64. 44 s. + liitesivut.
- Anon (toim.) 1974. Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. Folia Forestalia 210. 24 s.
- Aro, L., Kaunisto, S. & Saarinen, M. 1997. Suopohjien metsitys. Hankeraportti 1986-1995. Summary: Afforestation of peat cutaway areas. Project report in 1986-1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 634. 51 s.
- Borg, P. 1983. Luonnon ja maiseman hoidon opas. WSOY, Porvoo. 163 s.
- Ferm, A. 1990. Coppicing, aboveground woody biomass production and nutritional aspects of birch with specific reference to *Betula pubescens*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 348. 35 s. + 9 liitejulkaisua (15, 11, 8, 21, 37, 32, 17, 10 ja 28 s.).
- Haapanen, A., Mikola, P. & Tenovuo, R. (toim.) 1971. Luonto ja luonnonsuojelu. Otava. Helsinki. 291 s.
- 3. painos 1982
- Hakkila, P., Leikola, M. & Salakari, M. 1979. Production, harvesting and utilization of small-sized trees. Final report of the research project on the production and utilization of short-rotation wood. SITRA B:46. 163 s.

- Hallikainen, V. 1990. Luonnon virkistyskäytön perusteet. Ammattikasvatushallitus, Helsinki. Moniste. 119 s. + liitteet.
- Hallman, E., Hokkanen, M., Juntunen, H., Korhonen, K-M., Raivio, S., Savela, O., Siitonen, P., Tolonen, A. & Vainio, M. 1996. Alue-ekologinen suunnittelu. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 3. 59 s.
- Heikkilä, H. & Lindholm, T. 1995. Metsäojitetettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B No 25. 101 s.
- Heino, E. 1989. Suomalainen pajukirjallisuus. Finnish bibliography of willow. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 329. 30 s.
- Heinonen, P. 1998. Metsähallituksen alueellinen luonnonvarasuunnittelu. Prosessikuvaus. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 17. 42 s.
- Holm, C., Katila, P. & Tikkanen, T. 1986. Kaupunkien viheralueet. Otakustantamo, Helsinki. 138 s.
- Holmila, I. 1982. Maisemasuunnittelu kaavoitusprosessissa. Summary: Landscape planning as a part of the urban planning process. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskuksen julkaisu B 30. 265 s.
- Huuri, O. & Huuri, L. & Oja, S. 1989. Selostus vuonna 1713 julkaistusta Hannss Carl von Carlowitzin teoksesta *Sylvicultura Oeconomica*. English section: An account of *Sylvicultura Oeconomica* by Hannss Carl von Carlowitz, published in 1713. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 323. 140 s.
- Hytönen, J. 1996. Biomass production and nutrition of short-rotation plantations. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 586. 61 s. + 9 liitejulkaisua (11, 9, 9, 14, 16, 21, 20, 13 ja 10 s.).
- Hämet-Ahti, L., Palmen, A., Alanko, P. & Tigersted, P. 1989. Suomen puu- ja pensaskasvio. Suomen Dendrologian Seuran julkaisuja 5. Yliopistopaino. 290 s.
- Iisakkilä, L. 1977. Perustietoa maisemaan vaikuttavista luonnontekijöistä. Otakustantamo. Espoo. 291 s.
- Jaakkola, S. 1979. Metsävarojen kaukokartoitustekniikka. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 13. 193 s.
- Jauhainen, H. (toim.) 1990. Metsiemme uhanalaiset. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Kajaani. 116 s.
- Järvenpää, M., Sankari, H., Tuunanen, L. & Maunu, T. 1994. Bioenergian tuotanto elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla. Abstract: Biomass energy production on set-aside agricultural land. Työtehoseuran julkaisuja 333. 109 s.
- Kalliola, R. 1973. Suomen kasvimaantiede. WSOY, Helsinki. 308 s.
- Kangas, A., Kangas, J., Korhonen, K. T., Maltamo, M. & Päivinen, R. 1990. Metsää kuvaavat mallit. *Silva Carelica* 17. 143 s.
- Kangas, A. & Päivinen, R. 1994. Metsän mittaust. 2. painos. *Silva Carelica* 27. 190 s.
- Kangas, A. & Päivinen, R. 2000. Metsän mittaust. 3. painos. *Silva Carelica* 35. 205 s.
- Karjalainen, E. & Verhe, I. 1995. Ulkoilureitti. Opas ulkoilureittien suunnittelijoille, rakentajille ja hoitajille. Opetusministeriö, ympäristöministeriö ja Suomen Latu. Rakentajain kustannus Oy. 200 s.
- Karjalainen, H. (toim.) 1991. Elävä metsä. Uhanalainen luonto ja metsänhoito. Suomen Metsänhoitajaliitto ry., Maailman Luonnon Säätiö WWW Suomen rahasto. 176 s.
- Karvonen, L. 2000. Guidelines for Landscape Ecological Planning. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 36. 46 s. + kartta.
- Kauppasienioipa, kokeilumoniste. 1982. Ammattikasvatushallitus. 57 s.
- Kauppasienioipa. 1986. Ammattikasvatushallitus, Helsinki. 65 s.
- Kaupparytöipa. 1985. Ammattikasvatushallitus, Helsinki. 72 s.

- Kauppi, P., Kellomäki, S. & Saastamoinen, O. 1976. Metsäaapinen. Luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A, n:o 3. Suomen Luonnonsuojeluliitto ry, Luontoliitto ry. Helsinki. 160 s.
- Kaunisto, S. & Saarinen, M. 1989. Turvekäytössä olevien alueiden loppuvuosien kuivatus- ja turvetuotanto-ongelmat sekä alueiden jälkikäyttö energiapuun tuotantoon ja metsätalouteen. Projekti 98/881/85 KTM. Alueiden jälkikäyttöä koskevan osan loppuraportti. 23 s.
- Kellomäki, S. & Lakka, A. 1979. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioon ottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Metsät. Summary: Utilization of forests in urban planning. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus, TKK. Otaniemi. Julkaisu B 25. 2.painos 134 s.
- Kellomäki, S. & Loikkanen, A. 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioon ottaminen asuinalueiden suunnittelussa. Metsät. Summary: Utilization of forests in urban planning. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B 25. 2. painos. 134 s.
- Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1988. Männyn laatu- kasvat. Loppuraportti. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. Final report of the study project. 140 s.
- Kilkki, P. 1973. Metsänmittausoppi. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Tiedonantoja 7.
- Kilkki, P. 1976. Metsätalouden suunnittelu. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Tiedonantoja 11.
- Kilkki, P. 1980. Timber management planning. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 12. 105 s.
- Kilkki, P. 1984. Metsänmittausoppi. Silva Carelica 3. 222 s.
- Kilkki, P. 1985. Timber management planning. Silva Carelica 5. 160 s.
- Kilkki, P. 1987. Timber management planning. 2. painos. Silva Carelica 5. 160 s.
- Kinnunen, A. & Riekkinen, L. (toim.) 1985. Liikunta ja ympäristö. Käsikirja ulkoilualan päättäjille, suunnittelijoille ja toteuttajille. Suomen Latu ry, Helsinki. 195 s.
- Kinnunen, A. & Sepänmaa, Y. (toim.) 1983. Ympäristöestetiikka. Gaudeamus, Helsinki. 239 s.
- Kiviniemi, M. 1997. Metsäoikeus. 2. uudistettu painos. Gummerus. Jyväskylä. 496 s.
- Kiviranta, E., Airaksinen, P. & Puttonen, V. 1999. Metsä ja sijoitus 2000. WSOY. 228 s.
- Kukko, T. 1996. Luonnonvarojen seuranta kestävän metsätalouden kuvaajana. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 5. 187 s.
- Kärkkäinen, M. 1971. Johdatus metsätyötieteen tutkimusmenetelmiin. Summary: An introduction to the research methods in forest work science. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 13. 51 s.
- Kärkkäinen, M. 1975. Metsätyötieteellisen tutkimuksen perusteita. Kriittinen tarkastelu. Summary: Foundations of forest work research. A critical review. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 31. 163 s.
- Lahti, T. & Smolander, H. (toim.) 1990. Johdatus metsien perustuotantobiologiaan. Silva Carelica 16. 271 s.
- Lappi, J. 1993. Metsäbiometrian menetelmiä. Silva Carelica 24. 182 s.
- Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. Osa 1: Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830 - 1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 57. 202 s.

- Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. Osa 2: Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948 - 1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60. 198 s.
- Lindholm, T. & Tuominen, S. 1993. Metsien puuston luonnontilaisuuden arviointi. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A, No. 3. 40 s.
- Linnamies, O. 1970. Suomen metsä- ja puutalous. Helsinki. 346 s.
- Loikkanen, T., Simojoki, T. & Wallenius, P. 1997. Osallistuvan suunnittelun opas luonnonvara-ammattilaisille. Metsähallitus. 96 s.
- Loikkanen, T., Simojoki, T. & Wallenius, P. 1999. Participatory approach to natural resource management. A guide book. Forest and Park Service, Metsähallitus. 96 s.
- Luonnonmarjaopas. 1987. Ammattikasvatushallitus, Helsinki. 58 s.
- Luonto kaavoituksessa ja rakentamisessa. 1982. Suomen Kaupunkiliitto, Kaupunkiliiton julkaisu D 18. Myös: Suomen Kunnallisliitto, tekninen julkaisusarja 15. 68 s.
- Maltamo, M. & Laukkanen, S. (toim.) 2001. Metsää kuvaavat mallit. Silva Carelica 36. 239 s.
- Meriluoto, M. & Soininen, T. 1998. Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Metsälehti Kustannus, Tapio. 192 s. + kuvat.
- Metsäsanasto. 1995. Metsäkeskus Tapion julkaisusarja. Paltamon Kirjapaino Oy, Paltamo. 51 s.
- Mielikäinen, K. & Pökälä, R. 1974. Metsän inventoinnin ja suunnittelun systeemin (MISS) käyttöohje. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 8. 54 s.
- Mikola, P. 1970. Metsämaan käytön suunnittelu seutukaavoituksessa. Sisäasiainministeriö, kaavoitus- ja rakennusasiain osaston tutkimus 17. 27 s.
- Mikola, P. 1973. Metsätalouden ympäristövaikutukset ja niiden merkitys metsien käytön suunnittelussa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 9. 51 s.
- Mikola, P. 1976. Puuntuotanto osana metsien moninaiskäyttöä. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 14. 24 s.
- Mäkelä, H. & Salminen, H. 1991. Metsän tilaa ja muutoksia kuvaavia puu- ja puustotunnusmalleja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 398. 265 s.
- New stand types in boreal forestry - ecological features and silvicultural consequences. 1998. Proceedings of a Nordic symposium, Vaasa, February 10-11, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 714. 164 s.
- Niemelä, E. (toim.) 1990. Metsästäjän opas, osa I. Metsästäjien Keskusjärjestö, Östersundom. 291 s.
- Niemelä, E. (toim.) 1990. Metsästäjän opas, osa II. Metsästys- ja aselainsäädäntö. Metsästäjien Keskusjärjestö. Östersundom. 56 s. + liitteet.
- Nummi, P. & Väänänen, V-M. 2000. Riistanhoito. Metsälehti Kustannus. 210 s.
- Oksanen-Peltola, L. 1994. Metsän arvonmäärittäminen summa-arvomenetelmällä. Metsäkeskus Tapion julkaisu 3. Helsinki. 39 s. + kuvat ja liitteet.
- Oskarsson, O. & Nikkanen, T. 1998. Metsäpuiden erikoismuotoja kultakuusesta luutakoivuun. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 670. 54 s.
- Oskarsson, O. & Nikkanen, T. 1999. Sägerna former av skogsträd från guldgran till kvastbjörk. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 740. 54 s.
- Paasio, I. 1978. Pieni jäkälä- ja sammalkirja. 7. painos. Otavan korkeakoulukirjasto. Keuruu. 96 s.
- Paloheimo, E. (toim.) 1999. Metsä ja puu -kirjasarja. Osa 1: Elävä puu, 2: Tukista tuotteeksi, 3: Puun kauneus, 4: Puinen rakennus, 5: Taistelu puusta ja 6: Puu ja ympäristö. Rakennustieto Oy. 219 s. + kuvat. 81 artikkelia

- Palokangas, R., Tarukannel, V. & Nuuja, I. 1986. Ympäristönsuojelun hallinto ja lainsäädäntö. Otava, Helsinki. 320 s.
- Palokangas, R., Tarukannel, V. & Nuuja, I. 1993. Uusi ympäristönsuojelun hallinto ja lainsäädäntö. 2. painos. Ympäristö-Tieto Ky. Jyväskylä. 357 s.
- Pihlström, K. 1993. Träden och vi. Föreningen för Skogskultur r.f. Helsingfors. 160 s.
- Poso, S. 1973. Ilmakuvatekniikan perusteet. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Tiedonantoja 5. 83 s.
- 2. painos 1979
- Poso, S. 1976. Ilmakuvatekniikan soveltaminen. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Tiedonantoja 10. 43 s.
- 2. painos 1979
- Pukkala, T. 1985. Metsän kaukokartoituksen perusteet. Silva Carelica 4. 166 s.
- Pukkala, T. 1994. Metsäsuunnittelun perusteet. Joen Forest Consulting. Joensuu. 234 s.
- Puuntuottajan opas. 1980. Yhdyspankki.
- Reinikainen, J. (toim.) 1997. Lehtikuusi ja muut ulkomaiset havupuut. 2. painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 172 s.
- Ruuhijärvi, R. & Häyrinen, U. (toim.) 1984. Ympäristönsuojelu 2. Luonnonsuojelu ja luonnonvarat. Kirjayhtymä, Helsinki. 489 s.
- Räsänen, P. 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely: Kehysmalli ja sen käyttö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 29. 99 s.
- Saarinen, M. 1993. Männyn ja koivun viljely turvetuotannosta poistetuilla suonpohjilla. Afforestation of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) on cut-over peatlands. MML-tutkinnon sivuainetutkielma metsänhoitotieteissä. 57 s. + 7 liites.
- Saastamoinen, O. 1980. Metsien moninaiskäyttö. Metsäalan perusoppi 8. Otava, Keuruu. 108 s.
- Salmi, J. 1972. Suomalaisia ja ulkolaisia puulajeja. Osa I: Havupuut. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 17. 227 s.
- Salmi, J. 1977. Suomalaisia ja ulkolaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A-N. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 35. 282 s.
- Salmi, J. 1978. Suomalaisia ja ulkolaisia puulajeja. Osa III: Lehtipuut O-Ö. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 38. 298 s.
- Saukkonen, S. & Kenttämies, K. 1993. Metsätalouden vesistöhaitat ja niiden torjunta. METVE-projektin väliraportti. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 455. 160 s.
- Seppä, H., Lindholm, T. & Vasander, H. 1993. Metsäojitettujen soiden luonnontilan palauttaminen. Referat: Utdikade myrars restaurering till naturligt tillstånd. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A, No 7. 80 s.
- Siitonen, P., Tanskanen, A. & Lehtinen, A. 2000. Metsien monimuotoisuuden arviointi. Osa 3. Pisteytys- ja optimointimenetelmät - MoniWin ja MoniOpti. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 31. 123 s.
- SOLMU maastotyöopas. 1996. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 80 s.
- Suunnittelun aapinen. 1991. Metsähallitus. Vantaa. 56 s.
- Tahvanainen, L. 1995. Pajun viljelyn perusteet. Silva Carelica 30. 86 s.
- Tahvanainen, L. & Rytönen, V-M. 1997. Energiapajun viljely ja sen kannattavuus peltoilla. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 58. 62 s.
- Takala, M. 1986. Maaseudun ympäristöhoito. Maatalouden tutkimuskeskus. Hämeen tutkimusaseman tiedote 3. 33 s. + liitteet.
- Taro, R. & Häyrinen, U. (toim.) 1971. Luonnonsuojelu. Kirjayhtymä. Helsinki. 383 s.

- Teivainen, L. (toim.) 1990. Yksityismetsänomistajan kirja. Keski-Suomen yksityismetsänomistajien yhdistys, Saarijärvi. 221 s.
- Tokola, T., Hyppänen, H., Miina, S., Vesa, L. & Anttila, P. 1998. Metsän kaukokar-toitus. *Silva Carelica* 32. 156 s.
- Veijalainen, A-M., Juntunen, M-L., Vääntinen, K. & Heinonen-Tanski, H. 1999. Metsätaitamien jätetuolto - ohjeita jätetuoltojärjestelyjen kehittämiseksi. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 738. 59 s.
- Weissenberg, K. von 1987. Metsäpatologian lajintuntemusopas. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 60 s.
- Viitala, R. (toim.) 1986. Erirakenteisen metsän hoidosta. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 219. 156 s.

1.2 Ennen vuotta 1970 ilmestyneitä

- pääsääntöisesti vain uusimmat painokset mainittu ao. luettelossa

- Aaltonen, V. 1934. Metsänhoito-opin alkeet. Porvoo. 260 s.
- Aaltonen, V. 1940. Metsämaa. Metsämaatielten oppi- ja käsikirja. Porvoo - Helsinki. 615 s.
- Aaltonen, V. 1948. Boden und Wald. Paul Parey. Berlin. 457 s.
- Aarnio, B. 1931. Maaperäoppi. Porvoo.
- Aarnio, B. & Kivekäs, J. 1946. Maantutkimusopas. Oy Suomen Kirja, Helsinki. 104 s.
- Anon. 1950. Metsäteknologia. Oppi- ja käsikirja. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen oppikirjasarja, nro. 3. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 952 s.
- Bergroth, F. 1891. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta kertonut A. G. Blomqvist. II. Kuusi. Suomennos. Helsinki. 165 s.
- Blomqvist, A. 1879. Puiden karsimisesta ja hirsipuiden kasvattamisesta. Suomentanut R. Montell. Suomen Metsäyhdistyksen kirjasia II. Helsinki. 16 s.
- Blomqvist, A. 1881. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Finska Forstföreningens Meddelanden 3(1). 196 s.
- Blomqvist, A. 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska Forstföreningens Meddelanden 3(2). 182 s. + 2 kuvataulua.
- Blomqvist, T. 1907. Folkskolans skogsbok. Tidnings- & Tryckeri Aktiebolagets tryckeri. Helsingfors. 107 s.
- Borg, A. 1917. Metsäoppi. Porvoo. 162 s. + kuvat.
- Borg, A. 1948. Metsän kylvö ja istutus. 3 painos. Tarkistanut ja korjannut A. Tanttu. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 52 s. + kuvat.
- aiemmat painokset vuosilta 1926 ja 1931
- Cajander, A. 1910. Metsiemme uudistushakkaukset toisiinsa verrattuina. Maahenki. Maataloudellinen tietokirja. Jälkimmäinen osa. Sivut 584-635.
- on ilmestynyt myös erillisenä julkaisuna, Helsinki, 52 s.
- Cajander, A. 1916. Metsänhoidon perusteet. I: Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Werner Söderström. Porvoo. 736 s.
- Cajander, A. 1917. Metsänhoidon perusteet. II: Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo. 652 s.
- Cannelin, T. 1891. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta kertonut A. G. Blomqvist. I. Mänty. Suomennos. Helsinki. 211 s.
- Ericsson, B. 1903. Oppi- ja käsikirja metsätalouden järjestelyssä. I. Metsänarvioiminen. Helsinki. 207 s. + kuvat.

- Ericsson, B. 1906. Oppi- ja käsikirja metsätalouden järjestelyssä. II. Metsänjako-oppi. Helsinki. 125 s. + kuvat.
- von Fieandt, G. F. 1836. Om kärr och mossar. Helsinki. 40 s.
- von Fieandt, G. F. 1848. Uppsatser och rön i landhushållningen, 1. häftet: Skogshushållning. Wiborg, J. Cederwall & Son. 137 s.
- Franssila, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otavan tiedekirjasto. N:o 11. Helsinki. 257 s.
- Gylden, C. W. 1853. Handledning för skogshushållare i Finland. Helsingfors. 149 s. + karttaliite.
- Hannikainen, P. W. 1919. Metsänhoito-oppi metsän ystäville. 4. painos. Helsinki. 286 s.
- Heikinheimo, O. 1907. Harvennushakkauksista ja niiden merkityksestä metsätaloudessa. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen käsikirjasia N:o 1. 2. painos. 48 s.
— 1. painos 1906
- Heikinheimo, O. 1907. Om gallringshyggen och deras betydelse i skogshushållningen. Finska Forstföreningens handböcker 1. 48 s. + kuvallitteet.
- Heikinheimo, O. 1932. Skogarnas naturliga förnygring. Centralskogssällskapet Föreningen för Skogskulturs skriftserie 3. 90 s.
- Heikinheimo, O. 1944. Metsien käsittely poikkeuksellisissa oloissa. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 48 s. + kuvat.
- Heikinheimo, O. 1947. Metsäpuiden karsimisesta. 2. painos. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia 25. 16 s., 15 kuvaa.
— 1. painos 1938
- Heikinheimo, O. 1948. Metsien luontainen uudistaminen. 3. painos. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 95 s.
— aiemmat painokset 1931 ja 1944
- Heikurainen, L. 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. WSOY. Porvoo. 378 s.
- Heikurainen, L. 1968. Suo-opas metsänkasvatusta silmälläpitäen. 2. uudistettu painos. Kirjayhtymä. Helsinki. 48 s.
— 1. painos 1964 (Suotyypien ojituskelpoisuus)
- Heikurainen, L. & Huikari, O. 1960. Käytännön suotyypit ja niiden metsäojituskelpoisuus. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 40 s.
- Helander, A. B. 1922. Metsänkäyttöoppi. 2. painos. Werner Söderström Oy, Porvoo. 584 s.
— 1. painos 1918
- Hertz, M. 1934. Kansakoulun metsänopetuksen opas. 112 s.
- Huikari, O., Muotiala, S. & Wäre, M. 1963. Ojitusopas. Kirjayhtymä. Helsinki. 257 s.
- Huikari, O. & Paavilainen, E. 1968. Metsän lannoitus. Kirjayhtymä. Helsinki. 68 s.
- Ilvessalo, L. (toim.) 1928. Maa ja Metsä IV, metsätalous 1. Metsätalouden yleiset edellytykset ja kansantalous. WSOY, Porvoo. 293 s.
- Ilvessalo, L. & Ilvessalo, Y. (toim.) 1930. Maa ja Metsä IV, metsätalous 3. Metsän arvioiminen ja metsätalouden järjestely, metsän käyttö ja puunjalostusteollisuus. WSOY, Porvoo. Sivut 666-1065.
- Ilvessalo, L. & Laitakari, E. (toim.) 1930. Maa ja Metsä IV, metsätalous 2. Metsän hoito ja suojelu. WSOY, Porvoo. Sivut 294-665.
- Ilvessalo, Y. 1965. Metsänarvioiminen. Werner Söderström Oy. Porvoo - Helsinki. 400 s.
- Jalava, M. 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Werner Söderström Oy. Porvoo. 352 s.
- Jalava, M., Heiskanen, V., Lihtonen, V. & Sippola, H. (toim.) 1956. Metsäkäsikirja. 1. osa. 770 s.

- Jalava, M., Heiskanen, V., Lihtonen, V. & Sippola, H. (toim.) 1957. Metsäkäsikirja. 2. osa. 1115 s.
- Kalela, E. 1949. Luonnonmukainen metsien käsittely. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 36 s.
- Kalela, E. 1949. Naturenlig skogsvård. Porvoo. 46 s.
- Kalela, E. (toim.) 1949. Suuri Metsäkirja. 1. osa. Metsänhoito. WSOY, Porvoo - Helsinki. 598 s.
- Kalela, E. 1954. Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa. 2. p. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 117 s.
- 1. painos 1951
- Kalela, E. 1961. Metsiköiden kunnostaminen. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja. Helsinki. 58 s.
- Kalela, E. 1961. Metsät ja metsien hoito. Metsänhoidon alkeita. 2. laitos. Werner Söderström Oy. Porvoo. 367 s.
- 1. painos 1945
- Kivinen, E. 1948. Suotiede. WSOY. Porvoo-Helsinki. 219 p.
- Koivukeskus 1953. Vanerikoivu valokeilassa. 5 palkittua kirjoitusta Metsätaloudellisen Valistustoimiston koivuaiheisesta kilpailusta. Nide. 14 s.
- Kolehmainen, V. 1951. Kulottajan opas. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 48 s.
- Kujala, V. 1979 (1953). Suomen metsätyypit. Abstract: Forest types of Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(8). 45 s.
- Lalli Laineen viimeistelemä käsikirjoitus vuodelta 1953
- Kuusela, K. 1959. Metsän ilmakuvamittaus ja kuvatulkinta. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 91 s.
- Lakio, L. 1953. Puutavaralajit ja niiden valmistus. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 44 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1933. Faneeritukin käyttöarvoon vaikuttavista vikanaisuuksista ja virheettömän faneeripuun kasvatuksesta. Eripainos aikakauslehti Suomen Puun numeroista 6 ja 7. 6 s.
- Lassila, I. 1916. Puiden karsimisesta. Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirja n:o 11. 34 + 1 s.
- Lehto, J. 1969. Käytännön metsätyypit. 2. painos. Keskusmetsälautakunta Tapion julkaisuja. Kirjayhtymä. Helsinki. 98 s.
- 1. painos 1964
- Lehto, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. 376 s. + kuvat ja kartta.
- Lihtonen, V. 1959. Metsätalouden suunnittelu ja järjestely. Werner Söderström Oy. Porvoo. 355 s.
- Linnamies, O. 1948. Metsämiehen karttaoppi. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen oppikirjasarja. N:o 1. Helsinki. 100 s. + liitteet.
- Lukkala, O. 1929. Soiden ojituskelpoisuuden määrittäminen metsätaloutta varten. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 20 s.
- Lukkala, O. 1931. Metsäojituksen oppikirja. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 258 s.
- Lukkala, O. 1939. Soiden metsäojituskelpoisuus. 3. painos. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 48 s.
- Lukkala, O. 1947. Metsämiehen suo-oppi. 2. painos. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia N:o 28. Helsinki. 192 s. + kuvat.
- 1. painos 1940
- Lukkala, O. 1948. Metsän ojitus sekä oijen kunnossapito ja suometsien hoito. Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki. 54 s.

- Lukkala, O. & Kotilainen, M. 1951. Soiden ojituskelpoisuus. 5. uudistettu painos. Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki. 56 s.
- 1. painos 1945
- Maiden hyvyysluokitus. 1964. Kokoomateos. 2. painos. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Multamäki, E. 1916. Metsälaiduntamisesta ja hakamaiden hoidosta. Suomen Metsänhoitoyhdistys. Erikoistutkimuksia 7. 92 s.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Siren, G. 1961. Lapin suojametsien käsittelyohjeet. Moniste. 24 s.
- Osara, N. 1948. Maatilametsälön taloussuunnitelma. Opaskirja käytäntöä varten. Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki. 69 s.
- Pohjakallio, A. 1945. Metsänhoito-opas metsänomistajia ja metsäkursseja varten. Keskusmetsäseura Tapio. 72 s., 36 kuvaa.
- Pohjakallio, A. & Tertti, M. 1958. Maamiehen metsäoppi. 5. painos. Keskusmetsäseura Tapio. 319 s.
- Rancken, T. 1964. Träd i park och landskap. Frenckellska Tryckeri Aktiebolagets Presentbokserie, Nr 15. Helsinki. 81 s.
- Saalas, U. 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Porvoo.
- Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Suomen tiedettä 5. WSOY, Porvoo - Helsinki. 719 s.
- Saari, E. 1935. Metsätalouden tuloksenlaskennan peruspiirteitä. Eripainos Suomen Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirjasta 5. 38 s.
- Saarnijoki, S. (toim.) 1969. Metsien puut ja pensaas värikuvina. 2. painos. WSOY, Porvoo. 166 s.
- 1. painos 1960
- Sarvas, R. 1938. Ilmavalokuvauksen merkityksestä metsätaloudessamme. Referat: Über die Bedeutung der Luftfotogrammetrie in unserer Waldwirtschaft. Silva Fennica 48. 45 s.
- Sarvas, R. 1956. Metsänhoidon tekniikka. Teoksessa: Metsäkäsikirja, 1. osa. Kustannusosakeyhtiö Kivi. Helsinki. Sivut 498-564.
- Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY, Porvoo. 518 s.
- Soldan, A. 1862. Suomen tervanpoltosta ja kuinka se olisi parannettava. Kirjanen. Helsinki.
- Stenbäck, L. 1925. Metsä-oppi maamiehiä ja maamiesopistoja varten. 2. painos. Forssan kirjapaino Oy. 342 s. + sisällysluettelo, 2 s.
- Sukatsev, V. 1960. Metsätyyppien tutkimisen opas. Suomentanut Erkki Laitakari. Julkaisija Suomen Metsätieteellinen Seura. Silva Fennica 99. 183 s.
- Tanttu, A. 1941. Metsäojituksen edullisuus. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 281 s.
- Tanttu, A. 1943. Metsäojittajan opas. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 221 s. + kuvat.
- Tapio, E. 1965. Pajunviljely ja sen mahdollisuudet Suomessa. Helsingin yliopisto, kasvinviljelytieteen laitos. Konekirjoite. 109 s.
- Tapion Taskukirja. 1965. 15. painos. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja. Kirjapaino Oy Lause. Helsinki. 436 s.
- aiemmat painokset vuosilta 1910 (kaksi painosta), 1914, 1919, 1922, 1926, 1931, 1937, 1941, 1944, 1947, 1949, 1956 ja 1961
- Tertti, M. 1938. Miksi metsä ei ole uudistunut? 2. painos. Keskusmetsäseura Tapio. 30 s., 16 kuvaa.
- Tertti, M. 1947. Mikä metsätyyppi? 4. painos. Keskusmetsäseura Tapio. 31 s., 6 kuvaa.
- 1. painos 1935

Tuhkanen, A. 1909. Metsänhoidolliset hakkaustavat ja luonnollinen metsänuudistus. Otava. 154 s.

2. Eräitä taimikkoinventointeja

- sisältyy myös joitakin alueellisesti laajojen koesarjojen tulosjulkaisuja

Anttonen, T. 1990. Pellolle istutettujen koivikoiden tila Pohjois-Karjalassa 7-19 vuoden kuluttua viljelystä. Joensuun yliopisto, metsänhoitotieteen syventävien opintojen tutkielma. Moniste. 50 s.

Borg, L. 1936. Hankikylvöt Tuomarniemen hoitoalueessa vv. 1913-1930. Referat: Die 1913-1930 ausgeführten Schneesaaten im Revier Tuomarniemi. Silva Fennica 38. 136 s.

Etholen, K. 1971. Metsänviljelyalojen inventointien tuloksia Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2: 1-11.

Etholen, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The succes of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed. Folia Forestalia 160. 27 s.

Haverinen, R. 1982. Kymmenen vuotta vanhojen viljelytaimikoiden menestyminen Ristijärven pitäjässä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 86 s.

Heikkilä, R. 2000. Männyn istutustaimikoiden metsänhoidollinen tila hirvivahingon jälkeen Etelä-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 259-267.

Heikurainen, L. 1982. Ojitusalueiden taimistojen kehityksestä vuosina 1964-68 toimenpannun suometsäkilpailun koealojen valossa. Summary: Development of seedling stands on drained peatlands. Silva Fennica 16(3): 287-321.

Hiltunen, S. 1987. Ristijärvellä vuonna 1975 viljeltyjen taimikoiden tila vuonna 1985. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 87 s.

Hokajärvi, T. & Rissanen, K. 1999. Varttuneiden taimikoiden tila 1996 ja 1998. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 24. 30 s.

Hynönen, T. 1991. Turvemaapeltojen metsitys (ennakkotuloksia). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 383: 33-38.

Hynönen, T. 1997. Turvemaapeltojen metsitystulos Pohjois-Savossa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(2): 181-199.

Hynönen, T. 2000. Pellonmetsitysten onnistuminen Itä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 765. 90 s. + 4 liitejulkaisua (19, 16, 22 ja 18 s.).

Hynönen, T. & Makkonen, T. 1999. Turvemaapeltojen maan ominaisuudet ja niiden vaikutus hieskoivujen alkukehitykseen Pohjois-Savossa. Summary: Soil properties of peat-based fields and their effect on the initial development of downy birch in Pohjois-Savo, southern Finland. Suo 50(1): 17-34.

Hynönen, T. & Saksa, T. 1991. Peltojen metsitystulos Pohjois-Savossa 1970- ja 1980-luvulla. Abstract: Field afforestation in Savo, eastern Finland, in the 1970's and 1980's. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 29-34.

Hynönen, T. & Saksa, T. 1997. 1970- ja 1980-luvuilla tehtyjen pellonmetsitysten onnistuminen Pohjois-Karjalassa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(4): 455-476.

Hynönen, T. & Saksa, T. 1997. Metsitystulos Pohjois-Savon kivennäismaapelloilla. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1997(2): 165-180.

Hyppönen, M. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/1998: 65-74.

- Hyppönen, M. 1998. Ylispuiden korjuun vaikutus Lapin mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 717: 77-84.
- Hyppönen, M. 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 269-280.
- Hyppönen, M. 2001. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuissa. Käsikirjoitus. 20 s. + 9 kuvaa ja 6 taulukkoa. Tarkoitus julkaista sarjassa *Metsätieteen aikakauskirja*.
- Hyppönen, M. & Hyvönen, J. 2001. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 803: 31-45.
- Hytönen, J. 1991. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. Abstract: Field afforestation in central Ostrobothnia, western Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 391: 22-28.
- Hytönen, J. 1991. Peltojen metsityksen tuloksia Keski-Pohjanmaalta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 394: 18-30.
- Hytönen, J. 1999. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/1999: 697-710.
- Hänninen, T., Räsänen, P. & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 7. 96 s.
- Jääskeläinen, T. 1990. Kuusen viljelyn onnistuminen Kainuussa. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 85 s.
- Kaila, S. 1993. Metsänuudistamisen tuloksen määrittäminen ja männyn uudistamisen tuloksia. Summary: Determining the outcome of forest regeneration; results from Scots pine reforestation practices. *Metsätehon tiedotus* 409. 47 s.
- Kallio, K. 1965. Valtion metsien uudistusalojen inventoinnin tuloksia. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 82(4): 121-126.
- Kinnunen, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. *Folia Forestalia* 318. 25 s.
- Kinnunen, K. 1983. Yli 10-vuotiaiden mäntytaimikoiden tila Länsi-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94: 26-31.
- Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 447. 36 s.
- Kinnunen, K. & Aro, L. 1996. Vanhojen pellonmetsitysten tila Länsi-Suomessa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(2): 101-111.
- Kinnunen, K. & Linnimäki, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia. *Folia Forestalia* 329. 32 s.
- Kinnunen, K. & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- Kinnunen, K. & Nerg, J. 1982. Männyn kylvö- ja luonnontaimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä. Abstract: State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forests of western Finland. *Folia Forestalia* 535. 16 s.

- Kinnunen, K. & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of plantations 11-12 years after planting in some private forests in western Finland. *Folia Forestalia* 546. 20 s.
- Kinnunen, K. & Riikilä, M. 1986. Tuoreiden ja lehtomaisten kankaiden 6-8 vuotiaiden taimikoiden tila Pirkka-Hämeessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 235: 15-24.
- Kinnunen, K. & Vanamo, A. 1987. Männyn uudistamisen onnistuminen Satakunnassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 270: 14-23.
- Korhonen, P. & Mänty, J. 1991. Koneellinen kylvö maanmuokkauksen yhteydessä. Konekylvöjen inventointitulokset ja kylvölaitteiden esittely. *Metsähallituksen kehittämisjaosto, Tiedote* 3. 6 s.
- Laiho, O. 1984. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan valmistus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 137: 30-42.
- Laiho, O. 1985. Maanmuokkaus kivennäismaiden ongelma-alueilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 184: 16-24.
- Leikola, M. & Huuri, O. 1974. Enakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta. *Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja* 11. 31 s.
- Leikola, M. & Leinonen, K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen yksityismailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 337: 29-39.
- Leikola, M., Metsämuuronen, M., Räsänen, P. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967-1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967-1975. *Folia Forestalia* 312. 27 s.
- Lehtosaari, A. 1987. Metsänviljelyn onnistuminen Oulun läänin alavilla kankailla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 85 s.
- Lähde, E. 1973. Männyn taimien juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 5: 18-27.
- Lähde, E. 1974. Männyntaimistojen kunto ja maan lajitekoostumus Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 7. 19 s.
- Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sapling stands of Scots pine. Selostus: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(3). 23 s.
- Lähde, E. & Mutka, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 83(3). 43 s.
- Lähde, E. & Siltanen, S. 1973. Männyn taimien kunto ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of the root system and the condition of the pine (*Pinus silvestris* L.) seedlings in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78(7). 31 s.
- Lääperi, A. & Löyttyniemi, K. 1988. Hirvituhot vuosina 1973-1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973-1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District. *Folia Forestalia* 719. 13 s.
- Löyttyniemi, K. & Piisilä, N. 1983. Hirvivahingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in young pine plantations in the Forestry Board District Uusimaa-Häme. *Folia Forestalia* 553. 23 s.

- Metsämuuronen, M., Kaila, S. & Räsänen, P. 1978. Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Summary: First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973. *Folia Forestalia* 349. 36 s.
- Moilanen, H. 1986. Kevään 1974 männyn viljelyalojen tila v. 1984 Taivalkoskella. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 85 s.
- Norokorpi, Y. 1972. Nuorten kuusen taimistojen nykyisestä tilasta ja kehityksestä Perä-Pohjolan valtionmailla. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 3: 16-22.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57-71.
- Norokorpi, Y. 1987. Metsänviljelyn onnistuminen korkeilla alueilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 17-23, 16, 24-31.
- Oikarinen, M. 1991. Suomussalmen männynviljelyinventointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 389. 60 s.
- Oikarinen, M. & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956-65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 222. 46 s.
- Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 73(6-7): 225-230.
- Otsamo, A. 1986. Maaston korkeuden vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen ja taimien kehitykseen Kuusamossa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 96 s.
- Paasonen, V. 1980. Utsjoen männyn viljelyt vuosina 1954-1963. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 54 s.
- Parviainen, J. 1983. Tuloksia männyn luontaisesta uudistamisesta Pohjois-Karjalassa. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema. Moniste. 13 s.
- Parviainen, J., Kangas, J. & Knuutinen, P. 1989. Kolmevuotiaiden istutusrauduskoivikoiden alkukehitys Itä-Savossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 332. 48 s.
- Pelkonen, H. 1980. 10-vuotiaiden männyn viljelytaimistojen kunto Taivalkosken valtionmetsissä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 58 s.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine on reforested sites in the northern Finland. *Folia Forestalia* 511. 23 s.
- Peltonen, A. 1986. Metsien uudistaminen turvemilla kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978-1979. *Folia Forestalia* 679. 26 s.
- Pohtila, E. 1972. Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930-45 tehdyistä kuusiviljelyistä. Summary: Results of spruce cultivation from 1930-45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. *Folia Forestalia* 156. 12 s.
- Pohtila, E. 1972. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967-68 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 6. 97 s.
- Pohtila, E. 1974. Tuloksia metsänviljelyn runkotutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6: 28-41.
- Pohtila, E. 1974. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Aurauksen ja kulotuksen vaikutus männyn viljelyn onnistumi-

- seen vuosina 1968-70 perustetussa kokeessa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 11. 64 s.
- Pohtila, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(4). 98 s. + 1 liitel.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970-1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970-1972. *Silva Fennica* 17(3): 201-224.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245-270.
- Pohtila, E. & Timonen, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 453. 18 s.
- Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Punkkinen, E. 1982. Männyn luontaisen uudistumisen onnistuminen muokatuilla mailla Etelä-Lapissa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 76 s.
- Pylvänäinen, J. 1987. Veitsiluoto Oy:n 1975-77 viljeltyjen taimikoiden tila. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 59 s.
- Raulo, J. & Rikala, R. 1974. Tuloksia metsänviljelyalojen tarkastuksista Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan piirimetsälautakuntien alueella. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 12: 1-8.
- Rautiainen, O. & Räsänen, P. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968-1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968-1976. *Folia Forestalia* 426. 24 s.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 72-82.
- Rossi, S., Varmola, M. & Hyppönen, M. 1993. Pellonmetsitysten onnistuminen Lapissa. Abstract: Success of afforestation of old fields in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 807. 23 s.
- Räsänen, P., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories in 1978-1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- Saksa, T. 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 s.
- Saksa, T. 1988. Viljelytiheys ja istutustaimien kunto Suonenjoella kesällä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 289. 26 s.

- Saksa, T. 1989. Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland. *Folia Forestalia* 733. 32 s.
- Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla istutusaloilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 418. 48 s.
- Saksa, T. 1998. Metsänuudistamistulos viivästyneillä avohakkuualoilla Etelä-Savossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 695. 31 s.
- Saksa, T., Nerg, J. & Tuovinen, J. 1990. Havupuutaimikoiden tila 3-8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. Summary: State of 3-8 years old Scots pine and Norway spruce plantations. *Folia Forestalia* 753. 30 s.
- Savilampi, P. 1977. Tuloksia aurasalojen metsänviljelytutkimuksesta. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 16, artikkeli 14 s.
- Savilampi, P. 1980. Metsänviljelyalojen metsänhoidollinen tila. *Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja* 18: 7-17.
- Savilampi, P. 1982. Kärsämäen viljelytaimikoiden inventointituloksia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70: 40-50.
- Savilampi, P. 1983. Kuntakohtaisten viljelyinventointien yhdistelmä vuosilta 1977-1982. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 119: 40-52.
- Savilampi, P. 1984. Muhoksen ja Kälviän viljelytaimikoiden inventointituloksia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 158: 51-64.
- Savilampi, P. 1988. Kärsämäen viljelytaimikkojen tila 5 ja 10 vuoden iällä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 295: 44-55.
- Solin, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan alueen eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. *Tiedonantoja* 3. 69 s.
- Tasanen, T. 1980. Männyn viljelyn onnistuminen eteläsuomalaisilla aurasaloilla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Konekirjoite*. 53 s. + 1 liite.
- Tasanen, T. 1988. Metsänviljelyn runkotutkimus 2:n tuloksia Oulun läänissä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 295: 64-75.
- Toivonen, T. 1987. Varttuneiden mätästämällä muokattujen männyntaimikoiden tila Koillis-Satakunnan yksityismetsissä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Moniste*. 82 s.
- Tolonen, J. 1990. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Vuolijoen Kainuun metsälautakunnan eteläosassa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Moniste*. 115 s.
- Tuomi, P. 1980. 10-vuotiaiden männyn viljelytaimistojen kunto Taivalkosken yksityismetsissä. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. *Moniste*. 53 s.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Valkonen, S. & Rantala, S. 1995. Jalot lehtipuut ja tervaleppä peltojen metsityksessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 581: 36-52.
- Valtanen, J. 1970. Lapin männyntaimistojen kunnosta. *Versosyöpä Lapin taimistojen kimpussa. Metsä ja Puu* 4: 5-10.
- Valtanen, J. 1972. Laikutettujen siemenpuuasentojen inventointituloksia Kainuusta ja Pohjois-Pohjanmaalta v. 1971. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 2. 4 s. + 8 liite.

- Valtanen, J. 1975. Männyn uudistamismenetelmän valinnasta Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 49-61.
- Valtanen, J. 1976. Metsänuudistamisen suunnan muutoksia. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 15: 1-15.
- Valtanen, J. 1977. Tutkimustuloksia suurten avoalojen metsittymisestä Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli. 8 s.
- Valtanen, J. 1980. Kaustisen ja Muhoksen metsänviljelyalueiden inventointituloksia. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 18: 1-6.
- Valtanen, J. 1985. Muokattujen alueiden luontainen taimettuminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 58-67.
- Valtanen, J. 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in northern Finland. Folia Forestalia 718. 41 s.
- Valtanen, J. 1990. 16-vuotiaat pellonmetsitykset Pohjois-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361: 62-66.
- Valtanen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Summary: Results of afforestation of fields in northern Ostrobothnia in the 1970's. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 19-21.
- Valtanen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 381. 52 s. + 3 liites.
- Valtanen, J. 1991. Pohjanmaan viljelytaimikoiden alkukehitys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 387: 67-83.
- Valtanen, J. 1994. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 503. 65 s.
- Valtanen, J. 1995. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. Tiivistelmä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 7-11.
- Valtanen, J. & Enberg, M. 1987. Vuosina 1970-72 perustetun aurausalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970-72. Folia Forestalia 686. 42 s.
- Valtanen, J. & Lehtosaari, A. 1991. Männyn uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä Siikalatvan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 388. 120 s. + 7 liites.
- Yli-Vakkuri, P., Räsänen, P. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 2. 92 s.

3. Eräitä muita metsänkasvatukseen liittyviä julkaisuja

- oppi- ja käsikirjat sekä oppaat on mainittu kohdassa 1
- sisältyy myös harvennus- ja kasvatuseräille sekä puiden ja puutavaralajien mittauksen liittyviä julkaisuja

Ahti, E., Granlund, H. & Puranen, E. (toim.) 1999. Metsätalouden ympäristökuormitus. Seminaari Nurmeksessa 23.-24.9.1998. Tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745. 172 s.

Appelroth, E. 1962. Några reflexioner om C. W. Gyldens lärobok 'Handledning för skogshushållare i Finland'. Summary: Reflections om G. W. Gylden's old handbook. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55(27). 12 s.

- Aro, P. 1928. Pinopuutavarain pino- ja kiintomitan välisiä suhdelukuja. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 13(6). 12 s.
- Aro, P. 1929. Pinopuutavarain kiinteän kuutiomäärän laskeminen. Kiintomittataulukkoja. Helsinki.
- Aro, P. 1931. Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys. Referat: Über den Festgehalt der wichtigsten finnischen Schichtholzsortimente. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 14(5). 109 s.
- Aro, P. 1958. Pohjois-Suomen 2 m kuusi- ja mäntypaperipuiden pinotiheydestä, kuorimishäviöstä ja kuutiosuhteista. Referat: Über den Festgehalt der Stösse, den Entrindungsverlust und die Kubikmassenverhältnisse von 2 m Fichten- und Kiefernzellstoffholz aus Nordfinnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 50(8). 44 s.
- Aro, P. 1959. Nippujen kuutiotalukot 2 m ja 4 m kuusipaperipuille. Referat: Kubiktabellen für Bündel von 2 m und 4 m Fichtenzellstoffholz. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(5). 44 s.
- Aro, P. & Nisula, P. 1958. Kuusi- ja mäntypaperipuurankojen kuutio- ja mittaustaulukoita. Referat: Kubik- und Aufnahmetabellen für Fichten- und Kiefern-Faserlangholz. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(8). 98 s.
- Aro, P., Pöntynen, V. & Saari, E. 1929. Kiintomittataulukoita. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja. Helsinki.
- Aro, P. & Rikkonen, P. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Summary: Top form factors of softwood saw logs. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(7). 77 s.
- Björklund, T. 1984. Tervalepän biomassa. Summary: Biomass of black alder. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 151. 71 s.
- Björklund, T. & Ferm, A. 1982. Pienikokoisen koivun ja harmaalepän biomassa ja tekniset ominaisuudet. Abstract: Biomass and technical properties of small-sized birch and grey alder. *Folia Forestalia* 500. 37 s.
- Björklund, T. & Kärkkäinen, M. 1982. Koivun ja tervalepän kokopuukertoimet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 80. 11 s.
- Blomqvist, A. 1897. Undersökningar af tjocklekstillväxten hos timmerträd af tall och gran i olika delar af Finland. Helsinki. VIII + 170 s. + diagrammit 5 s.
- Cajander, A. 1909. Über Waldtypen. *Acta Forestalia Fennica* 1(1). 175 s. Myös *Fennia* 28(2). 176 s.
- Cajander, A. 1913. Studien über die Moore Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 2(3). 208 s. + kuvat 20 s.
- Cajander, A. 1925. Metsätyyppiteoria. *Acta Forestalia Fennica* 29(2). 84 s.
- Cajander, A. & Ilvessalo, Y. 1921. Über Waldtypen II. Drei Vorträge gehalten in der Sitzung der Geographischen Gesellschaft in Finnland am 25. Februar 1921. *Acta Forestalia Fennica* 20(1). 77 s.
- Eeronheimo, O. 1991. Suometzien puunkorjuu. Summary: Forest harvesting on peatlands. *Folia Forestalia* 779. 29 s.
- Etholen, K. & Huuri, L. 1982. Visakoivua käsittelevä kirjallisuus. Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin). *Folia Forestalia* 502. 24 s.
- Finer, L., Ilvesniemi, H., Kortelainen, P. & Karvinen, L. (toim.) 1996. Metsätalouden ympäristökuormitus - tutkijaseminaari Vääksyssä Päijänne-luontokeskuksessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 607. 107 s.
- Gustavsen, H. & Timonen, M. 1999. Lapin suojametsäalueen männiköiden rakenne, kasvu ja käsittely. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 748. 54 s.

- Hakkila, P. 1967. Koivupaperipuun pinotiheydestä ja kuutiosuhteista. Summary: On the pile density and volume of birch pulpwood. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 62(7). 32 s.
- Hakkila, P. 1967. Käytäntöön soveltuvia menetelmiä puutavaran kiintokuutiomäärän määrittämiseksi tilavuuspainon avulla. Summary: Methods applicable to the measuring of the solid volume of timber by means of its volume weight. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 64(6). 27 s.
- Hakkila, P. 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch stems in Finland. Seloste: Mänty-, kuusi- ja koivurunkojen puuaineen tiheys ja kuivapainotaulukot. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96(3). 59 s.
- Hakkila, P., Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 582. 100 s.
- Hakkila, P. 1989. Logging in Finland. Tiivistelmä: Puunkorjuu Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 207. 39 s.
- Hakkila, P., Laasasenaho, J. & Oittinen, K. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Summary: Branch data for logging work. *Folia Forestalia* 147. 15 s.
- Hakkila, P. & Siren, M. 1997. Puunkorjuu. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 6, s. 86-101.
- Hakkila, P., Uusvaara, O. & Valonen, P. 1979. Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet. Summary: Measuring and properties of whole tree raw-material. *Folia Forestalia* 403. 48 s.
- Hannellius, S. 1993. Viljavan kasvupaikan nuoren ja huonolaatuisen istutusmännikön kasvatusvaihtoehdot. Abstract: Alternative growing methods for young and poor quality Scots pine plantations on fertile sites. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 452. 55 s.
- Hannellius, S. & Niemelä, P. (toim.) 1995. Monimuotoisuus metsien hoidossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564. 142 s.
- Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. *Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho & Jaakko Pöyry Oy. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki.* 121 s.
- Heikinheimo, O. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschaengebiete in Finnland und ihre Wälder. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 3(3). 134 + 17 s., 16 kuval.
- Heikinheimo, O. 1921. Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö. Referat: Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 4(3). 71 + 20 + kuvat 7 s.
- Heikinheimo, O. 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 5(2). 132 + 3 s. + valokuvat 9 s.
- Heikinheimo, O. 1924. Suomen metsien metsänhoidollinen tila. Suomen Metsätieteellisen Seuran vuosikokouksessa 29.4.1924 pidetty esitelmä valtakunnan metsien arvioimisessa saaduista tuloksista. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 9(4). 12 s. + 6 kartta- ja kuval.
- Heikinheimo, O. 1949. Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisillä roduilla suoritetuista kokeista. Summary: Results of experiments on the geographical races of spruce and pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(2). 44 s.

- Heikinheimo, O. 1951. Kokemuksia visakoivun kasvatuksesta. Summary: Experiences in the growing of curly birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(5). 26 s.
- Heikinheimo, O. 1954. Taimitarhan maantieteellinen sijainti, siemenen alkuperä ja istutuskaudet. Referat: Geographische Lage der Baumschule, Herkunft des Samens und Zeit der Pflanzung. *Acta Forestalia Fennica* 61(9). 28 s.
- Heikinheimo, O. 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Referat: Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 46(3). 129 s.
- Heikkilä, T. 1914. Tuotantotaulut pääpuulajeillemme: männylle, kuuselle ja koivulle. A. G. Blomqvistin keräämän aineiston perusteella. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 2. 35 s.
- Heinonen, T. & Lukkari, T. 1987. Puulajien kasvupaikkavaatimukset. Alustavia tuloksia männyn, kuusen ja rauduskoivun viljelyn onnistumisesta Nurmeksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 283. 19 s.
- Heiskanen, V. 1973. Pinon kehysmitan mittausta ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus. Summary: Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. *Folia Forestalia* 169. 50 s.
- Heiskanen, V. 1975. Kuitupuun latvaläpimittaan perustuva työmittausmenetelmä (pölkky menetelmä). Summary: A wagepayment measuring method based on pulwood top diameter (Bolt method). *Folia Forestalia* 227. 35 s.
- Heiskanen, V. 1976. Havusahatukki kuorelliset keskusmuotoluvut. Summary: Middle form factors of pine and spruce sawlogs. *Folia Forestalia* 280. 23 s.
- Heiskanen, V. 1976. Tarkistetut havusahatukki kuorelliset yksikkökuutioluvut. Summary: The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs. *Folia Forestalia* 290. 12 s.
- Heiskanen, V., Kuronen, A. & Tiihonen, P. 1972. Rinnankorkeusläpimittaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of logs per stem. *Folia Forestalia* 162. 15 s.
- Heiskanen, V. & Rikkinen, P. 1971. Havusahatukki todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Summary: Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. *Folia Forestalia* 128. 42 s.
- Heiskanen, V. & Rikkinen, P. 1971. Tukki todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukki mittausta- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. *Folia Forestalia* 115. 8 s.
- Heiskanen, V. & Rikkinen, P. 1975. Sahatukki todellisen kiintomitan määrittämismenetelmät. Summary: Methods for the measurement of softwood sawlogs. *Folia Forestalia* 229. 30 s.
- Heiskanen, V. & Salmi, J. 1975. Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittäystä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuu, järeä kuitupuu sekä likipituinen havukuitupuu. Summary: Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length. *Folia Forestalia* 236. 29 s.
- Heiskanen, V. & Salmi, J. 1976. Koivutukki latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot. Summary: Top form factors and unit volumes of birch logs. *Folia Forestalia* 287. 46 s.
- Heiskanen, V. & Tiihonen, P. 1958. Rinnankorkeusläpimittaan perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for saw timber stems based on breast height diameter. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(5). 76 s.

- Hilden, N. 1926. Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla Pohjois-Karjalasta kootun aineiston nojalla. Referat: Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln basiert auf Material aus Nord-Karjala. *Acta Forestalia Fennica* 32(2). 73 s.
- Huikari, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types, especially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fennica* 75. 22 s.
- Hyppönen, M. 1981. Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Summary: Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland. *Folia Forestalia* 463. 34 s.
- Hyppönen, M., Varmola, M. & Poikajärvi, H. (toim.) 2000. Paksusammalkuusikot ja niiden uudistaminen. Tutkijoiden ja metsäammattilaisten retkeily Itä-Lapissa 25.-26.8.1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 793. 103 s.
- Hänninen, H. (toim.) 1998. Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos ja Metsälehti Kustannus. 199 s.
- Ihalainen, A., Korhonen, K. T. & Varjo, J. 1992. Puiden käyttöosan mittauksiin perustuva metsurimittaus. Summary: Estimation of harvested timber volume using tree-wise measurements made during felling. *Folia Forestalia* 786. 18 s.
- Ilvessalo, L. 1916. Lehtikuusen viljely Suomessa. Suomen metsänhoitoyhdistyksen erikoistutkimuksia 5. 108 s.
- Ilvessalo, Y. 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 148 s.
- Ilvessalo, Y. & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehityksen ja puuntuotokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. *Acta Forestalia Fennica* 144. 101 s.
- Kalela, E. 1949. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. *Acta Forestalia Fennica* 57(1). 35 s.
- Kalpa, A. 1985. Männyn taimikon perkaustavan vaikutus lehtipuustoon, istutustaimien laatuun, aluskasvillisuuteen ja maaperään. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos. Konekirjoite. 140 s.
- Karjalainen, T., Kellomäki, S., Lauhanen, R. & Tuovinen, J. 1991. Ilmastomuutoksen vaikutus metsäekosysteemiin ja metsänkäyttöön: mekanismeja ja kehityssuuntia. *Silva Carelica* 19. 157 s.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1972. Hakkuusarjat ojitettujen soiden puustoille. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Kilkki, P. 1971. Optimization of stand treatment based on the marginal productivity of land and growing stock. Seloste: Maan ja puuston rajatuottavuuksiin perustuva metsikön käsittelyn optimointi. *Acta Forestalia Fennica* 122. 7 s.
- Kilkki, P. & Väisänen, U. 1969. Determination of the optimum cutting policy for the forest stand by means of dynamic programming. Seloste: Metsikön optimihakkuuohjelman määrittäminen dynaamisen ohjelmoinnin avulla. *Acta Forestalia Fennica* 102. 23 s.
- Kokkonen, J. 1989. Taimikon varhaiskehityksen dynamiikka muokatulla uudistusalalla. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 73 s.
- Kolari, K. 1977. Puiden boorinpuutosoireita. - Kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 9/77. 28 s.
- Kolari, K. 1979. Hivenaineiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review. *Folia Forestalia* 389. 37 s.

- Kolström, T. 1992. Dynamics of uneven-aged stands of Norway spruce: a model approach. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 411. 29 s. + liitejulkaisut (13, 15, 14 ja 21 s.).
- Kärki, T., Eerikäinen, K., Heinonen, J. & Korhonen, K. T. 1999. Harmaalepän (*Alnus incana*) tilavuustaulukot. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/1999: 39-49.
- Kärkkäinen, M. 1978. Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi. Summary: Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye. *Folia Forestalia* 336. 17 s.
- Kärkkäinen, M. 1979. Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa. Summary: Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps. *Folia Forestalia* 410. 15 s.
- Kärkkäinen, M. 1982. Pölkkyttäinen kuitupuun mittausta. Summary: Measurement of pulpwood by the bolt. *Folia Forestalia* 501. 47 s.
- Kärkkäinen, M. & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Abstract: Factors affecting the quality of young pines. *Folia Forestalia* 515. 28 s.
- Laasasenaho, J. & Sevola, Y. 1971. Mänty- ja kuusirunkojen puutavaralajisuhteet ja kantoarvot. Summary: Timber assortment relationships and stumpage value of Scots pine and Norway spruce. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 74(3). 87 s.
- Laasasenaho, J. & Snellman, C-G. 1983. Männyn, kuusen ja koivun tilavuustaulukot. Volymtabeller för tall, gran och björk. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 113. 91 s.
- Lakari, O. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. *Acta Forestalia Fennica* 5(1). 211 s., valok. 10 s., kartta.
- Lallukka, H. 1970. Pystypuiden ja metsiköiden arvon määrittäminen. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 66 s. + liitteet.
- Leinonen, E. 1972. Puutavaran mittausta kuorma- ja otantamenetelmillä. Summary: Measurement of timber by the load and sampling methods. *Folia Forestalia* 144. 38 s.
- Leinonen, E. 1972. Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa. Summary: Green density sampling in sawlog scaling. *Folia Forestalia* 145. 15 s.
- Leinonen, E. & Pullinen, K. 1971. Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Summary: Green density sampling in pulpwood scaling. *Folia Forestalia* 100. 21 s.
- Lindblad, J. & Verkasalo, E. 1999. Teollisuushakkeen kuiva-tuoretiheys ja painomittauksen muuntokertoimet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 747. 48 s. + 9 liites.
- Lukkala, O. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 34(3). 150 s.
- Lumme, I. 1989. On the clone selection, ectomycorrhizal inoculation of short-rotation willows (*Salix* spp.) and on the effects of some nutrient sources on soil properties and plant nutrition. *Biological Research Reports from the University of Jyväskylä* 14. 55 p.
- Lumme, I. & Kiukaanniemi, E. 1987. Nopeakasvuisten pajujen (*Salix* spp.) lyhytkiertoviljelystä ja rauduskoivun (*Betula pendula*) viljelystä turvetuotannosta poistuneella suolla Limingan Hirvinevalla. Abstract: Short-rotation cultivation of fast-growing willows and plantations of *Betula pendula* Roth on Hirvineva, a mire formerly used for peat production, in Liminka, Finland. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. C77. 48 s.

- Lumme, I., Tikkanen, E., Huusko, A. & Kiukaanniemi, E. 1984. Pajujen lyhyt-kiertoviljelyn biologiasta ja viljelyn kannattavuudesta turpeentuotannosta poistuneella suolla Limingan Hirvinevalla. Summary: On the biology and economical profitability of willow biomass production on an abandoned peat production area. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. C54. 79 s.
- Lähde, E. 1985. Eri-ikäisrakenteisen metsän tavoitteelliset runkolukusarjat jatkuvaa kasvatusta käytettäessä leimauksen jälkeen. Metsä 2000 ohjelman metsien hoidon ja käsittelyn työryhmän vaihtoehtoisia eli biologisekologista ohjelmaa varten laaditut taulukot ja kirje metsähallitukselle 17.4.1985.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkien, lehtipuutukkien, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihioiden mittauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista. 1985. Skogsforskningsinstitutets beslut gällande enhetsvolymtal för användning vid mätning av barrtimmer, lövtimmer, tallstolpar och sliperstimmer. Folia Forestalia 622. 8 s.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkien, lehtipuutukkien, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihioiden mittauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista 14. päivänä kesäkuuta 1985 annetun päätöksen muuttamisesta. 1986. Skogsforskningsinstitutets beslut om förändring av beslutet från den 14 juni 1985 om de enhetsvolymtal, som används vid mätning av barrtimmer, lövtimmer, tallstolpar och sliperstimmer. Folia Forestalia 677. 6 s.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntolu- vuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. 1973. Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. Folia Forestalia 172. 13 s.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and spruce stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(3). 82 s.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s.
- Miettinen, L. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. Referat: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung. Communicationes ex Instituto Quaestionum Finlandiae editae 16(3). 105 s.
- Miina, J. 1996. Management of Scots pine stands on drained peatland: A model approach. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 43. 29 s.
- Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. Acta Forestalia Fennica 50(3). 102 s.
- Multamäki, E. 1937. Kuusen uudistamisesta vesiperäisillä mailla. Referat: Von der Verjuengung der Fichte auf Torfböden. Eripainos Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirjasta N:o X. 27 s.
- Multamäki, E. 1939. Kuusen kylvöstä ja sen istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu Bevaldenden Mooren. Acta Forestalia Fennica 47(3). 132 s. + valokuvat 8 s.
- Mäkelä, M. 1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. Folia Forestalia 316. 20 s.

- Mälkönen, E., Babich, H., Krutov, V. & Markova, I. (toim.) 2000. Metsänuudistaminen Euroopan pohjoisosissa. Suomalais-venäläinen seminaari, Vuokatti 28.9.-2.10.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 772. 227 s.
- Nevalainen, M. 1995. Pitkän kuitupuun ajoneuvokuormamittauksen jatkotutkimus. Kesä- ja talviaineisto. Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto. Moniste 15.5. 20 s.
- Nevalainen, M. 1995. Pitkän kuitupuun pinomittaus ajoneuvokuormassa. Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos. Moniste. 75 s. + liitteet 15 s.
- Nevalainen, M. 1996. Havukuitupuun ajoneuvokuormamittaus kehyskuvamenetelmällä. Metsäliitto Osuuskunta/Mittaportti Oy. Moniste. 15 s.
- Niemi, S., Finer, L., Laukkanen, H., Nousiainen, M., Sikanen, L. & Väättä, K. (toim.). 2002. Suometsät - tulevaisuuden tukkipuustot. 'Harvennetaan suometsät - tulevaisuuden tukkipuustot' yhteiskehityshankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 830. 73 s.
- Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. Summary: Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatlands in northern Finland. *Folia Forestalia* 782. 36 s.
- Niemistö, P. 1992. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 432. 18 s.
- Niemistö, P. & Väärä, T. (toim.) 1998. Rauduskoivu tänään - ja tulevaisuudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668. 175 s.
- Nieppola, J. 1986. Cajanderin metsätyypiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Cajander's theory of forest site types. Literature review. *Folia Forestalia* 654. 42 s.
- Nikkilä, H. 1973. Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä. Summary: The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. *Folia Forestalia* 183. 40 s.
- Nikkilä, H. 1974. Ratapölkkytukkien kuutiointi. Summary: Measurement of railwaytie-logs. *Folia Forestalia* 209. 11 s.
- Nikkilä, H., Rikkinen, P. & Heiskanen, V. 1974. Suomalaisen kuitupuun pinotiheys ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: The relative solid content of Finnish pulpwood and the factors affecting it. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 82(1). 96 s.
- Nordberg, S. 1928. Vertaileva katsaus pajun viljelykseen ja sen edellytyksiin ulkomailla ja Suomessa. Referat: Die Weidenkultur und ihre Voraussetzungen im Ausland und in Suomi (Finnland). *Silva Fennica* 9. 60 s. + 4 valokuvia.
- Nousiainen, J., Puranen, J. & Tiuhonen, P. 1973. Koivutukkipuiden kuutiointimenetelmä. Referat: Eine Kubierungsmethode für Birkenblochholz. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 79(1). 53 s.
- Nousiainen, J., Rantanen, V. & Tiuhonen, P. 1972. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuva kuitu- ja tukkipuiden kuutiointimenetelmä. Mänty, kuusi ja koivu. Referat: Ein Massenermittlungsverfahren für Faser- und Blochholz mit dem Festmeter als Masseinheit. Kiefer, Fichte und Birke. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 77(2). 45 s.
- Nousiainen, J., Sorsa, J. & Tiuhonen, P. 1970. Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutiointimenetelmä. Referat: Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. *Folia Forestalia* 98. 35 s.
- Nurmi, J. & Kokko, A. (toim.) 2001. Biomassan tehostetun talteenoton seurannaisvaikutukset metsässä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 816. 79 s.

- Nyyssönen, A. 1954. Metsikön kuutiomäärän arvioiminen relaskoopin avulla. Summary: Estimation of stand volume by means of the relascope. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 44(6). 31 s.
- Nyyssönen, A. & Ojansuu, R. 1982. Metsikön puutavaralajirakenteen, arvon ja arvokasvun arviointi. Summary: Assessment of timber assortments, value and value increment of tree stands. *Acta Forestalia Fennica* 179. 52 s.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113. 75 s.
- Paavilainen, E. 1977. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Abstract: Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields. *Folia Forestalia* 326. 27 s.
- Paasio, I. 1936. Suomen nevasoiden tyyppijärjestelmää koskevia tutkimuksia. Referat: Untersuchungen über das Typensystem der Weissmoore Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 44(3). 129 s.
- Parviainen, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungfuchs- und Stangenholzphase. *Folia Forestalia* 346. 40 s.
- Pennanen, J. 1994. Villi ja vapaa metsä. Raportti Suomen metsien luontaisesta rakenteesta ja dynamiikasta sekä mahdollisuuksista kehittää luonnondynamiikkaan perustuva metsänhoitomalli. Greenpeace. Moniste. 48 s. + kuvat.
- Pesonen, M. & Hirvelä, H. 1992. Liiketaloudelliset harvennusmallit Etelä-Suomessa. Summary: Thinning models based on profitability calculations for southern Finland. *Folia Forestalia* 800. 35 s.
- Pesonen, M. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden määrä ja harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys. Summary: Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland. *Folia Forestalia* 812. 18 s.
- Pesonen, M., Jämsä, J. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden edullisuusvertailu metsälötasolla. Summary: Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level. *Folia Forestalia* 802. 23 s.
- Piri, E. (toim.) 1993. Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen 75-vuotisjuhlaretkeily Kolilla 7.-8.6.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462. 31 s.
- Pohjonen, V. 1991. Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland. Tiivistelmä: Biomassan viljelyyn sopivien pajulajien ja -kloonien valinta Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 221. 58 s.
- Pouta, E. & Rekola, M. 1994. Valuing environmental effects of forest regeneration cuttings: theoretical framework. University of Helsinki, Department of Forest Economics. Reports 4. 19 s.
- Pöntynen, V. 1929. Tukkien ym. kappaleittain mitattavien puutavarain todellisen kuutiomäärän laskeminen. Kiintomittataulukkoja. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. Sivut 9-41.
- Raulo, J., Lähde, E. & Rokkonen, J. 1998. Koivun uudistamis- ja kasvatuskokeita ja niiden tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 669. 61 s.
- Reinikainen, A. & Lehtinen, K-M. (toim.) 1994. Kasvupaikkaluokituksen tutkijaseminaari, Vantaa 27.10.1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 531. 116 s.
- Renvall, A. 1919. Mäntymetsän elinehdot sen pohjoisrajalla sekä tämän alenemisen syyt. Suojametsäksymyksestä I. *Acta Forestalia Fennica* 11. 143 s.
- Renvall, A. 1919. Suojametsäksymyksestä I-VI. *Acta Forestalia Fennica* 11. 671 s.

- Renvall, A. 1919. Suojametsäkysymyksestä V. Metsänhoidon pääperusteet varsinaisella mäntymetsärajavyöhykkeellä. *Acta Forestalia Fennica* 11. 112 s.
- Repo, R. & Valtanen, J. 1994. Maan ominaisuudet metsänviljelyssä - mätästyksen perusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 520. 52 s.
- Rikkinen, P. 1973. Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. *Folia Forestalia* 180. 8 s.
- Rikkinen, P. 1974. Koivuvaneritukkiin kuutiointi. Summary: Calculation of the volume of birch veneer logs. *Folia Forestalia* 217. 12 s.
- Rikkinen, P. 1987. Havutukkiin kuorelliseen latvaläpimitaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Summary: Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark. *Folia Forestalia* 684. 47 s.
- Rikkinen, P. 1988. Etelä-Suomen pikkutukkiin tilavuuden määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Summary: Volume determination of small sized logs in southern Finland using top diameter. *Folia Forestalia* 712. 18 s.
- Rikkinen, P. 1988. Havutukkiin yksikkötilavuuslukujen jatkoselvitys Lounais-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 297. 23 s. + 2 kartakes.
- Rikkinen, P. & Verkasalo, E. 1988. Havusahatukkiin mittaus Ahvenanmaalla kuorellisen latvaläpimitan perusteella. Referat: Mätning av barrsågtimmer på Åland enligt toppdiametern på bark. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 315. 37 s. + 4 liites.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. Selostus: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 92(7). 37 s.
- Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (eds.) 1995. Northern Silviculture and Management. Proc. IUFRO Working Party S1.05-12 Symposium, Lapland, Finland, 16-22 August 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567. 290 s.
- Rossi, P. & Rikala, R. 1992. Lehtipuiden kantojen vesominen lannoituksen jälkeen. Abstract: Stump sprouting in an *Alnus-Betula-Salix* stand following fertilization. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 425. 22 s.
- Rummukainen, U. 1969. Vesakoiden lentoruiskutusajankohdasta. Summary: On the optimum time of spraying coppices from the air. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 69(1). 33 s.
- Saalas, U. 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. Referat: Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 10. 415 s. + kartake + 13 kuvavivua.
- Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.) 1987. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278. 179 s.
- Saarenmaa, L. 1990. Viljelyketjun valinta asiantuntijajärjestelmän avulla Lapissa. Summary: Choice of reforestation method based on an expert system in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 762. 49 s.
- Saarihahti, M. 1993. Mikroaaltosondin soveltuvuus hakekuorman käyttöarvon mittaamiseen. Summary: Measuring of the chip load properties using microwave sounding. *Folia Forestalia* 804. 11 s.
- Saarnio, R. 1976. Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa. Summary: The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland. *Folia Forestalia* 263. 28 s.

- Saarsalmi, A. 1995. Nutrition of deciduous tree species grown in short rotation stands. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 37. 60 s.
- Saarsalmi, A., Palmgren, K. & Levula, T. 1985. Leppäviljelmän biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö. Summary: Biomass production and nutrient and water consumption in an *Alnus incana* plantation. *Folia Forestalia* 628. 24 s.
- Saarsalmi, A., Palmgren, K. & Levula, T. 1991. Harmaalepän vesojen biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö. Summary: Biomass production and nutrient consumption of the sprouts of *Alnus incana*. *Folia Forestalia* 768. 25 s.
- Saarsalmi, A., Palmgren, K. & Levula, T. 1992. Harmaalepän ja rauduskoivun biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö energiapuuviljelmällä. Summary: Biomass production and nutrient consumption of *Alnus incana* and *Betula pendula* in energy forestry. *Folia Forestalia* 797. 29 s.
- Saikkku, O. & Rikkinen, P. 1976. Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount of pulpwood and factors affecting it. *Folia Forestalia* 262. 22 s.
- Sairanen, P. 1984. Kuitupuukuorman mittausta rautatiekuljetuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 136. 22 s.
- Sairanen, P. 1989. Pitkän kuitupuun pinomittaukset. Ennakkotietoja. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. 46 s.
- Salminen, O. 1993. Dynaamiseen ohjelmointiin perustuva viljelymetsiköiden harvennusten ja kiertoajan optimointi. Summary: Simultaneous optimization of thinnings and rotation of cultivated stands using dynamic programming. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 480. 48 s.
- Salminen, T. 1968. Havusahatukien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Summary: On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on the bark. *Folia Forestalia* 51. 30 s.
- Saramäki, J. 1981. Hieskoivun kasvu ja kasvatus Pohjanmaalla ja Kainuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 3. 37 s.
- Sarasto, J. 1961. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Seloste: Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden luokittelusta. *Acta Forestalia Fennica* 74(5). 57 s.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine Waldbiologische Untersuchung auf den Trockenen Heideböden Nord-Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 46(1). 146 s. + kartta.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(1). 268 s.
- Sarvas, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4). 91 s.
- Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistamishakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(6). 43 s.
- Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.

- Sarvas, R. 1951. Tutkimuksia puolukkatyyppin kuusikoista. Summary: Investigations into the spruce stands of *Vaccinium* type. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(1). 82 s.
- Sarvas, R. 1955. Investigations into the flowering and seed quality of forest trees. Selostus: Tutkimuksia metsäpuiden kukkimisesta ja siemensadon laadusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45(7). 37 s.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53(4). 198 s.
- Sarvas, R. 1965. Basic studies into the most important factors controlling the quantity and quality of natural seed crops of forest trees. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. 95 s.
- Sarvas, R. 1968. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. Suomenkielinen selostus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(5). 84 s.
- Savolainen, H. 1990. Metsäkanalintujen huomioon ottaminen metsän kasvatuksessa - hyödyt ja kustannukset. Helsingin yliopisto, kansantaloudellisen metsäekonomian laitos. Moniste. 85 s. + liitteet.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyyppillä esimerkkitaipauksen valossa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 100 s.
- Siira, J. 1988. Ensiharvennuksen ajoittamisen vaikutukset metsiköstä saatavaan tuottoon. Metsätalouden liiketieteen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 64 s.
- Siira, J. & Tahvanainen, J. (toim.) 1984. Lietelannoitus energiapuun kasvatuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 138. 42 s.
- Siitonen, M. 1972. Dynaaminen malli metsikön optimihakkuuohjelman määrittämiseksi. Summary: A dynamic programming model for the determination of the optimal cutting schedule for a forest stand. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 2. 23 s.
- Sikanen, L. & Marjomaa, J. 1992. Metsätraktorin kuormainvääntämis- ja käyttöön perustuva puutavaran tilavuuden mittaaminen. Metsätehon katsaus 14. 9 s.
- Siren, G. 1958. Lapin suojametsäkysymyksestä. Helsingin yliopisto, metsäkirjasto. Moniste. 139 s.
- Sumanen, J. 1992. Harvennusvoimakkuuden vaikutus viljelymetsiköstä saatavaan tuottoon. Helsingin yliopisto, metsätalouden liiketieteen laitos. Konekirjoite. 70 s.
- Tiihonen, P. 1961. Männyn, kuusen ja koivun kapenemistaulukot. Referat: Ausbauchungstafeln für Kiefer, Fichte und Birke. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 54(1). 76 s.
- Tiihonen, P. 1966. Puutavaralajitaulukot 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi. *Folia Forestalia* 19. 21 s.
- Tiihonen, P. 1969. Puutavaralajitaulukot 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu. *Folia Forestalia* 58. 30 s.
- Tiihonen, P. 1969. Puutavaralajitaulukot 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot. *Folia Forestalia* 59. 39 s.
- Tiihonen, P. 1969. Puutavaralajitaulukot 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi. *Folia Forestalia* 60. 21 s.
- Tiihonen, P. 1969. Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot. *Folia Forestalia* 71. 8 s.
- Tiihonen, P. 1970. Puutavaralajitaulukot 5. Koivun uudet paperipuutaulukot. Referat: Sortentafeln 5. Neue Papierholztafeln für Birke. *Folia Forestalia* 94. 27 s.

- Tiihonen, P. 1972. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koirvun kuitupuutaulukot. Referat: Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. *Folia Forestalia* 154. 69 s.
- Tiihonen, P. 1972. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Referat: Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. *Folia Forestalia* 155. 25 s.
- Tiihonen, P. 1972. Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavara-lajitaulukot. Referat: Auf Bruthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. *Folia Forestalia* 167. 12 s.
- Tiihonen, P. 1977. Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm. Referat: Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Minstdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm. *Folia Forestalia* 301. 37 s.
- Tyrväinen, L. & Räsänen, P. 1989. Vaahtera-lehmus -sekametsän kasvatusta Keltanien luonnonsuojelualueella Asikkalassa. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 64. 29 s.
- Uusvaara, O. & Heiskanen, V. 1975. Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadunmääritys Suomessa. Summary: Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland. *Folia Forestalia* 234. 23 s. + 5 liites.
- Valkonen, S. 2000. Kuusen taimikon kasvattamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismailla: Puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusikoivusekataimikko. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 763. 83 s. + 4 liitejulkaisua (27, 15, 17 ja 28 s.).
- Valsta, L. 1982. Istutuskuusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Summary: Profitability comparison of growing densities in spruce plantations. *Folia Forestalia* 504. 33 p.
- Valsta, L. 1986. Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi. Summary: Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. *Folia Forestalia* 666. 23 s.
- Valsta, L. 1992. An optimization model for Norway spruce management based on individual-tree growth models. Tiivistelmä: Kuusikon käsittelyn optimointi puitaisiin kasvumalleihin pohjautuen. *Acta Forestalia Fennica* 232. 20 s.
- Valsta, L. 1993. Stand management optimization based on growth simulators. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 453. 51 + 81 s.
- Varmola, M. & Vuokila, E. 1986. Pienten mäntyjen tilavuusyhtälöt ja -taulukot. Summary: Tree volume functions and tables for small-sized pines. *Folia Forestalia* 652. 24 s.
- Verkasalo, E. 1987. Metsähakkeen kosteuden ja kuivamassan mittaus kuormatantamien menetelmillä. Summary: Measurement of moisture content and dry weight of forest chips by load sampling methods. *Folia Forestalia* 694. 35 s.
- Verkasalo, E. 1987. Polttohakkeen painomittauskokeilu akselipainovaa'alla. Summary: Experiment on weight scaling of fuel chips with axle weight scales. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 274. 32 s. + 2 liites.
- Verkasalo, E. & Lämsitalo, J. 1989. Pikkutukkien kappaleittainen mittaus Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 342. 41 s.
- Vettenranta, J. 2001. Growth dynamics and economic return of mixed forests of Norway spruce and Scots pine. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 123. 65 s.

- Vuokila, Y. 1960. Lehtikuusen kuutioimisytälöt ja -taulukot. Summary: Tree volume functions and tables for larch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(10). 89 s.
- Vuokila, Y. 1967. Eriasteisin kasvatushakkuin käsiteltyjen männiköiden kasvu- ja tuotostaulukot maan eteläistä sisäosaa varten. Summary: Growth and yield tables for pine stands treated with intermediate cuttings of varying degree for southern Central-Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 63(2). 123 s.
- Vuokila, Y. 1971. Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männikoille ja kuusikoille. Sammanfattning: Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Summary: Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. *Folia Forestalia* 99. 19 s.
- Vuokila, Y. 1975. Nuoren istutuskusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young Spruce plantations as a problem of timber production. *Folia Forestalia* 247. 24 s.
- Vuokila, Y. 1980. Kasvatustiheyden vaikutus istutuskusikon kasvuun ja tuotokseen. Summary: The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland. *Folia Forestalia* 448. 15 s.
- Vuokila, Y. 1983. Viljelymetsiköiden harvennusmallit. Sammanfattning: Gallringsmallar för odlade bestånd i Finland. Summary: Thinning models for forest cultures in Finland. *Folia Forestalia* 556. 15 s.
- Vuokila, Y. 1985. Puuston määrän vaikutus istutuskusikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen. Summary: The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland. *Folia Forestalia* 636. 18 s.
- Vuokila, Y., Gustavsen, H. & Luoma, P. 1983. Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu ja harvennusmallit. Abstract: Site classification and thinning models for Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland. *Folia Forestalia* 554. 12 s.
- Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(2). 271 s.
- Vähäpesola, J. 1989. Kuusi-rauduskoivusekametsikön taloudellisesti edullisin hakkuuohjelma. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 87 s. + 26 liitesivua.

4. Esimerkkejä ojitus-, lannoitus- ja pystykarsintakirjallisuudesta

- oppi- ja käsikirjat sekä oppaat on mainittu kohdassa 1

- Aarnio, J., Ahti, E., Hytönen, L. & Lauhanen, R. 1997. Kunnostusojitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 7, s. 102-108.
- Aarnio, J., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Veijalainen, H. 1997. Suometsien lannoitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 8.2, s. 116-126.
- Ahti, E. 1978. Pohjavesipinnan syvyyden merkitys ojitetulla suolla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7. Artikkel, 9 s.
- Ahti, E. 1979. Metsäojituksen sivuvaikutuksista. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8. Artikkel, 7 s.

- Ahti, E. 1983. Fertilizer-induced leaching of phosphorus and potassium from peatlands drained for forestry. Seloste: Lannoituksen vaikutus fosforin ja kaliumin huuhtoutumiseen ojitetuilta soilta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 111. 20 s.
- Ahti, E. 1988. Lannoituksen aiheuttama ravinteiden huuhtoutuminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 120-124.
- Ahti, E. (toim.) 1988. Soiden käyttö metsänkasvatukseen. Suontutkimusosasto 60 vuotta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308. 222 s.
- Ahti, E. 1991. Kunnostusojituksen puuntuotanto- ja ympäristövaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 12-14.
- Ahti, E. 1995. Kunnostusojituksen vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyn pohjapinta-alan kasvuun karuhkoilla rämemuuttumilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 49-58.
- Ahti, E. 1996. Kunnostusojituksen aiheuttama vesistökuormitus. Teoksessa: Finer, L., Ilvesniemi, H., Kortelainen, P. & Karvinen, L. (toim.) 1996. Metsätalouden ympäristökuormitus - tutkijaseminaari Vääksyssä Päijänne-luontokeskuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607: 67-69.
- Ahti, E. 1998. Metsätalouden vesistövaikutukset turvemailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 674: 21-26.
- Ahti, E., Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 1999. Kunnostusojituksen vaikutus metsäojitusalueiden valumaveden kemiallisiin ominaisuuksiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745: 79-90.
- Ahti, E. & Päivänen, J. 1997. Response of stand growth and water table level to maintenance of ditch networks within forest drainage areas. In: Trettin, C., Jurgensen, M., Grigal, D., Gale, M. & Jeglum, J. 1997. Northern Forested Wetlands: Ecology and Management. CRC Press Inc.; Lewis Publishers, USA. Pp. 449-457.
- Ahti, E., Päivänen, J. & Vuollekoski, M. 1988. Kunnostusojitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 46-55.
- Ahtiainen, M. 1990. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Abstract: The effects of clear-cutting and forestry drainage on water quality of forest brooks. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja A 45. Helsinki. 122 s.
- Ahtiainen, M. 1994. The effects of forest practices on the water quality of small brooks. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 17: 159-163.
- Anon. 1970. PK-lannosta ei voida pitää riistalle vaarallisena. Metsänlannoitteen-riista-toimikunta. Moniste 10.12.1970.
- Anon. 1980. Metsänparannustekniikka ja -koneet. Forest improvement - techniques and machinery. Metsänparannussäätiö. Forest Improvement Foundation. Arvi A. Karisto Osakeyhtiö. Hämeenlinna. 107 s.
- Avery, M. (ed.) 1975. Peatland forest fertilization bibliography 1949-1975. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 1/75. 48 s.
- Blomqvist, A. 1879. Om uppvistning af träd. Finska Forstföreningens meddelanden I: 167-214.
- Derome, J. & Kukkola, M. 1998. Metsämaan kalkitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 227-229 ja 232-234.
- Derome, J. & Levula, T. 1990. Kangasmaiden kalkitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 36-59.
- Derome, J. & Levula, T. 1998. Kalkituksen vaikutus maaveden laatuun. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 230-231.

- Derome, J., Mälkönen, E. & Pättilä, A. 1993. Maanhoidollisin keinoin voidaan ehkäistä happamoitumista. Julkaisussa: Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E.-L., Mikkela, H. & Nieminen, T. (toim.) 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446: 68-74.
- Ferm, A., Hokkanen, T., Moilanen, M. & Issakainen, J. 1991. Pellolle viljellyn mäntytaimikon ravinneongelmien torjuminen tuhalla. Abstract: Wood bark ash as an ameliorating agent in peatland field afforestation. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 71-79.
- Ferm, A., Hokkanen, T., Moilanen, M. & Issakainen, J. 1992. Effect of wood bark ash on the growth and nutrition of a Scots pine afforestation in central Finland. *Plant and Soil* 147: 305-316.
- Ferm, A. & Takalo, S. 1981. Tuhka ja puhdistamoliete - jätteitä vai hyödyksi metsälle. *Metsä ja Puu* 10: 10-11.
- Finer, L. 1985. Tuloksia Ruokolahden Eräjärvensuon lannoituskokeesta. Summary: Fertilization results on an oligotrophic mire. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 195. 26 s. + 7 liites.
- Finer, L. 1986. Tuloksia sararämeen fosforilannoittelajikokeesta. Summary: Results from a phosphorus fertilization experiment on a mesotrophic mire. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 228. 35 s. + 4 liites.
- Finer, L. 1992. Nutrient concentrations in *Pinus sylvestris* growing on an ombrotrophic pine bog, and the effects of PK and NPK fertilization. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(2): 205-218.
- Finer, L. 1996. Puun ravinteet tuhkana takaisin metsään? - Seminaaripäivän yhteenveto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 599: 62-63.
- Finer, L., Leinonen, A. & Jauhiainen, J. (toim.) 1996. Puun ravinteet tuhkana takaisin metsään? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 599. 65 s.
- Fritze, H., Kapanen, A. & Vanhala, P. 1995. Cadmium contamination of wood ash and fire-treated coniferous humus: Effect on soil respiration. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 54: 775-782.
- Fritze, H., Smolander, A., Levula, T., Kitunen, V. & Mälkönen, E. 1994. Wood-ash fertilization and fire treatments in a Scots pine forest stand: Effects on the organic layer, microbial biomass, and microbial activity. *Biology and Fertility of Soils* 17: 57-63.
- Gustavsen, H. & Lipas, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. *Folia Forestalia* 246. 20 s.
- Haavisto, T. 1996. Tuhkalannoituksen ympäristövaikutusten selvittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 599: 56-57.
- Hakkila, P. & Kalaja, H. 1983. Puu- ja kuorituhkan palauttamisen tekniikka. Summary: The technique of recycling wood and bark ash. *Folia Forestalia* 552. 37 s.
- Hannellius, S., Sairanen, P. & Tuimala, A. 1997. Pystykarsinta. Teoksessa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. Luku 9, s. 127-135.
- Heikinheimo, O. 1935. Metsäpuiden karsimisesta. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja (uusi sarja) V, s. 73-85.
- Heikinheimo, O. 1936. Puiden karsimisesta. Metsätaloudellinen aikakauskirja 53(6): 153-154.
- Heikinheimo, O. 1938. Metsäpuiden karsiminen. *Metsämies* 29, s. 291-292.

- Heikinheimo, O. 1953. Puiden keinollisesta karsimisesta. Artificial pruning of trees. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 70(12): 399-402.
- Heikurainen, L. 1957. Metsäojien syvyyden ja pintaleveyden muuttuminen sekä ojien kunnan säilyminen. Summary: Changes in depth and top width of forest ditches and the maintaining of their repair. *Acta Forestalia Fennica* 65(5). 45 s.
- Heikurainen, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 69(1). 279 s.
- Heikurainen, L. 1960. Swamp forestry research in Finland. Selostus: Suometsätieteen tutkimustoiminta Suomessa. *Silva Fennica* 108(1). 21 s.
- Heikurainen, L. 1961. Metsäojituksen vaikutuksesta puuston kasvuun ja poistumaan hakkuusuunnitteiden laskemista varten. Summary: The influence of forest drainage on growth and removal in Finland for estimation of allowable cut. *Acta Forestalia Fennica* 71(8). 71 s.
- Heikurainen, L. 1971. Metsäojitus ja sen seurausvaikutukset. *Metsä ja Puu* 9: 4-8.
- Heikurainen, L. 1973. Metsäojitustoiminta ja toimenpideraja. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden määrittämenetelmien vertailua ja toiminnan arviointia. Summary: The profitability limit in forest drainage. Comparison of methods describing the suitability of peatlands for forest drainage and a critical judgment of the present and future activities. *Silva Fennica* 7(4): 310-339.
- Heikurainen, L. 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. *Acta Forestalia Fennica* 131. 35 s.
- Heikurainen, L. 1980. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. *Acta Forestalia Fennica* 167. 39 s.
- Heikurainen, L., Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1963. Kustannusten jakaminen yhteisissä metsäojitushankkeissa. Summary: Allocation of costs in joint drainage undertakings. *Silva Fennica* 115(1). 39 s.
- Heikurainen, L., Kenttämies, K. & Laine, J. 1978. The environmental effects of forest drainage. Metsäojituksen ympäristövaikutukset. *Suo* 29(3-4): 49-58.
- Heikurainen, L. & Kuusela, K. 1962. Revival of the tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 55(8). 15 s.
- Heikurainen, L. & Laine, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimien kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. *Acta Forestalia Fennica* 150. 38 s.
- Heikurainen, L. & Laine, J. 1985. Duration of the height growth response of young pine stands to NPK-fertilization on oligotrophic pine bogs in Finland. Seloste: NPK-lannoitusvaikutuksen kesto aika karujen rämeiden taimikoissa. *Silva Fennica* 19(2): 155-167.
- Heikurainen, L. & Mannerkoski, H. 1982. Suometsätieteen laitoksen kenttäkokeet. Helsingin yliopisto, suometsätieteen laitoksen julkaisu 1. 103 s.
- Heikurainen, L. & Päivänen, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting, and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Harvennuksen, avohakkuun, ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin. *Acta Forestalia Fennica* 104. 23 s.

- Heikurainen, L. & Seppälä, K. 1965. Regionality in stand increment and its dependence on the temperature factor on drained swamps. *Acta Forestalia Fennica* 78(4). 14 p.
- Heikurainen, L. & Seppälä, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Summary: Regionality and continuity of stand growth in old forest drainage areas. *Acta Forestalia Fennica* 132. 36 s.
- Heikurainen, L. & Veijola, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen uudistumiseen ja taimien kasvuun. Summary: Effects of fertilization and ditch spacing on regeneration and seedling growth in pine swamps. *Acta Forestalia Fennica* 114. 19 s.
- Heiskanen, V. 1958. Tutkimuksia koivun karsimisesta. Summary: Studies on pruning birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(3). 68 s.
- Heiskanen, V. 1959. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Aikatutkimuksia karsimistyöstä. Summary: Studies on pruning of pine. Time studies concerned with the pruning work. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(3). 47 s.
- Heiskanen, V. 1966. Tutkimuksia rauduskoivikon karsimisen kannattavuudesta. Summary: Studies on the profitability of pruning of common birch (*Betula verrucosa*) stands. *Acta Forestalia Fennica* 81(2). 32 s.
- Heiskanen, V. & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Karsimisen vaikutus puun laatuun sahapiita kasvatettaessa. Summary: Studies on the pruning of pine. The influence of pruning on the quality of saw timber trees. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 57(1). 66 s.
- Hirvelä, H. & Hynynen, J. 1990. Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latva-vaurioihin ja tuulituhohalttiuteen Lapissa. Summary: Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland. *Folia Forestalia* 764. 16 s.
- Huikari, O. 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. Summary: Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microbes of some swamps. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 42(2). 18 s.
- Huikari, O. 1958. Metsäojituksen koneellistamisesta. Referat: Über die Mechanisierung der Waldentwässerung. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 50(5). 93 s.
- Huikari, O. 1959. Metsäojitettujen turvemaiden vesitaloudesta. Referat: Über den Wasserhaushalt waldentwässerter Torfböden. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(2). 45 s.
- Huikari, O. 1961. Koetuloksia metsäojitettujen soiden ravinnetalouden keinollisesta parantamisesta. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 78(5): 212-216.
- Huikari, O. 1972. Marjojen ja sienten tuotanto metsäojitusalueella. *Lapin Tutkimus-seuran vuosikirja* 13: 33-37.
- Huikari, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 1/73. 154 s.
- Huikari, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. *Metsä ja Puu* 11:28-29.
- Huikari, O. 1977. Metsiemme hivenravinnepuutteet. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 16, artikkeli. 5 s.
- Huikari, O. 1977. Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. *Silva Fennica* 11(3): 251-255.
- Huikari, O., Aitolahti, M., Metsänheimo, U. & Veijalainen, P. 1967. Puuston kasvumahdollisuuksista ojitetuilla soilla Pohjois-Suomessa. Summary: On the

- potential tree growth on drained peatlands in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 64(5). 51 s.
- Huikari, O. & Paavilainen, E. 1971. Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö. Summary: Forest improvement works and multiple use of nature. *Folia Forestalia* 113. 17 s.
- Huikari, O., Parlahti, K., Paavilainen, E. & Ravela, H. 1966. Sarkaleveyden ja ojasyvyyden vaikutuksesta suon vesitalouteen ja valuntaan. Summary: On the effect of strip-width and ditch-depth on water economy and runoff on a peat soil. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(8). 39 s.
- Huuri, O. & Huuri, L. 1987. Metsäpuiden pystykarsinnan varhaisvaiheet Keski-Euroopassa ja Suomessa. Summary: The early days of forest tree pruning in Central Europe and Finland. *Folia Forestalia* 704. 31 s.
- Hynynen, J. & Kukkola, M. 1989. Harvennustavan ja lannoituksen vaikutus männikön ja kuusikon kasvuun. Summary: Effect of thinning method and nitrogen fertilization on the growth of Scots pine and Norway spruce stands. *Folia Forestalia* 731. 20 s.
- Hytönen, J. 1996. Tuhkalannoitus peltojen metsityksessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 599: 50-53.
- Hytönen, J. 1997. Pelletoidun tuhkan ja muiden pelletoitujen jäteaineiden vaikutus rauduskoivun taimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 660: 35-43.
- Häkkinen, K. 1958. Kokeita ojitettujen soiden tuhkalannoituksella. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 75(11): 388-389.
- Hämäläinen, J. & Laakkonen, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Summary: Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland. *Folia Forestalia* 570. 32 s.
- Hämäläinen, J., Laakkonen, O. & Kukkola, M. 1989. Toistuvan lannoituksen kannattavuus kangasmailla. Summary: Profitability of repeated fertilization on mineral soils. *Folia Forestalia* 740. 20 s.
- Hämäläinen, J., Paavilainen, E., Salminen, O. & Heinonen, R. 1985. Tuloksia ojitettujen korpikuusikoiden lannoituksesta. Summary: The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands. *Folia Forestalia* 623. 26 s.
- Hökkä, H. 1986. Suopuustojen rakenteen kehityksestä ojituksen jälkeen. Helsingin yliopisto, suometsätieteen laitos. Tutkielma. 57 s.
- Hökkä, H. 1997. Models for predicting growth and yield in drained peatland stands in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 651. 45 s. + kolme liitejulkaisua (18, 15 ja 20 s.).
- Hökkä, H. 1997. Predicting the initial growth response of Scots pine to ditch network maintenance with an individual-tree diameter growth model (submitted to Canadian Journal of Forest Research). Teoksessa: Hökkä, H. 1997. Models for predicting growth and yield in drained peatland stands in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 651, kolmas liiteartikkeli. 20 s.
- Hökkä, H. & Laine, J. 1988. Suopuustojen rakenteen kehitys ojituksen jälkeen. Abstract: Post-drainage development of structural characteristics in peatland forest stands. *Silva Fennica* 22(1): 45-65.
- Ipatiev, V. & Paavilainen, E. 1975. Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillärämeen männikössä. Summary: Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cottongrass pine swamp. *Folia Forestalia* 241. 13 s.

- Isoaho, P., Lauhanen, R. & Saarinen, M. 1993. Metsäojien jatkuvan kunnossapidon vaikutus ojitusalueiden tilaan Keski-Pohjanmaalla. Summary: Effects of continuous ditch network maintenance on the condition of forest drainage areas in Central Ostrobothnia district. *Suo* 44(2): 33-41.
- Issakainen, J. 1977. Metsänparannustoimenpiteiden vaikutus riistaan. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16, artikkeli. 8 s.
- Issakainen, J. & Moilanen, M. 1981. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 17. 20 s. + 10 liites.
- Issakainen, J., Moilanen, M. & Silfverberg, K. 1994. Turvetuhkan vaikutus männyn kasvuun ja ravinnetilaan ojitetuilla rämeillä. Resume: Effects of peat-ash fertilization on drained pine mires. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 499. 22 s.
- Jokela, S. 1991. Kunnostusojitusten ympäristövaikutukset. Kommenttipuheenvuoro. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 15-18.
- Jokinen, K. 1988. Metsänlannoituksen vaikutus puiden tuhonkestävyyteen. - Kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 287. 57 s.
- Kaivola, A. 1996. Pystykarsinnan tuottavuus ja kustannukset. Summary: Productivity and costs of pruning. *Työtehoseuran julkaisuja* 352. 77 s.
- Kalaja, H. 1986. Tuhkan levittäminen metsätraktorilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 230. 18 s.
- Kangas, J., Lauhanen, R. & Store, R. 1996. Kunnostusojitusvaihtoehtojen vesistövaikutusten asiantuntija-avusteinen arviointi ja liittäminen päätösanalyysiin. Summary: Assessing the impacts of ditch network maintenance on water ecosystems on the basis of expert knowledge and integrating the assessments into decision analysis. *Suo* 47(2): 47-57.
- Karsisto, K. 1967. Eri ajankohtina annetun NPK-lannoituksen aiheuttamista reaktioista rämeen männynaitimistoissa. Summary: The effects of NPK fertilization at different dates on pine seedling stands. *Suo* 18(4): 49-55.
- Karsisto, K. 1970. Lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisesta turve-mailta. Summary: On the washing of fertilizers from peaty soils. *Suo* 21(3-4): 60-66.
- Karsisto, K. 1972. Lannoituksen vaikutuksen kestoajasta suometsissä. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. 8 s. + 9 liites.
- Karsisto, K. 1972. Ravinteiden huuhtoutumisesta lannoitetuista suometsistä. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. 6 s. + 5 liites.
- Karsisto, K. 1973. Esitulkoksia suometsien fosforilannoitelajikokeista. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 4. 28 s.
- Karsisto, K. 1973. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 5. 25 s.
- Karsisto, K. 1974. Metsänparannuskohteet riistan kannalta. Summary: Forest amelioration and the stocks of game. *Suo* 25(2): 35-40.
- Karsisto, K. 1974. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. Grøftingens og skogsgjødslingens innvirkning på forurensningen av overflatevann. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 13. 33 s.
- Karsisto, K. 1974. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 12. 49 s.
- Karsisto, K. & Issakainen, J. 1974. Riistan tuottaminen metsänparannusalueilla. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 11. 29 s.

- Karsisto, K. & Ravela, H. 1971. Eri ajankohtina annettujen fosfori- ja kalilannoitteiden huuhtoutumisesta metsäojitusalueilta. Summary: Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different times of the year. *Suo* 22(3-4): 39-46.
- Karsisto, M. 1976. Fosforilannoitelajit suometsien lannoituksessa. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 6/76. 252 s.
- Karsisto, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobien aktiivisuuteen suometsissä. Osa II. Tuhkalannoituksen vaikutus. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatland. Part II. Effect of ash fertilization. *Suo* 30(4-5): 81-91.
- Karsisto, M. & Leppänen, R. 1980. Tuhkalannoituksen vaikutus maaperän mikrobistoon. *Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja* 20: 16-20.
- Kaunisto, S. 1972. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä. Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. *Folia Forestalia* 139. 11 s.
- Kaunisto, S. 1976. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen suolla. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 3. Artikkel. 8 s. + 7 liites.
- Kaunisto, S. 1979. Turvemaiden mätästys. *Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 8. 11 s.
- Kaunisto, S. 1982. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosoilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 109. 56 s.
- Kaunisto, S. 1983. Eräiden lannoitteiden ja maanparannusaineiden vaikutus männyn neulasten ravinnepitoisuuksiin ja latvavaurioihin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 120: 34-36.
- Kaunisto, S. 1983. Puuston typpilannoitustarpeen arvioiminen turvemaidella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94: 4-19.
- Kaunisto, S. 1985. Lannoituksen, ilman lämpösumman ja eräiden kasvualustan ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turvemaidella. Summary: Effect of fertilization, temperature sum and some peat properties on the height growth of young pine sapling stands on peatlands. *Folia Forestalia* 616. 27 s.
- Kaunisto, S. (toim.) 1985. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. Afforestation experiments at Aitoneva, Kihniö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 177. 53 s.
- Kaunisto, S. 1987. Effect of refertilization on the development and foliar nutrient contents of young Scots pine stands on drained mires of different nitrogen status. Seloste: Jatkolannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kehitykseen ja neulasten ravinnepitoisuuksiin typpitaloudeltaan erilaisilla ojitetuilla soilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 140. 58 s.
- Kaunisto, S. 1988. Kalkitus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 308: 116-119.
- Kaunisto, S. 1989. Jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueella. Summary: Effect of refertilization on tree growth in an old drainage area. *Folia Forestalia* 724. 15 s.
- Kaunisto, S. 1994. Metsänparannustoiminnan perusteet ja niiden muutostarve. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 4-7.

- Kaunisto, S. 1996. Tuhka metsälannoitteena turvemaidilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 599: 14-20.
- Kaunisto, S. 1997. Suomettien ravinnetalouden erityispiirteet ja puuntuhkan käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 660: 21-26.
- Kaunisto, S., Kinnunen, K., Lehtinen, S., Nevanranta, K. & Tukeva, J. 1986. Alkian kenttäkokeet 1961-1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 236. 98 s.
- Kaunisto, S., Moilanen, M. & Issakainen, J. 1993. Apatiitti ja flogopiitti fosfori- ja kaliumlannoitteina suomänniköissä. Summary: Apatite and phlogopite as phosphorus and potassium fertilizers in peatland pine forests. *Folia Forestalia* 810. 30 s.
- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1977. Response of Scots pine plants to nitrogen fertilization on oligotrophic peat. Seloste: Typpijatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 92(1). 54 s.
- Kaunisto, S. & Tukeva, J. 1984. Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männiköissä. Summary: Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs. *Folia Forestalia* 585. 40 s.
- Keipi, K. & Kekkonen, O. 1970. Calculations concerning the profitability of forest fertilization. Selostus: Laskelmia metsän lannoituksen edullisuudesta. *Folia Forestalia* 84. 23 s.
- Keipi, K. & Laakkonen, O. 1980. Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Summary: Profitability comparisons of urea fertilization in old stands. *Folia Forestalia* 420. 35 s.
- Kellomäki, S., Oker-Blom, P., Valtonen, E. & Väisänen, H. 1989. Structural development of Scots pine stands with varying initial density: effect of pruning on branchiness of wood. *Forest Ecology and Management* 27(3-4): 219-233.
- Keltikangas, M. 1961. Metsäojituksen tuotoista, kustannuksista ja kannattavuudesta. Komiteanmietintö 10, liite 5. Helsinki.
- Keltikangas, M. 1971. Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effects of drain spacing on the economic results of forest drainage investments. *Acta Forestalia Fennica* 123. 70 s.
- Keltikangas, M. & Laiho, O. 1959. Havaintoja sarkaleveyden vaikutuksesta puuston kehitykseen. Helsingin yliopisto, suometsi-tieteen laitos. Konekirjoite.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930-1978 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930-1978: results from field surveys of drained areas. *Acta Forestalia Fennica* 193. 94 s.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1966. Laskelmia metsäojituksen alueittaisesta edullisuudesta. A comparison of the economic results of forest drainage undertakings in different parts of Finland. *Suo* 17(1): 9-21.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1968. Arvioita turvemaiden lannoituksen taloudellisesta edullisuudesta. Summary: Estimates on the profitability of fertilizing drained peatlands. *Suo* 19(1): 1-11.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1973. Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Summary: Variations in the profitability of forest fertilization. *Silva Fennica* 7(3): 192-235.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1973. Metsäojituksen, metsänlannoituksen ja metsityksen edullisuuden alueittainen vaihtelu. Summary: Regional variation in the profitability of forest drainage, forest fertilization, and afforestation. Helsingin yliopisto, metsätalouden liiketieteen laitoksen julkaisu 11. 67 s.

- Keltikangas, V. 1944. Puuston dynaamisesta kehityksestä muuttuvaisilla kasvupai-koilla. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 61(5): 97-100.
- Keltikangas, V. 1945. Ojitettujen soitten viljavuus eli puuntuottokyky metsä-tyyppiteorian valossa. Referat: Bördigheten eller virkesproduktionsförmågan å dikade torvmarker i skogstypsteorins belysning. Summary: The fertility of drained bogs as shown by their tree producing capacity, considered in relation to the theory of forest types. *Acta Forestalia Fennica* 53(1). 237 s.
- Keltikangas, V. 1950. Suotyyppien liiketaloudellisesta ojituskelpoisuusjärjestyk-sestä. Referat: Über die betriebswirtschaftliche Reihenfolge der Moortypen in der Waldentwässerung. *Acta Forestalia Fennica* 58(4). 63 s.
- Kenttämies, K. 1987. Metsäojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus valumaveden ominaisuuksiin. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. *Lisensiaattityö*. Moniste. 34 s. + liitteet.
- Kolari, K. 1977. Näkökohtia mikroravinnepuutteiden (B, Zn, Cu ja Mn) vaiku-tuksista kasvien aineenvaihdunnassa. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 7/77. 7 s.
- Kolari, K. 1979. Hivenaineiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suo-messa. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review. *Folia Forestalia* 389. 37 s.
- Kolari, K. 1979. Selvitys merileväuutteesta ja sen käyttömahdollisuuksista kasvuhäi-riön torjuntaan. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 7/79. 8 s. + 7 liites.
- Kolari, K. & Veijalainen, H. 1981. Boorin, kuparin ja kalkin vaikutus rauduskoivun alkukehitykseen kasvuhäiriöalueen turpeella. Summary: Effect of boron, copper and calcium on the initial growth of *Betula pendula* on peat from a growth disturbance area. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 31. 26 s.
- Kolehmainen, E. 1997. Kunnostusojitusalueiden ojien kunto ja siihen vaikuttavat tekijät. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. *Suometsätieteen tutkielma MMM-tutkintoa varten*. Moniste. 71 s.
- Kukkola, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mus-tikkatyyppin kuusikossa. Abstract: Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on Myrtillus-site. *Folia Forestalia* 362. 15 s.
- Kukkola, M. & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvun-lisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 114. 55 s.
- Kurkela, T. 1975. Incidence of snow blight on Scots pine as affected by fertilization and some environmental factors. Seloste: Lannoituksen ja eräiden ympäristöteki-jäin vaikutuksesta männyn tainten lumikaristeisuuteen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(2). 35 s.
- Kytö, M. 1999. Impact of forest fertilization on the vitality and pest resistance of conifers. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 742. 40 p. + 5 articles, 59 p.
- Kärkkäinen, M. 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Abstract: Results on sawing pruned pines. *Folia Forestalia* 520. 19 s.
- Laakkonen, O. 1989. Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen kuivahkon kankaan männiköissä. Summary: The profitability of repetitive fertilization in pine stands on dryish mineral soil in southern Finland. *Folia Forestalia* 741. 26 s.
- Laakkonen, O. 1994. Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen kiven-näismailla. Summary: Profitability of repeated fertilization on mineral soils in southern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 498. 112 s.

- Laakkonen, O., Keipi, K. & Lipas, E. 1983. Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä. Summary: Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils. *Folia Forestalia* 577. 20 s.
- Laakso, P. & Saikku, O. 1979. Havaintoja karsituista männyistä sorvatun viilun laadusta. Summary: Observations on the quality of veneer from pruned pine stems. *Silva Fennica* 13(1): 87-93.
- Laine, J. 1983. Ilmakuvatulkinta metsäojitusalueiden kunnon ja toimenpiteiden arvioinnissa. Usability of air photo interpretation in drained peatland forest surveys. *Suo* 34(1): 1-7.
- Laine, J. 1986. Kuivatustekniikan, kuivatussyvyyden ja puuston kasvun välisiä suhteita 25 vuotta vanhoilla rämeojitusalueilla. Tutkimussopimushankkeen 'Metsäojitettujen soiden ekologia' loppuraportti. Helsinki. 24 + 25 s.
- Laine, J. & Mannerkoski, H. 1980. Lannoituksen vaikutus männyntaimikoiden kasvuun ja hirvituhoihin karuilla ojitetuilla nevoilla. Summary: Effect of fertilization on tree growth and elk damage in young Scots pines planted on drained, nutrient-poor open bogs. *Acta Forestalia Fennica* 166. 45 s.
- Laine, J. & Minkkinen, K. 1996. Forest drainage and the greenhouse effect. Teoksessa: Vasander, H. (toim.) 1996. Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki. Sivut 159-164.
- Laine, J., Päivänen, J. & Vasander, H. 1991. Metsäojitus ja soiden hiilitase. Teoksessa: Anttila, P. (toim.) 1991. Ilmaston muutos ja Suomi - kohti kansallista toimintastrategiaa. Suomen Akatemian julkaisuja 4: 54-61.
- Laitakari, E. 1935. Karsimisesta ja sen vaiheista maassamme. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 52(1): 31-33.
- Lakari, O. 1920. Tutkimuksia kuusen karsimisesta. Referat: Untersuchungen über die Ästung der Fichte. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae* 2(4). 43 s. + valokuvaite 10 s.
- Lampola, S. 1991. Kasvatustiheyden ja lannoituksen vaikutus kylvömännikön tuotokseen ensiharvennukseen mennessä. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. Moniste. 60 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1934. Karsimisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ästung und ihre waldbauliche Bedeutung. *Acta Forestalia Fennica* 40(25). 14 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1937. Karsimisesta arvopuun kasvatusta silmällä pitäen. Referat: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fennica* 42: 120-136.
- Lauhanen, R. 1992. Kunnostusojituksen ongelmat ja tutkimustarpeet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 409. 45 s.
- Lauhanen, R. 1994. Puunkorjuu ojitusalueen kunnostuksen pullonkaula? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 68-74.
- Lauhanen, R. 1995. Kunnostusojituksen kaivukalusto ja puustovauriot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 540: 59-68.
- Lauhanen, R. 1995. Väri-infrakuvien käyttö kunnostusojituksen päätöksenteossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 570: 56-60.
- Lauhanen, R. 1996. Ennakkolaskelmia rakeistetun tuhkan kannattavuudesta metsänlannoitteena. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 599: 38-44.
- Lauhanen, R. 1999. Tuhkan kierrätys. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 104-109.
- Lauhanen, R. & Ahti, E. 2000. Kunnostusojituksella kestävään suometsien kasvatukseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 308-315.

- Lauhanen, R., Isoaho, P. & Saarinen, M. 1993. Käsityönä kunnossapidettyjen metsäojitusalueiden tila Keski-Pohjanmaalla. Sammandrag: Skogsdikningsområdenas skick efter för hand utförda rensningar i mellersta Österbotten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 457: 28-33.
- Lauhanen, R., Moilanen, M., Silfverberg, K., Takamaa, H. & Issakainen, J. 1997. Tuhkalannoituksen erilliskannattavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 660: 51-58 s.
- Lauhanen, R., Piironen, M-L. & Ahti, E. 1998. Kunnostusojitusalueiden tila ja kunnostustarve Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 699: 9-17.
- Lehto, T. 1984. Kalkituksen vaikutus männyn mykoritsoihin. Summary: The effect of liming on the mycorrhizae of Scots pine. Folia Forestalia 609. 20 s.
- Lehto, T. & Mälkönen, E. 1994. Effects of liming and boron fertilization on boron uptake of *Picea abies*. Plant and Soil 163: 55-64.
- Leikola, M. & Rikala, R. 1974. Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla. Summary: The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. Folia Forestalia 201. 19 s.
- Levula, T. 1991. Tuhkalannoitus kangasmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 394: 49-59.
- Lipas, E. 1985. Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla. Summary: Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties. Folia Forestalia 618. 15 s.
- Lipas, E. 1988. Typpilannoituksen ajankohta kangasmetsissä. Summary: Timing of nitrogen fertilization on mineral soils. Folia Forestalia 709. 22 s.
- Lipas, E. 1990. Kalkituksen aiheuttama boorinpuute kangasmaan kuusikossa. Abstract: Lime-induced boron deficiency in Norway spruce on mineral soils. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 352. 22 s.
- Lipas, E. 1990. Kalkituksen vaikutus ravinteiden saatavuuteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 370: 49-60.
- Lipas, E. & Levula, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. Folia Forestalia 421. 14 s.
- Lipas, E., Levula, T. & Välikangas, P. 1983. Eräitä metsänlannoitustuloksia Lapista. Abstract: Some forest fertilization results from Finnish Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 114. 14 s.
- Lipponen, S. 1991. Tuhkalannoituksen vaikutus metsämaan happamuuteen ja ravinteisuuteen. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Moniste. 72 s.
- Lukkala, O. 1927. What points of view have to be taken into consideration when draining swamp lands for afforestation? Selostus: Mitä näkökohtia on otettava huomioon ojitettaessa vesiperäisiä maita metsänkasvua varten? Suomen metsätaloutta ja metsätiedettä koskevia kongressiesitelmiä. Silva Fennica 4(7): 64-70.
- Lukkala, O. 1928. Metsähallinnon suonkuivaustoiminnassa saavutettuja kokemuksia sekä suuntaviivoja suonkuivausta koskevan tutkimustyön kehittämiseksi. Summary: Experience gained in moor draining by the Finnish State Forest Service and lines along which research work for moor draining should proceed. Silva Fennica 8. 29 s. + valokuvat 4 s.
- Lukkala, O. 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. Referat: Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae 15(1). 301 s.

- Lukkala, O. 1937. Nälkävuosien suonkuivatusten tuloksia. Referat: Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Mooren entwässerungen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(3). 160 s.
- Lukkala, O. 1939. Ojituksien kunnossapidosta sekä ojitettujen soiden metsien käsittelystä ja metsittämisestä. Die Instandhaltung der Entwässerungsanlagen sowie die Behandlung und Aufforstung der entwässerten Moore. Metsänhoitajien jatkokurssit IV, 1938. *Silva fennica* 52: 263-272 ja 296.
- Lukkala, O. 1948. Metsäojien kunnossapito. Referat: Die Instandhaltung der Waldgräben. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 36(1). 64 s.
- Lukkala, O. 1951. Kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta. Summary: Experiences from Jaakkoin suon experimental drainage area. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(6). 53 s.
- Lähde, E., Manninen, S. & Tervonen, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Summary: The effect of drainage and cultivation on soil physical properties and the development of conifer seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(7). 43 s.
- Lähde, E. & Mutka, K. 1974. Kylvösuojan ja raakafosfaattilannoituksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja sirkkataimien kehitykseen ojitetulla avosuolla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of sowing shelters and rock phosphate on germination of pine (*Pinus silvestris* L.) seeds and development of the seedlings on a drained open swamp in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 83(2). 36 s.
- Manninen, P. 1999. Kunnostusojituksen vesiensuojelututkimus. Ensimmäisen vaiheen jatkotutkimukset ja toisen vaiheen kunnostus- ja täydennysojituksen vaikutukset valumaveden laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 745: 53-61.
- Meriläinen, A., Piironen, M.-L., Niemistö, P. & Murtovaara, I. (toim.) 1998. Metsätalouden kestävyys ojitusalueilla ja puuvarojen hyödyntäminen Pohjanmaalla. *Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 699. 60 s.
- Merisaari, H. 1981. Tuhkalannoituksen vaikutuksen kesto eräillä vanhoilla kokeilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 13. 69 s. + 6 liites.
- Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. 1979. *Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15.2.1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979. Folia Forestalia* 400. 69 s.
- Metsänparannusohjeisto. 1993. Metsäkeskus Tapio. Moniste. 85 s. + 4 liitettä.
- Metsäojien perkaustyöryhmän mietintö. 1980. Maa- ja metsätalousministeriö. 32 s.
- Miettinen, R. & Uusvaara, O. 1983. Pystykarsitun männikön koesahaus. Abstract: Test sawing of pruned pine stand. *Folia Forestalia* 566. 8 s.
- Moilanen, M. 1977. Levitystasaisuus eri lannoitusmenetelmissä. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 16, artikkeli. 8 s.
- Moilanen, M. 1985. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rämeillä. Summary: Effect of fertilization and thinning on the growth of birch (*Betula pubescens*) on the drained mires with thin peatlayer. *Folia Forestalia* 629. 29 s.
- Moilanen, M. 1988. Ojitetut turvemaat puuntuotannossa - käytännön ongelmia ja tutkimuksen tuloksia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 295: 4-11.
- Moilanen, M. 1989. Tuloksia KCuB-lannoitteen käytöstä viljavan nevarämeen lannoituksessa Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 321. 32 s.

- Moilanen, M. 1993. Lannoituksen vaikutus männyn ravinnetilaan ja kasvuun Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ojitetuilla soilla. Summary: Effect of fertilization on the nutrient status and growth of Scots pine on drained peatlands in northern Ostrobothnia and Kainuu. *Folia Forestalia* 820. 37 s.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1981. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen eräillä Kainuun vaara-alueen paksuturpeisilla soilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu. *Folia Forestalia* 481. 16 s.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1984. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 133. 17 s. + 6 liites.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1985. Lannoitusvaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta nuorissa rämemänniköissä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 204. 32 s.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1990. Suomettien PK-lannos ja typpilannoitelajit karhukojen ojitettujen rämeiden lannoituksessa. Summary: PK fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization of infertile drained pine bogs. *Folia Forestalia* 754. 20 s.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1994. Uudisojituksen ja lannoituksen keskinäisen ajoituksen vaikutus puuston kehitykseen rämeillä. Summary: The importance of the mutual timing of ditching and fertilization to the growth increase of tree stands on pine mires. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 528. 12 s.
- Moilanen, M. & Karsisto, K. 1981. Lannoitteen levitystasaisuuden vaikutuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 29. 17 s.
- Moilanen, M., Penttilä, T. & Issakainen, J. 1996. Lannoituksen vaikutus kuusikoiden kasvuun ja ravinnetilaan ojitetuilla turvemaidella Pohjois-Suomessa. Summary: Effects of fertilization on tree growth and nutrient status of Norway spruce stands on drained peatlands in northern Finland. *Suo* 47(3): 88-94.
- Multamäki, E. 1920. Suomen soista ja niiden metsittämisestä. Referat: Über die Moore Finnlands und ihre Aufforstung. *Acta Forestalia Fennica* 16(4). 83 s. + liite ja kartta.
- Multamäki, E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. *Acta Forestalia Fennica* 27(1). 107 s. + 14 kuvataulua ja 9 liitettä.
- Multamäki, E. 1934. Metsäojien mittojen ja muodon muuttumisesta. Referat: Über die Größen- und Formveränderungen der Waldgräben. *Acta Forestalia Fennica* 40(34). 20 s. + valokuvat 5 s.
- Multamäki, S. 1952. Suo metsän kasvupaikkana. Summary: Swamps as a habitat for forests. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(27). 13 s.
- Mutka, K. & Lähde, E. 1977. Effect of soil treatment, liming, and phosphate fertilization on initial development of bare-rooted Scots pine transplants. Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuuristen männyn taimien alkukehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(3). 57 s.
- Mäkinen, H. & Uusvaara, O. 1992. Lannoituksen vaikutus männyn oksikkuuteen ja puuaineen laatuun. Summary: Effect of fertilization on the branchiness and the wood quality of Scots pine. *Folia Forestalia* 801. 23 s.
- Mälkönen, E. 1965. Lannoituksen vaikutuksesta puolukka-tyypin kankaiden pintakasvillisuuteen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 94 s.

- Mälikönen, E. 1971. Fertilizer treatment and seed crop of *Picea abies*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 73(4). 16 s.
- Mälikönen, E. 1991. Neulas- ja maa-analyysien käyttökelpoisuus metsänhoito-toimenpiteiden suunnittelussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 383: 52-61.
- Mälikönen, E. 1996. Tuhka kangasmetsien lannoitteena. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 599: 21-26.
- Mälikönen, E., Kellomäki, S. & Holm, J. 1980. Typpi-, fosfori- ja kalilannoituksen vaikutus kuusikon pintakasvillisuuteen. Summary: Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on ground vegetation in Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(3). 35 s.
- Nieminen, M. 2000. Phosphorus fertilizer leaching from drained ombrotrophic peatland forests: empirical studies and modelling. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 756. 50 p.
- Nieminen, M. & Ahti, E. 1993. Talvilannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen karulta suolta. Summary: Leaching of nutrients from an ombrotrophic peatland area after fertilizer application on snow. *Folia Forestalia* 814. 22 s.
- Nieminen, M. & Ahti, E. 2000. Soiden metsätalouskäytön vesistövaikutukset. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 321-325.
- Nieminen, M. & Jarva, M. 1999. Lannoitefosforin huuhtoutumiseen vaikuttavat tekijät ojitetuilla turvemaidella: esimerkki fosforitaseesta kolme vuotta raakafosfaattilannoituksen jälkeen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 745: 101-108.
- Nieminen, M. & Pätilä, A. 1994. Puuston kasvu ja ravinteiden saatavuus turvemaiden vanhoilla kalkituskokeilla. Summary: The growth of Scots pine and the availability of nutrients in old Finnish liming experiments on drained peatlands. *Suo* 45(4-5): 97-108.
- Norlamo, M. 1976. Lannoituksen aiheuttama fosforin huuhtoutuminen suometsissä. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 7/76. 26 s.
- Nuorteva, H. & Kurkela, T. 1993. Effects of crown reduction on needle nutrient status of scleroderma-canker-diseased and green-pruned Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 23(6): 1169-1178.
- Nurmi, J., Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) 1997. Energiapuusta puutuhkaksi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 660. 62 s.
- Nöjd, P., Mälikönen, E. & Kukkola, M. 1987. Lehtikuusen lannoituskokeiden tuloksia. Summary: Growth response of *Larix* to fertilization. *Folia Forestalia* 689. 11 s.
- Ohjekirje metsittämisestä ja metsien uudistamisesta. 1978. *Metsähallituksen ohjekirje* MH 130. Helsinki. 66 s.
- Ohjekirje metsän lannoituksesta. 1979. *Metsähallituksen ohjekirje* MH 327.
- Ohjekirje soiden metsätaloudellisesta käytöstä. 1987. *Metsähallituksen ohjekirje* Tmh. 906. Helsinki 12 s. + liitteet 6 s.
- Oikarinen, M. & Pasanen, J. 1994. Turpeentuhka kangasmaan lannoituksessa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1994(2): 105-112.
- Oikarinen, M. & Pyykkönen, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Abstract: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia. *Folia Forestalia* 486. 15 s.
- Oikinuora, M. 1990. Kunnostusojituksen vaikutus pohjavesipinnan tasoon ja puuston kasvuun. Helsingin yliopisto. Tutkielma. 54 s.
- Ollikainen, S. 1981. Tuloksia käytännön metsänlannoituksista Pohjois-Savon ojitetuilla rämeillä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 12. 29 s. + 8 liites.

- Paarlahti, K. 1967. Lannoitusajankohdan vaikutus rämemännikön kasvureaktioihin. Summary: Influence of the time of fertilization on the growth reactions in a pine stand on peat soil. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 63(4). 20 s.
- Paarlahti, K. 1972. Koetuloksia vanhojen ojitusalueiden lannoituksesta. Översättning: Fältförsöksresultat angående dikningsområden. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 6/72. 9 s.
- Paarlahti, K. 1975. Lannoituskokeista puuntuhkalla. Julkaisussa: Kuorituha-seminaari Keskuslaboratoriossa 4.3.1975. Helsinki. Sivut 35-48.
- Paarlahti, K. 1976. Ravinteiden ja humuksen huuhtoutumisesta Piipsannevan hydrologisella kokeella. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 15: 43-45 + 2 liites.
- Paarlahti, K. & Karsisto, K. 1968. Koetuloksia kaliummetafosfaatin, raakafosfaatin, hienofosfaatin ja superfosfaatin käyttökelpoisuudesta suometsien lannoituksessa. Summary: On the usability of Potassium metaphosphate, raw phosphate, rock phosphate and superphosphate in fertilizing peatland forests. *Folia Forestalia* 55. 17 s.
- Paarlahti, K. & Paavilainen, E. 1985. Turvemaiden varttuneiden kuusikoiden ja koi-vikoiden lannoitus. Ennakkotuloksia. Summary: The fertilization of mature spruce and birch stands on peat soils. Preliminary results. Metsäntutkimuslaitok-sen tiedonantoja 206: 4-18.
- Paarlahti, K., Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turve-maiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 74(5). 58 s.
- Paarlahti, K. & Veijalainen, H. 1988. Leivonmäen Kivisuon metsänlannoituskokeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 306. 73 s.
- Paavilainen, E. 1967. Juuristoanalyysin käyttömahdollisuus suometsien lan-noitustarpeen selvittelyssä. Summary: Potential use of root analysis in determining the fertilizer requirements of peatland stands. *Suo* 18(6): 77-79.
- Paavilainen, E. 1968. Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vai-kutuksesta. Summary: On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps. *Folia Forestalia* 43. 15 s.
- Paavilainen, E. 1969. Sarkaleveyden vaikutus rämemännikön kasvuun Liesnevan koeojitusalueella. Summary: On the influence of drain spacing on the growth of a pine stand growing on peat. *Suo* 20(6): 105-107.
- Paavilainen, E. 1969. Tutkimuksia levityssajankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Summary: Influence of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. *Folia Forestalia* 75. 24 s.
- Paavilainen, E. 1972. Lannoitteiden lentolevityksen tasaisuudesta. Metsän-tutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/72. 8 s.
- Paavilainen, E. 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Seloste: Typpilannoittelajien vaikutus männyn kasvuun metsä-ojitetuilla soilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 77(3). 46 s.
- Paavilainen, E. 1973. Typpilannoittelajien vaikutus männyn kasvuun metsäojitetuilla soilla. Summary: Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. *Suo* 24(1): 20-23.
- Paavilainen, E. 1974. Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa. Summary: On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. *Folia Forestalia* 239. 10 s.

- Paavilainen, E. 1976. Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 3. Artikkel. 5 s. + 11 liites.
- Paavilainen, E. 1976. Typpilannoitus ohutturpeisella piensararämeellä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. *Folia Forestalia* 272. 16 s.
- Paavilainen, E. 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Abstract: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. *Folia Forestalia* 300. 16 s.
- Paavilainen, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia Forestalia* 327. 32 s.
- Paavilainen, E. 1978. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results. *Folia Forestalia* 343. 17 s.
- Paavilainen, E. 1978. Turvemaiden jatkolannoitus. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7. Artikkel, 13 s.
- Paavilainen, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia Forestalia* 414. 23 s.
- Paavilainen, E. 1979. Turvemaiden metsänlannoitustutkimuksista. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 1/79. 32 s.
- Paavilainen, E. 1980. Lannoituksen ja kasvatustiheyden vaikutus ensiharvennuskertymään rämemännikössä. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9. Artikkel, 11 s.
- Paavilainen, E. 1980. Tuloksia vanhoista tuhkalannoituskokeista. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 20: 20-23.
- Paavilainen, E. 1984. Typpi ja hivenravinteet ojitettujen rämeiden jatkolannoituksessa. Summary: Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps. *Folia Forestalia* 589. 28 s.
- Paavilainen, E. 1986. Turpeen paksuus ja ojituksen ajankohta typpilannoituksen tarpeeseen vaikuttavina tekijöinä karuilla rämeillä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 235: 4-14.
- Paavilainen, E. 1990. Effect of refertilization of pine and birch stands on a drained fertile mire. Tiivistelmä: Jatkolannoituksen vaikutus viljavan suon männikössä ja koivikossa. *Silva Fennica* 24(1): 83-92.
- Paavilainen, E. & Norlamo, M. 1975. Effect of various nitrogen fertilizers on the initial development of birch, spruce and pine. Seloste: Typpilannoittelajien vaikutus koivun, kuusen ja männyn alkukehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(2). 43 s.
- Paavilainen, E. & Seppälä, K. (toim.) 1980. Toimenpiteet vanhoilla ojitusalueilla - suomalais-neuvostoliittolaisen symposiumin esitelmät. Management of old forest drainage areas - papers presented in Finnish-Soviet symposium. *Silva Fennica* 14(2): 150-225.
- Paavilainen, E. & Simpanen, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(4). 70 s.
- Paavilainen, E. & Virtanen, J. 1977. Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä. Abstract: Effect of spreading method on forest fertilization results. *Folia Forestalia* 297. 15 s.

- Paavilainen, E. & Virtanen, J. 1979. Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla. Abstract: Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands. *Folia Forestalia* 382. 10 s.
- Paavola, L. 1999. Nitrogen transformations in boreal forest soils in response to extreme manipulation treatments. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 746. 36 p. + 5 articles, 55 p.
- Palmgren, K. 1984. Muokkauksen ja kalkituksen aiheuttamia mikrobiologisia muutoksia metsämaassa. Summary: Microbiological changes in forest soil following soil preparation and liming. *Folia Forestalia* 603. 27 s.
- Penttilä, T. 1980. Neulasanalyysi turvemaan männikön jatkolannoitustarpeen määrittämisessä. *Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja* 5/80. 31 s.
- Penttilä, T. 1984. Jatkolannoitus Lapin viljavilla rämeillä. *Suo* 35(4-5): 106-110.
- Penttilä, T. 1989. Growth response of peatland stands to drainage in Northern Finland. Julkaisussa: Jeglum, J. & Overend, R. (toim.). *Peat and peatlands. Diversification and Innovation. Volume I - Peatland Forestry. Proceedings of Symposium '89 in Quebec City, Canada.* Sivut 70-77.
- Penttilä, T. & Moilanen, M. 1987. Fosforilannoitteet suometsien lannoittamisessa Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 136-148.
- Pietilä, J. 1989. Factors affecting the healing-over of pruned Scots pine knots. Seloste: Pystykarsitun männyn oksien kyljestyminen. *Silva Fennica* 23(2): 125-158.
- Pietiläinen, P. & Tervonen, M. (toim.) 1980. Tuhka metsänlannoitteena. *Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja* 20. 44 s.
- Piri, T. 2000. Response of compensatory-fertilized *Pinus sylvestris* to infection by *Heterobasidion annosum*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15(1): 218-224.
- Puro, T. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia Forestalia* 304. 15 s.
- Puro, T. 1982. Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Summary: Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species. *Folia Forestalia* 507. 14 s.
- Puuntuhkan käyttö metsissä. 1993. Työryhmämuistio MMM 8/93. Maa- ja metsätalousministeriö. 9 s.
- Päivänen, J. 1974. Sarkaleveyden ja naveroinnin vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyntaimiston kehitykseen lyhytkortisella nevalalla. Summary: The effect of ditch spacing and furrowing on the depth of the ground water table and on the development of a Scots pine plantation on small-sedge bog. *Silva Fennica* 8(4): 215-224.
- Päivänen, J. 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsänojitusalueen vesitalouteen. Summary: The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area. *Folia Forestalia* 516. 19 s.
- Päivänen, J. 1994. Kunnostusojitettavien kohteiden valinta ja kunnostusmenetelmät. Maintenance of forest drainage areas. *Työtehoseuran metsätiedote* 10. 4 s.
- Päivänen, J. 1999. Suometset ja vesitalouden kunnossapito. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 92-97.
- Päivänen, J. & Ahti, E. 1988. Ditch cleaning and additional ditching in peatland forestry - effect on ground water level. Symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions, 6-8 June 1988, Joensuu, Finland. Volume 1. *Suomen Akatemian julkaisuja* 4: 184-189.

- Päivänen, J. & Paavilainen, E. 1996. Forest drainage. Teoksessa: Vasander, H. (toim.) 1996. Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki. Sivut 75-76.
- Rajamäki, J., Jalkanen, R. & Karjula, M. 1986. Vuosina 1980-84 lannoitettujen kasvatusmänniköiden latvavauriot kivennäismaalla Pohjois-Suomessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 148. 26 s.
- Rantala, T. & Moilanen, M. 1993. Nuorten suomänniköiden lannoituksen kannattavuus Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Profitability of fertilization of young pine stands in northern Ostrobothnia. *Folia Forestalia* 821. 20 s.
- Raulo, J., Saarnio, R. & Ylitalo, T. 1978. Visakoivun karsittujen oksien kyljestyminen ja värivian leviäminen niistä runkoon. Summary: Sealing-off of pruned branch stumps in curly birch and subsequent spread of discolouration into the stemwood. *Silva Fennica* 12(4): 257-263.
- Rehell, S. 1991. Lannoitteena käytetyn turvetuhkan raskasmetallien kertyminen maaperään ja kasvillisuuteen Kajaanissa. Ensimmäinen seurantaraportti. Ympäristöinstituutti. 9 s.
- Reinikainen, A. 1980. Tuhkalannoituksen ekologiaa. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 20: 24-27.
- Reinikainen, A. & Silfverberg, K. 1983. Significance of whole-tree nutrient analysis of growth disorders. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 48-58.
- Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1983. Diagnostical use of needle analysis in growth disturbed Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 44-48.
- Rissanen, K. 1996. Vesiensuojelu kunnostusojituksen ja maanmuokkaustöiden yhteydessä 1995 - Länsi-Suomen ja Kainuun alueissa tehdyn selvityksen loppuraportti. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 1. 26 s.
- Räisänen, H., Laine, L., Kero, I. & Kaleva, T. 1986. Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarsituissa männiköissä. Summary: Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands. *Folia Forestalia* 663. 18 s.
- Saari, E. 1942. Metsäojitusten yksityistaloudellisen edullisuuden määrittäminen. Referat: Die Abschätzung der privatwirtschaftlichen Einträglichkeit der forstlichen Entwässerungen. *Acta Forestalia Fennica* 50(16). 40 s.
- Saarinen, M. & Silver, T. 1992. Karujen rämeiden kunnostusojituskelpoisuus. Evaluation of ditch network maintenance on drained poor pine mires. *Suo* 43(3): 69-75.
- Saarinen, M. & Silver, T. 1992. Kunnostusojituksen kohdevalinta karuilla rämeillä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423: 5-9.
- Saarsalmi, A., Mälkönen, E. & Piirainen, S. 2001. Effects of wood ash fertilization on forest soil chemical properties. *Silva Fennica* 35(3): 355-368.
- Saikka, O. 1975. The effect of fertilization on the basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). A densitometric study on the X-ray chart curves of wood. Lyhenelmä: Lannoituksen vaikutuksesta männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyteen. Densitometritutkimus puuaineen röntgenkuvista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(3). 49 s.
- Saikka, O. 1973. Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla. Summary: The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. *Folia Forestalia* 184. 15 s.
- Saikka, O. 1975. Typpilannoituksen vaikutuksesta männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheyteen. Summary: The effect of nitrogen fertilization on the basic density

- of Scots pine (*Pinus silvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and common birch (*Betula verrucosa*). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(5). 23 s.
- Saramäki, J. 1977. Vanhan vajaapuustaisen kuusikon lannoitusreaktioista ja lannoituksen kannattavuudesta. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 16, artikkeli 13 s.
- Saramäki, J. 1978. Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Abstract: Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland. *Folia Forestalia* 352. 14 s.
- Saramäki, J. 1980. Typpilannoituksen vaikutus männyn runkomuotoon. Summary: The effect of nitrogen fertilization on the stem form of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(4). 46 s.
- Saramäki, J. & Silander, P. 1982. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus männyn latvukseen. Abstract: The effect of fertilization and thinning on the crown of pines. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 52. 42 s.
- Saramäki, J. & Susila, P. 1991. Tuhkalannoitus kivennäismailla. Tietotaulun lyhennelmä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 383: 82-83.
- Saramäki, J. & Valtanen, E. 1981. Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands. *Folia Forestalia* 479. 16 s.
- Saranpää, P. 1984. Annotated bibliography on the effect of pruning according to Finnish studies and articles. University of Helsinki, Department of logging and utilization of forest products. 17 s.
- Sarvas, R. 1956. Metsänhoidon tekniikka. Karsiminen. Teoksessa: *Metsäkäsikirja*, 1. osa. Kustannusosakeyhtiö Kivi. Helsinki. Sivut 521-523.
- Seppälä, K. 1968. Ennakkotuloksia suometsiköiden ojituksen jälkeisestä kehityksestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Summary: Preliminary results of peatland stand post-drainage development. *Silva Fennica* 2(3): 166-182.
- Seppälä, K. 1969. Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla turvemilla. Summary: Post-drainage growth rate of Norway spruce and Scots pine on peat. *Acta Forestalia Fennica* 93. 89 s.
- Seppälä, K. 1969. Sarkaleveyden vaikutus suometsien puumäärään ja kasvuun. Summary: Effect of drain spacing on the volume and growth of peatland-forest stands. *Suo* 20(3-4): 55-60.
- Seppälä, K. 1970. Sekapuukoivujen kasvun ojituksenjälkeinen kehitys turvemilla. *Suo* 21(2): 25-30.
- Seppälä, K. 1971. Metsityslannoituksessa käytetyn lannoitemäärän ja levitystavan merkitys istutustaimiston alkukehitykselle ojitetuilla avosoilla. Summary: On the quantity of fertilizer and application methods used in afforestation of open bogs. *Silva Fennica* 5(2): 61-69.
- Seppälä, K. 1972. Ditch spacing as a regulator of post-drainage stand development in spruce and pine swamps. Seloste: Sarkaleveys korpi- ja rämemetsiköiden ojituksen jälkeisen kehityksen säätelijänä. *Acta Forestalia Fennica* 125. 25 s.
- Seppälä, K. 1976. Relationship between stem diameter of trees at time of draining and their post-drainage increment. *Suo* 27(3): 55-60.
- Silfverberg, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia Forestalia* 432. 13 s.
- Silfverberg, K. 1984. Hiekoitus-, kalkitus- ja lannoituskokeet. Julkaisussa: Jaakkoin-suon koeojitusalue 75 vuotta. Summary: Jaakkoinso experimental drainage area 75 years. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 156: 47-51.

- Silfverberg, K. 1988. Erilaisten tuhkien ominaisuuksista ja käyttökelpoisuudesta suomettien lannoituksessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 295: 56-63.
- Silfverberg, K. 1988. Tuhkalannoitus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 308: 106-115.
- Silfverberg, K. 1991. Träaska, PK-gödsel och markförbättringsmedel på dränerade tallmyrar. Abstract: Wood ash, PK-fertilizer and two soil ameliorating additives on drained pine mires. *Suo* 42(2): 33-44.
- Silfverberg, K. 1994. Voraussetzung und Ergebnisse der Aschedüngung in Finnland. Sekundärrohstoff Holzasche. Nachhaltiges Wirtschaften im Zuge der Energiegewinnung aus Biomass. Tagungsband zum Symposium 15. und 16. September 1994. Institut für Verfahrenstechnik Technische Universität Graz. *Sivut* 131-149.
- Silfverberg, K. 1996. Nutrient status and development of tree stands and vegetation on ash-fertilized drained peatlands in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 588. 27 s. + 5 liitejulkaisua (25, 23, 11, 25 ja 12 s.).
- Silfverberg, K. 1996. Tuhkalannoitteen laatuvaatimukset. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 599: 9-13.
- Silfverberg, K. & Hartman, M. 1999. Effects of different phosphorus fertilisers on the nutrient status and growth of Scots pine stands on drained peatlands. *Silva Fennica* 33(3): 187-206.
- Silfverberg, K. & Hotanen, J-P. 1989. Puuntuhkan pitkäaikaisvaikutukset ojitetulla mesotrofisella kalvakkanevalla Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Long-term effects of wood-ash on a drained mesotrophic *Sphagnum papillosum* fen in Oulu district, Finland. *Folia Forestalia* 742. 23 s.
- Silfverberg, K. & Huikari, O. 1985. Tuhkalannoitus metsäojitetuilla turvemaidella. Abstract: Wood-ash fertilization on drained peatlands. *Folia Forestalia* 633. 25 s.
- Silfverberg, K. & Issakainen, J. 1987. Tuhkan määrän ja laadun vaikutus neulasten ravinnepitoisuuksiin ja painoon rämemänniköissä. Abstract: Nutrient contents and weight of Scots pine needles in ash-fertilized peatland stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 271. 25 s.
- Silfverberg, K. & Issakainen, J. 1987. Turpeentuhkan vaikutuksesta puuston kasvuun ja ravinnetilaan käytännön lannoitustyömailla. Summary: Growth and foliar nutrients in peat-ash fertilized stands. *Suo* 38(3-4): 53-62.
- Silfverberg, K. & Issakainen, J. 1991. Tuhkalannoituksen vaikutukset metsämarjoihin. Summary: Effects of ash fertilization on forest berries. *Folia Forestalia* 769. 23 s.
- Silfverberg, K. & Issakainen, J. 1996. Skogstillväxt på en askgödslad, nordfinsk kalmyr - 40 årigt perspektiv på asktillförsel i praktisk skala (short report - artikkeli). Summary: Forest growth on an ash-fertilized oligotrophic fen in northern Finland. *Suo* 47(4): 137-139.
- Silfverberg, K. & Issakainen, J. 2001. Puuntuhka ja kauppalannoitteet suomänniköiden ravinnetalouden hoidossa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2001: 29-44.
- Silfverberg, K. & Mertaniemi, A-L. 1997. Ravinteiden huuhtoutuminen tuhkalannoitetusta turpeesta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 660: 27-34.
- Silver, T. & Saarinen, M. 1995. Hakkuiden tarve ja toteutuminen yksityismetsien kunnostusojitusalueilla Satakunnassa. Summary: The need for and realization of cuttings in connection with ditch network maintenance in private forests in Satakunta, southwest Finland. *Suo* 46(2): 55-61.

- Siren, M. 2000. Turvemaiden puunkorjuun kehittäminen. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 301-307.
- Smolander, A., Kurka, A., Kitunen, V. & Mälkönen, E. 1994. Microbial biomass C and N, and respiratory activity in soil of repeatedly limed and N- and P-fertilized Norway spruce stands. *Soil Biology & Biochemistry* 26: 957-962.
- Starr, M., Levula, T. & Heikkilä, R. 1982. Männyn ja kuusen taimien alkukehitys muokkaus- ja lannoituskokeilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 51. 11 s. + 5 liites.
- Takalo, S. 1980. Tuhkan palauttamisen tekniikkaa. *Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste.* 3 s.
- Tamminen, P. 1998. Typpi- ja tuhkalannoitus punalatkan vaivaamassa männikössä. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 1998(3): 411-420.
- Tanttu, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä. Referat: Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. *Acta Forestalia Fennica* 5(2). 211 s. + 14 kuvataulua, 2 liitettä ja 2 karttaa.
- Tarkkanen, T. 1986. Verotuksen vaikutus metsänparannusinvestointien kannattavuuteen - ojitusta ja lannoitusta koskevia esimerkkilaskelmia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 229. 40 s.
- Tervonen, M. & Issakainen, J. 1980. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisilla piensararämeillä. Abstract: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. *Folia Forestalia* 444. 14 s.
- Tikkanen, J. 1987. Metsäojien perkauksen taloudellisesti edullisin ajankohta. Teoreettinen määrittäminen ja laskentamenetelmän kuvaus. Helsingin yliopisto. Tutkielma. 103 s.
- Uotila, A. 1990. Infection of pruning wounds in Scots pine by *Phacidium coniferarum* and selection of pruning season. Seloste: Männyn pystykarsintavioitusten syyshaavakattartunta ja karsinta-ajan valinta. *Acta Forestalia Fennica* 215. 36 s.
- Uotila, A. 1996. Syyshaavakan esiintyminen ja merkitys männyn pystykarsinnan kannalta. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 263-267.
- Uotila, A. & Laine, L. 1989. Research reports of *Phacidium coniferarum*, pruning damages and the effect of green pruning on the growth in conifers. Bibliography. Tutkimusraportteja syyshaavakasta, havupuiden pystykarsintavaurioista ja karsintavoimakkuuden kasvuvaikutuksista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 341. 20 s.
- Uotila, A. & Mustonen, S. 1994. The effect of different levels of green pruning on the diameter growth of *Pinus sylvestris* L. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(3): 226-232.
- Uusvaara, O. 1993. Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands. *Folia Forestalia* 816. 26 s.
- Uusvaara, O. 1995. Pystykarsittujen viljelymänniköiden oksikkuus, oksien kyljestyminen ja rungon laatu. Pysyvien koalojen väliraportti. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 584. 25 s.
- Uusvaara, O. 1999. Pystypuiden karsinta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 110-115.
- Uusvaara, O. & Saukkonen, T. 1997. Kasvatustiheyden ja lannoituksen vaikutus nuorten kylvömanniköiden ulkoiseen laatuun. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 656. 25 s.

- Veijalainen, H. 1973. Kaliumkloridi-injektio mäntyjen lannoitustarpeen määrittämisessä. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 8/73. 7 s.
- Veijalainen, H. 1974. Makro- ja mikrolannoituskoe kuusen 'eskimosis' -alueella. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 6/74. 6 s. + 2 liites.
- Veijalainen, H. 1974. Metsänparannettu ja luonnontilainen suo eläinten talvisena elinympäristönä. Summary: Winter habitat preferences of wild animals on improved and virgin peatland. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/74. 10 s.
- Veijalainen, H. 1974. Metsäojitusalueiden sienisadosta. Summary: Mushroom production on drained peatlands. Suo 25(2): 31-33.
- Veijalainen, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetilanteen määrittämisessä turvemailla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(4). 32 s.
- Veijalainen, H. 1978. Kuparilannoitteiden vaikutus rauduskoivun pituuskasvuun kasvuhäiriöalueen turpeella. Kasvihuonekoe. Esituloksia. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 2/78. 6 s.
- Veijalainen, H. 1979. Hivenlannoitteiden Cu, B ja Mn vaikutus kasvuhäiriöpuuston elpymiseen Kivisuolla. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 6/79. 9 s.
- Veijalainen, H. 1979. Metsänparannustutkimuksen tuloksia. Retkeilymuistio. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 5/79. 63 s.
- Veijalainen, H. 1979. Neulasanalyysi ja sen tulkinta erityisesti turvemaiden mäntypuuston lannoitustarpeen määrittämisessä. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 10/79. 6 s.
- Veijalainen, H. 1980. Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Neulasanalyysiin perustuva tarkastelu. Summary: Usability of some micronutrient fertilizers in peatland forests. Report basing on needle analysis. Folia Forestalia 443. 15 s.
- Veijalainen, H. 1980. Mäntylajeilla suoritettuja Cu- ja B-kokeita. Kirjallisuuskatsaus ulkomaisista tutkimuksista. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 3/80. 67 s.
- Veijalainen, H. 1980. Suontutkimusosaston julkaisutoiminta 1967-79. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 2/80. 47 s.
- Veijalainen, H. 1980. Tuhka kasvuhäiriön torjunnassa. Metsäntutkimuslaitos, Muehoksen tutkimusaseman tiedonantoja 20: 28-30.
- Veijalainen, H. 1981. Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla. Summary: Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil. Folia Forestalia 477. 15 s.
- Veijalainen, H. 1983. Lannoituksen vaikutuksesta suotaimikoiden kasvuun Kruunupyyn Fiskarholmin palstalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 120: 7-9.
- Veijalainen, H. 1984. Hivenlannoituksen vaikutus erään istutusmännikön ravinnetilouteen turvemaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 126. 19 s.
- Veijalainen, H. 1984. Lannoitustarpeen määrittäminen metsäojitusalueilla. Summary: Diagnosing nutrient deficiencies on drained peatlands. Suo 35(4-5): 94-97.
- Veijalainen, H. 1984. Preliminary results of micronutrient fertilization experiments in disordered Scots pine stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 116: 153-159.
- Veijalainen, H. 1984. Tuloksia rämetaimikoiden lannoituskokeista Keski-Pohjanmaan rannikkoalueelta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 143. 28 s.

- Veijalainen, H. 1988. Hivenlannoitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 102-105.
- Veijalainen, H., Silfverberg, K. & Hytönen, J. 1993. Metsäteollisuuden bioliete ja kivihiilen tuhka rauduskoivun taimien ravinnelähteenä. Summary: Pulp biosludge and coal ash as nutrient sources for silver birch seedling. *Suo* 44(3): 63-73.
- Verkasalo, E. & Rintala, P. 1998. Rauduskoivun pystykarsintavikojen riippuvuus oksien paksuudesta, laadusta ja karsinnan vuodenaajasta. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 2/1998: 151-178.
- Westman, C. 1987. Site classification in estimation of fertilization effects on drained mires. Seloste: Kasvupaikkojen luokitus lannoitusvaikutuksen arvioinnissa ojite-
tuilla rämeillä. *Acta Forestalia Fennica* 198. 55 s.
- Westman, C., Nummi, T. & Leikola, M. 1985. Käytännön typpilannoituksen vaikutus varttuneiden kuusikoiden kasvuun ja tuotokseen. Summary: The effect of large scale nitrogen fertilization on growth and yield of mature Norway spruce stands in south-western Finland. *Silva Fennica* 19(4): 393-406.
- Wiheraari, M. 1996. Kierrätettävät tuhkamäärät Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 599: 7-8.
- Viro, P. 1950. Fertilization trials on forest soil. Selostus: Metsämaan lannoituskokeita. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(7). 23 s.
- Viro, P. 1958. Eräitä metsämaan lannoituskokeita. Summary: Forest fertilization trials. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 75(5): 151-156.
- Viro, P. 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. Selostus: Metsän lannoituksen vaikutuksen arvioiminen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 59(3). 42 s.
- Viro, P. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of young plantations. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(4). 30 s.
- Viro, P. 1970. Time and effect of forest fertilization. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 70(5). 17 s.
- Viro, P. 1974. Fertilization of birch. Selostus: Koivun lannoitus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 81(4). 38 s.
- Virtanen, J. 1973. Lannoitteiden leviämismuutokset auramallisella levittimellä. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 6/73. 10 s.
- Virtanen, J. 1973. Lannoitustasaisuus koneella ja käsin. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 11/73. 41 s.
- Virtanen, J. 1973. Moottorikelkkalevitin ja suometsien PK-lannokset. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosaston tiedonantoja 12/73. 9 s.
- Virtanen, J. 1975. Lannoitustasaisuus metsänlannoituksessa. Summary: Spreading evenness in forest fertilization. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(1). 72 s.
- Virtanen, J. 1976. Lannoitustasaisuus lentolannoituksessa. Summary: Spreading evenness in aerial fertilization. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 90(2). 86 s. + 2 liitesivua.
- Virtanen, J. & Ylinen, M. 1977. Ojitusalueiden lentolannoitus. Abstract: Aerial spreading of fertilizers on peatlands. *Folia Forestalia* 305. 18 s.
- Vuokila, Y. 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn kasvuun. Summary: The effect of green pruning on the growth of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(1). 27 s.
- Vuokila, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(5). 61 s.

- Vuokila, Y. 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. Summary: Effect of green pruning on the health of pine and birch. *Folia Forestalia* 281. 13 s.
- Vuollekoski, M. 1983. Metsäojien perkaustutkimuksia. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 120: 10-12.
- Väättäinen, K., Sikanen, L. & Asikainen, A. 2000. Rakeistetun tuhkan metsään-palautuksen logistiikka. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 116. 100 s.

5. Muuta lukemista

- Ahvenainen, J. 1984. Suomen sahateollisuuden historia. WSOY, Porvoo. 461 s.
- von Berg, E. 1859. Die Wälder in Finnland. Jahrbuch Königl. sächs. Akad. f. Forst- u. Landwirthe 13: 1-118.
- von Berg, E. 1995. Kertomus Suomenmaan metsistä 1858 sekä kuvia suuresta muutoksesta. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 93 s.
- Blomqvist, A. 1893. Skogshushållningens nationalekonomi och synpunkter i forstpoliti. Helsinki. 230 s.
- Brown, J. 1883. Finland: its forests and forest management. Edinburgh. 290 p.
- Elo, K. 1983. Tämä vihreän kullan maa. Suomen Luonnonsuojeluliiton teemakirja. Suomen Luonnonsuojien Tuki Oy, Helsinki. 128 s.
- Hakkila, P. (toim.) 1985. Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. Summary: The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project. *Folia Forestalia* 624. 86 s.
- Hamilton, H., Leiwo, P. & Rauhalahhti, M. 1988. Muuttuva metsä. Suomen Metsäyhdistys, Helsinki. 144 s.
- Hannikainen, P. W. 1896. Suomen metsät kansallisomaisuutenamme. Otava. Helsinki. 273 s. + taul. ja karttal.
- Haukioja, M. & Loven, L. (toim.) 1970. Niin metsä vastaa. Metsät ja luonnonsuojelu. Metsäylioppilaat r.y. Helsinki. 172 s.
- Heikel, T. 1910. Käsikirja Suomen kruununmetsien hallinnosta ja hoidosta. Käsikirja Suomen kruununmetsien metsänhoitoviranomaisia varten. Kokoelma Suomen kruununmetsien hallintoa ja hoitoa koskevia asetuksia, kiertokirjeitä, määräyksiä ja ohjeita. Metsähallituksen Julkaisuja I. Keisarillisen senaatin kirjapaino. Helsinki. 551 s. + liite, 67 s.
- Helander, A. B. 1914. Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion synty; katsaus virtauksiin yksityismetsänhoidon edistämistyön alalla vv. 1897-1907. Helsinki. 124 s.
- Helander, A. B. 1936. Anton Gabriel Blomqvist ja hänen aikalaisensa. Referat: Anton Gabriel Blomqvist. 356 s.
- Helander, A. B. 1949. Suomen metsätalouden historia. WSOY. Porvoo - Helsinki. 546 s.
- Holopainen, V. 1967. 60-luvun metsäpolitiikka. WSOY. Porvoo. 155 s.
- Holopainen, V. 1970. Vastuun metsäpolitiikka. Kirjayhtymä. Helsinki. 160 s.
- Hämäläinen, S. & Komulainen, A. 1998. Ihmisten metsä. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. 103 s.
- Ihalainen, A. 1984. Metsäherra - korpien kuningas. WSOY. Porvoo-Helsinki-Juva. 153 s.
- Ihminen ja metsä. 1977. Osuuspankkien Keskusliitto, Helsinki. 162 s.
- Järvinen, O. & Miettinen, K. 1987. Sammuuko suuri suku. Luonnon puolustamisen biologiaa. Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy, Helsinki. 256 s.

- Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1990. Acidification in Finland. Finnish Acidification Research Programme HAPRO 1985-1990. Springer-Verlag, Berlin. 1237 s.
- Korhonen, K-M. & Savonmäki, S. (Red.). 1997. Umweltfibel der Forstwirtschaft. Metsähallitus - Amt für Staatswälder. Oy Edita Ab, Helsinki. 128 s.
- Kuusela, K. 1969. Tuottava metsä. Kansallis-Osake-Pankki. 36 s.
- Kuusela, K. 1974. Metsätalous teollistuvassa Suomessa. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. Sarja B. 12. Helsinki. 141 s. + kuvat.
- Kuusela, K. 1988. Metsä ja muuttuva yhteiskunta. WSOY, Porvoo. 138 s.
- Kuusela, K. 1999. Metsän leiviskät. Metsäsuunnittelu ja saavutukset 1947-1996. Sitran julkaisu 218. 294 s.
- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino, Helsinki. 265 s.
- Laaksonen, P. & Mettomäki, S-L. (toim.) 1994. Metsä ja metsänviljaa. Kalevalaseuran vuosikirja 73. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura. Helsinki. 259 s.
- Laine, E. 1907. Piirteitä Suomen vuoritoimen historiasta 19. vuosisadan ensipuoliskolla. I. Rautateollisuus 1808-1831. Suomen teollisuushallituksen tiedonantoja. Vihko 43.
- Laitakari, E. 1960. Metsähallinnon vuosisataistaival 1859-1959. Silva Fennica 107. 449 s.
- Laitakari, E. 1961. A Century of Finnish State Forestry 1859-1959. Silva Fennica 112(1). 44 s.
- Lappalainen, I. (toim.) 1998. Suomen luonnon monimuotoisuus. Edita. 304 s.
- Launis, R., Reittu, A., Ronkainen, M., Turunen, P. & Vuorivirta, M. (toim.) 1984. Metsä huutaa. WSOY, Porvoo. 183 s.
- Lehto, L. 1989. Elämää helsinkiläismetsissä. Summary: Management of the city's forest. Helsingin kaupungin museo, Memoria 3. 139 s.
- Lihtonen, V. 1949. Piirteitä valtion metsätaloudesta. Silva Fennica 66. 46 s.
— on myös kirjasena (Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran kirjapaino, Helsinki)
- Lähde, E. 1991. Päin honkia. Arator. Helsinki. 256 s.
- Makkonen, O. 1977. Vuosisata metsätalouden myötä. Suomen Metsäyhdistys - Finska Forstföreningen 1877 - 1977. Forssan Kirjapaino Oy, Forssa. 188 s.
- Massa, I. 1983. Ihminen ja Lapin luonto. Lapin luonnonkäytön historiaa. Suomen Antropologinen Seura. Helsinki. 163 s.
- Massa, I. 1994. Pohjoinen luonnonvalloitus. Suunnistus ympäristöhistoriaan Lapissa ja Suomessa. Gaudeamus. Tampere. 297 s.
- Meinander, N. 1945. Vesisahan tarina. Suomen sahanomistajayhdistys. Helsinki. 324 s.
- Michelsen, K-E. 1995. History of forest research in Finland. Part 1. The unknown forest. The Finnish Forest Research Institute. Gummerus Kirjapaino Ltd, Jyväskylä. 142 s.
- Mikola, P. (toim.) 1980. Suomen Luonto 2. Metsät. Kirjayhtymä. Helsinki. 344 s.
- Mänttari, J. (toim.) 1996. Suomen luonnon sata vuotta. Suomen Biologian Seuran Vanamon juhlakirja. Luonnon Tutkija 5/1996. 256 s.
- Ollonqvist, P. 1998. Metsäpolitiikka ja sen tekijät. Pitkä linja 1928-1997. Metsälehti Kustannus. 301 s.
- Paatela, J., Palosuo, V., Hänninen, E., Vauraste, H. & Leppänen, R. (toim.) 1978. Metsä. Tuottava maa 5. Yhteiskirjapaino Oy, Helsinki. 412 s.
- Pajari, B., Peck, T. & Rametsteiner, E. (eds.) 1999. Potential markets for certified forest products in Europe. EFI Proceedings 25. 348 s.

- Petäjäistö, L., Mustonen, M. & Selby, A. 1993. Metsittäkö vai ei? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 448. 32 s. + 5 liites.
- Petäjäistö, L. & Selby, A. 1994. Pellonmetsitysalttiuteen vaikuttavat käyttäytymis- ja arvotekijät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 487. 41 s. + 9 liites.
- Puikko, M., Semenoja, S., Tennilä, E.-J. & Veijola, P. 1988. Kirjeitä Kessistä. LIKE Kustannus Oy, Helsinki. 87 s. + liitteet.
- Purhonen, E. 1998. Hivakka eli selonteko uitosta ja sen terminologiasta. Suomen Uittoperinneyhdistys ry, Opaksia Oy. 125 s.
- Rautavaara, T. 1947. Suomen sienisato. Summary: Studies on the mushroom crop in Finland and its utilization. WSOY. Porvoo & Helsinki. 534 s.
- Rautavaara, T. & Knuuttila, P. 1981. Mihin marjamme kelpaavat. WSOY. Porvoo. 198 s.
- Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.) 2000. Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi, Jyväskylä. 384 s.
- Renvall, H. 1910. Suomen metsäntuotteiden vienti kansantaloudelliselta kannalta. Helsinki. 315 s.
- Reunala, A. & Heikinheimo, M. 1987. Taistelu metsistä. Voimaperäinen metsätalous Suomessa ja muissa maissa. Kirjayhtymä, Helsinki. 188 s.
- Reunala, A., Tikkanen, I. & Åsvik, S. (toim.) 1998. Vihreä valtakunta. Suomen metsäklusteri. Otava - Metsämiesten Säätiö. 351 s.
- Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.) 1989. Lapin metsäkirja. Acta Lapponica Fenniae No. 15. 199 s.
- Sippola, A.-L. & Rauhala, P. 1992. Acerbin keinosta Jerisjärven tielle. Pallas-Ounastunturin kansallispuiston historiaa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 410. 117 s.
- Suokko, S. 1992. Metsänparantajat kansakunnan asialla. Saarijärvi. 509 s.
- Suomen kartasto 1976. Metsätalous. Vihko 234. Maanmittaushallitus ja Suomen maantieteellinen seura. Helsinki. 30 s.
- Suomen ympäristöpolitiikka. 1988. OECD:n ja sen ympäristökomitean vuosina 1986-1987 Suomen hallituksen esityksestä tekemä arvio. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosaston sarja A 72/88. 276 s.
- Söyrinki, N. 1952. Luonnonsuojelun käsikirja. Otava. Helsinki. 348 s.
- Tammilehto, O. (toim.) 1989. Kun edustajat eivät riitä. Kansalaistoiminnan opas. WSOY, Juva.
- Tapiola, suuri suomalainen eräkirja. Osat 1-8 1989-1990. 1990. Weilin-Göös, Espoo. 2396 s.
- Tiede ja luonnonsuojelu. 1980. Summary: Science and Nature Conservation. Luonnon Tutkija 84(3). 161 s.
- Tikkanen, E. (toim.) 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. 232 s.
- Toivonen, R., Tahvanainen, L. & Niskanen, S. 1994. Potential for willow cultivation and energy production in Finland - Charting the possibilities for producing energy from commercial willow plantations on arable land. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 22. 21 s. + 18 liites.
- Vaara, L. 1990. Oikeus omaan metsään. Pellon ja metsän eriyttämisen erehdys. WSOY, Porvoo-Helsinki-Juva. 421 s.
- Vuontisjärvi, V. 2000. Kyllä Lappi taamoo. Outakairojen savottatarinoita ja puunhankinnan kehityskuvaa 1920-2000. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 378 s.

LIITE 2. Suunnittelun uuden kokoomateoksen sisältö — lukujen otsikot ja työryhmän kommentit

Version on laatinut työryhmä Hynynen/Mielikäinen. Lukujen otsikointi perustuu osittain ryhmittelyyn, jota Mattila on käyttänyt kotimaisen metsänkasvatuskirjallisuuden keruussa. Työryhmän alkuperäiset kommentit sisältyvät asiallisesti samansisältöisinä ao. puhtaaksikirjoitettuun versioon (30.9.1998). Kirjan työnimenä on

METSIKÖN KÄSITTELYN PERUSTEET

Erilaiset käsittelyvaihtoehdot ja niiden vaikutukset

suomalaisen metsäntutkimuksen valossa

Työryhmän yleisiä kommentteja:

Sisällysluetteloa ei kannata tässä vaiheessa lyödä lukkoon, vaan kunkin osan vastuukirjoittaja valmistaa osansa lopullisen sisällysluettelon kirjoitustyön kuluessa. Kirjoittajille tulee tässä vaiheessa vain luetella niitä asioita, joita kirjassa tulisi tarkastella.

Biodiversiteetti ja maisemanhoidonäkökodat on otettava huomioon jo kunkin toimenpiteen "standardikuvauksessa" - erillisissä alaluvuissa voidaan vielä tarkastella niitä tapauksia, jotka edellyttävät jotain erityiskäsittelyä, esimerkiksi jättämistä kokonaan toimenpiteiden ulkopuolelle.

Jokaiseen toimenpiteeseen tulisi myös sisältyä:

- toimenpiteen vaikutukset puuaineen laatuun
- mahdollisia tuhoja koskeva tarkastelu
- energiapuun tuottaminen eri toimenpiteiden yhteydessä (taimikonhoito sekä harvennus- ja uudistushakkuut) ml. kannattavuustarkastelu

ALKUSANAT

1 JOHDANTO

Työryhmän kommentit 1. pääluvun sisällöstä:

Painotetaan asioita, jotka ovat metsänkäsittelyn intensiteetin ja sovellettujen menetelmien kannalta oleellisia. Niin sanotut "globaalit" asiat voisi kuitata hyvin lyhyesti. On hieman vaikeata rajata niitä asioita, mitä käsitellään johdannossa ja mitä loppuluvussa (Tulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia). Joidenkin asioiden osalta raja on liukuva. Esimerkkeinä

- kansainväliset metsäsopimukset ja niiden vaikutus metsänkäsittelyyn
- metsien sertifiointi ja sen vaikutus metsien käsittelyyn ja puuntuotantoon

1.1 Kansainvälisiä näkökohtia

- 1.1.1 Suomen metsävarat ja niiden käyttö globaalissa vertailussa
- 1.1.2 Suomi maailman metsätuotteiden kaupassa
- 1.1.3 Metsätuotteiden viennin merkitys Suomen ulkomaankaupassa

1.2 Kansallisia näkökohtia

Työryhmän mielestä painotettavia asioita ovat:

- suojeluproblematiikka (vanhojen metsien suojelu, Natura yms.)
- uusien metsälakien vaikutukset
- kansallinen metsäohjelma

- 1.2.1 Suomen metsäklusteri
- 1.2.2 Metsäsektori ja sen merkitys Suomen kansantaloudessa
- 1.2.3 Metsätalous ja sen osa-alueet
- 1.2.4 Puuntuotannon aluetasot
- 1.2.5 Suomen metsätaloutta koskevat kansalliset lait ja asetukset

2 METSIKÖN MERKITYS PUUNTUOTANNOSSA

Mattilan työryngossa tässä pääluvussa on kaksi ensimmäisen asteen alalukua (1: Metsikkötalouden synty ja perusteet ja 2: Metsikkötunnukset). Työryhmä korostaa käsitteiden määrittelyn tärkeyttä. Ainakin seuraavia asioita tulisi käsitellä pääluvussa 2:

- metsikkötunnukset metsätalouden suunnittelussa
- käytännössä metsikkö on käsittelykuvio, jolloin taloudelliset näkökohdat helposti menevät varsinaisten metsikkötunnusten edelle kuvion rajauksessa
- metsikkötalous eri-ikäismetsätalouden vaihtoehtona
 - metsikkötalouden arviointia metsänkasvatuksen kannattavuuden perusteella, esimerkiksi eri toimenpiteiden, kuten puunkorjuu tuotot ja kustannukset
- tarkastelua siitä, miten nykyisin sovellettava uusi metsänhoito vaikuttaa nyt ja tulevaisuudessa metsikön rakenteeseen ja koko metsikkökäsitteeseen ja sen sovellettuuteen käytännössä
- syntyykö uuden metsänhoidon seurauksena "sekamuotoja"
 - kaksi- ja useampijaksoiset metsiköt
 - ryhmittäiset sekä erikokois- ja eri-ikäisrakenteiset metsiköt
- korostettava metsikköä tämän kirjan tarkasteluyksikkönä, mutta todettava samalla, että metsikkö on osa metsälöä, mikä sekin vaikuttaa ratkaisuihin metsikkötasolla
- toiminnan optimointi vain metsikkötasolla ei välttämättä johda parhaaseen taloudelliseen tulokseen metsälötasolla

3 UUDEN METSÄN PERUSTAMINEN

3.1 Uudistamistavan valintaperusteet

- 3.1.1 Luontaisen uudistamisen edellytykset

- 3.1.2 Taloudelliset näkökohdat
- 3.1.3 Uudistamistuloksen ennakointi

3.2 Luontainen uudistaminen

- 3.2.1 Valmiin taimiaineksen hyödyntäminen
- 3.2.2 Avohakkuu
- 3.2.3 Siemenpuu- ja suojuspuuhakkuut
- 3.2.4 Raivaus ja kasvualustan valmistaminen uudistumista varten
- 3.2.5 Uudistumistulos

3.3 Metsänviljely

- 3.3.1 Puulajin valintaperusteet
- 3.3.2 Viljelymenetelmä, ajankohta ja materiaali
- 3.3.3 Uudistusalan valmistaminen metsänviljelyä varten
 - Kulutus
 - Raivaus
 - Kasvualustan muokkaus
 - Yleistä
 - Toimenpiteen vaikutus maahan ja mikroilmastoon
 - Toimenpiteen vaikutus uudistamistulokseen
- 3.3.4 Viljelytaimikon perustamistiheys
- 3.3.5 Uudistamistulos

3.4 Sekastrategiat metsänuudistamisessa

3.5 Monimuotoisuuden vaalinta metsänuudistamisessa

3.6 Pellon metsitys

3.7 Tuhot uuden metsän perustamisvaiheessa

- 3.7.1 Sienituhot
- 3.7.2 Hyönteistuhot
- 3.7.3 Myyrä- ja jänistuhot
- 3.7.4 Pakkas- ja hallavauriot

4 TAIMIKONHOITO

4.1 Heinän- ja vesantorjunta

4.2 Täydennysistutus

4.3 Harvennus ja perkaus

- 4.3.1 Toimenpiteen tarpeellisuus ja vaikutukset
- 4.3.2 Toimenpiteen toteutus

4.4 Ylispuuproblematiikka

4.5 Taimikonhoidon erityiskysymykset

- 4.5.1 Puuston teknisen laadun kehittäminen
- 4.5.2 Hirvituhojen torjunta
- 4.5.3 Monimuotoisuuden vaalinta taimikonhoidossa

4.6 Taimikkovaiheen tuhot

- 4.6.1 Sienituhot
- 4.6.2 Hyönteistuhot
- 4.6.3 Myyrä- ja jänistuhot
- 4.6.4 Hirvituhot
- 4.6.4 Pakkas- ja hallavauriot

5 VARTTUNEEN METSIKÖN KASVATUS

5.1 Harvennushakkuiden puuntuotannollinen merkitys

5.2 Harvennustavat

5.3 Harvennusreaktio

5.4 Ensiharvennusproblematiikka

5.5 Harvennus- ja kasvatusmallit

5.6 Puuston teknisen laadun kehittäminen kasvatushakkuissa

5.7 Monimuotoisuuden vaalinta kasvatushakkuissa

5.8 Alikasvosproblematiikka

5.9 Pystykarsinta

5.10 Varttuneen metsän tuhot

- 5.10.1 Sienituhot
- 5.10.2 Hyönteistuhot
- 5.10.3 Tuuli- ja myrskythot
- 5.10.4 Lumituhot
- 5.10.5 Pakkas- ja hallavauriot

6 KASVUALUSTAN PUUNTUOTOSKYVYN HOITO

Työryhmän kommentti: toimenpiteiden ja niiden tuotosvaikutusten esittelyn yhteydessä on tarkasteltava myös ympäristövaikutuksia.

6.1 Lannoitus ja maanparannus

6.2 Ravinnetasapainohäiriöiden korjaaminen

6.3 Vesitalouden hallinta (ojitukset ja ojien perkaus)

7 PUUNKORJUU

7.1 Korjuumenetelmät ja kustannukset

7.2 Korjuuvauriot ja niiden merkitys

8 METSÄNKASVATUKSEN KANNATTAVUUS

8.1 Talouslaskelmien matemaattiset perusteet

8.2 Kiertoajan pituiset laskelmat

8.3 Kiertoaikaa lyhyemmät laskelmat

- 8.3.1 Uudistamis- ja taimikkovaihe
- 8.3.2 Harvennussvaihe
- 8.3.3 Valinnainen ajanjakso päätöstilanteesta eteenpäin

8.4 Kasvatus vai uudistaminen?

8.4.1 Uudistuskypsyyskriteerit

8.4.2 Vajaatuottoisuuden kriteerit

8.5 Metsikön käsittely osana metsätalousyksikön kokonaisuutta

8.6 Metsänparannuksen kannattavuus

8.6.1 Lannoitus

8.6.2 Ojitus

8.6.3 Pystykarsinta

8.7 Metsäverotuksen ja tukien vaikutus kannattavuuteen

8.7.1 Metsäverotus

8.7.2 Kestävän metsätalouden kehityksen rahoitus

8.7.3 Metsitystuki

8.8 Monimuotoisuuden hinta

8.9 Metsätuhojen vaikutus kannattavuuteen

8.9.1 Hirvituhot

8.9.2 Puuston lahovikaisuudet

8.9.3 Puuston korjuuvauriot

8.10 Metsänkasvatukseen liittyvien riskien arviointi ja huomioon ottaminen metsikkötason laskelmissa

9 METSIKÖN KÄSITTELY ÄÄREVISSÄ OLOSUHTEISSA

9.1 Suojametsät ja metsänrajametsät

9.2 Korkeiden alueiden metsät

9.3 Lumituhoalueet

9.4 Pohjois-Suomen kuusimetsät

9.5 Rannikko- ja saaristometsät

9.6 Taajamametsät

9.7 Ojittamattomat suot

10 METSIKÖN KÄSITTELYN VAIKUTUS METSÄN MONIKÄYTTÖARVOON

10.1 Virkistys

10.2 Keräilytuotteet

10.3 Riista

10.4 Porojen laitumet

10.5 Taajamametsien suojafunktiot

11 TULEVAISUUDEN HAASTEITA JA MAHDOLLISUUKSIA

Työryhmä on laatinut tämän pääluvun alaotsikot.

11.1 Ympäristömuutokset ja niiden seuraukset

11.1.1 Mahdollisen ilmastomuutoksen oletetut seuraukset

11.1.2 Ilmansaasteiden pitkäaikaisvaikutukset metsiin

11.2 Taloudellisen toimintaympäristön globaalit ja kansalliset muutokset

11.2.1 Puuraaka-aineen kysyntä ja kulutus

Työryhmän mielestä käsiteltäviä asioita ovat:

- kulutuksen oletettu kasvu kehitysmaissa
- kulutuksen kehitykseen liittyvät odotukset teollisuusmaissa
 - esim. elektronisen tiedonsiirron kehitys ja sen vaikutus paperin kulutukseen
- kuluttajien ympäristötietoisuuden kasvu
 - metsätuotteiden sertifiointipaineet
 - kansainväliset metsäsopimukset
- puun energiakäytön kehitys

11.2.2 Puuraaka-aineen tarjonnan kehitysnäkymät

Työryhmän mielestä käsiteltäviä asioita ovat:

- globaalit muutokset puuntarjonnassa
- tropiikin puuviljelmien vaikutus kotimaisen sellupuun kilpailukykyyn
- uusien metsänkäsittelymenetelmien vaikutus tuotetun puun määrään ja laatuun
 - lisää sekametsiä, lisää koivukuitupuuta, vähemmän havupuuta?
- maankäytön muutospainet
 - metsätalouden poistuminen puuntuotannosta rakentamisen ja pellonraivauksen seurauksena
- kaavoitus eri tarkoituksiin ja luonnonsuojelu

11.3 Esimerkkiskenaarioita vaihtoehtoisista kehitysnäkymistä

11.4 Metsien käsittely, työllisyys ja työvoiman saanti

Työryhmän mielestä käsiteltäviä asioita ovat:

- metsänkäsittelyn koneellistumisen vaikutus työllisyyteen
- eri työläjien määrien oletetut trendit ja vaikutukset työllisyyteen
- löytyykö tulevaisuudessa riittävästi tekijöitä mh-töihin?

**SUOMALAINEN
METSÄNKASVATUSKIRJALLISUUS**

Suunnitelma lähteiden esittämistavasta
perusteluineen

Eero Mattila

Metsäntutkimuslaitos
Joensuun tutkimusasema

Joulukuu 2000

Tämä artikkeli kirjoitettiin Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla syksyn 2000 aikana. Artikkelin käsittelee kirjallisuustietokantaa, jonka tarvetta ja laatua pohdittiin laajahkossa, tutkijoista ja käytännön metsätalouden edustajista eri puolilta Suomea koostuvassa ryhmässä keväällä 1999. Sain arvokasta palautetta, joka on ohjannut minua tehtävässä eteenpäin. Kirjallisuuden keruussa on avustanut Leena Karvinen. Jaakko Heinonen on konsultoinut minua tilastotieteessä. Tietokannan keruu vaatii runsaasti atk-kapasiteettia, jonka toiminnasta käytännön tasolla ovat huolehtineet Jukka Kinnunen ja Vesa Huttunen. Artikkelin kirjoitti puhtaaksi Leena Kettunen. Kiitän kaikkia tietokannan ja artikkelin syntyyn myötävaikuttaneita henkilöitä.

5.12.2000
Joensuu
Eero Mattila

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	367
2. KIRJALLISUUDEN ESITTÄMISEEN LIITTYVÄT ONGELMAT....	368
3. TIETOKANTA RATKAISUNA.....	368
3.1 Edut.....	369
3.2 Haitat.....	369
4. KIRJALLISUUSTIETOKANNAN RAKENNE.....	370
4.1 Yleisrakenne.....	370
4.2 Hakusanasto.....	371
4.3 Atk-ohjelmat.....	371
5. KIRJALLISUUSTIETOKANNAN KÄYTÖN PÄÄPIIRTEET.....	372
6. TIETOSUOJASTA SEKÄ KÄYTTÖ- JA TEKIJÄNOIKEUKSISTA...	374
6.1 Tietosuoja.....	374
6.2 Kantatiedoston ja poimintatulostiedostojen käyttöoikeudet	374
7. KIRJALLISUUSTIETOKANNAN YLLÄPITO JA KEHITTÄMINEN	375
7.1 Kantatiedoston korjaus ja päivitys.....	375
7.2 Käyttöohjelman ja hakusanaston kehittäminen.....	375
8. YHTEENVETO.....	376
KIRJALLISUUS.....	379
Kirjallisuustietokannan käyttöä valaiseva esimerkki.....	380

1. JOHDANTO

Vuonna 1995 Metsäntutkimuslaitoksessa tehtiin metsänkasvatusvaihtoehtoja koskeva tutkimusohjelma-aloite (Parviainen 1995), joka johti ensivaiheessa vuoden kestäneeseen esitutkimukseen (1.3.1996 - 28.2.1997). Esitutkimusraportti (Mattila 1997) valmistui samaan aikaan kun esitutkimus päättyi. Tutkimusohjelmaa ei perustettu vaan aloitettiin uusi tutkimus nimeltä 'Metsikön käsittelyn perusteita koskeva kokoomateos tutkimustuloksista'. Metsäntutkimuslaitoksen hankerekisterissä hankkeen numero on 3191.

Tarkoituksena on ollut saada aikaan monen tutkijan yhteistyönä oppikirjanomainen yhteenveto olemassa olevasta ja uudesta, vielä julkaisemattomasta tietämyksestä ko. aiheesta. Kokoomateoksen tarvetta, laatua ja potentiaalisia käyttäjäryhmiä pohdittiin seminaarissa keväällä 1999 Helsingissä. Seminaarissa oli mukana tutkijoita ja eri tahojen käytännön metsätalouden edustajia. Seminaarin alustusesitelmä on tutkimushankkeesta laaditun väliaikaraportin (Mattila 2000) liitteenä no 6.

Kuten tutkimushankkeen nimikin edellyttää, kokoomateoksessa on esitettävä runsaasti aiheeseen liittyviä tutkimustuloksia. Perusteita on tarkasteltava myös historiallisesta näkökulmasta, jotta nykykäytäntöön johtaneet tekijät tulisivat riittävästi perusteltua. Parhaassa tapauksessa tarkastelu saattaa paljastaa kehittämistarpeita ja haasteita, joita nykyaika ja tulevaisuus asettavat metsänkasvatukselle. Kirjallisuustutkimuksessa on löytynyt monta tuhatta aiheeseen jollain tavalla liittyvää suomalaista tutkimusartikkelia. Niiden lisäksi osa muualla Fennoskandiassa, lähinnä Ruotsissa, saaduista tutkimustuloksista on soveltamiskelpoista käytäntöön myös Suomessa.

Perinteisen kirjamuotoisen teoksen haittana on sen suuritöisyys ja nopea vanhentuminen joidenkin asioiden osalta. Osa kirjassa esitetyistä asioista on vanhentunut jo kirjan julkaisuhetkellä. Tämän tietäen metsäntutkijat ovat asettuneet sille kannalle, että ainakin aluksi tehdään vain digitaalista tuotetta, johon sisältyy aiheeseen liittyviä lyhyitä, tiivistelmänomaisia kirjoituksia ja metsikön kehitystä vertaileva laskentaohjelmisto. Kirjoituksia voidaan lisätä, korjata, päivittää ja täydentää jatkuvasti, mikä on olennainen etu nykyisen informaatiotulvan aikana. Digitaalista tuotetta voidaan perustella myös sillä, että Metsäntutkimuslaitoksessa tehtiin vasta muuan vuosi sitten (1997) kirja 'Kannattava puuntuotanto' (toim. Mielikäinen ja Riikilä), joka ainakin keskeisiltä osiltaan on vielä ajantasainen ja käyttökelpoinen käytännön metsätalouden tietotukena. Tätä kirjaa voidaan hyvällä syyllä pitää Vuokilan (1980, 1987) metsänkasvatuksen oppikirjan seuraajana.

Digitaaliseen tuotteeseen voidaan luontevasti sisällyttää aiheeseen liittyvä kirjallisuustietokanta. Näillä näkymin siihen tulee myös suppeampi yksinomaan sienitauteja koskeva tietokanta, jossa on myös lyhyet abstraktit kaikista ko. erikoistietokantaan sisältyvistä tutkimuksista.

Tässä artikkelissa käsitellään kirjallisuustietokantaa, johon on nyt viety pääosin metsänkasvatusaiheisia suomalaisia artikkeleita. Ensin perustellaan tietokannan tarvetta osana kokoomateoksen digitaalista versiota. Sitten pohditaan sen etuja ja haittoja perinteiseen kirjalliseen lähdeluetteloon verrattuna. Sen jälkeen kuvataan tietokannan rakenne, toiminta ja käytön periaatteet. Lopuksi tarkastellaan sen ylläpitoon ja kehittämiseen liittyviä näkökohtia. Artikkelin loppuun on liitetty käyttöesimerkki,

tämiseen liittyviä näkökohtia. Artikkelin loppuun on liitetty käyttöesimerkki, joka valaisee käyttöohjelman kulkua tarkemmin.

2. KIRJALLISUUDEN ESITTÄMISEEN LIITTYVÄT ONGELMAT

Yleensä kirjoissa esitetään vain keskeiset lähteet, joiden valinta on aina jossain määrin subjektiivista. Kirjoittajan suorittama lähteiden karsinta murentaa herkästi lukijoiden uskoa kirjan objektiivisuuteen. Nyt kyseessä olevaan kokoomateokseen tulee paljon viittauksia ja lähteitä, mitä hankkeen nimikin implisiittisesti edellyttää. Runsas viittaus vaikeuttaa kirjoitustyötä ja huonontaa tekstin luettavuutta. Laajojen lähdeluetteloiden laadinta vaatii aikaa, mikäli työ tehdään huolella. Ne vievät myös paljon tilaa kirjassa.

Lähteet tulisi esittää suhteellisen lähellä viittauspaikkaa, jotta asiasta kiinnostunut lukija löytää ne helposti. Laajassa teoksessa tämä ei toteudu, jos kaikki lähteet kootaan yhteen luetteloon. Usean pienemmän lähdeluettelon käyttäminen johtaa yleensä siihen, että osa lähteistä esitetään kahdesti tai useamminkin samassa kirjassa. Samoja lähteitä toistuu eri lähdeluetteloissa suhteessa sitä enemmän mitä useampaa lähdeluetteloa käytetään. Toiston viemää tilaa kirjassa voidaan pienentää lähteiden kokonaismäärää vähentämällä.

Tutkimuksen alkuvaiheessa metsänkasvatusaiheisia artikkeleita kerättiin atk-tiedostoon. Kirjan työrunгон (Mattila 2000, liite 2) valmistuttua artikkelit ryhmiteltiin työrunгон päälukujen mukaisesti. Työrungonssa on 14 päälukua ja yli sata alalukua. Yksin päälukujen mukainen ryhmittely aiheutti runsaasti toistoa - eräät artikkelit oli vietävä jopa viiteen ryhmään. Toiston vuoksi alalukujen mukaisesta ryhmitelystä oli luovuttava heti alkuunsa. Artikkeleiden lisääminen tiedostoon oli työlästä, koska sama artikkeli oli vietävä yleensä useampaan kuin yhteen paikkaan tiedostossa. Kun eri ryhmien yhteenlaskettu laajuus oli noin 4000 artikkelia, arvioitiin että ko. 14 'lähdeluetteloa' vaatisi kirjassa yli 100 sivua! Artikkeleiden keruu oli tuolloin vielä pahasti kesken. Kävi siis selväksi, että kirjallisuuden hallintaan ja esittämiseen oli keksittävä jokin muu ratkaisu.

3. TIETOKANTA RATKAISUNA

Lähdekirjallisuuden esittämiseen liittyvät ongelmat voidaan ratkaista suurelta osin viemällä lähdekirjallisuus tietokantaan. Silloin teoksen kirjaosassa tarvitsee antaa vain keskeiset lähteet, esim. 10-15 kpl jokaisessa pääluvussa, niiden joukossa ehkä ulkomaisiakin. - Teos toki perustuu suomalaisiin tutkimustuloksiin, mikä ilmenee alkuperäisestä hankesuunnitelmasta. - Valtaosa potentiaalisista lähteistä esitetään vain tietokannassa teoksen digitaalisessa osassa. Kirjaosassa voidaan antaa aiheisiin liittyviä hakusanoja, joilla kiinnostuneen lukijan on helppo löytää lisää lähteitä tietokannasta.

Rinnan kirjallisuustietokannan kanssa valmistellaan vain sienitauteja koskevaa erillistietokantaa, joka sisältää myös tutkimusjulkaisujen abstraktit. Ko. metsätuhotietokannan laajuus tulee olemaan noin 1000 julkaisua.

3.1 Edut

Kirjallisuustietokanta keventää kokoomateoksen kirjaosaa ja lisää sen luettavuutta. Kun vain keskeiset lähteet esitetään, viittaukset tekstissä vähenevät ja erillisiä pieniä lähdeluetteloita voidaan esittää useampia ilman laajamittaista toistoa. Itse tietokannassa toistoa ei ole. Koko teoksen tasolla tosin syntyy tavallaan toistoa siitä, että kirjaosassa mainitut lähteet ovat luonnollisesti myös tietokannassa. Edellä sanottu ei kuitenkaan koske mahdollisia ulkomaisia lähteitä. Usean pienen lähdeluettelon ansiosta lähteet ovat fyysisesti lähellä sitä tekstiä, missä niihin viitataan. Laajojen lähdeluetteloiden kokoamiselta, tarkistamiselta ja korjaamiselta vältytään. Ponnisteluista huolimatta niihin yleensä jää virheitä, joskus pahojakin, mikä helposti antaa huolimattoman vaikutelman ainakin viimeistelyn tasosta.

Osalle lukijoista viitteet ja lähteet ovat tarpeettomia. Asiasta enemmän kiinnostuneet lukijat voivat poimia tietokannasta lähteitä, jotka HEIDÄN MIELESTÄ liittyvät asiaan. Tämä mahdollisuus ainakin pienentää teokseen välttämättä sisältyvää subjektiivista komponenttia, koska lisälähteiden valinnan osalta vastuu siirtyy lukijalle.

Kirjallisuustietokannan päivitys- ja kehittämismahdollisuus lienee sen paras ominaisuus perinteisiin lähdeluetteluihin verrattuna. Tietokannan korjaaminen, täydentäminen ja päivitys on teknisesti helppoa, vaikka se vaatiikin asiantuntemusta (luku 7.1). Ajantasaisuuden aste riippuu viime kädessä tietenkin siitä, kuinka usein tietokannan ydin, ns. kantatiedosto korvataan uudemmalla versiolla.

Kirjallisuustietokannan esityspotentiaali mahdollistaa myös HISTORIALLISEN NÄKÖKULMAN mukana olon kokoomateoksessa edes kirjallisuuden kautta.

3.2 Haitat

Kaikilla kirjan potentiaalisilla lukijoilla tai muuten asiasta kiinnostuneilla ei ole mahdollisuutta käyttää kirjallisuustietokantaa ainakaan heti tarvittaessa. Tietokannan käytön opettelu vaatii aluksi jonkin verran aikaa ja harrastusta, vaikka käyttö onkin tehty mahdollisimman helpoksi (luku 5). Hyvien poimintatulosten saavuttaminen edellyttää hieman päättelykykyäkin ja vaatii myös eri tulosten yhdistelemistä ja karstimista. Tosin tämä ainakin tutkimus- ja opetuskäytössä saattaa olla pikemminkin etu kuin haitta.

Tekijän kannalta suurin haitta on ollut tietokannan vaatima LISÄTYÖ. Sitä aiheutti ensi kädessä jonkin verran suunnittelu ja ohjelmointi sekä hakusanaston laadinta. Käyttöohje sisältyy käyttöohjelmaan (luku 4.3), joten se syntyi kuin itsestään ohjelman laadinnan ohessa. Kuten aina tietokantaa koottaessa, tavarantoimittajan VIENTI TIETOKANTAAN on isoin tehtävä. Työmäärä kasvaa lähes lineaarisesti tietokannan koon kanssa. - Tässä nimenomaisessa tietokannassa jokainen artikkeli vaatii erillisen ohjaustietueen (luku 4.1), joiden laatiminen edellyttää erityistä tarkkuutta ja asiantuntemusta. - Tietokannan ytimen eli kantatiedoston huolellinen TESTAUS ja KORJAUS on aina välttämätön osatehtävä varsinkin tiedoston kokoamisvaiheessa. Nyt tarvittu työpanos oli kuitenkin suhteellisen pieni, vaikka myös koko testausohjelmisto (luku 4.3) tehtiin itse. Tietokanta aiheuttaa hieman lisätyötä myös tekstien laadinnassa, jos niissä annetaan ohjeellisia hakusanoja tietokannan käytön helpotta-

miseksi. Työn vähentyminen viittausten ja lähdeluetteloiden osalta enemmän kuin kompensoi viimeksi mainitun lisätyön.

Tietokannan aiheuttama lisätyö ja siitä koituvat edut on suhteutettava toisiinsa. Kirjallisuuden hallintaan ja esittämiseen liittyvien ongelmien (luku 2) ratkaiseminen muulla tavoin olisi vienyt enemmän aikaa tai olisi ehkä ollut mahdotonta tasoa lasquematta. Ratkaisua arvioitaessa on pidettävä mielessä myös tietokannan potentiaaliset edut nyt ja TULEVAISUUDESSA.

4. KIRJALLISUUSTIETOKANNAN RAKENNE

Olemassa olevat VALMIIT TIETOKANNAT ovat usein kapea-alaisia tai/ja niiden käyttökelpoisuus on muulla tavalla huonohko. Niiden hankintaan, käyttöön, ylläpitoon ja päivitykseen liittyy ongelmia ja rajoituksia. KÄYTTÖOHJELMAN ostaminen tai jo hankittuun ohjelmaan pitäytyminen ei vähennä tietokannan kokoamistyötä. Pikemminkin päinvastoin. Hankittua ohjelmaa ei voi kehittää itse ja kaikkia toimintahäiriöitä ei voi poistaa omatoimisesti. Mikä ehkä pahinta, ohjelman ylläpidosta ei ole omakohtaista varmuutta. Nämä painavat seikat johtivat sellaiseen ratkaisuun, että tässä tutkimushankkeessa koko kirjallisuustietokanta tehdään itse, ohjelmointi mukaan lukien.

4.1 Yleisrakenne

Kirjallisuustietokannan makrotason rakenneosat ovat toisistaan irralliset kantatiedosto, hakusanasto ja käyttöohjelma. Testiohjelmisto (luku 4.3) ei ole tietokannan osa vaan sen rakentamisessa ja ylläpidossa tarvittava työkalu, jonka avulla kantatiedosto työstetään käyttökelpoiseksi.

Kantatiedosto koostuu ohjaustietueista, tutkimusartikkeleiden otsikkotietueista ja kommenttitietueista. Jokaisen artikkelin otsikon eli nimen edellä on ohjaustietue, missä on artikkelin asiayhteyksiä valaisevia ym. tietoja. Tarvittaessa otsikon perään on lisätty yksi tai useampia kommenttitietueita, joiden päätarkoitus liittyy tietokannan ylläpitoon.

Käyttöohjelman toiminta perustuu ohjaustietueisiin sisältyvään informaatioon. Ohjaustietueessa on artikkelin julkaisuvuosi sekä ko. artikkelin otsikkotietueiden, mahdollisten kommenttitietueiden ja ohjaustietueeseen sisältyvien hakusanojen lukumäärät. Niiden jälkeen luetellaan hakusanat, enintään 16 kpl artikkelia kohti. Hakusanojen keskinäisellä järjestyksellä ei ole merkitystä. Kantatiedostoa koottaessa on pyritty esittämään KAIKKI RELEVANTIT hakusanat artikkelista sen ohjaustietueessa. Tähän saakka 16 sanaa on riittänyt hyvin kaikkien suorien asiayhteyksien ilmaisemiseen.

Kukin artikkeli esiintyy kantatiedostossa vain kerran. Artikkeleiden otsikot ovat järjestyksessä tekijän/tekijöiden suku- ja etunimien, julkaisuvuoden sekä tarvittaessa edelleen varsinaisen otsikkotekstin perusteella. Kaikki artikkelin tekijät mainitaan aina, mikä helpottaa kantatiedoston hallintaa varsinkin päivityksissä. Jos 'tekijäkenttä' on sama seuraavan artikkelin otsikossa, se toistetaan täydellisenä myös siellä. Tämä on tietokannan käyttökelpoisuuden ehdoton edellytys.

4.2 Hakusanasto

Hakusanat ovat kolmesta pienestä kirjaimesta koostuvia 'lyhenteitä', joiden asiayhteydet on helppo keksiä ja muistaa. Ne perustuvat pääosin suomen- ja pieneltä osin myös englanninkieliseen termistöön. Hakusanaston syntyminen alkoi muissa yhteyksissä jo ennen kokoomateoshankkeen alkua. Artikkeleita voidaan etsiä vain näillä määrämuotoisilla hakusanoilla, mitä perustellaan luvussa 6.1.

Hakusanastossa on nyt 357 sanaa. Tarvetta uusien sanojen käyttöönottoon ilmenee enää harvoin. Hakusanatiedostossa sanat ovat aakkosjärjestyksessä selityksillä varustettuna. Tällä hetkellä sanaston kehittäminen on lähinnä vain sanojen merkitystä koskevien määritelmien (so. selitysten) muotoilua. Jatkossa kyllä saattaa olla tarvetta ryhmitellä sanat MYÖS tarkoituksenmukaisiksi aihekokonaisuuksiksi, mikäli se osoittautuu edistävän oikeiden hakusanojen valitsemista sanastosta tietokantaa käytettäessä.

4.3 Atk-ohjelmat

Käyttöohjelma

Hakusanasto ja kantatiedosto toimivat käyttöohjelman input-tiedostoina. Ajon käynnistyttyä ohjelma lukee koko hakusanaston keskusmuistiin. Sen jälkeen ajo etenee käyttäjän päätteeltä antamien 'komentojen' mukaan. Ajon ohjaaminen päätteeltä on helppoa ja nopeata. Ohjelman ja käyttäjän välinen yhteys on luonteeltaan interaktiivinen, keskusteleva. Päätteelle tulostuu palautetta ja toimintaohjeita ajovaiheen mukaan. Artikkeleiden poiminta perustuu käyttäjän antamiin hakusanoihin, joita ohjelma vertaa ohjaustietueissa oleviin hakusanoihin. Poimintavaiheessa ohjelma tutkii koko kantatiedoston keskeytyksettä. 'Kelvollisten' artikkeleiden otsikot voidaan tulostaa päätteelle ja/tai levyille. Ilman levytulostusta poiminnan voi uusia kuinka monta kertaa tahansa (simulointimahdollisuus). Ajo päättyy vaiheesta riippumatta tietokannan käyttäjän niin tahtoessa. Tietokannan käyttöä kuvataan luvussa 5.

FORTTRAN-kielisen käyttöohjelman fyysinen koko on hieman yli 1000 riviä. Siihen sisältyy noin 150 ohjelman toimintaan vaikuttamatonta kommenttiriviä. Muista alle puolet liittyy ohjelman ja käyttäjän väliseen kommunikointiin. Siis ohjelman varsinaiset toiminnot on koodattu noin 500:lle riville. Vertailun vuoksi mainittakoon, että koko testiohjelmistossa on yhteensä 1300 riviä, joista ainoakaan ei liity kommunikointiin.

Testiohjelmisto

Silmävaraisen tarkastelun jälkeen kantatiedosto ja hakusanasto testataan automaattisesti niin pitkälle kuin mahdollista ennen niiden käyttöön ottoa. Tähän tarkoitukseen on tehty kymmenen erillistä, mutta keskenään hierarkista atk-ohjelmaa. Testeissä tarkistetaan mm. seuraavat asiat:

- hakusanaston rakenne
- kantatiedoston makrorakenne
- ohjaustietueiden rakenne

- ohjaustietueissa olevien hakusanojen lukumäärä ja niiden luvallisuus
- ohjaustietueen parametrien vastaavuus ko. artikkelin kanssa:
 - artikkelin ilmestymisvuosi
 - otsikkotietueiden lukumäärä
 - kommenttitietueiden lukumäärä

Kun testiohjelmien paljastamat virheet on korjattu, tietokannan käyttöohjelma toimii varmuudella siten kuin sen on suunniteltu toimivan. Testien edellyttämien korjausten jälkeen kantatiedostossa voi vielä olla ainakin seuraaventyypisiä virheitä:

- ohjaustietueessa olevassa hakusanassa on sellainen väärä kirjain, että on muodostunut uusi luvallinen, mutta epärelevantti hakusana
- ohjaustietueen hakusanat kuvaavat huonosti ko. artikkelin asiasisältöä
- kirjoitusvirheet artikkelin otsikko- ja kommenttitietueissa
- artikkelin otsikko poikkeaa alkuperäisestä eikä se johdu vain kirjoitusvirheistä (syynä ns. 'muuntumistaipumus')
- väärä julkaisuvuosi

Kantatiedosto ja tarvittaessa myös hakusanasto päivitetään aika ajoin. Kaikki testit suoritetaan aina päivityksen yhteydessä. Päivityksissä virheitä löytyy jokseenkin vähän, koska pääosa tietokannasta on testattu ja korjattu aiemmin ainakin yhteen kertaan.

Testiohjelmat tulostavat myös tietoja kantatiedoston koosta ja rakenteesta. Uusimman päivityksen jälkeen (3.11.2000) kirjallisuustietokannassa on 9278 artikkelia. Kantatiedostossa on nyt

- 36963 tietuetta, joihin sisältyy
- 9278 artikkelikohtaista ohjaustietuetta
- 25287 otsikkotietuetta ja
- 2398 kommenttitietuetta

Ohjaustietueissa on kaikkiaan 88722 hakusanaa, joten yhteen artikkeliin on liitetty keskimäärin 9 - 10 hakusanaa sen ohjaustietueeseen. — Kuudennen päivityksen (27.11.2001) jälkeen artikkeleita oli jo 10639 kpl ja niiden ohjaustietueissa oli hakusanoja yhteensä lähes 105000 kpl.

5. KIRJALLISUUSTIETOKANNAN KÄYTÖN PÄÄPIIRTEET

Artikkeleiden otsikoita voidaan poimia tietokannasta vain hakusanastossa määriteltujen hakusanojen avulla. Käyttäjä voi tulostaa koko hakusanaston tarkoitukseensa sopivien hakusanojen valitsemista varten. Tietokannan poimintaohjelma asettaa ylärajan kertapoiminnassa käytettävien sanojen lukumäärälle. Käyttöohjelman nykyversiossa yläraja on viisi hakusanaa. Artikkelin asiasisältö pystytään yleensä määrittelemään riittävän tarkasti viidellä OIKEALLA sanalla.

357:n erilaisen hakusanan joukosta voidaan muodostaa käytännössä lähes rajaton määrä erilaisia 1 - 5 hakusanan osajoukkoja, vaikka sanojen järjestyksellä ei olekaan merkitystä. - 300 sanan joukosta sellaisia osajoukkoja voidaan muodostaa lähes 20

mrd. kpl. Kun hakusanaston koko on 360, osajoukkojen lukumäärä on jo lähes 50 mrd. kpl! Siis ainakin tässä suhteessa menetelmän potentiaali on käytännössä rajaton. Määrät on laskenut VTM Jaakko Heinonen (Metsäntutkimuslaitos, Joensuu).

Käyttäjä syöttää valitsemiensa hakusanojen lukumäärän ja hakusanat päätteeltä. Ohjelma tarkistaa syöttötietojen luovallisuuden ja 'pyytää' tarvittaessa korjaamaan virheet. Jos käyttäjä antaa poimintaa varten useamman kuin yhden hakusanan, poimintaohjelma laskee ensin niiden artikkeleiden lukumäärän, joiden ohjaustietueissa on vähemmän hakusanoja. Käyttäjän niin halutessa ohjelma tulostaa näiden artikkeleiden otsikot päätteelle ja/tai levytiedostoon tarkistusta varten. Voihan nimittäin olla, että näissäkin artikkeleissa on relevanttia asiaa. Tällä toiminnolla on käytännössä merkitystä lähinnä vain silloin, kun käyttäjä antaa enemmän kuin kolme hakusanaa. Ajon jatkuessa poimintaohjelma ohittaa artikkelit, joiden ohjaustietueissa on vähemmän hakusanoja.

Seuraavaksi poimintaohjelma tutkii tietokannan ohjaustietueet vertaamalla niissä olevia hakusanoja käyttäjän antamiin hakusanoihin sana kerrallaan. Artikkelit täyttää poimintaehdot, jos kaikki annetut hakusanat löytyvät sen ohjaustietueesta. Sanojen järjestyksellä ei ole merkitystä. Ohjelma ilmoittaa 'kelvollisten' artikkeleiden lukumäärän, minkä jälkeen käyttäjällä on vielä mahdollisuus rajoittaa poiminta koskemaan vain tietyllä ajanjaksolla ilmestyneitä artikkeleita antamalla jakson alku- ja loppuvuoden. Käyttäjä voi vapaasti kokeilla eri rajauksia artikkelien ajallisen jakauman hahmottamiseksi.

Poimittujen artikkeleiden otsikot voidaan tulostaa päätteelle tarkastelua varten. Jos poimintatulokset vaikuttavat kovin epärelevantteilta, käyttäjä voi palauttaa ajon takaisin hakusanojen antovaiheeseen. Kun käyttäjä haluaa päättää ajon, viimeksi poimittujen artikkeleiden otsikot voidaan tulostaa levytiedostoon. Kantatiedoston ohjaus- ja kommentitietueet eivät tulostu päätteelle eivätkä myöskään levyille.

Poimintakelpoisia artikkeleita löytyy sitä vähemmän mitä useampia hakusanoja annetaan. Siis hylkäämisvirheiden välttämiseksi käyttäjän kannattaa aloittaa haku mahdollisimman vähillä, aivan keskeisimmillä hakusanoilla. Liit, asiaan kuulumattomat artikkelit on helppo karsia pois poimintojen tulostiedostoista jälkikäteen. Hakua voi tarkentaa myös ajon edetessä, koska käyttäjä voi vapaasti muuttaa ja lisätä hakusanoja ajoa katkaisematta. 'Välituloksia' ei voi tulostaa levytiedostoihin, koska levytulostus päättää ajon automaattisesti.

Hylkäämisvirheiden vähentämiseksi tietokannan ohjaustietueissa on mainittu mahdollisimman paljon hakusanoja, kaikki kuitenkin jollakin tavalla relevantteja artikkeleiden asiasisällön kannalta. Tästä seuraa, että poimintaohjelma yleensä löytää enemmän artikkeleita kuin käyttäjän kannalta on tarpeellista. Lopullinen karsinta jää käyttäjän tehtäväksi. Poimintatulosten tarkastelu antaa viitteitä tuloksen parantamismahdollisuuksista hakusanaalintaa muuttamalla. Tarkastelu voi myös paljastaa käyttäjälle uusia näkökulmia asiaan. Parhaassa tapauksessa käyttäjä voi löytää lisää relevanttia informaatiota häntä kiinnostavasta asiasta.

Kirjallisuustietokannan käyttö on heuristinen ja interaktiivinen simulointiprosessi, joka mm. edistää oppimista. Poimintatuloksia KARSIMALLA ja YHDISTELEMALLA syntyy otsikkotiedosto, josta pienellä lisätyöllä on mahdollista luoda lähde-

luettelo. Karsinta yleensä edellyttää tarkempaa tutustumista ainakin osaan artikkeleista. Yksi poimintatulokset sellaisenaan harvoin kelpaa muotoilun jälkeenkään lähde-luetteloksi. Siihen on mm. lisättävä käyttäjän tiedossa olevat lähteet, joita tietokan-nasta ei jostain syystä löytynyt. Poimintatuloksia voi myös hyödyntää kapea-alaisempien, mutta syvällisempien kirjallisuustietokantojen kokoamisessa.

Kirjallisuustietokannan käytön yksityiskohtia valaisee tämän artikkelin liitteenä ole-va poimintaesimerkki. Liite on muokattu ruudulla näkyvästä käyttäjän ja poiminta-ohjelman välisestä 'keskustelusta'. Poimintaesimerkin ajo kesti SUN-työasemalla pa-ri minuuttia.

6. TIETOSUOJASTA SEKÄ KÄYTTÖ- JA TEKIJÄNOIKEUKSISTA

6.1 Tietosuoja

Haku millä tahansa merkkijonolla artikkelin otsikossa ei ole mahdollista vaan poi-minta perustuu yksinomaan ohjaustietueissa oleviin hakusanoihin. Tällä ensiksikin torjutaan hylkäämisvirheitä, koska asiallisesti samansisältöisen merkkijonon esitys-muoto voi vaihdella (isot vs. pienet kirjaimet, merkkijonon erilainen jako kahdelle riville jne.). Toinen, tärkeämpi syy liittyy artikkeleiden kirjoittajina olevien henki-löiden tietosuojaan. Ei liene laillistakaan saati sitten korrektia, että kuka tahansa voi-si tulostaa 'henkilöprofileja' vain käyttämällä kirjoittajan sukunimeä tai osaa siitä AINOANA hakusanana. Sellaista tietoa voidaan käyttää myös väärin, eli aivan mui-hin kuin tutkimustarkoituksiin.

6.2 Kantatiedoston ja poimintatulostiedostojen käyttöoikeudet

Kantatiedostoa voi käyttää vain poimintaohjelman kautta. Poimintaohjelma ei tulosta ohjaus- eikä kommenttitietueita, joihin sisältyy vain tietokannan hallintaan ja ylläpi-toon liittyvää tietoa. Näiltä osin käyttöoikeuksiin ei liity avoimia kysymyksiä. Kanta-tiedoston suojaaminen on vaikeata ellei mahdotonta, jos tietokanta toimitetaan le-vykkeellä käyttäjälle. Väärää käyttöä voidaan kuitenkin ainakin vaikeuttaa muutta-malla kantatiedosto binäärimuotoon, mikä vaatii pieniä muutoksia myös käyttöoh-jelmaan.

Käyttäjän oikeuksia poiminnan tulostiedostoihin voidaan rajoittaa, kun tietokantaa käytetään atk-verkossa. Pelkkä katseluoikeus päätteeltä on rinnastettavissa oikeuteen tutkia kirjallisia lähdeluetteloita. Rajoituksella ei kuitenkaan ole merkitystä sellaises-sa käyttöympäristössä, missä näytön tekstien kopiointi ja/tai tallentaminen on mah-dollista. Silloin käyttäjä voi periaatteessa vähin erin noukkia vaikka kaikkien artikkeleiden OTSIKOT tietokannasta omaan tiedostoon. Käyttöohjelma ei tulosta ohjaus- eikä kommenttitietueita, joten syntyvä tiedosto jää kuitenkin luettelosteelle. Lienee myös vaikeata ellei mahdotonta saada selville 'imuroinnin' onnistumisastetta.

7. KIRJALLISUUSTIETOKANNAN YLLÄPITO JA KEHITTÄMINEN

7.1 Kantatiedoston korjaus ja päivitys

Kantatiedostoa korjataan ja täydennetään jatkuvasti, mikä on teknisesti vaivatonta kantatiedoston selkeän rakenteen ansiosta. Täydentämiseen liittyvä ohjaustietueiden laatiminen edellyttää kyllä erityisosaamista. Täydennystä tulee monelta taholta, jotka voidaan priorisoida seuraaviin pääryhmiin:

- tietokantaan vietyjen metsäsarjojen uudet artikkelit ja vielä viemättä olevat 'vanhat' artikkelit ko. sarjoista
- sarjoihin kuulumattomat erilliset metsäalan kirjat, oppaat yms.
- metsäaiheisia artikkeleita muista metsäsarjoista
- metsänkasvatusaiheisia artikkeleita muista kuin metsäsarjoista
- tietokantaan lisättävien metsäsarjojen viemättä olevat artikkelit

Tietokantaan on viety (lähes) kaikki Metsäntutkimuslaitoksen ja Suomen Metsätieteellisen Seuran sarjoissa julkaistut artikkelit (myös muu kuin metsänkasvatuskirjallisuus). Näiltä osin kattavuus on kertaluokkaa 99 %. Tietokantaan on viety paljon metsänkasvatukseen liittyviä artikkeleita lukuisista muista sarjoista. Lisättävistä metsäsarjoista etusijalla ovat metsätieteellisten tiedekuntien sarjat mukaan lukien julkaisemattomat opinnäytetyöt soveltuvien osin. Uusien sarjojen osalta on harkittava rajoittumista vain metsänkasvatusaiheisten artikkeleiden mukaan ottoon. Tehtävää helpottaa se, että osa näiden sarjojen artikkeleista on jo nyt tietokannassa.

Tällä hetkellä kaksi ensimmäistä pääryhmää on ja pysyy ajantasaisena kantatiedoston työversiossa, joka täydentyy tarvittaessa vaikka joka päivä. Tältä osin kyse on rutiinista, joka ei vie paljon aikaa. Muiden kolmen pääryhmän artikkeleita viedään työversioon sitä mukaa kuin niitä sattuu eteen. Tietokannassa käytössä oleva kantatiedosto korvataan työversiolla aika ajoin. Ennen uuden kantatiedoston ottamista käyttöön se testataan läpikotaisin (luku 4.3).

7.2 Käyttöohjelman ja hakusanaston kehittäminen

Käyttöohjelman suunnitteluvaiheessa tavoitteiksi asetettiin ohjelman helppokäyttöisyys sekä sen toimintojen selkeys, nopeus ja virheettömyys. Käytön ja toimintojen monimutkaisuus ja/tai hitaus nostaa herkästi minkä tahansa systeemin käyttöönotto-kynnystä. Ohjelman toiminnan oikeellisuus ei sinänsä takaa käyttökelpoisia tuloksia, sillä niiden syntyminen riippuu ensi sijassa käyttäjän hakusanavalinnoista (luku 5).

Käyttöohjelma on täysin omatekoinen ja suhteellisen lyhyt, joten sen parantelu ei ole teknisesti vaikeata. Ilmeisiä kehittämistarpeita ei tässä vaiheessa kuitenkaan ole. Niitä voi ilmaantua myöhemmin tietokannan käyttökokemuksien karttuessa. Mainittakoon yksi potentiaalinen kehittämiskohde. Nykyversiossa ajo päättyy automaattisesti poimintatuloksen levytulostukseen. Näin ei tarvitse olla, jos tiedostojen ja levytilan hallintaan liittyvät ongelmat voidaan ratkaista sujuvasti ja siitä on selvää etua tietokannan käyttäjille.

Hakusanaston kattavuus on riittävä NYKYISEN KANTATIEDOSTON asiasisällön kuvaamiseen. Uusia hakusanoja voidaan ottaa käyttöön silloin, kun kantatiedostoon LISÄTTÄVIEN artikkeleiden asiasisällön kuvaaminen välttämättä sitä vaatii. Näitä uusia hakusanoja ei tarvitse lisätä kantatiedostoon aiemmin vietyjen artikkeleiden ohjaustietueisiin. Jos sellaista tarvetta olisi, tehtävä olisi käytännössä lähes mahdoton suuritöisyyden vuoksi.

OLEMASSA OLEVIA hakusanoja voidaan muuttaa tarvittaessa helposti asian ja siihen viittaavan hakusanan 'yhdenmukaisuuden' lisäämiseksi. Muutoksilla helpotetaan hakusanaston käyttöä ja vähennetään sekaannuksia hakusanojen valinnassa. Hakusanan vaihtaminen on helppoa, sillä koko kantatiedoston 'korjaaminen' tarvittavin osin tapahtuu yhdellä tekstieditorin komennolla. Tämä olikin eräs tavoite kantatiedoston rakennetta suunniteltaessa.

8. YHTEENVETO

Käsillä olevassa artikkelissa käsitellään ensin metsänkasvatukseen liittyvän kirjallisuustietokannan tekemiseen johtaneita tekijöitä (luvut 1-3). Artikkelin asiallinen painopiste on luvuissa 4 ja 5, joissa kuvaillaan tietokannan rakennetta, toimintaa ja käyttöä. Luvussa 6 tuodaan esiin tietosuojaan ja tekijänoikeuksiin liittyviä, osin avoimia kysymyksiä. Lopuksi tarkastellaan tietokannan ylläpitoa ja sen kehittämistarvetta (luku 7). Artikkelin lopussa on liitteenä tietokannan käyttöesimerkki.

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimushankkeessa 'Metsikön käsittelyn perusteita koskeva kokoomateos tutkimustuloksista' on esiteltävä tai ainakin tuotava esiin runsaasti aiheeseen liittyviä kotimaisia vanhoja ja uusia tutkimuksia. Kirjallista esitystapaa käytettäessä tekstiin tulee paljon viittauksia ja laaja lähdemateriaali vie paljon tilaa kirjassa. Viittausten ja vastaavien lähteiden tulisi olla jokseenkin lähellä toisiaan tekstissä, jotta artikkeleiden otsikoihin sisältyvä informaatio olisi asiasta kiinnostuneen lukijan käytettävissä vaivattomasti. Laajoissa kirjallisissa esityksissä tämä edellyttää usean pienemmän lähdeluettelon käyttöä. Tämä yleensä aina aiheuttaa toistoa, eli samoja lähteitä esiintyy useammassa kuin yhdessä lähdeluettelossa. Toistoa syntyy suhteellisesti sitä enemmän mitä useampaa lähdeluetteloa käytetään.

Metsänkasvatukseen tavalla tai toisella liittyviä artikkeleita on monta tuhatta. Niistä muodostuva lähdeluettelo on suhteettoman laaja kirjallisen esityksen osana. Sen johdosta artikkeleiden otsikoita alettiin viedä tarkoitusta varten suunniteltuun kirjallisuustietokantaan. Tähän ratkaisuun johti osaltaan myös se, että ainakin aluksi kokoomateoksesta tehdään vain digitaalinen versio. Tähän tuotteeseen tulee metsänkasvatukseen liittyviä lyhyitä, tiivistelmänomaisia kirjoituksia ja metsikön kehitystä vertaileva laskentaohjelmisto. Digitaaliseen tuotteeseen voidaan luontevasti sisällyttää myös aiheeseen liittyvä kirjallisuustietokanta.

Kirjallisuustietokannan ansiosta kokoomateoksen teksteissä tarvitsee antaa vain aivan keskeisimmät lähteet, niiden mukana ehkä ulkomaisiakin. Samalla on mahdollista antaa myös hakusanoja, jotka auttavat lukijaa etsimään lisää lähteitä tietokannasta. Vaikka kirjoittaja joutuukin suorittamaan karsintaa ns. keskeisiä lähteitä valitessaan, lukijalle tarjoutuva mahdollisuus tehdä kirjallisuushakuja laajasta tietokannasta pienentää teoksen oletettua tai todellista subjektiivista komponenttia. Keskeisiin lähte-

siin rajoittuminen mahdollistaa useamman lähdeluettelon liittäminen teksteihin, koska toiston fyysinen laajuus (tilan tarve) ei silloin muodosta varsinaista ongelmaa. Tietokannan esityspotentiaalin ansiosta asioista voidaan tuoda esiin myös historiallisia näkökohtia edes kirjallisuuden muodossa. Tietokantaa voidaan päivittää ja kehittää jatkuvasti, mikä pitkän päälle lienee sen suurin etu perinteisiin lähdeluetteloihin verrattuna.

Osalle potentiaalisista lukijoista kirjallisuudella ei ole merkitystä ja heille sen vähäisyys tai peräti puuttuminen vain lisää tekstien luettavuutta. Mutta etenkin tutkimus- ja opetuskäytössä kirjallisuuttakin tarvitaan. Tietokantaratkaisuun liittyy se haitta, että kaikilla kiinnostuneillakaan ei aina ole mahdollisuutta ja/tai aikaa käyttää tietokantaa. Käyttö vaatii hieman opettelua ja myöskin päättelykykyä, mikä joillekin on haitta, mutta joissakin käyttötilanteissa myös etu. Tietokannan tekijälle suurin haitta on ollut sen suunnittelun ja kokoamisen aiheuttama lisätyö. Se on kuitenkin suhteutettava tietokannan nykyisiin ja varsinkin tulevaisuudessa realisoituihin etuihin.

Kirjallisuustietokannan rakenteen pääkomponentit ovat kantatiedosto, hakusanasto ja käyttöohjelma. Kantatiedoston testiohjelmistoa, jota tarvittiin kokoamisvaiheessa ja tarvitaan jokaisessa päivityksessä, ei voida pitää tietokannan varsinaisena rakenneosana.

Kantatiedostoon sisältyy tutkimusartikkeleiden otsikot, joihin jokaiseen liittyy ohjaustietue ja tarvittaessa kommenttitietueita. Kirjallisuustietokannan käyttöohjelman toiminta perustuu ohjaustietueiden sisältämään informaatioon. Kommenttitietueet tukevat kantatiedoston ylläpitoa. Ne samoin kuin ohjaustietueet eivät tulostu kirjallisuushakuja tehtäessä.

Ohjaustietueessa annetaan ko. artikkelin julkaisuvuosi, sen otsikko- ja mahdollisten kommenttitietueiden lukumäärät kantatiedostossa ja artikkelin asiasisältöä kuvaavien hakusanojen lukumäärä ohjaustietueessa. Hakusanojen lukumäärä on enintään 16. Määrämuotoiset hakusanat ovat yhtenä vektorina ohjaustietueen lopussa.

Hakusanastossa ovat kaikki mahdolliset hakusanat selityksineen. Tietokannan käyttäjä voi tulostaa sanaston ennen käyttöä tai/ja tutkia sitä päätteeltä käytön aikana. Sanat on muotoiltu siten, että ne on helppo yhdistää niihin aiheisiin, johon ne viittaavat. Tämä 'yhdenmukaisuus' myös helpottaa niiden oppimista ja muistamista. Kantatiedoston ohjaustietueissa on vain sanastossa määriteltyjä sanoja, mikä on varmistettu kantatiedoston testausvaiheessa. Hakusanastossa on nyt kaikkiaan 357 sanaa. Niillä voidaan kuvata tähän mennessä kertynyt suomalainen metsänkasvatustietämys aukottomasti.

Käyttäjä valitsee hakusanastosta tarkoitukseensa sopivat hakusanat kirjallisuushakua varten ja antaa ne päätteeltä käyttöohjelmalle ajon alkaessa. Ohjelma hyväksyy enintään viisi sanaa kerrallaan. Viidellä sanalla voidaan yleensä kuvata mikä tahansa aihepiiri riittävän tarkasti. Lukumäärärajoituksella pyritään vähentämään hylkäämisvirheitä. 1-5 sanaa sisältäviä erilaisia sanajoukkoja voidaan valita 357 sanan joukosta noin 49 miljardia, vaikka sanojen järjestyksellä ei tässä tapauksessa ole merkitystä. Siis tässä mielessä tietokannan potentiaali on käytännössä rajaton.

Tietokannan käyttöohjelma lukee koko hakusanaston keskusmuistiin heti ajon alkaessa. Ohjelman ja käyttäjän välinen yhteys on luonteeltaan keskusteleva ja interaktiivinen. Ohjelma pyytää käyttäjää antamaan hakusanan tai sanoista koostuvan vektorin ja tutkii sen luovallisuuden. Tarvittaessa ohjelma yksilöi virheet ja pyytää käyttäjää korjaamaan ne. Kun ohjelma on saanut luovallisen 'paimintaohjeen', se alkaa tutkia kantatiedostoa. Vain ne artikkelit, joiden ohjaustietueesta löytyy KAIKKI annetut hakusanat, kelpaavat paimintaan. Siis mitä useampi hakusana sitä vähemmän löytyy kriteerin täyttäviä artikkeleita. Käyttöohjelma tulostaa päätteelle artikkeleiden lukumääriä ja ohjeita sekä toimintovaihtoehtoja, joista valitsemalla käyttäjä voi ohjata ajon etenemistä.

Ohjelma laskee ensin kaikkien paimintakelpoisten artikkeleiden lukumäärän ja ilmoittaa sen käyttäjälle. Käyttäjä voi tulostaa artikkeleiden otsikot päätteelle tutkiaakseen hakusanavalintansa onnistumista. Tulostus levyille päättää ajon, minkä vuoksi se kannattaa tehdä vasta kokeilujen jälkeen tai kun käyttäjä on muuten varma asiastaan. Usein ensimmäisellä hakukerralla löytyy liikaa artikkeleita, mikä johtuu yleensä aihepiirin väljistä rajauksesta eli hakusanoja on annettu liian vähän. Käyttäjän niin tahtoessa ohjelma palaa vaiheeseen, missä käyttäjä voi antaa uuden paimintaohjeen.

Käyttäjällä on myös mahdollisuus rajata paiminta koskemaan vain tietyllä ajanjaksoilla julkaistuja artikkeleita. Ajanjaksoa voi vaihdella vapaasti sen tutkimiseksi, miten aihepiirin tutkimusaktiiviteetti on kehittynyt ajan myötä. Rajausmahdollisuus on tarpeen myös sen vuoksi, että monet käyttäjät ovat kiinnostuneita vain ns. uudemasta tutkimuksesta.

Tietokanta on suunniteltu sellaiseksi, että siitä löytyy useammin liikaa kuin liian vähän artikkeleita. Lopullisen karsinnan suorittaa käyttäjä itse jälkikäteen. Paras tulos syntyy yhdistelemällä ja karsimalla eri paimintojen levytulostuksia ja lisäämällä vielä mukaan käyttäjän omasta mielestä relevantit artikkelit, joita paimintaohjelma ei ollut löytänyt tietokannasta. Kun artikkeliluettelo vielä työestetään muotovaatimusten mukaiseksi, on saatu aikaan lähdeluettelo jokseenkin helposti. Todettakoon nyt kuitenkin, että kirjallisuustietokannan ensisijainen tarkoitus ei suinkaan ole toimia apuvälineenä lähdeluetteloiden laadinnassa.

Kantatiedostoon sisältyvien artikkeleiden kirjoittajien tietosuoja varjellaan siten, että paiminta on mahdollista vain määrämuotoisilla, ohjaustietueisiin sijoitetuilla hakusanoilla. Siis paiminta etsimällä mitä tahansa merkkijonoa artikkeleiden otsikoista, kuten esimerkiksi sukunimeä tai osaa siitä, ei onnistu. Tällä estetään ns. henkilöprofiilien luominen, joita voidaan käyttää myös asiattomiin tarkoituksiin. Artikkelissa kuvattu hakusanateknikka ilmeisesti myös lisää paimintatulosten objektiivisuutta.

TIETOKANNAN tekijänoikeudet kuuluvat yksinomaan suunnittelijalle ja kokoajalle, ellei muuta sovita. Käyttäjän käyttöoikeuksien laajuus on erilainen eri tiedostoihin. PAIMINTATULOSTEN käyttöoikeuksia ei voi käytännössä rajoittaa eikä rajoittaminen tulosten käyttötarkoituksen huomioon ottaen ole edes järkevää. - Ohjelma tulostaa paimintakelpoisista artikkeleista vain otsikot levytiedostoon, johon käyttäjälle siis muodostuu tekijänoikeudet. Artikkeleiden ohjaus- ja kommenttitietueet eivät tulostu. - Selityksin varustettu HAKUSANASTO on tehty nimenomaan käyttäjää varten. Tietokannan KANTATIEDOSTOA ei voi lukea eikä tulostaa sellaisenaan

vaan sen käyttö on mahdollista vain käyttöohjelman kautta. KÄYTTÖOHJELMA ja sen vaatima pelkistetty hakusanasto ovat binäärimuodossa ja käyttäjällä on niihin vain ajo-oikeus.

Tietokannan kantatiedostoa korjataan ja päivitetään tarpeen mukaan. Kantatiedostoon lisätään artikkeleita tietyssä tärkeysjärjestyksessä (luku 7.1). Päivitysten yhteydessä koko kantatiedosto testataan perusteellisesti. Käyttöohjelman kehittämistarpeet tulevat esiin ajan myötä käyttökokemusten karttuessa. Hakusanastoa on kehitettävä hitaasti ja varoen (luku 7.2). Jokaista hakusanan lisäystä ja varsinkin muutosta on harkittava tarkasti. Tässä vaiheessa hakusanaston kehittäminen on vain hakusanojen selityksien hiontaa.

KIRJALLISUUS

- Mattila, E. 1997. Metsänkasvatusvaihtoehdot. Esitutkimusraportti. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema. Moniste. 18 s. + liite, 2 + 38 s.
- 2000. Väliaikaraportti tutkimushankkeen 3191 METSIKÖN KÄSITTELYN PERUSTEITA KOSKEVA KOKOOMATEOS TUTKIMUSTULOKSISTA toteutumisesta 1.3.1997 - 31.12.1999 ja jatkonäkymiä -28.2.2002. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema. Moniste. 19 s. + 26 liitesivua (6 liitettä).
- Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.) 1997. Kannattava puuntuotanto. Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 140 s.
- Parviainen, J. 1995. ALOITE. METSÄNKASVATUSVAIHTOEHDOT-tutkimusohjelman perustaminen. 28.8.1995, Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasma. Moniste. 4 s.
- Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Oy. Porvoo. 256 s.
- 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 2. painos. Werner Söderström Porvoo. 258 s.

KIRJALLISUUSTIETOKANNAN KÄYTTÖESIMERKKI
Ajettu 3.9.2002 päivitetystä tietokannasta

Käyttäjä on kiinnostunut kunnostusojituksesta (hakusana on kun/). Ensin hän etsii kaikki aiheeseen liittyvät artikkelit (97 kpl) ja rajaa siten poiminnan koskemaan vain ajanjaksoa 1996-2002 (41 artikkelia). Hän ei kuitenkaan tulosta otsikoita vaan haluaa tutkia kunnostusojituksen ympäristövaikutuksia (hakusanavektori on kun/ymp/). Ilman aikarajoitusta tietokannasta löytyy 23 artikkelia. Aikarajoituksella 1996-2002 ko. artikkeleita on 15 kpl. Ne hän tulostaa päätteelle ja lopettaa ajon, joka kesti alle viisi minuuttia. - Alla on kopio käyttäjän ja tietokannan välisestä 'keskustelusta' sellaisena kuin se näkyy Sun-työaseman näyttöruudulla. Komento ./proto3 käynnistää ajon:

```
puolukka> ./proto3
0
0
*** SUOMALAINEN METSANKASVATUSTA KOSKEVA KIRJALLISUUS ***
0
0
Tervetuloa kirjallisuustietokantaan!
0
Tama ohjelma poimii artikkeleita tietokannasta antamienne hakusanojen perusteella. Ohjelman kayttoohjeet tulevat naytolle sita mukaa, kun ajo edistyy. Noudattakaa niita, olkaa hyva.
0
Voitte lopettaa ohjelman koska tahansa vain painamalla samanaikaisesti Ctrl- ja C-painikkeita. Sen jalkeen tuhotkaa tai nimetkaa uudestaan levyille syntyneet tiedostot sanles.dat ja poimin.tulos. Seuraava ajo ei nimittain kaynnisty, jos toinenkaan em. tiedostoista loytyy levyilta.
0
0
Kaikki luvalliset hakusanat, 357 kpl, on nyt ladattu keskusmuistiin.
0
HAKUSANAT SELITYKSINEEN OVAT TIEDOSTOSSA haku.sanasto. VOITTE PRINTATA TIEDOSTON TAI/JA KATSELLA SITA TOISESSA TYOIKKUNASSA.
0
0
Interaktiivinen vaihe alkaa. Aina kun olette kirjoittaneet vastauksen paatteelle, painakaa Return-painiketta, niin ajo jatkuu eteenpain.
0
Hakusanat ja osa miiden selityksista voidaan tulostaa paatteelle. Tulostetaanko hakusanat paatteelle? Antakaa tassa tyoikkunassa yes tai not.
not
0
Haluatteko jatkaa ohjelman suoritusta? yes tai not
yes
0
0
VOITTE ANTAA KERRALLA ENINTAAN VIISI HAKUSANAA POIMINTAOHJEEKSI. POIMINTAAN KELPAAVIEN ARTIKKELEIDEN JOUKKO TULEE SITA PIENEMMAKSI MITA USEAMPIA HAKUSANOJA ANNATTE, MIKA JOHTUU VALINTAKRITEERIEIN
```


TARKENTUMISESTA, SO. TIUKENTUMISESTA. JOSKUS YKSIKIN SANA KYLLA
MAARITTELEE AIHEEN YKSISELITTEISESTI.

0
HAKUSANAT ANNETAAN YHTENA VEKTORINA, JONKA RAKENNEOHJE TULEE KOHTA.
OHJELMA HYVAKSYY VAIN TIEDOSTOSSA haku.sanasto ESITETTYJA HAKU-
SANOJA! HAKUSANOJEN JARJESTYKSELLA VEKTORISSA EI OLE MERKITYSTA.

0
Poimintaa voidaan rajoittaa myos ajallisesti antamalla aikajakso,
jonka ulkopuolella ilmestyneet artikkelit ohitetaan poiminnassa.
Kun olette antaneet hakusanavektorin, poimintaohjelma toimii ensin
ilman aikajaksorajoitusta ja vasta sen jalkeen rajoituksella, jos
valitsette rajoitusoption. Asiaan palataan myohemmin.

0
Montako sanaa? Antakaa yksinumeroinen luku yhden ja viiden valilta.

1
Hakusanojen maaraksi annoitte 1.

0
Haluatteko vielä muuttaa sanojen maaraa? yes tai not

not

0
0
JA SITTEN HAKUSANA/-SANAT

0
Luekaa ao. ohjeet ennen kuin alatte antaa hakusanaa/-sanoja:

0
1. Hakusana koostuu kolmesta pienesta kirjaimesta,
2. kunkin hakusanan lopussa on oltava /-merkki ja
3. hakusanavektorin lopussa on oltava <-merkki.
- vaikka annatte vain yhden hakusanan, <-merkki
on pakollinen

0
Alla olevassa mallissa x = mikä tahansa pieni kirjain.

0
ANTAKAA AIHESANA TARKASTI MUODOSSA:

0
xxx/<
kun/<

0
Hakusana on MUODOLLISESTI oikein. Annoitte sanan:
kun
Jos haluatte lisata sanoja, kirjoittakaa new.
Ellette, painakaa Return.

Jos haluatte vaihtaa sanaa/sanoja, kirjoittakaa new.
Ellette, painakaa Return.

Seuraavaksi ohjelma testaa hakusanan luvallisuuden.
Odottakaa...

0
1. kun luvallinen

0
Hakusana on luvallinen eli se on myos ASIALLISESTI kunnossa.

0
0
Haluatteko jatkaa ohjelman suoritusta? yes tai not

yes

0
OHJELMA LASKEE ARTIKKELIT, JOTKA TAYTTAVAT POIMINTAEHDON eli niista
loytyy hakusanalla kuvaamanne linkki.
Odottakaa...

0

11302 artikkelia tietokannassa.
 11205 artikkelia ei tauttanyt poimintaehto/-ehtoja.
 0
 0
 SUMMA SUMMARUM: TASTA JATKETAAN ETEENPAIN 97 ARTIKKELILLA.
 0
 Haluatteko, etta poiminta tehdään vain tietyltä ajanjaksolta?
 yes tai not
 yes
 0
 Jakso rajataan antamalla sen alkamis- ja loppumisvuosi.
 Loppumisvuosi saa olla 2002 tai alle. VAROITUS! muu kuin
 numero jommassa kummassa vuosiluvussa kaataa ajon heti.
 0
 Antakaa jakso tarkasti alla olevan mallin mukaisesti:
 xxxx-xxxx
 1996-2002
 0
 Antamanne jakso 1996-2002 hyväksytään.
 0
 OHJELMA LASKEE ARTIKKELIT, JOTKA TÄYTTÄVÄT POIMINTAEHDON eli niistä
 löytyy hakusanalla kuvaamanne linkki.
 Odottakaa...
 0
 11302 artikkelia tietokannassa.
 8440 artikkelin julkaisuvuosi on tarkastelujakson ulkopuolella.
 2821 artikkelia ei tauttanyt poimintaehto/-ehtoja.
 0
 0
 SUMMA SUMMARUM: TASTA JATKETAAN ETEENPAIN 41 ARTIKKELILLA.
 0
 Haluatteko muuttaa aikajaksoa? yes tai not
 not
 Nyt voitte joko jatkaa tai lopettaa. Jatkamalla voitte mm. tutkia
 poimintatulosta päätteeltä ilman lopetuspakkoa. Jos lopetatte,
 poimintatulos voidaan tulostaa päätteelle ja/tai levyille, jos niin
 haluatte. Haluatteko lopettaa?
 yes tai not.
 not
 0
 Valitkaa yhdellä numerolla jokin seuraavista toiminnoista:
 0
 1 = Poimintatuloksen tarkastelu päätteeltä.
 2 = Poimintatuloksen tulostus levyille tiedostoon.
 - jos valitsette tämän option, ohjelma päättyy
 levytulostuksen jälkeen
 3 = Muutetaan ajanjaksoa. Entinen oli 1996-2002.
 4 = Muutetaan hakusanoja.
 - jos valitsette tämän option, teidän on päätettävä myös
 ajanjaksosta uudestaan ohjelman sita kysyessä
 5 = Lopetetaan.
 - jos valitsette tämän option, poimintatulos voidaan vielä
 tulostaa päätteelle ja/tai levyille, jos niin haluatte
 4
 0
 Valitsitte toiminnon 4.
 0
 0
 VOITTE ANTAA KERRALLA ENINTÄÄN VIISI HAKUSANAA POIMINTAOHJEEKSI.
 POIMINTAAN KELPAAVIEN ARTIKKELEIDEN JOUKKO TULEE SITÄ PIENEMMÄKSI
 MITÄ USEAMPIA HAKUSANOJA ANNATTE, MIKÄ JOHTUU VALINTAKRITEERIEIN

TARKENTUMISESTA, SO. TIUKENTUMISESTA. JOSKUS YKSIKIN SANA KYLLÄ
MAARITTELEE AIHEEN YKSISELITTEISESTI.

0
HAKUSANAT ANNETAAN YHTENÄ VEKTORINA, JONKA RAKENNEOHJE TULEE KOHTA.
OHJELMA HYVÄKSY YVAIN TIEDOSTOSSA haku.sanasto ESITETTYJÄ
HAKUSANOJA! HAKUSANOJEN JÄRJESTYKSELLÄ VEKTORISSA EI OLE
MERKITYSTÄ.

0
Poimintaa voidaan rajoittaa myös ajallisesti antamalla aikajakso,
jonka ulkopuolella ilmestyneet artikkelit ohitetaan poiminnassa.
Kun olette antaneet hakusanavektorin, poimintaohjelma toimii ensin
ilman aikajaksorajoitusta ja vasta sen jälkeen rajoituksella, jos
valitsette rajoitusoption. Asiaan palataan myöhemmin.

0
Montako sanaa? Antakaa yksinumeroinen luku yhden ja viiden väliltä.

2
Hakusanojen määräksi annoitte 2.

0
Haluatteko vielä muuttaa sanojen määrää? yes tai not
not

0
0
JA SITTEN HAKUSANA/-SANAT

0
Lukekaa ao. ohjeet ennen kuin alat antaa hakusanaa/-sanoja:

0
1. Hakusana koostuu kolmesta pienestä kirjaimesta,
2. kunkin hakusanan lopussa on oltava /-merkki ja
3. hakusanavektorin lopussa on oltava <-merkki.
- vaikka annatte vain yhden hakusanan, <-merkki
on pakollinen

0
Alla olevassa mallissa x = mikä tahansa pieni kirjain.

0
ANTAKAA 2 AIHESANAA TARKASTI MUODOSSA:

0
xxx/xxx/<
kun/ymp/<

0
Hakusanavektori on MUODOLLISESTI kunnossa. Annoitte hakusanat:
kun
ymp
Jos haluatte poistaa sanan tai lisätä sanoja, kirjoittakaa new.
Ellette, painakaa Return.

Jos haluatte vaihtaa sanaa/sanoja, kirjoittakaa new.
Ellette, painakaa Return.

Seuraavaksi ohjelma testaa hakusanojen luovallisuuden.
Odottakaa...

0
1. kun luovallinen
2. ymp luovallinen

0
Hakusanat ovat luovallisia eli vektori on myös ASIAALLISESTI kunnos-
sa. Edellä sanottu ei kuitenkaan sulje pois sitä mahdollisuutta,
että olette kirjoittaneet sellaisen virheellisen kirjaimen, joka
muuttaa aikomanne hakusanan TOISEKSI LUOALLISEKSI hakusanaksi. Ha-
kusanavalintanne relevanttisuutta sinansa ohjelma ei luonnollisesti
voi testata.

0

0
Seuraavassa potentiaalistien linkkien maaralla tarkoitetaan artikke-
liin liittyvassa ohjaustietueessa olevien hakusanojen maaraa.

0
OHJELMA LASKEE NYT ARTIKKELIT, JOISSA POTENTIAALISIAKIN LINKKEJA
ON VAHEMMAN KUIN 2. Sellaisia artikkeleita tama ohjelma ei tutki
jatkossa lainkaan. Odottakaa...

0
Kaikissa artikkeleissa on tarpeeksi potentiaalisia linkkeja.
11302 artikkelissa on vahintaan 2 potentiaalista linkkia.

0
0
Haluatteko jatkaa ohjelman suoritusta? yes tai not
yes

0
OHJELMA LASKEE ARTIKKELIT, JOTKA TAYTTAVAT POIMINTAEHDOT eli niista
loytyvat kaikki hakusanavektorissa hakusanoilla kuvaamanne linkit.
Hakusanojen maara vektorissa oli 2.
Odottakaa...

0
11302 artikkelia tietokannassa.
0 artikkelissa on liian vahan potentiaalisia linkkeja.
11279 artikkelia ei tauttanyt poimintaehto/-ehtoja.

0
0
SUMMA SUMMARUM: TASTA JATKETAAN ETEENPAIN 23 ARTIKKELILLA.

0
Haluatteko, etta poiminta tehdään vain tietyltä ajanjaksolta?
yes tai not
yes

0
Jakso rajataan antamalla sen alkamis- ja loppumisvuosi.
Loppumisvuosi saa olla 2002 tai alle. VAROITUS! muu kuin
numero jommassa kummassa vuosiluvussa kaataa ajon heti.

0
Antakaa jakso tarkasti alla olevan mallin mukaisesti:
xxxx-xxxx
1996-2002

0
Antamanne jakso 1996-2002 hyväksytään.

0
OHJELMA LASKEE ARTIKKELIT, JOTKA TAYTTAVAT POIMINTAEHDOT eli niista
loytyvat kaikki hakusanavektorissa hakusanoilla kuvaamanne linkit.
Hakusanojen maara vektorissa oli 2.
Odottakaa...

0
11302 artikkelia tietokannassa.
8440 artikkelin julkaisuvuosi on tarkastelujakson ulkopuolella.
0 artikkelissa on liian vahan potentiaalisia linkkeja.
2847 artikkelia ei tauttanyt poimintaehto/-ehtoja.

0
0
SUMMA SUMMARUM: TASTA JATKETAAN ETEENPAIN 15 ARTIKKELILLA.

0
Haluatteko muuttaa aikajaksoa? yes tai not
not
Nyt voitte joko jatkaa tai lopettaa. Jatkamalla voitte mm. tutkia
poimintatulosta paahteelta ilman lopetuspakkoa. Jos lopetatte,
poimintatulos voidaan tulostaa paahteelle ja/tai levyille, jos niin
haluatte. Haluatteko lopettaa?
yes tai not.

not

0

Valitkaa yhdellä numerolla jokin seuraavista toiminnoista:

0

1 = Poimintatuloksen tarkastelu päätteeltä.

2 = Poimintatuloksen tulostus levyllä tiedostoon.

- jos valitsette tämän option, ohjelma päättyy
levytulostuksen jälkeen

3 = Muutetaan ajanjaksoa. Entinen oli 1996-2002.

4 = Muutetaan hakusanoja.

- jos valitsette tämän option, teidän on saatettava myös
ajanjaksosta uudestaan ohjelman sita kysyessä

5 = Lopetetaan.

- jos valitsette tämän option, poimintatulos voidaan vielä
tulostaa päätteelle ja/tai levyllä, jos niin haluatte

1

0

Valitsitte toiminnon 1.

0

Tapahtuu. Odottakaa...

0

Ajanjaksolta 1996-2002 hakusanoilla

kun

ympä-

loytyi 15 artikkelia, joiden otsikot ovat:

0

Ahti, E. 1996. Kunnostusojituksen aiheuttama vesistökuormitus. Teok-
sessa: Finer, L., Ilvesniemi, H., Kortelainen, P. & Karvinen, L.
(toim.) 1996. Metsätalouden ympäristökuormitus - tutkijaseminaari
Vääksyssä Päijänne-luontokeskuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen
tiedonantoja 607: 67-69.

Ahti, E. 1998. Metsätalouden vesistövaikutukset turvemailla. Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja 674: 21-26.

Ahti, E., Granlund, H. & Puranen, E. (toim.) 1999. Metsätalouden ympä-
ristökuormitus. Seminaari Nurmeksessa 23.-24.9.1998. Tutkimusohjelman
väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745. 172 s.

Ahti, E., Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 1999. Kunnostusojituksen
vaikutus metsäojitusalueiden valumaveden kemiallisiin ominaisuuks-
siin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745: 79-90.

Ahti, E. & Päivänen, J. 1997. Response of stand growth and water
table level to maintenance of ditch networks within forest drain-
age areas. In: Trettin, C., Jurgensen, M., Grigal, D., Gale, M. &
Jeglum, J. 1997. Northern Forested Wetlands: Ecology and Manage-
ment. CRC Press Inc. Lewis Publishers, USA. Pp. 449-457.

Finer, L., Palviainen, M. & Niemi, S. 2002. Suometsien hoidon ympäris-
tövaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 830: 57-69.

Hiltunen, A. & Kaunisto, S. (toim.) 2002. Suometsien kasvatuksen ja
käytön teemapäivät 26.-27.9.2001 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen
tiedonantoja 832. 71 s.

Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2001. Long-term effects of
maintaining ditch networks on runoff water quality. Tiivistelmä:
Kunnostusojituksen pitkän ajan vaikutus valumaveden ominaisuuks-
siin. Suo 52(1): 17-28.

Kangas, J., Lauhanen, R. & Store, R. 1996. Kunnostusojitusvaihtoeht-
ojen vesistövaikutusten asiantuntija-avusteinen arviointi ja
liittäminen päätösanalyysiin. Summary: Assessing the impacts of
ditch network maintenance on water ecosystems on the basis of
expert knowledge and integrating the assessments into decision
analysis. Suo 47(2): 47-57.

Lauhanen, R. & Ahti, E. 2000. Kunnostusojituksella kestävään suomet-
sien kasvatukseen. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 308-315.

- Manninen, P. 1999. Kunnostusojituksen vesiensuojelututkimus. Ensimmäisen vaiheen jatkotutkimukset ja toisen vaiheen kunnostus- ja täydennysojituksen vaikutukset valumaveden laatuun Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 745: 53-61.
- Nieminen, M. & Ahti, E. 2000. Soiden metsätalouskäytön vesistövaikutukset. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 321-325.
- Päivänen, J. 1999. Suometsät ja vesitalouden kunnossapito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 92-97.
- Päivänen, J. & Sarkkola, S. 2000. The effect of thinning and ditch network maintenance on the water table level in a Scots pine stand on peat soil. Suo 51(3): 131-138.
- Rissanen, K. 1996. Vesiensuojelu kunnostusojituksen ja maanmuokkauksien yhteydessä 1995 - Länsi-Suomen ja Kainuun alueissa tehdyn selvityksen loppuraportti. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 1. 26 s.

0

15 artikkelioitsikkoo tulostettu päätteelle.

0

Valitkaa yhdellä numerolla jokin seuraavista toiminnoista:

0

- 1 = Poimintatuloksen tarkastelu päätteeltä.
- 2 = Poimintatuloksen tulostus levyllä tiedostoon.
 - jos valitsette tämän option, ohjelma päättyy levytulostuksen jälkeen
- 3 = Muutetaan ajanjaksoa. Entinen oli 1996-2002.
- 4 = Muutetaan hakusanoja.
 - jos valitsette tämän option, teidän on päätettävä myös ajanjaksosta uudestaan ohjelman sitä kysyessä
- 5 = Lopetetaan.
 - jos valitsette tämän option, poimintatulos voidaan vielä tulostaa päätteelle ja/tai levyllä, jos niin haluatte

5

0

Valitsitte toiminnon 5.

0

Tulostetaanko poimintaehdot täyttävien artikkeleiden otsikot päätteelle?

yes tai not.

not

Tulostetaanko poimintaehdot täyttävien artikkeleiden otsikot levyllä?

Ohjelma päättyy joko heti tai viimeistään levytulostuksen jälkeen.

Tulostetaanko levyllä? yes tai not

yes

Tapahtuu. Odottakaa...

0

15 artikkelin otsikot ovat tiedostossa poimin.tulos.

0

KAIKKIEEN ARTIKKELEIDEN OTSIKOISTA EI ILMENE SUORAAN, MIKSI NE OVAT TULLEET VALITUIKSI POIMINNASSA. POIMINNAN TULOSTIEDOSTOSSA ON MYÖS ARTIKKELEITA, JOTKA LIITTYVÄT VAIN KAUKAISESTI TEITÄ KIINNOSTAVAAN ASIAAN.

0

Ennen seuraavaa ajoa nimetkää uudestaan tai tuhotkaa levyllä syntyneet tiedostot sanles.dat ja poimin.tulos. Muuten seuraava ajo ei käynnisty. Tiedostonimen muutoksella voitte pelastaa käyttökelpoisen datan.

0

0

LOPETAN. KIITOS. TERVETULOA UUDESTAAN.

ISBN 951-40-1857-5
ISSN 0358-4283