

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

286

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA



**METSÄTEKNOLOGIAN TEEMAPÄIVÄ
SUONENJOELLA 16.2.1988**

SUONENJOKI 1988

Kuvat: Leo Tervo ja Pertti Harstela

ISBN 951-40-0824-3
ISSN 0358-4283

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 286

Suonenjoen tutkimusasema

METSÄTEKNOLOGIAN TEEMAPÄIVÄ SUONENJOELLA 16.2.1988

SISÄLLYS

SAATTEEKSI	3
Timo Heikka MAATALOUSTRAKTORI PUUNKORJUUSSA	4
Pertti Harstela ja Harri Rantonen YLISPUUHAKKUUN TAIMIKOILLE AIHEUTTAMAT VAURIOT ...	18
Jari Ala-Ilomäki TELAMAASTURIALUSTAINEN MONITOIMIKONE PUUTAVARAN TEOSSA	23
Olli Eeronheimo PUUNKORJUU SUOMESSA JA YHDYSVALLOISSA	33
Kaija Kanninen METSÄKONEURAKOITSIJAN HENKILÖKUVA	44
Pekka Mäkinen METSÄKONEURAKOINNIN KANNATTAVUUS JA VAKA- VARAISUUS	58
Olli Uusvaara PUUNTUTKIMUSSUUNTA TIEDON TUOTTAJANA	67
Pentti Rikkonen UUTTA PUUTAVARAN MITTAUKSESTA	69
Aili Tuimala LANNOITUS JA PUUN LAATU	75
Erkki Verkasalo HIESKOIVU VANERIPUUNA	96

TUTKIMUSPÄIVÄN POSTERIT

HARVENNUSPUUN KORJUUN AIHEUTTAMIEN VAURIOIDEN INVENTOINTITULOKSIA (Matti Siren ja Pertti Harstela)	110
ISÄNNÄNLINJAN PUUNKORJUUN ERGONOMIA (Pertti Harstela, Marja-Liisa Juntunen ja Pekka Mäkinen)	111
MÄNNYN PALJASJUURISTEN TAIMIEN KOURUKUOKKAISTUTUS- KOE (Pertti Harstela)	112
TYÖNJOHDON ONGELMAT YKSITYISMETSÄTALouden METSÄN- VILJELYSSÄ (Pertti Harstela, Marja-Liisa Juntunen, Pekka Mäkinen ja Liisa Mäkijärvi)	113
SIMULAATTORIKOKEITA HALLINTALAITTEIDEN MUOTOILUSTA (Pertti Harstela, Pekka Mäkinen, Harri Rantonen ja Antero Harstela)	114

SAATTEEKSI

Metsäteknologian tutkimusosasto sijoitti v. 1974 ensimmäisen työtieteen tutkijan Suonenjoen tutkimusasemalle. Henkilöresurssit ovat hiljalleen kasvaneet niin, että nykyisin alalla työskentelee 3 tutkijaa ja 5 vakituista avustavaa henkilöä. Aseman päätutkimusalan mukaisesti taimitarhateknologia on ollut keskeinen työtieteen aihe, mutta sitä ei näillä teemapäivillä käsitellä, koska siitä on ollut useita esityksiä aseman perinteisillä taimitarhapäivillä ja tulee varmasti jatkossakin olemaan. Sen sijaan esityksiä on muilta työtieteen tutkimussektoreilta, joista osa liittyy metsänuudistamiseen kuten ylispuiden korjuututkimus. Mainittakoon, että myös kulotuksen tekniikka on tutkimusaiheena, vaikka siitäkään ei tutkimusten keskeisyyden vuoksi esitetä tuloksia.

Toinen keskeinen työtieteen tutkimussektori on ollut metsätyön ergonomia, joka sopii Suonenjoelle sen vuoksi, että valtakunnallinen alan yhteistyökumppani Työterveyslaitos on sijoittanut metsäalan tutkimukset Kuopion aluetyöterveyslaitokseen. Näissä tutkimuksissa on ollut läheinen yhteys harvennushakkuiden kehittämiseen, vaikka tällä hetkellä pääpaino onkin urakojien ja koneiden kuljettajien ongelmien tutkimisessa. Meneillään on myös lumikenkätutkimus hakkuutyön erään keskeisen ongelman, lumen aiheuttaman kuormituksen vähentämiseksi.

Suonenjoella tehtävä työ on osa metsäteknologian tutkimusosaston valtakunnallisesti koordinoimaa tutkimusohjelmaa. Tämän teemapäivän tarkoitus on esitellä tuota ohjelmaa kokonaisuutena, ja sen vuoksi ohjelmaan on poimittu ajankohtaisia alustuksia sekä Helsingissä että Suonenjoella toimivilta tutkijoilta. Osa Suonenjoella tehtävistä tutkimuksista ovatkin ryhmätöitä Helsingissä toimivien tutkijoiden kanssa.

Toivon teemapäivän olevan hyödyllisen esittely- ja keskustelutilaisuuden, joka antaa virikkeitä niin käytännön ammattimiehille heidän arkista työtään varten kuin meille tutkijoille tämän tutkimusalan kehittämistä varten.

Pertti Harstela
Tutkimusaseman johtaja

MH Timo Heikka
 Metsäntutkimuslaitos
 Metsäteknologian tutkimusosasto
 Helsinki

MAATALOUSTRAKTORI PUUNKORJUUSSA

1. Taustaa

1.1. Traktorin kehityksestä ja erityisominaisuuksista

Peltotöitä alettiin koneellistaa jo viime vuosisadan puolella veturia muistuttavilla höyrykoneilla. Ensimmäiset polttomoottorikäyttöiset moottorivetäjät tai moottoriaurat, joiksi sen ajan traktoreita kutsuttiin, hankittiin Suomeen 1908-1910 (Aarnio 1987). Amerikkalaisia, sarjatuotantona valmistettuja traktoreita alettiin tuoda maahan melko pian itsenäistymisen jälkeen. Kokeiltiinpa samoihin aikoihin kotimaisenkin traktorin valmistusta.

Telatraktorit eivät yleistyneet peltotöissä, vaan niissä alettiin käyttää pyörätraktoreita. Maataloustraktorilla vakiintui etu- ja takarenkaiden välinen suuri kokoero. Suuret takapyörät paransivat vetokykyä ja auttoivat pysymään pinnalla. Kuormituksen kohdistuessa lähes kokonaan takapyörille, voitiin etupyörät tehdä pieniksi, mikä helpotti ohjaamista ja mahdollisti pienen kääntösäteen.

Tikapuurungon sijaan traktoreissa ryhdyttiin rakentamaan moottorin, vaihteiston ja takasillan kotelot yhtenäiseksi kantavaksi rakenteeksi. Kolmipistenostolaitteen keksiminen mahdollisti työkoneiden kytkennän traktoriin sekä niiden paremman hallinnan pelkän hinaamisen sijaan.

Dieselmoottori vakiintui traktoreihin vasta kolmisenkymmentä vuotta sitten. Ajokytkimestä riippumaton voimanotto alkoi yleistyä 1950-luvulla (Niskanen, 1982). Matalapaineisten ilmakumirenkaiden käyttöönotto 1930-luvun lopulla kasvatti traktoreiden työnopeutta. Nelipyörävetoiset traktorit alkoivat Suomessa lisääntyä nopeasti 1970-luvulla.

Traktoreiden teknisessä kehityksessä alkoi työturvallisuuden parantaminen saada sijaa vasta 1960-luvulla. Valmet varusti ensimmäisenä jotkut mallinsa ns. turvaohjaamalla vuonna 1967.

1.2. Traktorin tulo metsäkäyttöön

Suomessa traktoreita ryhdyttiin käyttämään tavarankuljetuksiin metsätöissä ennen kuin peltotöissä, jo 1950-luvulla (Olkinuora 1987). Kuitupuuta kuljetettiin reellä. Sahatukit tai kokonaiset rungot kiinnitettiin alkuvaiheessa ketjuilla suoraan vetolaitteisiin ja laahattiin välivarastolle.

Seuraavassa kehitysvaiheessa puut vedettiin palstalta traktorin takasiltaan kiinnitetyllä pienellä vintturilla ja kiinnitettiin laahusjuontoa varten kettin-geillä vetovarsiin asennettuun lovipankkoon.

Traktorilla vedettäväksi tarkoitettut teräksiset reet yleistyivät 1960-luvulla. Kun vintturiin lisättiin vielä kuormausvarsi, säästyttiin raskaalta lihasvoimin kuormaukselta.

Hevonen säilytti merkittävän osuuden maatalojen puunkuljetuksissa aina 1960-luvun lopulle saakka. Saman vuosikymmenen alussa ryhdyttiin päätoimista teollisuuspuun korjuuta varten kehittämään erityisiä metsätraktoreita. Pohjoismaisiin puunkorjuumenetelmiin ja -oloihin todettiin melko pian sopivimmaksi vaihtoehdoksi kuormaakantava metsätraktori.

Maataloustraktorin osuus puutavaran kuljetuksissa pieneni tasaisesti koko 1970-luvun, kunnes se taas tämän vuosikymmenen aikana on lähtenyt lievään nousuun. Tähän on vaikuttanut ainakin hankintahakkuiden lisääntyminen ja nelivetoisten traktoreiden yleistyminen.

Kuljetuksen lisäksi maataloustraktoria on käytetty esimerkiksi koneelliseen kuorintaan ja polttopuun valmistukseen. Kuorinnan siirryttyä tehtaisiin on metsäkuorintaa harjoitettu vain joidenkin uittoväylien varrella.

2. Metsätyön traktorille asettamat vaatimukset

2.1. Traktorin jatkokehittämisen taustaa

Nelivetoisten, entistä paremmin suunniteltujen maataloustraktoreiden yleistyminen sekä vilkas laitekehitys 1980-luvulla ovat parantaneet traktorin käyttömahdollisuuksia puunkuljetuksissa ja mahdollistavat jo maataloustraktoriin perustuvan koneellisen puunkorjuunkin. Traktoreiden metsälaittevalikoiman monipuolistuminen on samalla lisännyt maataloustraktorille metsätöissä asetettavia vaatimuksia.

Tältä pohjalta Pohjoismaiden metsätyöntutkimusneuvoston (NSR) piirissä käynnistettiin "Parempi maatalustraktori metsää varten"- tutkimushanke, jonka yhteydessä kartoitettiin kaikkien metsäkäyttömuotojen traktorille asettamia vaatimuksia (Heikka 1987) osviitaksi tuotekehittäjille ja toisaalta traktorin käyttäjille valintaa helpottamaan. Seuraavassa perehdytään tärkeimpiin näistä traktorilta vaadittavista ominaisuuksista.

Suurinta osaa traktoreista käytetään lähes pelkästään peltotöissä. Tämän vuoksi tehdyt muutokset eivät saa olla ristiriidassa pellolla tarvittavien ominaisuuksien kanssa ja toisaalta ne eivät saa nostaa koneen hankintahintaa tarpeettomasti. Peruskonstruktion on sovelluttava molempiin maatalon päätuotantosuuntiin. Metsäkäytön määrästä riippuen voidaan sitten perustellusti ostaa traktori tarpeen mukaan varusteltuna.

Puutavarankuljetus on yhä traktorin tärkein työmuoto metsässä. Hydraulitoimisten kuormainten ja kourien yleistyessä työn luonne on muuttunut. Kuormaus ja purku sujuvat traktorin ohjaamossa istuen. Puutavaran valmistukseen tarkoitettujen koneiden käyttö myös maatalustraktorissa lisää omalta osaltaan traktorille työpaikkana asetettavia vaatimuksia. Traktorin teknisiltä ominaisuuksilta, kuten kytkennöiltä ja voimanulosotolta vaaditaan lisää monipuolisuutta.

2.2. Moottori ja voimansiirto

Moottoritehon tulee olla yksinkertaisimmissakin työmuodoissa vähintään 35 kW (voimanulosottotehona mitattuna). Tehovaatimus on huomattavasti korkeampi silloin, kun traktori pyörittää useita työvaiheita tekeviä koneita: prosessoreilla 60-65 kW ja hydraulista kuormainta ja hakkuria samanaikaisesti käytettäessä vieläkin enemmän. Moottorin sitkeyttä ilmaisevan momenttikäyrän on noustava vähintään 12-15 % normaaleilta voimanottokierroksilta suurinta vääntömomenttia ulos otettaessa.

Juontovintturia tai -kouraa käytettäessä riittää, kun suurin vääntömomentti saadaan ajon aikana ulos nopeudella 2,2 km/h. Kaikkien muiden työmuotojen katsotaan edellyttävän täyden väännön saavuttamista jo 1,2 km/h nopeudella.

Vaihtamisen tulee käydä synkronoidusti kaikilla vaihteilla alle 9 km/h nopeudella. Neliveto olisi voitava kytkeä ajettaessa ilman, että luistoa esiintyy. Tasaussyörästön lukko tulisi olla sekä etu-, että ta-

ka-akselilla ja sitä tulisi voida käyttää myös silloin, kun pyörien nopeudet ovat jonkin verran eri suuruiset. Taka-akselin lukko voi olla myös automaattisesti kytkeytyvä.

Onnistunut voimansiirto varmistetaan sopivilla renkailla ja liukuesteillä. Ristikudosrenkaiden on yleensä katsottu kestäväen paremmin sivusuuntaisia pistoja. Kuitenkin vyörenkaillakin on omat etunsa. Renkaita valittaessa on varmistuttava siitä, että liukuesteille jää riittävästi tilaa, sivusuunnassa 50 mm ja säteen suunnassa 70-100 mm.

Norjan Metsäntutkimuslaitos on testannut Michelin-vyörenkaita maataloustraktorissa metsäajossa (Gjedtjernet 1985). Renkaiden sivuilla ei huomattu vaurioita 430 m³:n kuljetuksen jälkeen. Traktorin kuljettajan mukaan ajomukavuus kasvoi huomattavasti. Maaston epätasaisuudet eivät kokeissa vaikuttaneet ajonopeuteen vyörenkailla yhtä paljon kuin ristikudosrenkailla. Renkaiden vertikaalisen kuormittamisen todettiin hidastavan ajonopeutta enemmän ristikudosrenkailla kuin vyörenkailla.

Sopivien kettinkien löytäminen vyörenkaisiin on vaikeata. Vetävissä pyörissä poikittaiset lenkit painuvat renkaiden ripojen väliin, mikä heikentää pitokykyä. Maatalousajossa vyörenkaat ovat yleisesti käytössä. Jos vyörenkaita voitaisiin käyttää myös metsäajossa, säästettäisiin aikaa ja rahaa.

2.3. Traktorin suojaus

Renkaiden lisäksi muidenkin osien on kestettävä kivien, kantojen tai hakkuutähteiden kolhuja ja pistoja. Alustan, ikkunoiden, valaisimien ja jäähdyttimen yms. suojaaminen on suhteellisen helposti tehtävissä. Suojarakenteet eivät saa kohtuuttomasti vaikeuttaa huolto- ja tarkastustöitä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi tekemällä suojalevyt helposti irrotettaviksi ja kiinnitettäväksi. Ikkunoiden suojakehikot voivat huonontaa näkyvyyttä. Kehikkojen sijasta voidaan ikkunat tehdä iskunkestävästä materiaalista, mikä on kuitenkin kalliimpi ratkaisu.

2.4. Kuljettajan työskentelyolosuhteet

Traktorin suojaamista vaikeampi tehtävä on ergonomisesti hyväksyttävien työskentelyolosuhteiden aikaansaaminen. Useimmissa tapauksissa kunnollinen työasento edellyttää mahdollisuutta istua taaksepäin käänty-

neenä. Kourakuormainta käytettäessä vaaditaan moottorin kierrosluvun säätömahdollisuus myös tässä asennossa istuttaessa. Tehokkaamman kuormaimen ja kaikkien muiden laitteiden kanssa, joilla siirtyminen ja puutavarain käsittely vaihtelevat lyhyin aikaväleihin, tarvitaan täydellistä hallintalaitteistoa (kytkin, vaihevipu, jarru ja ohjauslaite) myös taaksepäin istuttaessa.

Ohjauspyörän asentaminen edellyttää ohjaamon takaseinältä oikeata muotoilua, jonka avulla saadaan myös riittävä jalkatila. Pelkästään ajouralla taaksepäin ajaminen sujuu ilman ohjauspyörääkin, esimerkiksi yksinkertaisella vipuohjauksella.

Hyvä näkyvyys taakse ja sivulle auttaa työkoneiden kytkennässä ja kuormaimen ja monitoimikoneiden käytössä. Näkösektorin tulisi pystysuunnassa olla kuljettajan silmien korkeudella vähintään 45 ja kuormainharvesterilla 70 astetta.

2.5.Koneiden kytkentä

Prosessoreilla traktorin tasapainon on oltava hyvä, jotta puu voidaan nostaa sopivaan karsinta-asentoon. Puun veto rullien avulla karsinnassa aiheuttaa voimakasta sivusuuntaista rasiutusta kuormaimelle ja sen kiinnitykselle, jonka on oltava tukeva.

Polttopuun valmistuksessa käytettävät painavalla vauhtipyörällä ja hydraulisilla syöttörullilla varustetut hakkurit edellyttävät traktorilta hyvää painonjakaumaa ja tukevaa kolmipistekiinnitystä. Akseleiden välisellä painonjakaumalla ja painopisteen sijainnilla on merkitystä traktorin vetokyvyille ja tasapainon säilymiselle puunkuljetuksessakin.

Norjalaiset ja ruotsalaiset pitävät traktorikaivureiden tapaan rakennettua nelipistekiinnitystä tarpeellisena. Norjalaisilla on tälle kiinnitykselle jo standardiehdotuskin.

Sekä 540 että 1000 kierrosta minuutissa pyöriviä voimanottoakseleita tarvitaan. Vetopyörien kanssa samalla nopeudella pyörivä voimanottoakseli on tarpeen silloin, kun vetävän perävaunun kanssa yhtä aikaa käytetään esimerkiksi hakkuria.

Traktorin hydraulijärjestelmän pitäisi tuottaa 1500 r/min käyntinopeudella 40 dm³/min virtaus 160-175 bar paineella. Useita toimintoja voitaisiin tehdä riittäväällä teholla yhtä aikaa, jos hydraulijärjestelmä oli-

si paine-virtaus -ohjattua tyyppiä.

2.6. Kehittämisen aikaväli

Monessa tapauksessa muutokset olisi mahdollista toteuttaa uusissa malleissa hyvin lyhyen ajan sisällä. Tällaisia parannuksia ovat esimerkiksi pienet muutokset ohjaamossa (hallintalaitteiden muotoilu ja sijoittelukin jossain määrin) ja suojarusteiden lisääminen.

Pitemmän aikavälin vaativat toteutuakseen muutokset, joissa puututaan traktorin perusrakenteeseen tai vaihdetaan joitakin pääkomponentteja. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi painopisteen siirtäminen tai kuljetajan ja ohjaamon sijoittaminen uudella tavalla.

3. Tutkimustuloksia

3.1. Traktorilla tehtävän metsätyön luonne ja kuormitavuus

Mikkosen (1984) seurantatutkimuksen perusteella maataloustraktoriyhdistelmien ajankäytössä suurin ero keskikokoiseen metsätraktoriin (Kahala ja Kuitto 1986) verrattuna syntyy kuormaimen käsittelyssä, joka vie puutavaralajista ja yhdistelmän koosta riippuen noin 1,5-2 -kertaisen ajan kuutiometriä kohti. Kuormaimen nostokyky isommilla traktoreilla on metsätraktorin luokkaa. Ero johtuukin maataloustraktoreiden ohjaamoiden epämukavasta kuormausasennosta ja huonosta näkyvyydestä.

Mäkinen (1986) tutki traktoreiden heiluntoja. Metsä- ja maataloustraktoreiden väliset erot näyttivät johtuvan pääasiassa koneiden massojen välisistä eroista. Heilunnan kolmen suunnan summan suhteen raskain maataloustraktoriyhdistelmä oli keskikokoisten metsätraktoreiden veroinen. Heiluntaa vähensi traktorin koon lisäksi vielä esimerkiksi neliveto. Lumella on erityisen suuri heiluntaa tasoittava vaikutus, joka todennäköisesti pienenee ajettaessa samaa uraa useita kertoja.

Istuimella voidaan helpoimmin vaikuttaa pystysuuntaisten heiluntojen vaimentumiseen. Sivusuuntaisten heiluntojen vaimentaminen on erityisen vaikeaa maataloustraktorilla, jolla istuin sijaitsee korkealla, jäykän taka-akselin yläpuolella.

Norjalaiset tutkivat traktorin, hydraulikuormaimen

sekä 8-tonnin teliperävaunun yhdistelmällä kuljettajan rasittumista kolmella eri ohjaamoversiolla (Hagerup 1986). Vakio-ohjaamossa oli kiinteä istuin. Toisessa vaihtoehdossa kuljettajan istuin kääntyi 180 astetta. Kehittynein ohjaamo oli varustettu kääntyvän istuimen lisäksi kaksilla hallintalaitteilla.

Vartalon ja niskan kääntöjen lukumäärä putosi kääntyvän istuimen ansiosta 13 % ja täydellisellä kaksoisohjaamolla 30 % kuormaa kohti verrattuna vakiomalliin. Lisäksi käännösten sektori jäi huomattavasti pienemmäksi. Erityisen raskasta oli kuormaimen käyttö perusmallin ohjaamossa, jossa istuttiin taaksepäin kääntyneenä, polvillaan. Kuljettajan alaraajat puutuivat verenkierron estyessä. Kuormaa kohti tässä asennossa istuttiin 40 minuuttia, yhtäjaksoisesti jopa 12 minuuttia.

Suomessa kaksilla hallintalaitteilla ja kääntyvällä istuimella varustettua Valmet-maataloustraktorin prototyyppiä vertailtiin kääntyvällä istuimella varustettuun vakiomalliin Hakki-prosessorilla ja hydraulikuormaimella puita käsiteltäessä (Heikka 1986b). Ajankäytön selvittämisen ohella 33-vuotiaan kuljettajan sydämen sykinnän taajuus nauhoitettiin.

Kääntyvällä istuimella työskenneltäessä sydämen sykintä vaihteli 84...98 ja oli keskimäärin 90. Kaksilla hallintalaitteilla vastaavat lukemat olivat 86...114 ja 96. Työasentojen välisiä eroja yritettiin vertailla sykinnän taajuuden ja sen vaihtelun perusteella. Korjuolosuhteiden vaihtelun vuoksi päätelmien tekeminen ohjaamotyyppien välillä ei kuitenkaan ollut näiden tunnusten avulla mahdollista. Pienemmän rungon koon vuoksi työtahti muodostui harvennuksessa ripeämmäksi, mikä selittänee korkeamman keskimääräisen sykinnän.

Prosessorityössä istutaan suurin osa ajasta taaksepäin kääntyneenä. Taulukossa 1 on esitetty kuljettajan tehollisen ajankäytön jakaantuminen kahdella ohjaamotyyppillä.

Taulukko 1. Kuljettajan tehollisen ajankäytön jakaantuminen kääntyvällä istuimella varustetulla (vakio) ja lisäksi kaksilla hallintalaitteilla varustetulla (proto) ohjaamolla (Heikka 1986b).

Työvaihe	Vakio	%	Proto
Tukijalkojen nosto ja lasku	4		4
Kuormaimen käyttö	53		62
Prossessorin käyttö	31		26
Siirtyminen eteenpäin istuen	12		0
Siirtyminen taaksepäin istuen	0		8
Yhteensä	100		100

Kun traktoria oli mahdollista ajaa taaksepäin istuen, käytti kuljettaja kaiken tehollisen työaikansa tässä asennossa. Siirtyminen eteenpäin istuen vei 12 % tehollisesta työajasta pelkällä kääntyvällä istuimella varustetulla vakiotraktorilla.

Kuormajuonto perääjoneuvolla on erityisen raskasta silloin, kun puutavara kuormataan käsin. Vaijerikuormain, jossa vintturiin on yhdistetty kuormainpuomi, keventää työtä huomattavasti. Hydraulikuormaimen verrattuna työ on raskasta ja tapaturma-altista. Uusimmissa vinttureissa työturvallisuus on kuitenkin parantunut.

Kuormattaessa käsin tai vaijerikuormaimella joutuu koneenkäyttäjää kiipeämään lyhyin välein ohjaamoon koneen siirtämiseksi työpisteestä toiseen. Ohjaamoon pääsyn on siksi käytävä turvallisesti ilman suurempia ponnisteluja.

3.2. Tuottavuus ja suorituskyky

Koneitten ja välineitten ohella korjuumenetelmä ja -olosuhteet (maaperä, puusto, kuljetusetäisyys, lumi ja routa) sekä kuljettajan kokemus vaikuttavat metsäkuljetuksen tuottavuuteen. Seuraavassa asetelmassa on esitetty Mäkelän (1987) Työtehoseuran selvitysten perusteella kokoamia, maataloustraktoriperustaisten yh-

distelmien tuottavuuslukuja käyttötuntia kohti lasketuna. Kuljetusmatkan pituutena on käytetty noin 200 metriä.

Kuljetustapa	Kalusto	Tuottavuus, m ³ /h
Laahusjuonto	traktori+vintturi	1,5-3
Kuormajuonto	-"- +vaijerikuormain	2-5
-"-	-"- +hydraulikuormain	4-9

Mekaanisen vaijerikuormaimen kanssa käytetään useimmiten rekeä tai yksiakselista perävaunua. Teliperävau-
nalla puutavaraa kuljetettaessa traktori on usein va-
rustettu hydraulisella kuormaimella. Isoimmat näistä
yhdistelmistä ovat vertailukelpoisia keskikokoisten
metsätraktoreiden kanssa. Esimerkiksi Maukonen (1984)
sai aikatatkimuksessa 70 kW:in nelivetotraktorin ja
vetävän teliperävauunun käyttötuntituottavuudeksi 70-92
cm:n lumenpaksuudella 6,5-14,0 m³ kuljetusmatkasta ja
hakkuutavasta riippuen.

Sirén, Ala-Ilomäki ja Högnäs (1987) tutkivat trakto-
reiden liikkumiskykyä lumessa ja turvemaalla. Vetä-
vällä perävauunulla varustettu, nelipyörävetoinen, 70
kW:n maataloustraktori liikkui sekä lumessa että peh-
meällä suolla paremmin kuin osa varsinaisista metsät-
raktoreista. Yhdistelmä selviytyi ainoana koneena
turvepellolla tehdyissä kokeissa ilman teloja tai ket-
juja. Käytännön työssä saattaa kuitenkin etupyöräoh-
jaus aiheuttaa puutteita ohjattavuudessa verrattuna
metsätraktoreiden runko-ohjaukseen. Takapyörävetoi-
nen, ilman vetäviä pyöriä olevalla perävauunulla varus-
tettu isännänlinjan maataloustraktori ei kyennyt aja-
maan paksussa lumessa eikä pehmeällä suolla.

Mikkosen (1984) seurantatutkimuksessa urakointikäytös-
sä olevien maataloustraktoriyhdistelmien käyttötunti-
tuottavuudet vaihtelivat olosuhteista ja yhdistelmän
koosta riippuen 4,4-6,8 m³:iin. Keskikokoisella met-
sätraktorilla keskimääräinen tuottavuus oli 10,3 m³
käyttötunnissa (Kahala ja Kuitto 1986). Erot tuotok-
sissa johtuivat lähinnä maataloustraktoreiden ohjaa-
miden huonosta ergonomiasta, joka pudottaa kuormaus-
työn tuottavuutta. Ajonopeuksissa maatalous- ja met-
sätraktoreiden välillä ei em. tutkimusten perusteella
ole käytännön työssä suuria eroja.

Maataloustraktorikäyttöiset monitoimikoneet ovat enim-
näkseen kolmipistenostolaitteeseen kiinnitettäviä pro-
sessoreja. Näitä valmistetaan sekä vintturilla, että
hydraulikuormaimella syötettäviä malleja. Harveste-

reista vain keveimmät kuormainversiot soveltuvat teknisesti maataloustraktorin kanssa käytettäviksi. Seuraavaan taulukkoon 2 on koottu useammista aikatutkimuksista tuottavuuslukuja, jotka eivät ole suoraan vertailukelpoisia keskenään mutta antavat kuitenkin käsityksen konetyyppien suorituskyvystä.

Taulukko 2. Maataloustraktorikäyttöisillä monitoimikoneilla aikatutkimuksissa saavutettuja tehotuntituotoksia.

Kone- tyyppi	Merkki ja malli	Tuottavuus, m ³ /h	Rungon kokg, m ³	Hakkuu- tapa	Lähde
Vintturi- prossessori	Vimek G30	2,5	0,050*)	harv.	1)
"-	"-	2,1	0,043	"-	2)
"-	Tuiko P300	8,0	0,306	välj.	3)
"-	"-	7,2	0,175	avoh.	3)
Prossessori	Pika 35	6,1	0,150*)	harv.	4)
"-	"-	11,2	0,250*)	avoh.	4)
"-	Hakki 350	9,1	0,128	välj.	5)
"-	"-	12,2	0,246	avoh.	5)
Kuormain- harvesteri	Tapio	6,4	0,199	välj.	6)
"-	"-	8,4	0,171	avoh.	6)

*) tilavuus arvioitu $D_{1,3}$:n perusteella

Lähteet: 1) Krogstad, I. 1985, 2) Hedman, L. 1984, 3) Heikka, T. 1986a, 4) Tan, J.M. 1985, 5) Heikka, T. 1986b. 6) Eeronheimo, O. 1982.

Vintturi-prossessorit soveltuvat sekä yksin-, että kaksintyöskentelyyn. Kahden miehen työryhmää on käytetty vain Tuikon aikatutkimuksessa. Yksin työskenneltäessä vinssaus vie yli puolet työajasta. Tuottavuus jää näin melko alhaiseksi itse prossessori-osan kapasiteettiin verrattuna, karsinnan ja katkonnan osuuden jäädessä 20-25 %:iin käyttöajasta. Jos koneen kuljettaja lisäksi vielä kaataisi puut prosessoinnin yhteydessä, jäisi karsinnan ja katkonnan osuudeksi enää vain noin 10 % käyttöajasta.

Parhaaseen tulokseen päästäneen Pika 35:n ja Hakki 350:n tyyppisillä koneilla. Sykesyöttöisen Tapio-harvesterin ja muidenkin keveiden kuormainharvestereiden käyttömahdollisuuksia maataloustraktorissa rajoittaa

peruskoneen pieni massa sekä kuormaimen lyhyt ulottuvuus. Uusimpana monitoimikonevaihtoehtona käytetään kolmipistenostolaitteisiin kytketyn prosessorin kanssa kourasahalla varustettua, suhteellisen pitkäulotteista kuormainta. Senkaltainen yhdistelmä saattaa kuormainmonitoimikoneita paremman tasapainonsa ja ulottuvuutensa ansiosta soveltua myös harvennuksiin.

Traktori on sopiva voimanlähde myös polttopuuntekoneille. Hakkureiden tuottavuudet vaihtelevat suuresti puutavaralajista ja työnjärjestelystä riippuen. Maatilatyössä tuottavuudella ei ole suurta merkitystä, sillä enimmilläänkin vuotuisen hakemäärän valmistamiseen menee vain joitakin päiviä.

Kevyellä käsisyöttöisellä laikkahakkurilla saivat Kalaja ja Bantamaula (1982) käyttötuntituottavuudeksi 1,8-4,2 m³. Urakoitsijalinjan kuormainsyöttöisten laikkahakkureiden tuottavuudet vaihtelivat puutavaralajista riippuen 7-10 m³:iin (Hovila 1981) ja kartioruuvihakkurilla 4-18 m³:iin käyttötunnissa (Nurmi 1986).

Traktorin voimanulosottotehon riittävyys (vrt. kpl. 2.2) on perusedellytys haketustyön onnistumiselle. Rinnankorkeusläpimitaltaan 10 cm:n lehtipuurankojen haketuksen keskimääräinen tehontarve oli pienhakkureilla suurimmillaan 16 kW (Heikka ja Piirainen 1981). Nurmi (1986) mittasi urakointiin soveltuvan kartioruuvihakkurin tehontarpeeksi 10-15 cm:n rangoilla enimmillään 51 kW. Selvitäkseen tehontarpeen huipuista traktorin tehon on oltava noin kaksinkertainen keskimäärin tarvittavaan tehoon verrattuna.

3.3. Kustannukset

Maatilojen puunkorjuun kannattavuuslaskelmissa lähdetään yleensä siitä perusolettamuksesta, että vähäisen metsäajon osalle ei tule lainkaan laskea poistoa, korkoa, vakuutusta ym. kiinteitä kustannuksia. Käyttämättömänä seisovan traktorin katsotaan aiheuttavan näiden kustannuserien muodossa kuluja, joita metsäkäytöllä voidaan osittain peittää. Jos metsäkäyttö on säännöllistä, on kiinteät kustannukset huomioitava kannattavuuslaskelmissa.

Valkonen (1987) on laskenut metsälisälaitteiden hankinnan kannattavuutta omatoimista puunkorjuuta ajatellen. Kun vertailukohteena käytetään ulkopuolisen urakoitsijan kuljetusmaksua, ei oma metsäajo kannata suurillakaan kuljetusmäärillä, jos kiinteät peruskustannukset on otettava huomioon täysimääräisinä. Jätet-

täessä peruskustannukset kokonaan huomiotta, tulee mekaanisen kuormaimen ja₃ reen yhdistelmän hankkiminen kannattavaksi noin 200 m³:n ja kevyen hydraulikuormaimen ja teliperävaunun vastaavasti 500 m³:n vuotuisilla kuljetusmäärillä. Metsälisälaitteiden hankinnan kannattavuus paranee, jos ne soveltuvat myös muihin maatalan töihin. Uusimpien hydraulikuormainten kapasiteetti riittää jo esimerkiksi kaivutyöhön.

Maataloustraktoriin perustuva ammattimainen puunkorjuu voi olla metsätraktoreihin verrattuna taloudellista pienen pääomatarpeen vuoksi. Keskikokoista metsätraktoria vastaavan yhdistelmän hankintahinta on vain 50-60 % metsätraktorin hinnasta. Monitoimikoneyhdistelmillä suhde on vielä alhaisempi, 25-40 %.

Mikkosen (1984b) mukaan ammattimainen puutavaran metsäkuljetus keskikokoisella maataloustraktoriyhdistelmällä kannattaa vasta 1100-1250 tunnin vuotuisilla kuljetusmäärillä. Tällöinkin oletetaan lisäksi 500 tuntia maatalousajoa vuodessa. Laskelmat perustuvat ohjaamorakenteiltaan puutteellisilla traktoreilla tehtyihin aikatutkimuksiin (vrt. Mikkonen 1984a). Kuormaimen käyttöön paremmin soveltuvilla, nykyaikaisilla ohjaamoilla voidaan tuottavuuksien olettaa nousevan selvästi, kun tiedetään kuormaustyön suuri osuus metsäajossa.

Isoilla metsäkoneperustaisilla monitoimikoneyhdistelmillä ovat käyttötuntikustannukset noin 260-380 mk (esim. Rieppo 1987a ja 1987b). Hakki 350-prosessorin ja maataloustraktorin yhdistelmälle Metsäteho laski uuden peruskoneen hinnan ja kymmenen kuukauden vuotuisen käytön perusteella käyttötuntikustannukseksi 220 mk (Rieppo 1986). Saman ajankohdan tuntikustannus Metsäntutkimuslaitoksessa käytetyillä laskentaperusteilla (vrt. esim. Heikka 1986a) olisi vain 156 mk. Ero syntyy pitemmäksi oletetusta koneiden käyttöiästä. Onkin aina korostettava laskentaperusteiden merkitystä taloudellista kannattavuutta arvioitaessa.

3.4. Korjuuvauriot

Vaihtelu ajourien leveydessä, sijoittelussa, puuston koossa ja tiheydessä, maastossa sekä kuljettajien ajotavassa vaikeuttaa konetyyppien välistä puustovaurioiden vertailua. Esimerkiksi Sirénin (1981) esittämien tulosten (maataloustraktorilla vaurioprosentti 2,2 ja metsätraktorilla 1,5) perusteella ei voida osoittaa selviä eroja harvennusten puunkuljetusten työnjäljessä, sillä maataloustraktoreille tehdyt ajourat olivat keskimäärin hieman kapeampia.

Puustovaurioiden ohella tärkeä on myös koneiden vaikutus metsämaahan. Samaisessa tutkimuksessa oli katkojuurten osuus maataloustraktoreilla korjatuissa leimikoissa vain noin puolet metsätraktorityömaiden vastavasta, mikä kuvastanee myös maahan kohdistuneen paineen suuruutta. Urakointikäyttöön soveltuva maataloustraktoriyhdistelmä synnytti turvepellolla matalamat ajourat kuin useimmat saman kokoluokan metsätraktorit (Sirén, Ala-Ilomäki ja Högnäs 1987).

Kirjallisuus

Aarnio, K. 1987. Traktori. (teoksessa: Koneellistuva maataloutemme. Vakola. Vaasa 1987. s. 75-105).

Eeronheimo, O. 1982. Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa. Folia For. 506. 12 s.

Gjedtjernet, A.M.F. 1985. Radialdekk i skogsdrift. NISK, driftsteknisk rapport nr. 27. 116 s.

Hedman, L. 1984. Vimek G30 - gallringsprocessor. Stencil nr 277, Inst för skogsteknik, SLU. 11 s.

Heikka, T. 1986a. Maataloustraktoriin kytkettävä Tuiko-vintturi-prosessori avo- ja harvennushakkuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 237. 21 s.

Heikka, T. 1986b. Valmet 805 prototyyppi + Hakki-prosessori vs. tuotantomalli + Hakki-prosessori. Moniste. 4 s.

Heikka, T. 1987. Mitä maataloustraktorilta vaaditaan metsässä. Työtehoseuran metsätiedote 429. 4 s.

Hovila, P. 1981. TT 1000 TU ja TT 1000 TS kokopuu-hakkurit. Folia Forestalia 480. 20 s.

Kahala, M. & Kuitto, P.-J. 1986. Puutavaran metsäkuljetus keskikokoisella kuormatraktorilla. Metsätehon moniste. 26 s.

Kalaja, H. ja Rantamäula, J. 1982. Junkkari laikkahakkurit. Folia For. 513. 19 s.

Krogstad, I. 1985. Tynning med Vimek G30. NISK. Moniste. 6 s.

Mikkonen, E. 1984. Puutavaran metsäkuljetus maataloustraktorilla. Metsätehon tiedote 391. 18 s.

Mäkelä, J. 1987. Logging Techniques, Productivity and Cost-Aspects in Small-Scale Logging Operations Based on the Use of the Farm tractor. ECE/FAO/ILO Joint Committee on Forest Working Techniques and Training of Forest Workers. Seminar on Small-Scale Logging Operations and Machines. Garpenberg 15-18 June 1987. 7 s.

Mäkinen, P. 1986. Kokokehon tärinä ajettaessa maataloustraktorilla metsässä. Folia For. 656. 24 s.

Niskanen, H. 1982. Traktori kohta satavuotias. Teho 4/1982. s. 12-15.

Nurmi, J. 1986. Chunking and Chipping with Conescrew Chipper. Folia For. 659. 23 s.

Olkinuora, P. 1987. Maatilan kuljetukset. (teoksessa: Koneellistuva maataloutemme. Vakola. Vaasa 1987. s. 285-294).

Rieppo, K. 1986. Hakki-proessori 350 (400). Metsätehon katsaus 13/1986. 4 s.

Rieppo, K. 1987a. Valmet 901/948 -kuormainmonitoimikone. Metsätehon katsaus 6/1987. 4 s.

Rieppo, K. 1987b. Ponsse 520H -kuormainharvesteri. Metsätehon katsaus 11/1987. 5 s.

Sirén, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Folia For. 474. 23 s.

Sirén, M., Ala-Ilomäki, J. ja Högnäs, T. 1987. Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus. Folia For. 692. 44 s.

Tan, J.M. 1985. Evaluation of the Productivity of a Delimber-Bucker: Pika 35 Processor. Thesis for M.Sc. (For.) in Forest Technology. Univ. of Helsinki, Dept. of Logging and Utilization of Forest Products. 50 s.

MMT Pertti Harstela ja
 MH Harri Rantonen
 Metsäntutkimuslaitos
 Suonenjoen tutkimusasema

YLISPUUHAKKUUN TAIMIKOILLE AIHEUTTAMAT VAURIOT

1. Johdanto

Ylispuustoja syntyy tietoisesti siemen- ja suojuspuuhakkuiden ja verhopuuston jättämisen myötä, mutta sen lisäksi syntyy ilman tietoisia toimenpiteitä kaksijaksoisia metsiä; tyypillisimmin kuusialikasvos koivikon mutta myös männikön alle. Turvemaille kasvupaikka on usein riittävän viljava alikasvoksen kasvattamiseen viimeksi mainitussakin tapauksessa. Siemen- ja suojuspuuhakkuiden osuus uudistusosalasta on viime aikoina ollut 20 % luokkaa, mutta "salaa" syntyneiden kasvatuskelpoisten alikasvosten osuuden on arvioitu olevan samaa suuruusluokka, koska siemen- ja suojuspuiden poistoala oli esim. v. 1983 noin 40 % uudistusosalasta (Metsätilastolliset vuosikirjat 1970-1985, Rikala & Smolander 1984).

Verhopuuston korjuun aiheuttamia vaurioita ovat tutkineet Tervo (1979) ja Frilander (1985) ja järeämmän ylispuuston Thesslund (1976), Raulo (1977), Roiko-Jokela (1983) ja Maukosen (1987). Tämä tarkastelu perustuu pääosin viimeksi mainittuun Suonenjoen tutkimusasemalla tehtyyn tutkimukseen.

2. Ylispuuhakkuun aiheuttamat vauriot

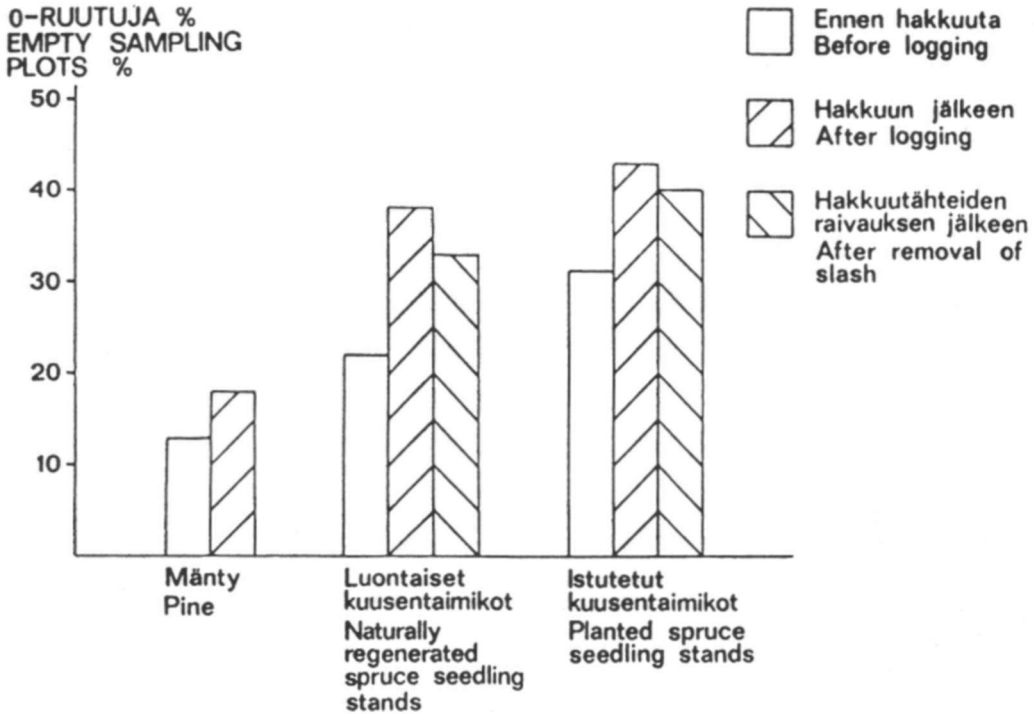
Maukosen (1987) tutkimuksessa taimista vaurioitui seuraavat suhteelliset osuudet:

Vaurioituneita taimia, %

Mäntytaimikko	17 (4-57)
Kuusitaimitikko	33 (12-74)

Suuruusluokkana nämä vaurioprosentit sopivat aikaisempiin tutkimuksiin, mutta eivät sinänsä kerro muuta kuin, että järeiden ylispuiden korjuussa tuhoutuu huomattava osa taimikosta, joten lähtökohtana täytyy olla tavoitetiheyttä selvästi tiheämpi taimikko. Lukumääräisesti taimia oli korjuun jälkeen yli tavoitetiheyk-

sien, mutta on tarkasteltava myös niiden ryhmittymistä. Yli 6 m² suuruisia tyhjiä, ns. 0-ruutuja oli seuraavan kuvan mukaiset osuudet.



Kuva 1. Tyhjien koealojen osuus ja sen muuttuminen ylispuunkorjuun seurauksena tutkituissa taimikoissa.

Tapion ohjeiden ja Kinnusen ja Linnanmäen (1977) esittämien aukkoisuuskriteerien mukaisesti arvioiden 15 % männyn taimikoista ja 89 % kuusentaimikoista oli epätyydyttävässä tilassa. Yleisenä syynä kuusen taimikoiden epätyydyttävään tilaan oli alhainen lähtötiheys (osa istutettuja kuusikoita), luontainen aukkoisuus ja korjuun aiheuttama aukkoisuus. Roiko-Jokela (1983) havaitsi suurempien taimien vaurioituvan suhteellisesti enemmän, mikä pienentää taimikon keskipituutta.

Frilanderin (1985) tutkimuksen mukaan vaurioituminen pienikokoisen verhopuustonkin korjuussa on samaa suuruusluokkaa. Tervon (1979) saamat alhaiset vaurioprosentit johtunevat siitä, että pienialaisessa taimikossa puutavara voitiin esijuontaa vintturilla ja hevosella kokonaan taimikon reunoille.

3. Vaurioitumisen syyt

Vaurioprosenttia Maukosella (1987) selittivät:

- ajouramäärä pinta-alayksikköä kohti
- hakkuukertymä
- leimikon pinta-ala

Roiko-Jokelan (1983) mukaan myös pakkanen ja lumen määrä vaikuttavat vaurioitumiseen. Viimeksi mainitun tekijän merkitys lienee selvä vain pienikokoisessa taimikossa. Ylispuiden lukumäärän lisäys lisää Roiko-Jokelan mukaan erityisesti kaatovaurioita, kun puita joudutaan kaatamaan ristiin. Raulon (1979) mukaan, kun järeitä verhopuita oli 226 r/ha, taimikkoa vaurioitui 13 % enemmän kuin 130 r/ha verhopuutiheyden tapauksessa. Leimikon pinta-alan vaikutus lienee välillinen. Pienillä ja epämääräisen muotoisilla aloilla voidaan ajouraverkoston suunnittelua laiminlyödä tai se on vaikeampaa ja ajouramäärä suhteessa pinta-alaan lisääntyy.

Taimikon koolla ei Maukosen (1987) mukaan ollut vaikutusta vaurioprosenttiin. Sen sijaan Roiko-Jokelan (1983) mukaan taimikon keskipituuden lisääntyminen lisäsi myös vaurioprosenttia. Yleinen käsitys suurikokoisen taimikon herkemmästä vaurioitumisesta voi osittain perustua siihen, että suurikokoiset vaurioituneet taimet näkyvät helpommin. Oli tilanne kumpi tahansa, on tarpeetonta ylispuiden seisottamista syytä välttää, koska se lisää taimikon aukkoisuutta ja pituuden epätasaisuutta.

Yleisimmät vaurion aiheuttajat olivat kaatuva puu, traktorin pyörä tai tela ja jääminen hakkuutähteiden alle. Eniten vaurioita oli ajourilla ja niiden välittömässä läheisyydessä.

4. Keinot vaurioiden välttämiseen ja taimikoiden kehityskelpoisuuden parantamiseen

Edellä esitettyjen tulosten mukaan vaurioita voidaan vähentää ja taimikoiden tilaa parantaa seuraavin toimenpitein:

- hakkuualojen rajaus (selkeä uudistusalojen muoto ja reunametsän siemennyksen hyväksikäyttö)
- maanmuokkaus ja reunametsän siemennyksen hyväksikäyttö taimikon suuremman lähtötiheyden aikaan saamiseksi

- siemen- ja suojuspuumäärän minimointi metsänhoidollisten näkökohtien sallimissa rajoissa (ei saa johtaa lähtötiheyksien harvenemiseen)
- ajourien hyvä suunnittelu
- uramäärän minimointi (liittyy korjuumenetelmän valintaan)
- korjuumenetelmän valinta (pitkälle ulottuvat kuormaimet tai esijuonto)
- huolellinen työ
- suunnatun kaadon tehokas hyväksikäyttö
- "koukkailun" välttäminen ajossa
- lumen käyttö suojaamaan pieniä taimia
- pakkasajan korjuun välttäminen
- kesäkorjuun välttäminen heikosti kantavilla mailla (kelirikkoajan korjuun välttäminen yleensä)
- taimien "pelastaminen" hakkuutähteiden alta (sopinee ainakin pienialaisiin yksityismetsiin).

Kaiken kaikkiaan männyn luontaisen uudistamisen käyttö siellä, missä riittävä taimiaines on saatavissa, ei näytä tuottavan suuria korjuuteknisiä ongelmia. Sen sijaan kuusen taimikoissa taimikoiden aukkoisuus näyttää ongelmalta jo ennen korjuuta ja korjuu voi ratkaisevasti huonontaa tilannetta. Alle 30-metrin ajouraväliä ei saisi ylipuiden poistossa soveltaa. Ajouraverkosto on muutenkin suunniteltava ammattitaidolla. Muun muassa tarpeettomia liittymiä on vältettävä, koska liittymä aina aiheuttaa verraten suuren aukon. Luontainen uudistaminen on vaativa uudistamistapa, jossa on varauduttava myös täydennysistutuksiin varsinkin kuusitaimikoissa. Vaihtoehtoiseksi täydennyspuuksi soveltunee myös koivu.

KIRJALLISUUTTA

Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhopuuston korjuun kuusentaimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäteknologian pro gradu-työ. Helsingin yliopisto.

Kinnunen, K. & Linninmäki, J. 1977. Metsänuusitamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of Forest Regeneration and Initial Development of Sapling Stands in Northern Karelia. Folia Forestalia 329:1-32.

- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244:1-30.
- Raulo, J. 1977. Ennakkotuloksia järeän koivuverhokuuston käytöstä kuusen ja rauduskoivun viljelyssä. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto. Moniste.
- Rikala, R. & Smolander, H. 1984. Vielä humisee. Metsien uudistamisen ongelmat. Tiede 2000 3:24-27.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikon kunto ylispuiden poiston jälkeen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105:72-82.
- Tervo, L. 1979. Havaintoja verhokuuston kasauksesta. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 29:1-17.
- Thesslund, O. 1975. Tutkimus kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Tutkimusseoste n:o 43/75. 1-59. Tehdaspuu Oy. Moniste.

MH Jari Ala-Ilomäki
Metsäntutkimuslaitos
Metsäteknologian tutkimusosasto
Helsinki

TELAMAASTURIALUSTAINEN MONITOIMIKONE PUUTAVARAN TEOSSA

1. JOHDANTO

Telamaasturi voidaan määritellä tela-alustaiseksi ajoneuvoksi, joka on kooltaan ja massaltaan selvästi varsinaisia telatraktoreita pienempi. Suomessa metsätalousskäytössä olevien telamaastureiden omamassa on 1,7...4,9 tonnia ja leveys 1,3...1,9 metriä. Telamaastureissa vetovoima välitetään kulkualustaan yleisimmin kiinteillä teräsriivoitetuilla kumiteloilla. Telamaastureiden kehittyessä niiden koko ja massa ovat kasvaneet. Viimeisimmässä tyypissä käytetään telipyörien päällä olevia terästeloja, ja sitä voidaan käyttää myös ilman teloja, jolloin on jo makuasia, puhutaanko telamaasturista vai pienestä kuormatraktorista.

Telamaastureiden pääasiallisin käyttöalue metsätaloudessa on puutavaran maastokuljetus. Tämän lisäksi niitä käytetään mm. lannoitteiden levitykseen ja taimien sekä tarvikkeiden kuljetukseen. Viimeisin sovellutus on käyttö monitoimikoneen alustana.

Monitoimikoneet rakennetaan yleensä keskikokoisen tai suuren kuormatraktorin lyhennetyille alustalle, ja niiden massa on tavallisesti 11...17 tonnia ja leveys noin 2,5 metriä. Harvennushakkuiden määrän kasvu ja ojitetujen turvemaiden tulo harvennusvaiheeseen, pyrkimys ympärivuotiseen koneellistettuun puunkorjuuseen sekä toisaalta lisääntynyt huomio puunkorjuun jäävälle puustolle ja maaperälle aiheuttamiin vaurioihin muodostavat kokonaisuuden, johon perinteiset monitoimikoneet soveltuvat huonosti. Nähtävissä on ollut suuntaus pienempiin ja entisiä paremmin harvennuksiin soveltuviin monitoimikoneisiin, josta äärimmäisenä esimerkkinä on telamaasturin käyttö monitoimikoneen alustana.

2. TELAMAASTURI ALUSTAKONEENA

Telamaasturin tärkeimmät ominaisuudet monitoimikoneen alustana ovat pieni koko ja alhainen massa. Alhaisen

massan ja pintapaineiden ansiosta mahdollisuudet välttää maaperä- ja juuristovaurioita sekä toimia ympäri- vuotisesti huonosti kantavilla mailla ovat hyvät. Telamaasturialustaista konetta voidaan käyttää suuremmille koneille soveltumattomilla leimikoilla tai niiden osilla, mikä saattaa helpottaa puunkorjuun suunnittelua.

Pieni koko tekee telamaasturialustaisen koneen erityisen soveltuvaksi harvennushakkuuoloihin. Eräät telamaasturit voidaan nopeasti muuntaa monitoimikoneesta kuormatraktoriksi, jolloin korjuu voidaan tehdä kokonaan telamaasturilla.

Pienestä koosta ja alhaisesta massasta johtuen telamaastureiden stabiliteetti kuormainta käytettäessä on huono. Tämä rajoittaa toisaalta kuormaimen ulottuvuuden yleensä 4...7 metriin ja pakottaa usein käyttämään tukijalkoja kuormaimen käytön aikana. Lyhyt ulottuvuus rajoittaa ajouravälin noin 15 metriin. Ajourat voidaan kuitenkin tehdä kapeammiksi kuin esimerkiksi keskikokoiselle kuormatraktorille, joten kokonaisuutena niiden pinta-ala jää pienemmäksi. Ajourien pituuden lisääntyessä vaurioalttiiden reunapuiden määrä kuitenkin kasvaa.

Telamaastureiden telojen ote kulkualustasta perustuu vielä toistaiseksi teräsripoihin, jotka saattavat vaurioittaa esimerkiksi juurenniskaa enemmän kuin kumi- pyörä. Ripojen lukumäärä telassa on kuitenkin suuri ja pintapaine jakautuu tela-alustaisessa ajoneuvossa melko tasaisesti, joten yksittäisen rivan kohdistama paine jäänee riittävän alhaiseksi.

Telamaasturiperustaisen monitoimikoneen käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi Metsäntutkimuslaitos tutki seuraavaa kahta koneyksikköä:

- Telakarhu 2000 -telamaasturi varustettuna Pika 36 -prosessorilla
- Telakarhu 2000 -telamaasturi varustettuna Pika 36 -prosessorilla ja Pika 37 -kaatopäällä.

3. TELAKARHU 2000 -PERUSTAINEN MONITOIMIKONE PUUTAVARAN TEOSSA

31. Teknisiä tietoja

Telakarhu 2000 (kuva 1) on runko-ohjattava teräsriivoitetuilla kumiteloloilla varustettu maastoajoneuvo. Edessä ja takana on samanlaiset kahden telinä toimivan

teräksisen telapyörän päälle asennetut telat. Telapyörät ovat muovipäällysteiset. Telamaasturissa on hydrostaattinen voimansiirto sekä edessä että takana, ja voimansiirto teloille on järjestetty kärkipyörillä. Monitoimikonekäytössä moottori on yleensä kuusisylin-terinen Kubota 2800 B, jonka suurin teho on 41 kW. Tutkitut koneet oli varustettu RKP 2900 -kuormaimella, jonka ulottuvuus on 7,4 m. Kuormaimen yhteyteen on asennettu tukijalat. Telamaasturi voidaan metsäolosuhteissa helposti varustaa kuormatraktorista monitoimikoneeksi ja päinvastoin.

Pika 36 on kasettityyppinen prosessori, jota on saatavana joko maataloustraktorin kolmipistenostolaitteeseen tai peruskoneen rungolle asennettavana mallina. Käsiteltävät puut syötetään kahdella metallirullalla ja karsitaan kahdella liikkuvalla ja yhdellä kiinteällä karsintaterällä. Syöttönopeus on 2,7 m/s ja suurin karsintaläpimitta 35 cm. Puut katkotaan ketjusahalla, jonka ketjunopeus on 28 m/s ja suurin katkotaläpimitta 36 cm. Prosessorissa on sähköinen pituuden mittaus sekä 10 katkaisukohdan automaattista esivalintaa.

Pika 37 on vapaasti kaatava kaatopää, joka katkaisee puut ketjusahalla. Suurin katkotaläpimitta on 36 cm. Tutkitun koneyksikön massoja ja mittoja on esitetty taulukossa 1.



Kuva 1. Telakarhu 2000 varustettuna Pika 36 -prosessorilla ja Pika 37 -kaatopäällä.

Taulukko 1. Valmistajien ilmoittamia tutkittujen koneiden massoja ja mittoja (*=Vakolan mittaama).

Tunnus	Telakarhu 2000	Pika 36	Pika 37
Massa, kg	4 060*	550	130
etuakselilla, kg	2 800*		
taka-akselilla, kg	1 260*		
Kantavuus, kg	2 500		
Pituus, m	5,43...5,85		
Leveys, m	1,70		
Pienin maavara, m	0,36		

32. Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto kerättiin maalisi-syyskuun välisenä aikana vuonna 1987. Telakarhu 2000 -alustaisen prosessorin ja harvesterin lisäksi kerättiin aineistoa käyttäen harvesteria leimikolla, jossa puut oli kaadettu miestyönä. Jäljempänä koneista käytetään nimityksiä prosessori 1, harvesteri ja prosessori 2. Koneyksiköt olivat ensimmäisiä valmistettuja yksilöitä.

Prosessoria käytti kahden entisen metsurin työryhmä. Puut kaadettiin miestyönä moottorisahalla, ja miehet vuorottelivat kaato- ja prosessointitöissä. Harvesteria käytti urakoitsija, joka oli aikaisemmin ajanut kuormatraktoria.

Seuraanta-aika oli 110 h. Tutkimusaineiston koko oli 502 m³ eli 5884 runkoa, ja se käsitti sekä avo-, harvennus että suojuspuuhakkuuleimikoita. Aineiston rakenne ja määrä on esitetty taulukossa 2.

Harvennushakkuussa ajouraväli prosessorilla oli 25 metriä ja harvesterilla 10...15 metriä. Ajourien leveys oli kolme metriä. Puut ajourien reunavyöhykkeellä kaadettiin ajouralta pois päin ja kuormaimen ulottumattomissa olevat puut ajouralle päin. Puut prosessoitiin pääosin tyvi edellä.

Taulukko 2. Tutkimusaineiston rakenne ja määrä.

Kone	Harvennushakkuu		Avohakkuu		Suojuspuuhakkuu	
	Runkol. kpl	Kertymä m ³	Runkol. kpl	Kertymä m ³	Runkol. kpl	Kertymä m ³
Pros.1	1 123	131	776	82	324	109
Pros.2	792	36				
Harv.	1 872	97	997	48		
Yht.	3 787	264	1 773	130	324	109

33. Alustavia tutkimustuloksia

Tutkimuksessa käytettiin seuraavaa käyttöaikajaotetta, jonka mukainen käyttöajan jakautuminen on esitetty taulukossa 3.

- Siirtyminen: siirtymisaika työpisteeltä toiselle.
- Valmistelu 1: ajankäyttö valmistauduttaessa prosessointiin, mm. tukijalkojen lasku.
- Hakkuutähteiden järjestely ennen seuraavan puun ottoa.
- Kouran tai kaatopään vienti puulle ja tarttuminen.
- Asettelu ja katkaisu: kaatopään asetteluun puun tyvälle ja puun katkaisuun kuluva aika (vain harvesteri).
- Puun vienti prosessorille ja asettelu.
- Puun karsinta ja katkenta.
- Pölkkyjen järjestely prosessoinnin jälkeen.
- Valmistelu 2: ajankäyttö seuraavalle työpisteelle siirtymisen valmisteluun, mm. tukijalkojen nosto.
- Keskeytykset.

Taulukko 3. Käyttöajan jakautuminen (ei sisällä yli 15 min keskeytyksiä).

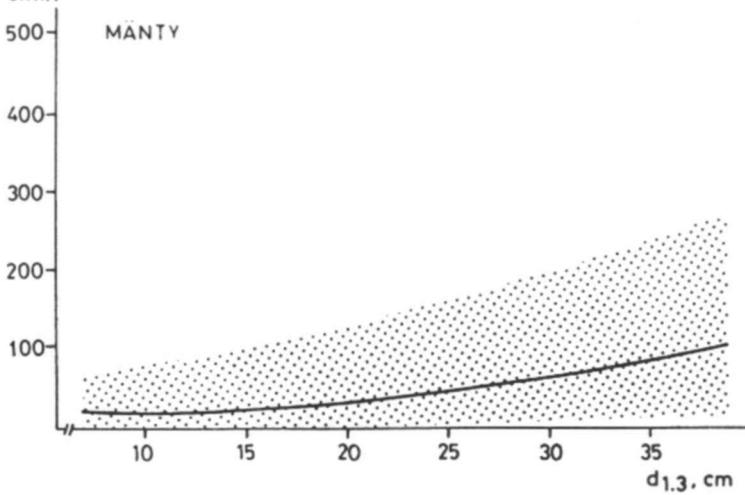
Työvaihe	Osuus käyttöajasta, %		
	Proessori1	Proessori2	Harvesteri
Siirtyminen	14,3	12,3	14,8
Valmistelu 1	2,0	0,5	0,3
Hakkuutäht. järj.	9,2	0,9	1,5
Kour.vienti ja tarttuminen	18,8	26,1	20,8
Asettelu ja katk.	-	-	11,2
Vienti pros. ja asettelu	22,3	21,2	19,3
Karsinta ja katk.	24,7	26,7	23,5
Pölkkyjen järj.	1,4	2,6	0,1
Valmistelu 2	1,0	1,0	0,5
Keskeytykset	6,3	8,7	8,0
Yhteensä	100,0	100,0	100,0

Karsinnan ja katkonnan tehoajanmenekki/runko koko aineiston perusteella laskettuna on esitetty kuvassa 2. Runkokohtainen ajanmenekki männyllä lisääntyi melko hitaasti rinnankorkeusläpimitan kasvaessa. Kuusella ajanmenekin kasvu lisääntyi selvästi rinnankorkeusläpimitaltaan yli 20...25 cm ja koivulla yli 15...20 cm puilla.

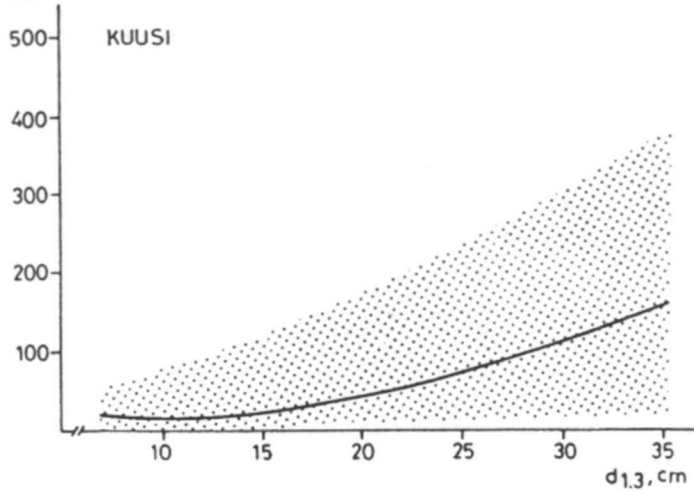
Lyhyet (alle 15 min) keskeytykset on esitetty taulukossa 4. Tutkitut koneet olivat ensimmäisiä monitoimiyksiköillä varustettuja yksilöitä ja niissä esiintyikin alussa melko paljon monitoimilaitteiden ja niihin liittyvien osakokonaisuuksien säätö- ja uusimistarvetta. Prossoriyksiköstä aiheutuneet keskeytykset edustivat prosessoreilla noin viidennestä ja harvesterilla kymmenesosaa keskeytysten kokonaismäärästä. Valtaosa näistä oli katkaisusahan ketjun tai laipan uusimisia. Harvesterin kaatopää aiheutti peräti 48% keskeytyksistä. Nämä olivat pääosin katkaisusahan ketjun ja laipan uusimisia, mutta myös sahan palautuksessa kaadon jälkeen oli häiriöitä.

Peruskoneen ja hydrauliiikan osuus keskeytyksistä oli pieni. Prossorin hydrauliiöljy pyrki kesän alussa ylikuumentamaan. Harvesterin ja prosessori 2:n kuljettajan suurempi kokeneisuus metsäkonetyössä näkyy työn suunnittelusta aiheutuneiden keskeytysten vähäisyytenä.

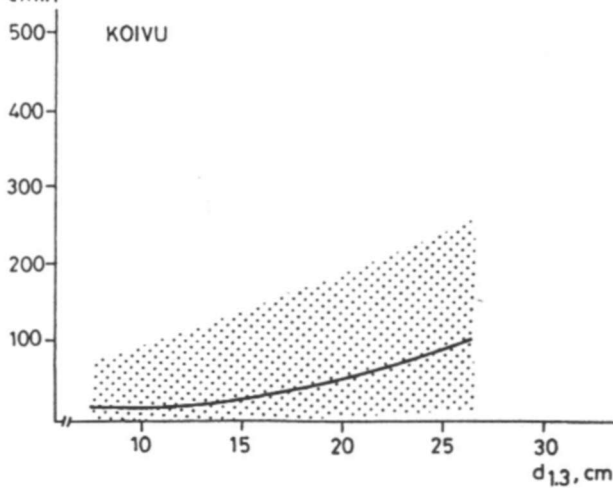
Ajanmenekki/runko
cmin



Ajanmenekki/runko
cmin



Ajanmenekki/runko
cmin



Kuva 2. Karsinnan ja katkonnin tehoajanmenekki/runko (havaintojen esiintymisalue varjostettu).

Taulukko 4. Lyhyiden keskeytysten (alle 15 min) jaottelu.

Keskeytyksen syy	Osuus keskeytyksistä, %		
	Proessori1	Proessori2	Harvesteri
Tutkimussyy	3,8	2,3	11,5
Kuljettajan henk. koht. syy	13,7	43,1	27,6
Työn suunnittelu	38,2	7,6	0,9
Hydrauliikka	8,4	0,0	0,0
Proessoriosia	21,1	20,5	10,0
Kaatopää	-	-	48,8
Kuormain	7,6	26,6	0,0
Peruskone	3,9	0,0	1,2
Huolto	3,0	0,0	0,0
Yhteensä	100,0	100,0	100,0

Yli 15 min keskeytysten yleisimmät syyt olivat kuljettajan henkilökohtainen syy, prosessoriosia, työn suunnittelu, kaatopää ja huolto. Tutkimuksen kestäessä molempiin koneisiin vaihdettiin vahvempi runkonivel, uusittiin kuormaimen jatke valmistusvian johdosta, vaihdettiin hydrauliiikan venttiililohko toisenmalliseen ja asennettiin hydraulioöljyn jäähdytin. Harvesteriin vaihdettiin lisäksi telamatot.

Muutosten jälkeen koneiden tekninen toimivuus oli hyvä. Pienen metsäkoneen varustaminen monitoimikonekäyttöön ja erityisesti harvesteriksi asettaa kuitenkin suuria vaatimuksia koneen rakenteelle ja komponenttien yhteensopivuudelle, joten koneen huolellinen suunnittelu on tärkeää.

Keskimääräinen tuottavuus leimikkotyypeittäin oli prosessori 1:llä 5,9...10,2 m³/h, harvesterilla 3,7...4,6 m³/h ja prosessori 2:lla oli 3,9 m³/h. Koneiden tuottavuudet hakkuutavoittain on esitetty taulukossa 5. Tuottavuuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon erot leimikoiden ominaisuuksissa.

Taulukko 5. Keskimääräinen poistettavan rungon koko ja tutkittujen koneiden tuottavuus (tehoajan mukaan laskettuna) hakkuutavoittain.

Kone	Hakkuutapa					
	Harvennus		Avo		Suojuspuu	
	Rungon koko, m ³	Tuotta- vuus, m ³ /h	Rungon koko, m ³	Tuotta- vuus, m ³ /h	Rungon koko, m ³	Tuotta- vuus, m ³ /h
Pros.1	0,117	5,9	0,105	6,4	0,335	10,2
Pros.2	0,045	3,9				
Harv.	0,052	3,7	0,048	4,6		

4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Pienkoneiden käytön tavoitteena on yleensä pieni korjuuvaurioiden määrä. Korjuukustannukset ovat yleensä kuitenkin suuremmat kuin tavanomaista korjuukalustoa käytettäessä. Kyse on siis investoinnista, jossa puuston suuremmasta kasvusta ja puutavaran paremmasta laadusta saatavan tulon sekä metsän terveydentilan ja esteettisten arvojen osalta mahdollisesti saavutettavien etujen tulisi kattaa korjuukustannustannusten kasvu.

Alustavien tutkimustulosten perusteella telamaasturiperustainen monitoimikone voi sinänsä olla toimiva ratkaisu puutavaran teossa. Puunkorjuu voidaan suorittaa vähäisin juuristo- ja maaperävaurioiden, varsinkin jos myös maastokuljetus tehdään telamaasturilla. Kysymys onkin pitkälti suhteellisesti edullisimpien käyttöolojen, soveliaiden työmenetelmien ja taksaperusteiden löytämisestä.

Suhteellisesti edullisimmillaan telamaasturiperustainen monitoimikone on huonosti kantavilla harvennusleimikoilla, joilla puunkorjuu normaalilla pyöräalustalle rakennetulla monitoimikoneella maaperää ja juuristoa

kohtuuttomasti vaurioittamatta on sulan maan aikana vaikeaa. Konetyypin käyttö tulisikin keskittää tällaisiin olosuhteisiin, sillä kantavien maiden puunkorjuuseen on olemassa tuottavuudeltaan suurempiakin koneita.

MH Olli Eeronheimo
 Metsäntutkimuslaitos
 Metsäteknologian tutkimusosasto
 Helsinki

PUUNKORJUU SUOMESSA JA YHDYSVALLOISSA

1. JOHDANTO

Yhdysvaltain pinta-ala ilman Alaskaa ja Havaijia on Suomeen verrattuna 27-kertainen, 9,2 miljoonaa neliökilometriä. Maassa asuu 230 miljoonaa ihmistä.

Suomi ja Yhdysvallat solmivat tieteellis-teknistä yhteistyötä koskevan runkosopimuksen syksyllä 1985. Yhteistyön tarkoituksena on kumpaakin osapuolta kiinnostavien tieteellisten ja teknologisten kysymysten tutkiminen luomalla tilaisuuksia ajatusten, tietojen, taitojen ja teknisten valmiuksien vaihtamiseen ja yhteisen tieteellisen tutkimustyön suorittamiseen.

Ensimmäisenä metsäalan yhteistyökohteena saatettiin vuonna 1987 loppuun puunkorjuualan hanke, jonka tavoitteena oli tuottaa tietoa Yhdysvaltain metsätaloudesta, puunkorjuusta sekä puunkorjuun tutkimuksesta. Hankkeen toteutti Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosasto, ja sen rahoittivat Metsäntutkimuslaitos sekä kauppa- ja teollisuusministeriö yhdessä. Tässä artikkelissa esitellään perustietoja Yhdysvaltain metsätaloudesta ja puunkorjuusta sekä etsitään eroja ja yhtäläisyyksiä suomalaiseseen käytäntöön.

2. METSÄTALOUDEN MERKITYS

Yhdysvaltain pinta-alasta on 30 % metsää. Puuntuotannollisessa käytössä olevan metsämaan ala on 195 miljoonaa hehtaaria, kun vastaava luku Suomessa on kymmenesosa tästä, 20 milj. ha. Asukasta kohden metsämaata on Yhdysvalloissa 1,3 ja Suomessa 4,1 hehtaaria.

Puutuotannossa oleva metsämaa jakautuu omistajaryhmiin seuraavan asetelman mukaisesti:

	USA	Suomi
	Osuus, %	
Liittovaltio	20	24
Osavaltiot ja julkisyhteisöt	8	4
Metsäteollisuus	14	9
Muu teollisuus ja järjestöt	9	9
Yksityiset	49	63
-----	-----	-----
Yhteensä	100	100

Puuta Yhdysvaltain metsissä on kaikkiaan 20,1 miljardia kuutiometriä (103 m³/ha, 88 m³/asukas). Vastaavat luvut Suomessa ovat 1,7 mrd m³, 81 m³/ha ja 332 m³/asukas. Puuston₃ vuotuinen nettokasvu on molemmissa maissa noin 4 m³/ha.

Vuonna 1985 Yhdysvalloissa tuotettiin puuta teollisiin tarkoituksiin 347 miljoonaa kuutiometriä. Raakapuun vienti oli 21 ja tuonti 2 milj. m³. Suomen metsäteollisuus puolestaan käytti vuonna 1986 puuta 53 miljoonaa kuutiometriä, josta tuontipuun osuus oli 9 %.

Kansantaloudellisesti katsottuna metsäteollisuuden merkitys on Suomessa selvästi tärkeämpi kuin USA:ssa. Metsäteollisuuden osuus on meillä lähes viidennes teollisuustuotannon jalostusarvosta ja Yhdysvalloissa noin 8 %. Yhdysvalloissa metsäteollisuustuotteiden vienti on tuotantomääriin nähden vähäistä, kun taas Suomen vientituloista joka kolmas marka tulee metsäteollisuustuotteista.

3. PUUNKORJUUN ORGANISOINTI

Suomessa metsäteollisuus hankkii suurimman osan tarvitsemastaan puusta pystykaupoilla yksityismetsistä tai omista metsistään. Leimikon suunnittelussa yksityinen metsänomistaja saa apua paikallisesta metsänhoitoyhdistyksestä, mutta varsinaisen korjuusuunnitelman laatii useimmiten metsäteollisuuden edustaja.

Hakkuissa metsäyhtiöt käyttävät pääasiassa vakinaisessa työsuhteessa olevia metsureita. Koneellinen hakkuu ja lähikuljetus teetetään yksityisillä koneurakoitsijoilla, joista useimmat ovat solmineet yksi- tai kolmivuotisen tavoiteansiosopimuksen metsäyhtiön kanssa. Sopimuksessa yhtiö sitoutuu tarjoamaan urakoitsijalle työtilaisuuksia, jotka takaavat urakoitsijalle tietyn kokonaisansion sopimuskauden aikana.

Puutavaran kaukokuljetuksessa yksityiset kuorma-autoilijat ovat avainasemassa. Tehtaiden vastaanottamasta puusta kaksi kolmasosaa tulee perille kuorma-autoilla. Vesitse tai rautateitse tapahtuvaan kuljetukseenkin liittyy yleensä maantiekuljetusvaihe.

Yhdysvalloissa liittovaltio, osavaltiot, metsäteollisuusyritykset ja muut suuromistajat määräävät hakkuualueen rajat, tekevät selvityksen puumääristä ja suunnittelevat tarvittavan tiestön. He voivat myös vaatia käytettäväksi tiettyjä hakkuutapoja sekä tietynlaista kalustoa. Leimikko tarjotaan myytäväksi, ja korkeimman tarjouksen esittäjä saa alueelle hakkuuoikeuden, joka on voimassa 2...5 vuotta. Yksityisiä metsänomistajia neuvotaan käyttämään puun myyntiin erikoistuneiden konsulttien palveluksia. Palkkio on 10...20 % kanto-hinnasta.

Sekä metsäteollisuus että metsähallitus antavat suomalaisesta käytännöstä poiketen hakkuutyön yhden urakoitsijan suoritettavaksi. Urakoitsija voi myös ostaa leimikon itse, organisoida korjuun ja markkinoida puun edelleen tuotantolaitoksille. Tyypillistä on, että sama urakoitsija huolehtii sekä tienrakennuksesta että korjuun kaikista osavaiheista kannolta tehtaalle. Hän käyttää usein pieniä urakoitsijoita aliurakoitsijoina.

Työ on usein kausiluontoista. Koneiden vuotuisen käyttöajan arvioidaan yleensä olevan 1200...1300 tuntia, kun vastaava luku Suomessa on metsäkoneiden osalta 2400 h/a. Sateiden tai lumen aiheuttama kelirikko on yleisin syy pitkäaikaisiin taukoihin puunkorjuussa.

4. KORJUULOLOT

Maasto

Maasto-olot vaihtelevat Yhdysvaltain eri osissa ja jopa yksittäisten osavaltioiden sisällä suuresti. Vaikeimpia alueita puunkorjuun kannalta ovat vuoristot. Appalakkien vuoristo Yhdysvaltain itäosissa sekä erityisesti länsiosien Kaskadi- ja Kalliovuoret jyrkkine rinteineen asettavat suuria vaatimuksia korjuun suunnittelulle sekä teknisessä että ympäristönsuojelullisessa mielessä. Puiden poistaminen ja koneiden aiheuttamat maaperävauriot lisäävät eroosioriskiä. Avohakkuualueet näkyvät vuoristossa selvemmin ja kauemmaksi kuin tasamaalla.

Jääkausi käsitteli Pohjois-Amerikan pohjoisosia samaan tapaan kuin Pohjois-Eurooppaakin. Tästä syystä Koillisvaltioiden ja Suurten järvien alueen vaihteleva metsämaasto mäkineen, harjuineen ja kivineen muistuttaa suomalaista pinnanmuodostusta.

Etelävaltioiden metsät ovat pääasiassa tasaisia ja kivettömiä hiekkamaita. Veden vaivaamien hiesu- ja silttimaiden huono kantavuus aiheuttaa usein ongelmia. Runsaat sateet voivat ajoittain vaikeuttaa puunkorjuuta myös paremmin vettä läpäisevillä mailla.

Hakkutavat

Avohakkuu on yleisin hakkuutapa. Esimerkiksi metsähallituksen työmaista 75 % on avohakkuutyömaita ja 25 % työmaita, joilla jätetään muutamia satoja runkoja hehtaarille siemen- tai suojuspuiksi. Koska metsiä ei yleensä ole harvennettu, ne ovat usein erittäin tiheitä ja puustoltaan epätasaisia.

Työmaat ovat Yhdysvalloissa huomattavasti suurempia kuin Suomessa. Valtion metsissä suurin sallittu avohakkuualueen koko on 15...40 ha, eikä työmaiden keskikoko noista hoitoalueittaisista maksimiarvoista paljon poikkea. Metsäteollisuuden omistamissa metsissä voidaan samalla työmaalla työskennellä useita kuukausia. Yksityismetsissäkin yli 10 hehtaarin hakkuuala on tyyppillinen. Suomessa avohakkuualueet ovat metsälöiden pienestä koosta johtuen keskimäärin alle kahden hehtaarin laajuisia.

Kertymät avohakkuualoilla ovat yleensä 170...225 m³/ha, mutta Appalakkien lehtimetsistä voidaan poikkeuksellisesti saada jopa 700 m³/ha ja länsirannikon vuoristometsistä peräti 1200 m³/ha. Suomessa hakkuukertymä on avohakkuissa yleensä 90...200 m³/ha ja harvennuksissa 30...120 m³/ha.

Harvennuksia tehdään vain sellaisilla mäntyviljelmillä, joilla pyritään tuottamaan sahapuuta. Etelävaltioissa tällaiset viljelmät harvennetaan noin 12₃ vuoden iässä. Tyypillinen hakkuukertymä on 40...50 m³/ha. Ennen noin 35 vuoden iässä tapahtuvaa päätehakkuuta viljelmät voidaan harventaa vielä 2 tai 3 kertaa. Sekä riviharvennukset että rivi- ja alaharvennusten yhdistelmät ovat yleisiä. Pääosa esimerkiksi Etelävaltioiden viljelmistä tähtää kuitenkin kuitupuun tuotantoon noin 22 vuoden kiertoajalla, jolloin harvennuksia ei tehdä.

Puuston kasvattaminen eri-ikäisenä on tyypillistä pohjoisen puuntuotantoalueen lehtimetsissä erityisesti silloin, kun valtapuuna on varjostusta hyvin kestävä sokerivaahtera. Hakkuissa poistetaan tällöin suurimmat, tietyn läpimittarajan ylittävät puut, mutta samalla harvennetaan myös kaikkien muiden läpimittaluokkien puita halutun, optimaalisen läpimittaluokajakauden ja puulajikoostumuksen säilyttämiseksi.

Valtamenetelmänä olevan avohakkuun ohella pohjoisen havumetsissä käytetään määrämittaharsintaa. Noin 30 vuoden välein metsästä haetaan suurimmat puut. Ajourat, joiden leveys on 4...6 metriä, sijoitetaan 20 metrin välein. Kertymä on yleensä noin 150 m³/ha.

Puutavaralajit

Kaupallisesti tärkeitä puulajeja on Yhdysvalloissa pitkälti toista sataa. Kaupallisia nimiä sahatavaralle on vain noin 40, sillä esimerkiksi 30 tärkeintä tammilajia on ryhmitelty kolmen kaupallisen nimen alle.

Tukkipuu toimitetaan tuotantolaitoksille yleensä pölkkyinä, joiden pituus voi vaihdella 250 cm:n sorvipöleleistä 20 metrin pituisiin rungonosiin. Jotkut sahat ja vaneritehtaat ottavat puut vastaan kokorunkoina. Tukkien minimiläpimitat vaihtelevat tuotantolaitoksittain ja puulajeittain, mutta 25 cm vaikuttaa melko yleiseltä.

Kuitupuu tulee tehtaille runkoina, pölkkyinä tai hakkeena. Pyöreän kuitupuun minimilatvaläpimita on 8...10 cm. Monissa tapauksissa tehtaat on alunperin suunniteltu lyhyttä, 1,2 tai 2,4 metristä kuitupuuta käyttäviksi. Runkojen vastaanottoon siirrytään parin kolmen tehtaan vuosivauhdilla.

Jalostukseen menevä metsähake valmistetaan karsimattomasta tai karsitusta puusta. Erityisesti Etelävaltioissa kehitellään myös mäntyjen kuorimista ketjukuorimakoneilla ennen haketusta.

Suurilla metsäteollisuusyrityksillä on usein puutavaraterminaaleja, joihin puu tulee runkoina. Rungot katkotaan joko kuoripäällisinä tai kuorittuina, kuorittu kuitupuu mahdollisesti haketetaan ja puutavara-lajit toimitetaan edelleen tuotantolaitoksille. Koulutettua työvoimaa käyttäen rungot voidaan jakaa tavara-lajeihin jatkojalostuksen kannalta edullisemmin kuin metsässä. Terminaalit toimivat myös erikoispuutavara-lajien keräilyasemina. Koska tuotantolaitokset sijaitsevat usein kaupunkien keskustoissa, missä maa on kallista, maaseututermiinaaleja käytetään myös varastoalueina.

Työvoima

Koneellistuminen on viime vuosikymmenen aikana ollut nopeata. Tämä johtuu suurelta osin vaikeuksista saada työvoimaa moottorisahalla suoritettavaan hakkuutyöhön. Koneiden käytön lisääntymisen myötä puunkorjuun parissa työskentelevien ammattimiesten sosiaalinen arvostus on kasvanut erityisesti koneenkuljettajien osalta.

Metsäalan ammattillista koulutusta ei ole järjestetty. Uusilla koneenkuljettajilla onkin aina edessään ainakin kuusi kuukautta kestävä harjoitteluvaihe, jonka aikana työn tuottavuus jää melko alhaiseksi. Länsirannikon osavaltioissa työnantajan on osavaltioiden lakien mukaan järjestettävä uusille metsätyöntekijöilleen lyhyt peruskoulutus.

Palkkaus sovitaan työnantajan ja työntekijän kesken. Aika- ja urakkapalkka sekä näiden yhdistelmät ovat kaikki yleisesti käytössä. Yritysten ja urakoitsijoiden maksamat tuntipalkat vaihtelevat välillä 5...13 USD/h tehtävien vaatimustason mukaan. Vuonna 1986 metsätyöntekijöiden keskipalkka oli 8,98 USD/h. Suo-

messa metsureiden keskimääräinen päiväansio oli 260 mk vuonna 1985 (Metsätilastollinen... 1987). Koneenkuljettajien palkat olivat samana vuonna 30...40 mk/h.

Sosiaalikulannukset vaihtelevat osavaltioittain. Tärkein komponentti on sosiaalivakuutus, joka on metsätaloudellisesti merkittävässä osavaltioissa 17...51 % palkkakustannuksista.

Kustannukset

Kantohintataso on Yhdysvalloissa huomattavasti alhaisempi kuin Suomessa. Lehtikuitupuun tyypillinen kantohinta on 1...4 USD/m³. Havukuidusta maksetaan puolestaan 2...6 USD/m³. Lehtipuutukkien kantohinta on 18...26 USD/m³ ja havutukkien 25...30 USD/m³. Erikoistuotteista voidaan maksaa korkeitakin hintoja, jopa yli 100 USD/m³. Kantohinnat vaihtelevat markkina-tilanteen mukaan nopeasti ja voimakkaasti.

Tuotantolaitoksilla on usein kiinteät hinnat ostettaville puutavaralajeille. Maksuperusteena on sahoilla ja vaneritehtailla yleensä puuerän tilavuus tai tuorepaino. Levy- ja massateollisuudessa maksu määräytyy tuorepainon perusteella. Puusta tehtaalla saatavalla hinnalla urakoitsija kattaa kantohinnan sekä korjuuja kaukokuljetuskustannukset. Urakoitsijan liikevoitto riippuu siten ratkaisevasti esim. korjuuolosuhteista ja kuljetusmatkasta. Joillakin tehtailla on käytössä kuljetusmatkan perusteella porrastettu hintajärjestelmä kaukokuljetuskustannusten tasaamiseksi.

Korjuu- ja kaukokuljetuskustannusten määrittäminen on ongelmallista, koska puunkorjuusta vastaavat urakoitsijat haluavat pitää kustannuksensa omana tietonaan. Sellaiset yritykset, jotka huolehtivat itse puunkorjuustaan, arvioivat korjuu- ja kaukokuljetuskustannusten olevan välillä 8...13 USD/m³. Suomalaisiin korjuukustannuksiin verrattuna alhaiseen kustannustasoon päästään, koska työmaat ovat yleensä suuria avohakkuita, joista puuta saadaan pinta-alaan nähden paljon, ja koska kaadon koneellistamisaste on koneiden edullisten hintojen ansiosta korkea. Runkojen ja pölkköjen keskimääräinen tilavuus on myös huomattavasti suurempi kuin Suomessa, koska puusto on järeätä ja läpimitta-vaatimukset ovat erilaiset.

Heikkerön (1986) mukaan Etelävaltioissa tehdashinta oli vuonna 1985 havutukeilla 45 ja lehtikuidulla sekä havuhakkeella 26 USD/m³. Taulukossa 1 on esitetty esimerkki sahatukin ja kuitupuun tehdashinnan rakenteesta Etelävaltioissa vuonna 1982 (Heikkerö 1986).

Suomessa tukkien keskimääräinen tehdashinta oli vuonna 1986 noin 290 mk/m³. Tehdashinnasta kantohinnan osuus oli 65, korjuun 15, kaukokuljetuksen 12 ja yleiskustannusten 8 %. Kuitupuun tehdashinnasta, 230 mk/m³, vastaavat osuudet olivat 17, 34, 20 ja 9 % (Pölkki 1986).

Taulukko 1. Esimerkki sahatukin ja kuitupuun tehdashinnan rakenteesta Etelävaltioissa vuonna 1982 (Heikkerö 1986).

Kustannustekijä	Osuus tehdashinnasta, %	
	Tukki	Kuitu
Kantohinta	55	31
Korjuu	19	35
Kuljetus	11	21
Tiet	2	4
Välittäjä	10	4
Yleiskustannukset	3	5
Tehdashinta (USD)	100 (42)	100 (22)

5. KORJUUMENETELMÄT

Korjuumenetelmät jaetaan yleensä tavaralaji-, runko- ja puumenetelmiin sen perusteella missä muodossa puu on lähikuljetusvaiheen aikana. Suomessa valtaosa puusta karsitaan ja katkotaan tavaralajeiksi palstalla joko miestyönä tai koneellisesti. Meillä käytössä olevat hake- ja osapuumenetelmätkin, joissa puut kuljetetaan välivarastolle karsimattomina, ovat luonteeltaan tavaralajimenetelmiä, koska runkojen jako tavaralajeihin tapahtuu ennen lähikuljetusta.

Yhdysvalloissa puumenetelmän sovellutuksia on runsaasti. Havumetsien avohakkuissa yleisimmän korjuuketjun työvaiheet ovat koneellinen kaato, kokopuiden laahusjuonto ja runkojen koneellinen karsinta välivarastolla. Tarvittaessa puut katkotaan välivarastolla miestyönä tai puutavara-autojen kuormauksen yhteydessä hydraulisella katkontakoneella. Etelävaltioiden mäntylviljelmillä puut karsitaan työntämällä ne laahustraktorin avulla latva edellä karsintakehikon läpi. Harvennuksissa samoin kuin pienipuustoisten lehtimetsien avohakkuissa puut usein haketetaan välivarastolla.

Useimmat kaatokoneet leikkaavat puun irti, mutta tukkivaltaisissa metsissä suositaan myös pyörösahalla varustettuja kaatopäitä. Kaatokoneista yleisimpiä ovat nelipyöräiset runko-ohjatut koneet. Jyrkillä rinteillä käytetään tela-alustaisia koneita, joista uusimmissa on automaattisesti vaakatasossa pysyvä ohjaamo. Pientraktorialustaiset ja kolmipyöräiset kaatokoneet soveltuvat puolestaan harvennuksiin.

Lähikuljetuskalustona ovat useimmiten kourajuontotraktorit. Kun kuljetusmatka on pitkä, voidaan puut tuoda tien varteen puristuspankkotraktorilla tai kuormaakantavalla kaato-kuljetuskoneella.

Karsintakoneet ovat tela- tai pyöräalustaisia koneita, joissa ohjaamo, moottori ja puomisto on sijoitettu kaivinkoneiden tapaan kääntökehälle (kuva 1). Samantapainen rakenne on myös erilliskuormaimissa, joilla puutavara useimmiten lastataan kuorma-autoihin. Kuormaimista suurin osa on kuitenkin puoliperävaunualustaisia.



Kuva 1. Karsinta välivarastolla vaatii paljon tilaa.

Runkojuontomenetelmässä miestyönä kaadetut ja karsitut rungot tuodaan välivarastolle vaijerijuontotraktorilla. Menetelmä soveltuu erityisesti järeiden lehtipuumetsiköiden avohakkuisiin, mutta pienet urakoitsijat käyttävät sitä lähes kaikissa korjuukohteissa. Koska juontotaakka voidaan välillä laskea maahan ja traktorin siirtämisen jälkeen vetää jälleen takaisin, runkojuonto sopii myös vaikeisiin maasto-oloihin. Pitkillä kuljetusmatkoilla puristuspankkotraktori suoriutuu lähikuljetuksesta vaijerijuontotraktoria paremmin. Kaukokuljetuskaluston niin vaatiessa puut voidaan katkoa tavaralajeiksi välivarastolla mies- tai konetyönä.

Kuormatraktorikuljetukseen perustuvaa tavaralajimenetelmää käytetään lähinnä Järvialueen ja Etelävaltioiden harvennushakkuissa. Hakkuu tehdään pääasiassa miestyönä, mutta eräät urakoitsijat ovat hankkineet pohjoismaisia prosessoreita ja harvestereita. Kuormatraktorikalusto on lähes yksinomaan amerikkalaista. Tyypillinen kuormatraktori on nelipyöräinen, runko-ohjattu kone, jonka kuormaimen ulottuvuus on alle viisi metriä ja jonka kantavuus on alle 6,5 tonnia. Etelävaltioiden helpoissa maasto-oloissa lyhyttä kuitupuuta voidaan sateettomana aikana kuljettaa kuorma-autolla kannolta tehtaalle.

Kun rinteen jyrkkyys ylittää 35 % turvaudutaan lähikuljetuksessa köysiratoihin. Köysiratojen avulla voidaan kuljettaa myös karsimattomia puita ja runkoja, mutta yleensä rungot jaetaan hakkuuvaiheessa puutavaralajeja vastaaviin rungonosiin, joiden pituus on 10...20 m.

Tavaralajimenetelmällä tehtävissä hakkuissa työn tuottavuus hakkuun ja lähikuljetuksen osalta on harvennuk-
sissa $0,88...1,13 \text{ m}^3$ miestyötunnissa ja avohakkuissa $1,38...1,88 \text{ m}^3$ miestyötunnissa. Suomessa vastaavat luvut ovat $1,07...1,32$ ja $1,80...2,35 \text{ m}^3/\text{h}$. Prosessoreita ja harvestereita käytettäessä suomalaisten korjuuketjujen tuottavuus avohakkuissa on $5...15 \text{ m}^3$ miestyötunnissa.

Vaijerijuontotraktoreiden käyttöön perustuvissa runkomenetelmissä työn tuottavuus on $2...4$ ja koneelliste-
tuissa puumenetelmissä $6...20 \text{ m}^3$ miestyötunnissa.

Konekalusto on USA:ssa järeää ja ergonomialtaan vaatimattomalla tasolla. Koneiden hinnat sen sijaan ovat suurten valmistussarjojen ja alhaisen varustelutason ansiosta alhaiset.

6. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ

Tavaralajimenetelmää on kehitetty Pohjoismaissa kauan ja tuloksekkaasti, ja se soveltuu Suomen olosuhteisiin erinomaisesti. Pitkäulotteisella kuormaimella varustetun keskikokoisen metsätraktorin käyttöön perustuvat korjuuketjut tulevat olemaan valta-asemassa vielä pitkään. Koneellinen hakkuu yleistyy avohakkuissa ja kasvatusmetsien harvennuksissa, mutta ensiharvennuksissa metsurit tulevat olemaan jatkossakin avainasemassa.

Osapuumenetelmät, joissa puiden karsinnasta metsässä luovutaan kokonaan tai osittain, tulevat varmasti lisääntymään sitä mukaa kun tehtaiden valmius ottaa vastaan karsimatonta puuta ja metsähaketta kohoaa.

Yhdysvalloissa korjuumenetelmät ja kalusto kehittyvät huomattavasti hitaammin kuin Euroopassa. Kourajuontotraktoreiden osuus lähikuljetuskalustosta lisääntyy, ja kaatokoneet yleistyvät. Puomiston päässä oleva kaatopää valtaa markkinaosuuksia perinteisiltä kaatolaitteilta erityisesti vuoristossa ja epätasaisessa maastossa. Vuoristometsien puunkorjuussa yleissuuntaus on kohti pieniä ja helposti liikuteltavia köysiratayksiköitä.

Kiinnostus pohjoismaisia korjuumenetelmiä kohtaan on suuri, mutta koneiden korkeat hinnat ovat ainakin tähän asti olleet urakoitsijoiden ulottumattomissa. Järvalueella ja Etelävaltioissa lisääntyvät harvenushakkuut ja kehittyvä metsäteollisuus saattavat kuitenkin innostaa urakoitsijoita hankkimaan ympärivuotiseen työskentelyyn sopivaa kalustoa.

KIRJALLISUUTTA

Eeronheimo, Olli. 1987. Puunkorjuu Yhdysvalloissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 277. Helsinki.

Heikkerö, Topi. 1986. Puukustannusten osuus tuotantokustannuksista ja tuotteiden hinnoista. Julkaisussa: Sellu- ja paperiteollisuus kehittykö kehittykö puuhuolto? Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus. Moniste.

Pölkki, Voitto. 1986. Puuraaka-aineen tehdashinnan osatekijät. Julkaisussa: Sellu- ja paperiteollisuus kehittykö - kehittykö puuhuolto? Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus. Moniste.

FK Kaija Kanninen
 Metsäntutkimuslaitos
 Metsäteknologian tutkimusosasto
 Helsinki

METSÄKONEURAKOITSIJAN HENKILÖKUVA

1. JOHDANTO

Meillä jokaisella on oma käsityksemme siitä, millainen suomalainen mesäkoneurakoitsija on. Joidenkin mielestä urakoitsijat ovat itseoppineita entisiä koneenkuljettajia, jotka sisukkaasti kuukaudesta toiseen urastavat yömyöhään velkataakan alla. Toisten urakoitsijakuvaa vastaa paremmin vakavarainen johtaja, joka kerran viikossa käy Mersullaan leimikolla katsomassa kuljettajiensa työskentelyä. Ilman tutkimukseen pohjautuvaa täsmällistä tietoa on vaikea arvioida, miten totuudenmukaisia nämä mielikuvamme ovat.

Tämän esitelmän tarkoituksena onkin kuvata, millainen suomalainen metsäkoneurakoitsija todella on: mistä hän on lähtöisin, miten koulutettu, millaisissa olosuhteissa hän elää, miten voi ja millainen hän on luonteenpiirteiltään.

2. MIHIN TULOKSET PERUSTUVAT

Tutkimukseen, joka on käynnissä Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla, valittiin systemaattisesti 86 urakoitsijaa kaikista Koneurakoitsijaliitto ry:n 1785 jäsenestä. Tutkimus suoritettiin henkilökohtaisena haastatteluna, johon suostui 74 urakoitsijaa. Vertailuryhmänä ovat metsäkoneurakoitsijoinen koneenkuljettajat, joita tutkimukseen osallistui 52.

3. METSÄKONEURAKOITSIJAN TAUSTATIEDOT

31. Sosiaalinen tausta

Metsäkoneurakoitsijoista 82,6 % oli lähtöisin metsä- ja maataloutta harjoittavista perheistä. Yrittäjinä oli urakoitsijoiden vanhemmista toiminut vain kolme.

32. Ikä

Kuten taulukosta 1 havaitaan, lähes 80 % urakoitsijoista oli 30-50-vuotiaita. Otoksessa ei ollut mukana lainkaan alle 20- eikä yli 60-vuotiaita.

Taulukko 1. Urakoitsijoiden ikäjakauma.

Ikä, a	Urakoitsijoita	
	Lukumäärä	Osuus, %
alle 20	0	0,0
20 - 29	6	8,1
30 - 39	31	41,9
40 - 49	27	36,5
50 - 59	10	13,5
yli 60	0	0,0
Yhteensä	74	100,0

33. Perhesuhteet

Urakoitsijoiden perhe-elämä näyttää olevan vakaata. Suurin osa (87,8 %) heistä oli naimisissa. Naimattomien määrä oli 9,50%. Ainoastaan yksi urakoitsija oli eronnut ja yksi eli avoliitossa. Lasten lukumäärä perheissä vaihteli 0 ja 9 välillä. Keskimäärin perheet olivat kaksilapsisia.

34. Koulutus

Urakoitsijoiden peruskoulutus oli lähes yksinomaan kansakoulutasoinen (90,5 %). Nuoremmista urakoitsijoista neljä oli käynyt peruskoulun. Keskekoulutasoinen peruskoulutus oli kahdella ja lukiotasoinen yhdellä.

Suurimmalla osalla (64,9 %) urakoitsijoista ei ollut minkäänlaista metsäalan koulutusta. Metsäkonekoulun oli käynyt neljä urakoitsijaa ja yhdellä oli yliopistotasoinen koulutus. Muuten urakoitsijat olivat saaneet metsäalan koulutuksensa erilaisilla kursseilla, jotka sisällöltään vaihtelivat metsäkoneen huollosta tukkien laatuluokitukseen.

Muu ammatillinen koulutus oli koulu- ja kurssitasoista. Hydrauliiikka-, pneumatiikka- tai korjausalan kouluja oli käynyt yhdeksän (12,2 %). Yksi urakoitsijoista oli maatalouskoneteknikko.

Liiketaloudellinen koulutus puuttui urakoitsijoilta lähes kokonaan. Yrittäjäkursseille oli osallistunut kaksi urakoitsijaa ja liiketalous- samoin kuin kirjantutokurssille yksi.

Koulumenestykseltään urakoitsijat olivat olleet keskinkertaisia. Vaikka he pitivätkin itseään enemmän käytännön kuin kirjallista lahjakkuutta omaavina, suurin osa heistä oli menestynyt koulussa parhaiten matematiikassa.

35. Ammatillinen tausta

Lähes 80 % oli ennen itsenäiseksi metsäkoneurakoitsijaksi ryhtymistään toiminut toisen työnantajan palveluksessa metsä-, kuljetus- tai muulla ammattialalla. Kuten taulukosta 2 havaitaan, urakoitsijoitten aikaisempi työkokemus liittyy läheisesti metsään ja kuljettamiseen. Joka kolmas urakoitsija oli työskennellyt aikaisemmin metsurina. Puolet heistä oli tehnyt lisäksi muita töitä. Metsätraktorin-, auton- tai koneenkuljettajana oli toiminut myös suunnilleen joka kolmas urakoitsija.

Neljäsosa urakoitsijoista oli ollut aikaisemmin itsenäisenä yrittäjänä. Heistä kuusi oli ollut maanviljelijöitä, seitsemän konealan yrittäjiä, kaksi autoilijoita ja kolme muurareita.

Toisen palveluksessa ja/tai itsenäisenä yrittäjänä toimimisen lisäksi tarkastellaan lähemmin sitä, millä tavalla nämä miehet olivat ryhtyneet metsäkoneurakoitsijaksi. Taulukosta 3 havaitaan, että suuri osa (33,8 %) oli aluksi ollut metsurina, ostanut ensin maataloustraktorin ja sen jälkeen metsätraktorin. Varsin yleistä oli ollut siirtyminen kuljettajasta suoraan urakoitsijaksi (16,2 %). Lähes yhtä useat (13,5 %) olivat vaihtaneet urakoitsijaksi maanviljelijästä. Viidesosa metsäkoneurakoitsijoista on havainnut urakoitsijoista olevan pulaa ja siirtynyt muusta ammatista alalle. Joka kymmenes oli siirtynyt metsäkoneurakoitsijaksi muulta urakointialalta kuten esim. maansiirtotöistä.

Taulukko 2. Metsäkoneurakoitsijoiden ammatillinen tausta toisten työnantajien palveluksessa.

Toimiala, ammatti	Lukumäärä	Osuus, %
Metsä- ja maatalous:		
metsuri	12	16,2
metsätraktorin kuljettaja	4	5,4
kaivurin kuljettaja	4	5,4
maanviljelijä	1	1,4
kuljettaja + muu	8	10,8
metsuri + muu	13	17,6
Kuljetusala:		
kuljettaja	7	9,4
apumies	2	2,7
Muu toiminta:		
pankki	1	1,4
tehdastyö	6	8,1
koneenasentaja	1	1,4
Ei aikaisemmin toisten palveluksessa	15	20,2
Yhteensä	74	100,0

Taulukko 3. Metsäkoneurakoitsijan ammatinvalinnan tausta.

Ammatinvalinnan tausta	Urakoitsijoita	
	Lukumäärä	Osuus, %
Aloitukset metsurina, jonka jälkeen maataloustraktorin ja sitten metsätraktorin ostaminen	25	33,8
Aloitukset metsurina, jonka jälkeen metsätraktorin ostaminen	2	2,7
Aloitukset maanviljelijänä, josta siirtyminen urakoitsijaksi	10	13,5
Siirtyminen muulta urakointialalta (esim. maansiirto-) metsäkoneurakoitsijaksi	8	10,8
Aloitukset kuljettajana, josta siirtyminen urakoitsijaksi	12	16,2
Muulla tavalla aloittaminen	15	20,3
Tiedot puuttuvat	2	2,7
Yhteensä	74	100,0

4. METSÄKONEURAKOITSIJAN ELINOLOSUHTEET

41. Asuinalue

Metsäkoneurakoitsijoista asui maalaiskunnassa haja-asutusalueella 38, maaseututaajamassa 20, kaupungissa haja-asutusalueella 10 ja kaupunkitaajamassa 5.

Kolme neljäsosaa urakoitsijoista on elänyt nykyisellä paikkakunnallaan jo lapsuudessaan tai nuoruudessaan. Joka, viidennen urakoitsijan lapsuudenkoti on sijainnut nykyisessä läänissä toisella paikkakunnalla. Muusta läänistä oli kotoisin vain joka viides. Kukaan urakoitsijoista ei kuitenkaan ollut viettänyt lapsuuttaan usealla eri paikkakunnalla.

42. Asunto

Urakoitsijat asuivat lähes poikkeuksetta omakotitalossa (95,9 %). Kerrostaloasunto oli heistä vain yhdellä ja rivitaloasunto kahdella. Lähes kaikilla (93,2 %) oli omistusasunto.

Suunnilleen puolet asunnoista oli rakennettu 1970- ja 1980-luvuilla. Yli 35 vuotta vanhoja asuntoja oli noin joka viidennellä. Yhtä monesta asunnosta puuttui myös keskuslämmitys.

Asuntojen pinta-ala vaihteli 50 m²:stä 240 m²:iin keskimääräisen koon ollessa 117 m². Suurimmassa osassa asuntoja oli viisi huonetta, tilavimmassa yhdeksän. Erillinen toimistohuone oli kymmenen urakoitsijan kodissa. Vapaa-ajan asunto oli suunnilleen joka kolmannen urakoitsijan perheessä.

43. Metsäkoneurakoitsijan omat käsitykset asumistasosta ja taloudellisesta asemasta

Yli puolet urakoitsijoista piti asumistasoaan joko hyvänä tai melko hyvänä. Omasta mielestään tyydyttävä asumistaso oli 37,8 %:lla. Heikkotasoinen asunto oli vain kahdella urakoitsijalla.

Taloudellinen asema ei ollut urakoitsijoitten mielestä yhtä hyvä. Kukaan ei kuitenkaan katsonut taloudellisen asemansa olevan heikko, mutta melko heikoksi sen tulkitsi 6,8 %. Yli puolet urakoitsijoista piti taloudellista tilannettaan tyydyttävänä, neljäsosa melko hyvänä ja joka kymmenes hyvänä.

5. METSÄKONEURAKOITSIJAN LUONTEENPIIRTEET

Psykologisten teorioitten mukaan yksilön käsitys omasta itsestään eli hänen minäkuvansa on keskeisessä asemassa, kun pyritään selittämään tai ymmärtämään hänen käyttäytymistään. Ihmiselle on nimittäin tunnusomaista toimia sopuossuinnussa oman minäkäsityksensä kanssa. Minäkuvalla on todettu olevan yhteyttä myös suhtautumiseen kanssaihmiisiin ja ympäristöön. Se on merkittävä tekijä myös ammatinvalinnassa.

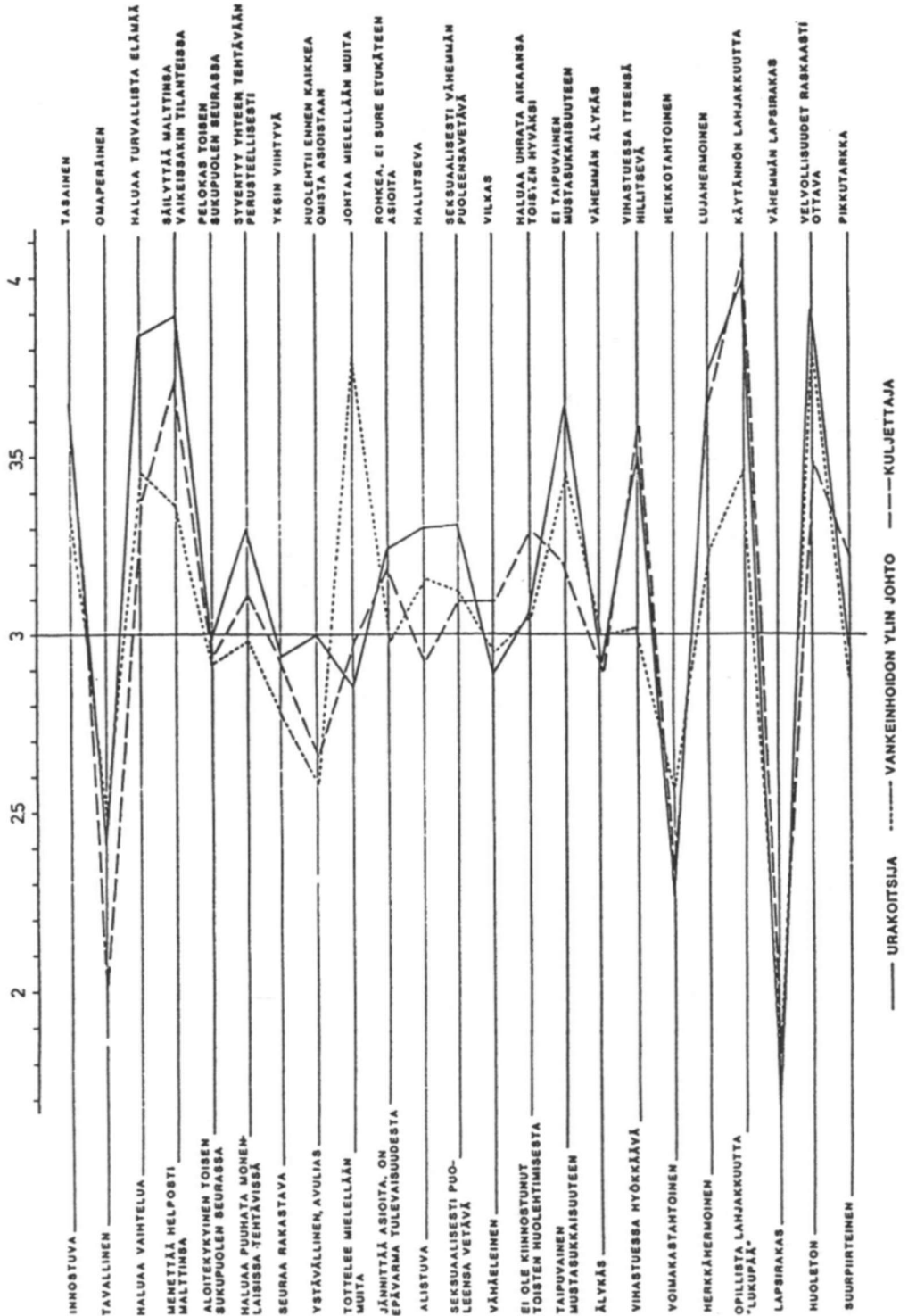
Metsäkoneurakoitsijat ovat minäkuvatestin mukaan lapsirakkaita ja enemmän käytännöllistä kuin opillista lahjakkuutta omaavia, voimakastahtoisia ja pikemminkin luja- kuin heikkohermoisia, mikä näkyy myös maltin säilyttämisenä vaikeissakin olosuhteissa. Elämäntyylyiltään he ovat tasaisia ja turvallista elämää haluavia (kuva 1).

Metsäkoneurakoitsijoitten palveluksessa oleville koneenkuljettajille oli samoin tunnusomaista lapsirakkaus, käytännöllinen lahjakkuus; maltillisuus vaikeissakin olosuhteissa, voimakastahtoisuus ja tasaisuus (kuva 1).

Urakoitsijoitten ja koneenkuljettajien minäkuvat eivät silti olleet yhtenäisiä. Eroavuudet ilmenivät seuraavasti:

- Molemmat pitivät itseään pikemminkin tavallisina kuin omaperäisinä henkilöinä, mutta koneenkuljettajat olivat oman arvionsa mukaan vieläkin tavallisempia kuin urakoitsijat.
- Kuljettajat halusivat tasaista ja turvallista elämää kuten esimiehensäkin, mutta eivät kuitenkaan yhtä voimakkaasti.
- Urakoitsijoille ei heidän omasta mielestään ollut sen tyypillisempää avuliaisuus kuin erityisesti omista asioista huolehtiminenkaan, kun taas kuljettajat olivat omasta mielestään avuliaita.
- Hallitsevuuden ja alistuvuuden suhteen urakoitsijoiden ja kuljettajien ominaisuudet olivat eri tyyppiisiä. Urakoitsijoille oli ominaista hallitsevuus, kuljettajille päinvastoin alistuvuus.
- Kummatkaan eivät omasta mielestään olleet taipuvaisia mustasukkaisuuteen. Kuljettajat eivät kuitenkaan olleet itsestään tässä suhteessa yhtä varmoja kuin urakoitsijat.
- Molemmille oli tyypillistä myös velvollisuuksien raskaasti ottaminen, mutta kuljettajat olivat kuitenkin urakoitsijoita huolettomampia.

Urakoitsijoitten ominaisuuksien yhtenäisyyttä johtavassa asemassa olevien henkilöiden kanssa tarkastel-



Kuva 1. Metsäkoneurakoitsijojen, heidän koneenkuljettajiensa ja vankeinhoidon ylimmän johdon (Senne 1977) minäkuvatestin keskiarvot graafisesti esitettynä

tiin vertaamalla heidän ja eräässä aikaisemmassa tutkimuksessa hahmoteltua vankeinhoidon ylimmän johdon minäkuvaa (kuva 1). Eroavuudet osoittautuivat seuraaviksi:

- Vankeinhoidon ylin johto ei halua yhtä voimakkaasti tasaista ja turvallista elämää kuin urakoitsijat ja heidän on vaikeampaa säilyttää malttinsa vaikeissa tilanteissa.
- Ylimmälle johdolle ei ole sen tunnusomaisempaa yhteensä kuin useampaankaan tehtävään syventyminen. Urakoitsijat sen sijaan ovat enemmän yhteen tehtävään syventyviä.
- Ylin johto ei ole sen enempää epävarma kuin rohkeakaan tulevaisuuden suhteen. Urakoitsijoille sen sijaan on tunnusomaista rohkeus ja optimistisuus.
- Ylin johto ei vihastuessaan katso käyttäytymisensä olevan sen enempää hyökkäävää kuin itsensä hillitsevääkään. Sen sijaan itsensä hillitseminen tulee voimakkaasti esille urakoitsijoitten minäkuvassa. Ylin johto ei myös ole yhtä lujahermoista ja se omaa käytännön lahjakkuutta vähemmän kuin urakoitsijat.
- Erittäin voimakkaana ja täysin eri suuntaisina ylimmän johdon ja urakoitsijoitten erot näkyvät johtamisulottuvuudella. Vankeinhoidon ylimmän johdon minäkuvan mukaan eillä on voimakas halu johtaa muita, kun taas urakoitsijat pitävät itseään muita tottelevina.

6. METSÄKONEURAKOITSIJAN ELÄMÄNTILANNE JA ELINTAVAT

Urakoitsijoitten elämäntilannetta kartoitettiin kysymällä heiltä itseltään, mitä merkittäviä tavallisuudesta poikkeavia iloisia tai mieltä pahoittavia asioita heidän elämässään oli sattunut viimeisten kuuden kuukauden aikana (taulukko 4). Myönteiset kokemukset, joita oli ollut suunnilleen kymmenesosalla, liittyivät avioliiton solmimisen lisäksi uuden perheenjäsenen odotukseen ja syntymiseen. Neljän urakoitsijan elämässä oli tapahtunut myönteisenä muutoksena taloudellisen tilanteen huomattava parantuminen.

Suurin osa elämäntilanteen muutoksista oli kuitenkin vakavia, psyykkistä kuormittumista lisääviä tapahtumia. Eniten vaikeuksia liittyi taloudellisiin asioihin. Lähes joka toisessa (45,9 %) perheessä oli ollut työttömyyttä tai taloudellinen tilanne oli muuten huomattavasti heikentynyt. Muut mieltä pahoittaneet muutokset liittyivät suurimmaksi osaksi läheisten perheenjäsenten vakavaan sairauteen tai kuolemaan. Vakavia perheristiriitoja oli ollut kahdessa perheessä.

Taulukko 4. Elämäntilanteen muutokset viimeisen puolen vuoden aikana.

Tapahtuma	Urakoitsijoita	
	Lukumäärä	Osuus, %
Avioliiton solmiminen	1	1,4
Vaimon raskaus	3	4,1
Uuden perhen jäsenen syntyminen	1	1,4
Taloudellisen tilanteen huomattava paraneminen	4	5,4
Asuinympäristön muutos	4	5,4
Läheisen perheenjäsenen kuolema	5	6,7
Läheisen perheenjäsenen vakava sairaus	6	8,1
Vakavia perheristiriitoja	2	2,7
Tapaturma	3	4,1
Taloudellisen tilanteen huomattava heikkeneminen	14	18,9
Työttömyys	20	27,0
Ei merkittäviä elämäntilanteen muutoksia	11	14,8
Yhteensä	74	100,0

62. Elintavat

Taulukossa 5 kuvataan metsäkoneurakoitsijoitten harrastuksia. Urakoitsijoitten säännöllisistä harrastuksista olivat yleisimpiä metsästys (17,6 %) ja kalastus (17,8 %) sekä järjestötoiminta (13,5 %). Silloin tällöin urakoitsijoista harrasti hölkkäämistä tai kävelyä 79,5 %, hiihtämistä 77,0 %, kalastusta 61,6 % ja kirjallisuuden lukemista 39,2 %. Sen sijaan yleisja moottoriurheilu samoin kun yhteiskunnallinen ja uskonnollinen toiminta ovat heille vieraita.

Urakoitsijoista noin kymmenesosa käyttää alkoholia päihtymiseen saakka suunnilleen kerran viikossa ja runsas neljäsosa kerran kuukaudessa. Oman ilmoituksen mukaan 13,5 % ei käytä alkoholia lainkaan tai niin vähän ettei päihdy.

Taulukko 5. Metsäkoneurakoitsijoiden harrastukset.

Harrastus	Säännöllisesti	Silloin tällöin Osuus, %	Ei koskaan
Metsästys	17,6	31,1	51,4
Kalastus	17,8	61,6	20,5
Hölkääminen, kävely	0,0	79,5	20,5
Hiihtäminen	1,4	77,0	21,6
Yleisurheilu	0,0	13,7	86,3
Moottoriurheilu	0,0	12,2	87,8
Muu urheilu (voimistelu, pyöräily, soutu...)	4,1	6,8	89,1
Joukkuepelit	1,4	19,2	79,5
Musiikki	5,4	18,9	75,7
Kirjallisuus	2,7	39,2	58,1
Askartelu	0,0	51,4	48,6
Yhteiskunnallinen tai poliittinen toiminta	5,4	12,2	82,4
Järjestötoiminta	13,5	27,0	59,5
Uskonnollinen toiminta	0,0	13,5	86,5

Urakoitsijoiden tupakoinnissa on tapahtunut merkittävää vähenemistä. Päivittäin tupakoivia on enää kolmasosa, sillä joka neljäs urakoitsija on lopettanut. Koko ikänsä on ollut tupakoimatta 36,5 %. Muutama urakoitsija tupruttelee silloin tällöin.

7. METSÄKONEURAKOITSIJAN HYVINVOINTI

71. Terveys

Yli puolet urakoitsijoista koki terveydentilansa hyväksi tai erinomaiseksi muihin ikäisiinsä verrattuna. Vajaa kymmenesosa piti terveyttään melko heikkona.

Urakoitsijoiden vaivat kohdistuivat ennen kaikkea kaulan, niskan, hartioitten ja olkapäitten sekä lantion ja ristiselän seuduille. Suunnilleen joka neljännellä oli näillä alueilla vaivoja usein ja lähes joka toisella joskus. Käsivaivat ja erilaiset jalkavaivat olivat harvinaisempia. Niistä urakoitsijoista, joilla vaivoja esiintyi, kolme neljäsosaa arveli vaivojensa aiheutuneen nykyisestä työstä ja vajaa kymmenesosa aikaisemmasta työstä.

Taulukko 6. Vaivojen esiintyminen metsäkoneurakoitsijoilla.

Vaiva	Vaivan esiintymistiheys		
	Usein	Joskus	Ei juuri lainkaan
	Osuus, %		
Kaula- ja niskavaivoja	23,0	45,9	31,1
Hartia- ja olkapäävaivoja	24,3	47,3	28,4
Käsivarsi- ja kynnärpäävaivoja	14,9	27,0	58,1
Vatsavaivoja	14,9	25,7	59,5
Lanne- ja risti- selkävaivoja	24,3	40,5	35,1
Ranne- ja käsivaivoja	12,2	24,3	63,5
Lonkkavaivoja	6,8	10,8	82,4
Jalka- ja polvivaivoja	12,2	21,6	66,2
Nilkka- ja jal- katerävaivoja	8,1	18,9	73,0

Lääkärin toteamia niska- ja hartiaseudun sairauksia oli 22,2 %:lla, selkäsairauksia 19,7 %:lla, käsiin kohdistuvia sairauksia 16,4 %:lla, iskiasta 12,3 %:lla, ihottumaa 12,3 %:lla, verenpainetta samoin kuin kuulon heikkenemistä 11 %:lla. Muita sairauksia esiintyi alle 10 %:lla. Tyypillisimpiä niska- ja hartiaseudun sairauksia olivat lihaskovettumat (7) ja nikamakulumat (6). Selkäsairauksista yleisimpiä olivat välilevyn pullistuma (8) ja kulumat (5).

Kolmasosa urakoitsijoista oli ollut sairauden vuoksi poissa töistä viimeisten 12 kuukauden aikana. Suurimmalla osalla poissaoloja oli ollut vain yhden kerran, kolmella jopa kymmenkunta kertaa. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta sairaspoissaolopäiviä oli kertynyt vuosittain 1-7 vuorokautta.

Yli puolet urakoitsijoista oli sitä mieltä, että heidän nykyinen työnsä on vaikuttanut edellä mainittuihin lääkäriin toteamiin sairauksiin. Neljäsosan mielestä työllä ei ole ollut vaikutusta.

72. Kuormittuminen

Taulukossa 7 kuvataan metsäkoneurakoitsijoitten koke-mia psyykkisiä ja somaattisia oireita. Somaattisia oireita on käsitelty osittain jo aikaisemmin terveydentilan yhteydessä. Tyypillisiä ovat olleet päänsärky, silmien tai silmienseudun rasittuneisuus, ärtyisyys, jännittäminen ja huonosti nukkuminen. Näitä oireita ei kuitenkaan esiintynyt yleisesti. Päänsärkyä oli usein 14,9 %:lla urakoitsijoista, silmien seudun rasittuneisuutta 8,1 %:lla, vatsanvään-teitä samoin 8,1 %:lla sekä jännittämistä ja kontakti-vaikeuksia 6,8 %:lla.

Joskus esiintyi ärtyisyyttä ja huonotuulisuutta 59,5 %:lla urakoitsijoista, silmien seudun rasittu-neisuutta 50 %:lla, päänsärkyä 45,9 %:lla ja jännittämistä, huonosti nukkumista ja ajatusten kat-keilua tai muistivaikeuksia suunnilleen joka kolman-nella. Verrattuna esimerkiksi vankeinhoidon ylimmän johdon kokemuksiin oireisiin tilanne on huomattavasti valoisampi.

Taulukko 7. Psyykkisiä ja somaattisia oireita koke-
neiden metsäkoneurakoitsijoitten määrä ja osuus
oireiden esiintymistiheyden mukaan.

Oire	Oireen esiintyminen metsäurakoitsijoilla					
	Usein		Joskus		Ei juuri lainkaan	
	Luku- määrä	Osuus %	Luku- määrä	Osuus %	Luku- määrä	Osuus %
Epäsäännöllistä sydämentoimintaa	3	4,1	19	25,7	52	70,3
Silmien tai sil- mien seudun ra- sittuneisuutta	6	8,1	37	50,0	31	41,9
Pahoinvoinnin tunnetta tai oksentelua	2	2,7	14	18,9	58	78,4
Vatsanväännteitä	6	8,1	22	29,7	46	62,2
Päänsärkyä	11	14,9	34	45,9	29	39,2
Keskittymis- vaikeuksia	1	1,4	22	29,7	51	68,9
Masennusta	2	2,7	20	27,0	52	70,3
Muistivaikeuksia tai ajatusten katkeilua	3	4,1	24	32,4	47	63,5
Sukupuolista ha- luttomuutta tai impotenssia	3	4,1	13	17,6	58	78,4
"Jatkuvaa" väsymystä	3	4,1	20	27,0	51	68,9
Unensaanti- vaikeuksia	3	4,1	19	25,7	52	70,3
Huonosti nukku- mista	3	4,1	25	33,8	46	62,2
Jännittämistä	5	6,8	28	37,8	41	55,4
Ärtyneisyyttä ja huonotuulisuutta	2	2,7	44	59,5	28	37,8
Vaikeuksia pysyä rauhallisena	2	2,7	13	17,6	59	79,7
Vaikeuksia saada kontaktia muihin ihmisiin	5	6,8	17	23,3	51	69,9
Vaikeuksia ren- toutua vapaa- aikana	4	5,5	12	16,4	57	78,1
Elämän tuntuminen toivottomalta	1	1,4	8	11,0	64	87,7
Itsensä yksinäi- seksi tunteminen	1	1,4	8	11,0	64	87,7
Itsensä epäonnis- tuneeksi tunte- minen	1	1,4	9	12,3	63	86,3

8. HENKILÖKUVAN TARKASTELU

Suomalaisen metsäkoneurakoitsijan henkilökuvaa tarkasteltaessa on muistettava ammatin erityispiirteet. Metsäkoneurakoitsijat eivät ole samalla tavalla itsenäisiä yrittäjiä kuin esimerkiksi rakennusurakoitsijat, jotka varsin vapaasti voivat määritellä omat toiminta-alueensa ja keinonsa. Metsäkoneurakoitsijat ovat rahoitusjärjestelyjen, työvoiman ja monen muun asian suhteen itsenäisiä, mutta toisaalta he ovat läheisesti sidoksissa metsäyhtiöihin. Yhtiö voi rajoittaa urakoitsijoitten toimintavapautta määrittelemällä esimerkiksi ne hyväksyttävät konetyypit tai ajankohdan, jolloin puutavaran kuljetus sovituilta leimikoilta on toteutettava. Muita ammatin ominaispiirteitä ovat yksintyöskentely, luonnon keskellä toimiminen ja istumatyö hankalassa asennossa.

Metsäkoneurakoitsijoitten henkilökuvaa vastaa varsin hyvin heidän ammattikuvaansa. Persoonallisuudeltaan muita tottelevina mutta kuitenkin voimakastahtoisina, lujahermoisina sekä rohkeina ja tulevaisuuden suhteen optimistisina heillä on riittänyt uskoa omaan itseensä ja uskallusta kalliitten koneiden hankkimiseen samoin kuin joustavuutta työnantajan ehtoihin sopeutumiseen.

Oman kylän kasvatteina urakoitsijoilla on todennäköisesti ollut totuudenmukainen kuva työllisyystilanteesta paikkakunnalla. Kotiseudulla työskentely on ainakin mahdollistanut urakoinnin tutuissa maisemissa ja usein myös tavalla tai toisella tutun isännän metsässä, jolloin asioista sopiminen on ollut helpompaa. Työolot useille urakoitsijoille ovat jo etukäteen selvinneet aikaisemman metsuri- tai koneenkuljettaja-ammatin kautta.

Urakoitsijoitten muutkin kuin varsinaista yrittäjyyttä selittävät persoonallisuuden piirteet näyttävät olevan sopuosinnassa ammattikuvan kanssa. Vaikka nyt esitetyt tulokset ovatkin pelkästään kuvailevia, tuntuu ilmeiseltä, että juuri urakoitsijan ominaispiirteiden yhtenäisyys ammattikuvan kanssa selittää psyykkisten oireitten verraten vähäisen esiintymisen. Toisaalta yksipuolisia vipujen vääntelyjä, hankalia päänliikkeitä sisältävät työasennot, koneitten heiluminen ja usein epäedulliset sääolot ovat syynä runsaisiin kaula-, niska- ja hartiasseudun vaivoihin.

Mutta se välttämätön, mikä metsäkoneurakoitsijoilta puuttui lähes kokonaan, on liiketaloudellinen koulutus. Olisiko se yksi apukeino vajeatyöllisyyden ja heikon taloudellisen tilanteen sekä niiden mukanaan tuomien pahanolon tuntemusten poistamiseen? Sitä on syytä miettiä!

MH Pekka Mäkinen
 Metsäntutkimuslaitos
 Suonenjoen tutkimusasema

METSÄKONEURAKOINNIN KANNATTAVUUS JA VAKAVARAISUUS

1. JOHDANTO

Hevoset olivat yleisin puutavaran lähikuljetuksen vetovoiman lähde 1950-luvulle saakka. Metsätöihin osallistuva maalaisväestö omisti yleensä hevoset. Maataloustraktorit alkoivat ilmestyä hevosten rinnalle varsinaiseen metsäkuljetukseen 1950-luvun puolivälissä.

Metsätalous koki 1960-luvulla suuria muutoksia. Mera-ohjelmilla pyrittiin metsänhoito- ja parannustöillä kohottamaan puuntuotantoa ja saamaan metsätalouden tuotantoon lisää-alueita 1960- ja 1970-luvuilla. Oja-aurat väistyivät metsäojittajien kaivureiden tieltä. Liika kapasiteetti, kova hintakilpailu, epäluotettavat koneet ja ammattitaidon puute olivat tyypillisiä piirteitä tuon ajan kaivuritoiminnalle.

Ensimmäiset metsätraktorit saapuivat Suomeen 1962. Vuonna 1965 runkojuontotraktoreita oli käytössä yli 150, joista yksityisillä urakoitsijoilla noin puolet (Metsäkoneurakoitsijain ... 1979). Traktoreiden yleistymistä vauhdittivat hevosten väheneminen ja korvautuminen traktoreilla maataloustöissä, hevuskuljetuksen kalleus ja kuormaus- ja purkamistöiden kuormittavuus (Putkisto 1956).

Metsäteollisuusyritykset, jotka 1960- ja 1970-luvuilla omistivat huomattavan osan metsäkoneista, ovat nyt luopuneet niistä lähes kokonaan ja ovat siirtyneet käyttämään urakoitsijoita. Tähän lienevät vaikuttaneet rahoituskysymykset, työn organisoinnin helpottuminen ja urakoinnin parempi taloudellinen tulos.

Saviahon(1986) mukaan kannattavuus on ollut heikko metsäkoneurakoinnissa koko 1980-luvun ajan. Sijoitetun pääoman tuottoprosentti on liikkunut nollan molemmilla puolilla ja nettotulos on ollut negatiivinen. Täysimääräisiä poistoja ei näin ollen ole voitu tehdä.

Myös vakavaraisuus on Saviahon(1986) mukaan alalla heikko. Keskimääräinen(mediaani) omavaraisuusaste on koko 80-luvun ollut nollan paikkeilla ja kokonaisvelat suhteessa liikevaihtoon noin 80 %.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA OTANTAMENETELMÄ

Tutkimuksen perusjoukon muodostivat Koneurakoitsijoiden liitto ry:hyn kuuluvat 1785 urakoitsijaa. Otanta suoritettiin systemaattisena. Otokseksi saatiin 86 urakoitsijaa eli 4,8 % perusjoukosta. Tutkimus suoritettiin henkilökohtaisilla haastatteluilla, joihin suostui 74 urakoitsijaa. Palautusprosentiksi saatiin siten 86 %. Tilinpäätöstiedot lisätietoineen saatiin 43:lta urakoitsijalta vuosilta 1983,1984 ja 1985.

3. TILINPÄÄTÖSANALYYSIT

31. Tilinpäätösanalyyseissä käytetyt tunnusluvut

Tärkein tuloslaskelmaan ja taseeseen perustuva suhteellista kannattavuutta mittaava tunnusluku on sijoitetun pääoman tuottoprosentti(sipo-%):

$$\text{sipo-\%} = \frac{\text{nettotulos} + \text{korkokulut}}{\text{sijoitettu pääoma}}$$

Sijoitettu pääoma on oman pääoman ja korollisen vieraan pääoman summa.

Käyttökate saadaan kun liikevaihdosta vähennetään muuttuvat ja kiinteät kulut. Kun käyttökatteesta vähennetään korkokulut, välittömät verot, säännölliset muut kulut, lisätään korkotuotot ja säännölliset muut tuotot, saadaan rahoitustulos. Rahoitustuloksesta vähennettäessä poistot saadaan nettotulos ja kun vielä vähennetään satunnaiset muut kulut ja lisätään satunnaiset muut tuotot saadaan kokonaistulos.

Kannattavuutta arvioitaessa on sijoitetun pääoman tuottoprosentin ohella tarkasteltava myös muita tulosta kuvaavia tunnuslukuja. Tällöin on tarpeen kiinnittää huomiota mm. käyttökate-, nettotulos- ja kokonaistulosprosentteihin. Näistä kolmesta erityisesti ensiksi mainittu on toimialakohtainen tunnusluku, mut-

ta myös molemmat jälkimmäiset ovat jossain määrin sidoksissa toimialaan. Sen sijaan sijoitetun pääoman tuottoprosentin katsotaan soveltuvan mittariksi myös verrattaessa eri toimialojen yritysten kannattavuutta. (Yritystutkimuksen...1985)

Vakavaraisuutta voidaan kuvata omavaraisuusasteella:

$$\text{omavaraisuusaste} = 100 \times \frac{\text{oma pääoma} + \text{varaukset} + \text{arvostuserät}}{\text{oikaistun taseen loppusumma}}$$

Velkojen suhdetta toiminnan laajuuteen kuvaa tunnusluku, joka osoittaa, montako prosenttia kokonaisvelat ovat liikevaihdosta (kokonaisvelat/lv %). Mitä suurempi on tämän tunnusluvun arvo, sitä korkeampi on käyttökatevaatimus. Jos velat prosentteina liikevaihdosta on lähellä 100 %, tulisi käyttökateprosentin olla yleensä vähintään 20 %:n tuntumassa, jotta yritys saavuttaisi positiivisen nettotuloksen. (Yritystutkimuksen ... 1985)

Seuraavassa on esitetty ohjearvoja joillekin tunnusluville. Arviointiasteikkoa on käytettävä aina harkiten. Luotettavamman kuvan saamiseksi on tarkasteltava useampia tunnuslukuja samanaikaisesti. Yksittäisen yrityksen tilinpäätösanalyysin antamaa kuvaa yrityksestä täydentää tunnuslukujen vertaaminen vastaavan toimialan tilastolukuihin. (Yritystutkimuksen ... 1985)

Tunnusluku	Heikko	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä
Nettotulos	negat.	posit.	posit.	posit.
Sipo-%	negat.	0 - 8,9	9,0 - 14,9	15,0 tai >
Omavaraisuusaste	< 15 %	15 - 19 %	20 - 34 %	> 35 %

32. Tilinpäätösten oikaisu

Tilinpäätösanalyysissä yrityksen virallista tuloslaskelmaa ja tasetta korjataan siten, että se mahdollisimman hyvin kuvaisi todellista tilannetta. Yrityksen kehitystä ja tilannetta kuvaavat tunnusluvut tulevat siten myös todenmukaisiksi. Virallisia tilinpäätöksiä oikaistaan seuraavilla korjauksilla:

1. Poistokorjaukset tehdään silloin, kun yrityksen tekemät poistot poikkeavat elinkeinoverolain (EVL) sallimista maksimipoistoista (30 %). Ylipoistot palautetaan tulokseen ja alipoistot lisätään kuluihin. Taseeseen tehdään vastaavat korjaukset käyttöomaisuuden ja oman pääoman eriin.

2. Yrityksen tilinpäätöksissään paljon käyttämä tuloksensääätelyerä on varaukset eli ennaaikaiset kulu- kirjaukset. Pyrittäessä puhtaaseen tilinpäätökseen on näiden vaikutus poistettava. Eniten käytettyjä varausmuotoja ovat varasto-, toiminta-, investointi- ja luottotappiovaraukset. Varastovaraus ei kylläkään juuri koneurakoitsijoita koske, koska heidän vaihto-omaisuuseränsä ovat pienet (Saviaho 1984).

3. Muita yleisiä korjauseriä ovat mm. yrittäjän palkka, jolla palkkakuluja lisätään, mikäli sellaista ei ole maksettu esimerkiksi yhtiömuodosta johtuen. Tässä tutkimuksessa käytetyn palkkakorjauksen suuruus on tarvittaessa vuodelle 1983 60 000 mk ja vuosille 1984 ja 1985 100 000 mk. Jos urakoitsija on ilmoittanut olevansa osa-aika urakoitsija tai se on muuten selvästi havaittavissa (esim. pieni liikevaihto tai urakointi maatalouden yhteydessä), on palkkavähennys tehty vain puolena edellä mainituista.

4. KANNATTAVUUS JA VAKAVARAISUUS

Aineiston eri ositteissa liikevaihdon mediaani eri vuosina oli seuraava (suluissa yrittäjämäärä):

Toimiala	1983	1984	1985
	Liikevaihto, mediaani		
	1000 mk		
Koko aineisto (43)	236	270	315
Lähikuljetus (30-32)	246	274	327
Lähikuljetus, 1-kone (24)	235	271	302

Lähikuljetus, 2-3 konetta (6-8) 246 272 340

Huomattavinta tässä on se, että vaikka lähikuljetusrakoitsijoilla konemäärä kasvaa, liikevaihto pysyy lähes samana mediaanilla tarkasteltaessa kuin yhden koneen urakoitsijoilla.

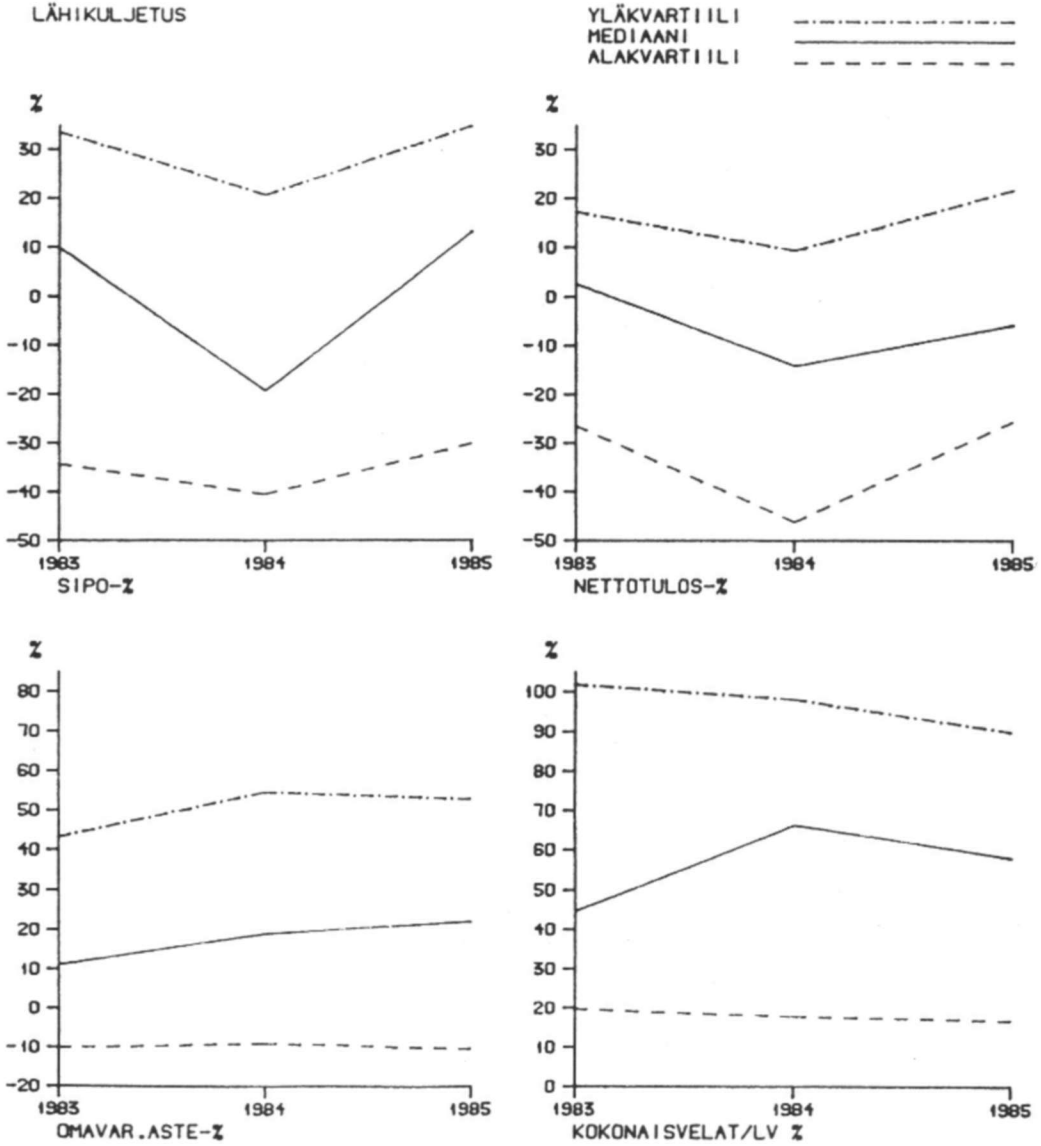
Keskiarvoina tarkasteltuna saadaan liikevaihdolle seuraavat luvut:

Toimiala	1983	1984	1985
	Liikevaihto, keskiarvo		
		1000 mk	
Koko aineisto	319	355	418
Lähikuljetus 1-kone	251	288	333
Lähikuljetus 2-3 konetta	366	401	543

Keskiarvoilla tarkasteltuna konemäärän lisääntyminen lähikuljetuksessa lisää myös liikevaihtoa selvästi. Normaali jakaumassa keskiarvo on sama kuin mediaani. Mitä enemmän mediaani poikkeaa keskiarvosta, sitä enemmän jakauma poikkeaa normaalista.

Lähikuljetuksen kannattavuus saa arvosanan (kuva 1) välttävä, jos osittain unohdetaan vuoden 1984 suuret tappiot, mitkä näyttävät olleen tyypillisiä koko aineistolle. Kuvassa on mukana 30-32 yrittäjän tiedot.

Käyttökateprosentteja tarkasteltaessa (taulukko 1) havaitaan, että vuonna 1984 koko aineistossa ja lähikuljetuksessa käyttökate on ollut edellistä ja seuraavaa vuotta selvästi alhaisempi.



Kuva 1. Metsäkoneurakoinnin kannattavuus ja vakavaraisuus.

Taulukko 1. Käyttökateprosentit koko aineistolla ja yhden koneen lähikuljettajilla

Käyttökateprosentit, %

Koko aineisto	1983	1984	1985
Mediaani	38,7	25,8	37,7
Alakvarttiili	25,5	2,5	14,9
Yläkvarttiili	56,2	41,1	50,8
Keskiarvo	36,8	14,9	31,5

Lähikuljetus, yksi kone

Mediaani	39,1	30,1	42,0
Alakvarttiili	6,1	3,3	5,5
Yläkvarttiili	58,6	42,2	52,1
Keskiarvo	36,7	11,2	35,2

Selvää syytä vuoden 1984 suuriin kuluihin ei tämän aineiston perusteella löydetty, mutta sääolot(aikainen ja runsas lumentulo) selittänee suurelta osalta kulujen lisääntymisen.

Vuoden 1985(koko aineisto) kannattavuutta(sipo-%) eivät merkitsevästi selittäneet urakoitsijan alallaolovuodet, koneen vuotuinen tuntimäärä, urakoitsijan vuotuinen työtuntimäärä, käyttöasteet, koneen ikä tai ajettu puumäärä. Lähikuljetuksen kannattavuutta ei tuottavuus selittänyt tilastollisesti merkitsevästi. Kuormaimen ulottuvuus selitti lähikuljetuksen kannattavuuden vaihtelusta 3,6 %, tosin ei tilastollisesti merkitsevästi. Kuormaimen ulottuvuuden ja kannattavuuden välinen korrelaatio on negatiivinen ts. kuormaimen pidetessä kannattavuus heikkenee.

Kannattavuus oli Pohjois-Suomessa korkeimmillaan ja Etelä-Suomessa alimmillaan sekä koko aineistossa että lähikuljetuksessa kuten taulukosta 2 näkyy. Vuonna 1985 kannattavuus on parempi kaikissa osissa maata edellisvuosiin verrattuna(paitsi Itä-Suomessa 1983). Koko maassa sipo-% on ollut tyydyttävä ja Länsi- ja Pohjois-Suomessa hyvä vuonna 1985.

Taulukko 2. Sijoitetun pääoman tuotto prosentti koko aineiston ja lähikuljetuksen osalta maan eri osissa (suluissa frekvenssit)

Sijoitetun pääoman tuotto prosenttien mediaaniarvot, %

		1983	1984	1985
Koko aineisto	Koko maa(43)	8,8	-20,3	1,1
	Koko maa(32)	9,8	-19,5	13,4
Lähikuljetus	Etelä-Suomi(9)	-33,8	-40,6	12,3
	Itä-Suomi(7)	28,9	-20,7	0,5
	Länsi-Suomi(13)	1,5	-1,1	18,0
	Pohjois-Suomi(3)	27,9	19,3	40,7

Lähikuljettajien omavaraisuusaste on välttävällä tasolla (kuva 1). Koko aineiston perusteella laskettu alan velkaantuneisuus (kokonaisvelat/liikevaihto) on noin 50 % tasolla. Lähikuljetuksen osalta velkaantuneisuus on hieman korkeammalla (60 %) tasolla (kuva 1).

5. TULOSTEN TARKASTELU

Verrattaessa tuloksia OKO:n (Saviaho 1986) tutkimuksiin, havaitaan sijoitetun pääoman tuotto prosenttien osalta, että tässä aineistossa sipo-% on vuosina 1983 ja 1985 huomattavasti korkeammalla tasolla ja vuonna 1984 alhaisemmalla tasolla. Nettotulos-% on suurin piirtein samalla tasolla kuin OKO:n aineistossa joten voidaan sanoa tällä joukolla olevan hieman kannattavampaa toimintaa kuin OKO:n asiakkailta.

Vakavaraisuus tutkitussa aineistossa on selvästi parempi kuin OKO:n aineistossa. Omavaraisuusaste on 20-30 % korkeampi ja velkaantuneisuus ts. kokonaisvelat/liikevaihto noin 20 % alhaisempi.

KIRJALLISUUS

Putkisto, K. 1956. Tutkimuksia pyörötraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillis-taloudellinen selvittely. Acta For. Fenn. 66: 1-310.

Saviaho, A. 1984. Koneurakoinnin kannattavuus ja vakavaraisuus 1979-1983. Koneurakoitsija 8:15-18.

Saviaho, A. 1986. Koneurakoinnin kannattavuus ja vakavaraisuus 1981-1985. Koneurakoitsija 8:13-16.

Yritystutkimuksen toimialatilasto 1985. Osuuspankkien Keskuspankki Oy. Yritystutkimusosasto.

Prof. Olli Uusvaara
Metsäntutkimuslaitos
Metsäteknologian tutkimusosasto
Helsinki

PUUNTUTKIMUSSUUNTA TIEDON TUOTTAJANA

Puuntutkimussuunnan tutkimusala jakautuu kolmeen päälinjaan: teollisuuden raaka-ainetutkimukset, puun rakennetta ja ominaisuuksia koskevat tutkimukset ja puutavaran mittausta koskevat tutkimukset. Teollisuuden raaka-ainetutkimuksin selvitetään puiden tai metsiköiden puuston käsittelyn tai valmiin puutavaran käsittelyn vaikutusta puuhun ja sen käyttökelpoisuuteen jalosteen kannalta.

Tärkeässä asemassa ovat metsikön rakenteen ja metsänhoidollisten menetelmien vaikutus puuston laatuun. Paitsi tuotollisesti myös laadullisesti parhaan tuoksen antava metsikön käsittely on aloitettava jo metsikön taimikkovaiheessa. Toisaalta jo ikääntyneidenkin puustojen ominaisuuksia on selvitettävä, jotta puusta voitaisiin saada mahdollisimman suuri hyöty jalosteena.

Puun rakennetta ja ominaisuuksia koskeva tutkimusala on luonteeltaan etupäässä perustutkimusta, joka selvittelee esimerkiksi ympäristötekijöiden ja ilmastotekijöiden vaikutuksia puustoon. Se saattaa sisältää myös tutkimusmenetelmien ja laitteiden kehittelyä.

Mittaustutkimuksista kuuluvat lähinnä valmista puutavaraa koskevat selvitykset tutkimussuunnan työkenttään, kun taas pystymittaus on perinteisesti kuulunut metsänarvioinnin tutkimusosastolle sekä yliopiston vastaavalle laitokselle. Puutavaran mittaustutkimuksissa on tavoitteena kehittää eri puutavaralajien mittausten menetelmiä sekä laatia puutavaralajien tilavuuslukuja ja niiden välisiä muuntokertoimia. Tällaisten kertoimien virallinen vahvistaminen kuuluu voimassa olevan puutavaranmittauslain mukaan Metsäntutkimuslaitoksen tehtäviin.

Tilanteen ollessa puutavaran valmistuksessa, korjuussa, kuljetuksessa ja teollisuuslaitosten prosesseissa jatkuvien muutosten alaisena syntyy uusia puutavaralajeja ja mittaustarpeita. Mittausten kustannusten alentamistarpeet ja samalla mittauksen tarkkuuden ja käytännöllisyyden parantaminen lisäävät kustannus- ja

työvoimaresursseihin kohdistuvia paineita mittaustutkimusten suuntaan.

Merkittävimpiä viime aikoina käynnissä olleita selviytyksiä mittauspuolella ovat olleet havusahatukkien ja kuitupuun mittausmenetelmien uudistaminen. Laajoja ja monipuolisia tutkimuksia on tehty myös energiapuuhaakkeen ja sahanhakkeen ominaisuuksista ja mittauksesta. Sahanhakkeella ollaan käytännössä siirtymässä tilavuusmittauksesta painomittaukseen.

Suomen metsien tuotto ja kokonaispuuvarasto on viime vuosina koko ajan kasvanut, joten metsäteollisuuden raaka-aineen riittävydestä ei joitakin poikkeuksia lukuunottamatta ole tarvinnut kantaa huolta. Puun laatuun voidaan nyt kiinnittää entistä suurempaa huomiota, ja se on välttämätöntäkin metsäteollisuuden kilpailukyvyn säilyttämiseksi maailmanmarkkinoilla. Teolliseen käyttöön ohjautuvan puun laadun tutkiminen ja sen parantaminen metsänhoidollisin keinoin ovat keskeisiä aloja tutkimussuunnan ohjelmassa. Tutkimusaiheista mainittakoon käynnissä olevat männyn, kuusen ja lehtikuusen pystykarsinta sekä sahaus- ja viilutuskokeet, nuorten istutusmänniköiden laatu- ja kasvatuskysymykset lannoitus mukaan lukien ja hieskoivun kasvatus mahdollisena vaneripuuna turvemilla.

Puun laatua koskevissa tutkimuksissa on mänty ollut pitkään tärkein puulaji. Maailmanmarkkinoiden suhdannevaihteluista ja vallitsevista muoti-ilmiöistä huolimatta ei muitakaan puulajeja saa unohtaa. Tällä hetkellä on esimerkiksi pulaa vanerikoivusta ja hyvälaatuisesta kuusitukista. Joskin omat luontaiset puulajimme ovat tutkimus- ja kasvatuskohteina aina tärkeimpiä, myös vieraisiin tai harvinaisempiin kotimaisiin viljelyn kautta hankittaviin puulajeihin on kiinnitettävä huomiota. Eräistä tällaisista lajeista olisi varmasti saatavissa korkealaatuista erikoispuuta Etelä-Suomen oloissa.

Puun laatua koskevat tutkimukset ovat perustuneet perinteisesti etupäässä tilapäisiin koealoihin. Pajon lisäinformaatiota erilaisten ilmiöiden kehittymisestä on saatavissa myös seuraamalla niitä pitkällä aikajänteellä. Tällaisia ovat esimerkiksi puuston vikaisuuksien ja oksikkuuden kehittyminen ja erilaisten metsikön käsittelytapojen vaikutus laatuun.

Jotta myös puuntutkimuksessa voitaisiin palvella käytännön metsätaloutta parhaalla mahdollisella tavalla, pyritään teollisuuden kehitystä seuraamaan ja pitämään yhteyttä metsäalan tutkimus- ja käytännön organisaatioihin.

MH Pentti Rikkonen
Metsäntutkimuslaitos
Metsäteknologian tutkimusosasto
Helsinki

UUTTA PUUTAVARAN MITTAUKSESTA

1. PIKKUTUKKIEN MITTAUS

Erilliseksi puutavaralajiksi katsottavien pikkutukkien mittauksessa on käytetty jossain määrin pinomenetelmää ja tukkien mittausta keskeltä. Pääosin on tilavuus kuitenkin määritetty käyttämällä normaalitukkien 13-17 cm:n läpimittaluokkien yksikkötilavuuslukuja. Aineistossa, jonka pohjalta nykyisin käytössä olevat normaalitukkien tilavuusluvut laskettiin, oli poikkeuksellisten miniläpimittojen ja alimittaisina tehtyjen tukkien vuoksi tukkeja myös 13-15 cm:n läpimittaluokissa siinä määrin, että tilavuusluvut voitiin näillekin luokille laskea (Rikkonen 1987). Kun näiden luokkien tukit olivat kuitenkin lähinnä normaalien tukkirunkojen latvatukkeja ja kun pikkutukkeja tehdään yleisesti rungoista, joista ei tehdä lainkaan normaalitukkeja, oli epäiltävissä, etteivät mainitut luvut sovellu tyydyttävästi varsinaisten pikkutukkien tilavuuden laskentaan. Ongelmaksi jäi myös se, että pikkutukkeja tehdään aina 9 cm:n läpimittaan saakka.

Metsäntutkimuslaitos käynnistikin vuonna 1984 normaalitukkien mittaustutkimuksen jatkoksi erillisen pikkutukkitutkimuksen. Etelä-Suomen alueelta kerätyn runsaan 6000 tukin aineiston pohjalta laskettiin alueen pikkutukeille 1 cm:n läpimittaluokin tilavuusluvut, jotka mittausneuvoston suosittelupäätöksellä otettiin sopimusluonteiseen käyttöön keväällä 1987. Perusteena 1 cm:n luokitukselle oli se, että 2 cm:n luokituksen käytön katsottiin tämän kokoisilla tukeilla johtavan liian suuriin leimikoittaisiin virheisiin.

Tutkimus (Rikkonen 1987) osoitti, että epäilyt normaalitukkien lukujen soveltuvuudesta olivat oikeita. Pikkutukkien kapeneminen oli normaalitukkien kapaenemista selvästi pienempi, kuten seuraava asetelma osoittaa.

d_1 , cm Kapeneminen keskeltä latvaan, mm/m

		Pikkutukit	Normaalitukit
Mänty	13	8,4	11,9
	15	8,1	10,6
Kuusi	13	9,5	13,3
	15	8,7	11,4
	17	7,7	10,6

Kun normaalitukkien yksikkötilavuuslukuja sovellettiin aineistoon, saatiin yli 10 % todellista suurempi tilavuus. Pääosa erosta johtuu edellä todetuista kapenemiseroista. Eroon vaikuttaa kuitenkin myös se, että pikkutukkien ja normaalitukkien läpimittajakautuma on erilainen, mikä ilmenee alla esitetystä 2 cm:n läpimittaluokkien luokkakeskusten eroista.

d_1 , cm

Luokkakeskus, mm

		Pikkutukit	Normaalitukit
Mänty	13	130,8	135,1
	15	142,9	151,6
Kuusi	13	131,5	132,9
	15	149,1	152,9
	17	164,1	171,4

Eroilla on huomattava merkitys, koska 1 mm:n ero luokkakeskuksissa merkitsee noin 1 %:n eroa tilavuusluvuissa.

Leimikoittainen tukkien keskipituuden poikkeaminen aineiston kaikkien tukkien keskipituudesta vaikutti tilavuusluvuilla lasketun ja todellisen tilavuuden eroon varsin selvästi. Pikkutukeille laskettiin erilliset keskipituuskorjauskertoimet, jotka nekin otettiin käyttöön edellämainitulla mittausneuvoston päätöksellä. Kertoimien vaikutus tilavuuteen on normaalitukeilla käytettävien korjauslukujen vaikutusta suurempi. Korjauskerrointen vaikutus tilavuuteen on männylä noin 0,6 % ja kuusella noin 0,5 % desimetriä kohden, kun normaalitukeilla käytettävät luvut ovat vas-

taavasti 0,35 % ja 0,40 %.

Leimikoittainen todellisen ja tilavuusluvuilla lasketun tilavuuden eron tarkastelu osoitti, että pikkutukkien mittausta jää keskipituuskorjausten käytön jälkeenkin normaalitukkien mittausta epätarkemmaksi. Pikkutukkien leimikoittaisen mittausrvirheen todettiin riippuvan myös tukkien tyvitukkiosuudesta ja runkojen keskimääräisestä rinnankorkeusläpimitasta. Malli, jossa nämä tekijät ja keskipituus olivat selittävinä muuttujina, selitti männyllä 67 % ja kuusella 72 % todellisen tilavuuden ja lasketun tilavuuden suhteen hajonnasta. Korjausyhtälöitä tehtäessä olisi pikkutukkien mittauksen tarkkuus likimäärin samaa tasoa kuin normaalitukkienkin mittausta.

Mittausneuvoston suosituksen mukaan käyttöön otetut pikkutukkien tilavuusluvut sisältävät myös Pohjois-Suomen alueelle lasketut luvut. Ne on laadittu normaalitukkien aineiston pohjalta eivätkä näin ollen ole luotettavia. Pohjois-Suomessa on pikkutukkiaineiston keruu aloitettu vuoden 1987 alussa ja se saatetaan päätökseen kuluvan vuoden alussa.

2. PITKÄN KUITUPUUN PINOMITTAUSTUTKIMUS

Kuitupuun hankinnan eri vaiheissa tapahtuneet muutokset ovat johtaneet kuitupuutavaralajien pitenemiseen. Korjuukustannusten pienentämiseksi sekä kuljetuskaluston käytön tehostamiseksi ollaan kuitupuun teossa siirtymässä pitkään eli yli 3-metriseen tavaralajiin. Merkittävänä esteenä pitkän kuitupuun teolle on kuitenkin jälkimittausmenetelmän puuttuminen. Metsäntutkimuslaitos aloitti saamiensa monien pyyntöjen johdosta vuonna 1986 tutkimuksen, jossa selvitetään mahdollisuudet mitata pitkää kuitupuuta pinossa. Tutkimus, jota johtaa metsänhoitaja Pentti Sairanen, on tärkein tämänhetkistä Metsäntutkimuslaitoksen mittaustutkimuksista. Aineistoa on mitattu runsaat 200 pinoja. Välitulokset saataneen lasketuksi kuluvan vuoden alkupuolella, jonka jälkeen päätetään mahdollisen lisäaineiston keräämisestä.

3. KEHÄMITTAUS

Kehämittaus on mittausmenetelmä, jossa kourakasan tilavuus saadaan kertomalla keskenään kehä, pölkkyjen keskipituus, puulaji- ja pituuskohtainen vakio sekä järeydestä riippuva korjauskerroin. Kehällä tarkoitetaan kasan päältä sen keskikohdalta aluspuusta aluspuuhun mitattua välimatkaa. Tätä Kärkkäisen (1979) tutkimukseen perustuvaa menetelmää on alkuaan kehitetty työmittausmenetelmäksi työmarkkinaosapuolten ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä. Vuosina 1983-85 kerätyssä aineistossa saatiin 3-metriseksi kuitupuulle seuraavat suhteelliset tilavuudet.

	Aineiston määrä m^3	Suhteelliset tilavuudet		
		Todellinen	Tutkimusryh- män mittaus	Metsurin mittaus
Mänty	233	1 000	1 017	1 032
Kuusi	203	1 000	1 000	1 013
Lehtipuu	224	1 000	996	994
Yhteensä	660	1 000	1 005	1 013

Selvityksen mukaan voidaan menetelmän keskimääräistä tarkkuutta pitää varsin hyvänä. Palstoittain todettiin osaksi merkittäviäkin virheitä, mutta leimikoittaisen tarkkuuden voidaan käytettävissä olevien tietojen pohjalta arvioida olevan hyvinkin kilpailukykyinen pinomenetelmän kanssa. Menetelmä on työmittauksessa rajoitetussa mutta alueellisesti laajassa koekäytössä. Menetelmän käytön laajentamista luovutuksen ja kuljetuksen piiriin käsitellään mittausneuvostossa. Mikäli käyttöalue laajenee, saattaa menetelmä muodostua merkittäväksikin vaihtoehdoksi kuitupuun mittauksessa. Sen etuna on yritysten kannalta erityisesti se, ettei tavaraa tarvitse ajaa välivarastoon metsurikohtaisesti. Maksusuoritusten saajan etuna on tilitysten nopeutuminen.

4. METSURIMITTAUS

Metsurimittaus on lähinnä ensiharvennusleimikoiden mittaukseen tarkoitettu kahden tunnuksen pystymittaussovellutus, jossa runkojen pituus määritetään ennen hakkuuta koealoilta ja rinnankorkeusläpimitat metsurin toimesta hakkuun yhteydessä. Tätäkin menetelmää on kehitetty työmarkkinaosapuolten kesken ja se on verraten yleisesti käytössä työmittauksessa. Tutkimusselvityksiä on tehnyt Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Menetelmää käytettäessä metsuri tavallisesti suorittaa samalla leimauksen mallileimausta tukena käyttäen. Menetelmä on otettu käyttöön sen tähden, että normaali pystymittaus tulee pienissä ja pienirunkoisissa leimikoissa varsin kalliiksi. Myös metsurimittauksen käytön laajentamista selvittämään mittausneuvostossa. Joissain tapauksissa mitaustulosta käytetään jo nytkin mittauksen osapuolten välisin sopimuksin myös puukaupan maksuperusteena.

5. METSÄHAKKEEN MITTAUS

Metsäntutkimuslaitoksella valmistui vuonna 1987 tutkimus, jossa selvitettiin metsähakkeen kiintokuutiometrin ja irtokuutiometrin suhdetta (Uusvaara ja Verkasalo 1987). Suhdetta selvitettiin hakkurityypeittäin ja puulajeittain ottamalla vielä huomioon, missä määrin hakkeeseen sisältyi oksa- ja viherainesta. Tutkimuksen mukaan suhde vaihtelee mainituista tekijöistä ja vuodenajasta riippuen varsin laajoissa rajoissa vaihteluvälin ollessa 0,36 - 0,56.

6. PUUTAVARAN MITTAUKSESSA SATTUVAT ERIMIELISYYSTAPAUKSET

Nykyinen puutavaranmittauslaki on annettu vuonna 1969. Pystymittaus ei kuulu lain piiriin. Jälkimittauksessa tapahtuneiden muutosten johdosta voidaan erimielisyyksiä ratkoa lain tarkoittamalla tavalla vain harvoissa poikkeustapauksissa. Mittauksen osapuolille on annettu oikeusturva sopimuksenvaraisella järjestelmällä. Mittausneuvoston antamien ohjeiden mukaisesti asetet-

tiin metsälautakuntien toimipiireille 1970-luvun alussa mittaustoimikunnat, jotka asettivat erimielisyyksien ensimmäisen asteen ratkojiksi tarpeellisen määrän luottomittaajia. Toisen asteen ratkominen on ollut mittaustoimikuntien tehtävänä. Järjestelmä on toiminut tyydyttävästi ja mittauksia on jouduttu suorittamaan vain harvoin. Tilannetta ei kuitenkaan voida pitää hyvänä, koska samaa tarkoitusta varten on olemassa kaksi rinnakkaista järjestelmää. Syksyllä 1986 asetti maa- ja metsätalousministeriö puutavaranmittaustoimikunnan uudistamaan puutavaranmittauslainsäädäntöä. Toimikunnan on määrä antaa esityksensä ministeriölle 31.3.1988 mennessä.

KIRJALLISUUTTA:

- Kärkkäinen, M. 1979. Kuitupuun mittaus kourakasoissa. *Folia Forestalia* 410. 15 s.
- Rikkonen, P. 1987. Havutukkien kuorelliseen latvaläpimittaan perustuva tilavuuden määrittäminen. *Folia Forestalia* 684. 47 s.
- Rikkonen, P. 1988. Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuden määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Käsikirjoitus *Folia Forestalia* -julkaisusarjaa varten. 50 s.
- Uusvaara, O. & Verkasalo, E. 1987. Metsähakkeen tiiviys ja muita teknisiä ominaisuuksia. *Folia Forestalia* 683. 53 s.

MH Aili Tuimala
Metsätutkimuslaitos
Metsäteknologian osasto
Helsinki

LANNOITUS JA PUUN LAATU

1. JOHDANTO

Lannoituksen vaikutus puuaineen laatuun on metsänlannoitustoiminnan alusta saakka askarruttanut niin puun käyttäjiä kuin tuottajiakin.

Suomessa asiaa on tutkittu laajimmin 1970-luvun puolivälissä (mm. Saikku 1975a, 1975b). Ruotsissa ja Norjassa laatututkimuksia on tehty aiemmin (mm. Ericson ym. 1971, Klem 1974). Tutkimusten mukaan lannoituksen vaikutukset puun laatuun tai käyttökelpoisuuteen kohtuullisilla lannoiteannoksilla ovat vähäiset, käytännössä usein merkityksettömät.

Vaikka pohjoismaisten tutkimusten tulokset ovat hyvin yhdenmukaisia, on lannoituksen laatuvaikutuksista mitä erilaisimpia käsityksiä, minkä vuoksi on edelleen ajankohtaista selvittää asiaa. Tiedon tarve lienee suurempikin kuin aiemmin, koska kielteinen ennakkoa-
sennoituminen tehokkaan metsätalouden ja siinä yhteydessä myös lannoituksen mahdollisiin sivuvaikutuksiin on voimistunut ja yleistynyt riippumatta siitä, minkäsuuntaisia vaikutukset todellisuudessa ovat tai onko niitä ollenkaan.

Seuraavassa tarkastellaan metsänlannoituksen vaikutuksia männyn ja kuusen sekä jossain määrin koivun puuaineeseen ja puun ulkoiseen laatuun etupäässä pohjoismaisten tutkimusten pohjalta.

2. LANNOITUKSEN VAIKUTUS PUUAINEESEEN

21. Vuosiluston paksuus

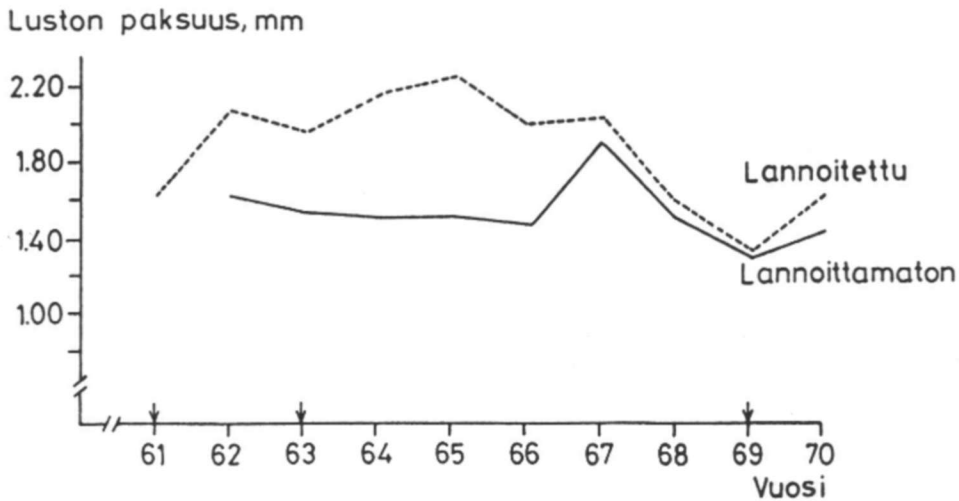
Vuosiluston paksuus riippuu kasvukauden lämpöoloista ja sademäärästä, maan ravinteisuudesta, puun kasvutilasta, puulajista ja puun iästä. Yksilölliset vaihtelet samoissakin olosuhteissa ovat huomattavat.

Kasvukauden lämpösumma on erityisesti pohjoisosassa Suomea selvimmin kasvuun ja luston paksuuteen vaikuttava tekijä (mm. Sir`n 1961, Mikola 1962). Etelä-Suomessa sademäärän merkitys lisääntyy etenkin kuivilla maapohjilla (Henttonen 1984).

Yleisesti ottaen vuosilustot ohentuvat puun iän lisääntyessä eli ytimeistä pintaan siirryttäessä (mm. Eklund 1967).

Lannoituksen, erityisesti typen lisäyksen jälkeen neulasten ja pienten oksanhaarojen määrä lisääntyy. Puun yhteyttävä latvus tuuheutuu ja solujen jakautuminen puun jälsikerroksessa kiihtyy. Kasvukauden aikana syntyy enemmän soluja kuin ennen lannoitusta (mm. Brix ja Mitchell 1980).

Luston paksuus kasvaa varttuneiden metsiköiden kertalannoituksesta männyllä ja kuusella 30 - 50 %, kun puhdasta typpeä annetaan 100 - 200 kg/ha (Ericson ym. 1971, Klem 1972, 1974, Saikku 1975a). Tämä merkitsee keskimäärin 0.3 - 0.5 mm:n lisäystä lustonpaksuuteen. Kasvunlisäyksen lopulliseen määrään vaikuttaa ensisijaisesti lähtötilanne: maaperän alkuperäinen viljavuus ja ravinnesuhteet siinä, puuston kasvukunto ja ikä.



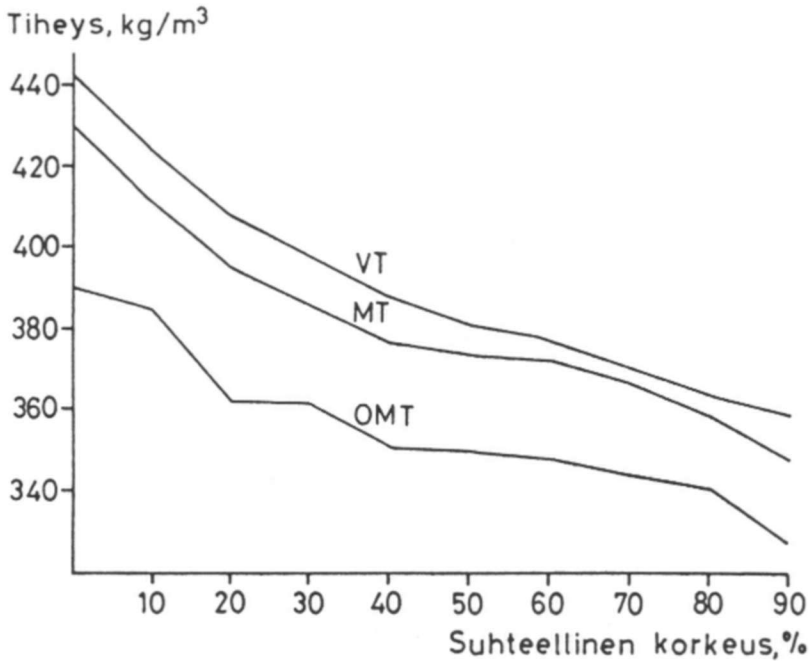
Kuva 1. Typpilannoituksen vaikutus lustonleveyteen Saikun (1975a) mukaan. Lannoitusvuodet merkitty nuolella, annostus n. 100 kg typpeä kerralla.

Typpilannoituksen vaikutusaika on tavanomaisia nopealiukoisia lannoitteita käytettäessä keskimäärin seitsemän - kymmenen vuotta, männyllä lyhyempi kuin kuusella. Lannoitusvaikutus alkaa näkyä lustonpaksuudessa toisena, joskus vasta kolmantena vuotena. Vaikutusajan loppupuolella lisäys on enää 0.05 - 0,2 mm. Suuremmat, 100 - 300 % :n lisäykset lustonleveydessä ovat mahdollisia, jos typen määrää nostetaan (Ericson ym. 1971, Klem 1974).

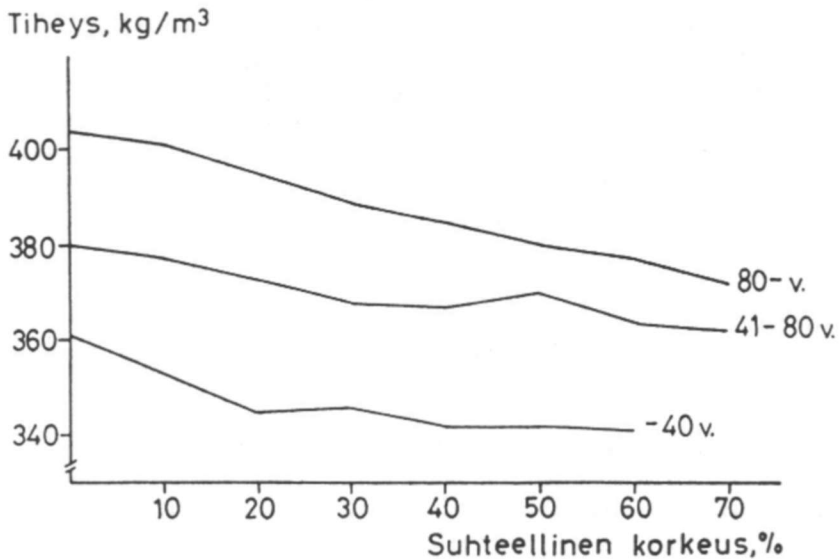
22. Puun kuiva-tuoretiheys

Leveälustoinen havupuu on kevyempää kuin samalla ilmastoalueella kasvanut ohutlustoinen puu, vaikka vuosiluston kokonaisleveyden vaihtelu selittää vain osan puuaineen kuiva-tuoretiheyden vaihtelusta (mm. Hakki-la 1966, Klem 1974, Krempel 1977). Luontaisesti viljavalla maalla kasvavan männyn ja kuusen tiheys on alempi kuin karulla maalla kasvavan (mm. Hakki-la 1966, Uusvaara 1974). Hakkilan (1966) mukaan käenkaali-mus-

tikkatyypillä (OMT) kasvaneen mänty- ja kuusipuun tiheys on keskimäärin 5 % pienempi kuin puolukkatyypillä (VT) kasvaneen.



Kuva 2. Viljelymännikön tiheys eri metsätyypeillä Uusvaaran (1974) mukaan.



Kuva 3. Puun tiheys nousee iän noustessa. Hakkilan tulosten (1966) mukaan laskenut Kärkkäinen (1985).

Puun tiheys nousee iän lisääntyessä (mm. Hakkila 1966, Uusvaara 1974).³ Puun kuiva-tuoretiheys (mitattavaksi g/m³ tai kg/m³) on selvimmin riippuvainen luston kesäpuuosuudesta. Kesäpuosuus selittää noin 50 % tiheyden vaihtelusta (mm. Klem 1974, Saikku 1975a).

Nopeakasvuissa, leveälustoissa puussa kesäpuun osuus on pienempi kuin hitaammin kasvaneissa. Kesäpuun suhteellinen osuus nousee puun iän kasvaessa, nopeimmin ensimmäisten vuosikymmenten aikana, minkä jälkeen lisäys hidastuu. Siimeksen (1938) mukaan kesäpuun osuus on männyllä korkeimmillaan, kun luston leveys on 1,0 - 1,5 mm.

Lannoituksen jälkeen kesäpuun suhteellinen osuus vuosilustossa on yleensä pienempi kuin ennen lannoitusta, koska erityisesti ohutseinämäisten kevätpuusolujen määrä lisääntyy (mm. Ericson 1962, Klem 1974, Vjarbi-la ym. 1981 myös Saikku 1975a). Kesäpuusolujen määrä kasvaa vähän tai ei ollenkaan.

Kevyiden kevätpuusolujen runsaus lannoituksen jälkeen syntyneissä vuosilustoissa johtaa siihen, että puun kuiva-tuoretiheys pienenee. Tiheyden pienentyminen riippuu puulajista, ennen lannoitusta vallinneesta ravinnetilanteesta, puun kasvusta ennen lannoitusta, lannoitetun puuston iästä, lannoitelajista ja lannoitteannostuksesta. Lannoitus tyypellä alentaa männyn ja kuusen kuiva-tuoretiheyttä, jos puu on ennen lannoitusta kasvanut puun kannalta normaaliravinteisella maapohjalla.

Taulukko 1. Männyn, kuusen ja koivun kuiva-tuoretiheyden pienentyminen typpilannoituksen seurauksena eräiden pohjoismaisten tutkimusten mukaan.

Lannoite ja annostus	Ero lannoittamattomaan, %	Tutkimus
MÄNTY		
N 180kg/ha	-5	Ericson ym. 1972
N 600kg/ha	-13	Ericson ym. 1972
N 100 - 200kg/ha	-2,5	Saikku 1975b
N 150kg/ha	0 - -4	Klem 1974
N 225kg/ha	-8	Klem 1974
NPK eri suhteet	0	Klem 1972
N 150kg/ha	0 - +4	Klem 1974

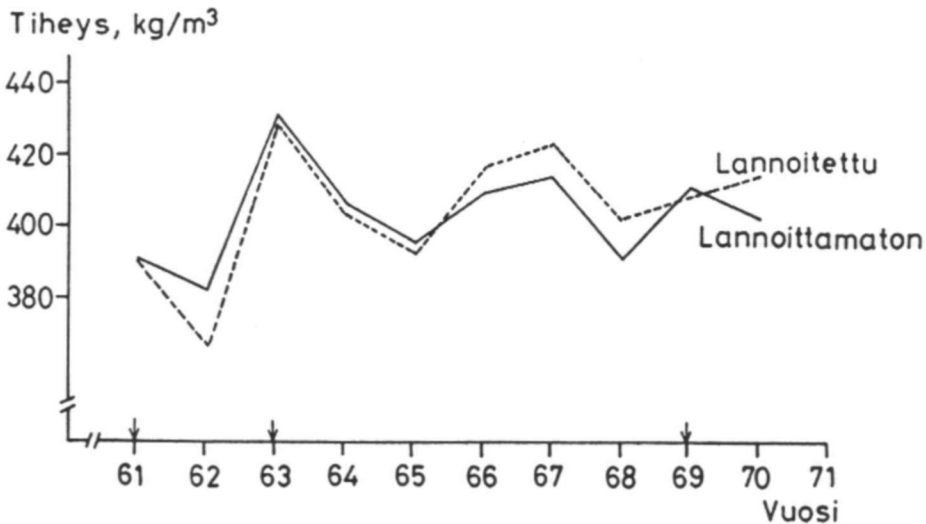
KUUSI

N150 kg/ha	-1 - -6	Klem 1974
N 100 -200kg/ha	-4	Saikku 1975b
NPK eri suhteet	-5 - -10	Klem 1972
NPK	-5	Klem 1974
Ca(NO ₃) ₂ 500 kg/ha	-2	Madsen ym. 1985
" 1000kg/ha	-8	Madsen ym. 1985

KOIVU

N 100-200kg/ha	-1 - -2	Saikku 1975b
----------------	---------	--------------

Koivun lannoituksesta saadut tulokset ovat jossain määrin epävarmoja pienen aineiston vuoksi.



Kuva 4. Lannoituksen vaikutus puuaineen tiheyteen. Saikun (1975a) mukaan.

Parhaimmat kasvunlisäykset saavutettiin Saikun (1975b) mukaan VT- männiköissä ja OMT- sekä MT- kuusikoissa, joissa tiheys vastaavasti laski eniten. Kun tilavuuskasvun lisäys oli männyllä 36 %, laski tiheys 3,2 %. Vastaavasti kuusella 29 prosentin kasvunlisäys aiheutti tiheyden laskun 4,8 prosentilla.

Neuvostoliittolaisten tutkimusten mukaan tiheyden alentumat ovat lannoitusmääriin verrattuna samaa suuruusluokkaa kuin pohjoismaisissa tutkimuksissa. Zvirbul ym. (1976) totesivat, että varttuneen männyn tiheys pieneni 8 - 11 %, kun tyypeä annettiin kahdesti, 110 - 260 kg /ha kerrallaan.

Hyvin karulla ja kuivalla maapohjalla kasvavien havupuiden ohuimpien vuosilustojen kuiva-tuoretiheys on

alhainen. Oletetaan, että kesäpuun soluseinä ei muodostu normaalirakenteiseksi ja puun paino siksi jää alhaiseksi (Ericson 1962, Olesen 1976). Männyllä puuaineen tiheys on suurimmillaan, kun lustonleveys on 0,8 - 1,2 mm (Klem 1974, Saikku 1975a, myös Siimes 1938).

Ravinteiden niukkuudesta kärsivien metsiköiden lannoittaminen nostaa puuaineen tiheyttä (mm. Klem 1974, Saikku 1975a). Lievä harvennus näyttää vaikuttavan samansuuntaisesti (mm. Megraw 1985, Minin ja Moskaleva 1986). Voimassaolevien lannoitusohjeiden mukaan karuimpien maiden lannoittamista ei suositeta.

Fosforin lisäyksen jälkeen puuaineen tiheys voi kasvaa, erityisesti maapohjilla, joilla fosforia on niukasti (mm. Madsen ym. 1985, Rockwood ym. 1985). Myös päivittäisiä tuloksia fosforilannoituksen vaikutuksesta on (mm. Polge 1985).

Viljavaa maapohjaa vaativilla lehtipuilla puuaineen tiheys usein nousee typpilannoituksenkin jälkeen (mm. Chosa 1977).

Tutkimuksissa on löydetty eroja myös siinä, miten lannoitus vaikuttaa nuorpuun ja varsinaisen puuaineen tiheyteen. Schmidtingin ja Amburgeyn (1977) mukaan nuorilla eteläntamännillä todettiin lannoituksen alentaneen nuorpuun tiheyttä, mutta normaalin puuaineen tiheyteen se ei vaikuttanut.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että myös harvennukset voivat alentaa puuaineen tiheyttä (mm. Wood ja Siemon 1981, Minin ja Moskaleva 1986). Tiheyden lasku riippuu harvennuksen voimakkuudesta.

23. Solumitat

Lannoituksen jälkeen puussa on runsaammin kevätpuusoluja kuin ennen lannoitusta. Kevätpuusolut ovat lyhyempiä, ohutseinäisempiä ja säteen suuntaiselta läpimitaltaan suurempia kuin kesäpuun trakeidit (mm. Dinwoodie 1961, Labosky ym. 1984).

Lannoituksen jälkeen nopeasti kasvaneessa puussa trakeidit ovat lyhyempiä kuin lannoittamattomassa puussa (mm. Klem 1974). Trakeidit jäävät lyhyemmiksi myös

muista syistä nopeasti kasvavissa puissa (mm. Taylor ja Moore 1981).

Voimakkaan typpilannoituksen on todettu ohentavan erityisesti kesäpuun soluseinämiä (mm. Smith ym. 1977).

24. Lannoituksen vaikutus puuaineen kemiaan

Puuaineeseen ei yleensä varastoidu kasvamiseen tarvittavia pääravinteita siinä määrin, että esim. typpeä voitaisiin todeta olevan runsaammin viljavassa kuin karussa maassa kasvaneessa puussa (vrt. kuitenkin Vi-havainen 1975). Erot puuaineen typpipitoisuudessa selitetään ennemmin perinnöllisistä eroista johtuviksi. Neulasista ja lehdistä maapohjan ravinteisuus sen sijaan on todettavissa.

Puun ligniinipitoisuus nousee lannoituksen jälkeen muutaman prosentoin (Ericson 1962, Klem 1974), mikä johtunee kevätpuuosuuden noususta, sillä kevätpuussa on enemmän ligniiniä kuin kesäpuussa. Ligniinin määrä ei sen sijaan ainakaan Donalsonin (1986) mukaan ole riippuvainen kasvunopeudesta tai maaperän viljavuudesta.

Pihkan määrän on todettu nousseen lannoituksen seurauksena (Leube ja Fiedler 1979, Shepard ym. 1980). Jälkimmäisessä tutkimuksessa todettiin myös tuhkapitoisuuden nousseen. Männyn pihkanjuokсутuskokeissa on niin ikään todettu pihkasaannon kasvaneen lannoituksen jälkeen (Kovalenko 1977). Ericson (1962) sen paremmin kuin Klem (1974) eivät kuitenkaan todenneet lannoituksen aiheuttaneen merkittäviä muutoksia uuteainepitoisuudessa.

3. LANNOITUKSEN VAIKUTUS PUUN ULKOISEEN LAATUUN

Järeys

Rungon paksuus on sahatavaran raaka-aineeksi käytettävän puun tärkeimpiä laatutunnuksia. Tiettyyn rajaan

asti järeämpi runko on edullisempi sahata kuin ohuempi ja siitä on todennäköisemmin odotettavissa myös parhaita sahatavaralaatuja (mm. Kärkkäinen 1980). Uusvaaran (1983) tutkimuksessa, joka liittyy selvityksiin viljely- ja luonnonmänniköiden laatueroista, paras lautojen laatuajakauma saatiin puista, joiden pintalustojen paksuus oli 3 mm. Samansuuntaiseen tulokseen päätyi Kärkkäinen (1982) tutkittuaan karsituista männyistä saatavan sahatavaran laatuajakaumaa ja arvoa. Jos puu kasvaa nopeasti tyviosan oksien karsiutumisen jälkeen, oksat kyljestyvät nopeammin ja täydellisemmin kuin hidaskasvuissa puissa.

Oksaisuus

Lannoituksen vaikutuksia puun oksaisuuden kehittymiseen on suomalaisissa tutkimuksissa arvioitu käyttäen pohjana männyn yleisiä reaktioita maan viljavuuteen tai käytettävissä olevaan kasvutilaan (mm. Kellomäki 1979). Nopea kasvu männyn nuorusvaiheessa tuottaa paksuja oksia ja tyvitukista tulee heikkolaatuinen (mm. Heiskanen 1965, Persson 1976, 1977). Kuusen oksat eivät reagoi yhtä voimakkaasti ravinteiden runsauteen tai kasvutilaan.

Männyn oksien tilavuuskasvu jatkuu voimakkaana n. neljäänkymmeneen ikävuoteen saakka, minkä jälkeen kasvu pysähtyy tai jopa laskee (Albrektson 1980). Nuorten metsiköiden lannoittaminen aiheuttaa voimakasta oksien paksuuskasvun lisääntymistä, mikä on todettavissa esim. Nurmeksen hoitoalueen tehokkaan metsänhoidon koealoilta jo silmävaraisestikin arvioiden (Sevola 1983). Ensiharvennusikäisillä puustoilla lannoituksen oksien paksuuskasvua lisäävä vaikutus keskittyy jo latvuksen ylimpiin osiin, aina seitsemänteen ja yhdeksänteen oksakiehkuraan saakka (Saramäki ja Silander 1982).

Kaunisto ja Tukeva (1986) totesivat NPK-lannoitetuilla suolle perustetuilla männyn taimikkokoealoilla selvästi paksuja oksia. Koska PK-lannoitetulla koealalla paksuuntumista ei havaittu, katsottiin typen lisännen oksien paksuuskasvua.

Lannoitus kuten muukin ravinteisuuden lisäys lisää oksien lukumäärää nuorissa puissa. Bialy (1983) totesi NPK-lannoituksen lisäävän männyn taimilla oksakiehku-

raan kehittyvien oksien määrää 3-4 kpl kiehkuraa kohden lannoitusta seuraavana vuotena. Nuorten metsiköiden voimakas lannoitus paitsi lisää oksien paksuutta ja latvuksen kokoa myös hidastaa oksien luontaista karsiutumista (Gardiner 1978).

Vaikutus runkomuotoon

Puun runkomuotoon vaikuttavat mm. kasvupaikan maantieteellinen sijainti, maan viljavuus ja puun käytössä oleva kasvutila. Puut ovat tyvekkäämpiä maamme eteläosissa, samoin tyvekkäitä ovat viljavalla maalla harvassa kasvavat puut. Jo normaalit harvennushakkuut heikentävät puun runkomuotoa väliaikaisesti (Vuokila 1965). Lannoituksen aiheuttamat muutokset puun runkomuodossa ovat selvimmillään muutaman vuoden ajan heti lannoitteen levittämisen jälkeen (Saramäki 1980). Edelleen saman tutkimuksen mukaan lannoitus vaikuttaa männyllä vain vähän vanhojen puiden runkomuotoon ja lannoituksen aiheuttamat muutokset korjautuvat lannoitusajan kuluessa.

4. LANNOITETTU PUU TEOLLISUUDEN RAAKA-AINEENA

Sahateollisuus

Lannoitetun puun käyttökelpoisuutta arvioitaessa on aina muistettava, että ravinnelisyys ei muuta ennen lannoitusta syntyneen solukon rakennetta. Ylivoimaisesti suurin osan havupuiden soluista eli 93 - 94 % kuolee saman kasvukauden aikana kuin ne syntyvät. Lannoituksen vaikutukset kertaalleen lannoitetussa puussa esiintyvät täten vain 2 - 3 cm:n levyisellä vyöhykkeellä.

Lannoituksen on todettu taimikkovaiheessa hidastavan siirtymistä kevyestä ja hauraasta, kuivumishalkeiluun alttiista nuorpuusta normaalirakenteiseen puuaineeseen (Gardiner 1978). Kun puustoa ei lannoiteta riukuvaiheessa tai varhaisimmassa kasvatusmetsävaiheessa, haittaa ei synny.

Yleisen käsityksen mukaan sydänpuuta, jota pidetään

arvokkaana esim. ikkunanpuitteiden raaka-aineena tai sivutuotteiden kannalta kemiallisessa teollisuudessa, muodostuu hitaammin nopeasti kasvaviin puihin kuin hitaasti kasvaviin. Jos puussa on kookas latvus, pinta-puun osuus on suuri (mm. Kärkkäinen 1985 eri kirjoit-tajien mukaan). Typpilannoituksen arvioidaan vaikut-tavan nopean kasvun tavoin, mutta käytännön vaikutuk-set lienevät merkityksettömät kertalannoituksessa. Jos siirryttäisiin jatkuvasti toistuvaan, tyypeä si-sältävään lannoitukseen, pintapuun osuus todennäköi-sesti tulisi olemaan suurempi kuin lannoittamattomissa puustoissa. Brix ja Mitchell (1983) eivät kuitenkaan saaneet tilastollisesti merkitseviä eroja lannoitetun ja lannoittamattoman Douglas-kuusen pintapuuosuuksien välillä.

Tavanomaisen lannoituksen aiheuttama lustonpaksuuden lisäys on käytännössä niin pieni, että sitä on usein mahdoton erottaa lustonpaksuuksien luontaisesta vaihtelusta puun poikkileikkauksessa. Puun työstettävyy-teen tai työstetyn pinnan laatuun varttuneitten met-siköiden tavanomainen lannoitus ei vaikuta sen enempää kuin normaali puuaineen epätasaisuus.

Oksattoman puokappaleen lujuus on selvästi riippuvai-nen puuaineen tiheydestä (mm. Siimes ja Liiri 1952, Siimes 1967). Puun tiheyttä alentaessaan lannoitus alentaa jonkin verran puun taivutuslujuutta. Klem ja Halvorsen (1967) ja Klem (1970) totesivat, että 200 %:n lisäys lustonleveydessä aiheutti 5 %:n alentumisen taivutuslujuudessa, jos koekappaleessa oli sekä kapei-ta että leveitä lustoja. Koekappale murtui useimmiten lustonleveyden vaihtumisvyöhykkeeltä. Pelkästään 3 mm:n lustoja sisältäneen mäntykappaleen taivutuslujuus oli 10 % alhaisempi kuin pelkästään 1 mm:n lustoista muodostunut koekappale.

Lujuuden alentuma voi olla merkittävä, jos käytetään runsaita lannoiteannostuksia, Klemin (1964) mukaan 5 - 10 %:n lasku kuusen tiheydessä aiheuttaa todennäköi-sesti 6 - 12 %:n laskun taivutuslujuudessa. Vuosilus-tojen leveys sinänsä ei ole erityisen hyvä osoitin lu-juudesta, mutta lujuuskokeiden perusteella on voitu todeta ohutlustoisen puun olevan tiheydeltään saman-laista, mutta leveälustoisempaa puuta lujempaa (mm. Kärkkäinen ja Dumell 1983, Kärkkäinen ja Hakala 1983 ja Saranpää 1983), joten lannoituksen lustojen leveyt-tä lisäävä vaikutus saattaa vaikuttaa lujuuteen vaikka muutoksia tiheydessä ei olisikaan. Lujuuden laskun

käytännöllinen merkitys on pieni, koska kokeet on tehty oksattomilla puukappaleilla. Oksien merkitys puukappaleen lujuudelle on suurempi kuin tiheyden. Lannoituksen vaikutuksia puuaineen lujuuteen tulisi kuitenkin tutkia, sillä pelkkä arviointi esim. lustonlevyden tai tiheyden perusteella ei antane lopullisesti luotettavia tuloksia, vaikka niistä oikea suunta saataisiinkin.

Klem (1970) havaitsi, ettei lannoituksen jälkeen nopeasti kasvaneen puun kuivauksessa syntynyt merkittävästi enemmän kuivumishalkeamia kuin lannoittamattoman puun kuivauksessa, kun loppukosteus oli 20 %. Jos puu kuivattiin absoluuttisen kuivaksi, loppukosteuteen 0%, esiintyi kuivumishalkeamia noin 10 %:ssa kaikkein nopeimmin kasvaneista puista (kasvulisäys 200%). Lannoittamattomissa koekappaleissa halkeamia ei esiintynyt ollenkaan. Käytännössä puuta ei kuivata absoluuttisen kuivaksi. Yleisesti kuivumishalkeamia syntyy lukumääräisesti enemmän puuhun, jonka tiheys on korkea kuin sitä kevyempään puuhun (Rydell 1982).

Cown ja McConchie (1981) totesivat, että lannoitetun puun kuivumiskutistuminen on pienempi kuin lannoittamattoman puuaineen kutistuma.

Lannoituksen on todettu lisäävän reaktiopuun määrää ja poikkeamia syyjärjestyksessä, mutta syntyvän lylyn ominaisuudet eivät eroa sanottavasti normaalipuusta eikä suuria käytännön haittavaikutuksia ole todettu syntyneen (Gray ja Kyanka 1974, Cown ja McConchie 1981). Lannoitus ei Cownin ja McConchien (1981) mukaan ole lisännyt puun kierteisyyttä.

Lannoitetun puun sinistymisalttius KY-5 liuoskäsitteilyn jälkeen oli Vihavaisen (1975) suorittamassa koeksessa vähäisempi kuin lannoittamattoman puun. Lahoituskokeessa painohäviö sen sijaan oli suurempi lannoitetussa kuin lannoittamattomassa puussa. Puun kyllästävyyteen lannoitus ei vaikuttanut.

Kuiduttava teollisuus

Sekä Suomessa että ulkomailla tehdyissä lannoitetun puun koekeitoissa on todettu vain vähäisiä eroja lannoitetun ja lannoittamattoman puun välillä (mm. Jensen ym. 1967). Erot johtuvat etupäässä kevätpuusolu-

kon runsaudesta. Runsaasti kevätpuuta sisältävästä raaka-aineesta saadaan vaalea, helposti jauhautuva massa, josta valmistetun paperin vetolujuus ja puhkaisu- ja puristuslujuus ovat hyvät. Lujuus on riippuvainen sellun tilavuusyksikössä olevien kuitujen lukumäärästä, helposti litistytviä kevyitä kevätpuusoluja mahtuu yksikköön paljon (Labosky ym. 1984). Kevätpuusolujen runsaus parantaa myös paperin taittolujuutta ja pienentää pinnan karheutta.

Kun puussa on runsaasti pyöreähköjä, jäykkiä kesäpuusoluja, on siitä valmistetulla paperilla hyvä repäisy- ja opasiteetti- ja läpikuultoarvo. Tällaisessa paperissa kirjoitus ei näy läpi puolelta toiselle.

Lannoituksen on arvioitu alentavan puusta painoyksikköä kohden saatavaa saantoa mm. Klem (1964), mutta Jensen ym. (1967), Hunt ym. (1980) ja Ohta ym. (1985) totesivat, ettei saanto alentunut ainakaan sulfaattikeitossa. Käytännössä lannoitettua puuta pidetään samanarvoisena kuin lannoittamatonta.

5. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Lannoitus vaikuttaa tutkimusten mukaan puun kuiva-tuoretiheyteen, kesäpuun osuuteen, trakeidien pituuteen ja puuaineen lujuteen alentaen niiden absoluuttisia mitta-arvoja lannoittamattoman puun mitta-arvoihin verrattuna. Tiheyden lasku on 2,5 - 5 %, jos puhdasta tyypeä käytetään alle 250 kg N/ha.

Voimassa olevissa lannoitusohjeissa, joiden noudattamista edellytetään lannoituskustannusten verovähennysoikeuden saamiseksi, puhdasta tyypeä suositetaan levitettäväksi n. 150 kg hehtaarille, mikä saadaan esim. 325 kilosta ureaa. Suositetuilla annoksilla tiheysmuutokset jäävät alle 5 %:n, eivätkä aiheuta käytännössä selvästi havaittavia haittoja.

Puun, erityisesti männyn ulkoisen laadun kannalta on tärkeää, että taimikoita tai nuoria metsiköitä ei lannoiteta. Kun puut ovat Etelä- ja Keski-Suomessa noin viidenkymmenen vuoden ikäisiä tai vanhempia, voidaan lannoitus aloittaa. Lannoituskohteet tulisi valita laadultaan hyvistä, hoidetuista ja terveiltä näyttävistä metsiköistä. Kaavamaisesti toistuvia typpilan-

noituksia ei pitäisi suosia, vaan metsikön ravinnetarve tulisi selvittää ravinneanalyysin avulla.

Metsänlannoitusta voidaan käyttää hyväksi männyn laatuksikasvatuksessa: metsikkö perustetaan luontaisesti tai kylvään ja sitä kasvatetaan normaalia tiheämpänä ensimmäiseen jopa toiseen harvennukseen saakka. Lannoituksella voidaan jossain määrin ottaa kiinni metsikön tiheässä nuoruusvaiheessa menetettyä järeyskehitystä ja kasvua nopeuttamalla saada aikaan edullinen kyljestymiskehitys.

Lannoituksella voidaan nopeuttaa pystykarsitun puun kyljestymistä.

Hidasliukoisten typpilannoitteiden käyttöönotto olisi laadun kannalta mitä todennäköisimmin edullisempää kuin nopealiukoisten lannoitteiden käyttö. Hidas, mutta pitkään jatkuva lisäkasvu tuottaisi tasalaatuisempaa puuainetta kuin nopeat kasvupyrähdykset.

KIRJALLISUUS

- Albrektson, A. 1980. Tallens biomassa, storlek-utvecklingsuppskattningsmetoder. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel. Rapporter 2. 189 s.
- Bialy, K. 1983. Influence of mineral fertilization upon branching in Scots pine. *Folia Forestalia Polonica* Seria A, 25: 227-234.
- Brix, H. & Mitchell, A.K. 1980. Effects of thinning and nitrogen fertilization on xylem development in Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research* 10(2):121-128.
- Brix, H. & Mitchell, A.K. 1983. Thinning and nitrogen fertilization effects on sapwood development and relationships of foliage quantity to sapwood area and basal area in Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research* 13(3): 384-389.
- Chosa, J.A. 1977. The effect of fertilization on the specific gravity of sugar maple. *Research Note, Ford Forestry Center, Michigan Technological University* 23. 9 s.
- Cown, D.J. & McConchie, D.L. 1981. Effects of thinning and fertiliser application on wood properties of *Pinus radiata*. *New Zealand Journal of*

- Forestry Science 11(2): 79-91.
- Dinwoodie, J.M. 1961. Tracheid and fibre length in timber: A review of the literature. Forestry 34(2):125-144.
- Donaldson, L.A. 1986. Between tree variation in lignin concentration in *Pinus radiata* tracheids with growth rate, stem eccentricity, site and silvicultural treatment. New Zealand Journal of Forestry 16(2):118-123.
- Eklund, B. 1967. Om tillväxtens årliga variation hos tall och gran jämte betydelsen av hänsyntagande härtill. Summary: Annual variation of increment in pine and spruce. Silva Fennica 1(4):1-22.
- Ericson, B. 1962. Osa keskustelussa "Möjligheter att öka skogsväxten genom markförbättrande åtgärder". Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift 60:195-202.
- Ericson, B., Friberg, R. & Nömmik, H. 1971. Ett doseringsförsök i tall. Föreningen Skogsträdsförädling och Institutet för Skogsförbättring, årsbok. 1971:87-110.
- Gardiner, J.J. 1978. Physiological aspects of wood formation. Irish Forestry Journal of Society of Irish Foresters 35(2):78-84.
- Gray, R., L. & Kyanka, G. H. 1974. Potassium fertilization effects on the static bending properties of Red Pine wood. Forest Products Journal 24(9):92-96.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 61(5).98 s.
- Heiskanen, V. 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relations between the development of early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. Acta Forestalia Fennica 80(2).62 s.
- Henttonen, H. 1984. The dependence of annual ring indices on some climatic factors. Seloste: Vuosilustoindeksin riippuvuus ilmastotekijöistä. Acta Forestalia Fennica 186. 38 s.
- Hunt, K., Timmer, V.R. & Warren, W.G. 1980. Volume, dry weight and kraft pulping of fertilized balsam fir from Nova Scotia. Canadian Journal of Forest Research 10(3):362-366.
- Jensen, W., Huikari, O. & Palenius, I. 1967. Influence of fertilization of finnish softwood

- grown on swamp on yield and quality of pulp. Julkaisussa Colloquium on forest fertilization. Proceedings of the Vth colloquium of the International Potash Institute. Jyväskylä. s.332-340.
- Kaunisto, S. & Tukeva, J. 1986. Kasvatustiheyden vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen turvemaidilla. Summary: Effect of tree spacing of pine plantations on peat. Folia Forestalia 646. 36 s.
- Kellomäki, S. 1979. Lannoituksen vaikutus puun laatuun. Summary: Effect of fertilization on wood quality. Folia Forestalia 400:53-57.
- Klem, G. 1964. Effecten av gjxdsling på 3 kvalitets-egenskaper hos vanlig gran (*Picea abies*). Norsk skogbruk 10(18):491-494.
- Klem, G. 1970. Betydningen av sterk tilvekstxkningen hos vanlig furu for trevirkets txrkeskader, bxyefasthet og skaerfasthet. Summary: The effect of rapid increase in growth rate on drying defects, bending strength and shear strength of wood from Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Norsk skogindustri 24(2):43-48.
- Klem, G. 1972. Virkningen av gjxdsling av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) og furu (*Pinus sylvestris* L.) på virkets sommarvedprosent, volumvekt og ekstraktinnhold. Summary: The influence of fertilization of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and pine (*Pinus sylvestris* L.) on summerwoodpercent, specific gravity and extractive content. Det Norske Skogforsxksvesen. Meddelelser 122:283-324.
- Klem, G. 1974. Egenskaper til trevirke fra gjxdslet gran- och furuskog. Norsk treteknisk institutt Meddelelse 51. 59 s. Liite 93 s.
- Klem, G. & Halvorsen, B. 1967. Virkningen av sterk tilvekstxkning på endel styrkeegenskaper til virke fra vanlig furu. Norsk Skogindustri 21(4):
- Kovalenko, M.P. 1977. Use of mineral fertilizers in the tapping of pine. Lesnoe Khozyaistvo (5):31-34. Julkaisussa Forestry Abstracts 39(2), referaatti 432.
- Krempf, H. 1977. Gewicht des Fichtenholzes in Österreich. Allgemeine Forstzeitung 88(4):76-81.
- Kärkkäinen, M. 1980. Mäntytukkirunkojen laatuluokitus. Summary: Grading of pine sawlog stems. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 96(5). 152 s.
- Kärkkäinen, M. 1982. Tuloksia pystykarsettujen mäntytujen sahauksesta. Summary: Results on sawing

- pruned pines. *Folia Forestalia* 520 19 s.
- Kärkkäinen, M. 1985. Puutiede. Hämeenlinna. 415 s.
- Kärkkäinen, M. & Dumell, O. 1983. Kuusipuun taivutuslujuuden riippuvuus tiheydestä ja vuosiluston leveydestä Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of basic density and growth ring width on the bending strength of spruce wood from south and north Finland. *Silva Fennica* 17(2): 125-135.
- Kärkkäinen, M. & Hakala, H. 1983. Kuusitukin koon vaikutus sivulautojen taivutus- ja puristuslujuuteen. Summary: Effect of log size on the bending and compression strength of side boards in spruce. *Silva Fennica* 17(2):137-142.
- Labosky, P.Jr., Ifju, G & Grozdits, G.A. 1984. A study of loblolly pine growth increments - Part. V. Effects of chemical and morphological factors on tensile behavior of paper. *Wood and Fiber Science* 16(4):474-485.
- Leube, F. & Fiedler, H.J. 1979. Erste Ergebnisse über vergleichende Untersuchungen zum Einsatz von Harnstoff und Kalkammonsalpeter bei der Düngung von Kiefernbestockungen in der Lausitz. *Archiv für Acker- und Bodenkunde*. 23(5):323-332.
- Madsen, T.L., Moltesen, P. & Olesen, P.O. 1985. Gødsknings indflydelse på rødgrans rumtaethed og torstofproduktion. Summary: Effect of fertilization on the basic density and production of dry matter of Norway spruce. *Det Fostlige Forsøgsvaesen i Danmark* 40(2):141-171.
- Megraw, R.A. 1985. Wood quality factors in loblolly pine: The influence of tree age, position in tree and cultural practice on wood specific gravity, fiber length and fibril angle. TAPPI. Atlanta.
- Mikola, P. 1962. Temperature and tree growth near the northern timber line. *Julkaisussa: Kozlowski, T.T. (toim.) Tree growth. New York, s. 265-274.*
- Minin, N.S. & Moskaleva, S.A. 1986. Vlijanie rubok uhoda na fiziko-mehaničeskie svojstva drevesiny kul'tur sosny. *Lesnoj Žurnal* 1986(2):68-71.
- Ohta, S., Keller, R. & Janin, G. 1985. Effets de divers modes de fertilisation (N,P,K) sur certaines caractéristiques physiques, chimiques, mécaniques et propriétés papetières du pin maritime des Landes (*Pinus pinaster* Ait.) II. bois de compression et propriétés papetières. *Annales des Sciences Forestières* 42(1):283-298.
- Olesen, P. 1976. The interrelation between basic density and ring width of Norway spruce. *Det Forstliga Forsøksvaesen i Danmark* 34(4):339-360.

- Persson, A. 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet. Summary: The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine. Rapporter och Uppsatser, Institutionen för Skogsproduktion, Skogshögskolan 42. 122 s.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Summary: Quality development in young spacing trials with Scots pine. Rapporter och Uppsatser, Institutionen för Skogsproduktion, Skogshögsskolan, 45. 152 s.
- Polge, H. 1985. Etude complementaire sur l'influence de la fertilization sur la qualite du bois de pin maritime. (Experience de Mimizan). Annales des Sciences Forestieres 42(4):411-433.
- Rockwood, D.L., Windsor, C.L. & Hodges, J.F. 1985. Response of slash pine progenies to fertilization. Southern Journal of Applied Forestry 9(1):37-40.
- Rydell, R. 1982. Samband mellan densitet och årsringsbredd samt några andra egenskaper hos svensk furu. Summary: The connection between density, annual ring width and some other properties of Swedish Pine. STFI-meddelande serie A 763. 27 s.
- Saikku, O. 1975a. The effect of fertilisation on basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) A densitometric study on the X-ray chart curves of wood. Lyhennelmä: Lannoituksen vaikutuksesta männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyteen mineraalimaalla. Densitometritutkimus puuaineen röntgenkuvista. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 85(3). 49 s.
- Saikku, O. 1975b. 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). 24 s.
- Saramäki, J. 1980. Typpilannoituksen vaikutus männyn runkokuotoon. Summary: The effect of nitrogen fertilization on the stem form of Scots pine. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(4). 42 s.
- Saramäki, J. & Silander, P. 1982. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus männyn latvukseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 52. 42 s.
- Saranpää, P. 1983. Puuaineen tiheyden ja vuosiluston leveyden vaikutus kuusen iskutaivutuslujuuteen Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Summary: The influen-

- ce of basic density and growth ring width on the impact strength of spruce wood from South and North Finland. *Silva Fennica* 17(4):381-388.
- Schmidtling, R.C. & Amburgey, T.L. 1977. Growth and wood quality of Slash pines after early cultivation and fertilization. *Wood Science* 9(4):154-159.
- Sevola, Y. 1983. Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: seurantajärjestelmä ja tuloksia. Summary: Intensive timber growing in a state forest district: monitoring system and results. *Folia Forestalia* 574. 83 s.
- Shepard, R.K., Shottafer, J.E. & Genco, J. 1980. Kraft pulp yields and wood properties of fertilized red spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 10(2):183-189.
- Siimes, F.E. 1938. Suomalaisen mäntypuun rakenteellisista ja fysikaalisista ominaisuuksista. Summary: On the structural and physical properties of Finnish pine wood. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys. Julkaisu 29. 221 s.
- Siimes, F.E. 1967. The effect of specific gravity, moisture content, temperature and heating time on the tension and compression strength and elasticity properties perpendicular to the grain of Finnish pine, spruce and birch wood and the significance of these factors on the checking of timber at kiln drying. Valtion Teknillisen Tutkimuslaitoksen Julkaisuja 84. 86 s.
- Siimes, F.E. & Liiri, O. 1952. Puun lujuustutkimuksia I. Pienet virheettömät mäntykoekappaleet. Summary: Investigations of the strength properties of wood I. Tests on small clear specimens of Finnish pine (*Pinus silvestris*). Valtion teknillinen tutkimuslaitos. Tiedoitus 103. 88 s.
- Sir`n, G. 1961. Skogsgränställen som indikator för klimatfluktuationerna i Norra Fennoskandien under historisk tid. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 54(2). 66 s.
- Smith, C.J., Wellwood, R.W. & Elliott, G.K. 1977. Effects of nitrogen fertilizer and current climate on wood properties of corsican pine (*Pinus nigra* var *maritima* (Ait.) Melv.). *Forstry* 50(2):117-138.
- Taylor, F.W. & Moore, J.S. 1981. A comparison of earlywood and latewood tracheid lengths of loblolly pine. *Wood and Fiber* 13(3):159-165.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelym-

- niköissä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 80(2). 105 s.
- Uusvaara, O. 1983. Viljelymänniköstä saadun sahata-
varan laatu ja arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tie-
donantoja 122. 106 s.
- Vuokila, Y. 1965. Puiden paksuuskasvun reaktioista
harvennushakkuiden seurauksena. Summary: On
growth reactions of trees to intermediate cut-
tings. Metsätaloudellinen Aikakauslehti
(5):197-199.
- Vjarbila, V.V. ja Švlejnīs, R.I. 1981. Vlijanie u-
dobrenija osnovnyh nasažvdenij na kačestvo dreve-
siny. Lesnoe Hozjajstvo 1981(12):8-11.
- Wood, G.B. & Siemon, G.R. 1981. Effect of thinning
on wood properties of radiata pine. Australian
Forest Research 11(2):149-159.
- Zvirbul', A.P., Nekrasova, G.N. & Polubojarinov,
O.I. 1976. Vlijanie udobrenija osnovnyh nasažv-
denij kcarbamidov na kačvestvo dreveny. Lesnoj
Žurnal 1976(6):18-22.

MH Erkki Verkasalo
Metsäntutkimuslaitos
Metsäteknologian tutkimusosasto
Helsinki

HIESKOIVU VANERIPUUNA

1. JOHDANTO

Hieskoivu on pääpuulajeistamme vähiten arvostettua metsäteollisuuden raaka-ainetta. Järeän koivun pääkäyttäjälle, vaneriteollisuudelle, koivulaji on käytännössä kuitenkin yhdentekevä, kunhan raaka-aine vain täyttää sille asetetut mitta- ja laatuvaatimukset. Vaneriteollisuuden käyttämän koivutukin hies- ja raudusosuuksista ei olekaan olemassa luotettavia tietoja.

Kaikista koivuvaroistamme arvioidaan hiestä olevan Etelä-Suomessa 68 % ja Pohjois-Suomessa peräti 91 % (Kuusela ja Salminen 1983, Kuusela ym. 1986). Hieskoivun osuudesta nykyisistä vanerikoivuvaroista ei ole systemaattiseen inventointiin perustuvia tietoja, mutta kysymys on joka tapauksessa vain murto-osasta (Saramäki 1979).

Hieskoivuvaltaisia metsiä on koko maassa 5,9 % metsämaan pinta-alasta. Tyypillisen sekapuuluonteen ansiosta hieskoivun osuus puuston tilavuudesta on kuitenkin selvästi suurempi, 11,1 % (Kuusela ym. 1986). Erityisen suuri hieskoivun merkitys on alavalla ja runsassoisella Pohjanmaalla, jossa metsäojitukset ja hakkuusäästöt ovat johtaneet metsien kiihtyvään koivuttumiseen. Ojitetuilla turvemaidella ja soistuneilla kankailla, joilla rauduskoivu ei menesty juuri lainkaan, hieskoivu kasvaa vähintään tasaveroisesti havupuiden kanssa. Voidaankin sanoa, että hieskoivun huono maine on peräisin kankailta, joilla se tuottaa puuta vain 75 % siitä mitä luontaisesti syntynyt rauduskoivu ja vain 50 % siitä mitä viljelty rauduskoivu eron ollessa havupuihin verrattuna vielä suurempi (Saramäki 1979).

Vaneriteollisuus vaatii mahdollisimman järeää, suorunkoista, oksatonta ja lahotonta raaka-ainetta. Sel-

laista saatiin 1960-luvun loppupuolelle asti riittävästi Etelä-Suomen hyvälaatuisista rauduskoivuvaltaisista metsistä. Sittemmin tehtaiden vanerikoivutilanne on kääntynyt krooniseksi pulaksi, vaikka vuosittain on syntynyt jopa 1 milj. m³:n hakkuusäästöt koivutuksesta (Metsätilastollinen ... 1987). Tämä lienee johtunut puukaupan yleisestä vaikeutumisesta ja erityisesti kuusitukkivaltaisten leimikoiden alikysynnästä, joista yhä suurempi osa vanerikoivusta on täytynyt hankkia. Lisäksi koivukuitupuun heikohko menekki ja alhainen kantohinta ovat suunnanneet puun myyntiä havupuuvaltaisiin leimikoihin.

Koivupula on pakottanut vaneritehtaat yhä suurempaan kuusen käyttöön - niinpä vanerin tuotannosta onkin nykyisin yli 60 % erilaisia sekavanereita puhtaan koivuvanerin osuuden ollessa enää 20 %. Toisaalta kaikki jotenkin sorvattavissa oleva järeä koivu on täytynyt hyväksyä raaka-aineeksi, minkä seurauksena vanerikoivun laatuvaatimukset ovat käytännössä lieventyneet. Poikkeuksena on latvaläpimittavaatimus, jota kiristettiin yhdellä cm:llä nykyiseen 18 cm:iin v. 1981/82 hintasuositussopimuksen yhteydessä.

Tässä tilanteessa myös rauduskoivua huonolaatuisemmaksi tiedetty (esim. Appelroth 1946, Kujala 1946, Sarvas 1949, 1951, Heiskanen 1957, Salmi 1987, Verkasalo 1987) hieskoivu on noussut hyvinkin potentiaaliseksi vanerin raaka-aineeksi - varsinkin sellaisissa käyttökohteissa, joissa viilun ulkonäkölaatu ei ole ratkaiseva (vanerilevyjen keskikerrokset, pinnoitettavat jatkojalosteet). Edellytykset vanerikoivun kasvattamiseksi välttämättömien harvennushakkuiden teolle ovat myös parantuneet: koivukuitupuun on parissa vuodessa muuttunut kysytyimmäksi puutavaralajiksemme koivuselun hyvän menekin ansiosta. Tilanteen jatkuvuudesta ei kuitenkaan ole varmuutta joskin metsäteollisuudessa asiaan suhtaudutaan varsin optimistisesti (esim. Niiranen 1987). Onkin esitetty ajatuksia, että viljavuudeltaan vähintään MT:ä vastaavilla turvemaidilla ja soistuneilla kankailla olisi hieskoivikossa järkevää pyrkiä vanerikoivun tuotantoon (esim. Lappi-Seppälä 1933, Saramäki 1979, Ferm 1984, Niemistö 1987). Samaa voitaneen ajatella vähintään MT:n tasoisista kankaista, joilla syystä tai toisesta liian harvana syntyneessä havupuutaimikossa on hieskoivua sekapuuna.

Seuraavassa esitellään aluksi vaneripuun laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä nykyisiä laatuvaatimuksia.

Lisäksi esitellään ennakkotuloksia Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston syyskesällä 1985 aloitetusta hieskoivun käyttökelpoisuutta vaneriteollisuuden raaka-aineena käsittelevästä tutkimuksesta. Tässä yhteydessä esiteltävät tulokset koskevat päätehakkuikäisten hieskoivurunkojen ulkoisten ominaisuuksien perusteella arvosteltua laatua. Vertailukohtana käytetään Heiskasen (1957) Etelä-Suomessa tekemän hies- ja rauduskoivun laatuvertailun tuloksia, joita voidaan nykyoloissakin pitää pätevinä.

2. VANERIKOIVUN LAATUVAATIMUKSISTA

Puun teknillisellä laadulla tarkoitetaan yleisesti sen soveltuvuutta kulloiseenkin käyttötarkoitukseen. Puun vioilla tarkoitetaan kaikkia niitä poikkeamia normaalisuudesta, jotka heikentävät käyttökelpoisuutta. Normaaliipuun määritelmä sisältää ajatuksen ideaaliipuusta, joka on ominaisuuksiltaan kuhunkin käyttötarkoitukseen mahdollisimman hyvä mutta kuitenkin luonnossa täysin mahdollinen.

Vaneriteollisuudessa tukin ja siitä katkottavien pölliä läpimitta ja tilavuus ovat tärkeimpiä raaka-aineen laadun ja arvon määräävistä tekijöistä, koska saanto viilun sorvauksessa paranee huomattavasti pölliä järeytyessä, esim. täysin suoralla ja sylinterimäisellä pölliällä purilaan paksuuden ollessa 6,5 cm: lpm 20 cm -> 30 cm => saanto 44 % -> 74 %. Koivutukin minimiläpimittana on nykyisin 18 cm kuoren päältä ohuimmalta puolelta mitattuna, mikä käytännössä edellyttää rungolta 20 cm:n rinnankorkeusläpimittaa.

Tukin pituudella ei ole yhtä suurta merkitystä kuin järeydellä. Kuitenkin katkaisuhukka tehtaalla vaihtelee huomattavasti eri tukkipituuksien välillä. Tämä johtuu siitä, että tukit tehdään metsässä yleensä 310-700 cm:n pituisiksi ja aina 30 cm:n moduulipituuksia käyttäen mutta tukit katkotaan tehtaalla 132 cm:n ja 162 cm:n pölleiksi. Edullisia tukin pituuksia ovat 400-490 cm sekä varsinkin 670 ja 700 cm, jotka myös antavat lyhyempiä pituuksia enemmän mahdollisuuksia vikojen huomioonottamiseen katkonnassa. Erytisen epäedullinen pituus on 370 cm.

Erilaiset viat vaikuttavat vaneriteollisuudessa raa-

ka-aineen arvoon pienentämällä viilun saantoa (määräviat) ja/tai heikentämällä sen laatua (laatuviat). Vanerikoivulle tyypillisiä määrävikoja ovat muotoviadat (kapeneminen l. kartiokkuus, lenkous, mutkaisuus, haaraisuus ja epäpyöreys) ja tyypillisiä laatuviikoja oksaviat (varsinkin pystyt ja lahot oksat) ja pinta- viat (korot, pintahalkeamat yms.). Lahoisuutta voidaan pitää sekä määrä- että laatuviikana.

Muotovioista ovat pahimpia pöllin lenkous ja latvalaikauksen epäpyöreys, koska tällaisia pöllejä on pyöristettävä huomattavasti normaalia enemmän ennen viilumaton sorvauksen aloittamista, jolloin juuri laadultaan parasta pintaviilua menee jätteeksi. Niinpä esim. 25 cm:n paksuista ja 130 cm:n pituista pöllitä sorvattaessa jo 2 cm:n lenkous tai vastaavasti samansuuruinen ero suurimman ja pienimmän latvaläpimitan välillä aiheuttaa sorvaussaannon alenemisen jopa 30 %-yksiköllä. Pöllin lenkous on jopa pahempi vika kuin lievä mutkaisuus, koska lenkojen pöllien pintaosaa sorvattaessa viilumatto on epäjatkovaa keskeltä mutta päästään mutkaista pöllitä sorvattaessa vain toiselta reunalta. Ensimmäisessä tapauksessa viilu kelpaa vain saumattavaksi tai paikkaustarpeiksi, mutta jälkimmäisessä tapauksessa siitä saadaan reunajyrsinnällä vielä ehjää pienidimensioisempien tai jatkamalla tehtävien suurten vanerien valmistukseen kelvollista raaka-ainetta.

Laatuvioista on pahin oksaisuus, koska se heikentää viilun ulkonäköön perustuvaa kauppalaatua sekä lujuttata ja aiheuttaa ylimääräistä paikkaustarvetta. Onkin arvioitu, että oksaisuus määrää yli 90 %:ssa tapauksista koivuviilun kauppalaadun (Heiskanen 1957).

Käytännössä koivutukissa ei määrävioista sallita lainkaan monivääryyttä, äkkimutkia ja pehmeää lahoa eikä laatuvioista oksaryhmiä (vähintään 3 isoa oksakyhmyä ja/tai 25 mm:n oksaa enintään 17 cm:n pituisella rungon osalla), pystyoksia, lahophjaisia koroja eikä pintahalkeamia. Kuivien ja lahojen oksien enimmäispaksuus on 3 cm ja terveiden oksien 7 cm. Tukin enimmäislenkous on 2-4 cm latvaläpimitasta riippuen. Liian lengot tukit hyväksytään kuitenkin, mikäli niiden tilavuutta laskettaessa suoritetaan lenkouden ylitystä vastaava vähennys. Samalla tavalla menetellään väli- vähennysjärjestelmässä: liian vikainen tukki hyväksytään, jos laatuvaatimukset alittavaa puuta on enintään 20 % tukin pituudesta ja sen molemmin puolin on laatu-

vaatimukset täyttävää puuta vähintään 120 cm ja kaikkiaan vähintään 310 cm.

3. HIESKOIVUN LAATUTUTKIMUS JA SEN ENNAKKOTULOKSIA

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää hieskoivun teknillinen laatu sinänsä sekä rauduskoivuun verrattuna kasvupaikkaryhmittäin (MT- ja VT-kankaat; ruohoiset, mustikkaiset-suursaraiset ja puolukkaiset-piensaraiset turvemaat) ja kehitysluokittain (ensiharvennusmetsät, varttuneet kasvatusmetsät, uudistuskypsät metsät). Erityisenä mielenkiinnon kohteena on hieskoivun pääkasvupaikka, ojitetut turvemaat.

Tutkimusaineiston keruu tapahtuu viidellä tasolla:

1. VMI-8:n koeala-aineisto -> koivikoiden tiheys sekä järeys- ja puutavaralajirakenne.
2. VMI-8:n laatukoepuualojen aineisto -> koivurunkojen ulkoinen laatu ylimalkaisesti.
3. Omien metsikkökoealojen pystykoepuuaineisto -> koivurunkojen ulkoinen laatu yksityiskohtaisesti.
4. Omien metsikkökoealojen kaatokoepuuaineisto -> koivurunkojen sisäinen laatu yksityiskohtaisesti.
5. Hies- ja rauduskoivutukkien koesorvaukset -> viilun saanto, laatu ja arvo.

Omien metsikkökoealojen ja koesorvausten aineistot on kerätty Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalta Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallinnon mailta sekä Oy Wilh.Schauman Ab:n ja Osuuskunta Metsäliiton leimikoista v. 1985-1987. Koemetsiköiden täytyi olla muodoltaan ja pinta-alaltaan todellisia metsikköoloja vastaavia ja metsänhoidolliselta tilaltaan vähintään tyydyttäviä. Yhteen metsikköön sijoitettiin 2-4 ympyräkoealaa, a 2 a, edustaviin, koivuvaltaisiin kohtiin. Kaikista ainespuun mitat täyttäneistä koivuista tehtiin pystykoepuumittauksia ja neljästä läpimittaluokittain arvotusta koivusta lisäksi kaatokoepuumittauksia. Koesorvaukset tehtiin etukäteen valituista hies- ja rauduskoivutukkieristä Oy Wilh.Schauman Ab:n Jyväskylän vareritehtaalla.

Taulukossa 1 on esitetty eräitä metsikkötason tuloksia päätehakuikäisistä koivikoista. Turvemaametsiköissä

98 % koivuista oli hiestä. Varsinkin ruohoisen viljavuustason metsiköissä puusto oli osaksi ylitiheää (680-2000 r/ha), minkä takia niiden metsänhoidollista tilaa voitiin pitää vain juuri ja juuri tyydyttävänä. Paljolti tämän takia puuston tilavuus oli niissä varsin korkea, 92-213 m³/ha, kun se alueen uudistuskypsissä koivuvaltaisissa metsissä on keskimäärin 102 m³/ha (Kuusela ym. 1986). Saramäen (1979) Pohjanmaan ja Kainuun hieskoivikoille laatimat kasvu- ja tuottotaulukot ennustavat vastaavien koivikoiden tilavuudeksi 200-220 m³/ha edellyttäen, että ne harvennetaan 50 vuoden ikäisenä.

Kangasmetsiköistä 7 oli raudus- ja 3 hiesvaltaisia. Puuston metsänhoidollinen tila oli hyvä, joskin jonkinasteisia metsiköiden välisiä eroja esiintyi: puuston tiheysvaihtelu oli 550-1030 r/ha. Puuston tilavuus oli yleensä erittäin korkea, 101-282 m³/ha - jopa valtakunnalliseen keskiarvoon, 162 m³/ha, verrattuna.

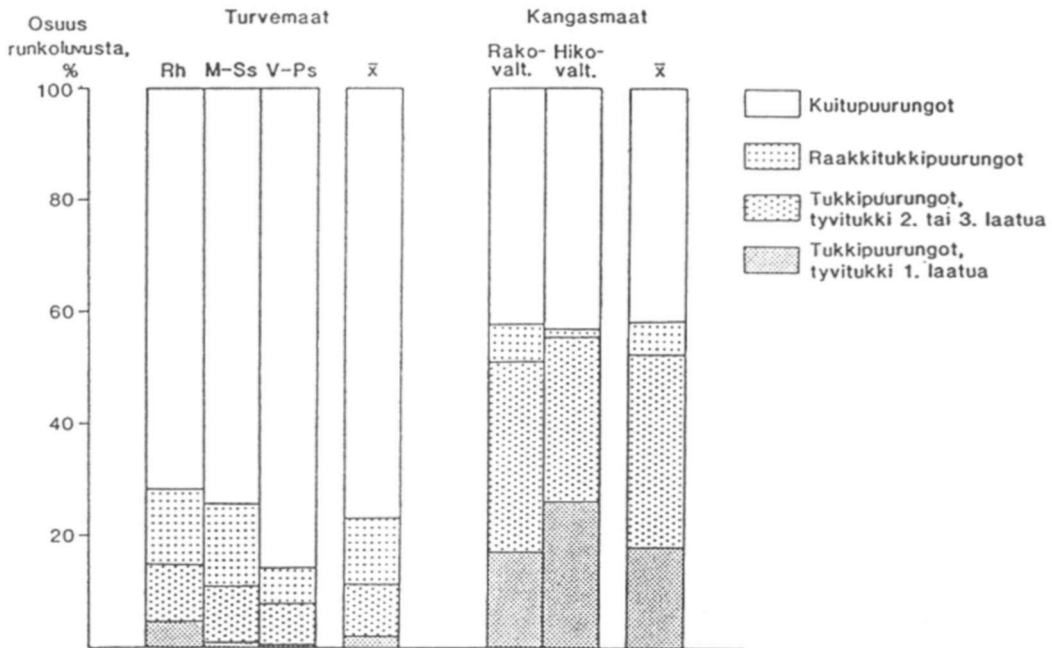
Taulukko 1. Metsikkötason tuloksia päätehakuikäisistä koivikoista.

	Turvemaat			MT-kankaat	
	Rh	M-Ss	V-Ps	Hiko- valt.	Rako- valt.
Metsiköitä, kpl	7	7	6	3	7
Koaloja, kpl	21	20	13	10	19
Ainespuuston tiheys, r/ha					
-koivut	890	790	530	500	370
-kaikki pl	1220	920	720	750	780
Puuston tilavuus, m ³ /ha	155	149	126	145	211
Koivupuuston					
-d _{1,3} , cm	16,4	16,4	14,5	20,3	20,9
-pituus, m	15,8	15,8	13,7	18,5	20,0
-keskirunko, dm ³	174	193	123	349	379
Koivupuuston tukki- osuus, tilavuus-%					
-ilman vikavähennyksiä	25	23	14	58	53
-vikavähennyksin	12	8	7	47	37
Koivukertymä ₃ pääte- hakuussa, m ³ /ha					
-tukkia	19	9	4	82	78
-kuitupuuta	132	136	59	87	88
-yhteensä	151	145	63	169	166

Turvemaat: Rh = ruohoiset
 M-Ss = mustikkaiset-suursaraiset
 V-Ps = puolukkaiset-piensaraiset

Turvemailla koivujen keskirunko oli kasvupaikan viljavuudesta riippuen vain 33-52 % siitä, mitä se oli kankailla keskimäärin. Osa erosta johtui mitä todennäköisimmin puuston tiheyseroista. Nämä lienevät olleet syynä myös siihen, että turvemaiden koivut olivat keskimäärin suurimmillaan mustikkaisilla-suursaraisilla mailla eivätkä ruohoisilla. Kasvupaikka- ja puuston tiheyserot heijastuivat myös tukkipuusuuteen. Ilman vikävähennyksiä laskettuna se oli turvemailla vain 20 % (metsiköiden välinen vaihtelu 5-42 %) mutta kankaila peräti 54 % (41-68 %). Rungoissa esiintyi kuitenkin niin paljon vikoja, että todellinen vaneripuusuus oli turvemailla vain 42 % ja kankailla 70 % dimensioiden puolesta mahdollisesta. Tuloksia voidaan pitää hyvin normaaleina: Heiskasen (1957) aineistossa vastaavat osuudet olivat 1950-luvun mitta- ja laatuvaatimusten mukaan laskettuna 42 % ja 64 %; Salo (1954) puolestaan ilmoittaa osuudeksi 71 %.

Koivun päätehakkuukertymät mittaushetkellä olivat ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla tiheään puuston ansiosta vain 15-20 m³/ha pienempiä kuin kankailla. Tukkia sen sijaan kertyi tällaisiltakin turvemailla vähän - päinvastoin kuin kankailta, joilla tukkikertymät vaikuttivat normaaliakin suuremmilta (järeeä ja kohtuullisen tiheä puusto). Puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla koivukertymät jäivät pieniksi ja tukkia saatiin vain satunnaisesti.



Tyvitukin laatu	Tukkikelpoisia runkoja/ha						
	Rh	M-Ss	V-Ps	\bar{x}	Rako-valt.	Hiko-valt.	\bar{x}
1.	40	5	5	15	40	170	80
2. tai 3.	90	80	40	70	110	210	140
Yht.	130	130	45	85	150	380	220

Kuva 1. Koivujen käyttöarvon mukaiset laatujaakaumat ja runkoluvut kasvupaikkatyypeittäin metsiköiden keskiarvoina laskettuna.

Kuvassa 1 on esitetty metsiköiden keskiarvoina lasketut koivujen käyttöarvon mukaiset laatujaakaumat ja runkoluvut eri kasvupaikkatyypeillä. Tukkipuun mitat täyttävien runkojen osuus oli ruohoisillakin turvemailla vain puolet siitä, mitä se oli kankailla (14-28 % - 58 %). Tukkipuun mittaisista rungoista oli laadun vuoksi kokonaan raakattavia turvemailla 44-58 % mutta kankailla vain 10 %. Raakkaus johtui turvemailla useimmiten mutkaisuudesta (66 %), joka pahimmillaan ilmeni sisälahoa aiheuttavana pystyoksaaisuutena, ja kankailla maannousematyyppisestä tyvilahosta (55 %). Heiskasen (1957) aineistossa raakkitukkirunkojen osuudet olivat turvemailla selvästi pienempiä, hieskoivulla 12 % ja rauduskoivulla 15 %, ja kankailla samaa luokkaa, 13 % ja 5 %.

Tukkipuun laatuista rungoista oli hyvää, ns. oksat-

toman tyvitukin laatua puolukkaisilla-piensaraisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemaililla vain 7 %, viljavilla turvemaililla kuitenkin 31 %, mikä oli vain hiukan vähemmän kuin kankailla (36 %). Heiskasen (1957) aineistossa vastaavat osuudet olivat selvästi korkeammat, turvemaililla hieskoivulla 56 % ja rauduskoivulla 59 % ja kankailla vastaavasti 59 % ja 73 %.

Puuston tiheysvaihteluiden vuoksi laatujakaumasta saa hehtaariohtaisten runkolukujen avulla paremman kuvan kuin prosenttiosuuksien avulla. Tukkipoljoisia koivurunkoja oli turvemaililla selvästi vähemmän kuin kankailla (45-130 kpl/ha - 220 kpl/ha). Huomattavan vähän niitä oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemaililla ja silmiinpistävän paljon taas hieskoivuvaltaisilla kankailla. Hyvää tyvitukkilaatua esiintyi käytännössä vain ruohoisilla turvemaililla (40 kpl/ha) ja kankailla (80 kpl/ha). Tässäkin suhteessa hieskoivuvaltaiset metsiköt olivat poikkeuksellisen hyviä vanerikoivumetsiköitä. Korostettakoon kuitenkin sitä tosiasiaa, että erot samankin kasvupaikkatyyppin metsiköiden välillä olivat kummallakin tavalla lasketussa laatujakaumassa erittäin suuria metsänhoidon tason vaihtelun vuoksi. Hehtaariohtaissa tuloksissa eroja aiheutti myös kaikkien koivujen runkoluvun vaihtelu.

Taulukossa 2 on esitetty runkojen keskiarvoina lasketuja tuloksia tukkipuun mittaisten koivurunkojen mittauksista ja kuvassa 2 tehty vertailu Heiskasen (1957) Etelä-Suomessa saamiin tuloksiin tärkeimpien dimensioiden ja oksaisuustunnusten osalta. Turvemaililla koivutukkirunkojen tilavuus oli vain 54-65 % siitä, mitä se oli kankailla. Tästä ja kaikin puolin suuremmasta vikaisuudesta johtuen tukkirunkojen todellinen tukkiosuus jäi ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemaililla 20-32 %-yksikköä pienemmäksi kuin kankailla. Kuitenkin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemaililla ne harvat koivut, jotka olivat kasvaneet tukkipuun mittaisiksi, olivat suhteellisen hyvälaatuisia.

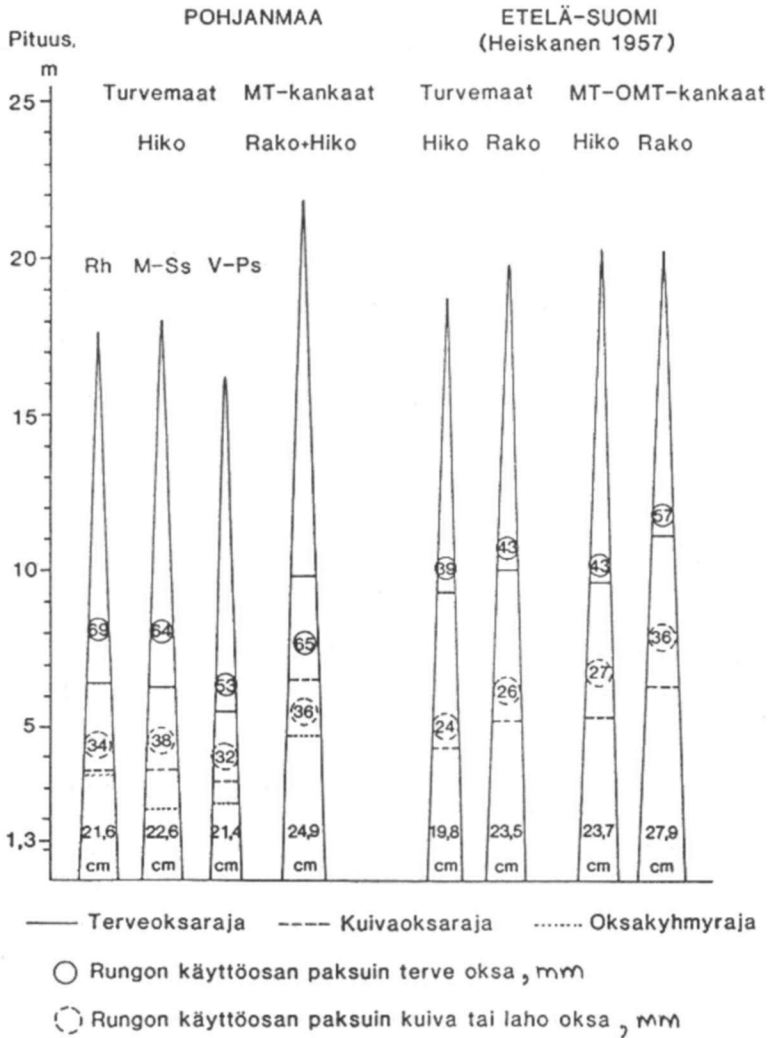
Taulukko 2. Tuloksia tukkipuun mittaisten koivurunkojen mittauksista.

	Turvemaat			MT-kankaat	
	Rh	M-Ss	V-Ps	Hiko	Rako
n	98	64	16	49	83
Ikä, v	74	85	90	99	80
$d_{1,3}$, cm	21,7	22,4	20,8	24,9	25,0
Pituus, m	17,6	18,2	16,3	21,5	22,1
Tilavuus, dm ³	285	340	325	520	525
Tod. tukkiosuus, %	33	21	47	53	47
Muotovikaisia, %	70	91	69	22	63
Pintavikaisia, %	39	31	44	40	13
Lahovikaisia, %	60	44	38	41	13

Kankailla oli merkille pantavaa, että hieskoivuilta oli kestänyt 20 v kauemmin kasvaa samankokoisiksi tukkipuiksi kuin rauduskoivut. Yllättävää kyllä, hieskoivuista oli täällä selvästi enemmän mutkaisia kuin rauduskoivuista.

Heiskasen (1957) aineistossa vastaavaa ikäluokkaa olleiden hieskoivujen rinnankorkeusläpimitta oli turvemailla 2 cm pienempi ja kankailla samaa luokkaa, rauduskoivujen rinnankorkeusläpimitta kankailla taas 3 cm suurempi. Lisäksi vikaisia - varsinkin lahovikaisia runkoja oli turvemailla vähemmän. Kankailla erot olivat tässä suhteessa pienempiä.

Oksatonta tyvitukkaa oli tukkipuun mittaisissa rungoissa turvemailla vain 2,3-3,6 m ja kankailla 4,7 m. Heiskasen (1957) aineistossa vastaavat pituudet olivat hieskoivulla 4,3 m ja 5,3 m ja rauduskoivulla 5,1 m ja 6,3 m. Käyttöosan paksuimman kuivan ja tuoreen oksan koossa ei turvemaiden ja kankaiden koivujen välillä keskimäärin ollut juuri eroa. Läpimittaluokittain tarkasteltuna turvemaiden koivut olivat kuitenkin kankaiden koivuja paksuoksaisempia. Heiskasen (1957) aineistossa sekä kuivat että tuoreet oksat olivat molemmilla tavoilla tarkasteltuna selvästi pienempiä (24-36 mm ja 39-57 mm).



Kuva 2. Tukkipuun mittaisten koivurunkojen dimensioiden ja oksaisuustunnusten vertailua kasvupaikkatyypeittäin Heiskanen (1957) Etelä-Suomessa toteamiin.

4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Hieskoivun menekistä on tunnettu suurta huolta viime vuosina. Ratkaisukeinoiksi on esitetty ennen kaikkea koivusellun tuotannon huomattavaa lisäämistä (esim. Pohjan Sellu Oulun läänissä sekä Idän Metsä ja Kymmene

Oy:n laajennushankkeet Itä-Suomessa) ja - varsinkin öljykriisien aikana - energiapuukäytön tehostamista. Potentiaalisiksi vaneriteollisuuden raaka-aineeksi hieskoivua ei sen sijaan ole juuri ajateltu.

Suomen vaneriteollisuuden selkäranka on vielä nykyisinkin koivuvaneri. Koivutukista on kuitenkin krooninen pula, minkä ennustetaan 1990-luvulla edelleen pahenevan. Tässä tilanteessa voidaan hieskoivutukilla - rauduskoivutukkia huonolaatuisempanakin olettaa olevan kysyntää. Tilanne lienee tällainen varsinkin niiden vaneritehtaiden kohdalla, joiden tuotannosta viilun ulkonäkölaadun suhteen vaatimattomien jatkojalosteiden osuus on huomattava.

Metsätaloudessa ei hieskoivun vaneripuukasvatukseen ole juuri kiinnitetty huomiota, varsinkaan turvemailla. Hieskoivun laatututkimuksen ennakkotulokset osoittavat kuitenkin, että todellisia mahdollisuuksia on olemassa. Seuraavassa on esitetty, paljonko koivutukkia olisi kertynyt päätehakkuuikäisten koemetsiköiden avohakkuista silloin, kun koivupuuston tiheys olisi ollut mittaushetken tilanteen mukainen ja vaihtoehdoisesti Niemistön (1987) alustavan kasvatusohjeen mukainen 600 r/ha (koivupuuston järeysrakenne molemmissa tapauksissa mittaushetken tilanteen mukainen):

Koivupuuston tiheys	Rh	Turvemaat		MT-kankaat	
		M-Ss	V-Ps	Hiko- valt.	Rako- valt.

Mittaushetken					
tilanteen mukainen	19	11	4	82	48
600 r/ha	13	9	5	99	78

MT-kankailla varsinkin hieskoivuvaltaiset koemetsiköt olivat poikkeuksellisen hyväpuustoisia, joten niiden osalta koivutukkikertymiä on pidettävä normaalia suurempina. Turvemailloilla voidaan epäilemättä päästä esitettyjä parempiinkin tuloksiin, sillä koemetsiköiden metsänhoidollisessa tilassa oli toivomisen varaa. Koska kaikki koemetsiköt sijaitsivat lisäksi niinkin pohjoisessa kuin Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla, voitaneet etelämpänä odottaa huomattavastikin esitettyjä suurempia tukkikertymiä.

Otollisia kohteita hieskoivun vaneripuukasvatukselle näyttäisivät olevan varsinkin tavalliset ja soistuneet

MT-kankaat, joilla kysymykseen tulee lähinnä kasvatukseen sekapuuna havupuuston joukossa (esim. syystä tai toisesta liian harvoiksi jääneet männyn ja kuusen viljelytaimikot, joita täydentämään tarvitaan luontaista taimiainesta). Mustikkaisilla-suursaraisilla ja ruohoisilla turvemailloilla voidaan ainakin osa hieskoivuista kasvattaa vaneripuiksi. Ehdottomana edellytyksenä on kuitenkin, että vaneripuukasvatus aloitetaan jo taimikonhoitovaiheessa ja harvennushakkuut suoritetaan oikea-aikaisesti ja riittävän voimakkaina. Niemistön (1987) mukaan kannattaa lopputiheys (400-600 kpl/ha) edetä taimikonhoidon ja kahden harvennushakkuun kautta, jolloin kasvatettaviksi puiksi on aina valittava vain siemensyntyisiä, lahottomia ja runkomuodoltaan parhaita yksilöitä.

Kokonaisuutena hieskoivikoiden kasvatustekniikoiden kehittäminen on edelleen kesken - varsinkin vaneripuun kasvatusta silmällä pitäen - ja varmoja käytännöllisiä ohjeita ei voida antaa. Erityisesti kiertoaikakysymys on ongelmallinen: hieskoivun vaneripuun mittoihin kasvattaminen kestää useimmiten rauduskoivua kauemmin, mutta toisaalta laho- ym. vikoja aiheuttava biologinen rappeutuminen alkaa jo suhteellisen nuorella iällä. Nykytietämyksen mukaan hieskoivua kannattaneen vaneritukin toivossa kasvattaa 80 vuotiaaksi, mikäli se säilyy terveenä (Saramäki 1979). Luontaisesti syntyneillä rauduskoivikoillahan ohjeellinen kiertoaika on vain 60-70 v ja viljelyllä vielä lyhyempi.

Käytännössä ei läheskään kaikista viljavienkaan maiden hieskoivikoista huonon teknillisen laadun vuoksi voida odottaa vaneripuuta, vaan ratkaisu vaneripuun kasvatukseen mielekkyydestä on tehtävä tapauskohtaisesti. Joka tapauksessa koivutukin ja -kuitupuun kantohintatero on niin suuri - hakkuuvuonna 1985/86 Etelä-Suomessa 138 mk/m³ ja Pohjois-Suomessa 89 mk/m³ Metsätaloustollinen ... (1987) - , että jo pienikin vaneripuusuus nostaa koivuleimikon kantoraha-arvoa huomattavasti.

KIRJALLISUUTTA:

- Appelroth, E. 1946. Om björken och dess skötsel i Finland intill senaste världskrig. Norrlands skogvårdsförbunds Tidskrift:331-336.
 Ferm, A. 1985. Pienikokoisen hieskoivun rungon kosteu-

- den ja tiheyden vaihtelu turvemaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206:19-28.
- Heiskanen, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 48(6). 99 s.
- Kujala, V. 1946. Koivututkimuksia. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 34(1). 47 s.
- Kuusela, K., Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982-1984. *Folia Forestalia* 655. 86 s.
- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. *Folia Forestalia* 568. 79 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1933. Koivuarvopuun kasvattamisesta. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja VI:27-29.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1986. 1987. *Folia Forestalia* 690. 235 s.
- Niemistö, P. 1987. Pohjanmaan hieskoivikot ja niiden käsittely. Metsäntutkimuspäivä Kärämäellä 26.11. Esitelmämoniste. 13 s. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema.
- Niiranen, M. 1987. Kuitupuun laatu ja teollinen käyttö. Metsäntutkimuspäivä Kärämäellä 26.11. Esitelmämoniste. 18 s. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema.
- Salmi, J. 1987. Koivun puuaineen ominaisuudet ja käyttö. *Sorbifolia* 18(3):123-132.
- Salo, E. 1954. Puiden teknillinen vikaisuus ja sen vaikutus puuston arvoon. *Acta Forestalia Fennica* 61(24). 57 s.
- Saramäki, J. 1979. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(2). 59 s.
- Sarvas, R. 1949. Puumaiset koivulajimme. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti*:9-13.
- 1951. Raudusko vai hies vanerikoivuna parempi? *Metsätaloudellinen Aikakauslehti*:51-53.
- Verkasalo, E. 1987a. Hies- ja rauduskoivutukit vaneriteollisuuden raaka-aineena. *Puumies* 5:36-39.
- 1987b. Keski- ja pohjoispohjalainen hieskoivu vaneriteollisuuden raaka-aineena. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250:69-79.

TUTKIMUSPÄIVÄN POSTERIT

HARVENNUSPUUN KORJUUN AIHEUTTAMIEN VAURIOIDEN INVENTOINTITULOKSIA

MATTI SIREN - PERTTI HARSTELA

(Posterit)

Mukaan on otettu vain laajahkojen käytännön työmailla tehtyjen inventointien tuloksia:

	Vaurio-% (vaihteluväli)	Vaurioista alle 300 dm ³ kokoluo- kassa, %
1. Moottorisahahakkuu + kuljetus keski- kokoisella metsätraktorilla (v. 1981)	1.5 (0-9)	77
2. Moottorisahahakkuu + kuljetus maata- loustraktorilla (v. 1981)	2.2 (0-9)	84
3. Osapuumenetelmä (kuljetus keskikokoi- sella metsätraktorilla (v. 1986)	2.5 (0-16)	89
4. Korjuu kuormainprosessorilla ja kes- kikokoisella metsätraktorilla (v. 1982)	11.1 (5-22)	88

Vaikka moottorisahan käyttöön perustuvassa korjuussa oli verraten pienet keskimääräiset prosentit, oli myös varsin huonoja yksittäistapauksia, joissa yleensä oli puutteellinen ajouraverkoston suunnittelu tai väärä korjuuajankohta.

Vaikka tilanne monitoimikoneiden osalta voi olla muuttunut vuodesta 1982, osoittavat tulokset sitä, että monitoimikoneiden käyttö harvennuksissa vaatii erityistä huolellisuutta. Koneiden kehittelyn lisäksi olisi harkittava erityisiä järjestelyjä, joilla työn laatu voidaan taata.

(LÄHTEET: Folia Forestalia 474, 528, 645)

ISÄNNÄNLINJAN PUUNKORJUUN ERGONOMIA

NSR:N YHTEISPOHJOISMAINEN PROJEKTI, JOTA JOHDETTIIN SUONENJOEN
TUTKIMUSASEMALTA (Posterit)

PERTTI HARSTELA - MARJA-LIISA JUNTUNEN - PEKKA MÄKINEN

TÄRKEIMPIÄ TULOKSIA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ:

HAKKUU

Omatoimisilla puunkorjaajilla enemmän riski-
tilanteita ja huonompia työasentoja kuin
ammattikoulutusta saaneilla verrokeilla.

Lyhyt hakkuukurssi vähensi riskitilanteita
kaadossa, mutta ei karsinnassa (ilmeisesti
motoriikka ei ehdi kehittyä lyhyellä kurs-
silla).

MAATALOUSTRAKTORITYÖ

Kokokehon värinä keskikokoisella maatalous-
traktorilla suurempi kuin metsätraktorilla.
Sama värinäaltistus saavutetaan n. 20 %
pienemmällä ajonopeudella.

Kourakuormain, juontokoura ja eräät
prosessorit edellyttävät työskentelyä
taaksepäin.

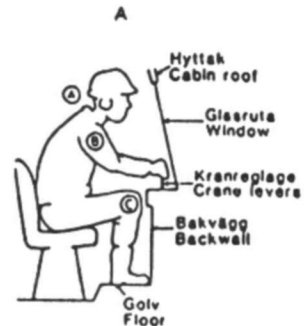
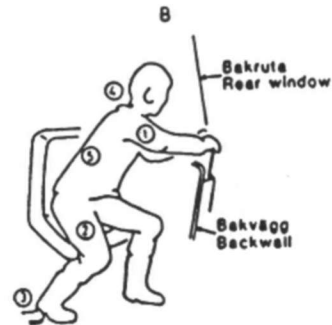
Todella huono työasento on ohjaamoissa,
joissa ei ole kääntyvä istuinta.

Esim. Valmetissa on kääntyvä istuin ja
paras työasento markkinoilla olevista
tavanomaisista maataloustraktoreista
- sekään ei ole tyydyttävä jatkuvaa
urakointi ajatellen.

Uusi yleistraktori H600 täyttää er-
gonomiset perusvaatimukset.

(LÄHDE: Folia Forestalia 688)

RISKITILANTEITA (Suhde)



MÄNNYN PALJASJUURISTEN TAIMIEN KOURUKUOKKAISTUTUSKOE (Posteri)

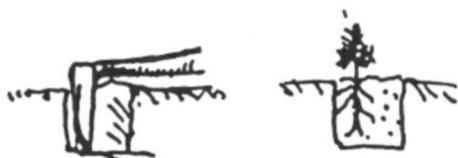
PERTTI HARSTELA

TAUSTAA: Mm. Parviainen ym. (1986) on todennut, että paljasjuurisina istutetuilla taimilla on enemmän lenkoutta ja juuriston epämuotoisuutta kuin paakkutaimina istutetuilla. Eräs syy voi olla työn laatu.

KOEJÄRJESTELY: 8 koehenkilöä, joille aikaisemmin oli opetettu oikea työtekniikka, saivat ensin vapaasti istuttaa taimia ja sen jälkeen kontrolloitiin työtä niin, että käytettiin oikeaa työtekniikkaa. Mitattiin työajanmekki, sydämen sykintä ja pystysuorassa olleiden taimien osuus.

TULOKSET:**VAPAA ISTUTUSTYYLI**

- työaika 17.0 cmin/taimi
- "pulssi" 92.6 kert./min
- suorassa 63.8 % taimista

KONTROLLOITU ISTUTUS

- työaika 20.4 cmin/taimi
- "pulssi" 103.3 kert./min
- suorassa 86.3 % taimista

PÄÄTELMÄT:

Paljasjuuristen taimien kourukuokkaistutus kuopan reunaan oikealla työtekniikalla vie enemmän työaika ja rasittaa työntekijää huonon työasennon vuoksi. Tämän vuoksi työntekijöillä on taipumus käyttää vinoon istutukseen johtavaa tekniikkaa, ellei työnjohto ole erittäin tiukkaa. Varsinkin kouluttamaton tilapäistyövoima on riskialtista.

TYÖNJOHDON ONGELMAT YKSITYISMETSÄTALouden METSÄNVILJELYSSÄ
 PERUSTUU NSR:N YHTEISPOHJOISMAISEEN PROJEKTIIN, JOTA JOHDETTIIN
 SUONENJOEN TUTKIMUSASEMALTA (Posterit)

PERTTI HARSTELA - MARJA-LIISA JUNTUNEN - PEKKA MÄKINEN
 - LIISA MÄKIÄRVI

MHY:N TYÖNJOHTAJIEN AJANKÄYTTÖARVIO:

	§-kokonaistyöajasta
- Työn laadun ja määrän valvonta	8
- Muu alaisten neuvominen	12
- Muut työt	20

TYÖNJOHTAJIEN KÄSITYS TILAPÄISTEN TYÖNTEKIJÖIDEN TEKEMISTÄ
 YLEISISTÄ VIRHEISTÄ ISTUTUSTYÖSSÄ:

- Huolimaton taimien käsittely
- Taimien kuivattaminen
- Väärä istutuskohdan valinta muokatussa maassa
- Laikun tekemättä jättäminen
- Taimien juurien jättäminen sykkyrään
- Taimien istuttaminen vinoon

Tutkimuksen mukaan työnjohdolla ei ole aikaa työnvalvontaan ja erityisesti tilapäisen työvoiman työn laatu on heikkoa. Näin tutkimus osaltaan vahvistaa sitä käsitystä, että pääasiallisena syynä metsänviljelyn epäonnistumiseen Etelä- ja Keski-Suomessa ovat työn laatu ja jälkihoidon puute.

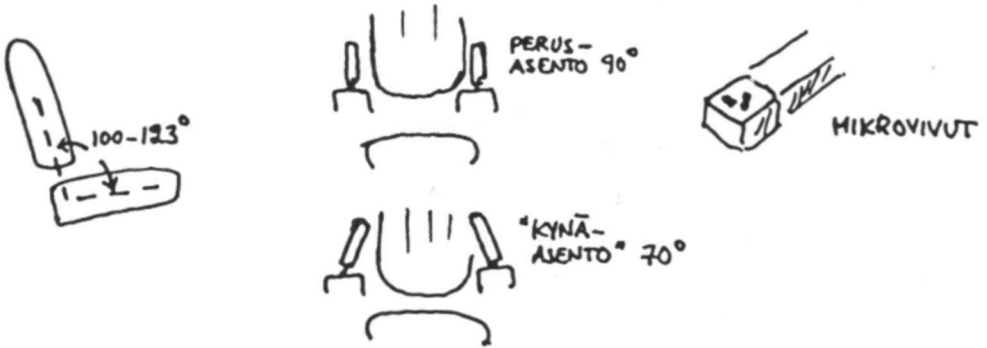
(LÄHTEET: Folia Forestalia 606, Työtehoseuran julk. 625)

SIMULAATTORIKOKEITA HALLINTALAITTEIDEN MUOTOILUSTA (Poster)

PERTTI HARSTELA - PEKKA MÄKINEN - HARRI RANTONEN
- ANTERO HARSTELA

ONGELMA: Metsäkoneen kuljettajilla hartiasseudun oireet ovat selkäoireiden lisäksi vakavin terveydellinen ongelma. Se johtunee pääosin hallintalaitteiden käsittelystä johtuvasta staattisesta lihasjännityksestä.

TUTKITTIIN: 2-vipuohjauksessa vipujen perusasennon selkänöjan asennon, "mikrovipujen" ja kokokehon värinän vaikutusta hartialihaksen EMG-arvoon (lihasjännitys).



ENNAKKOTULOKSIA:

Tavanomaiset 2-vipujärjestelmän vivut:

	\bar{x}	EMG staattinen
1. Vivun perusasento 90° , selkänöjan kulma 100°	29.0	5.6
2. Vivun "kynäasento" 70° , " " 100°	21.9	5.2
3. Vivun perusasento 90° , " " 123°	14.9	3.6
4. 1 + kokokehon värinä	35.9	5.9
5. Mikrovivut	5.8	**
6. Lepoarvo	5.6	**

** ei havaintoja

PÄÄTELMIÄ: Lisäämällä selkänöjan kulmaa ja panemalla vivut "kynäasentoon" voidaan lihasjännitystä hieman alentaa. Lopullisen ratkaisun tuovat sormilla liikuteltavat "mikrovivut". Nämä alustavat simulaattoritulokset on kuitenkin varmistettava laajemmin simulaattori- ja kenttäkokein.

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista var-
ten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituus-
kasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta.
1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivaras-
toinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen
taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset.
1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimukses-
ta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuo-
sina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen
taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointi-
kokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen
männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menestyminen Suo-
nenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihiylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976.
1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjär-
jestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuris-
ten taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977.
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä.
1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Kontinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohta-
koe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976
juurruttamiskokeista. 1979.
- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjalli-
suuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden
kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksia koulittujen
taimien kasvatuksessa. 1979.

- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia vii-meaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyltä opintomatkalta 14.6.-1.7.1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo. Metsäpuiden taimien tuottaminen. Pekka Rossi. Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
"Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta
"Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.
- N:o 49 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. 1982.
- N:o 62 Marja-Liisa Juntunen. Tuhkan levityksen terveydellisten haittojen arviointi. 1982.
- N:o 76 Pekka Rossi. Hirvien aiheuttamat satomenetykset pajuviljelmillä. 1982.
- N:o 104 Risto Rikala ja Kimmo Vähänurmi. Kasvatusalustan vaikutus yksivuotiaiden männyn kennotaimien kehittymiseen. 1983.
- N:o 117 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Tuloksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta rauduskoivun koulinta-alalla turvemaalla. 1983.
- N:o 118 Juha Lappi ja Heikki Smolander. AKTA-aineistojen kuvallisen ja tilastollisen analyysin ohjelma. 1983.
- N:o 142 Antti Maukonen. Kulotusteknologian kehittäminen. 1984.
- N:o 164 Leo Tervo. Uudelleenkierrätysperiaatteella toimiva kasvinsuojeluruisku taimitarhalla. 1984.
- N:o 181 Harvennuspuun korjuu ja metsikön tuleva tuotto. Vuoden 1984 tutkimuspäivän esitelmät. 1985.
- N:o 189 Marja-Liisa Juntunen. Työnjohto metsäyhtiöissä. Tapaustutkimus puunhankintaorganisaatioiden piirien toimihenkilöiden työjärjestelystä. 1985.
- N:o 212 Leo Tervo. Vastukset kevyitä juontolaitteita käytettäessä. Friction in the use of light skidding equipment. 1986.
- N:o 221 Risto Rikala. Lannoituksen vaikutus männyn paakkutaimien kehittymiseen. 1986.
- N:o 241 Versosyöpä taimitarhalla ja taimitarhapäivän 1985 posterit. 1986.
- N:o 244 Antti Maukonen. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. 1987.
- N:o 249 Metsäpuiden kylmänkestävyys. Tutkimuspäivän 1986 esitelmät. 1987.
- N:o 259 Pekka Mäkinen. Lumikenkien käyttö metsätyössä. 1987.
- N:o 280 Marja-Liisa Juntunen. Vaara-analyysi metsänomistajien hakkuutyöstä ennen ja jälkeen lyhyen hakkuuteknikkakurssin. 1987.

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
77600 SUONENJOKI
Puh. 979-11741