

Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot

Jari Parviainen ja Petteri Seppänen

Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot

Jari Parviainen ja Petteri Seppänen

Metsäntutkimuslaitos - Metsänkasvatuksen tutkimusosasto

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511

Vantaa 1994

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s. + liitteet. ISBN 951-40-1377-8. ISSN 0358-4283.

Katsauksessa tarkastellaan metsien kestävyyden käsitettä, luonnon- ja talousmetsien ominaisuuksia ja esitetään keskeisen tutkimustiedon perusteella ympäristö- ja monimuotoisuustekijät huomioonottavia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsien ekologinen kestävyys tarkoittaa sitä, että puuntuotanto ja metsien muiden hyödykkeiden käyttö eivät saa pitkällä tähtäimellä vaarantaa metsien monimuotoisuuden, tuotoskyvyn, terveyden ja ekologisten toimintojen säilymistä. Metsien käyttö ei saa aiheuttaa vahinkoa myöskään muille ekosysteemeille, kuten vesiekosysteemeille.

Metsänkasvatuksella voidaan olennaisesti vaikuttaa talousmetsien monimuotoisuuden luonnonläheiseen kehittymiseen ilman, että puuntuotannosta joudutaan kohtuuttomasti tinkimään. Luonnonläheisen metsänhoidon toteutus johtaa nykyistä pitempiin kiertoaikoihin ja rakenteeltaan vaihtelevampiin metsiin. Talousmetsien metsänhoidon kehittäminen ei kuitenkaan vähennä harvinaisten luonnontilaisten, vanhojen metsien suojelutarvetta, sillä niissä elää oma, erikoistunut eliölajistonsa. Uusien menetelmien laajaa soveltamista varten tarvittaisiin mahdollisimman pian kasvatusvaihtoehtojen vertailulaskelmia.

Avainsanat: metsänhoito, metsien monimuotoisuus, luonnonmetsä, sukkessiokehitys, ympäristövaikutukset, metsänuudistaminen, metsänkasvatus

Kirjoittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto, Puh. (90) 857 051. Fax (90) 8570 5361.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos; hanke 3128-2.

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki, puh. 90-857 051, fax (90) 625 308

SISÄLLYS

Sivu

Alkusanat ... 4
Yhdistelmä ... 5
1 Johdanto ... 7
2 Kestävä metsätalous ... 10
2.1 Kestävyyskäsitteen synty ... 10
2.2 Puuntuotannollinen kestävyys ... 12
2.3 Kestävä monitavoitteinen metsätalous ... 17
2.4 Ekologisesti kestävä metsätalous ... 19
3 Metsänkasvatusmenetelmien muuttuminen Suomessa 1900-luvulla ... 23
3.1 Menetelmät ovat sidoksissa yhteiskunnan arvostuksiin ... 23
Kaskenpolton, määrämittaharsinnan ja tervatalouden perinne ... 24
Järjestetty metsikkötalous ja puuntuotantotavoitteen omaksuminen ... 25
Luonnonmukainen metsien käsittely ... 26
Metsänviljelykausi ... 26
Metsien terveyden ja metsäympäristön hoidon aika ... 27
Metsien monimuotoisuuden aika ... 28
3.2 Metsänkasvatusmenetelmien soveltamisen vaikutukset ... 28
4 Luonnonmetsän kehitys ... 31
4.1 Luonnonmetsä metsänhoidon esikuvana ... 31
4.2 Luonnonmetsätutkimus ... 32
4.3 Boreaalisen luonnonmetsän kehitysdynamiikka ... 34
Sukkession pääpiirteet ... 34
Häiriötekijät suuren kierron aiheuttajina ... 37
Metsikön kehitys "suuren kierron" ajanjaksona ... 42
Metsikön kehitys "pienen kierron"ajanjaksona ... 45
4.4 Yhdistelevää tarkastelua ... 50
5 Metsänkasvatuksen ympäristövaikutukset ... 53
5.1 Avohakkuut ... 53
5.2 Metsämaan kunnostaminen uudistamista varten ... 55
5.3 Puunkorjuu ... 58
6 Metsikön monimuotoisuus ... 61
6.1 Monimuotoisuuden käsite ... 61
6.2 Metsikön monimuotoisuustunnukset ... 63
Lahoava puuaines ... 65
Lehtipuiden osuus ... 67
Metsäpalot ja hiiltynyt puuaines ... 68
6.3 Metsien rinnakkaistuotteet ... 69
7 Kasvupaikan puuntuotoskyvyn hyväksikäyttö ... 73
7.1 Kasvatusperiaate ja kiertoaika ... 73
7.2 Metsikön vajaatuottoisuus ... 76
7.3 Eri puulajien metsiköiden puuntuotoskyky ... 78
8 Monimuotoisuus- ja ympäristönäkökulmien sovittaminen metsänkasvatukseen ... 82
8.1 Lahoava puuaines ja lehtipuuosuus ... 82
8.2 Luonnonläheisen metsänhoidon toteutus ... 86
Metsänuudistaminen ... 86
Metsikön kasvatus ... 98

Liitteet

Alkusanat

Metsien kestävä hoito on saanut viime vuosina sekä kansainvälisessä että kotimaisessa keskustelussa ennenkokematonta julkista huomiota. Meneillään on useita kansainvälisiä prosesseja, joissa pyritään määrittelemään metsätalouden ja metsien hoidon kestävyys sekä löytämään tunnusmerkit niiden mittaamiselle. Keskeinen prosessi tässä työssä oli Euroopan metsäministerikokous Helsingissä kesällä 1993. Sen julkilausumien toteutumisen seurannan järjestämisessä Suomi on vastuussa yhdessä Portugalin, Puolan ja Itävallan kanssa. Suomessa laadittiin vuoden 1994 alussa laajapohjaisen keskustelun ja ryhmätyön perusteella metsätalouden ympäristöohjelma. Sen tavoitteena on edistää metsiemme monimuotoisuutta ja elinvoimaisuutta sekä ekologista kestävyyttä. Keväällä 1994 laadittiin ympäristöministeriön toimeksiannosta strategia Suomen metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Näiden ohella on valmistunut tai on valmisteilla lukuisia käytännön metsänhoidon suosituksia, joissa on otettu huomioon uusia tavoitteita vastaava näkökulma.

Tehdyn työn perusteella Suomessa vallitsee metsien hoidon suuntaviivoista verraten hyvä yhteisymmärrys. Toistaiseksi suositukset ovat yleisiä. Metsien kestävyyden eri ulottuvuuksia ei ole tarkasteltu analyyttisesti eikä metsänhoidon käytännön toteutusta ole arvioitu tutkimustietoa kokoamalla. Tämän raportin tavoitteena on tuoda metsäntutkimuksen näkökulma meneillään olevaan keskusteluun. Raportissa analysoidaan kestävyyden käsitettä ja kootaan yhteen saatavilla oleva keskeinen tutkimus luonnonmetsistä ja talousmetsien metsänkasvatuksesta sekä ympäristö- ja monimuotoisuustekijöistä. Niiden perusteella esitetään nykytietämyksen pohjalta vaihtoehtoja käytännön metsänkasvatuksen toteuttamiseen. Tarkastelukulmana on metsikkötaso, alueellisiin kysymyksiin kuten esimerkiksi luonnonsuojelualueiden tarpeisiin ei tässä raportissa puututa.

Tekijöiden kesken työ on jakautunut siten, että Seppänen on koonnut keskeisimmät tutkimukset työn pohjaksi ja valmistellut tutkimusaineistoja yhdistelmiksi. Materiaalia hyväksikäyttäen Parviainen on kirjoittanut katsauksen. Luku 3 on muokattu Parviaisen Metsäntutkimuslaitoksen Studia Forestalia -luentosarjassa 1993 pidetyn esitelmän pohjalta ja luvun 8 metsänuudistamista koskeva osa saman tekijän Tapion Taskukirjaa 1994 varten kirjoitetusta artikkelista. Työtä varten erittäin arvokasta apua ovat antaneet keskusteluillaan lukuisat Metsäntutkimuslaitoksen metsänkasvatuksen ja metsäekologian tutkimusosastojen tutkijat, heistä erityisesti tutkija Antti Isomäki. Työskentely Euroopan metsäministerikokouksen seurantaprosessissa ja sen yhteysyksikön henkilöiden kanssa on avartanut uudella tavalla näkökulmien hahmottamista metsien kestävyydestä. Tästä yhteistyöstä kiitos kuuluu ennen muuta metsäneuvos Pekka Patosaarelle sekä Leena Halkolle, Maarit Loiskekoskelle ja Marjukka Mähöselle. Tekstinkäsittelyn ja toimitustyön tekivät Raija Lahtinen ja Maija Heino sekä piirrokset Ilkka Taponen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja kommentoineet ylijohtaja Eljas Pohtila, professorit Erkki Annila, Pentti Hakkila ja Eino Mälkönen, tohtori Pekka Niemelä, tutkijat Sauli Valkonen ja Antti Isomäki, ylimetsänhoitaja Eero Hyvärinen ja metsänhoitopäällikkö Fred Kalland.

Vantaalla, elokuussa 1994

Jari Parviainen

Petteri Seppänen

Yhdistelmä

Katsauksessa tarkastellaan metsien kestävyyden käsitettä, luonnon- ja talousmetsien ominaisuuksia ja esitetään keskeisen tutkimustiedon perusteella ympäristö- ja monimuotoisuustekijät huomioonottavia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Tarkastelunäkökulma on metsikkötaso.

Metsien ekologinen kestävyys tarkoittaa sitä, että puuntuotanto ja metsien muiden hyödykkeiden käyttö eivät saa vaarantaa metsien monimuotoisuuden, tuotoskyvyn, terveyden ja ekologisten toimintojen säilymistä pitkällä tähtäimellä. Metsien käyttö ei saa aiheuttaa vahinkoa myöskään muille ekosysteemeille, kuten vesiekosysteemeille. Uudistuvana luonnonvarana metsän säilyttäminen vaatii jatkuvaa hoitamista ja siihen perustuen puun käyttöä.

Metsällä on monta mallia. Metsänkasvatusta ei voida asettaa yhteen kaavaan. Olennaisinta on löytää oikea menetelmä oikealle paikalle. Luonnonläheisen metsänhoidon mallina on luontaisten metsien kehitysrytmi. Pohjoisen luonnontilaisen havumetsän kehitys on häiriöluonteinen. Aika ajoin toistuvat metsäpalot, myrskyn, lumen tai hyönteis- ja sienituhojen aiheuttamat laaja-alaiset puukuolemat kuuluvat pohjoisen metsän luontaiseen elinkiertoon. Monimuotoisuus koostuu eri puulajien metsiköiden eri kehitysvaiheiden mosaiikista.

Luonnon metsäpalon seurauksena syntyy mosaiikkimaisia metsäkuvioita, joiden koko ja palon aste vaihtelevat puuston rakenteen ja maan kosteuden mukaan. Laaja-alaisia tuhoja aiheuttavia häiriöitä on esiintynyt Suomessa keskimäärin kerran tai kahdesti vuosisadan aikana. Metsätuho aiheuttaa laaja-alaisen metsien uudistumisen, joka johtaa yleisimmin tasaikäiseen, kasvupaikasta riippuen joko puhtaaseen, yhden puulajin metsikköön tai useista puulajeista koostuvaan sekametsään. Eri ikäluokista koostuva metsikkörakenne on tyypillinen viljavilla kasvupaikoilla tasapainotilaa hakevissa vanhoissa, yleensä jo yli 150-vuotiaissa metsissä. Niissä kerroksellinen latvusrakenne kehittyy kuolevien yksittäispuiden jättämien pienaukkojen välityksellä.

Monimuotoisuutta osoittavia keskeisiä talousmetsän tunnusmerkkejä ovat lahoavan puun määrä, lehtipuiden osuus sekä hiiltyneen puun ja metsäpaloista riippuvien eliölajien mahdollinen esiintyminen. Metsänkasvatuksen tärkeimmät toimenpiteet ovat uudistaminen ja harvennukset, joilla vaikutetaan metsän kasvun lisäksi monimuotoisuus- ja ympäristötekijöiden kehittymiseen.

Talousmetsien **luonnonläheisen hoitamisen** keskeiset piirteet ovat seuraavat:

> Metsänuudistamisessa jäljitellään luonnonmetsien puulajikiertoa ja kasvatushakkuissa vähennetään sitä puustoa, joka luonnontilassakin poistuisi. Kasviyhdyskunnan vaihtumisen ja maan ravinnekierron ylläpitämisen vuoksi metsänuudistaminen on järkevintä pienaukkoja muodostaen. Ekologisten haittavaikutusten vähentämiseksi uudistamisalat rajataan luontaisia kasvupaikka- ja maaperäoloja mukaillen. Kasviyhdyskuntien luonnollisia rajoja noudattaen käsittelykuviot muodostuvat maastossa hyvinkin erisuuruisiksi. Nykyinen keskimääräinen uudistamisalueen koko (1,5-2,0 hehtaaria) Etelä-Suomessa on sopiva, mutta alueellisen monimuotoisuuden luomiseksi yhtenäisen aukon enimmäiskoko saanee olla ilman verhoavaa puustoa 3-4 hehtaaria. Verhoavaa puustoa käytettäessä suojuspuu-, siemenpuu- ja pienaukkohakkuissa uudistamisalueen koko voinee olla suurimmillaan kymmenen hehtaaria. Luontainen uudistaminen on männyllä aina etusijalla, kuusella ja koivulla on turvauduttava

useimmiten viljelyyn. Taimettumisen varmistaminen vaatii humuskerroksen rikkomisen, mikä voidaan tehdä kevyellä maan muokkauksella. Kulotus on suositeltava maanvalmistustoimenpide moreenimaiden uudistamisessa. Kulotusmenetelmiä ja -tekniikkaa tulisi kehittää myös pienialaisten uudistamisalojen ja siemenpuumetsiköiden maankunnostusta varten.

Metsikön harvennuksista ei kannata luopua. Harventamattoman metsikön kasvu hidastuu, luonnonpoistuma kasvaa, terveydentila heikkenee ja hakkuutulot alenevat. Taimikoiden perkaus ja harvennus ovat välttämättömiä puuntuotannon ohjauskeinoja, eikä niiden oikeaaikainen toteutus heikennä metsien monimuotoisuutta.

Taimikkovaiheessa tärkein toimepide monimuotoisuutta varten on riittävän lehtipuusekoituksen luominen metsikköön. Sekametsien lisääminen on suositeltavaa. Koivusekoitus havupuustossa lisää maan mikrobitoimintaa ja nopeuttaa ravinteiden kiertoa, lisää taimikoiden tuhojen kestävyyttä, parantaa havupuiden teknisen laadun kehittymistä ja nostaa lievästi metsikön kokonaispuuntuotosta.

Toistaiseksi täsmällistä tietoa talousmetsiin jätettävän kuolevan ja lahoavan puun määrästä ei ole. Luonnonmetsissä lahoavan puuston osuus vaihtelee välillä 25 - 35 % kokonaispuustosta. Useiden arvioiden mukaan talousmetsässä tulisi olla jatkuvasti muutama prosentti kuolluttą puuta, josta puolet pitäisi olla maapuuna, puolet pystyynkuolleena. Tämä tarkoittaisi 2 - 4 m^3 lahopuuta hehtaarilla, joka merkitsee 5 - 10 rungon jättämistä lahoamaan. Tämä määrä on mahdollista järjestää myös harvennushakkuissa ilman, että metsikön puuntuotos olennaisesti heikkenee tai metsikön terveydentila vaarantuu.

Lahoavan puuaineksen jättäminen metsikköön on järkevintä uudistamisen yhteydessä ja varttuneen metsän kasvatusvaiheessa. Järeät haavat, raidat ja jalot lehtipuut on syytä jättää hakkaamatta. Uudistamisvaiheessa maatumaan jätettävä lahopuu saadaan hakkuutähteistä, jos kaikkia latvakappaleita, hylkypölkkyjä ja tyveyksiä ei korjata pois. Männyn luontaisen uudistamisen pitkittäminen kasvattamalla siemenpuita pitkään taimikon päällä ei ole suositeltavaa, sillä taimikon kehitys hidastuu liiaksi ja siitä tulee aukkoinen. Koska pystypuiden kuolemisprosessi on hidas, lahoamaan jäävistä yksittäisistä rungoista ei aiheudu metsille terveysriskiä. Hiiltynyttä puuta edellyttävien eliölajien säilymisen turvaaminen on mahdollista vain lisäämällä kulotuksen osuutta uudistamisessa.

Katsauksessa tarkastellaan myös alikasvosten käyttömahdollisuuksia uutena puusukupolvena, kaksijaksoisten metsiköiden ja eri-ikäisrakenteisten metsien kasvatusmenetelmiä. Eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatuksesta on toistaiseksi vähän kokemuksia; sen suurimmat vaikeudet liittyvät uudistumiseen. Uudistamisen takaamiseksi eri-ikäisrakenteiseen metsään on luotava väljyyttä, jonka seurauksena puuntuotos alenee useimmiten 40 - 50 %. Menetelmää on käytetty kalliokankailla, luonnontilaisilla soilla, maisemallisesti aroilla alueilla ja Lapissa, varsinkin lakimetsissä. Eri-ikäisrakenteisten metsien laajamittainen lisääntyminen johtaisi metsien rakenteen yksipuolistumiseen, koska eri ikävaiheita edustavien metsiköiden luoma mosaiikkirakenne vähentyisi.

Kokonaisuutena metsänkasvatuksella voidaan olennaisesti vaikuttaa talousmetsien monimuotoisuuden luonnonläheiseen kehittymiseen ilman, että puuntuotannosta joudutaan kohtuuttomasti tinkimään. Luonnonläheisen metsänhoidon toteutus johtaa nykyistä pitempiin kiertoaikoihin ja rakenteeltaan vaihtelevampiin metsiin. Ympäristö- ja monimuotoisuustekijät voidaan myös ottaa useimmissa tapauksissa huomioon metsänhoidon ja puunkorjuun teknisessä toteutuksessa ilman kohtuutonta koneellistamisen muutostarvetta tai lisäkustannuksia. Talousmetsien metsänhoidon kehittäminen ei kuitenkaan vähennä harvinaisten luonnontilaisten, vanhojen metsien suojelutarvetta, sillä niissä elää oma, erikoistunut eliölajistonsa. Uusien menetelmien laajaa soveltamista varten tarvittaisiin mahdollisimman pian kasvatusvaihtoehtojen vertailulaskelmia.

1 Johdanto

Metsänkasvatuksen aatteellisena taustana on ollut Suomessa aina 1990-luvulle saakka käsitys metsikön kasvupaikan puuntuotoskyvyn mahdollisimman tehokkaasta hyväksikäytöstä. Toimenpiteitä on ohjannut ihanteellinen puuntuotantotavoite, johon on pyritty erilaisin toimenpitein. Sopivimpia menetelmävaihtoehtoja on haettu metsänuudistamisketju-ajattelulla ja metsiköiden harventamista ja tiheyttä on säädelty harvennusmalleilla. Valintapäätös vaihtoehtojen välillä on määräytynyt paljolti metsänhoidon kustannusten perusteella, sillä toimenpiteiden vaikutuksia puustoon ja sen tuottoarvoihin ei ole toistaiseksi pystytty riittävästi ottamaan laskelmissa huomioon.

Tällä vuosikymmenellä metsistä käytävä keskustelu on nopeasti kansainvälistynyt. Metsien käsittelyn läpitunkevin ajatus on ekologinen kestävyys ja monimuotoisuus. Niitä koskevat yleisperiaatteet on otettu tavoitteeksi maailman ympäristö- ja kehityskonferenssin eli UNCEDin (1992) sekä myös Euroopan metsäministerikonferenssin (1993) sopimusasiakirjoissa. Koska taloutemme riippuu ratkaisevasti metsäteollisuustuotteiden ulkomaankaupasta, emme voi hoitaa metsiämme pelkästään itseämme varten. Metsien hoidon on vastattava maassamme kansainvälistä aatesuuntien kehitystä, samalla kun sen on pohjauduttava metsäluontomme luontaiseen kehitysrytmiikkaan.

Toistaiseksi metsien monimuotoisuus on käsitteenä uusi ja sen sisältö vaikeasti määriteltävissä. Voidaan hahmottaa kaksitahoinen lähestymistapa; 1) ainutlaatuisten, arvokkaiden metsäekosysteemien suojelu sellaisenaan sekä 2) talousmetsien metsänhoidon kehittäminen entistä luonnonläheisemmäksi korostaen eliölajien monimuotoisuutta. Erillisten suojelualueiden ohella arvokkaita pienipiirteisiä metsäkuvioita löytyy talousmetsien sisältä. Tällaisia ovat mm. kosteikot, pienvedet, aarniometsien sirpaleet, kalliokot ja jyrkänteet, lehdot ja soistuneet painanteet sekä harvinaisten lehtipuiden ryhmät. Talousmetsien monimuotoisuuden tunnuksiksi ovat muotoutumassa lahoavan ja kuolleen puun osuus, lehtipuiden esiintyminen sekä mahdollinen hiiltyneen puun esiintyminen ja metsäpaloista riippuvaisten eliölajien säilyminen.

Yleisesti ajatellaan, että vanha luonnonmetsä toimii esikuvana talousmetsien hoitamiselle. Luonnonmetsä on useimmiten eliölajien esiintymisen ja erikoistumisen kannalta rikkain ja harvinaisin elioyhteisö. Vastaavien ekosysteemien luominen talousmetsiin on kuitenkin liian ankara vaatimus. Monet käytännön esimerkit toisaalta osoittavat, että metsänhoidolla on voitu kohottaa olennaisesti metsien kestävyyttä luonnonmetsiin verrattuna, joita usein vaivaavat luonnon omat häiriötekijät, kuten hyönteistuhot tai sienet. Vanhoille luonnonmetsille tyypillisen eliölajiston säilyminen on turvattavissa vain riittävän tiheän ja kasvupaikkajakaumaltaan edustavan metsien suojeluverkon välityksellä. Suojelemalla ei kuitenkaan yksin kyetä turvaamaan metsäluontomme monimuotoisuuden säilymistä. Koska taloustoiminnan ulkopuolelle, suojeluun varattavien metsien osuus jäänee metsänkasvatukseen soveltuvalla kasvuvyöhykkeellä korkeimmillaankin 10 - 15 %:iin, monimuotoisuuden säilymiseksi on välttämättä kehitettävä talousmetsien käsittelymenetelmiä.

Vireästi käynnistyneistä uusista metsien monimuotoisuustutkimuksista on toistaiseksi ollut vaikea johtaa toimivia suosituksia metsien käsittelyyn. Lisätietoja kaivataan runsaasti mm. ekosysteemien ja eliölajien muutoksista metsikön eri kehitysvaiheissa, avaineliölajeista ja monimuotoisuuden mittaamisesta. Avoimia kysymyksiä ovat myös monimuotoisuuden alueellinen vaihtelu, metsikkökuvioiden rakenne- ja kokovaihtelu, kuvioiden reunavaikutusten merkitys eläinlajien liikkumiselle, tarvittava lahoavan puun määrä talousmetsissä ja metsien käsittelytoimenpiteistä, kuten kulotuksesta tai metsäpaloista riippuvaisten eliölajien esiintyminen.

Uusimmissa metsänhoitosuosituksissa aiempia puutteita on korjattu ja niitä on viritetty monitavoitteiseen suuntaan. Nykyisessä ajattelussa puuntuotantotavoitteen rinnalle ovat tulleet metsien elinvoimaisuus, riistan hoito, ympäristön hoito, maiseman hoito ja monimuotoisuus. Samanaikaisesti metsänhoidon kustannuksia halutaan alentaa, ennen muuta uudistamisessa ja taimikoiden hoidossa. Metsänkasvatus elää Suomessa uutta aikaa. Puuntuotannon yksipuolisesta korostamisesta on luovuttu.

Kokonaisuutena voidaan arvioida, että metsänkasvatusmenetelmien kirjo puuntuotannon ylläpitämiseksi tunnetaan verraten hyvin. Metsiemme nykyiset puuvarat osoittavat sovellettujen metsänkäsittelymenetelmien johtaneen siihen, mihin puuntuotannossa on yleisesti pyritty. Koska metsiemme puuston kasvusta hakataan vuosittain vain 60 %, voidaan epäilyksittä sanoa, että metsiemme puuntuotannollinen kestävyys on toistaiseksi turvattu. Metsissämme on puuta riittävästi niin metsäteollisuuden, energiankäytön kuin myös luonnonsuojelun tarpeiksi.

Uusiutuvan luonnonvaran säilyttäminen vaatii kuitenkin jatkuvaa hoitamista. Samalla meidän on välttämättä kysyttävä, kuinka laajamittainen metsänkäsittely vaikuttaa Suomen metsäluontoon? Onko metsien luontainen kehitys ja ympäristö pystytty ottamaan riittävästi huomioon? Ovatko metsänkasvatusmenetelmämme nykyisellään ekologisesti kestäviä?

Näihin kysymyksiin on vaikea löytää yksiselitteisiä vastauksia. Peruslähtökohtana Suomessa sovellettavien metsänkasvatusmenetelmien valinnassa on ollut metsien luontaisen kehityskulun jäljittely. Luontaisessa elinkierrossa metsiemme kehitykseen kuuluvat epäsäännöllisin välein toistuvat metsäpalojen, myrskyn tai hyönteistuhojen aikaansaamat häiriöt ja laajatkin metsäpeitteettömät vaiheet, kaikkia ikävaiheita edustavien metsäkuvioiden kirjo sekä kasvupaikasta riippuen enemmän tai vähemmän yhden puulajin muodostamat tasaikäiset metsiköt. Ihmisen ohjaamassa metsänkasvatuksessa metsäpalot ovat korvautuneet paljaaksihakkuilla, kuolevat puut ja luonnonpoistuma otetaan harventamalla ennakkoon talteen.

Metsäluonnon monimuotoisuuden, vesiensuojelun ja metsien elinvoimaisuuden lisääminen edellyttävät metsänkasvatusmenetelmien kehittämistä yhä monipuolisemmiksi. Tutkimuksen tehtävänä on tuottaa perusteita metsien ekologisesti kestävälle käytölle. Pitkäjänteisenä työnä tutkimus ei ole aina ehtinyt antaa riittävän nopeasti perusteita käytännön toiminnalle.

Olemme nyt ajautumassa tilanteeseen, jossa metsien käsittelyn monimuotoisuuden vaatimukset syntyvät nopeammin kuin tutkimus pystyy tietoja tuottamaan. Aluksi olisi

pyrittävä selkeyttämään käsitteet ja kehittämään mittarit eli tunnusluvut, joilla monimuotoisuutta voidaan tarkastella. Monimuotoisuutta ei voida rajata yksinomaan eliölajien esiintymishavaintoihin. Eliölajien esiintyminen joudutaan sitomaan metsiköstä paikannettaviin ja ajan suhteen mitattaviin kasvillisuus- ja puustotunnuksiin. Vain paikkaan sidottujen mitattavien metsikkötunnusten avulla voimme ohjata metsänhoitoa eliölajien kannalta monimuotoiseen suuntaan sekä antaa käytännön metsänkäsittelijöille rittävästi tietoja toimintaa varten.

Tämän katsauksen tavoittena on:

1) analysoida ja selventää metsätalouden ja metsien käsittelyn kestävyyden käsitettä,

2) koota yhteen keskeisin tutkimustieto luonnonmetsistä, metsänkasvatuksesta sekä ympäristö- ja monimuotoisuustekijöiden huomioonottamisesta metsänkasvatuksessa sekä

3) esittää nykytietämyksen perusteella vaihtoehtoja käytännön metsänkasvatuksen toteuttamiseen.

Katsauksessa tarkastelu rajoitetaan metsikkötasolle. Metsien monimuotoisuuden ja metsätalouden harjoittamisen aluetason kysymyksiä tarkastellaan niiltä osin kuin ne liittyvät olennaisesti yksittäisten metsiköiden käsittelymenetelmiin.

2 Kestävä metsätalous

2.1 Kestävyyskäsitteen synty

Kestävän metsätalouden ajatus syntyi yleisen käsityksen mukaan noin 300 vuotta sitten Ranskassa ja Saksassa. Tiheästi asuttua Keski-Eurooppaa uhkasi 1600-luvun lopulla puupula. Metsiä hakattiin tarvepuun käyttöön ilman pitkäjänteistä suunnittelua. Puuta tarvittiin runsaasti 30-vuotisen sodan vaurioiden korjaamiseen, kotitalouksien lämmitykseen ja ruoanlaittoon sekä teolliseen käyttöön, kuten kaivosteollisuuteen, laivanrakennukseen ja lasi-, rauta- ja panimoteollisuuden tarpeisiin.

Välttämättömyys turvata rakennus- ja polttopuun sekä puuhiilen saanti kyläyhteisöjen päivittäisiin tarpeisiin johti ajatukseen kestävästä, jatkuvasti ja tasaisesti toimivasta metsien käytöstä. Metsien käyttöä rajoitettiin mm. siten, että 10 - 20 % metsäalasta oli varattava pelkästään rakennuspuiden hankintaan tai että valtion metsissä tuli jättää hakkuissa ainakin 40 siemenpuuta hehtaaria kohti.

Kestävyyden käsite ilmenee jo vanhimmassa metsätaloutta käsittelevässä eurooppalaisessa julkaisussa, Hanns Carl von Carlowitzin kirjoittamassa teoksessa Sylvicultura Oeconomica vuodelta 1713. Carlowitzin teosta sävyttää innokas halu pelastaa Eurooppa "puun loppumisen onnettomuudelta", mutta teoksessa näkyy myös "harras kristillisyys sekä luonnon ihmeellisyyden ja kauneuden nöyrä ihailu".

Kestävyyden ydinajatuksena on metsän luonne uudistuvana luonnonvarana. Tämä erottaa olennaisella tavalla metsätalouden esimerkiksi kaivannaisteollisuudesta. Kaivoksen malmivarat ehtyvät, kun louhintaa on jatkettu riittävän kauan. Metsä sen sijaan uudistuu luontaisesti ja sitä voidaan kasvattaa samalla paikalla periaatteessa ikuisuuteen asti, kun vain metsän puuston ja kasvupaikan kunnosta huolehditaan.

Kestävän metsien käytön voi odottaa syntyvän joko paikallisen väestön omista tarpeista tai yhteisön yleisestä halusta turvata metsien jatkuva olemassaolo ja puun saanti. Ihanteellinen esimerkki kestävästä metsien käytöstä lienee luonnon kanssa tasapainossa elävä kyläyhteisö trooppisessa sademetsässä. Metsää ja sen tuotteita verotetaan vain uutta kasvua vastaava määrä. Kiertokaskiviljely jaksotetaan siten, että maa ja puusto ehtivät palautua lähes alkutilaan ennen uuden kasken polttamista.

Alkuperäiskansojen elintapojen kirjo on kuitenkin hyvin suuri. Useat heimot ovat paikallaan pysyviä, mutta yleisempää on vaeltavan elämäntavan omaksuneiden joukko. Perinteen ja kokemuksen kautta hankittu ekologinen tieto sademetsistä on monipuolinen ja tarkka. Erilaisten kasvien ominaisuuksien tuntemus samoin kuin eläin- ja hyönteislajien elintapojen tietäminen mahdollistavat tasapainoisen elämänmuodon syntymisen.

Esimerkki kestävästä intiaanikulttuurista on kayapo-heimo Amazonin sademetsäalueella. Kayapo-yhteisö tarvitsee elääkseen verraten laajan alueen. Kylän lähelle raivatut pellot tuottavat ravintokasveja 4 - 6 vuotta. Kun peltomaan tuotoskyky ehtyy, uusi pelto raivataan metsään entisen viereen kaskeamalla. Vanhaa peltoa ei kuitenkaan

jätetä, vaan siinä viljellään hyötykasveja rakennus- ja polttopuuta, kuitujen valmistusta, puhdistus- ja väriaineita tai käyttöesineitä varten. Vanhoille pelloille kehittyy oma, luontaisesta sademetsästä poikkeava eliölajisto. Riistakanta pidetään kurissa metsästyksellä, jotta se ei pääse vahingoittamaan varsinaisia viljelyksiä. Elämiseen vaadittavia välttämättömiä, mutta harvinaisia tuotteita, kuten lääkeaineita, hedelmiä tai majanrakennuskasveja haetaan ympäröivään metsään levittäytyneen polkuverkoston välityksellä. Polkuverkosto kylän ympärillä voi olla jopa yli 500 km:n mittainen.

Kyläyhteisön ja luonnon välinen samaan paikkaan sidottu kestävyys syntyy kuitenkin harvoin. Kun viljelysmaa vähitellen köyhtyy, kyläyhteisö muuttaa toiselle paikalle, yleensä muutaman kilometrin päähän entisestä kylästä. Toinen Amazonin alueella asuva intiaaniheimo, yanomanit, muuttaa luonnonoloissa uuteen paikkaan 6 - 10 vuoden välein. Yleisesti kestävyys perustuu ainakin pienalueella yhteisön vaeltavaan elämäntapaan.

Joskus luonnon käyttö riistäytyy uusiutumista suuremmaksi kyläyhteisön kasvun, odottamattomien luonnonilmiöiden, heimoriitojen tai muiden ulkoisten syiden vuoksi. Seurauksena saattaa olla metsän hävitys, kyläyhteisön muutto kauas alkuperäisiltä asumasijoilta tai kyläyhteisön sammuminen. Tällaisia esimerkkejä löytyy mm. Keski-Amerikan intiaanikulttuurista, Pääsiäissaarilta, Anatolian ja Etiopian ylänkömailta.

Paikallisen väestön omaehtoista säätelyä suurempi merkitys kestävyyden synnyttämiselle on muodostunut valtiovallan tai yhteiskunnan halusta taata puuraaka-aineen riittävyys. Tämä käsitys näyttää pitävän paikkansa useimmissa teollistuneissa maissa. Suomessa kaskikulttuuri sekä metsien suunnittelematon hakkaaminen polttopuun keruuta, tervanpolttoa, laivanrakennus- ja sahateollisuutta varten hävittivät metsät lähes tyystin kylien ympäristöstä 1700 - 1800 -luvuilla. Kyseessä olivat metsien käytön näkemyserot lyhytaikaista hyötyä tavoittelevan puun käyttöön perustuvan teollisuuden ja maaseutuväestön sekä metsien kestävään käyttöön tähtäävän virkakunnan välillä. Vaikka mm. kaskenpolttoa oli koetettu rajoittaa lakien avulla jo 1700-luvulta alkaen, vasta vuoden 1928 yksityismetsälaki antoi sysäyksen metsien käytön kehittymiselle kestävyyden periaatteiden mukaiseksi (kuva 1). Suomessa on harjoitettu määrätietoisesti puuntuotannollisesti kestävää metsätaloutta siitä saakka, kun valtakunnalliset selvitykset metsävaroista ja puunkäytöstä 1920-luvulla valmistuivat.



Kuva 1. Metsäalueiden siirtyminen muiden maankäyttötapojen kuin metsätalouden piiriin on keskeisin uhka kestävyyden säilymiselle. Suomessa vielä 1900-luvun alussa harjoitettu kaskiviljely pilasi metsät kylien ympäristössä, mutta kaskialueiden metsittyessä myöhemmin luontaisesti alueita on palautunut metsätalouden käyttöön. (Valokuva Olli Heikinheimo 1900-luvun alussa)

2.2 Puuntuotannollinen kestävyys

Kestävälle metsätaloudelle on esitetty useita määritelmiä. Väljimmän määritelmän mukaan metsätalous on kestävää, jos maa säilyy jatkuvasti puuta kasvavana. Kestävyyden perimmäisenä tavoitteena on ollut turvata tasainen ja jatkuva puuntuotanto. Puhutaan puuntuotannollisesta kestävyydestä, joka tarkoittaa mahdollisimman korkeaa jaksottaista puuntuotantoa. Muut metsän toiminnot ja hyödykkeet on arvioitu puuntuotannon toteutumisen kautta. Rajoitteina ja turvaamisvaatimuksina ovat olleet metsäpinta-alan säilyminen, hakkuuta seurannut uudistamisvelvoite sekä metsien säilyttäminen terveinä.

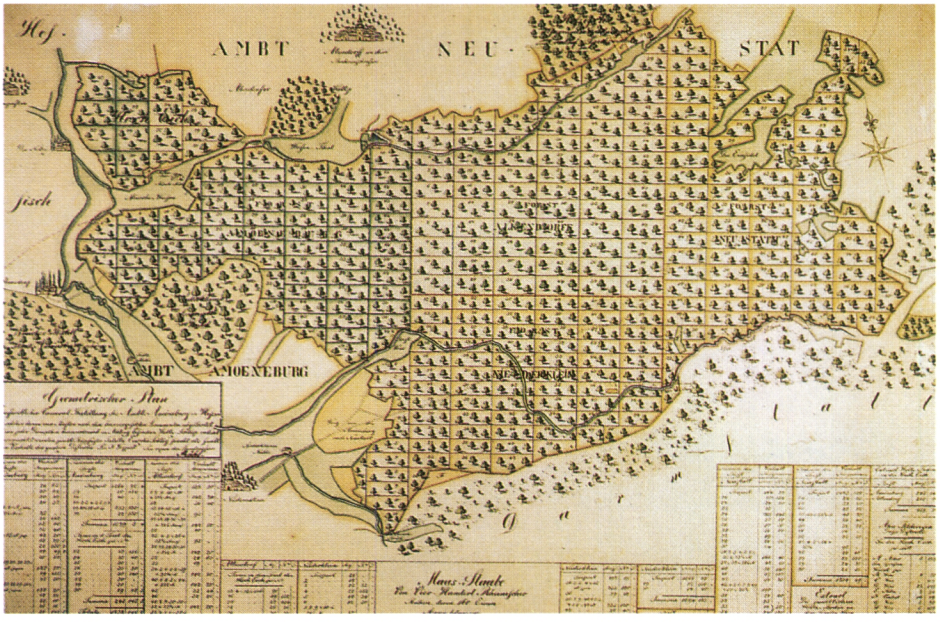
Metsäaluetaso

Ahtaasti tulkittuna puuntuotannollinen kestävyys tarkoittaa muuttumatonta, staattista tasapainotilaa, jossa puuston kasvu ja hakkuut ovat aina keskenään samansuuruisia. Kestävyys toteutuu silloin, kun metsää tai metsäalueen kehitystä ohjataan tietyn päämäärän suuntaan. Tavoitetilana ja esikuvana on pidetty ns. normaalimetsän muodostamista. Normaalimetsä koostuu useista yksittäisistä metsiköistä, jolloin koko puuston eri ikäluokkien pinta-alat ovat yhtäsuuret, koko metsäalueen puuston tilavuus pysyy muuttumattomana sekä kasvu ja poistuma samansuuruisina.

Tyypillisimmillään normaalimetsärakennetta on tavoiteltu saksalaisessa vuosilohkohakkuujärjestelmässä (ks. kuva 2). Vuosilohkoperiaatetta sovellettiin rajoitetusti Suomessakin valtion virkatalojen metsissä 1800-luvulla. Koko metsäalue on jaettu metsänkasvatuksen kiertoajan määräämiin lohkoihin. Jos kiertoaika on ollut 80 vuotta, lohkoja on myös 80. Vuosittain hakkuuvuorossa on yksi lohko, jolloin kaikki lohkot on käyty läpi 80 vuoden aikana.

Tämä on kuitenkin teoreettinen malli, joka toteutuakseen edellyttää maan viljavuuden olevan kauttaaltaan samanlaatuisen, ilmastollisten vaihtelujen puuttuvan ja metsän käsittelyn säilyvän jatkuvasti samana. Normaalimetsä ei siten sovellu suoraan suomalaisen metsänkäsittelyn esikuvaksi mutta muodostaa pohjan kestävyyden käsitteen analysoinnille. Normaalimetsämalli voi olla todellisuutta trooppisen istutusmetsäalueen hoidossa, jossa tehtaan tuotanto on mitoitettu tarkalleen kunakin vuonna kaadettavaan vuosilohkoon, jonka tilalle aina perustetaan vastaava uusi metsikkö.

Suomessa metsiköiden luokittelu käsittelykuvioihin on pohjautunut jo yli 70 vuoden ajan Cajanderin kehittämään kasviyhdyskuntien erotteluun, metsätyyppijärjestelmään. Tämä lähestymistapa on ollut kansainvälisesti ainutlaatuinen tieteellinen oivallus ja samalla se on palvellut metsätalouden toteutusta. Metsätyyppien erottelu noudattaa kasviyhdyskuntien luonnollisia rajoja maastossa, jonka vuoksi käsittelykuviot muodostuvat hyvinkin erisuuruisiksi. Samalla metsätyyppien käyttö johtaa kasvupaikan luontaisten edellytysten mukaiseen käsittelyyn. Metsätyyppijärjestelmä edustaa kasvisosiologisena, kasviyhdyskunnan kehityksen lainalaisuuksia noudattavana luokituksena keskeisimmillään nykyistä käsitystä kasvilajien monimuotoisuudesta.



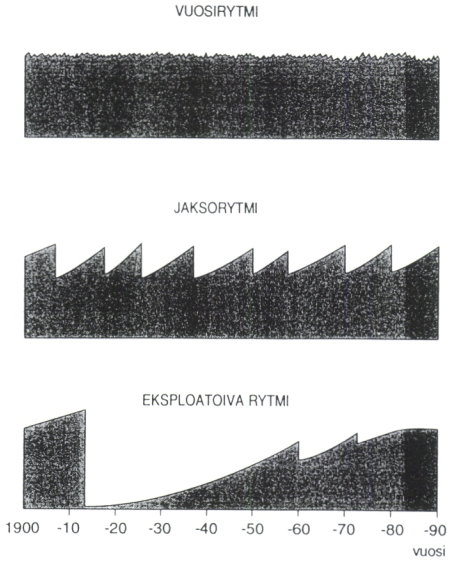
Kuva 2. Saksassa 1800-luvulla kehitetty vuosilohkojärjestelmä oli yksinkertainen ja kaavamainen menettely metsäalueen puuntuotannollisen kestävyyden saavuttamiseksi. Kuvassa Amoeneburgin metsäalueen jako vuosilohkoiksi, Darmstadt, Hessen.

Koska metsien tila muuttuu jatkuvasti ja metsätalouden toiminnalle on ominaista rytminen luonne, paikallaan pysyvästä kestävyyden käsitteestä on jouduttu luopumaan. Tilalle on tullut dynaaminen kestävyyden käsite, jolle on ominaista puuvarojen, puun käytön ja kasvun jaksottainen muuttuminen, kohoaminen tai aleneminen tietyn tasaisuuden vaatimissa puitteissa. Tämä ajattelumalli johtaa siihen, että metsien ikärakennetta, puulajisuhteita, puuston tilavuutta ja kasvua voidaan säädellä. Hakkuumäärät voivat olla vuosittain erisuuruisia. Toisissa osissa metsäaluetta tehdään uudistamishakkuita, toisissa kasvatushakkuita, osa metsäkuvioista lepää ja odottaa käsittelyvuoroaan. Usein puhutaan edistyvästä metsätaloudesta, jossa tähdätään puuvarannon kartuttamiseen.

Metsien hakkuutoiminnassa voidaan erottaa kolme periaatteellista muotoa (kuva 3):

- vuosirytminen toiminta, jossa hakkuut ja metsänhoitotyöt pysyvät vuosittain yhtä suurina ja vakaina
- jaksorytminen toiminta, jossa aika ajoin tehdään runsaita hakkuita ja välillä hakkuita ei tehdä lainkaan
- eksploatoiva toiminta, jossa yhdellä kerralla käytetään hyväksi koko metsäalueen hakkuumahdollisuudet.

Vuosirytminen toiminta on parhaiten järjestettävissä kohtuullisen suurissa metsätalousyksiköissä tai metsäalueilla, kuten valtion, kaupunkien ja metsäteollisuusyritysten metsissä, joissa on riittävä yksittäisten metsiköiden kirjo. Pienmetsätaloudessa, jollaisia pääosa yksityismetsistä on, säännöllinen vuosirytminen toiminta on vaikea toteuttaa. Pienten puuerien haaliminen eri metsiköistä on vaikeaa ja kallista, minkä vuoksi taloudellisinta on ollut hakata kerralla usean vuoden hakkuumäärä. Hakkuut on pyritty ajoittamaan hyvien hintojen kausiin.



Kuva 3. Metsän puuston hakkuiden toteuttamisessa ja hakkuutulojen kertymisessä voidaan erottaa kolme hakkuurytmin päämuotoa: vuosirytminen, jaksorytminen ja eksploatoiva hakkuutoiminta (Lihtonen 1959).

Eksploatoivaa hakkuutoimintaa on ollut mm. Pohjois-Amerikan luonnonvaraisten metsien laaja-alainen loppuunhakkaaminen ilman siihen liittyvää uudistamista. Eksploatoiva hakkuu voi olla kuitenkin suunnitelmallista, joka johtaa uuden metsän aikaansaamiseen, jolloin eksploatoivan hakkuun toteutus ei välttämättä ole kestävyyden näkökulmasta tuomittavaa.

Metsikkötaso

Yksittäisen metsäkuvion eli metsikön puuntuotannollisesti kestävän käsittelyn periaatteellisena tavoitekuvana (normaalimetsäkuvana) voidaan pitää eri-ikäisrakennetta eli harsintarakennetta. Metsikössä on tällöin rinnakkain yhtäaikaa kaikenikäisiä puita taimista hakkuukypsiin yksilöihin ja metsää uudistetaan ja kasvatetaan samanaikaisesti. Tällaisesta metsiköstä voidaan hakata tarvittaessa aina tasainen puumäärä ja metsä säilyy jatkuvasti peitteellisenä.

Luonnonmetsätutkimus, käytännön metsänkasvatuksen esimerkit ja puulajien kasvuominaisuudet ilmastovyöhykkeessämme osoittavat, että pysyvään eri-ikäisrakenteiseen metsikkömuotoon päästään kuitenkin vain harvoin. Tyypillisin metsäkuva niin pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä kuin lauhkean vyöhykkeen metsissä on tasaikäisrakenteinen metsä. Sen käsittely jakautuu selkeään uudistamisvaiheeseen ja siitä erilliseen kasvatusvaiheeseen. Metsikkötasolla kestävyys tarkoittaa siten jaksorytmistä toimintaa.

Harsintarakenteisia metsiä esiintyy Keski-Euroopan viljavilla kasvupaikoilla ja vuorien rinteillä, joissa viihtyvät varjoa sietävät puulajit kuten pyökki, saksanpihta ja kuusi. Suotuisista kasvuoloista huolimatta harsintarakenteisten metsien osuus on jäänyt sielläkin pieneksi, Saksassa niitä on 2 - 3 %, Itävallassa 5 %, Slovakiassa 10 % ja Sveitsissä 20 % (kuva 4). Harsintametsän käsittelymalli on kehitetty saksankielisellä alueella Keski-Euroopassa. Harsintametsien kasvatusta ohjataan puiden läpimittajakauman eli runkolukusarjan perusteella. Sveitsiläisessä kontrollimenetelmässä puusto jaetaan läpimitan perusteella kolmeen luokkaan: pienet puut, keskikokoiset puut ja järeät puut. Ihannetila syntyy, kun pieniä puita on runkoluvusta 20 %, keskikokoisia puita 30 % ja järeitä puita 50 %.

Paljon keskustelua herätti 1900-luvun alussa saksalaisen Möllerin kehittämä kestometsätalouden ihannemalli. Kyseessä on harsintarakennetta muistuttava metsien hoitotapa, jonka perusajatus on myös pitää metsikkökuva muuttumattomana vuosikymmenestä toiseen. Erona harsintarakenteisiin metsiin on puiden poimintatapa metsistä. Kestometsätaloudessa poistettavana voivat olla yksittäisten puiden ohella myös puuryhmät. Näin metsikköön syntyy pienaukkoinen, mosaiikkimainen rakenne. Teorian mukaan tuloja saadaan metsästä lähes vuosittain ilman suuria kustannuksia, metsän kasvu kohoaa ja maan tuotoskyky paranee.



Kuva 4. Jatkuvasti peitteellisenä pysyviä ja tasaisia hakkuutuloja antavia harsintarakenteisia metsiä esiintyy Keski-Euroopassa viljavilla kasvupaikoilla, joissa viihtyvät varjoa sietävät puulajit kuten pyökki, saksanpihta ja kuusi. (Kuva Jari Parviainen, Schwarzwald, Schramberg)

Kestometsätalouden tutkimusta varten itäisen Saksan alueelle Bärenthoreniin perustettiin 1910 - 1930 lukuisia männikön kasvatuskokeita. Tarkat pitkänajan tiedot puustosta ja metsiköiden ravinteisuudesta kertovat, että maan viljavuudessa ei ole tapahtunut 40-50 vuoden kuluessa muutoksia eikä puuston tuotos ole lisääntynyt. Kestometsätalouden ajatus jäikin vähittäisen luontaisen uudistumisen varaan. Aivan viime vuosien tiedot osoittavat kuitenkin, että pintakasvillisuus rehevöityi Bärenthorenissa siinä määrin, että luontainen uudistuminen estyi. Toisen maailmansodan maapalot tuhosivat paikoin pintakasvillisuuden. Näin paljastuneisiin kivennäismaalaikkuihin syntyi luontaisia taimia, jotka nyt muodostavat tiheän ylispuuston alla riutuvan alikasvoksen (kuva 5). Valopuuna mänty ei ole pystynyt kehittymään elinvoimaiseksi ylispuuston varjostuksessa. Kestometsätalouden ajatusrakennelma ei ole siten löytänyt todistusvoimaa käytännön tilanteista.

Puuntuotannollisella metsätalouden kestävyyden ajatuksella oli käänteentekevä merkitys, vaikka nykynäkökulmasta arvioiden sen voidaan sanoa olleen kapea-alainen, ensisijassa taloudellisia ja metsän tuotannollisia tekijöitä korostava. Metsien tuhlaava käyttö päättyi ja syntyi metsätalouden suunnittelun perinne. Metsien kehitystä ohjattiin tietoisesti jonkin mallin, puuntuotannollisen kestävyyden kyseessä ollessa - normaalimetsämallin, suuntaan. Metsätalouden suunnittelu johti metsätieteiden kehittymiseen, ennen muuta metsäninventoinnin, metsän kasvu- ja tuotosopin, metsänhoidon ja metsänsuojelun oppisuuntien edistymiseen. Edelleen kestävyyden ajatus sai liikkeelle metsälainsäädännön luomisen, metsällisen koulutuksen järjestämisen sekä metsänomistajien neuvontatoiminnan aloittamisen.



Kuva 5. Männiköissä kesto-metsätalouden toteuttaminen on kilpistynyt uudistumiseen, sillä valopuulajina mänty ei ole uudistunut riittävästi muodostaakseen monikerroksisen, eri-ikäisrakenteisen metsän. Kuva Saksan Bärenthorenin koemetsiköistä vuodelta 1992. (Kuva Jari Parviainen)

2.3 Kestävä monitavoitteinen metsätalous

Kestävä, monitavoitteinen metsätalous on laajennettu näkökulma alkuperäisestä puuntuotannollisesta kestävyydestä. Käsite syntyi 30 - 40 vuotta sitten, kun puun saannin ohella myös muista metsän hyödykkeistä alettiin kantaa huolta ja niistä syntyi niukkuutta. Ennen muuta metsältä odotettiin rinnakkaistuotteiden tarjontaa, kuten riistaa, marja- ja sienisatoja tai jäkälän tuotantoa sekä julkisia tai yhteiskunnallisia palveluja, kuten virkistyspalveluja sekä suojelu- ja maisema-arvoja. Kestävän puuntuotannon rinnalle vähimmäisvaatimukseksi tuli ns. monikäyttötavoitteiden turvaaminen (kuva 6).

Kestävä, monitavoitteinen metsätalous voidaan määritellä siten, että tavoitteena on mahdollisimman korkea jaksottainen puun ja muiden metsähyödykkeiden saavuttaminen. Tämä tavoite voi toteutua, kun hakkuut eivät ylitä tietyn jakson aikana metsien kasvua, metsäala ja metsien terveys säilyvät vakaina ja metsätalouden harjoittamisessa turvataan suojelu- ja monikäyttövaatimukset.

Monitavoitteisen metsätalouden periaatteen toteuttaminen on sisältynyt läpitunkevana ajatuksena Suomen talousmetsien hoitamiseen ainakin 20 vuoden ajan, tiedostamattomana, luonnollisena osana metsien hoitoa jo paljon pitempäänkin. Monitavoitteisen, kestävän metsätalouden tavoitetila on taloudellisiin laskelmiin ja vaihtoehtovertailuihin perustuva optimointirakennelma, ihannemetsä, jossa tärkeimmät tekijät yhtä aikaa huomioonottava metsien käsittelytapa tuottaa hyvää

yhteiskunnalle kokonaisuudessaan. Käytännössä ongelmia syntyy siitä, että eri hyödykkeet eivät ole yhteismitallista, eivätkä edunsaajat välttämättä samoja. Esimerkiksi metsien julkisten palvelujen tarjontaa, kuten virkistystä, ei voida yksiselitteisesti asettaa puuntuotannon kanssa samalle taloudelliselle asteikolle.

Toinen vaikeus syntyy siitä, kuinka monitavoitteista metsätaloutta voidaan toteuttaa alueellisesti. Yhdessä metsikössä on vain harvoin mahdollista saavuttaa samanaikaisesti osittain toisensa poissulkevat tavoitteet. Esimerkiksi jos metsikkö varataan suojeluun tai maisemanhoitoon, puuntuotannon tavoitteet on jätettävä taka-alalle. Parhaiten monitavoitteisen metsätalouden harjoittamista voidaan noudattaa metsälö- ja metsäaluetasolla, jolloin yksittäisten metsiköiden käsittely voidaan toteuttaa eri lähtökohdista.

Aluetasolla joudutaan ratkaisemaan kuitenkin kysymys, miten monitavoitteista metsätaloutta harjoitetaan. Harjoitetaanko sitä kauttaaltaan kaikilla metsäkuvioilla samansuuntaisesti laajalla pinta-alalla, esim. koko valtion tai läänin puitteissa, vai erotellaanko metsäalueita toiminnallisesti erilleen kunkin tavoitteen vaatimusten mukaisesti. Kysymys on maankäyttöpoliittisesta valinnasta. Eräissä Keski-Euroopan maissa, kuten Itävallassa, monitavoitteisuus on osittain ratkaistu luokittelemalla metsämaa-alueet eri käyttötarkoituksiin. Puuntuotantoon on varattu 60 %, suojeluun 10 % ja virkistykseen 20 %. Maa-alueet on jaettu maastossa näihin metsän käyttöryhmiin ja niiden sijainti on sovitettu mm. asutustiheyden perusteella.

Tällainen laajan maa-alueen kaavoitusluonteinen jako toteutuu helpoimmin paikallaan pysyvän, tiheän asutuksen alueella, jossa metsiköiden kehitys- ja hoitohistoria tunnetaan jo vuosisatojen ajalta. Pohjoismaissa ja Yhdysvalloissa monitavoitteista metsätaloutta harjoitetaan suurella pinta-alalla, jossa oman, erillisen ryhmänsä



Kuva 6. Kestävässä, monitavoitteisessa metsätaloudessa puuntuotannon ohella metsiköstä odotetaan myös muita hyödykkeitä kuten riistaa ja marja- ja sienisatoja. Hoidettu metsä tarjoaa usein parhaat mahdollisuudet tällaiseen virkistyskäyttöön. (Kuva Erkki Oksanen)

muodostavat suojelu- ja muut erikoismetsät. Jokamiehen oikeus mahdollistaa monikäyttöarvojen saavutettavuuden kaikissa metsänhoidon piirissä olevissa metsissä. Erillisiä monikäyttömetsiä ei ole tarvinnut erikseen nimetä lukuunottamatta suurimpien kaupunkien virkistysmetsiä.

Käytännössä monitavoitteisen metsätalouden harjoittaminen pohjautuu vastaavanlaisiin suunnittelumenetelmiin kuin puuntuotannollisen kestävyyden toteutus. Suunnittelumenetelmät ovat riittävän kehittyneet, mutta toteutuksen vaikeudet syntyvät lähinnä erilaisten hyödykkeiden arvostuskysymyksistä, maanomistusoloista sekä tiedollisista puutteista metsikön kehityksen dynaamisen luonteen ja monimuotoisuuden ymmärtämisessä.

2.4 Ekologisesti kestävä metsätalous

Parhaillaan käytävän kotimaisen ja kansainvälisen keskustelun ydinajatus on ekologisesti kestävän metsätalouden määrittely. Etusijalle on noussut metsäekosysteemin toimintojen säilyttäminen vakaana, jonka tarjoamissa puitteissa puuntuotanto on hoidettava. Ekologinen kestävyys tarkoittaa sitä, että puun tuotanto ja muiden metsän hyödykkeiden käyttö eivät saa vaarantaa metsien monimuotoisuutta, tuotoskykyä eikä ekologisia toimintoja. Metsien käyttö ei saa aiheuttaa vaaraa myöskään ympäröiville muille ekosysteemeille, kuten esimerkiksi vesiekosysteemeille. Puuntuotannolliseen kestävyyskäsitteeseen verrattuna ekologisen kestävyyden määritelmä johtaa siihen, että puuntuotanto on osa metsien kestävyyttä, ja että sen harjoittamisesta on tullut edistämisen sijasta pikemminkin rajoitus kestävyyden toteutumiselle.

Ekologisesti kestävä metsätalous muotoutuu yhteiskunnallisen keskustelun avulla etenevässä prosessissa, jossa lopputulos - määritelmä - syntyy yhteisesti asetettujen kriteerien perusteella. Keskustelu käydään mm. metsäammattilaisten, tutkijoiden, luonnonsuojelijoiden ja ekologien kesken. Määritelmien ja kestävyyden kriteereiden tulee olla kuitenkin tieteellisesti analysoitavissa olevia ja ilman arvoasetelmia mitattavia. Eräissä tapauksissa kriteerit voidaan määrittää esimerkiksi eettisin perustein.

Toiseksi mitään selkeää tavoitetilaa - ihannemetsää, ei ole voitu asettaa ekologisesti kestävän metsänhoidon malliksi. Pisimmälle ekologinen kestävyys on edennyt käsitteenä Pohjois-Amerikassa valtion metsien metsätaloudessa, jossa metsänhoito on korvattu termillä luonnon ekosysteemien hoito (ecosystem management). Eräänä ekologisen kestävyyskäsitteen piirteenä on se, että ekologinen tavoite voidaan pyrkiä saavuttamaan yhtä lailla niin metsikkö-, metsälö- kuin aluetasolla.

Euroopan metsäministerikokouksessa Helsingissä 1993 allekirjoitettiin metsien kestävää hoitamista ja käyttöä koskeva julkilausuma. Kyseessä on osaltaan Yhdistyneiden Kansakuntien ympäristö- ja kehityskonferenssin (UNCED-prosessi) alulle saattama sovellutus Euroopan tasolla. Helsingin julkilausumassa kestävyys määritellään ekologisen kestävyyden periaatteilla. Metsätalouden kestävyyden tunnusmerkkejä ja mittaamista on pohdittu sittemmin viimeisen vuoden aikana useissa kansainvälisissä kokouksissa niin asiantuntijoiden kuin metsäpoliittisten päätöksentekijöidenkin kesken.

Euroopan metsäministerikokouksen julkilausumassa (H1), metsänhoidon kestävyys määritellään seuraavasti (kohta D):

> "metsien kestävä hoito tarkoittaa metsän ja metsämaan kehityksen ohjaamista ja käyttöä sillä tavoin ja siinä määrin, että metsäekosysteemien monimuotoisuus, tuotoskyky, uudistuminen ja terveydentila eivät joudu vaaraan. Metsien tulee täyttää tulevaisuudessakin nämä ekologiset ominaisuudet sekä sosiaaliset ja taloudelliset tehtävänsä niin paikallisella, kansallisella kuin maailmanlaajuisella tasolla. Metsätalouden harjoittaminen ei saa aiheuttaa vaaraa myöskään muille ekosysteemeille."

Euroopan metsäministerikokouksessa allekirjoitettiin erikseen myös metsien monimuotoisuutta koskeva julkilausuma (H2). Metsien monimuotoisuudesta käytiin hyvin monitahoinen keskustelu ja sen sisällyttämistä kestävän metsätalouden määritelmään ehdotettiin. Koska monimuotoisuutta metsien hoidossa haluttiin erityisesti korostaa, sitä koskeva julkilausuma pidettiin erillisenä. Vallitseva näkemys on nykyisin kuitenkin se, että metsien monimuotoisuus on olennainen osa ekologisesti kestävän metsätalouden harjoittamista.

Biologinen monimuotoisuus on käsitteenä laaja ja yleinen. Yleisenä määritelmänä on pidetty Rion sopimuksen 1992 julkilausumaa, jossa ekologinen monimuotoisuus tarkoittaa:

> "kaikkea elävien eliöiden vaihtelevuutta, mikä sisältyy erilaisiin ekologisiin kokonaisuuksiin ja ekosysteemeihin, kuten maaekosysteemiin ja meri- tai muihin vesiekosysteemeihin. Tähän vaihtelevuuteen luetaan kuuluvaksi niin lajin sisäinen, lajien välinen kuin myös eri ekosysteemien vaihtelu ja monimuotoisuus".

Käsitteen soveltaminen käytännön toimintaan ja metsäekosysteemeihin vaatii kuitenkin vielä paljon selventämistä.

Metsien käsittelyn kestävyyden seurantaa ja toteuttamista varten yleisistä määritelmistä on johdettava mahdollisimman yksiselitteiset kestävyyden mittarit. Niiden avulla voidaan arvioida yhtenäisin perustein eri alueilla ja eri valtioissa kestävyyden toteutuminen. Puhutaan kestävyyden kriteereistä, joilla tarkoitetaan kestävyyden eri ulottuvuuksia. Indikaattorien avulla pyritään mittaamaan kestävyyden kriteerien muutoksia esim. ajan suhteen. Indikaattorit ovat itseasiassa mittareita, tilastoista koottuja tai metsistä tehtävillä mittauksilla hankittuja tunnuslukuja. Indikaattoreiden tietoja arvioidaan yhteiskunnallisessa tai kansainvälisessä keskustelussa ja niiden perusteella asetetaan kestävyyden toteutumisen suunta. Määrällisten indikaattoreiden lisäksi tarvitaan kuvailevia tunnuksia, joilla voidaan arvioida toimenpiteiden toteutuminen esimerkiksi lainsäädännössä. Kuvailevien tunnusten kehittämistyö on toistaiseksi alussa. Selventämistä tarvitaan erityisesti kestävyyden sosio-ekonomisten tekijöiden osalta.

Euroopan metsätaloudessa kestävyyden tunnusmerkeiksi on muodostunut kuusi eri kriteeriä (ks. liite 1):

- metsävarat ja hiilen kierto
- metsien terveys ja elinvoimaisuus
- metsien tuotannolliset toiminnot
- metsäluonnon monimuotoisuus
- metsien suojelutoimintojen (maaperä ja vesistö) ylläpitäminen
- sosiaalisten ja taloudellisten toimintojen ylläpitäminen.

Olennaista on, että kestävyyden määritelmään sisältyy näin tarkastellen koko metsätalouden toiminta, jonka yhtenä osana on metsien kestävä hoitaminen eli talousmetsien metsänkasvatus. Tarkastelutasona on ainakin alkuvaiheessa yksittäisen valtion metsätalous. Toteutuakseen kestävyys vaatii silti toimintalinjojen arviointia kaikilla metsän eri alueellisilla tasoilla.

Kussakin kriteeriryhmässä on joukko indikaattoreita - esim. metsävarat-ryhmässä metsäpinta-alan kehitys ja metsien keskeiset ominaispiirteet, joiden kehittymistä ajan suhteen seurataan. Eniten indikaattoreita sisältyy metsien terveyden ja monimuotoisuuden kriteereihin. Toistaiseksi sopimukseen on päästy vasta keskeisimmistä tekijöistä. Metsien monimuotoisuuden turvaamisessa talousmetsien osalta mukana on toistaiseksi vain sekametsien osuus ja geneettinen monimuotoisuus. Keskusteluja on käyty esimerkiksi metsien pirstoutumisesta, luonnonmukaisuuden määrittämisestä, ikäluokkajakaumasta, lahoavan puun osuudesta sekä uudistamis- ja puunkorjuumenetelmistä. Yhtenäistä, eri metsävyöhykkeisiin soveltuvaa indikaattoriperustaa ei ole kuitenkaan toistaiseksi löydetty.

Kriteerien pitäisi tuottaa yhteismitallista objektiivista tietoa kestävyydestä käytävälle keskustelulle. Toimiva esimerkki kriteereistä on metsien terveydentilan arviointi. Mittausmenetelmät on kehitetty usean vuoden aikana käydyn kansainvälisen keskustelun ja tieteellisen yhteistyön avulla. Samaa otanta- ja määritystekniikkaa noudatetaan kaikissa Euroopan maissa. Vuosittain tehtävän arvioinnin perusteella voidaan päätellä, mihin suuntaan metsien terveys kehittyy. Metsien terveyden heikentyminen on merkki poliittiselle päätöksenteolle esim. päästöjen rajoittamiseen.

Euroopan metsäministerikokouksen päätöksien seuranta ja siihen liittyen kestävyyden tunnusmerkkien määrittely perustuvat valtioiden keskinäiseen sopimukseen, yhteisesti edistettävään prosessiin. Lopputulokseksi haetaan sellaisia kestävyyden kriteereitä, jotka kaikki valtiot voivat hyväksyä. Tämän vuoksi kriteerit jäävät yleisluonteisiksi ja sisältävät välttämättä paikallista, luonnonoloista ja metsien käsittelyhistoriasta johtuvaa vaihtelua. Kansallisesti tunnusmerkkien kehittelystä edetään usein yhteistä sopimusta yksityiskohtaisemmalle tasolle. Euroopan prosessin etuna on mahdollisimman suuri oikeudenmukaisuus, riippumattomuus taloudellisista kytkennöistä ja pitkän perinteen, monipuolisen metsätalouskokemuksen ja tutkimuksen kiinnittäminen kriteerityön eri vaiheisiin.

Samanaikaisesti Euroopan metsäministerikokouksen Helsingin päätöksien seurannan rinnalla meneillään on lukuisa joukko muita ponnisteluja kestävän metsätalouden määrittelemiseksi. Asiaa ovat edistämässä eräiden metsätalousmaiden (Kanada, Iso-Britannia) aloitteet, luonnonsuojeluliikkeet, kansalaisjärjestöt sekä eräät kaupallista yhteistyötä varten perustetut kansainväliset järjestöt ja yhdistykset. Kaikkiaan voidaan luetella jopa 15 - 20 erilaista meneillään olevaa prosessia. Joissakin tavoitteena on

antaa hyvästä metsänhoidosta todistus, sertifikaatti, "ekomerkki" tai vastaava, jonka perusteella kuluttaja voi päätellä metsänhoidon ympäristöä säästävän vireen.

Laajapohjaisin kansalaisjärjestöjen ja luonnonsuojeluliikkeiden kestävyyden tunnusmerkkien määrittelytyö on ehkä WWF:n (World Wide Fund for Nature International) toimesta käynnistynyt Forest Stewardship Councilin työ. FSC:n kestävyyden tunnusmerkit ovat yhdensuuntaisia Euroopan metsäministerikokouksen seurantaprosessissa esillä olleiden kanssa. Eroja syntyy tiettyjen piirteiden erilaisesta korostamisesta. Luonnonsuojelujärjestöjen työssä on etualalla metsien hoidon kestävyyden arviointi suojelun ja ekologian kannalta. Taloudelliset tekijät ovat jääneet taka-alalle. Metsien hoito halutaan järjestää luonnonmukaisen metsän kehitysprosessin jäljittelyn mukaiseksi. Määrittelyn ydinajatus on metsän alkuperäisyyden, luonnonmukaisuuden toteaminen. Onnistuakseen määrittely vaatii metsien syntytavan, dynaamisen kehityksen sekä metsien käyttöhistorian tuntemisen.

Kirjallisuutta

Brandl, H. 1992. Entwicklungslinien in Deutscher Forstwirtschaft und Forstwissenschaft mit internationaler Ausstrahlung. Proceedings in Centennial Meeting of IUFRO, Berlin - Eberswalde, Germany 31.8. - 4.9.1992: 43 - 72.

CSCE - Seminar on Sustainable Development of Boreal and Temperate Forests. Montreal, Canada 27.9. - 1.10.1993. CSCE Secretariat, Forestry Canada.

Ecosystem Management: Will it work? Journal of Forestry 92(8). Special Theme. Washington D.C. 1994.

Huss, J. 1993. Die Entwicklung des Dauerwaldgedankens bis zum Dritten Reich. Forst und Holz 45(7): 163 - 172.

Huuri, O., Huuri, L. & Oja, S. 1989. Selostus vuonna 1713 julkaistusta Hannss Carl von Carlowitzin teoksesta Sylvicultura Oeconomica. An Account of Sylvicultura Oeconomica by Hannss Carl von Carlowitz, published in 1713. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 323. 140 s.

Kilkki, P. 1989. Kestävä metsätalous. Silva Fennica 23(4): 325 - 331.

Koch, N.E. 1993 (toim.). The Scientific Basis for Sustainable Multiple Use Forestry in the European Communities. Proceedings of the Scientific Workshop Programme on Agriculture and Agro - industry, including Fisheries ("AIR"). Held in Brussels, Belgium, 28 and 29 June 1993. Commission of the European Communities Directorate, Rural Development II Working Document VI. F II. 3 - SJ/0007.

Kurth, A. 1992. Das Nachhaltigkeitsprinzip der Forstwirtschaft in Europa. Proceedings in Centennial Meeting of IUFRO, Berlin - Eberswalde, Germany 31.8. - 4.9.1992: 1 - 8.

Lihtonen, V. 1959. Metsätalouden suunnittelu ja järjestely. WSOY. Porvoo. s. 14 - 22 ja 39 - 47.

Lanly, J.P. 1992. Sustained Yield Principles in Forestry in the Tropics. Proceedings in Centennial Meeting of IUFRO, Berlin - Eberswalde, Germany 31.8. - 4.9.1992: 9 - 29.

Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 16 - 17 June 1993 in Helsinki. Documents. Ministry of Agriculture and Forestry of Finland. Conference Secretariat. Helsinki. 56 s.

Parviainen, J. 1985. Amazonin sademetsät kehityksen puristuksessa. Teollisuuden metsäviesti 3: 6 - 9.

Parviainen, J. 1993. Männiköiden kestometsätaloudesta saatu huonoja kokemuksia. Metsälehti 5: 14.

Peters, W. & Wiebecke, C. 1983. Die Nachhaltigkeit als Grundsatz der Forstwirtschaft. Forstarchiv 53(3): 172 - 178.

Saari, E. 1950. The sustained yield in forestry. Proceedings of the III World Forestry Congress in Helsinki 1949, Special papers 277 - 279.

Salo, J. & Pyhälä, M. 1991. Amazonia. Otava. Helsinki. 304 s.

Speidel, S. 1984. Forstliche Betriebswirtschaftslehre. 2 völlig neubearbeitete Auflage. Paul Parey. Hamburg. 226 s.

UNCED 1993. YK:n ympäristö - ja kehityskonferenssi, Rio de Janeiro 3. - 14.6.1992. Ympäristöministeriö, Ulkoasiainministeriö. 239 s.

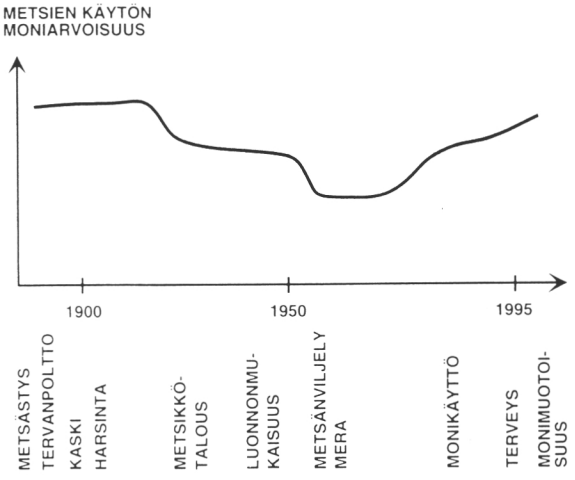
3 Metsänkasvatusmenetelmien muuttuminen Suomessa 1900-luvulla

3.1 Menetelmät ovat sidoksissa yhteiskunnan arvostuksiin

Metsänhoitomenetelmien kehittäminen talousmetsissä perustuu metsän kehitys- ja käsittelyhistoriaan (ihmisen toiminnan aikaisemman vaikutuksen arviointi) sekä metsän omaan luontaiseen kehitysrytmiin. Eliölajien ajallinen ja määrällinen esiintyminen ja lajistolliset ominaisuudet nivoutuvat metsän kehitysrytmiin. Kaikki tällä vuosisadalla aiemmin metsänhoidossa tehdyt päätökset näkyvät yhä metsissämme, koska niiden kehitys ilmastossamme on hidasta. Täysikasvuinen puuyksilö nykymetsissämme on syntynyt vuosisadan alussa. Hakkaamme ja suojelemme samoja puita, jotka mitattiin taimina valtakunnan metsien ensimmäisessä inventoinnissa vuosisadan alkupuolella.

Metsänhoidolla sinällään ei ole omaa itsenäistä päämäärää eikä tavoitetta. Yhteiskunnan metsäarvostukset, metsien varhaisempi käsittely- ja kehityshistoria, puutavaran menekkiolot ja menetelmien teknologinen kehitysaste ovat määränneet kunakin aikana sovellettavat metsänkasvatusmenetelmät. Metsien käsittely on aina sidottu oman aikansa yhteiskunnan ja talouselämän tarjoamiin edellytyksiin. Ajallisesti taaksepäin katsoen jonkin ajankohdan metsänhoitomenetelmät voivat olla virheellisiä, vaikka ne toteutusajankohtana ovat saattaneet olla yleisesti hyväksyttäviä ja sellaisinaan soveltamiskelpoisia.

Suomen metsänkasvatusmenetelmien kehitystä metsien moniarvoisen käytön kannalta voidaan havainnollistaa oheisella käyrällä (kuva 7). Läpitunkeva ajatus on ollut aina viimeisiin vuosikymmeniin saakka puuntuotanto, johon muita tavoitteita on koetettu sovittaa. Aatesuuntien kesto on lyhentynyt omaa aikaamme kohti tultaessa. Kaikkiaan 1900-luvulla voidaan erottaa kuusi erilaista metsänkasvatuksen aatesuuntaa.



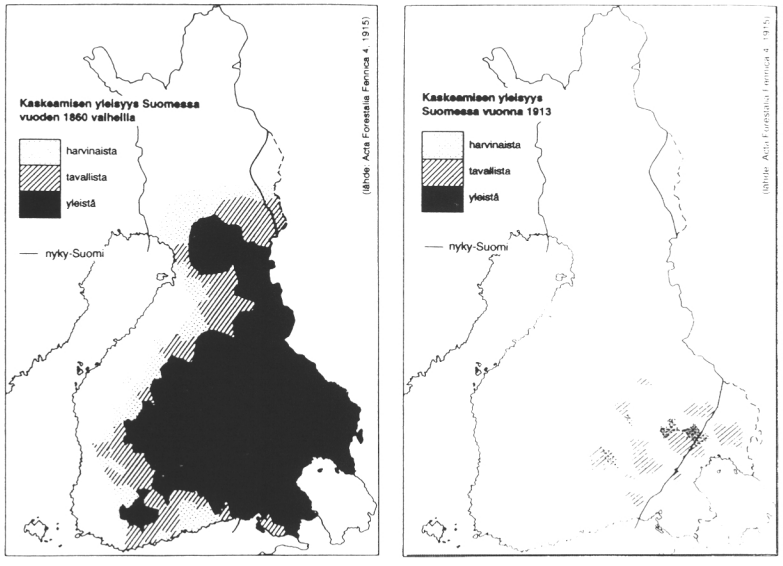
Kuva 7. Metsien käytön suhteellinen moniarvoisuuden kehitys ja metsien käsittelyn intensiivisyys 1900-luvulla (periaatteellinen kaavio).

Kaskenpolton, määrämittaharsinnan ja tervatalouden perinne

Vuosisadan alussa aiemmilta sukupolvilta saamamme metsävarojen perintö ei ollut metsien jatkuvuutta ajatellen kehuttava. Metsiä oli hävitetty erityisesti kylien lähistöltä kaskeamalla. Ihmisen vaikutus ulottui laajalle. Heikinheimon (1915) selvitysten mukaan Suomessa harjoitettiin kaskiviljelyä noin 4 miljoonan metsämaahehtaarin alueella, mikä merkitsee 50 - 75 % maamme metsäalasta. Yleisintä ja pisimpään harjoitettua kaskiviljely oli Savossa ja Karjalassa (kuva 8). Lisäksi kaskettuja hakamaita ja ahoja laidunnettiin. Laidunnus jatkui metsämailla pitkään vielä kaskenpolton päättymisen jälkeen 1920-50-luvuilla.

Kaskitalouden jäljiltä lehtipuiden osuus metsissämme oli suuri ja metsät olivat nuoria. Itäisessä Suomessa liki puolet metsistä oli vuosisadan alussa lehtipuuvaltaisia. Saimaan ja Päijänteen vesistöalueilla sekä Pohjanmaan rannikolla harjoitettiin tervanpolttoa. Tervaspuiden raaka-aineena oli mänty. Hakkuut kohdistuivat ennen muuta kuivahkoille ja tuoreille männikkökankaille, jotka alkoivat kuusettua.

Samanaikaisesti kylien takamaiden metsiä käsiteltiin määrämittaharsinnoilla. Koska ainoastaan sahapuun mitat täyttävillä rungoilla oli kysyntää, vain niitä kannatti korjata. Metsää hakattiin suunnittelemattomasti huolehtimatta metsän tulevasta kehityksestä tai sen hoitamisesta (kuva 9). Harsinta kohdistui kasvuisimpaan ja elinvoimaisimpaan puuston osaan. Vaikka määrämittaharsintaa voidaan puolustaa omaan aikaansa soveltuneena menetelmänä, se heikensi pitkällä aikavälillä metsien rakennetta, perinnöllistä ainesta sekä kasvu- ja tuotoskykyä. Harsinta sai metsän käsittelyssä huonon maineen ja sille annettiin tavoitteista riippuen lukuisia eri nimityksiä: määrämittaharsinta, tukkipuuharsinta, hirrenharsinta, talonpoikaisharsinta, kotitarveharsinta tai poimintaharsinta.



Kuva 8. Kaskeamisen yleisyys Suomen eri kunnissa 1860 ja 1913 Olli Heikinheimon (1915) tutkimusten mukaan.



Kuva 9. Määrämittaharsinnalla pilattu metsikkö vuosisadan alussa, Sulkava, Lohikoski. (Kuva METLAn kuva-arkisto)

Järjestetty metsikkötalous ja puuntuotantotavoitteen omaksuminen

Kaskeamisen ja määrämittaharsinnan pilaamaa metsäkuvaa haluttiin vuosisadan alussa muuttaa. Toimintaansa aloitteleva kemiallinen puunjalostusteollisuus mahdollisti pienikokoisen puutavaran menekin. Samanaikaisesti metsäntutkimus sai Suomessa voimakkaan sysäyksen, kun Metsäntutkimuslaitos perustettiin 1917. Metsän käsittelymenetelmiä ryhdyttiin tutkimaan laaja-alaisesti ja erityisesti Keski-Euroopassa kehitettyjä menetelmiä voitiin soveltaa Suomeen. Metsätyyppijärjestelmän käyttöönotto mahdollisti metsäalueen jakamisen kasvukyvyltään ja puulajeiltaan erilaisiin metsiköihin.

Uudet metsänhoidon opit tulivat Saksasta. Harsinta korvattiin yhä useammin selväpiirteisillä uudistamishakkuilla. Männiköitä uudistettiin siemenpuuhakkuulla ja kuusikoita suojuspuuhakkuulla, eli ns. lohkoharsinnalla. Paljaaksihakkuita vältettiin. Siirryttiin jaksottaiseen metsikkötalouteen, joka merkitsi puuston kehityksen ohjaamista kiertoajan pituisina jaksoina. Metsikkö kasvatettiin tasaikäisenä. Kun puusto kypsyi riittävän vanhaksi ja kasvu ehtyi, sitä alettiin selväpiirteisesti uudistaa.

Rajapyykin metsien käsittelyn ohjaamiselle muodosti vuonna 1928 säädetty yksityismetsälaki. Se kielsi metsän hävittämisen, jollaiseksi katsottiin hyvässä kasvuvaiheessa olevan metsän hakkaaminen paljaaksi tai liian harvaksi sekä sellaiset myöhemmätkin hakkuut, joiden yhteydessä ei huolehdittu uudistamisesta.

Luonnonmukainen metsien käsittely

Metsien luontaiseen kehitykseen pohjautuvia metsänhoitomenetelmiä pyrittiin soveltamaan käytäntöön 1920 - 1930 -luvuilla, mutta määrämittaharsinta oli edelleen tavallinen metsien käsittelytapa Suomessa. Toinen maailmansota oli Suomen metsien käsittelylle ratkaiseva. Sotakorvausten maksaminen, jälleenrakentaminen ja elintason nostaminen edellyttivät metsissämme puuntuotannon tehostamista. Tutkimus oli tuottanut uutta tietoa metsäpuiden siemensadosta, luontaisesta uudistamisesta, metsänviljelystä ja harvennusmenetelmistä. Käänteentekeväksi muodostui professori Risto Sarvaksen tutkimus tukkipuun harsintojen vaikutuksesta Etelä-Suomen yksityismetsiin.

Sarvaksen (1944) mukaan määrämittaharsinnat johtavat selvään puuntuotoskyvyn alentumiseen sekä metsikön biologisen ja geneettisen rakenteen heikentymiseen. Määrämittaharsinnalla käsiteltyjen metsiköiden heikko puuntuotos johtui ennen muuta vähäisestä puustosta. Pystyyn jäänyt puusto ei kyennyt käyttämään hyväkseen kasvupaikan puuntuotoskykyä.

Tutkimustulokset, puuntuotannon nostamisen vaatimukset ja halu korjata metsiemme rakennetta johtivat vuonna 1948 annettuun julkilausumaan, jolla pyrittiin lopettamaan harsintahakkuut metsissämme. Julkilausuman allekirjoittajina oli kuusi tunnettua metsämiestä, joista osa edusti tutkimusta, osa käytäntöä. Julkilausumalla oli kauaskantoiset vaikutukset lähivuosikymmenien suomalaiseen metsänhoitoon.

Julkilausumassa kuvattiin harsinnan kielteiset vaikutukset, mutta siinä ei otettu selvää kantaa siihen, mitä menetelmiä metsänkasvatuksessa tulisi harsinnan sijasta soveltaa. Erkki K. Kalelan (1948) kirjoitukset luonnonmukaisesta metsänhoidosta loivat kuitenkin uuden metsänhoidon suunnan. Metsänhoitomenetelmät tuli sovittaa metsien luontaiseen kehitykseen siten, että metsiköitten käsittelyssä luonto ja ihminen toimivat samaan suuntaan saman päämäärän saavuttamiseksi. Harvennus oli aina pyrittävä suorittamaan niin, että metsikön arvokkain osa säilyi mahdollisimman elinvoimaisena ja hyväkasvuisena koko kasvatusvaiheen ajan. Metsikön kasvattaminen tapahtui kolmena perättäisenä vaiheena, joiden aikana puusto kehittyy taimikosta tukkipuustoksi ja muuttuu lopulta uudistamiskypsäksi metsäksi, jota seuraa uuden puusukupolven hankkiminen.

Luonnonmukainen metsien käsittely painotti käytännössä ensisijaisesti ns. alaharvennustyyppisiä hakkuita. Harvennuksessa poistettiin yleensä puiden keskinäisessä kilpailussa alle jääneitä, latvukseltaan heikkokuntoisia ns. vallittujen latvuskerrosten puita. Uudistaminen tapahtui yleensä luontaisesti.

Metsänviljelykausi

Sodan jälkeinen teollisuuden noususuhdanne ja elintason nostaminen lisäsivät tarvetta metsäteollisuuden laajentamiseen 1950-luvulla. Alettiin puhua puupulasta, eikä metsäteollisuuden lisääminen ollut mahdollista puuntuotannon kestävyyttä vaarantamatta ilman tehostettua metsänhoitoa. Kun samanaikaisesti traktori korvasi sekä

maa- että metsätaloudessa hevosen, tapahtui metsänkasvatusmenetelmien kehittymisessä suuri tekninen murros.

Tässä puuntuottamisen lisäämisen ilmapiirissä syntyi ensimmäinen MERA-ohjelma vuonna 1964. Avohakkuut ja siihen liittyvä metsänviljely nähtiin nopeimpana keinona lisätä metsiemme hakkuumahdollisuuksia. Paljaaksihakkuun ja metsänviljelyn ekologiset perusteet saatiin paitsi tutkimustoiminnasta myös kokemuksen antamasta perinteestä. Erityisesti kaskiviljely ja 1950-luvulla Lapissa ns. paksusammalkuusikoiden uudistamisesta saadut myönteiset tulokset tukivat uutta metsänhoitokäytäntöä. Siirtymistä metsänviljelyyn puolsivat myös luontaisen metsänuudistamisen epäonnistumiset. Erityisesti tuoreiden kankaiden luontainen uudistaminen oli hidasta, eikä muokkaamattomilla uudistamisaloilla saatu lainkaan kunnollisia taimikoita. Metsänviljelyn ohella MERA-ohjelman toteutus merkitsi soiden ojituksia, metsien lannoituksia, taimikoiden perkauksia sekä koneellisen maanmuokkauksen esiinmarssia.

Intensiivisin metsänkäsittelykausi huipentui 1970-luvun puolivälissä. Sen jälkeen metsänviljelyn määrä vakiintui, soiden uudisojitus kääntyi laskuun ja metsänlannoitus painottui päätehakkuuvuoroon tuleviin kangasmetsiin tai heikkoravinteisten soiden ravinnetalouden korjaamiseen. Keskeisimpinä syinä metsänviljelyn taantumiseen 1970-luvun lopulla olivat metsänhoidon kustannusten jatkuva nousu, luonnonsuojeluliikkeiden arvostelu harjoitettuja metsänkasvatusmenetelmiä kohtaan sekä epävarmuus käytettyjen menetelmien tuloksista.

Metsien terveyden ja metsäympäristön hoidon aika

Metsien monikäyttö sai 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa yhä enemmän jalansijaa metsätalouden suunnittelussa ja metsiköiden käsittelyssä. Metsiltä alettiin odottaa puuntuotannon ohella virkistysarvoja, rinnakkaistuotteita, kuten riistaa, marjoja, sieniä, jäkälää ja poronhoitomahdollisuutta, maisema-arvoja, luonnonsuojelutavoitteita, tai vain metsien säilymistä luonnontilaisina. Monikäyttö mielletään ennen muuta metsäalueita koskevana suunnittelutoimintana ja eri metsikkökuvioiden käyttötarkoitusten yhteensovittamisena. Yhden metsikön käsittelyssä monikäyttö- ja ympäristönäkökulmat tarkoittivat esimerkiksi maanpintaa voimakkaasti muuttavien muokkausmenetelmien välttämistä, kemiallisen vesakontorjunnan hylkäämistä tai marja- ja sienisatojen turvaamista.

Suurimman muutoksen metsien hoidon ajattelutapaan toivat 1980-luvulla ilman saastumista koskevat tiedot ja keskustelu. Maiden rajojen yli kulkeutuvat ilmansaasteet rasittavat metsiä ja niiden terveydentila joutuu koetukselle. Tutkimuspanosta siirrettiin määrätietoisesti metsien terveydentilan tutkimuksiin. Tietoa alkoi karttua metsien terveyden kehityksestä, mutta metsänhoidon menetelmien kirjoon ei löytynyt ratkaisevasti uusia menetelmiä metsien elinvoimaisuuden säilyttämiseksi. Uutena menetelmänä suositeltiin terveyslannoituksia ilmansaasteiden vuoksi ravinne-epätasapainoon joutuneilla kasvupaikoilla. Elinvoimaisuutta lisääviä toimenpiteitä ovat myös sekametsärakenteen suosiminen, hyvä metsähygienia ja metsämaan ravinnevarojen ylläpitäminen sekä metsikön yli-ikäisyyden ja liiallisen tiheyden välttäminen.

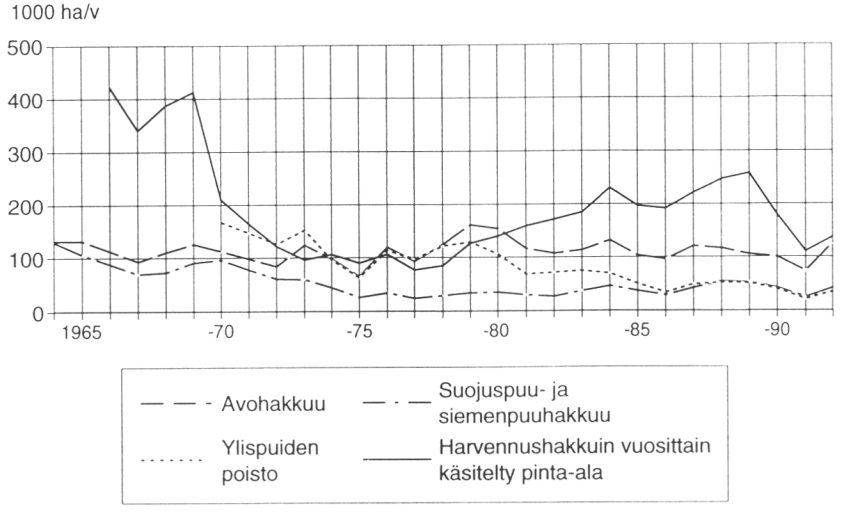
Metsien monimuotoisuuden aika

Tällä vuosikymmenellä metsistä käytävä keskustelu on nopeasti kansainvälistynyt. Metsien käsittelyn johtava ajatus on monimuotoisuus ja ekologinen kestävyys. Niitä koskevat yleisperiaatteet on otettu tavoitteeksi maailman ympäristö- ja kehityskonferenssin (UNCED 1992) sekä myös Euroopan metsäministerikonferenssin (1993) sopimusasiakirjoissa. Samalla kantohintojen lasku Suomessa on johtanut vaatimuksiin metsänhoitokustannusten alentamisesta. Tämä on lisännyt mm. luontaisen uudistamisen yleistymistä.

3.2 Metsänkasvatusmenetelmien soveltamisen vaikutukset

Metsiemme nykyiset puuvarat osoittavat sovellettujen metsänkäsittelymenetelmien johtaneen siihen, mihin puuntuotannossa on yhteiskunnan tavoiteenasettelun pohjalta yleisesti pyritty. Koska metsiemme puuston kasvusta hakataan nykyisin vuosittain vain noin 60 %, voidaan epäilyksettä sanoa, että metsiemme puuntuotannollinen kestävyys on turvattu. Huolimatta viimeisten 30 - 35 vuoden aikana toteutetusta laajasta metsänviljelyohjelmasta, kylväen ja istuttaen perustettuja viljelymetsiä on toistaiseksi noin 4 milj. ha eli 20 % metsäalasta. Loput metsistämme ovat syntyneet luontaisesti. Vuosittain metsiä uudistetaan noin 0,8 % metsäalasta. Siitä noin kolmannes viljellään ja kaksi kolmannesta uudistetaan luontaisesti (ks. kuva 10).

Uudistamistapojen yleisyys vaihtelee alueellisesti. Metsänviljely on ollut laajinta Keski- ja Itä-Suomessa, jossa luontaisen uudistamisen osuus on ollut viime vuosiin saakka runsas 20 %. Lounais-Suomessa viljelyn ja luontaisen uudistamisen pinta-alaosuudet ovat olleet pitkään yhtä suuret.



Kuva 10. Uudistamis- ja harvennushakkuiden pinta-alat Suomessa viimeisten 30 vuoden aikana (Metsätilastollinen vuosikirja, METLA).



Kuva 11. Kylväen ja istuttaen perustetut viljelymetsiköt kehittyvät sopivilla kasvupaikoilla luontaisesti syntyvien taimien ansiosta sekametsiksi. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Sekä metsänviljelyssä että luontaisessa uudistamisessa on suosittu mäntyä. Istutuksista männyn osuus oli 1980-luvun alkupuolella 75 - 80 %. Männyn osuus on nykyisin jyrkästi vähentynyt, koivun ja kuusen osuus vastaavasti lisääntynyt. Luontaisen uudistamisen hakkuista 80 - 90 % tehdään männyn hyväksi. Kasvupaikkojen viljavuuden perusteella männyn istutusalan tulisi vielä supistua ja kuusen ja koivun uudistamisen lisääntyä.

Maanmuokkauksen ansiosta viljelymetsiin syntyy runsaasti luontaisia taimia. Etelä-Suomen pienialaisilla viljelyaloilla luontaisten taimien määrä on usein kolmannes kaikista kehityskelpoisista taimista. Siksi nuoret metsät kehittyvät sekametsiksi (kuva 11). Koska taimikon hoidossa on luovuttu kemiallisista menetelmistä, pystytään viljelymetsistä kehittämään puulajisuhteiltaan monipuolisia. Ulkomaisia, vieraita puulajeja ei Suomessa viljellä kuin poikkeustapauksissa.

Nykyinen harvennuspinta-ala on vuosittain noin 200 000 hehtaaria eli n. 1 % metsäalasta (ks. kuva 10). Tämä merkitsee sitä, että jokainen metsikkö harvennetaan keskimäärin kerran kiertoajan eli 100 vuoden kuluessa. Tilastoitujen harvennusten ulkopuolelle jäävät metsänomistajan itsensä suorittamat pienimuotoiset harvennushakkuut.

Kokonaisuutena tarkastellen sovelletut metsänkasvatusmenetelmät ovat luonnollisesti muuttaneet monimuotoisuustekijöitä luontaiseen metsien kehityskulkuun verrattuna. Eniten metsien luontaisen kehityskulun jäljittämisen periaatteesta on poikettu metsänviljelykauden aikana. Laajamittaiset paljaaksihakkuut Pohjois-Suomessa,

soiden ojitukset, lannoitukset, puhtaiden havupuutaimikoiden rakentaminen ja metsäkuvioiden mosaiikkimaisesta rakenteesta piittaamaton yhtenäinen voimaperäinen maanmuokkaus Pohjois-Suomessa olivat menetelmiä, joille ei löydy vastineita metsien luonnonmukaisesta kehityskulusta. Metsien harvennuksissa lehtipuiden liiallinen poistaminen, kuolevien ja lahopuiden sekä alikasvosten liiallinen raivaaminen ovat yksipuolistaneet metsiköitä. Kulotuksen vähäisyyden sekä metsäpalojen järjestelmällisen valvonnan ja torjunnan vuoksi nykymetsistä puuttuu myös tulen tappama puu, millä oli merkittävä osuus metsäkuvassa vielä vuosisadan alussa.

Kirjallisuutta

Haukioja, M. & Loven, L. 1970 (toim.). Niin metsä vastaa... metsät ja luonnonsuojelu. Metsäylioppilaat r.y. Satakunnan Kirjallisuus Osakeyhtiön kirjapaino. Pori. 174 s.

Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta Forestalia Fennica 4(2): 264 s. + 149 s. (liite) + 59 s.

Holopainen, V. 1967. 60-luvun metsäpolitiikka. WSOY. Porvoo, Helsinki. 156 s.

Huovinen, V. 1984. Puukansan tarina. 2. painos. Otava. Helsinki. 158 s.

Huttunen, S. 1989. Pelastakaa metsät. Tammi. Helsinki. 149 s.

Julkilausuma 1948. Metsätaloudellinen aikakauslehti 11: 315 - 316.

Kalela, E.K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. Metsänhoitajien jatkokurssi V. Silva Fennica 64: 16 - 32.

Kauppi, P., Kenttämies, K. & Anttila, P. 1990 (toim.). Acidification in Finland. Springer - Verlag. Berlin. 1237 s.

Kuusela, K. 1988. Metsä ja muuttuva yhteiskunta. WSOY. Juva. 138 s.

Leikola, M. 1979 (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. Silva Fennica 13(1a): 1 - 50.

Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. Osa 1: Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830 - 1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 57. 202 s.

Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. Osa 2: Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948 - 1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60. 198 s.

Lähde, E. & Jalkanen, E. 1987. Suomalaisen metsä: tehometsätaloudesta luonnonläheiseen hoitoon. WSOY. Porvoo. 137 s.

Metsien terveys ja terveydentila. 1989. Suomen metsäyhdistys. 24 s.

Metsäluonto ja ilmansaasteet. 1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446. 221 s.

Metsätilastollinen Vuosikirja, 1992. Yearbook of Forest Statistics 1992. Metsäntutkimuslaitos. SVT Maa- ja metsätalous 1993: 5. Helsinki. 317 s.

Reunala, A. & Heikinheimo, M. 1987. Taistelu metsistä. Kirjayhtymä. 188 s.

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 33(1). 268 s.

Totaaliseen suunnitteluun. 1968. Suomen luonto 27(2 - 3). 152 s.

Vuokila, Y. 1984. Harsinnan teoriaa ja käytäntöä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 130. 107 s.

4 Luonnonmetsän kehitys

4.1 Luonnonmetsä metsänhoidon esikuvana

Metsänhoito tarvitsee peruslähtökohdan. Yleisesti ajatellaan, että luonnonmetsä on esikuva talousmetsien hoitamiselle. Luonnonmetsä on kehittynyt ilman ihmisen toiminnan vaikutusta, minkä vuoksi se muodostaa ihannetilanteen luonnon oman kehityskulun havaitsemiseen. Tässä mielessä luonnonmetsä on periaatteessa vastaavantyyppinen ideaalimalli talousmetsien ekologiselle hoitamiselle kuin normaalimetsä on ollut aikanaan puuntuotannollisen kestävyyden hahmottamiselle ja toteuttamiselle käytännössä.

On kuitenkin tarpeen selventää, mitä luonnonmetsien kehityskulku ihannemallina metsänhoidolle tarkoittaa. Kun metsänhoitotoimilla puututaan metsän kehitykseen, puuston rakenne ja toiminta erkanevat luonnonmetsän kehityksestä. Luonnonmetsän puusto- ja eliölajistokoostumusta sinällään ei voida asettaa ohjenuoraksi metsänhoidolle, vaan luonnonmetsän olennaisin anti on metsän luonnollisen kehitysrytmin lainalaisuuksien opetus ja sitä kautta toiminnan ohjaaminen luontoa jäljittelevään suuntaan. Tämä periaate tulee Suomessa esille A.K. Cajanderin metsänhoito-opeissa vuosisadan alussa ja ennen muuta E.K. Kalelan vuosina 1945 - 1948 esittämissä luonnonmukaisen metsänhoidon kirjoituksissa.

Luonnonmetsien kehitysdynamiikkaa jäljittelevän metsänhoidon käsitteenä käytetään luonnonmukaista tai luonnonläheistä metsänhoitoa. Näiden käsitteiden välillä on tärkeä ero. Luonnonmukainen tarkoittaa joka suhteessa luontoa vastaavaa metsänkehitystä, johon ihmisen toiminta ei saa vaikuttaa. Luonnonläheinen sitä vastoin tarkoittaa metsää, jonka toiminta poikkeaa vain siinä määrin luonnollisista edellytyksistä, kuin metsän luontaisten piirteiden säilyminen sen sallii.

Sveitsiläinen metsänhoidon professori Leibundgut (1978) määrittelee luonnonläheisen (naturnah) metsänhoidon tavoitteen seuraavasti: "Luonnonläheisen metsänhoidon tavoite ei ole yksinomaan taloudellinen, vaan sen tulee sisältää myös metsien monikäyttötoiminnot ja suojeluvaikutukset." Nykyistä terminologiaa käyttäen tavoitteeseen voidaan lisätä monimuotoisuus- ja ympäristövaatimukset. Kaikki nämä tavoitteet tulisi saavuttaa mahdollisimman pienin työ- ja kustannuspanoksin ja toiminnan tulisi olla mahdollisimman tasapainoista.

Luonnonmukaisuuden ja luonnonläheisyyden käsitteiden erottaminen toisistaan on välttämätöntä, koska luonnonmetsien kehitykseen pohjoisessa vyöhykkeessä kuuluu vaiheita, joita talousmetsien ohjaamisessa on pyrittävä mahdollisimman paljon välttämään. Tällaisia ovat mm. metsäpalojen tai hyönteis- tai sienituhojen aiheuttamat laaja-alaiset metsätuhot ja puukuolemat. Luonnonläheisen metsänhoidon toteutuksessa olennaisinta on metsänhoidollisten toimenpiteiden mahdollisuuksien ja rajojen tunnistaminen ja kunnioittaminen.

Luonnonmetsä antaa vastauksia ennen muuta seuraaviin metsänhoidollisiin kysymyksiin: metsän kehitysdynamiikka, puulajikoostumus eri ikävaiheissa, metsikön rakenne, uudistuminen ja metsikön puuston ja maaperän pitkän ajan kestävä,

tasapainoinen kehitys. Sovellutuksia niistä voidaan johtaa mm. kiertoaikaa, uudistamis- ja kasvatushakkuita sekä maanhoitoa varten.

Ekologisen kestävyyden tavoittelemisessa metsänhoidolle asetetaan luonnonläheisyyden vaatimus. Talousmetsän ohjaamisessa tulisi noudattaa luonnonmetsän kehitysrytmiä. Metsän rakenteen tulisi sisältää niitä luonnonmetsien piirteitä, jotka luovat monimuotoisuutta. Tällaisia luonnonmetsän tekijöitä ovat mm. metsäpaloista johtuva puulajikierto, pystyssä olevan tai maahan kaatuneen lahoavan puun määrä, lehtipuiden esiintyminen sekä tulen tappaman ja hiiltyneen puun mahdollinen olemassaolo.

4.2 Luonnonmetsätutkimus

Vastoin vallalla olevaa käsitystä luonnonmetsien tutkimuksella on miltei yhtä vanha perinne kuin metsäntutkimuksella yleensä. Ensimmäiset luonnonmetsien suojelualueet perustettiin noin 160 vuotta sitten, vanhin vuonna 1838 entisen Tsekkoslovakian alueelle (Zofinsky) ja toiseksi vanhin vuonna 1854 Ranskan alueelle (Fontainebleau). Vanhin luonnonmetsään perustettu pysyvä koeala on vuodelta 1847 Kubanyssa nykyisessä Tsekin maassa.

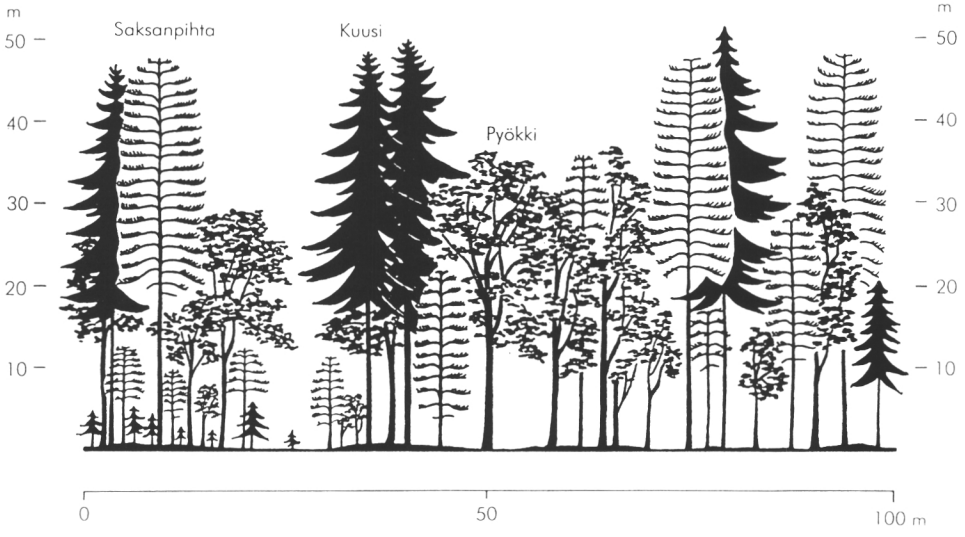
Keski-Euroopassa luonnonmetsien tutkimus on kehittynyt rinta rinnan luonnonsuojelualueiden perustamisen kanssa. Tutkimukset ovat kohdistuneet metsän rakenteeseen, kasvillisuuteen ja metsiköiden pitkän ajan kehitykseen. Eliölajien monimuotoisuutta on tutkittu vähän, mutta toisaalta tällaista tietoa luonnonmetsistä ei ole kysyttykään ennen kuin vasta viime vuosina. Metsäntutkimuslaitosten kansainvälisen liiton (IUFRO) erilliseksi työryhmäksi luonnonmetsätutkimus erotettiin vuonna 1971.

Suomessa luonnonmetsien tutkimus oli olennainen osa aloittelevaa metsäntutkimusta 1920-luvulla. Ennen muuta Ilvessalo, Lönnroth ja Cajander loivat perustan sen ajan luonnonmetsien (luonnonnormaalien) kehityksen tuntemiselle. Tutkimuskohteiksi oli silloin vielä mahdollisuus ottaa luonnontilaisia tai lähellä luonnontilaa kehittyviä metsiä. Tutkimukset tähtäsivät metsänhoidollisiin päämääriin, mutta ne tuottivat keskeisiä tietoja luonnonmetsien rakenteesta, itseharvenemisesta ja uudistumisprosesseista. Vanhin pysyvä luonnonmetsäkoealaverkko on Metsäntutkimuslaitoksen Vesijaon luonnonpuistossa, jossa mittauksia on toistettu 10 vuoden välein aina 1920-luvulta lähtien.

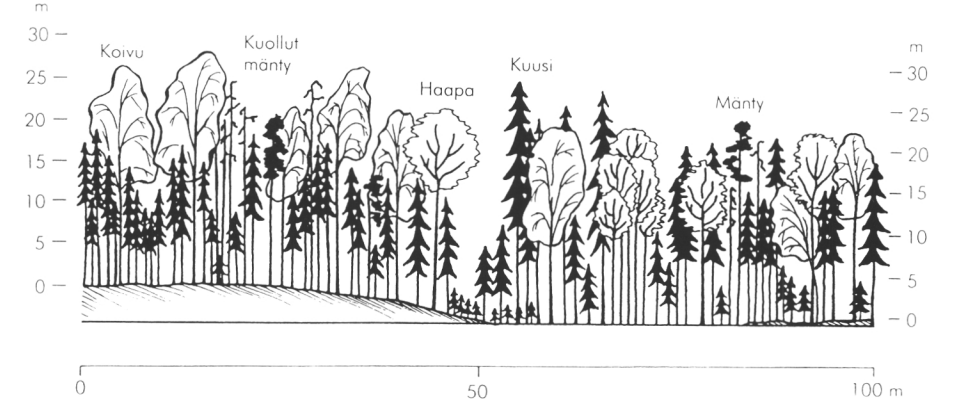
Aivan viime vuosiin saakka varsinainen luonnonmetsätutkimus on ollut Suomessa vähäistä, joskin talousmetsien tutkimuksissa on jatkuvasti pidetty luonnontilaan jätettyjä metsiköitä vertailukoealoina. Kasvi- ja eläinlajiselvityksiä on tehty verraten runsaasti maamme luonnonpuistoissa ja muilla suojelualueilla, mutta niiden yhteys metsikkökehitykseen ja metsikkötunnuksiin samanpaikkaisen monimuotoisuusnäkökulman saavuttamiseksi on ollut löyhä. Eliölajien monimuotoisuuden kannalta olisi tärkeää sitoa eläin- ja kasvilajihavainnot puustotunnuksiin ja niiden kehitysvaiheiden mukana tapahtuviin muutoksiin. Metsien luonnontilaisuuden määrittelyä ja tunnuksia on erityisesti kehitetty laaja-alaisessa vanhojen metsien kartoitustyössä viimeisten viiden vuoden aikana.

Luonnonmetsän rakenteen kuvaamiseksi Keski-Euroopassa on kehitetty ns. poikkiviiva-menetelmä. Tällä havainnollisella menetelmällä metsän kehitystä voidaan seurata kolmiulotteisena ajan, paikan ja rakenteen suhteen (ks. kuva 12). Menetelmä mahdollistaa samalla eri vyöhykkeillä kasvavien luonnonmetsien tunnusten vertailun. Metsikön kuvaamista varten on nykyisin valmistettu myös tietokoneohjelmia, joilla metsän kehitystä voidaan ennakoida.

Kuusi-, saksanpihta- ja pyökkisekametsä
Slatioran luonnonpuisto, Romania 1980.



Kuusi-, mänty-, koivu- ja haapasekametsä
Pyhähäkin kansallispuisto, Saarijärvi 1979.



Kuva 12. Varttuneen luonnonmetsän rakenne poikkiviiva-analyysin avulla esitettynä. (Ks. Schmidt-Vogt 1991a)

4.3 Boreaalisen luonnonmetsän kehitysdynamiikka

Sukkession pääpiirteet

Luonnontilainen havumetsä ei ole ollut laaja-alaista, yhtenäistä vanhaa metsää, vaan metsäpalojen, myrskyjen tai hyönteis- ja sienituhojen vuoksi suuri- tai pienialaista mosaiikkia. Puhutaan katastrofi- tai häiriömetsistä. Luonnonkatastrofi ei hävitä metsää kokonaan, sillä luontaiset puulajit pystyvät metsittämään luonnontuhon jälkeisen metsämaan. Tämä jatkuva uusiutuminen ja sitä seuraava kasvu ja kehitys muodostavat metsän sukkession.

Metsätuhon jälkeisessä kehityksessä voidaan erottaa seuraavat vaiheet:

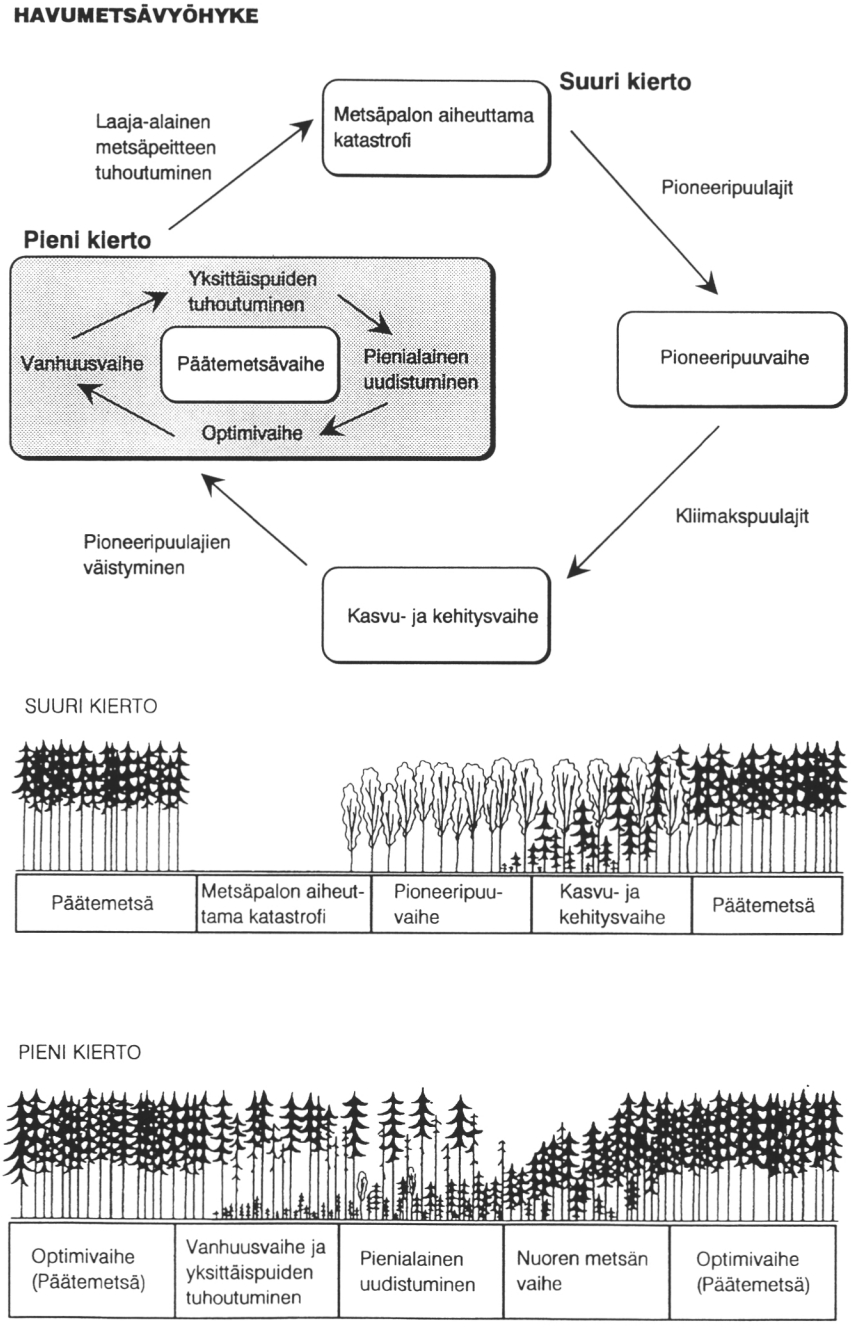
- Metsikön synty ja pioneeripuuvaihe (sukkession alkuvaihe). Lyhytikäiset pioneeripuut, koivu, haapa, leppä ja myöhemmin mänty valtaavat metsäpeitteettömän maan ja alkavat kehittyä. Pitkäikäiset, varjoa sietävät puulajit, kuten kuusi tulevat kasvupaikalle alikasvokseksi.

- Kehitys- ja kasvuvaihe. Uusia puuyksilöitä ei enää olennaisesti synny. Puulajit sopeutuvat kasvupaikalle ja keskinäisen kilpailun johdosta metsikkö alkaa rakentua vahvimpien puuyksilöiden yhteisöksi.

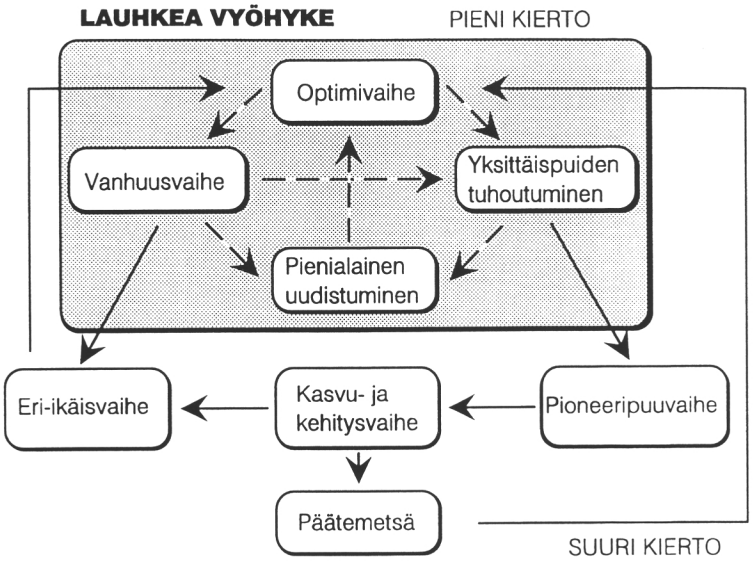
- Päätemetsävaihe (kliimaksvaihe). Puuyksilöiden ja puulajien kilpailu vakiintuu, vahvimmat ottavat paikkansa, uudistuminen tapahtuu yksittäispuiden kuoleman kautta latvuskerrokseen syntyvien aukkojen välityksellä.

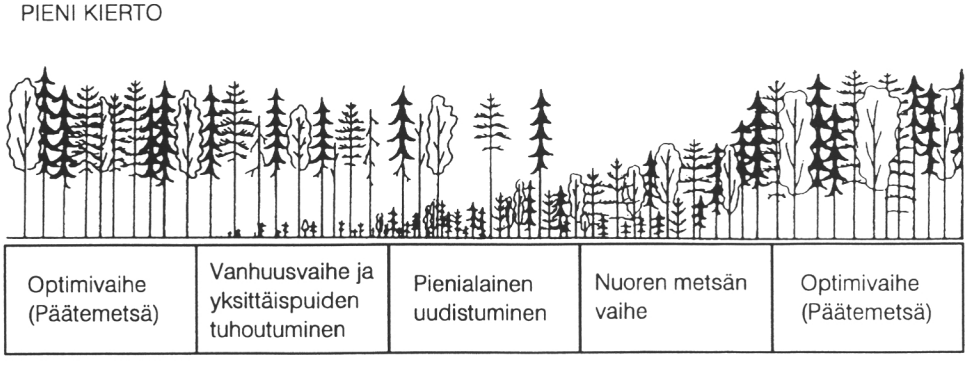
Kehitysvaiheiden rajat ovat luonnollisesti liukuvia. Ilman häiriöitä kehitys pioneeripuuvaiheesta päätemetsävaiheeseen kestää Etelä-Suomen tuoreen kankaan metsissä 100 - 150 vuotta. Koska pohjoisessa havumetsässä luontaisia häiriöitä esiintyy tavan takaa, tapana on erottaa metsikön kehityskulussa suuri ja pieni kierto (ks. kuva 13).

Suuri kierto kuvastaa häiriöiden ohjaamaa kehitystä edellä kuvattujen vaiheiden kautta. Jos päätemetsävaiheen metsikön kehitys saa jatkua ilman häiriöitä alkaa metsikössä pieni kierto. Puiden kuollessa metsikköön syntyy pienaukkoja, joissa uudet taimet kasvavat. Metsikön rakenne vähitellen muuttuu, mutta olennaista metsäkasviyhdyskunnan vaihdosta ei tapahdu. Metsikköön syntyy useita eri puusukupolvia. Tästä kierrosta käytetään myös nimitystä sekundaarisukkessio erotuksena katastrofin ja häiriön alullesaattamasta primaarisukkessiosta. Pienen kierron kehitysvaiheet päätemetsäasteen metsässä ovat: vanhuus- ja rappeutumisvaihe, uudistumisvaihe yksittäispuiden kuollessa ja tasapainovaihe (optimivaihe). Myös päätemetsä elää siten jatkuvassa muutoksessa.



Kuva 13. Boreaalisen havumetsävyöhykkeen luonnonmetsän kehityksen kiertokulkukaavio (Mukailtu Schmidt-Vogtin 1991a teoksen pohjalta).





Kuva 14. Keski-Euroopan lauhkean vyöhykkeen luonnonmetsän kehityksen kierto-kulkukaavio. (Mukailtu Schmidt-Vogtin 1991a teoksen pohjalta)

Suuri ja pieni kierto selventävät pohjoisen havumetsän luontaisen kehityksen eroa lauhkean metsävyöhykkeen metsikkökehitykseen (ks. kuvat 13 ja 14). Lauhkeassa vyöhykkeessä etualalla on pieni kierto, vähittäinen metsäkuvan muutos yksittäispuiden kuoleman ja pienaukkojen uudistumisen ansiosta. Metsän kehitys on verraten vakaa, koska puulajit ovat hyvin varjoasietäviä. Tavallisimmin päätemetsävaiheen luonnonmetsä koostuu saksanpihdan, pyökin ja kuusen muodostamasta sekametsästä. Koska kuolevien puiden tai puuryhmien jättämien aukkojen koko vaihtelee paljon, kuvataan pienen kierron jatkuvaa muutosta usein mosaiikkikierto-käsitteellä. Laaja-alaisten metsätuhojen esiintyminen on lauhkean vyöhykkeen metsissä kuitenkin poikkeus. Metsikön luontaisen kiertokulkueron vuoksi keski-eurooppalaisia metsänhoitomenetelmiä ei voida sellaisinaan jäljitellä pohjoisella havumetsävyöhykkeellä, eikä meidän menetelmiämme Keski-Euroopassa.

Häiriötekijät suuren kierron aiheuttajina

Metsäpalot salaman tai ihmisen huolimattoman tulenkäytön sytyttäminä ovat todennäköisimmin tärkein metsätuhojen aiheuttaja boreaalisessa havumetsässä. Uusimmat tutkimustiedot havumetsistä Venäjältä, erityisesti Komin alueelta kertovat, että metsäkuva on todella laaja-alaisesti mosaiikkimainen. Havupuumetsien rinnalla esiintyy laajoja lehtipuumetsälaikkuja, jotka edustavat palon, myrskyn tai hyönteistuhon jälkeistä sukkessiovaihetta. Selvästi erottuvia, jopa kymmenien kilometrien pituisia tuulenkaatoaukkoja esiintyy, samoin ilmeisen yleistä on varttuneiden kuusien kuoleminen sienitautien vuoksi. Bioottiset tuhotekijät lienevät keskeisin Venäjän luonnonmetsien dynamiikkaa ylläpitävä voima. Tosin näiden tuhotekijöiden esiintymistaajuutta ja suhdetta luonnon metsäpaloihin on ollut toistaiseksi vaikea systemaattisesti tutkia.

Luonnon metsäpaloista sen sijaan tiedetään jo verraten paljon. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan keskimääräinen paloväli pohjoismaisissa havumetsissä ennen tehokasta palojen valvontaa oli noin 80 vuotta. Notkoissa paloja esiintyi keskimäärin kymmenen vuotta harvemmin kuin kumpareilla. Samoin etelään suuntautuvilla rinteillä paloväli oli noin 40 vuotta lyhyempi kuin pohjoisrinteillä. Kuivilla sora- ja hiekkamailla salaman sytyttämät metsäpalot toistuivat noin 50 vuoden välein. Tuoreilla kankailla palojen välinen aika oli 100 - 150 vuotta ja viljavilla sekä kosteilla mailla yli 200 vuotta. Vain suot ja kosteikot ovat jääneet palojen ulottumattomiin. Pohjois-Ruotsissa metsäpalojen koskemattomia tai hyvin harvoin palaneita alueita on arvioitu olevan jopa 25 - 30 %. Tämän arvellaan johtuvan ilmaston humidisuudesta.

Ruotsalaisia metsäpalojen esiintymistiheyshavaintoja vahvistavat Suomessa Koloveden kansallispuiston dendrokronologiset selvitykset. Metsäpalojen taajuus on ollut kansallispuiston metsissä tasainen: kaksi metsäpaloa vuosisadassa aina 1500-luvun puolivälistä 1800-luvun alkuun saakka. Lyhimmillään metsäpalojen väli on ollut vain 13 vuotta. 1880-luvun jälkeen Koloveden metsistä ei ole havaittu lainkaan metsäpalon jälkiä. Tämä johtunee ihmisen toiminnan muutoksista alueella, sillä kaskeaminen päättyi ja metsäpalojen valvonta ja torjunta alkoivat (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. Luonnon metsäpalojen paikallinen ja alueellinen toistuminen sekä keskimääräinen paloväli Etelä-Suomessa, Ahvenaisen järven sedimentti-tutkimusten mukaan (Tolonen 1983).

Näyte	Ajanjakso	Paikallinen palojen toistuvuus		Alueellinen palojen toistuvuus	
		Keskimäärin	Vaihteluväli	Keskimäärin	Vaihteluväli
10	1750 -1976	?	-	(41 ± 20)	(7 - 114)
9	1500 -1750	43 ± 11	22 - 80	33 ± 10	12 - 90
8	1000 -1500	55 ± 12	18 - 122	62 ± 14	18 - 132
7	0 -1000	87 ± 33	31 - 250	97 ± 16	43 - 166
6	500 Ekr.- 0	147 ± 23	174 - 204	130 ± 8	111 - 151
5	1500 Ekr.- 500 Ekr.	149 ± 54	70 - 347	137 ± 13	69 - 174
4	2000 Ekr.-1500 Ekr.	237	-	181 ± 3	177 - 186
3	3000 Ekr.-2000 Ekr.	313 ± 229	83 - 768	180 ± 42	79 - 336
2	4000 Ekr.-3000 Ekr.	358 ± 131	105 - 720	178 ± 25	199 - 244
1	n. 5500 Ekr.-4000 Ekr.	?	-		-

Tärkeä kysymys metsänhoidollisesti on metsäpalojen voimakkuus ja laikuttaisuus. Kuinka täydellisesti metsä palaa, kuinka suuria palaneet alueet ovat ja millaiset puustot tai kasvupaikat jäävät kokonaan palamatta? Näihin kysymyksiin on toistaiseksi vähän tutkimustietoja. Tärkeä esimerkkitutkimus käynnistettiin kesällä 1993 Venäjällä Krasnojarskin lähellä Bor-nimisellä metsäsaarekkeella. Noin 50 hehtaarin suuruinen koskematon, tasaikäinen luonnonmännikkö poltettiin heinäkuussa (kuvat 15 ja 16). Alue oli aiemmin palanut kahdesti, 130 ja 180 vuotta sitten. Tavoitteena tässä järjestetyssä metsäpalotutkimuksessa oli saada kokonaiskuva siitä, mitä tapahtuu puustossa ja maaperässä ja millaisia ovat palon synnyttämät kaasumaiset aineet sekä tutkia myöhemmin, kuinka metsäalue alkaa toipua palosta.

Voimakkaassa palossa kaikki pystypuut kuolevat ja osa humuskerroksesta tuhoutuu. Biomassasta häviää kuitenkin yllättävän pieni osuus, ilmeisesti vain 20 - 40 %. Muu osa puustosta jää hiiltyneenä pystyyn tai maahan sitoen siten samalla itseensä huomattavia määriä hiiltä. Palo etenee osittain maa- ja pintapalona, tuhoten vain jäkäläkerroksen ja pintakasvillisuuden, osittain latvapalona, polttaen puiden latvus- ja neulaskerroksen. Mitään yhtenäistä sääntöä ei ole. Kuivimmat ja puustoltaan tiheimmät kohdat palavat voimakkaimmin. Palovoimakkuuden luoma mosaiikkimaisuus on erittäin selvä. Johtopäätös on se, että tehokkaasti palaneiden kuvioiden ala vaihtelee suuresti noudattaen maan kosteuden, maastomuotojen ja puuston rakenteen vaihtelua. Latvapalon kohdilla metsikköön jää lahoamaan lähes koko alkuperäisen puuston biomassa.



Kuva 15. Venäjällä, Krasnojarskin lähellä poltettiin tutkimuksia varten kesällä 1993 noin 50 hehtaarin metsäsaareke. Metsäpalo kesti ainoastaan noin 2 tuntia. (Kuva Eino Mälkönen)



Kuva 16. Metsäpalo etenee mosaiikkimaisesti, palon tehokkuus riippuu puuston rakenteesta ja maan kosteuden vaihteluista. (Kuva Eino Mälkönen)

Vastaavantyyppisen kehityksen voi olettaa toteutuneen Suomen olosuhteissa, sillä erotuksella, että satojen tuhansien hehtaarien yhtenäisiä paloja ei meidän verraten kosteassa ilmastossamme ja vesistöjen rytmittämässä metsäluonnossamme ole tapahtunut. Metsäpalojen ankaruus on noudattanut luontaisia metsäkuvioiden rajoja, suo- ja kangasmaiden mosaiikkimaista vaihtelua. Suurimmillaan täydellisesti palaneet alueet - kuivat yhtenäiset mäntykankaat - ovat voineet olla kuitenkin jopa tuhansia hehtaareja, pienimmillään vain muutama hehtaari.

Vanhimmat tilastot valtion metsissä tapahtuneista metsäpaloista vahvistavat sen, että yhtenäiset paloalat ovat voineet olla kohtalaisen suuria. Vuosina 1868, 1883, 1894 metsää paloi yhdellä kertaa enimmillään 50 000 - 70 000 hehtaaria. Keskimääräinen yhden palon ala oli 100 vuotta sitten 60 - 80 hehtaaria. Metsäpalojen torjunnan aloittamisen jälkeen laaja-alaisia paloja ei ole enää esiintynyt. Viimeisin suurpalo on vuodelta 1960, jolloin Sallan Tuntsassa paloi yhdellä kertaa 20 000 hehtaaria. Kalajoella tuhoutui palossa 1970-luvun alussa 1500 hehtaaria metsää. Edelleen voidaan päätellä, että pääosa metsistämme on metsäpalon aiheuttaman tuhon vuoksi toistuvasti palautunut jo kesken suuren kierron sukkessiota alkutilanteeseen.

Suomen ilmasto ei ole äärevä tuulien suhteen. Myrskytuhot eivät silti ole tuntemattomia Suomessakaan. Metsähallituksen tilastojen mukaan suurtuhoja (yli 100 000 runkoa) sattui valtion metsissä tämän vuosisadan alkupuolella keskimäärin joka kolmas vuosi. Myös myöhemmin myrskytuhotaajuus on ollut samankaltainen.



Kuva 17. Myrsky aiheuttaa puuston vahingoittumisen lisäksi suuren mullistuksen maaperässä, kun puun rungot kaatuvat juurineen. (Kuva METLA/Tuomas Heiramo)

Myrskytuho merkitsee moninaista vahinkoa metsälle (kuva 17). Osittain myrsky kaataa puut juurineen, osittain runkoja katkomalla. On todennäköisintä, että kesän aikana sattuneissa myrskytuhoissa pääosa rungoista kaatuu juurineen, kuten tapahtui mm. Jaurujoen myrskytuhoissa 1985. Samalla tämä tarkoittaa sitä, että kasvupaikan maaperä joutuu sellaisen mullistuksen kohteeksi, jollaista metsänhoidon menetelmin uudistamista toteutettaessa on vaikea saada aikaan.

Myrsky tuhoaa metsän täydellisesti vain harvoin. Jos maaperä on roudassa, puut katkeavat myrskyssä. Puita kaatuu myös jokseenkin satunnaisesti, joskin maastonmuodoilla on merkittävä vaikutus tuhon vakavuuteen. Esimerkiksi vuonna 1978 Länsi-Suomessa sattuneen myrskytuhon keskeisellä tuhoalueella suoritettu inventointi osoitti tuhopuiden muodostavan vain vajaa 2 % puuston pohjapinta-alasta. Olennaista metsien toiminnalle on se, että myrskytuhossa kuolleen puuston biomassa jää luonnonmetsässä kokonaan lahoamaan kasvupaikalle.

Bioottisten tuhotekijöiden taajuuksista ja laaja-alaisista katastrofivaikutuksista luonnonmetsissä tiedetään vähän. Ekologisilta vaikutuksiltaan ja laajuudeltaan ne eivät ilmeisesti kuitenkaan yllä luonnonmetsäpalojen tasolle. Bioottiset tuhot eivät ole olleet todennäköisiä katastrofiluonteisen tuhon aiheuttajia Suomen mantereisen ja merellisen ilmaston välimuotoa olevissa olosuhteissa. Bioottiset tuhot ovat olosuhteissamme verraten pienialaisia ja laikuttaisia sekä epätäydellisiä. Mantereisemmissa oloissa, kuten Kanadassa ja Siperiassa bioottiset tuhot, erityisesti hyönteistuhot, sen sijaan ovat merkittäviä katastrofien aiheuttajia. Myös bioottisten tuhojen sattuessa myrskytuhojen tavoin kuolleen puuston biomassa jää kokonaan lahoamaan kasvupaikalle.

Suomessa tällä vuosisadalla suurimpina tuhovuosina esiintyneiden hyönteistuhojen yhteispinta-alat ovat olleet muutaman kymmenentuhannen hehtaarin suuruisia. Laajoja ja täydellisiä, metsän uuteen sukkessiokiertoon johtaneita tuhoja ei ilmeisesti ole sattunut. Lapissa tunturimittari tuhosi vuosina 1964-1965 kaikkiaan noin 0,5 miljoonaa hehtaaria tunturikoivumetsää. Tämä tunturimittarituho lienee laajin tiedossa oleva luonnonhyönteistuho Suomessa. Tästä alueesta arvioidaan noin 150 000 hehtaaria muuttuneen puuttomaksi tundraksi.

Valtaosalla hyönteisten aiheuttamasta tuhopinta-alasta tuhot ovat olleet vain osittaisia. Toisaalta tuhoriskit ovat olleet hallittavissa metsänhoidollisin keinoin. Suurimpia yksittäisiä tuhoja lienee vuosina 1983-1985 sattunut Jaamankankaan mäntymittarituho Pohjois-Karjalassa, joka ulottui noin 2000 hehtaarin alueelle. Tuhon vakavin ydinalue oli noin 300 hehtaarin suuruinen. Pääosa Jaamankankaan tuhoalueesta toipui myöhemmin torjuntatoimenpiteiden ansiosta.

Sienituhoista versosyöpää havaittiin 1920-luvulla pienialaisina esiintyminä Etelä-Suomessa. Sienituhot ovat hyönteistuhojen tavoin tavallisesti vain osittaisia. Täydellisiä tuhoja esiintyy harvoin ja ne jäävät aina verraten pienialaisiksi. Vuonna 1982 männynversosyöpä aiheutti toistaiseksi tunnetuimman ja pahimman metsätuhon. Täysin tuhoutuneita taimikoita esiintyi tuolloin noin 2000 hehtaarin alueella. Suurimmat yksittäiset tuhoalueet olivat noin 10 hehtaarin suuruisia, kasvutappioita epidemia aiheutti kaikkiaan noin 100 000 metsähehtaarilla.

Metsikön kehitys "suuren kierron" ajanjaksona

Metsän palautuminen uuteen kasvuun metsäpalokatastrofin jälkeen riippuu palon voimakkuudesta. Usein isot, kilpikaarnaa muodostaneet männyt säilyvät hengissä ja huolehtivat myöhemmin siementuotannosta. Kuivilla kankailla, joissa palo on täydellisin, pioneeripuuvaihe alkaa tasaikäisen männyntaimikon syntymisellä (kuva 18). Joukossa voi olla harvakseltaan koivua. Tämä kehityskulku on odotettavissa mm. Krasnojarskin tutkimuskohteessa Borin metsäpaloalueella. Ilman uutta katastrofia kehitys johtaa tasaikäisen luontaisen männikön syntyyn, jonne alikasvokseksi ilmaantuu myöhemmin usein kuusi.

Tuoreilla kasvupaikoilla pioneeripuiden joukko on kirjava, männyn lisäksi tulevat koivu, leppä, haapa, pihlaja. Tyypillistä on sekametsärakenne ja samanikäisten puulajien keskinäinen kilpailu. Alikasvoksena tullut kuusi ottaa varjoasietävänä, voimakkaana puulajina paikkansa ja muodostaa päätemetsikön (kuva 19).

Tähän jo Kalelan 1948 kuvaamaan katastrofikehityksen aikaansaamaan luonnonmetsän sukkessiokiertoon ei ole uusin tutkimustuloksin voitu antaa olennaista lisävalaistusta. Metsikkölajit Kalela on ryhmittänyt pysyviin ja muuttuviin. Pysyviä ovat tuoreiden kankaiden kuusikot ja kuivien kankaiden männiköt, sitä vastoin muut metsikkölajit, kuten eri kasvupaikkojen sekametsät ja puhtaat lehtimetsät ovat muuttuvia - kehittymässä jotakin uutta metsikkölajia kohti. Pysyvät metsikkölajit ovat useimmiten tasaikäisiä, mutta niihin voi kuulua luonnollisesti edellisen sukupolven vanhoja puita.



Kuva 18. Kuivahkoilla kankailla uuden metsän kehitys metsäpalon jälkeen alkaa tasaikäisenä männyntaimikkona. Kuvassa Krasnojarskin paloalueen uudistumista aiemman metsäpalon jäljiltä ennen vuoden 1993 polttamista. (Kuva Eino Mälkönen)



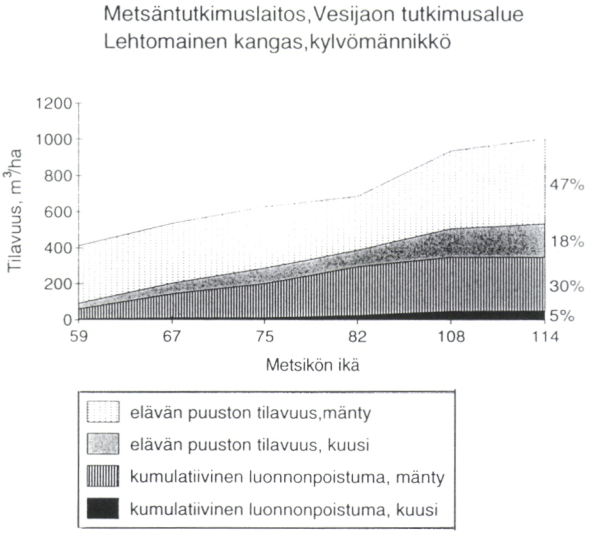
Kuva 19. Luonnontilaisen männikön varttuessa täysi-ikäiseksi alikasvokseksi ilmaantuu myöhemmin kuusi, joka muodostaa vallitsevan puuston päätevaiheen metsikössä. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Suuren kierron kehityksessä ovat tärkeitä metsänhoidollisia tekijöitä metsän luontainen harveneminen eli itseharveneminen, puiden ikärakenne, latvuskerroksen rakentuminen ja puiden erilaistuminen ja ryhmittyminen latvuskerroksiin.

Itseharvenemisesta luonnonmetsissä on runsaasti tuloksia (ks. taulukko 2, kuva 20). Karkeasti voidaan sanoa, että Etelä-Suomessa 60 - 100 vuotiaissa luonnonmänniköissä 25 - 35 % ja luonnonkuusikoissa 17 - 25 % runkopuuston kokonaiskasvusta lahoaa itseharventumisen seurauksena. Yleensä kuolevat puut ovat kilpailussa syrjäytyneitä, allejääneitä puita. Lahoavaa puuta on siten tarjolla eliölajeille koko ajan tasainen määrä. Pystypuuston lisäksi tiheässä nuoruusvaiheen metsässä on runsaasti lahoavia, kuolleita oksia.

Taulukko 2. Luonnontilaisen tuoreen kankaan männikön ja kuusikon runkoluvun ja luonnonpoistuman kehitys Etelä-Suomessa Ilvessalon (1920) mukaan.

Ikä	Runkoluku, kpl/ha		Luonnonpoistuma m^3/ha (kumulatiivinen)		% kokonaiskasvusta	
	Mänty	Kuusi	Mänty	Kuusi	Mänty	Kuusi
20	7900	-	10	3	19	15
40	2700	8300	55	20	25	17
60	1415	4220	104	45	30	17
80	940	2325	148	90	29	22
100	703	1445	194	148	32	28
120	570	1140	238	186	35	31

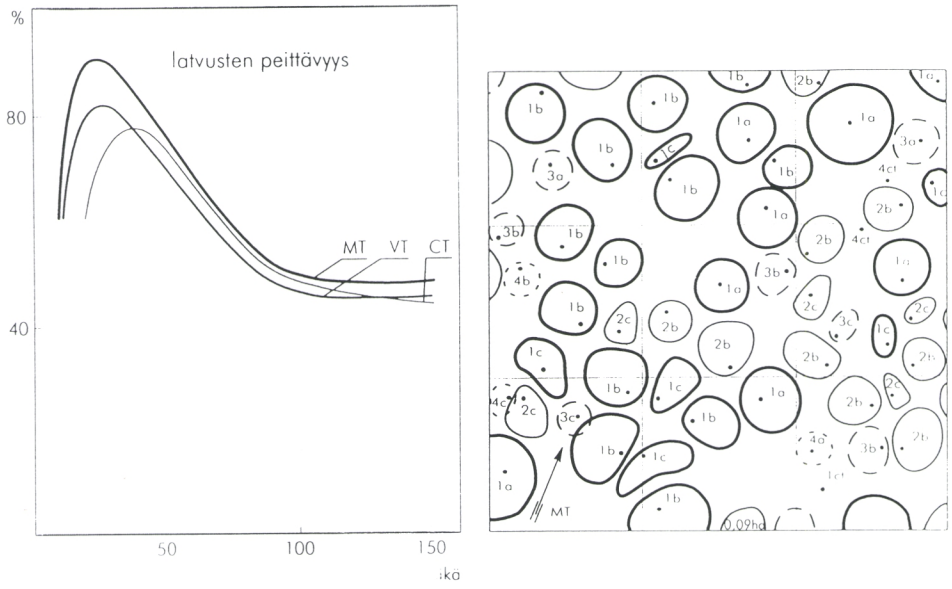


Kuva 20. Metsäntutkimuslaitoksen Vesijaon tutkimusmetsäalueella sijaitsevan 124-vuotiaan luonnontilaisen männikön tilavuuden ja luonnonpoistuman kehitys. Koemetsää on alettu seurata 1931, jonka jälkeen puusto on mitattu kuusi kertaa.

Puiden lukumäärä laskee kehityksen alkuvaiheessa nopeasti, mutta vakiintuu kasvupaikasta riippuen 80 -120 vuoden vaiheilla, jolloin sääavutetaan kasvu- ja kehitysvaiheen lopputilanne (ks. taulukko 2).

Puuston tiheydestä johtuen uudistumista sukkession alkuvaiheessa ei juuri tapahdu. Vaikka metsä on sulkeutunut, latvusten peittävyys on maanpinnalle projisoituna kuitenkin aina alle 100 %. Korkeimmillaan latvuspeittävyys on luonnontilaisen männikön nuoruusvaiheessa 80 - 90 % (ks. kuva 21). Varttuneessa männikössä se on vain 50 - 60 %. Huomattava on, että sulkeutuneessa metsässä tällainen latvuspeittävyys vielä ehkäisee usein valopuulajien luontaisen uudistumisen.

Kilpailun ohjaamana luonnonmetsään muodostuu useita latvuskerroksia. Metsikön kasvu tilavuutena mitaten keskittyy vallitseviin latvuskerroksiin, jotka sisältävät jopa 85 % puiden tilavuudesta. Yksin ns. päävaltapuut muodostavat tilavuudesta 60 %. Alaharvennusperiaatteella toimittaessa poistetaan ensi sijassa vallittuja puita. Sen seurauksena metsien kasvu keskittyy vielä enemmän vallitsevaan latvuskerrokseen. Alaharvennettujen männiköiden tilavuudesta vallitsevan latvuskerroksen osuus eräässä 1950-luvulla tehdyssä tutkimuksessa todettiin olevan jopa 90 % .



Kuva 21. Luonnontilaisen männikön puiden latvusten peittävyys tuoreella (MT), kuivahkolla (VT) ja kuivalla (CT) kankaalla. Oikealla 103-vuotiaan tuoreen kankaan männikön latvusprojektiot puuluokittain (Lönnroth 1926).

Paksu viiva = vallitsevan latvuskerroksen puut
Ohut viiva = vallitun latvuskerroksen puut
Katkoviiva = aluspuut

Metsikön kehitys "pienen kierron"ajanjaksona

Päätemetsävaiheen (kliimaksvaiheen) saavuttaneen metsikön sisällä tapahtuvaa pientä kiertokulkua on tutkittu Suomessa vähän. Eniten näitä ns. vanhoja, yli 150-vuotiaita metsiä on ollut metsäntutkimuksen kohteina Lapin olosuhteissa. Kyseessä ovat tällöin kasvupaikat, jotka ovat palaneet hyvin harvoin. Keskeisimmät metsänhoidolliset kysymykset ovat, miten uudistuminen tapahtuu, mikä on luontaisesti kuolevan puuston osuus ja millainen puulajikoostumus voi syntyä? Luonnonmetsien lahoava puu muodostaa hyvin otollisen elinympäristön useille uhanalaisille eliölajeille (kuva 22).

Uudistumista pääsee yleensä tapahtumaan vain metsikköön syntyvissä aukoissa, joihin muodostuu siementen itämiselle ja taimien kasvulle suotuisa valo- ja pienilmasto (kuva 23). Tällaisia pienaukkoja syntyy paloja lukuunottamatta samoista syistä kuin suuren kierron yhteydessä, tavallisimmin myrskyn kaataessa yksittäisiä puita sekä sieni-, hyönteis- ja lumituhojen esiintyessä. Tuhot ovat satunnaisia. Tietyillä alueilla voi kuitenkin esiintyä esim. toistuvia lumenmurtoja.



Kuva 22. Päätemetsävaiheen luonnonmetsässä on noin kolmannes puustosta kuollutta, lahoavaa puuta, joka muodostaa elinympäristön useille uhanalaisiksi käyneille eliölajeille. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)



Kuva 23. Päätemetsävaiheen saavuttaneessa luonnonmetsässä uudistuminen pääsee tapahtumaan vain yksittäisten puiden kuolemisen jättämissä aukkopaikoissa. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Tehokkaimmin pienaukkoja muodostuu myrskytuhojen seurauksena. Tavallisesti tuuli kaataa puun juurineen, jolloin syntyy aukko niin latvus- kuin maan humuskerrokseenkin. Tutkimustulokset osoittavat, että parhaiten uudistumista tapahtuu tuulenkaatopuiden jättämissä aukkopaikoissa. Yksittäispuiden kuollessa pystyyn vain latvuskerros rikkoontuu. Puun kuoleminen pystyyn ei vielä takaa uudistumista, sillä maanpinnan humuskerros ei avaudu. Useat tutkimukset vahvistavat sen, että tärkeintä luontaisen uudistamisen toteutumiselle on humus- ja kivennäismaakerroksen avautuminen, ei niinkään latvuskerrokseen syntyvä aukkomaisuus.

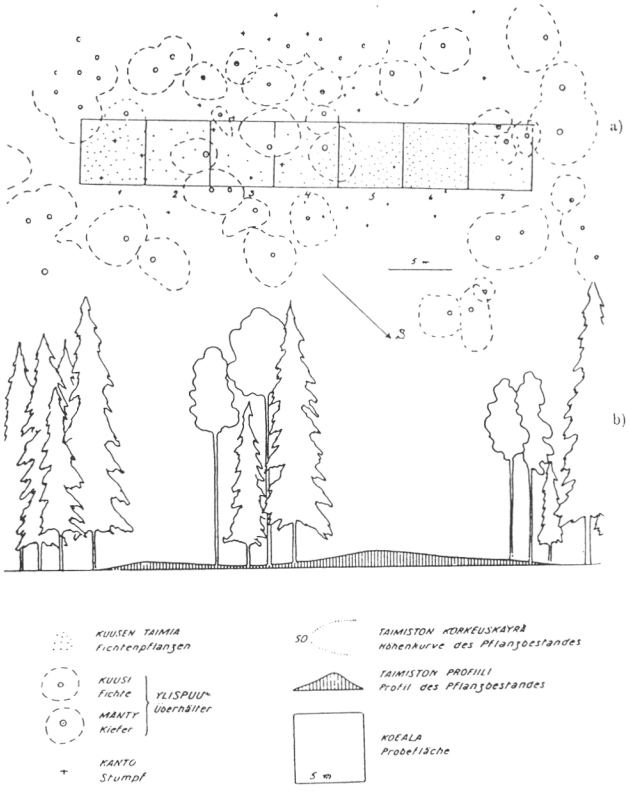
Kuivien kankaiden mäntyvaltaiset luonnonmetsät uudistuvat luontaisesti sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa verraten hyvin, joskin taimiaines on nopeasti vaihtuvaa. Joskus muodostuu kaksijaksoisia metsiä, joissa alikasvoksena kehittyvät taimet kasvavat hyvin hitaasti, neulaset ovat lyhyitä ja taimet kärsivät sieni- ja hyönteistuhoista. Taimet voivat sitkeästi säilyä elossa jopa 60 - 80 vuotta. Männikkö pysyy kuitenkin männikkönä.

Viljavammilla kasvupaikoilla, kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla mäntyvaltaisissa luonnonmetsissä uudistuminen vaikeutuu paksumman humuskerroksen ja runsaamman koivu- ja kuusiosuuden vuoksi. Uudistuminen on vähäistä, päällyspuusto on tiheää tai se koostuu mänty-kuusisekoituksesta. Tutkimustuloksia latvusaukkojen kautta tapahtuvasta uudistumisesta ei ole kuitenkaan käytettävissä.

Kuusivaltaisten vanhojen luonnonmetsien uudistuminen Lapissa on hidasta ja osittain sattumanvaraista. Heikko uudistuminen johtuu siitä, että tällaiset metsät kasvavat huonosti vettä läpäisevillä mailla, humuskerros on paksu ja uudistumiselle suotuisten mikroilmastoaukkojen syntyminen on satunnaista. Uudet taimet syntyvät parhaiten maatuvien runkojen viereen tai paikkoihin, joissa kivennäismaa on paljastunut humuskerroksen alta.

Etelä-Suomessa kuusivaltaisissa luonnonmetsissä esiintyy usein alikasvoksena kitukasvuinen kuusentaimikko. Pohjoiseen verrattuna olosuhteet ovat suotuisammat ja humuskerros ohuempi. Latvusaukon koko vaikuttaa kuitenkin erittäin selvästi sekä taimien syntymiseen että niiden pituuskasvuun (kuva 24). Vasta kun metsikköön syntyy kuolleen puuryhmän muodostama aukko, taimet pääsevät kehittymään päällyspuuston latvuston tasolle. Uudistuminen edellyttää, että aukon koko on vähintään 400 - 500 m^2.

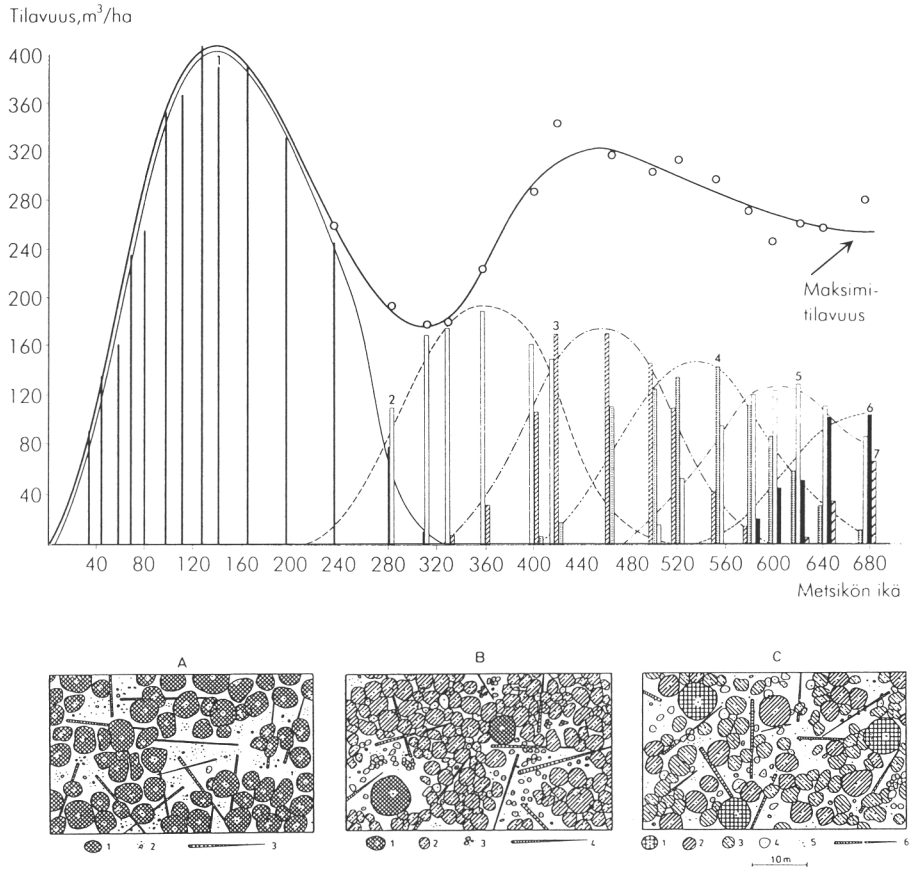
Eniten taimia esiintyy lahoavien maapuiden ympärillä. Suotuisia taimien syntymispaikkoja ovat myrskyn nostamien juurakoiden vierustat, joissa paljastuu kivennäismaata. Kaksi ensimmäistä vuotta tuulenkaadon jälkeen on parhainta aikaa siementen itämiselle ja sirkkataimien kehitykselle. Tällöin syntyy usein koivun tai muiden lehtipuiden taimia. Etelä-Suomessa mänty-kuusisekametsässä tehtyjen havaintojen mukaan juurakoiden lähistöllä olleista taimista 20 - 80 % oli koivuntaimia.



Kuva 24. Yhden puun jättämissä pienaukoissa pohjoisen vyöhykkeen luonnonmetsissä uudistuminen on hidasta ja epävarmaa. Kalelan 1934 tutkimusten mukaan päällysmetsään syntyneessä pienessä aukossa samanikäinen taimikko on jäänyt huomattavasti lyhyemmäksi kuin suuremmassa aukossa.

Latvusaukon koko näyttää vaikuttavan ratkaisevasti myös uuden puusukupolven puulajikehitykseen. Norjassa kuusivaltaisessa luonnonmetsässä tehty tutkimus osoittaa, että metsä uudistuu kuuselle, jos aukon koko on alle 300 m^2. Tätä suuremmissa aukoissa koivun osuus kasvaa kuusta suuremmaksi ja kehitys johtaa kasviyhdyskunnan pienialaiseen vaihtumiseen. Pitkän ajan kehitykselle onkin ilmeisen tärkeää, että kliimaksvaiheen metsään syntyisi suurempia kuin yhden kuolevan puun jättämiä aukkoja, jotta metsämaan ravinteiden kierto nopeutuisi.

Luonnonmetsän puuston tilavuuskehityksessä korkein puumäärä saavutetaan suuren kierron aikana (ks. kuva 25). Venäjällä eteläisen Karjalan alueella tehdyissä selvityksissä mustikkatyypin ensimmäisen sukupolven kuusikko on saavuttanut 140 - 150 vuoden iällä noin 400 m^3:n tilavuuden. Puittaisen ja puuryhmien kuoleman kautta tapahtuva pienaukkojen uudistuminen alkaa noin 180 - 200 vuoden iässä. jolloin metsän tilavuuskasvu myös alkaa vähetä. Kehitys johtaa ennen pitkää eri-ikäisrakenteiseen kuusivaltaiseen metsään. Alimmillaan puuston tilavuus on 170 - 180 m^3 hehtaarilla noin 300 vuoden iässä, jolloin metsä koostuu pääosin toisen sukupolven kuusista. Ensimmäisen puusukupolven kokonaan lahotessa ja kolmannen alkaessa muodostua puuston tilavuus hitaasti kasvaa.



Kuva 25. Mustikkatyypin kuusivaltaisen luonnonmetsän tilavuuskehitys ja uudistumisvaiheet. Eteläinen Karjalan alue/Venäjä (Kazimirovin (1971) mukaan, Schmidt-Vogt 1991a).

Grafiikka: Luonnontilaisen metsikön tilavuuskehitys yksittäisten sukupolvien (1-7) kehityskulun mukaisesti. Suurin tilavuuskehitys saavutetaan ensimmäisen sukupolven aikana. Noin 180 vuoden iässä alkaa luontaisen kuolemisprosessin synnyttämä puuryhmittäinen uudistuminen.
Projektiot: Pienialainen uudistuminen johtaa tasaikäisrakenteisesta metsiköstä eri-ikäisrakenteiseen metsikköön. Vaihtuminen on kuitenkin hidas prosessi ja kestää viljavilla kasvupaikoilla 500 - 600 vuotta.

Selitykset:

A: 196-vuotias tasa-ikäinen kuusikko
1=ensimmäinen sukupolvi
2=toisen sukupolven taimikko
3=maatuva puuaines
4=maatuva puuaines

B: Suhteellisen eri-ikäinen kuusikko
1=ensimmäinen sukupolvi (314 v)
2=toinen sukupolvi (40-120 v)
3=kolmas sukupolvi (taimikko 20-40 v)

C: Täysin eri-ikäinen kuusikko
1=kolmas sukupolvi (260-290 v)
2=neljäs sukupolvi (170-210 v)
3=viides sukupolvi (110-150 v)
4=kuudes sukupolvi (60-100 v)
5=taimikko (10-40 v)
6=maatuva puuaines

Täysin eri-ikäisrakenteisen pienen kierron vaiheessa olevan kuusikon tilavuus on kaikkiaan noin 25 - 30 % alhaisempi kuin ensimmäisen sukupolven tilavuus. Tilavuuskasvu vakiintuu noin 400 vuoden iässä, jolloin puiden kasvu ja kuolema ovat tasapainossa. Vastaava kehityskulku on todettu myös Pohjois-Suomen tuoreiden kankaiden kuusikoiden kiertokulussa. Humuksen muodostuksen ja hitaan uudistumisen vuoksi eri puusukupolvien välinen tilavuuskasvujen ero on kumminkin pohjoisessa eteläisiä alueita suurempi.

4.4 Yhdistelevää tarkastelua

Toistaiseksi luonnonmetsien sisäinen rakennedynamiikka tunnetaan valitettavan heikosti. Saatavilla oleva tieto kuitenkin osoittaa, että mitään yksiselitteistä mallia metsänhoidolle ei voida luonnonmetsästä saada. Luonnonmetsän kehityksessä on runsaasti vaihtelua, pieni- ja suurialaisten mosaiikkirakenteiden verkostoa. Kasvupaikan ja ilmaston ominaisuudet sekä sattuma määräävät pitkälle sen, millaisen muodon luonnonmetsä kehityksessään saa.

Tärkeitä piirteitä ovat:

- Metsäpalot ja myrsky-, lumi- tai hyönteis- ja sienituhojen aiheuttamat laaja-alaiset metsätuhot kuuluvat pohjoisen luonnonmetsän elinkiertoon.

- Luonnon metsäpalon seurauksena metsästä muodostuu mosaiikkimainen, jossa kuvioiden koko ja palon aste vaihtelevat puuston rakenten ja maan kosteuden mukaan. Kuivat alueet palavat usein, suot, saaret ja kosteat alueet harvemmin.

- Metsätuho aiheuttaa puuston kuolemisen ja laaja-alaisen uudistumisen, mikä johtaa tasaikäiseen, kasvupaikasta riippuen joko puhtaaseen tai sekapuulajien muodostamaan metsikkörakenteeseen.

- Tasaikäinen, yhden puulajin metsikkö ei ole tietyillä kasvupaikoilla luonnonmukaisen kehityksen vastainen metsikkömuoto.

- Eri ikäluokista koostuva metsikkörakenne on tyypillinen viljavilla kasvupaikoilla tasapainotilaa lähestyvissä yleensä jo yli 150-vuotiaissa vanhoissa metsissä, joissa kerroksellinen latvusrakenne syntyy pienaukkojen uudistumisen kautta. Tärkeintä uudistumiselle ovat humuskerroksen rikkoutuminen ja lahoavien runkojen ja kantojen muodostamat itämisalustat.

- Myrskytuhojen ekologinen maaperän eliölaji- ja ravinnekierron säätelymerkitys on aliarvioitu. Tuulenkaadoissa juurakoiden paljastama kivennäismaa mahdollistaa metsän uudistumisen ja nopeuttaa maaperän ravinteiden kiertoa.

Keskeisiä metsänhoidollisia johtopäätöksiä luonnonmetsien kehityskulusta ovat:

- Häiriötaajuuksien perusteella kuivilla ja kuivahkoilla kankailla metsän kasvatuksessa voidaan nähdä kiertoaika. Kasvatus päättyy selvään uudistumisvaiheeseen, jona aikana hankitaan uusi metsä. Kiertoajan pituuden sovittamisessa ekologisesti tarkastellen on paljon joustoa, perusteltua on kohdistaa useimmilla kasvupaikoilla kasvatus suuren kierron ajanjaksoon, 70 - 150 vuoden välille.

- Viljavilla, tuoreilla kasvupaikoilla puuston kehitys voi jatkua pitkään ilman häiriöitä, mutta metsänhoidolla voidaan huomattavasti nopeuttaa uudistumistapahtumaa. Tärkeää on luoda ainakin puuryhmistä muodostuvia verraten suuria aukkoja, joissa humuskerros pääsee uusiutumaan ja metsään muodostuu eri puulajien sekoituksia. Yhden poistettavan puun aukko ei pysty takaamaan kuusivaltaisen metsän riittävää uudistumista. Jos kasvupaikkaolot eivät takaa riittävää uudistumista ja puulajisekoitusta aukkojen välityksellä, on perusteltua saattaa metsikön kehitys pioneeripuulajien aloittamaan sukkessioon päätehakkuiden avulla.

- Tuli ja myrskyn aikaansaamat tuulenkaadot ja juurakot uudistavat humuskerrosta ja nopeuttavat keskeisesti ravinteiden kiertoa. Tätä vaikutusta korvaamaan on perusteltua käyttää humuskerroksen rikkovia maanmuokkausmenetelmiä. Vain humuskerroksen rikkoontumiseen perustuva energiavirran ylläpito varmistaa metsämaan viljavuuden säilymisen.

- Lahoavaa puuta esiintyy jatkuvasti luonnonmetsissä, sen osuus on noin kolmannes puuston kasvusta. Talousmetsien hoidossa harvennukset kohdistuvat tähän puuston osuuteen. Toistaiseksi ei ole riittävästi tietoja siitä, mille tasolle harvennuksissa lahoamaan jätettävä puumäärä voitaisiin asettaa. Parhaiten kuolleen puun tarjonta voidaan järjestää vanhoista, ylimmän latvuskerroksen puista. Tämä mahdollistaa harvennuksissa puiden järeyskehityksen keskittämisen metsikön kasvukykyisimpiin yksilöihin.

Kirjallisuutta

Angelstam, P. & Rosenberg, P. 1993. Aldrig, sällan, ibland, ofta. Skog & Forskning 1/93: 34 - 41.

Annila, E. 1993. Tuli metsäluonnon monipuolistajana. Teoksessa: Piri, E. (toim.). Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 19-12.

Cajander, E.K. (Kalela). 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(5). 59 s.

Dudley, N. 1992. Forests in trouble: a review of the status of temperate forests worldwide. World Wide Fund for Nature. Gland. 220 s.

Goldammer, J.G., Stocks, B.J., Furiaev, V.V. & Valendik, E. 1994. Fire in Boreal Ecosystems of Eurasia: First Results of the Bor Forest Island Fire Experiment. Fire Research Campaign Asia - North (FIRESCAN). Int. Journal World Recources Review (painossa).

Goldammer, J.G. & Xueying Di. 1990. Fire and forest development in northeast China. Teoksessa: Goldammer, J.G. & Jenkins, M.J. (toim.). Fire in ecosystem dynamics: Mediterranean and Northern perspectives. The Hague. SPB Academic Publishing: 175 - 184.

Ilvessalo, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty- , kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta Forestalia Fennica 15(4). 94 s. + 9 s.

Kalela, E.K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. Toinen painos 1986. Kirjayhtymä. Mäntän kirjapaino. Mänttä. 45 s.

Kazimirov, N.I. 1971. El'niki Karelii (russ.; Die Fichtenwälder von Karelien). Leningrad. 138 s.

Kouki, J. 1994 (toim.). Biodiversity in the Fennoscandian boreal forests: natural variation and its management. Annales Zoologici Fennici 31(1). 217 s.

Kimmins, J.P. 1987. Forest ecology. MacMillan Publishing Company. New York. 531 s.

Kuuluvainen, T. 1994. Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. Teoksessa: Kouki, J. (toim.). Biodiversity in the Fennoscandian boreal forests: natural variation and its management. Annales Zoologici Fennici 31(1): 35 - 51.

Kuusela, K. 1990. The Dynamics of Boreal Forests. Sitra 112. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä. 172 s.

Leibundgut, H. 1978. Über die Dynamik Europäischer Urwälder. Allg. ForstZeitschrift 33(24): 686 - 690.

Leibundgut, H. 1982. Europäische Urwälder der Bergstufe. Bern und Stuttgart. 308 s.

Lindholm, T. & Tuominen, S. 1993. Metsien luonnontilaisuuden arviointi. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A. No 3. Vantaa 1993. 40 s.

Lönnroth, E. 1926. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta Forestalia Fennica 30. 269 s.

Mayer, H. 1984. Wälder Europas. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York. 691 s.

Mälkönen, E. 1993. Kontrolloitu tulen käyttö maan käsittelyssä. Teoksessa: Piri, E. (toim.). Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 15-18.

Parviainen, J. 1993. Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Teoksessa: Piri, E. (toim.). Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 8 - 14.

Saari, E. 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtion metsiä silmälläpitäen. Tilastollinen tutkimus. Summary: Forest fires in Finland with special reference to State forests. Statistical investigation. Acta Forestalia Fennica 26(5). 155 s.

Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois - Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Uber die naturliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nordfinnlands. Acta Forestalia Fennica 46(1). 146 s.

Schmidt-Vogt, H. 1991a. Die Fichte II/3. Parey Verlag. Hamburg - Berlin. 804 s.

Schmidt-Vogt, H. 1991b. Naturnahe Waldwirtschaft. Wilhelm-Munker-Stiftung (toim.) Beiträge zur Lebensqualität, Walderhaltung und Umweltschutz, Gesundheit, Wandern und Heimatpflege. Heft 31. 56 s.

Schuck, A., Parviainen, J. & Bücking, W. 1994. A review of approaches to forestry research on structure, succession and biodiversity of undisturbed and seminatural forests and woodlands in Europe. European Forest Institute, Working Paper 3. 62 s.

Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta Forestalia Fennica 62(4). 408 s.

Sturm, K. 1993. Prozessschutz - ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. Z. Ökologie u. Naturschutz 2: 181-192.

Tolonen, K. 1983. The Post-Glacial Fire Record. Teoksessa: Wein, R.W. & MacLean, O.A. (toim.). The Role of Fire in Northern Circumpolar Ecosystems. John Wiley & Sons Ltd. s. 21-44.

Van Wagner, C.E. 1983. Fire behaviour in northern conifer forests and shrublands. Teoksessa: Wein, R.W. & MacLean, D.A. (toim.). The role of fire in northern circumpolar ecosystems. Chichester. John Wiley & Sons. s. 65 - 80.

Zackrisson, 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. Oikos 29: 22 - 32.

Zetterberg, P. 1993. Mitä palokorot kertovat metsäpalohistoriasta? Lyhennelmä esitelmästä Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 8.12.1993.

5 Metsänkasvatuksen ympäristövaikutukset

Metsänhoitotoimenpiteet vaikuttavat kasvupaikan maaperään, pohja- ja pintavesiin ja ilmakehään. Maanmuokkaus ja maanpintaa rikkova puunkorjuu merkitsevät orgaanisen aineksen hajoamisen nopeutumista, jolloin ravinteiden huuhtoutuminen ja ilmakehään vapautuvan hiilidioksidin määrä lisääntyy. Pintavesiä suoranaisesti kuormittavia toimenpiteitä ovat puutavaran korjuu, maanpinnan käsittely sekä ojitus ja lannoitus. Samoin metsänkäsittelytoimenpiteet muuttavat tietyissä oloissa vesistöjen valuma-alueiden tilaa. Vesistökuormituksen muuttuminen (määrä ja laatu) aiheuttaa vesiekosysteemeissä ekologisia ja biologisia muutoksia. Eroosioaineksen suurimmat haittavaikutukset ilmenevät pienvesistöissä elinympäristöjen muutoksina. Kiintoaineskuormitus aiheuttaa haittaa myös kaloille ja niiden kutupaikoille. Metsänkäsittelytoimilla on keskeinen merkitys myös maisemallisesti, varsinkin ranta-alueilla sekä mäki- ja vaaramaisemissa.

5.1 Avohakkuut

Laaja-alaisia avohakkuita on julkisessa metsäkeskustelussa arvosteltu paljon. Erityisen tuomittavana on pidetty avohakkuita silloin, kun niihin on yhdistynyt voimaperäinen maanmuokkaus. Avohakkuun vaikutuksia arvioitaessa on ensin koetettava määritellä, mitä avohakkuulla tarkoitetaan ja kuinka suuri aukko muodostaa avoimen alueen.

Saksassa professori Wiedemann esitti 1920-luvulla määritelmän, jonka mukaan avohakkuulla tarkoitetaan sellaista hakkuuaukkoa, jonka olosuhteiden muodostumisessa ympäröivän metsän ekologiset vaikutukset jäävät taka-alalle. Tällöin etäisyys aukon keskeltä ympäröivään metsään tulee olla vähintään puun pituus eli noin 30 metriä. Tämä määritelmä on käyttökelpoinen lauhkean metsävyöhykkeen ns. pienen kierron kehityskulkua noudattavissa varjopuulajien metsiköissä, joissa humuskerros ei muodostu uudistumisen esteeksi.

Toisaalta avohakkuuala alkaa erottua ympäröivästä metsästä vasta silloin, kun pääosa hakatusta alasta on reunametsän varjostuksen ulkopuolella. Tällaisen aukean alan syntymiseen ja kokoon vaikuttavat ympäröivän metsän puuston pituus, maastomuodot, rinteen suunta sekä aukon muoto. Siten avohakkuuala alkaa muodostua vasta kun sen reunamilta on ympäröivään metsään matkaa 2 - 3 puun pituutta, ts. ekologisilta oloiltaan ympäröivästä metsästä erilliseksi saarekkeeksi muodostuva avohakkuuala syntyy noin 2 - 3 hehtaarin suuruisesta aukosta. Pohjoisessa myös matala aurinkokulma vaikuttaa siten, että aukon olosuhteet eivät äärevöidy yhtä selvästi kuin etelässä. Jos uudistamisalalla on verhoavaa puustoa, taimiryhmiä, suojus- ja siemenpuita ekologiset olot eivät muutu yhtä ääreviksi kuin kokonaan paljaaksi hakatulla alueella. Raja aukon ja ympäröivän puustoisen metsän ekologisten olojen kesken on tällöin häilyvä.

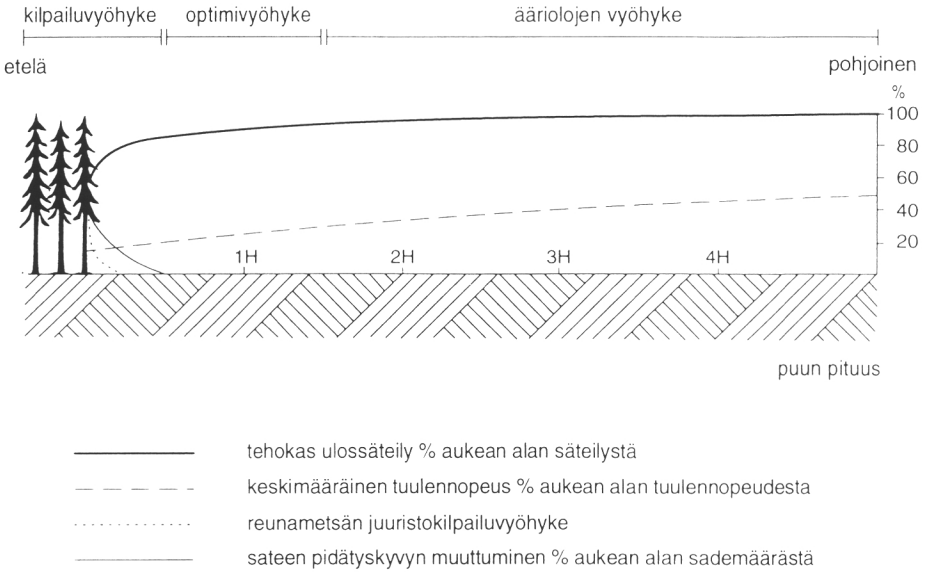
Avohakkuu muuttaa kasvupaikan pienilmaston (ks. kuva 26). Avoimen alueen lämpöolot, tuulisuus sekä sademäärä ja kosteuskehitys äärevöityvät. Vuorokauden sisäinen vaihtelu on paljon suurempaa kuin metsäpeitteen suojassa. Avoimella alueella maanpinnan lämpötila on aurinkoisena päivänä jopa kaksi kertaa niin korkea

kuin sulkeutuneessa metsässä. Aukolla maan lämpötila kesällä on vielä 50 cm syvyydessä miltei +5 °C korkeampi kuin metsässä.

Tuuliolojen muuttuminen riippuu avohakkuualan topografiasta ja rajauksesta. Ilmavirtaukset ovat avoimella alueella hakkuun jälkeen luonnollisesti voimakkaampia kuin ennen hakkuita. Tällä on paljon vaikutusta kasvupaikan lämpö- ja kosteusoloihin. Ympäroivien metsien tuulituhot saattavat lisääntyä avohakkuun seurauksena.

Koska puuston haihduttava vaikutus lakkaa, avohakkuiden seurauksena alueen pintavesien kokonaisvalunta kasvaa. Nurmes-tutkimuksen mukaan avohakkuu suurentaa valuma-alueen vuosivaluntaa 18 - 23 %, jos puolet valuma-alueen puustosta poistetaan. Valumahuiput, kuten keväinen lumien sulamisvesien myötä syntyvä valuma, lisääntyvät turvevaltaisilla avohakkuualueilla 30 - 35 % ja kivennäismaavaltaisilla alueilla 15 %. Avohakkuun vaikutukset vesioloihin lienevät verraten pitkäaikaisia; eräiden selvitysten mukaan kestää noin 25 - 30 vuotta ennen kuin valuma-alueen vesitaso palautuu ennalleen. Alavilla kasvupaikoilla saattaa esiintyä soistumista.

Useimmiten avohakkuut koskettavat kerrallaan vain pientä osaa valuma-alueesta. Siksi suuria hydrologisia muutoksia ei synny, ellei hakkuita voimakkaasti keskitetä. Haitallisimpia avohakkuiden vesistövaikutukset ovat, jos hakkuualue rajautuu suoraan vesistöihin ilman suojavyöhykkeitä.



Kuva 26. Kaavamainen esitys eräiden ekologisten tekijöiden muuttumisesta avohakkuualalla reunametsän etäisyyden kasvaessa (Thomasius & Bretschneider 1970).

Avohakkuu lisää myös ravinteiden ja orgaanisen aineen huuhtoutumista. Ravinteista eniten muuttunee typpitase. Suotuisat lämpö- ja kosteusolot nopeuttavat avoimella alueella orgaanisen aineen hajoamista, jolloin liukenevan typen osuus kasvaa. Rehevöityvä pintakasvillisuus ja syntyvä taimikko pystyvät käyttämään vain osan ravinteista hyödykseen. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan avohakkuun aiheuttama typpihuuhtoutuma on 15 - 30 kg hehtaarilla hakkuun jälkeisenä kymmenvuotiskautena. Nurmes-tutkimuksen mukaan typpihuuhtoutuma oli 9 kg hehtaarilla kolmessa vuodessa avohakkuun jälkeen, fosforihuuhtouma 2,5 kg ja kaliumhuuhtouma 45 kg. Tämän suuruinen typpihuuhtouma ei kuitenkaan muodostune vaaraksi maaperän viljavuudelle, sen sijaan kaliumin menetyksellä voi joissakin tapauksissa olla merkitystä ekosysteemin ravinnetaloudelle.

Fosforin huuhtoutumisesta on vaihtelevia käsityksiä. Fosfori sitoutuu, toisin kuin typpi, kivennäismaan alumiini- ja rautayhdisteisiin. Kivennäismaan avohakkuualalla fosforihuuhtouma ei ilmeisesti lisäänny paljon, mutta turvemaata sisältävä uudistamisalue pidättää liuennutta fosforia paljon huonommin kuin kivennäismaa. Turvemaapitoiset avohakkuualat saattavat aiheuttaa myös haitallista humuskuormitusta. Nurmes-tutkimuksessa avohakkuun vuoksi turvemaavaltaisilla alueilla orgaanisen aineen huuhtoutuminen lisääntyi 80 %. Vastaava luku kivennäismaavaltaisilla valuma-alueilla oli vain 23 %. Nurmes-tutkimusten tuloksia ei voida kuitenkaan sellaisenaan soveltaa Etelä-Suomeen. Etelä-Suomessa ei ole käytetty vastaavan suuruisia avohakkuualoja. Toisaalta Etelä-Suomessa on yleisesti jätetty suojavyöhykkeitä vesistöjen reunamilla ja siten estetty haitallisten vesistövaikutusten syntyminen.

5.2 Metsämaan kunnostaminen uudistamista varten

Kivennäismailla maanmuokkausta käytetään sekä viljelyssä että luontaisesti uudistettaessa. Muokkaus mahdollistaa eri puulajien kylvön ja männyn luontaisen uudistamisen käyttöalueen laajentamisen viljaville kasvupaikoille ja edistää viljelytaimikoiden tiheytymistä ja puuston monimuotoisuutta luontaisten taimien ansiosta. Muokkausmenetelmät vaihtelevat kasvupaikan ja maaperäominaisuuksien mukaan.

Toistaiseksi maanmuokkauksen pitkäaikaisvaikutukset tunnetaan puutteellisesti. Tutkimustulosten perusteella muokkaus kohottaa maanpinnan lämpötilaa, nopeuttaa ravinteiden kiertoa maaperässä ja kuohkeuttaa maata. Lisäksi muokkauksella pyritään helpottamaan viljelytyötä, saamaan kustannussäästöjä ja vähentämään pintakasvillisuuden kilpailua. Taimien alkukehitys muokatussa maassa on ollut lähes poikkeuksetta parempi kuin muokkaamattomassa maassa.

Maanmuokkaus lisää kivennäismailla avohakkuun synnyttämää huuhtoutumisvaikutusta. Haittavaikutuksia ovat ravinteiden huuhtoutuminen, maan liettymisen ja kulumisen lisääntyminen sekä mahdollinen rauta- ja alumiinipitoisuuksien nousu maan pintakerroksissa. Typpihuuhtouman on mitattu olevan äestetyltä alueelta 1,5-kertainen ja auratulta alueelta kaksinkertainen muokkaamattomaan avohakkuualueeseen verrattuna. Pitkällä aikavälillä kasvuisa taimikko sitoo tehokkaammin vapautuvia ravinteita kuin heikosti metsittynyt uudistusala.

Maanmuokkausta arvostellaan paljon esteettisistä ja maisemallisista syistä. Erityisen haitallisena pidetään sitä, että maanmuokkauksessa paljastetaan kiviä ja niitä nousee ylös maanpinnalle.

Maanmuokkauksen haittoja vältetään työmaiden suunnittelulla sekä rajaamalla voimaperäisimmät muokkausmenetelmät vain vedenvaivaamille maille, missä ilmenee selvää kuivatustarvetta. Aurauksesta on perusteltua luopua ympäristö- ja maisemasyistä ja korvata menetelmä tarvittaessa äestyksellä ja mätästyksellä.

Muokkausmenetelmä tulisi valita siten, että tarpeettomasti ei puututa maan pintakerrosta syvemmälle (kuva 27). Karkearakeisilla ja lajittuneilla mailla selvitään kevyellä muokkauksella, joka tarkoittaa lähinnä humuskerroksen poistamista kivennäismaan päältä. Etelä-Suomen moreenimailla muokkausmenetelmäksi sopii äestys, usein selvitään vieläkin kevyemmillä humuskerrosta rikkovilla tai poistavilla menetelmillä. Uusien laiteratkaisujen ansiosta samalla käsittelykerralla muokkausmenetelmää voidaan vaihdella kasvupaikan ominaisuuksien ja maan kosteusolojen vaihtelun mukaan sovittaen.

Sammaloituneet, hiesupitoiset, vettäläpäisemättömät maat vaativat muokkausmenetelmiä, joissa humus sekoittuu osittain kivennäismaahan. Näillä vaikeilla maalajeilla laikkumätästyksestä on saatu hyviä kokemuksia. Ojitusmätästystä käytetään turvemailla ja veden vaivaamilla hienojakoisimmilla kangasmailla.

Kulotus on ekologisesti metsäpalosukkession luonnonmukaisuutta jäljittelevä menetelmä (kuva 28). Kulotuksessa pintakasvillisuudesta ja hakkuutähteistä vapautetaan ravinteita, metsämaan pH nousee, metsähygieninen tila kohentuu ja pintakasvillisuuden kilpailu estyy. Viljelykokeiden perusteella kulotus parantaa männyntaimien eloonjäämistä ja alkuvuosien kasvua.

Maanhoidon kannalta kulotustulos riippuu kasvupaikan viljavuudesta ja tulen intensiteetistä. Kulotus on käyttökelpoinen tuoreilla ja kuivahkoilla moreenimailla, joissa humuskerros on paksu ja hakkuutähteitä riittävästi polttoa varten. Kulotus ei aiheuta siten tällaisilla kohteilla maan vesitalouden heikkenemistä. Viljavimmilla mailla kulotus saattaa heikentää fosforin saatavuutta.

Lajittuneilla mailla kulotus johtaa ravinteiden, erityisesti kaliumin huuhtoutumiseen. Palavasta orgaanisesta aineesta vapautuva typpi haihtuu ilmakehään, joten metsän typpivarat vähenevät kulotuksessa. Typpihäviö ei ole kuitenkaan kohtalokas uuden metsän kehitykselle, sillä kulotus edistää typen mineralisoitumista kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Kulotuksen lisääminen on suositeltavaa, mutta sen käyttöä rajoittavat korkeat kustannukset ja teknisen toteutuksen vaikeudet, jotka pienillä metsäkuvioilla vielä korostuvat.



Kuva 27. Ilman humuskerroksen poistamista kivennäismaan päältä ei useinkaan saada riittävää taimiainesta. Ravinteiden huuhtoutumisvaaran ja maisematekijöiden vuoksi muokkauksessa pitäisi rajoittua kevyisiin, vain humuskerroksen rikkoviin menetelmiin (Kuva METLA/Hannu Kalaja).



Kuva 28. Kulotus on ekologisilta vaikutuksiltaan luonnon metsäpaloa jäljittelevä menetelmä. Kulotuksen lisääminen on suositeltavaa, mutta toteutuksen esteenä ovat usein sääolot sekä tekniset vaikeudet pienillä uudistamiskuvioilla. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

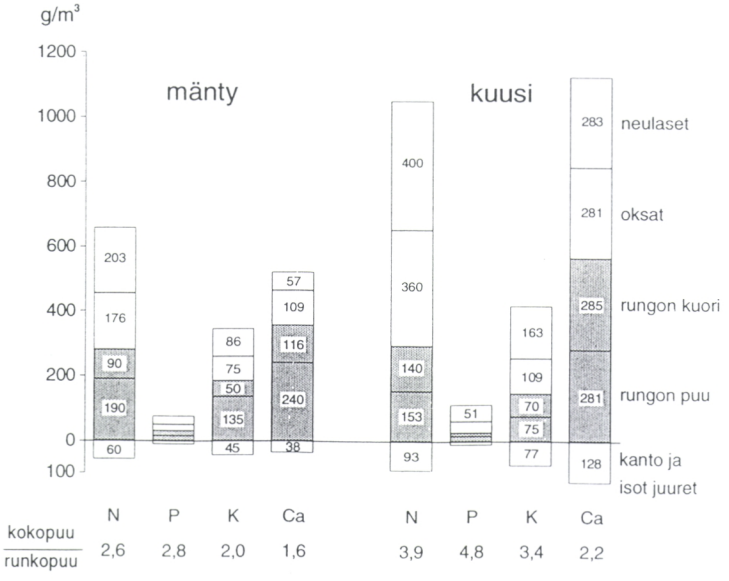
5.3 Puunkorjuu

Puunkorjuu vaikuttaa ennen muuta kasvupaikan ravinnetaseeseen, koska puustoon sitoutuu runsaasti ravinteita. Korjattavan puun mukana poistuvan typen määrä maan typpivaroihin verrattuna on vähäinen, mutta fosforin, kaliumin ja kalsiumin määrät voivat olla merkittäviä ekosysteemin toiminnan kannalta (kuva 29).

Avohakkuu merkitsee koko runkopuuston poistamista. Suomessa on vallalla tavaralajimenetelmä, jossa runko katkotaan jo hakkuupaikalla eri käyttötarkoituksiin. Hakkuutähteinä jäävät kasvupaikalle oksat neulasineen, latvukset, hylkypölkyt, alamittaiset puut ja juurakot. Tavaralajimenetelmä säilyttää kasvupaikan ravinnevaroja, koska ravinnepitoisin osa biomassasta, erityisesti neulaset, jää kasvupaikalle. Tarpeen on vain huolehtia, että hakkuutähteitä jää tasaisesti koko korjuualueelle.

Energiapuun korjuussa käytettävien kokopuukorjuumenetelmien yhteydessä poistuvien ravinteiden määrät nousevat noin kaksinkertaiseksi normaaliin tavaralajikorjuuseen verrattuna (taulukko 3). Osuudet ovat selvästi suuremmat, jos ne suhteutetaan maaperässä oleviin, kasveille käyttökelpoisiin ravinnemääriin. Turvemailla puutavaran mukana poistuvilla ja myös hakkuutähteistä huuhtoutuvilla ravinnemäärillä saattaa olla huomattavasti suurempi merkitys kuin kivennäismailla.

Harvennushakkuissa jäljelle jäävä puusto ja pintakasvillisuus kykenevät hyödyntämään hakkuutähteistä vapautuvat ravinteet. Siksi harvennushakkuiden seurauksena ei tapahdu merkittävää ravinteiden huuhtoutumista.



Kuva 29. Ravinteiden määrä männyn ja kuusen kuorellisessa puutavarassa kokopuukorjuuta käytettäessä (Mälkösen (1975) mukaan, Hakkila 1989).

Taulukko 3. Kokopuukorjuun aiheuttama ravinteiden menetys (%) suhteessa tavalliseen korjuuseen (Shumakovin (1971) mukaan, Hakkila 1989).

Puulaji	Ravinne			
	N	P	K	Ca
Mänty, Kuusi	+75	+61	+53	+40
Koivu, Haapa, Leppä	+37	+29	+40	+37

Harvennushakkuiden vesistövaikutukset voidaan arvioida myös vähäisiksi. Tämä on perusteltavissa sillä, että metsikkösadannan ja latvuspidännän suhteiden muuttuminen harvennushakkuiden seurauksena on yleensä lievää. Hakkuiden yhteydessä syntyvät ajourat saattavat aiheuttaa lievää eroosiota, vaikka ajourille tavallisesti kerätään hakkuutähteitä maanpinnan ja puiden juuristojen suojaamiseksi. Mahdollinen eroosio on Suomen olosuhteissa kuitenkin niin vähäistä ja lyhytaikaista, että se ei aiheuttane ympäristöhaittoja.

Siirtyminen harvennushakkuissa lisääntyvästi koneelliseen korjuuseen merkitsee ravinteiden huuhtoutumisriskin kasvamista hakkuutähteiden kasaantumisen ja metsämaahan syntyvien painaumien ja raiteiden vuoksi. Kivennäismailla koneellistamisen haitat lienevät kuitenkin hallittavissa korjuutekniikkaa kehittämällä. Turvemailla, joilla kasvatushakkuiden tarve lisääntyy tulevaisuudessa, ajourilla sekä maanpinnan rikkoontumisella ja painumisella on haitallisempi merkitys ravinteiden huuhtoutumiseen ja maaperän kunnon säilymiseen kuin kivennäismailla.

Talousmetsäalueiden hoitaminen ja hakkuutoiminta edellyttävät metsäautotieverkostoa. Metsäteiden rakentamisen arvellaan lisäävän metsäalueiden pirstoutumista ja metsätiet saattavat tietyissä maasto-oloissa ja tietyillä maalajeilla aiheuttaa kiintoaineksen liettymistä ja eroosiota. Toistaiseksi ei ole kuitenkaan riittävästi tietoja siitä, mikä metsäautoteiden merkitys on yhtenäisiä alueita tarvitsevien eläin- tai hyönteislajien liikkumiselle ja esiintymiselle. Metsäautotiet voivat olla myös maisemallisesti epämiellyttäviä, etenkin mäkien ja vaarojen rinteillä sekä rantaalueilla. Metsäautotiet lyhentävät toisaalta puutavaran kuljetusmatkaa kannolta tienvarteen ja vähentävät siten maaperävaurioita metsässä. Metsien monikäytölle ja rinnakkaistuotteiden hyödyntämiselle metsäautotiet ovat vuorostaan olennainen edellytys.

Kirjallisuutta

Ahti, E. 1990. Metsätalouden ympäristövaikutukset. Metsä 2000 - ohjelman tarkistamiseen liittyvä asiantuntijaselvitys. Moniste. 54 s.

Ahtiainen, M. 1992. Metsätalouden ympäristövaikutukset. Teoksessa: Karjalainen, T., Leppänen, J. & Päivinen, R. (toim.). Kauanko Suomi elää metsästä? Suomi 75 - juhlavuoden valtakunnallinen metsäseminaari 11.6.1992. Joensuun yliopisto. Metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 1: 39 - 46.

Hakkila, P. 1974. Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. Folia Forestalia 210. 24 s.

Hakkila, P. 1989. Utilization of Residual Forest Biomass. Springer-Verlag. Berlin. 568 s.

Hakkila, P. 1991. Hakkuupoistuman latvusmassa. Summary: Crown mass of trees at the harvesting phase. Folia Forestalia 773. 24 s.

Hakkila, P. 1992 (toim.). Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.

Keenan, R.J. & Kimmins, J.P. 1993. The ecological effects of clear-cutting. Environ. Rev. 1: 121 - 144.

Kubin, E. & Kemppainen, L. 1991. Effect of clearcutting of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. Tiivistelmä: Avohakkuun vaikutus kuusimetsän lämpöoloihin. Acta Forestalia Fennica 225. 42 s.

Kubin, E. 1994. The effect of clear cutting, waste wood collecting and site preparation on the nutrient leaching to groundwater. Plant and Soil (painossa).

Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunnan mietintö. Maa- ja metsätalousministeriö. Komiteamietintö 1987: 62.Valtion painatuskeskus. Helsinki. 344 s.

Mälkönen, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Selostus: Vuotuinen primaarituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 84(5). 87 s.

Mälkönen, E. 1976. Effect of whole tree harvesting on soil fertility. Tiivistelmä: Kokopuukorjuun vaikutus maan viljavuuteen. Silva Fennica 10(3): 157 - 164.

Mälkönen, E. 1991. Metsämaa ja sen hoitaminen. Tapion taskukirja. 21. painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Helsinki. s. 134 - 145.

Mälkönen, E. 1993. Kontrolloitu tulen käyttö maan käsittelyssä. Teoksessa: Piri, E. (toim.). Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 15-18.

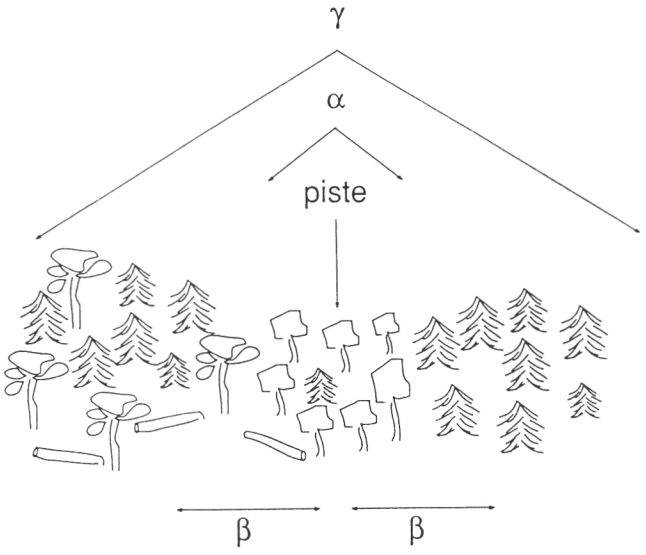
Thomasius, H. Bretschneider, D. 1970. Studie über ein Verfahren zur Bestimmung der waldbaulich optimalen Schlagbreite bei der Baumart Fichte - dargestellt an Beispielen aus dem mittleren Erzgebirge. Arch. Forstwes. 19. s. 1269-1293.

6 Metsikön monimuotoisuus

6.1 Monimuotoisuuden käsite

Metsien monimuotoisuutta voidaan tarkastella käytännönläheisesti kahdesta näkökulmasta: 1) alueellinen eli maisemaekologinen taso, jolla tarkoitetaan erilaisten metsiköiden, metsäekosysteemien vaihtelua tietyn alueen, kuten esim. läänin tai kasvimaantieteellisen alueen sisällä, sekä 2) metsikkötaso, jolla ymmärretään puolestaan yhden metsikön sisäistä monimuotoisuutta. Metsikön sisällä voidaan puhua lajistollisesta monimuotoisuudesta, jolla tarkoitetaan esimerkiksi eri eliölajiryhmien vaihtelua, kuten linnuston, kovakuoriaisten, kasvilajien tai sienten esiintymistä, lajimääriä ja yksilömääriä.

Sinällään monimuotoisuus on hyvin monitahoinen käsite. Alueellisesti monimuotoisuuden eri tasoja voidaan havainnollistaa oheisella kaaviolla. Ekologisessa kirjallisuudessa puhutaan α, β ja γ -diversiteetistä (kuva 30). Näiden mittaamista on selvitetty teoreettisesti verraten paljon, mutta toistaiseksi näiden diversiteetti-indeksien käytössä on vielä runsaasti rajoituksia, eivätkä ne yksistään sovellu harhattomaan vertailuun esimerkiksi eri alueiden välillä.



Kuva 30. Alueellisen diversiteetin osat. Pistediversiteetti kuvaa monimuotoisuutta yhdestä pisteestä mitattuna (esimerkiksi yksi puu). α-diversiteetti tarkoittaa monimuotoisuutta yhden elinympäristölaikun sisällä, jossa eliöt ovat riippuvaisia samoista resursseista. β-diversiteetti kuvaa monimuotoisuuden muutosta elinympäristön muuttuessa toiseksi (esimerkiksi kuusimetsän muutos lehtipuuvaltaiseksi metsäksi). γ-diversiteetti kuvaa monimuotoisuutta maisemaekologisella tasolla (Kouki 1993).

Monimuotoisuuden mittaamisessa on kaksi pääasiallista ongelmaa. Vielä ei ole olemassa yleisesti hyväksyttyjä ja yksiselitteisiä määritelmiä luonnon monimuotoisuuden eri elementeille. Tavallisesti keskitytään vain jonkin biodiversiteetin osan havainnoimiseen. Yksiselitteisesti voidaan ehkä sanoa, milloin laji eroaa toisesta, mutta saman lajin eri populaatioiden erottaminen toisistaan on vaikeaa. Toinen ongelma on lajien määrän toteaminen ja havaitseminen. On mahdotonta laskea kaikki yhdessä metsikössä esiintyvät lajit. Tämä toisaalta johtaa käytännössä epäsuoraan diversiteetin mittaamiseen, koska on perusteltua keskittyä vain muutamiin lajeihin tai lajiryhmiin, jotka toimivat monimuotoisuuden tunnusmerkkeinä koko eliöyhteisölle. Koska myöskään kaikkien organismien monimuotoisuutta ei ole käytännössä mahdollista määrittää, keskitytään usein ekosysteemien ja eliöiden elinympäristöjen monimuotoisuuden mittaamiseen, sillä ne epäsuorasti määräävät myös lajistollisen monimuotoisuuden.

Tässä tarkastelussa pääpaino on yhden metsikön monimuotoisuudessa. Lajimäärän ohella metsikkötasoa koskettaa myös geneettinen monimuotoisuus, joka pitää sisällään esim. puuyksilöiden välisen perinnöllisen vaihtelun. Sinällään metsikkötason tarkastelua ei voida erottaa metsikkökuvioiden vaihtelun luomasta alueellisesta monimuotoisuudesta, mutta metsänkasvatusvaihtoehtojen kuvaamista varten asioita joudutaan pelkistämään toiminnallisiin yksiköihin. Esimerkiksi avohakkuita tarkasteltaessa puustomuutos on niin merkittävä, että monimuotoisuus määräytyy välttämättä yhdessä avohakkuualan ja sitä ympäröivän metsäalueen, sen koon ja rakenteen kanssa. Kyse on metsäalueen pirstoutumisesta erilaisiin rakenne- ja ikäluokkiin ja näiden luokkien keskinäisistä vaikutussuhteista.

Avohakkuun vaikutus eliölajien monimuotoisuuteen riippuu siten siitä, missä mittakaavassa monimuotoisuutta tarkastellaan. Suuraluetasolla pienialaisten avohakkuiden voidaan sanoa lisäävän metsien mosaiikkimaista rakennetta ja elinympäristöjen monimuotoisuutta. Metsikkötasolla avohakkuun seurauksena metsikön lajikoostumus muuttuu ratkaisevasti, mutta vaikutus ei ole palautumaton. Monimuotoisuus ei alene suuraluetasolla, paitsi jos jonkin eliölajin elinympäristö kokonaan tuhoutuu, eikä laji kykene säilymään muualla siihen saakka kunnes avohakatun metsikön sukkessiovaihe on taas sovelias lajin elinympäristöksi. Lajien esiintymisessä talousmetsäalueella on rytmiikkaa samalla tavoin kuin luonnontilaisessa metsässä, joka ei sekään ole lajistoltaan ja monimuotoisuudeltaan muuttumaton.

Sellaiset maastonkohdat, joissa kaksi toisistaan poikkeavaa metsäekosysteemiä kohtaavat, tarjoavat runsaasti elinmahdollisuuksia eri eläinlajeille, erityisesti riistalle. Tietyt lajit saattavat viihtyä vain toisen ekosysteemin olosuhteissa, toiset puolestaan vaativat molempia. Pienet metsiköt muodostavat eläimistölle suotuisaa reuna-aluetta enemmän kuin suuret, samoin metsikön rajojen epäsäännöllisyys. Tietyt eläinlajit kuitenkin karttavat reunoja. Metsikkökuvioiden saarekemaisuutta tulisi välttää, sillä se haittaa yhtenäistä "sisämetsää" vaativien lajien elinolosuhteiden syntymistä. Toisaalta yksipuolista pienipiirteistä metsien käsittelyä tulisi välttää, jotta metsät eivät pirstoutuisi liian pieniksi elinympäristöiksi.

Ekologisella käytävällä tarkoitetaan tietylle lajille soveltuvan elinympäristön jatkuvaa alueellista esiintymää, jota pitkin eliölaji voi siirtyä alueelta toiselle. Toistaiseksi

ekologisten käytävien merkitys todellisessa metsäluonnossa tunnetaan heikosti ja käsite on vielä kehittymätön. Lintujen ja muiden hyvän liikkumiskykyvyn omaavien eläinten ekologisten käytävien tarve metsikkötasolla lienee vähäinen. Myös palaneesta puusta riippuvien hyönteislajien on todettu olevan kokoonsa nähden erittäin liikkumiskykyisiä. Palaneen puun esiintyminen laaja-alaisesti luonnonmetsissä on jokseenkin sattumanvaraista. Sen sijaan useimmat kuolleesta puuaineksesta riippuvat eliölajit omaavat verraten heikon liikkumiskyvyn, johtuen ilmeisesti siitä, että kuollutta puuainesta on esiintynyt pohjoisissa havumetsissä yleisesti joka paikassa. Nämä lajit tarvitsevat ekologisia käytäviä myös metsikkötasolla. Lahoamaan jätettäviä puita voidaan järjestellä ryhmittäin hakkuualalle, jolloin välimatka puusta toiseen jää lyhyeksi. Ryhmittäisyyteen on turvauduttava, jos riittävä määrä jättöpuita on vaikea saada sijoittumaan tasaisesti koko hakkuualueella.

6.2 Metsikön monimuotoisuustunnukset

Talousmetsien ja luonnonmetsien vertailujen perusteella monimuotoisuuden keskeisimpinä metsikkötekijöinä pidetään kuolleen, lahoavan puun osuutta, lehtipuun määrää sekä tulen tappaman puun esiintymistä. Nämä ominaisuudet vastaavat niitä elinympäristövaatimuksia, joita useat uhanalaiset lajit tarvitsevat. Talousmetsissä voidaan siten suojella uhanalaisia lajeja suosimalla luonnonmetsien piirteitä.

Tutkimustulokset vahvistavat sen, että pienikin määrä lahoavaa puuta talousmetsässä on kyennyt turvaamaan mm. eräiden harvinaisten kääpälajien esiintymisen. Evolla sijaitsevasta vanhasta, aiemmin hakkuilla käsitellystä metsiköstä on löydetty silmälläpidettäviksi luokitellut käpäläkääpä, tippahaprakääpä ja korkkikerroskääpä. Käpäläkäävää on tavattu myös nuoressa männyntaimikossa sinne unohtuneessa lahonneessa puutavarassa.

Pyhä-Häkin kansallispuistossa ja sen ympärillä kasvavissa metsissä tehty vertailu osoitti, että kovakuoriaisten yksilö- ja lajimäärä olivat talousmetsissä noin kymmenen kertaa suuremmat kuin luonnonmetsässä eli monimuotoisuus oli korkeampi. Harvinaisten lajien osuus oli kuitenkin vanhoissa luonnonmetsissä selkeästi suurempi kuin talousmetsissä. On ilmeistä, että luonnonmetsien kosteissa ja varjoisissa oloissa kovakuoriaisten lisääntyminen on vähäistä eivätkä ne aiheuta vaaraa puustolle. Toisaalta harvinaisia ja uhanalaisia lajeja esiintyy muutamia poikkeuksia lukuunottamatta vain vähän talousmetsissä. Syynä lienee juuri lahoavan puun osuuden puuttuminen talousmetsistä.

Puuntuotantoon tähdänneessä metsänkasvatuksessa ei ole tarpeeksi huolehdittu luonnonmetsien piirteiden säilyttämisestä metsissä. Toisaalta metsien ominaisuuksien laadullinen muutos on johtunut osittain yleisestä metsien merkityksen muutoksesta. Luonnon metsäpalojen määrä on supistunut palojen torjunnan vuoksi viimeisten 100 vuoden aikana lähes olemattomiin. Sen seurauksena tulen tappamaa puuta ei enää esiinny metsissämme muualla kuin kulotusalueilla. Tämä kehitys ei ole johtunut millään tavoin metsänkasvatuksen intensiivisyydestä tai ekstensiivisyydestä, vaan ennen muuta metsien suojaamistarpeesta tulipalojen uhkalta. Tämä muutos on kuitenkin erittäin merkittävä poikkeama metsien luontaisesta kehityskulusta.

Metsänkasvatustoimenpiteet ovat vaikuttaneet lähinnä lehtipuuosuuteen ja lahopuun esiintymiseen. Lehtipuiden osuus on vähentynyt huomattavasti vuosisadan alun tilanteesta kaskiviljelyn päättymisen sekä eräinä aikoina taloudellisesti lehtipuita arvokkaampien havupuiden suosimisen johdosta. Kuollutta puuainesta on luonnollisesti hyvin vähän talousmetsissä. Eräässä vertailevassa tutkimuksessa Karjalan pitkään käsittelemättä olleissa metsissä lahopuun määrä oli keskimäärin 23 m^3 hehtaarilla, kun vastaavien kasvupaikkojen metsissä Suomen itäosissa lahopuuta löytyi vain kymmenesosa tästä määrästä eli 2,3 m^3 hehtaarilla.

Valtakunnan metsien 8. inventoinnin mukaan Etelä-Suomen talousmetsissä kuolleen puun määrä on keskimäärin yksi kuutiometri hehtaarilla, josta maapuuta on 25 % ja pystyssä seisovaa kuollutta puuta 75 % (ks. taulukko 4, kuva 31). Kuolleen puun kokonaismäärästä 60 - 70 % on läpimitaltaan yli 11 cm tai sitä paksumpaa. Maapuut ovat järeämpiä kuin pystyssä olevat kuolleet puut, samoin kuin kuollut havupuu on lehtipuuta järeämpää. Pääosa lahoavasta puusta esiintyy varttuneissa metsissä, taimikkovaiheen metsissä vain harvoin.

Yleensä metsikön monimuotoisuudesta puhuttaessa tarkastellaan puustoa. Tärkeä osa metsikköä on puuston ohella maaperä ja sen eliöstön monimuotoisuus. Toistaiseksi maaperän lajistollien monimuotoisuus tunnetaan hyvin heikosti. Tämä johtuu osittain siitä, että tutkimuskohteena maaperä on työläs, monimutkainen ja paljon aikaa vaativa. Eräiden selvitysten mukaan keskisuomalaisessa tuoreen kangasmetsän maaperässä on tavattu neliömetrillä keskimäärin jopa yli 2,5 miljoonaa eliöyksilöä. Luonnontilaisten metsien maaperäeliöstöä ei ole tutkittu lainkaan. Koska metsänkasvatustoimenpiteet kuten esimerkiksi maanmuokkaus vaikuttavat hyvinkin ratkaisevasti maaperän ominaisuuksiin, olisi tietämyksen lisääminen maaperästä ja siinä elävästä eliölajistosta erittäin tärkeää.

Taulukko 4. Kuolleen puun määrä Etelä-Suomessa valtakunnan metsien 8. inventoinnin (1986 - 1992) mukaan. Suhteelliset osuudet on laskettu erikseen kunkin ositteen runkotilavuudesta. Pyöristyksistä johtuen kokonaismäärät saattavat poiketa taulukon ositteiden yhteenlasketuista määristä.

	Kuolleen puun määrä								
	m^3/ha			% runkotilavuudesta			milj. m^3		
	Pystyssä	Maassa	Yht.	Pystyssä	Maassa	Yht.	Pystyssä	Maassa	Yht.
Mänty	0,4	0,1	0,5	0,8	0,2	1,0	4,4	1,0	5,5
Kuusi	0,1	0,1	0,3	0,8	0,2	1,0	1,8	1,4	3,2
Lehtipuut	0,1	0,0	0,1	0,5	0,1	0,7	7,3	0,3	1,6
Yhteensä	0,6	0,2	0,9	0,6	0,2	0,8	7,5	2,8	10,3



Kuva 31. Kuolleen puun määrä Suomen metsissä valtakunnan metsien inventointien mukaan.

Lahoava puuaines

Talousmetsissä yksittäiset kuolevat puut on tavallisesti poistettu harvennuksissa, koska kuolevan puun on pelätty aiheuttavan hyönteistuhoriskin metsälle. Vaara on suurin sinä aikana, kun hyönteisillä on käytössään tuoreita puita. Kirjanpainajat ja ytimennävertäjät lisääntyvät puissa vain 1 - 2 vuoden ajan puun kuolemisesta. Tämän jälkeen puuainekseen tulee uusi sieni- ja hyönteislajisto, josta ei ole vaaraa metsille.

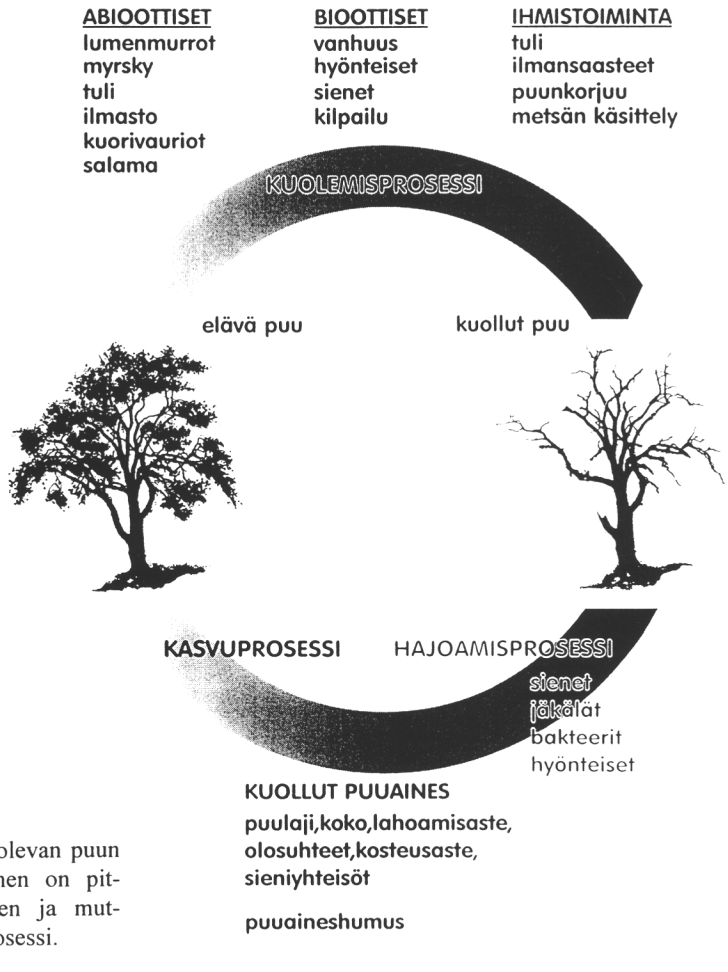
On ilmeistä, että yksittäiset puukuolemat eivät muodostu vaaraksi metsän terveydelle tai kasvulle. Sen sijaan yhtäkkinen kuolleen, tuoreen puun lisäys metsässä esimerkiksi myrskytuhon seurauksena, on jo selvä riski metsän terveydelle. Puun koko vaikuttaa esimerkiksi kaarnakuoriaisten iskeytymiseen. Mitä järeämpää kuollut puu on, sitä otollisempi kohde on metsälle vaarallisille kaarnakuoriaisille. Tiheissä metsissä hyönteiset iskeytyvät kuitenkin keskimäärin pienikokoisempiin kuolleisiin puihin kuin väljässä kasvuasennossa kasvavissa metsissä.

Kuolleen puun määrä vaihtelee paljon luonnonmetsissäkin puuston ikävaiheen, puulajirakenteen ja kasvupaikan mukaan. Enimmillään sen määrä on tasapainotilaa lähestyvissä vanhoissa luonnonmetsissä, joissa sitä on noin 140 - 180 m^3 hehtaarilla, mikä merkitsee 25 -30 % tilavuudesta. Nuoruusvaiheen luonnonmetsissä kuolleen puun osuus jää 10 %:n tienoille. Laaja-alaisen tuhon, kuten myrskyn seurauksena, paikallisesti kuollutta puuta saattaa jonkin aikaa esiintyä jopa 100 % puustosta.

Puun lahoamisprosessi on pohjoisessa havumetsässä hidas. Toistaiseksi ei ole käytössä tutkimuksia, joissa puiden lahoamisprosessi olisi seikkaperäisesti selvitetty. Täysikasvuisen puun lahoaminen ja maatuminen vienee aikaa eteläsuomalaisessa metsässä 70 - 120 vuotta. Lehtipuut lahoavat havupuita nopeammin, samoin maapuut pystypuita nopeammin. Tämä johtuu siitä, että maassa makaava lahopuu säilyy

jatkuvasti kosteana ja tarjoaa monipuolisen elinympäristön hajottajille. Hakkuutähteet, joissa ei ole puun runkomaisia osia, hajoavat Etelä-Suomen tuoreen kankaan metsissä jo 20 vuodessa. Keski-Euroopan oloissa useiden selvitysten mukaan lehtipuuaineksesta yli 50 % on hajonnut 20 - 30 vuodessa. Pyökki hajoaa jo keskimäärin 17 vuoden kuluessa, koivu 20 - 29 vuoden ja tammi 45 vuoden kuluessa.

Puun hajoaminen etenee vaiheittain (kuva 32). Kullakin lahoamisvaiheella on oma erityislajistonsa. Myös puun rungon eri osat ovat erilaisten hajottajien miehittämiä. Eräiden hyönteisten symbioottiset suolistobakteerit kykenevät pilkkomaan selluloosaa, mutta ligniini hajoaa vain osittain. Ensimmäisenä puuhun iskeytyvät kovakuoriaiset, sitten saapuvat kaksisiipiset. Eräiden lajien mukana on sieniä, jotka jouduttavat hajoamista. Lehtipuut ovat havupuita tärkeämpiä lahopuueliöstön ylläpitäjinä.



Kuva 32. Kuolevan puun hajoaminen on pitkäaikainen ja mutkikas prosessi.



Kuva 33. Valkoselkätikka vaatii elinympäristökseen metsikön, jossa esiintyy runsaasti lahoavaa koivupuuta ja siinä eläviä organismeja. (Kuva Michael Müller)

Lahopuun varassa elävien lajien tarkkaa määrää ei tunneta, mutta sen arvioidaan olevan runsas, jopa neljännes metsien koko eliölajimäärästä. Tärkeimmät ryhmät ovat suursienet, punkit, kovakuoriaiset, kaksisiipiset ja pistiäiset. Eräät lintulajit tarvitsevat elääkseen lahoavaa puuta. Käpytikka ja palokärki tekevät pesänsä useimmiten elävään, mutta sisältä lahoon puuhun. Ne eivät ole kuitenkaan ravintonsa puolesta riippuvaisia lahopuiden organismeista. Sen sijaan pikkutikka, pohjantikka ja valkoselkätikka tarvitsevat ravintonaan lahopuun organismeja (kuva 33). Pikkutikan reviiriksi riittää muutama pystylahopuu metsikössä, kun taas valkoselkätikka vaatii laaja-alaisen metsikön ja paljon lahoavaa puuta. Valkoselkätikan esiintymismetsissä on tavattu jopa 100 pökkelöä hehtaarilla, mikä on ollut yli 10 % kokonaispuustosta.

Lehtipuiden osuus

Monet uhanalaisista ja muutoin suojelua tarvitsevista eläinlajeista ovat riippuvaisia lehtipuista. Ennen muuta on kiinnitetty huomiota koivuihin, haapaan ja raitaan. Näistä koivut ja sopivilla kasvupaikoilla myös haapa ovat monimuotoisuuden rinnalla myös metsien taloudellisen kasvattamisen kannalta tärkeitä puulajeja.

Koivun lisääminen havupuuvaltaisiin metsiköihin on metsänhoidollisin keinoin verraten helppoa. Kyse on paljolti sopivan puulajisuhteen määrittämisestä sekä ikävaiheesta, millaisia koivuja monimuotoisuuden kannalta tarvitaan. Tärkeimpiä ovat varttuneet, riittävän paksut puut. Koska koivu on pioneeripuulaji, sen rappeutuminen alkaa havupuita aikaisemmin. Koivusta riippuvia eliölajeja on useita kymmeniä, mm. noin 10 suurperhoslajia ja yli 20 kovakuoriaislajia. Koivuun erikoistuneita sieni-, jäkälä- ja sammallajeja tunnetaan yli 250.

Haapa on eliölajien runsauden kannalta tärkein lehtipuu (kuva 34). Haapa on tärkeä ravintokasvi monille nisäkkäille. Tästä puulajista riippuvia harvinaisia kasvi- ja eläinlajeja on liki 40. Lisäksi vain haavalla eläviä suurperhoslajeja on noin 10, kovakuoriaislajeja 30 sekä sieni-, jäkälä- ja sammallajeja yli 300. Kaikkiaan haavalla esiintyy ainakin 360 kovakuoriaislajia ja yli 100 suurperhoslajia.

Metsänhoidollisesti haapa on vaikea puulaji. Haapa toimii männyn versoruosteen isäntäkasvina ja on siten hyvin haitallinen puu mäntytaimikoissa. Versoruosteen torjumiseksi haapa joudutaan tavallisesti männyn uudistamisaloilta taimikkovaiheessa hävittämään. Haapa uudistuu kuitenkin herkästi, erityisesti vesoista, ja sen saaminen kasvupaikalle on mahdollista metsikön eri kehitysvaiheissa.

Metsäpuuna haapa on ilmeisesti kaikkein alttein lahoamaan. Lahoaminen alkaa jo 30 - 40 vuoden iässä. Vesasyntyiset haavat saavat lahovian usein jo kannosta. Suotuisissa oloissa hyvillä kasvupaikoilla haapa voi muodostaa metsikön. Tällaisen metsikön kasvu on ripeää, mutta puuntuotannollisesti ja taloudellisesti haapaa ei kannata kasvattaa yli 50 vuoden iän. Haavan kasvattamista vaikeuttavat myös hirvituhot.

Raidan ja muiden lehtipuiden kuten pihlajan, pajun ja jalojen lehtipuiden säilyttäminen metsikössä on metsänhoidollisesti lähes ongelmatonta, mikäli niiden säilyttämiseen vain kiinnitetään riittävästi huomiota.



Kuva 34. Haapa on eliölajien monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta erittäin tärkeä puulaji, mutta metsänhoidollisesti vaikea. Vanhat haavat ovat lajiston kannalta arvokkaimpia. Puussa on haavanpökkelökääpä (*Piptoporus betulinus*), joka on hyvin harvinainen laji. Pisavaara on lajin toinen tunnettu esiintymispaikka Suomessa. (Kuva Simo Hannelius)

Metsäpalot ja hiiltynyt puuaines

Tulen vaikutus ilmenee metsän monimuotoisuudessa kahta kautta, toisaalta palon jälkeen syntyy täysin uusi metsäsukkessio erilaisine mikroilmasto-oloineen ja toisaalta on olemassa eliölajeja, joiden olemassaolo riippuu tulen vaikutuksista, kuten korkean lämpötilan muodostumisesta tai palaneen puuaineksen syntymisestä.

Pyrofiiliset lajit ovat sopeutuneet elämään palon tappamissa puissa. Kovakuoriaisiin kuuluva kulokurekiitäjäinen saapuu palopaikalle tuhkan ollessa vielä lämmin. Ne voivat hakeutua paloalueelle jopa kymmenien kilometrien päästä.

Pohjoismaissa tunnetaan ainakin 35 hyönteislajia, jotka esiintyvät nuorissa, muutaman vuoden vanhoissa palometsissä. Palon jälkeen alueelle jää pystyyn kuolevia, osittain hiiltyneitä puita. Niiden lahoaminen poikkeaa normaalin luonnonmetsän puiden lahoamisesta siten, että rungon pinta pysyy kauan kovana ja kuivana. Mantopuu lahoaa sisäosista alkaen. Tällaisiin elinympäristöihin syntyneet hyönteislajit ovat käyneet harvinaisiksi tai uhanalaisiksi metsäpalojen vähäisyyden vuoksi.

Palo tuhoaa pintakasvillisuuden miltei kokonaan. Uusiutuminen voi alkaa maanalaisista versoista, maaperässä lepovaiheessa olleiden siementen herätessä kasvuun tai muualta kuloalueelle leviävistä siemenistä. Paloalalle tyypillinen kasvilaji on maitohorsma, joka tuulen mukana leviävien siementen ansiosta valtaa nopeasti avoimen maan. Huhtakurjenpolvi lienee tunnetuin metsäpalojen esiintymisestä riippuvainen kasvilaji. Sen siemenet tarvitsevat itääkseen lämpöshokin.

Lintulajit ja nisäkkäät eivät ole riippuvaisia metsäpaloista. Paloilla on kuitenkin välillisesti tärkeä merkitys näille lajeille, koska paloissa syntyy aukkoisuutta metsään ja palot luovat lehtipuuvaiheen kautta uusia elinympäristöjä.

6.3 Metsien rinnakkaistuotteet

Oman erityisen ryhmänsä metsikön monimuotoisuudessa muodostavat ns. rinnakkaistuotteet, joilla on eräissä tapauksissa huomattava taloudellinen merkitys. Suomen oloissa näitä rinnakkaistuotteita ovat riista, marjat ja sienet sekä jäkälä.

Metsästys ja puuntuotanto ovat pääasiassa toisiaan täydentäviä metsänkäyttömuotoja (kuva 35). Metsien hoidon seurauksena metsät ovat pirstoutuneet kooltaan ja ikärakenteeltaan vaihteleviin kuvioihin, minkä seurauksena riistalle tärkeiden reuna-alueiden määrä on lisääntynyt paljon. Riistakannat ovat hakkuin käsitellyissä metsissä keskimäärin suurempia kuin luonnontilaisissa metsissä. Etenkin yli-ikäisissä ja kuusettuneissa metsissä kaivataan riistanhoidollisesti nuorennusta. Samoin ylitiheiden puustojen harventaminen edistää riistan viihtyvyyttä rehevöittämällä pintakasvillisuutta.



Kuva 35. Hirvet ovat lisääntyneet taimikoiden ja nuorten metsien osuuden runsastumisen ansiosta. Kantojen säätely on välttämätöntä niin metsänhoidollisesti taimikon kehityksen turvaamiseksi kuin myös hirvikannan tasapainon säilyttämisen vuoksi. Kuusamon Jäkälämutkan pitkäaikainen hirvituhoalue. Hieskoivua on syöty useina vuosina, mutta osa männyistä on säästynyt tuhoilta. (Kuva Simo Hannelius)

Koska riistaeläinten elinympäristövaatimukset poikkeavat varsin paljon toisistaan, on perusteltua olettaa, että olennaiset metsien rakenteen muutokset heijastuvat toisten lajien taantumiseen ja toisten runsastumiseen. Pitkällä aikavälillä metsätaloudesta hyötyneitä lajeja ovat teeri, riekko, hirvi, valkohäntäpeura sekä jänis. Intensiivinen metsätalous sen sijaan vähentää metson ja pyyn elinmahdollisuuksia.

Metsä- ja suomarjat ovat kasvuominaisuuksiltaan varsin erilaisia, joten on vaikeaa arvioida täsmällisesti metsien käsittelyn vaikutusta marjasatoihin. Puolukan ja mustikan esiintyminen on mosaiikkimaista ja siksi sadot voivat vaihdella erittäin runsaasti kasvupaikkojen välillä. Keskimääräiset sadot ovat muutamia kiloja hehtaarilla, mutta parhaimmilla marjapaikoilla puolukan sato yltää 100 - 300 kg:aan hehtaarilla. Kivennäismaiden marjalajeista mustikka kärsii avohakkuista, mutta puolukka ja vadelma puolestaan hyötyvät valomäärän lisääntymisen myötä. Mustikka hyötyy varovaisista kasvatushakkuista. Kaikkiaan metsien kasvatustoimenpiteiden vaikutus kokonaismarjasatoihin lienee varsin vähäinen lukuunottamatta avohakkuussa tapahtuvaa kasviyhdyskunnan vaihdosta sekä ojituksen kuivatusvaikutusta.

Metsäsienten kasvuekologiatiedot osoittavat vanhojen metsien olevan hyviä sienimaita. Monet sienet elävät symbioosissa metsäpuiden kanssa ja ovat siten riippuvaisia puuston ominaisuuksista. Avohakkuu vähentää ratkaisevasti sienisatoja

puuston poistamisen vuoksi, mutta varovaisilla harvennuksilla ei liene merkittävää vaikutusta. Maanmuokkaus on puolestaan ilmeisen hyödyllinen sienien kasvulle. Yhden puulajin metsiköissä sieniä esiintyy yleensä vähemmän kuin sekametsissä. Sekametsiä suosimalla sienisatoja on mahdollista parantaa.

Kirjallisuutta

Albrecht, L. 1992. Die Bedeutung der Naturwaldreservate für den Artenschutz im Wald. Forstw. Cbl 111: 214-224.

Almgren, G. 1990. Lövskog - björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Jönköping. Skogsstyrelsen 1990. 261 s.

Ammer, U. 1992. Naturschutzstrategien im Wirtschaftswald. Forstw. Cbl 111: 255 - 265.

Annila, E. 1993. Tuli metsäluonnon monipuolistajana. Teoksessa: Piri, E. (toim.). Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 19-23.

Annila, E. & Petäistö, R-L. 1978. Insect attack on windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94(2). 24 s.

Boyle, T.J.B. 1991. Biodiversity of Canadian Forests: current status and future challenges. The Forestry Chronicle 68(4): 444 - 453.

Burton, P.J., Balisky, A.C., Coward, L.P., Cumming, S.G. & Kneeshaw, D.D. 1992. The value for managing for biodiversity. The Forestry Chronicle 68(2): 225 - 237.

Detsch, R., Kölbel, M. & Schultz, U. 1994. Totholz - vielseitiger Lebensraum in naturnahen Wäldern. Allgemeine Forstzeitschrift 11: 586 - 591.

Haila, Y., Kouki, J., Niemelä, J. & Niemelä, P. 1994. Metsätalouden ekologiset vaikutukset. Teoksessa: Haila, Y., Niemelä, P. & Kouki, J. (toim.). Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482: 7 - 17.

Haila, Y., Niemelä, P. & Kouki, J. 1994. (toim.). Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482. 123 s.

Hunter, M-L. Jr. 1990. Wildlife, forests and forestry. Principles of managing forests for biological diversity. Wildlife Department. College of Forest Resources. University of Maine. Orono, Maine. 370 s.

Jauhiainen, H. 1990. (toim.). Metsiemme uhanalaiset. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. 116 s.

Jäppinen, J-P., Hotanen J.P. & Salo, K. 1986. Marja- ja sienisadot ja niiden suhde metsikkötunnuksiin mustikka- ja puolukkatyypin kankailla Ilomantsissa vuosina 1982-1984. Summary: Yields of wild berries and larger fungi and their relationship to stand characteristics on MT and VT-type mineral soil sites in Ilomantsi, Eastern Finland, 1982-1984. Folia Forestalia 670. 25 s.

Jäppinen, J.P. & Väisänen, R. 1993. Luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelma - LUMO. Väliraportti 31.5.1993. Vesi - ja ympäristöhallituksen monistesarja n:o 441. 113 s.

Kangas, J. & Karsikko, J. 1993. Metsäkanalintujen elinympäristövaatimukset, metsänhoito ja metsäsuunnittelu. Metsäntutkimuslatioksen tiedonantoja 467. 60 s.

Kangas, J. & Kuusipalo, J. 1993. Integrating biodiversity into forest management planning and decision-making. Forest Ecology and Management 61: 1-15.

Karjalainen, H. 1990 (toim.). Elävä metsä: uhanalainen luonto ja metsänhoito. Suomen metsänhoitajaliitto. Forssa. 176 s.

Kouki, J. 1994 (toim.). Biodiversity in the Fennoscandian boreal forests: natural variation and its management. Annales Zoology Fennici 31(1). 217 s.

Kouki, J. & Haila, Y. 1985. Lajimäärä, näytekoko ja rarefaktio - lajimäärän vertailun ongelma. Luonnon tutkija 89: 156 - 159.

Linder, P. & Östlund, L. 1992. Förändringar i norra Sveriges skogar 1870 - 1991. Svensk Botanisk Tidskrift 86: 199 - 216.

Löyttyniemi, K. & Lääperi, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteellisen laitoksen julkaisuja 13. 56 s.

Martikainen, P., Kaila, L. Punttila, P. & Siitonen, J. 1994. Metsänkäsittelyn vaikutus lahopuuhyönteisten esiintymiseen Suomen ja Venäjän Karjalassa. Teoksessa: Haila, Y., Niemelä, P. & Kouki, J. (toim.). Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482: 97 - 103.

Neuvonen, S. & Niemelä, P. 1981. Species richness of macrolepidoptera on Finnish deciduous trees and srubs. Oecologia 51: 364-370.

Niemelä, P. 1983. Factors affecting species richness of foliage chewing insects. University of Turku, department of biology, report 8. 65 s.

Pielou, E.C. 1992. Measuring biodiversity: quantitative measures of quality. Teoksessa: Fenger, M.A., Miller, E.H., Johnsson, J.A. & Williams, E.J.R. (toim.). Our living legacy: a symposium on biological diversity in British Columbia: 85 - 95.

Rabl, K. 1993. Totholz - wichtiger Teil im forstlichen Ökosystem. Österreichische Forstzeitung 12: 21 - 22.

Raivio, S. 1992. Bird communities in fragmented coniferous forests: the importance of qualitative data and adequate scaling. Väitöskirja. Helsingin yliopisto 1992. 100 s.

Ratcliffe, P.R. 1993. Biodiversity in Britain's forests. The Forestry Authority. Forestry Commission. Edinburgh. 27 s.

Röhrig, E. 1991. Totholz im Wald. Forstliche Umschau 34(4): 259 - 270.

Salo, K. 1993. The composition and structure of macrofungus communities in boreal upland type forests and peatlands in North Karelia, Finland. Karstenia 33(2): 61-99.

Salo, K. 1993. Yields of commercial edible mushroom species in mineral soil forests in Finland, 1985-1986. Aquilo Series Botanica 31: 115-121.

Salwasser, H. 1990. Conserving biological diversity: A perspective on scope and approaches. Forest Ecology and Management 35 (1 - 2): 79 - 90.

Siitonen, J. 1993. Lahopuun merkitys metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta. Lapin Kansa 13.12.1993.

Sulonen, S. & Kangas, J. 1993 (toim.). Näkökohtia metsien monikäyttöön. Metsien monikäytön tutkimusohjelman tutkimuspäivä Espoossa 1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 488. 122 s.

Uhanalaisten eläin- ja kasvilajien suojelutoimikunnan mietintö. Osa 1: Yleinen osa. Komiteamietintö 1985 43/1. Helsinki. 111 s.

Virkkala, R. 1990. Effects of forestry on birds in a changing north-boreal coniferous landscape. Väitöskirja. Helsingin yliopisto 1990. 95 s.

7 Kasvupaikan puuntuotoskyvyn hyväksikäyttö

Lähtökohtana monimuotoisuus- ja ympäristönäkökulmien sovittamisessa metsänkasvatusvaihtoehtoihin tarvitaan tietoja metsänkasvatusvaihtoehdosta, jossa tavoitellaan mahdollisimman korkeaa puuntuotantoa. Intensiivisen metsänhoidon toteutus ei kuitenkaan tarkoita sitä, että siinä ympäristö- ja monimuotoisuusnäkökulmat olisi laiminlyöty. Kyse on suhteellisesta mitta-asteikosta, sillä metsänkasvatuksen on tähdättävä mahdollisten haitallisten ympäristövaikutusten pitämiseen mahdollisimman vähäisinä kaikissa toimintamuodoissaan. Mitta-asteikon toista laitaa edustaa luonnonmetsän kehitys. Luonnonläheinen metsänhoito, jossa monimuotoisuus- ja ympäristönäkökulmat ovat puuntuotannon mitoittamisessa tavoitteenasettelun lähtökohdat, sijoittuu tavallaan toiminnan tehokkuusasteikolla intensiivisen metsänhoidon ja luonnontilaiseen kehitykseen jätetyn metsikön kiertokulun väliin. Näistä kasvatusvaihtoehdoista tarvittaisiin kiireesti taloudellisia vertailulaskelmia. Toistaiseksi kokemuksen puuttuessa erityisesti luonnonläheisestä metsänhoidosta perusmateriaalia ei ole kuitenkaan käytettävissä.

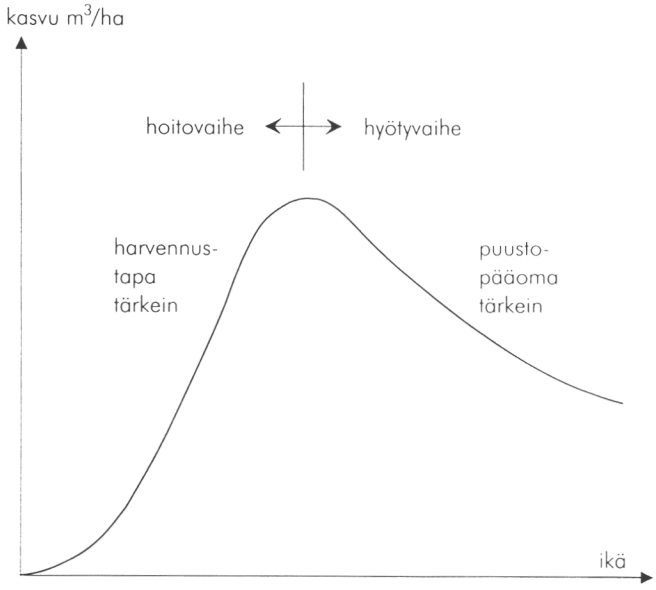
7.1 Kasvatusperiaate ja kiertoaika

Taloudellisessa hyväksikäyttömielessä metsänkasvatuksessa tähdätään kasvupaikan luontaisen puuntuotoskyvyn täysimääräiseen hyväksikäyttöön. Tarkastelua varten metsänkasvatus on luontevinta jakaa uudistamisvaiheeseen ja varsinaiseen kasvatusvaiheeseen. Uudistamisessa pyritään siihen, että tavoitetaimikko on puulajikoostumukseltaan kasvupaikalle sopiva ja että se on riittävän tiheä ja elinvoimainen. Kasvatusjakso voidaan jakaa hoitovaiheeseen ja hyötyvaiheeseen (kuva 36).

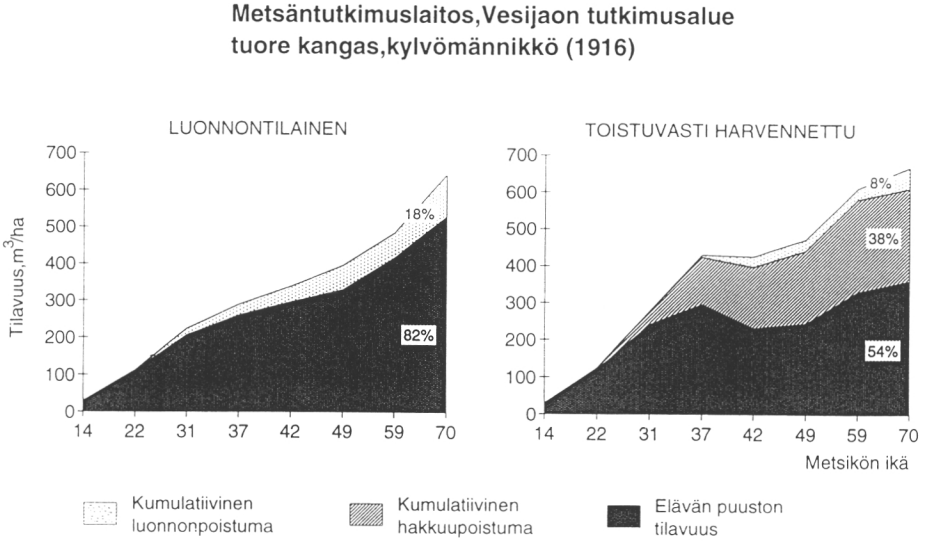
Hoitovaihe kohdistuu taimikon ja nuoren metsän kehitykseen, jossa on tyypillistä puiden keskinäinen kilpailu ja erilaistuminen eri latvuskerroksiin. Puut ovat herkkiä reagoimaan eri toimenpiteisiin. Tärkeintä tässä kehitysvaiheessa on harvennustavan valinta eli millaisia puita jätetään kasvamaan. Kasvatustoimenpiteet eivät anna vielä tuloja, mutta vaativat työpanosta ja kustannuksia.

Hyötyvaiheen aikana toimenpiteistä saadaan jo hakkuutuloja. Aktiivisin kasvuvaihe on ohi ja puuston vanheneminen heikentää reaktioherkkyyttä eri toimenpiteille. Olennaisinta on säilyttää puusto riittävän tiheänä, jotta pinta-alaa kohti laskettu tuotos ei alenisi. Hyötyvaiheessa voidaan aloittaa valmistavat toimenpiteet uuden puusukupolven hankkimiseksi kasvupaikalle.

Harvennushakkuissa kasvupaikan tuotoskyky ohjataan parhaimpiin puuyksilöihin. Harvennuksella ei voida kuitenkaan sanottavasti vaikuttaa metsikön kokonaistuotokseen kiertoajan kuluessa. Itse asiassa harvennukset vähentävät vähän metsän kasvua (kuva 37). Suurin metsikön eliniän kokonaistuotos saavutetaan, kun puusto kasvatetaan täystiheänä poistaen vain kuolevat puut. Ainoastaan huomattavan ylitiheissä metsiköissä latvukset supistuvat liiaksi ja kasvu saattaa jäädä selvästi toistuvasti käsiteltyjä metsiköitä alhaisemmaksi.



Kuva 36. Periaatteellinen kuva metsikön kasvatuksen hoito- ja hyötyvaiheesta (Vuokila 1987).



Kuva 37. Harventamalla ei voida lisätä metsikön kokonaistuotosta, mutta kasvupaikan tuotoskyky voidaan keskittää parhaimpiin puuyksilöihin, ja toimenpiteellä voidaan nopeuttaa puiden järeyskehitystä sekä korjata muuten luontaisesti kuoleva puusto hakkuutuloina talteen. Kuvassa Metsäntutkimuslaitoksen Vesijaon tutkimusalueella sijaitsevan yli 70-vuotiaan tuoreen kankaan kylvömännikön puuston tilavuuskehitys harvennettuna ja luonnontilaisena.

Harvennuksen vaikutusmahdollisuudet luonnonpoistumaan ja hakkuukertymän määrään ja laatuun ovat sen sijaan suuret. Harvennuksen tärkein etu on puiden nopea järeytyminen ja niiden arvokasvun lisääntyminen. Harvennetuissa metsiköissä puiden läpimittajakauman huippu siirtyy jopa 6 - 7 cm järeämpään suuntaan kuin luonnontilaan jätetyssä metsikössä.

Uusimpien selvitysten mukaan harventamattoman kuivahkon kankaan männikön rahallinen tuotto jää viidennekseen harvennetun metsikön tuottomahdollisuudesta. Tuoreen kankaan harventamattoman kuusikon tuottama tulo kiertoajan kuluessa jää vastaavasti noin 60 %:iin harvennusmallien mukaan kasvatetun kuusikon tuotosta.

Taloudelliset näkökohdat puoltavat voimakkaita harvennushakkuita. Metsänhoidolliselta kannalta puuston tuhoalttius asettaa kuitenkin rajat hakkuuvoimakkuudelle. Käsittelyn voimistuessa lumi-, myrsky- yms. tuhojen riski kasvaa, eikä harvennus ole enää metsänhoidollisesti järkevää. Yleisen käsityksen mukaan biologinen riskiraja saavutetaan, jos yhdessä harvennuksessa poistetaan enemmän kuin kolmannes puustopääomasta. Tämä pätee vähintäin tyydyttävästi hoidetuissa metsiköissä. Hoitamattomissa metsiköissä voimakkaat harvennukset ovat vielä uskalletumpia kuin toistuvasti käsitellyissä.

Nykyisiä yksityismetsätaloudessa sovellettuja harvennusmalleja noudattamalla metsikön puusto ei harvene liiaksi. Toisaalta järeyskehitys ja latvus pysyvät hyvinä, kun metsä ei kehity liian tiheäksi. Harvennuskertojen määrä vaikuttaa enemmän puuntuotantoon kuin harvennusten voimakkuus. Jos harvennuksessa poistetaan kerrallaan noin 10 % puuston pohjapinta-alasta, Etelä-Suomen viljavimmilla kasvupaikoilla voidaan suorittaa kahdeksan ja heikoimmillakin neljä harvennusta kiertoajan kuluessa ilman että puustopääoma liiallisesti pienenee. Jos harvennuksissa poistetaan 25 - 35 % pohjapinta-alasta, suositeltava harvennusten lukumäärä vaihtelee kolmesta neljään kasvupaikan viljavuudesta riippuen. Kahdesta kolmeen harvennusta käsittävät harvennusohjelmat ovat Etelä-Suomessa yleisimpiä, sillä korjuukustannukset alenevat harvennuskertojen vähetessä ja käsittelyvoimakkuuden kasvaessa. Pohjoisen karuissa olosuhteissa riittää yksi harvennus.

Nopeimmin puuntuotantotavoitteet saavutetaan metsänviljelyllä. Uudistamisalojen inventointien perusteella männynistutuksen aikaetu luontaiseen uudistumiseen on Etelä-Suomessa eri kasvupaikkatyypeillä 9 - 11 vuotta. Kuusenistutuksen aikaetu on viljavilla kasvupaikoilla jopa 15 - 20 vuotta luontaiseen uudistamiseen verrattuna. Istutusmänniköt saavuttavat 5 metrin valtapituuden 5 - 7 vuotta aiemmin kuin kylvömänniköt, mutta nopeampi kasvu kostautuu puun laadun heikentymisenä. Oheisesta asetelmasta käy ilmi suhteellinen ero, mikä erilaisilla uudistamis- ja hakkuutavoilla on koko metsikön kasvatusjaksoon nähden. Männyllä luontainen uudistaminen pitkittää taloudellista kiertoaikaa 12 - 15 % ja kuusella jopa 30 - 40 %, silloin kun uudistamisjaksona pidetään taimikon 5 metrin valtapituusvaiheen saavuttamista.

Menetelmä	Etelä-Suomi Uudistamisaika % kiertoajasta metsänviljelyyn verrattuna	
	Mänty	Kuusi
Avohakkuu	0	0
Kaistalehakkuu	12 - 15	15 - 20
Siemenpuuhakkuu	12 - 15	-
Suojuspuuhakkuu	-	30 - 40
Eri-ikäisrakenne	100	100

Kiertoajan pituus on luonnollisesti suhteellinen kysymys, ennen muuta taloudellisesti ratkaistava asia. Metsikön luontaiseen kehitysrytmiin perustuvia kiertoajan tunnuksia ovat mm. biologinen kiertoaika, joka tarkoittaa puiden ikää siihen saakka, kun ne vielä ovat kasvukykyisiä tai keskimääräisen kasvun kiertoaika, jota noudattamalla puuston kasvu saavuttaa korkeimman arvonsa.

Keskeisenä uudistamiskypsyyden kriteerinä käytetään puuston järeyttä. Etelä-Suomen männiköiden, kuusikoiden ja koivikoiden uudistamiseen ryhdytään, kun keskiläpimitta ylittää 25 - 30 cm:n rajan. Intensiivisimmin kasvatusohjelman mukaan toimien tämä saavutetaan Etelä-Suomen viljelymetsiköissä yleisesti jo 60 - 70 vuoden iässä, koivikoissa jopa 40 - 50 vuoden iässä. Luontaisesti syntyneissä metsiköissä uudistamiskypsyyden harkinta tehdään kuitenkin iän perusteella. Uudistamisaika saavutetaan Etelä-Suomen havupuuvaltaisissa metsissä 80 - 100 vuoden iässä, kuivimmilla kankailla 110 - 120 vuoden iässä.

7.2 Metsikön vajaatuottoisuus

Vajaatuottoisuus-käsitteellä on kuvattu metsänkasvatuksen tehokkuuden kannalta heikkotuottoisia metsiköitä. Ne ovat olleet ensisijaisia uudistamiskohteita, kun on pyritty kohottamaan metsiemme puuntuotannollista tilaa. Metsänhoidollisesti jonkin kasvupaikan metsikkö on vajaatuottoinen, mikäli sen kasvu on ihanteellista puuntuotoskykyä merkittävästi pienempi. Väljästi määritellen vajaatuottoisiksi luokitellaan piloille hakatut metsiköt, epäonnistuneet uudistusalat, kasvupaikalle sopimattoman puulajin muodostamat metsiköt sekä yli-ikäiset metsiköt. Vajaatuottoisuuden raja on siten suhteellinen ja vaihtelee tulkinnan mukaan.

Vajaatuottoisessa metsikössä nykypuuston kokonaiskasvu jää ohjeellista kiertoaikaa noudatettaessa merkittävästi (yleensä 40 - 50 %) pienemmäksi kuin kyseiselle kasvupaikalle ihanteellisesti sopivan puusukupolven kasvu samassa ajassa. Taloudellisesti puusto määritellään vajaatuottoiseksi, jos sen välitön uudistaminen on edullisempaa kuin edelleenkasvattaminen.

Käytännössä vajaatuottoisuus todetaan vertaamalla kohdemetsikön tunnuksia ihanteellisen metsikön tunnuksiin vastaavalla kasvupaikalla. Vajaapuustoisuus on tavallisinta keski-ikäisissä ja vanhahkoissa metsiköissä. Vajaapuustoisuuden syinä voivat olla luonnontuhot, aiemmat poiminnan luonteiset hakkuut ja liian usein toistuneet harvennukset. Houkutus liian voimakkaisiin hakkuisiin on suuri, jos kertyvän puun yksikköhinta on hyvä. Vajaapuustoisuus merkitsee harven-

nusmahdollisuuksien pienenemistä tulevaisuudessa. Sellaisia metsiköitä tulisi välttää, joiden puuston määrä jää harvennusmallien alarajan alle. Pitkällä aikavälillä kannattaa odottaa, että puuston määrä palautuu riittäväksi ja pidättäytyä pelkästään hakkuutulojen takia tehtävistä harvennushakkuista.

Toisaalta ylitiheän metsikön harvennuksen lykkääminen on puuntuotannollisesti epäedullinen vaihtoehto. Suurimmat taloudelliset tappiot aiheutuvat ylitiheän puuston kasvattamisesta. Yli-ikäisyys on tavallaan vajaapuustoisuudelle vastakkainen ilmiö: puuston määrä on suuri, mutta korkeasta puuston biologisesta iästä johtuen kasvu on alhainen. Puuntuotannollisesti menetetään eniten silloin, kun puusto alkaa jo rappeutua. Luonnonpoistuma muodostuu sitä suuremmaksi, mitä vanhempaa puusto on. Puita alkaa kuolla ja lopulta kuolleisuus on suurempi kuin kasvu. Lahoviat ym. alentavat vielä elossa olevien puiden kasvua, eikä metsää kannata enää kasvattaa. Tällainen esimerkki on mm. Etelä-Suomessa eräillä kasvupaikoilla esiintyvä tyvilahon vaivaama yli-ikäinen kuusikko.

Nykyään suhtautuminen vajaatuottoisuuteen on muuttunut. Enää ei painoteta ahtaasti puuntuotannollista vajaatuottoisuuden rajaa, eikä vajaatuottoisen metsikön uudistamiskiireellisyyttä ensisijaisena kohteena vaadita. Monimuotoisuuden kannalta eräät vajaatuottoiset kohteet ovat usein arvokkaita. Tällaisia ovat mm. vanhat kaskikoivikot, joissa saattaa esiintyä runsaasti pökkelöitä ja maatuvia koivunrunkoja. Näiden metsiköiden säilyttäminen on perusteltua, joskin pitkällä tähtäimellä on silti ajateltava kasvupaikan tulevaa metsikköä. Vanhan koivikon uudistumiskyky on itsestään heikko, eikä metsikkö sukkession välivaiheen tilanteena säily pitkään koivikkona. Vähittäinen uudistaminen esimerkiksi kaksijaksoisena metsänä kuusivaltaiseksi sekametsäksi on hyvin suositeltavissa oleva vaihtoehto.

Eräs keskeinen erilliskysymys vajaatuottoisuudessa on viljavien kasvupaikkojen istutusmänniköiden kasvatuskelpoisuus. Viljaville mailla Etelä-Suomeen istutetut nuoret männiköt ovat osoittautuneet oksikkaiksi ja niistä arvellaan saatavan vain vähän sahatukkia päätehakkuuvaiheessa. Usein kysytään, onko järkevintä hakata oksainen männikkö ja istuttaa tilalle koivikko tai kuusikko. Eräs keino laadun kohottamiseksi on myös karsinta. Taloudellisten vertailulaskelmien perusteella männikön edelleenkasvattamiselle ei ole kuitenkaan voitu löytää kilpailukykyistä metsänhoidollista vaihtoehtoa. Tällaisten ulkonäöltään huomiotaherättävien oksaisten männiköiden edelleenkasvattaminen on järkevää, varsinkin jos ne ovat iältään jo yli 20-25-vuotiaita.

Metsänkasvatuksen eräs tavoite on kasvattaa jokaisella kasvupaikalla tuottoisinta mahdollista puulajia. Puulajisuhteiden järjestelyllä voidaan vaikuttaa kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Esimerkki epätaloudellisesta puulajista on kaskeamisen tuloksena syntynyt, viljavan kasvupaikan lepikko (kuva 38). Parhain tuotto tältä kasvupaikalta saadaan joko koivu- tai kuusimetsän tai niiden muodostaman sekametsän kasvattamisella. Puulajivaihto muuttaa ratkaisevasti kasvu-paikan eliölajiston ympäristöä ja monimuotoisuutta, mutta pitkällä aikavälillä pyrkimystä kasvupaikan alkuperäiseen metsäkasvillisuuteen ja samalla taloudellisesti arvokkaisiin puulajeihin on pidettävä oikeana. Koska lepällä on paikallisesti mm.puusepänteollisuudessa suuri kysyntä ja hyvä hinta, puulajin vaihtoon valmistautuminen voi tapahtua kaksijaksoisen metsikön kautta. Järeät lepät muodostavat ylispuuston, jonka alla kehittyy uusi kuusisukupolvi.



Kuva 38. Kaskeamisen tai laiduntamisen jälkeen viljavalle kasvupaikalle syntynyt lepikko on tyypillinen vajaatuottoinen metsikkö. Se on väliaikainen metsikkömuoto. Alikasvoksena esiintyvä kuusentaimikko edustaa kasvupaikan alkuperäistä vahvinta puulajia. Kuvan 12-vuotias istutettu kuusentaimikko vaatii vapautusta lepikon varjostuksesta. (Kuva Jari Parviainen)

7.3 Eri puulajien metsiköiden puuntuotoskyky

Puulajien kasvu- ja tuotostutkimuksien perusteella luonnontilaisten ja hoidettujen metsien kasvukyky eri ikävaiheissaan tunnetaan hyvin. Toistaiseksi kuitenkin puuttuvat istutusmetsien kasvu- ja tuotossarjat, koska riittävän pitkäaikaisia ja edustavia havupuuvaltaisia metsiköitä ei ole ollut metsänviljelyn lyhyen aikajänteen vuoksi. Ensimmäisiä kehityssarjoja on saatu vasta viljelykoivikoista. Havupuumetsistä kehityssarjoja voidaan odottaa lähimmän 10 vuoden kuluessa. Tästä johtuen on selvittämättä, millainen mahdollinen kasvunlisäys kiertoajan kuluessa metsänviljelyllä voidaan saavuttaa. Odotusarvo on se, että viljely mahdollistaa metsän taloudellisen tuoton lisäämisen ennen muuta metsänjalostushyödyn sekä nopeamman alkukehityksen johdosta.

Mänty on selvästi tuottoisin puulaji kuivilla ja kuivahkoilla kankailla, tasaveroinen kuusen kanssa tuoreilla kankailla, mutta jää koivua ja kuusta heikompikasvuiseksi lehtomaisilla kankailla (taulukko 5). Kuusi on koivua tuottoisampi tuoreilla kankailla, mutta ei yllä lehtomaisilla kankailla parhaiden koivikoiden tasolle. Lehtikuusi yltää parhaimmilla kasvupaikoilla kotimaisia puulajejamme parempaan tuotokseen. Hoidettujen metsiköiden kokonaistuotos ei nouse luonnonnormaalien metsien tuotosta

suuremmaksi, mutta ratkaiseva ero syntyy puuston järeyskehityksessä ja taloudellisessa arvokasvussa.

Sekametsien kehityksestä tiedetään myös verraten paljon. Rauduskoivu lisää nuoren sekametsikön kokonaistuotosta jopa neljänneksellä puhtaaseen männikköön verrattuna. Rauduskoivun esiintyminen (yli 20 % tilavuudesta) 50-60-vuotiaassa metsikössä merkitsee aina kasvutappiota männikköön verrattuna. Pienellä määrällä rauduskoivua ei ole kuitenkaan merkitystä männikön kasvuun.

Rauduskoivu puolestaan kasvaa sekametsissä selvästi paremmin kuin puhtaissa koivikoissa (kuva 39). Mänty-rauduskoivu sekametsikön kokonaiskasvu kiertoajan kuluessa vastaa puhtaan männikön kasvua tai ylittää sen. Sekametsikkö ei kuitenkaan pysty kilpailemaan tukkipuun tuotoksessa puhtaan männikön kanssa. Hieskoivu sekapuuna ei kykene lisäämään nuorenkaan männikön kasvua.

Lievä rauduskoivusekoitus kuusikossa merkitsee kasvupaikasta riippuen 3 - 5 % puhtaaseen kuusikkoon verrattuna. Myös tukkipuun tuotos on 6 - 9 % korkeampi. Hieskoivusekoitus kuusikossa sen sijaan merkitsee kasvutappiota. Kokonaistappio kiertoajan kuluessa on 3 - 5 %, ja tukkipuun tuotostappio jopa 10 - 30 %. Hieskoivun kasvattaminen kuusen kustannuksella ei ole puuntuotoksen kannalta perusteltua. Joskus hieskoivu saattaa kuitenkin olla ainoa vajaapuustoisen kuusikon täydentäjä.



Kuva 39. Sekametsien kasvattaminen on suositeltavaa, sillä koivusekoitus havupuustossa parantaa maan ominaisuuksia, lisää tuhojen kestävyyttä ja nostaa lievästi metsikön kokonaispuuntuotosta. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Taulukko 5. Tyypillisimpien Etelä-Suomen metsiköiden korkein keskimääräinen tilavuuskasvu (m^3/hehtaari/vuosi) lehtomaisella ja tuoreella kankaalla.

Metsikön pääpuulaji	Luonnonnormaali	Toistuvasti harvennettu	Viljelymetsikkö (männyllä kylvö, muut lajit istutettu)
		m^3/hehtaari/vuosi	
		Lehtomainen kangas	
Männikkö	7,8 - 7,9[1,2]	8,4[10]	9,4[11]
Kuusikko	6,1 - 6,7[1,2]	8,7[8]	7,7[11]
Rauduskoivikko	6,6[2]	7,4[3]	7,3[7]
Hieskoivikko	4,9[2]	5,4[3]	-
Harmaaleppä	7,2[2,6]	-	-
Lehtikuusi	-	-	9,8[9]
Kuusi-rauduskoivu	-	7,9[5] *	-
Kuusi-hieskoivu	-	7,5[5] *	-
		Tuore kangas	
Männikkö	6,7 - 7,0[1,2]	7,5 - 7,7[4,6,9]	7,8[11]
Kuusikko	6,0 - 6,2[1,2]	7,0[9]	6,2[11]
Rauduskoivikko	5,3[2]	6,5[4]	6,6[7]
Hieskoivikko	4,0[2]	-	-
Lehtikuusi	-	-	7,3[9]
Mänty-rauduskoivu	-	7,9[4]	-
Kuusi-rauduskoivu	-	6,5[5] *	-
Kuusi-hieskoivu	-	5,9[5] *	-

*= kiertoajan keskikasvu

Tutkimukset: 1= Ilvessalo 1920, 2= Ilvessalo & Ilvessalo 1975, 3= Koivisto 1959, 4= Mielikäinen 1980, 5= Mielikäinen 1985, 6= Miettinen 1932, 7= Oikarinen 1983, 8= Vuokila 1956, 1957 (Koivisto 1959), 9= Vuokila 1962, 10= Vuokila 1967, 11= Vuokila & Väliaho 1980

Taloudellisesti tarkastellen sekametsikön kasvatus on suositeltavaa. Jos sekametsän hakkuutuloille lasketaan 3 % korko, kuusi-rauduskoivumetsikön rahallinen tuotto on metsikön elinaikana jopa 15 % korkeampi kuin puhtaan kuusikon tuotto.

Syynä sekametsien hyvään kasvuun ovat puulajien juuristojen erilaisuus, metsikön sisäisen metsäilmaston muuttuminen sekä lehtikarikkeiden maan happamuutta alentava vaikutus. Sekametsässä eri puulajien juuristot ovat eri kerroksissa, josta johtuen juuristokilpailu on pienempää kuin yhden puulajin muodostamassa metsässä. Lisäksi koivu ilmeisesti kuljettaa happea lehvästöstä juuristoon ja edistää siten havupuiden kasvua.

Kirjallisuutta

Gustavsen, H. 1992. Vähäpuustoisten männiköiden ja kuusikoiden kehitys. Summary: Development of understocked pine and spruce stands. Folia Forestalia 796. 29 s.

Heikinheimo, O. 1956. Ruotsinkylän retkeilykohteiden selostukset. Sisältyy julkaisuun: Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueita 2, Ruotsinkylä.

Ilvessalo, Y. & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuottokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. Acta Forestalia Fennica 144. 101 s.

Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. Silva Carelica 23. 133 s.

Koivisto, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Summary: Growth and yield tables. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 51(8). 49 s.

Laitakari, E. 1934. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch. Acta Forestalia Fennica 41. 216 s.

Maltamo, M., Kangas, J. & Tolonen, R. 1989. Vesakon alkukehitys ja sen vaikutus taimikkoon. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 343. 66 s.

Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(3). 82 s.

Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s.

Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1991. Harvennustavan vaikutus varttuneen metsikön tuotokseen ja tuottoihin Etelä-Suomessa. Summary: Effect of thinning method on the yield of middle-aged stands in southern Finland. Folia Forestalia 776. 22 s.

Oikarinen, M. 1983. Etelä - Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (Betula pendula) plantations in southern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 113. 75 s.

Parviainen, J. 1979. Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Summary: Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations. Folia Forestalia 386. 20 s.

Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.

Saari, E. 1968. Vajaatuottoisen metsikön ja metsämaan käsite. Summary: The notion of reduced yield stands and forest soils. Silva Fennica 2(3): 195 - 209.

Salminen, O. 1993. Männikön ja kuusikon liiketaloudellinen vajaatuottoisuus. Summary: Profitability of growing understocked Scots pine and Norway spruce stands. Folia Forestalia 805. 27 s.

Saramäki, J. 1978. Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Summary: Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland. Folia Forestalia 352. 14 s.

Valsta, L. 1986. Mänty - rauduskoivu sekametsikön hakkuuohjelman optimointi. Summary: Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. Folia Forestalia 666. 23 s.

Valsta, L. 1993. Stand management optimization based on growth simulators. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 453. 51 s. + 4 alkuperäisjulkaisua.

Vuokila, Y. 1960. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On the development of siberian larch stands and their importance to forestry in Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 52(5). 111 s.

Vuokila, Y. 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 2. painos. Helsinki. WSOY. 258 s.

Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(2). 271 s.

8 Monimuotoisuus- ja ympäristönäkökulmien sovittaminen metsänkasvatukseen

Keskeisimmät metsänhoidolliset kysymykset monimuotoisuuden ylläpitämiseksi ovat: 1) kuinka paljon, millaista ja missä kehitysvaiheessa kuolevaa puuta tulisi jättää metsikköön, 2) kuinka lehtipuu- ja lahopuuosuus vaikuttaa metsikön terveyteen ja puuntuotokseen, 3) johtaako kasvatusajan pitkittäminen ja kuolevien pystypuiden lisääntyminen metsikön vajaatuottoisuuteen, 4) mitä keinoja on olemassa luonnonmetsän kehityskulun jäljittelyyn nykyistä enemmän ja 5) millaiset ovat toimenpiteiden toteuttamismahdollisuudet käytännön metsänhoidossa.

8.1 Lahoava puuaines ja lehtipuuosuus

Täsmällistä tietoa metsikköön jätettävän kuolevan puun tarpeellisesta määrästä ei toistaiseksi ole. Normaalisti harvennuksissa poistettavan puuston määrä vastaa luonnonpoistuman määrää ja se vaihtelee 25 - 35 %:n välillä kokonaispuustosta. Mikäli lahoavan puuston tarve olisi esimerkiksi 5 - 10 % kokonaispuustosta, merkitsisi tämä jo taloudellisesti huomattavaa menetystä kiertoajan kuluessa, noin 40 - 50 m^3 hehtaarilla puuntuotoksena ja useita tuhansia markkoja harvennustuloina.

Saksalaisten arvioiden mukaan riittävä lahoavan puun tarjonta on saavutettavissa, jos talousmetsän puustossa on jatkuvasti muutama prosentti, 1 - 3 m^3 hehtaarilla kuollutta puuta, josta puolet on pystypuuna, puolet maapuuna. Kuolleen puun nostaminen aina 5 - 10 m^3:iin hehtaarilla on taloudellisesti vielä siedettävää, mutta käytännössä vaikea toteuttaa, ja lisää samalla kasvavan metsikön tuhoriskiä. Sinällään 5 - 10 m^3:n suuruinen kuolevan puuston määrä ei muodostune sellaisesta puusta, jossa tuholaiset lisääntyvät, koska kaikki kuoleva puu ei ole yhtä aikaa tuoreena. Kuolevan puuston vaikutus tuholaisvaaraan johtuu siitä, että kuollut puusto ylläpitää tuholaiskantoja suhteellisen korkeina, ja jos edellytykset tuholaisten massalisääntymiseen tarjoutuvat, tuho alkaa nopeasti.

Jos metsikössä ylläpidetään lahoavaa puuta esimerkiksi 2 - 4 m^3 hehtaarilla lahoavaa puuta, tämä määrä merkitsee varttuneessa metsikössä noin 5 - 10 puun rungon jättämistä lahoamaan. Jos harvennuskierto on 15 - 20 vuotta, riittäisi lahoava runkomäärä hyvin harvennnusten väliseksi ajaksi, koska lahoaminen kestää useita kymmeniä vuosia. Lahoavan puun ylläpitämiseksi harvennusvälien ei tarvitse olla nykyistä käytäntöä lyhyempiä (10 - 15 vuotta). Tällainen lahopuumäärä on järjestettävissä nykyisessä metsänkasvatuksessa ilman suuria muutoksia toimintatavoissa. Maapuiden jättäminen voi tuottaa kuitenkin ongelmia maanmuokkauksen järjestämisessä.

Pääosa lahoavasta puusta tulisi olla kuitenkin lehtipuuta. Koivusekoitus on helpoimmin saavutettavissa. Ongelmallisempaa on muiden lehtipuulajien mahdollinen tarve. Leppä ja haapa lahoavat muita puulajeja paljon nopeammin, joten niitä tulisi syntyä metsikköön sen eri ikävaiheissa.

Lahoavaa puuainesta jää harvennuksissa metsikköön hakkuutähteenä eli oksina ja latvuksina verraten runsaasti. Hakkuutähteillä on suuri merkitys erityisesti humuskerroksen ravinnekiertossa ja eliölajiston elinoloissa. Harvennushakkuiden jaksottaisuuden, katastrofiluonteisen tapahtuman vuoksi vaikutukset ovat jaksollisia.

Harvennuksissa otetaan talteen tavallisesti vain runkopuu. Se muodostaakin pääosan biomassasta. Kuitenkin latvusmassan osuus voi olla suuri. Latvusmassaa kertyy erityisesti ensiharvennusleimikoihin, joissa poistettavat puut ovat pieniä, elävän latvuksen osuus suuri ja kuolleet alaoksat vielä karsiutumatta. Oheinen asetelma osoittaa latvuksen ja kuorellisen rungon kuivamassasuhteen Etelä-Suomessa.

	Ensiharvennus-leimikko	Päätehakkuu-leimikko
	latvusmassa/runkomassa, %	
Männyn oksat neulasineen	34	21
Kuusen oksat neulasineen	59	54
Koivun oksat ilman lehtiä	21	16

Kun ensiharvennuksissa poistetaan tyypillisimmillään puuta noin 40 m^3/ha, runkopuun ohella latvusmassaa on männikössä 14, kuusikossa 24 ja koivikossa 8 m^3/hehtaarilla. Vaikka tästä latvusmassasta vielä osa käytettäisiin energian raaka-aineeksi, jää metsikköön runsaasti myös maahan lahoavaa puuainesta.

Päätehakkuuleimikoissa hakkkuutähteen määrä on erityisesti kuusella suuri. Tähde koostuu pääosin latvusmassasta, mutta runsaasti jää myös latvakappaleita, hylkypölkkyjä ja jalostuskäyttöön kelvottomia alamittaisia puita. Keskimäärin 4 - 5 % runkopuun kokonaismäärästä jää tähteeksi. Tyypillisille päätehakkuualoille Etelä-Suomessa hakkuutähdettä jää kaikkiaan männyllä yli 50 ja kuusella jopa yli 100 m^3 hehtaarilla. Lahoavan biomassan tarjonta on siten erittäin runsas, joskin se on tyypillisesti katastrofiluonteista.

Merkillepantavaa on, että käyttämättä jäävät runkopuun kappaleet riittävät vähimmäisvaatimukseksi lahopuusta riippuvien eliölajien elinympäristöinä. Tilavuutena mitaten lisää runkopuuta ei tarvittaisi, jos hakkuutähteitä ei korjata pois. Ne ovat kuitenkin kaikki maapuina. Toisaalta on havaintoja myös siitä, että tasaisesti katkottujen pölkkyjen leikkauspinta ei pysty muodostamaan vastaavanlaista mikroympäristöä sienilajien kasvulle kuin myrskyn silpomat katkaisukohdat. Eräs mahdollisuus jättää pystypuuta lahoamaan päätehakkuualoille on katkoa esimerkiksi tyvilahon vaivaamat kuusenrungot ylhäältä 2 - 4 metrin korkeudelta ja jättää korkea kanto lahoamaan pystyyn.

Lahoavan puun järjestäminen metsikköön luontuu parhaiten uudistamisvaiheessa. Siinä metsikköön voidaan jättää kooltaan ja biomassaltaan riittävän suuria puuyksilöitä (kuva 40). Päätehakkuussa uudistamisalalle jätettävät varttuneet, kuolevat puuyksilöt, erityisesti lehtipuut säilyvät ylispuina metsikössä koko taimikkovaiheen, 30 - 40 vuotta. Uutta, lahoavaa biomassaa voidaan alkaa muodostaa ensiharvennuksissa sekä pystyyn että maahan jätettävinä runkoina. Lahoavan puun

tarjonta on silloin jatkuvaa, joskin siinä luonnollisista syistä tapahtuu myös sukupolven vaihdos.

Ilmeistä on, että tasaisesti metsikköön sijoittuva kuollut puu takaa parhaiten siitä riippuvaisten uhanalaisten eliölajien säilymisen metsikössä. Puiden tasaista jakaantumista on kuitenkin käytännössä vaikea luoda. Siksi lahoavaa puuta voitaisiin jättää metsikköön sattumanvaraisesti ryhmittäin sinne tänne, jolloin eliölajeille muodostuu lahopuiden verkosto. Nämä "lahopuusaarekkeet" turvaisivat eliölajien pysyvyyden mosaiikkimaista katastrofivaihtelua paremmin. Parhaiten kuolleen puuaineksen tarjontaan soveltuvat puuyksilöt, jotka ovat esimerkiksi oksikkuutensa puolesta heikkolaatuisia, tai jotka ovat vioittuneet esimerkiksi hankaumien tai lumenmurtojen vuoksi.

Tasaikäisen metsän uudistamiseen liittyy selvä metsäpeitteetön ja sulkeutumattoman latvuskerroksen vaihe. Tavallisesti tämä merkitsee ainakin jonkin asteista kasvupaikan tuotospotentiaalin vajaakäyttöä. Esimerkiksi kuusen uudistamisalalla latvusten sulkeutumiseen saattaa mennä 15 vuotta. Vasta sen jälkeen puusto käyttää täysin hyväkseen kasvupaikan tuotoskyvyn. Varjoasietävänä puulajina kuusentaimikon päällä voidaan hyvin kasvattaa esim. harmaaleppää tai koivua, ja korjata ylispuusto pois latvuston sulkeutumisvaiheessa. Osan näistä ylispuista voisi jättää lahoamaan pystypuina kuusikkoon.



Kuva 40. Lahoavan puuaineksen jättäminen talousmetsikköön luontuu parhaiten uudistamisvaiheeseen, jolloin pystypuiden lisäksi voidaan käyttää hyväksi hakkuutähteitä. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Päätehakkuuvaihetta pitkittäen luodaan edellytyksiä erityisesti koivun ja muiden lehtipuiden lahoamisprosessin alkuunsaattamiselle. Kiertoajan pitkittäminen ei ole kuitenkaan taloudellisesti perusteltua eikä tarkoituksenmukaista, jos metsikön uudistumisedellytykset koko ajan heikkenevät tai puusto on sairasta esim. tyvilahon tai muiden tautien vuoksi.

Äskettäin valmistuneen männyn luontaista uudistamista selvittäneen tutkimuksen mukaan siemenpuiden pitkäaikainen kasvattaminen taimikon päällä johtaa aukkoiseen ja epätasaiseen taimikkoon, jonka kehitys etenkin karuilla kasvupaikoilla on hyvin hidas. Tutkimuksessa tarkasteltiin 69 metsikössä pitkitetyn siemenpuuston kasvatuksen vaikutusta männyn taimikoiden kehitykseen. Siemenpuuston määrä vaihteli 10 - 200 runkoon hehtaarilla, mutta oli keskimäärin 75 kpl/hehtaari. Siemenpuuhakkuusta oli kulunut keskimäärin 17 vuotta, enimmillään 35 vuotta.

Ylispuuna kasvanut mänty vähensi voimakkaasti taimien määrää aina 10 metrin etäisyydelle saakka. Pituuskasvun alentuminen näkyi vielä kauempana. Siemenpuut pystyivät jopa kaksinkertaistamaan kasvunsa ennen hakkuuta vallinneeseen tilanteeseen verrattuna, mutta kasvu keskittyi lyhyeen tyvitukkiin. Johtopäätös tutkimuksesta oli, että puuntuotannon ja eliölajien monimuotoisuuden yhteensovittamisessa mahdollisten jättöpuiden ryhmittäisyys ja maaston muotoja noudatteleva vyöhykkeisyys ovat parempi vaihtoehto kuin tilajärjestykseltään tasainen ylispuusto.

Taimikkovaiheen tärkein toimenpide monimuotoisuustekijöiden edistämisessä on lehtipuiden hankkiminen havupuutaimikoihin. Sopivasta lehtipuuosuudesta on havupuille vain hyötyä. Ongelmallisinta on lehti- ja havupuiden erilaisen kehitysrytmin yhteensovittaminen. Eduksi olisi, jos lehtipuusto syntyisi taimikkoon havupuita myöhemmin, jolloin pääsisi muodostumaan tasainen latvuskerros. Siemenestä syntyvät taimet eivät muodosta vaaraa havupuille 1 - 2 metrin keskipituuden jälkeen. Tämän mittaisessa taimikossa voidaan siis jättää yhtäaikaa kasvamaan sekä havupuun taimet että siemensyntyiset koivut.

Yhtäaikaa ja ennen havupuita taimikkoon syntyvä lehtipuusto tukahduttaa ainakin männyn kehityksen, eikä sekametsän muodostuminen onnistu ilman voimakkaita taimikonhoitotoimenpiteitä. Kuusi sietää varjopuuna lehtipuiden varjostusta, mutta eri kasvurytmien vuoksi kuusi-koivutaimikosta syntyy helposti kaksijaksoinen puusto.

Mikäli nuoruusvaiheen kehitys johtaa tasaikäiseen sekametsärakenteeseen, varttuneen metsikön kasvatuksessa puulajikoostumus voidaan pitää niin puuntuotoksen kuin monimuotoisuustekijöidenkin kannalta suotuisana päätehakkuuseen saakka. Sopiva sekoitus on noin 20 % lehtipuuta runkoluvusta. Päätehakkuuikäisessä täysipuustoisessa mänty-koivu- ja kuusi-koivumetsässä tämä tarkoittaa noin 60 - 80 koivurunkoa hehtaarilla. Lehtipuiden havupuita lyhyempi elinikä johtaa siihen, että varttuneessa puustossa lahoavaa puuta syntyy ensiksi lahoavista lehtipuista, sittemmin allejääneistä havupuista.

Taimikkovaiheessa harventaminen on perusteltua sekä puuntuotannon että monimuotoisuuden vuoksi. Luontaisesti syntyneessä taimikossa kilpailun vuoksi syrjäytyneitä puita kuolee runsaasti, mutta kuolleet puut ovat pieniä. Lisäksi pääosa

kuolevista riu'uista jää pystyyn ja lahoaa hyvin hitaasti. Niiden merkitystä eliölajien esiintymiseen voidaan verrata varttuneiden puiden kuolevien oksien muodostamaan biomassaan. Ohut lahoava puuaines ei riitä säilyttämään lahopuusta riippuvaista eliölajistoa. Taimikossa tulisi olla riittävän paksuja runkomaisia kuolleita ylispuita.

Erityisesti männyn laatukehitys paranee, jos puusto pidetään nuoruusvaiheessa tiheänä. Järeyskehitys kuitenkin hidastuu ja kasvatuksen taloudellinen tulos vähenee. Liiallisen tiheyden seurauksena puiden latvus supistuu, joka voi vaikeuttaa jäljelle jäävien puiden toipumista harvennusreaktioista ja lisätä puiden lumi-, tuuli- ja myrskytuhoja.

Johtopäätös taimikkovaiheen tiheyskehityksen säätelystä on se, että eliölajien monimuotoisuuden turvaamiseksi harventaminen on järkevämpää kuin metsikön kasvattaminen alusta alkaen tiheänä.

8.2 Luonnonläheisen metsänhoidon toteutus

Metsänuudistaminen

Tavoitetaimikot

Taimikon tulee olla terve, puulajikoostumukseltaan kasvupaikalle sopiva, riittävän tasainen ja tiheä sekä hyvälaatuinen käyttämään hyväkseen kasvupaikan puuntuotoskyvyn. Jokaisella kasvupaikalla tulisi kasvattaa tuottoisimpia puulajeja ekologiset, liiketaloudelliset ja monimuotoisuustekijät huomioonottaen. Karuimpia kasvupaikkoja lukuunottamatta sekä mänty- että kuusitaimikoissa tavoitellaan sekametsärakennetta. Eliölajien säilyttäminen turvataan entisestä puustosta säilyvien jättöpuiden avulla.

Taimikon tiheys on tärkein uudistamisen onnistumista kuvaava ominaisuus. Tiheydestä riippuu puiden tekninen laatu ja se osoittaa kasvupaikan puuntuotoskyvyn hyväksikäytön asteen. Tiheystavoitteessa tähdätään parhaaseen mahdolliseen käyttöpuun (nykyisin 10 cm minimiläpimitta) tuotokseen ensiharvennusvaiheessa. Hyvä tekninen laatu on toivottu ominaisuus ennen muuta männyn ja koivun kasvatuksessa. Onnistunut luontainen uudistaminen ja kylvö luovat yleensä riittävän tiheyden hyvälaatuisen männyn kasvattamiselle. Istuttaen männikön tavoitetiheyden saavuttaminen vaatii korkeat kustannukset tai tiheyden vaikutuksen korvaamisen karsinnalla.

Männikön tavoitetiheys joudutaan määrittämään kasvupaikan mukaan porrastaen. Oksaisuus on keskeisin tekniseen laatuu vaikuttava tekijä. Parhaan u/s-sahatavaran laadun rajana pidetään 20 mm:n oksien paksuutta. Jotta oksat jäisivät tätä ohuemmiksi, alkutiheyden tulisi olla kuivahkolla kankaalla vähintään 3500 runkoa hehtaarilla ja tuoreella kankaalla 4500 runkoa hehtaarilla.Uudistusaloilla, joissa voidaan odottaa syntyvän runsaasti luontaisia taimia, voidaan käyttää pienempää viljelytiheyttä.

Kuusen viljelytaimikoiden tavoitetiheys on 1600 - 2000 tainta hehtaarilla. Kuusentaimien ohella taimikossa voi kasvaa alkuvaiheessa runsaasti luontaisia koivun ja muiden lehti- ja havupuun taimia, joita poistetaan valikoiden ensimmäisen perkauksen yhteydessä tavoitetiheyteen sovittaen.

Koivun taimikon tulee olla nuoruusvaiheessa tiheä oksien karsiutumisen nopeuttamiseksi. Tavoiteltava istutustiheys on 1600 tainta hehtaarilla.

Uudistamisalan rajaaminen

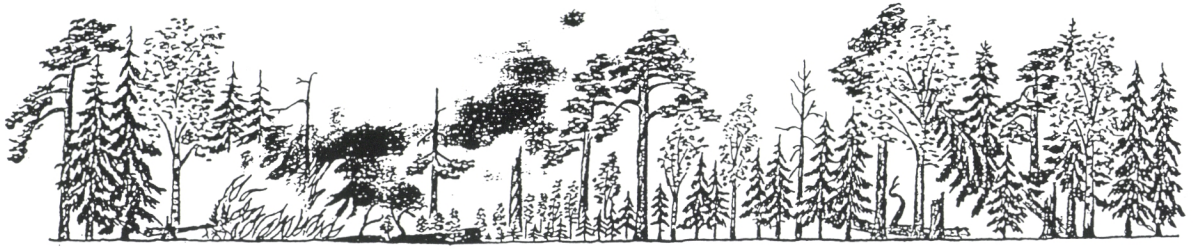
Metsän pitkäaikaisen tuotoskyvyn säilyttämiseksi on tarpeen jäljitellä metsän luontaista kiertokulkua järjestämällä metsikköön avovaihe (kuva 41). Avohakkuu jäljittelee katastrofien, kuten tulen aikaansaamaa metsän avovaihetta, joskaan sen vaikutukset eivät ole samanlaiset. Pienaukkojen ja avovaiheen luominen metsänuudistamisessa on ekologisesti perusteltavissa. Luonnonläheisyyttä tavoitellaan uudistamalla metsiä pienialaisesti, suosimalla lehtipuiden syntymistä sekä nopeuttamalla metsämaan ravinnekiertoa kevyellä maanmuokkauksella tai kulotuksella. Kulotus on käytännössä ainoa keino hankkia talousmetsiimme hiiltynyttä puuainesta ja turvata siitä riippuvaisten eliölajien säilyminen.

Uudistamishakkuuvaihtoehtoja ovat avo-, kaistale-, pienaukko-, suojuspuu- ja siemenpuuhakkuut. Vaihtoehto pinta-alapohjaiselle metsän uudistamiselle on yksin puin poiminta eli harsinta. Harsintarakenteinen metsikkö edustaa Suomen olosuhteissa uudistamisen erikoistapausta. Varsinaisesti harsinta ei ole uudistamishakkuutapa, vaan samassa metsikössä pyritään yhtä aikaa sekä kasvattamaan että uudistamaan. Harsinta sopii rajoitetusta tiettyihin metsiköihin, sen käytöstä puhutaan kasvatusmenetelmien yhteydessä.

Etelä-Suomessa metsikkökuviot ovat yleensä pieniä kasvupaikkojen pienipiirteisestä vaihtelusta ja pienehköstä metsälökoosta johtuen. Hyvin usein uudistamisalat joko rajoittuvat siemennyskelpoiseen reunametsään tai niiden lähistöllä on muuta siementävää puustoa. Metsikkökuvioiden pienialaisuus ja sijainti lisäävät kaistale- ja pienaukkohakkuiden käyttömahdollisuuksia.

Ekologisten haittavaikutusten vähentämiseksi uudistamisalat tulee rajata luontaisia kasvupaikka- ja maaperäoloja mukaillen (kuva 42). Avohakkuualan sopivimmasta koosta ei ole toistaiseksi riittävästi ekologisia perustietoja, mutta kasvupaikkojen mosaiikkivaihteluun pyrittäessä suurin yhtenäinen aukon koko voisi olla enintään 3 - 4 hehtaaria. Verhoavaa puustoa käytettäessä, suojus-, siemen-, pienaukkohakkuissa uudistamisalan koko voinee olla suurimmillaan kymmenkunta hehtaaria. Metsätyyppien luonnollisia rajoja noudatettaessa käsittelykuvioiden koko muodostuu hyvinkin erisuuruiseksi. Alueellisen monimuotoisuuden kannalta on suotavaa, että yhtenäisiä alueita uudistettaessa pienten aukkojen rinnalle syntyy myös suuria, esim. 10-20 hehtaarin uudistumisaloja. Verraten suuri aukon koko olisi kulotuksen kannalta järkevä.

LUONNONMETSÄ



Päätemetsävaihe (Kliimaksvaihe) | Tulen aiheuttama katastrofi | Pioneeripuuvaihe | Kasvu- ja kehitysvaihe | Päätemetsävaihe (Kliimaksvaihe)

TALOUSMETSÄ



Uudistamiskypsä metsä | Uudistaminen | Taimikkovaihe | Harvennukset | Päätehakkuu

Kuva 41. Talousmetsien hoitomenetelmät on johdettava luonnonmetsien kehitysrytmin perusteella säilyttäen talousmetsissä luonnonmetsien eräitä piirteitä, kuten lahoavaa puuainesta.



Kuva 42. Uudistamisalat tulee rajata maaperä- ja maasto-oloja mukaillen, jolloin metsikkökuvioista muodostuu mosaiikkimaisia ja epäsäännöllisiä. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Avohakkuualan reunaan pyritään jättämään tuulta hyvin kestävää puustoa, esimerkiksi koivu- tai mäntyryhmiä. Vesistöjen rannoille samoin kuin avosoiden ja pienvesien ympärille jätetään suojavyöhyke, jonka leveys on vähintään 20 metriä. Alarinteiden metsiköt pyritään uudistamaan ennen ylärinteitä.

Uudistamishakkuualat raivataan, jos jätepuustosta on selvää haittaa esim. luontaiselle uudistamiselle. Kulotettaessa raivausta ei tarvita, mutta hakkuutähteitä kannattaa levittää tasaisesti alueelle onnistuneen polton takaamiseksi. Kasvatuskelpoiset luontaiset taimiryhmät pyritään säilyttämään ja sulauttamaan uuden hankittavan taimikon osaksi. Vanhasta puustosta jätetään korjaamatta kookkaat lehtipuut, kuten haapa, raita, pihlaja ja koivu. Samoin hakkuissa säästetään kaikki lahopuut, pökkelöt ja kolopuut sekä siellä täällä kasvavat kookkaimmat ylispuuyksilöt sekä pensaat ja kataja. Ellei tällaisia pystypuita ole, voidaan hakkuissa jättää esimerkiksi 4 - 8 pitkää kantoa (3 - 4 m) hehtaarille. Hakkuutähteiksi hylättyjä runkopuun kappaleita kannattaa jättää lahoamaan aina 2 - 3 kuutiometrin verran hehtaarille.

Uudistamistavan ja puulajin valinta

Etusijalle uudistamisessa tulisi asettaa luontainen uudistaminen. Jako luontaiseen uudistamiseen ja metsänviljelyyn ei ole kuitenkaan enää selkeä, sillä yhä enemmän viljelyssä voidaan luottaa maanmuokkauksen ansiosta luontaiseen täydennykseen. Toisaalta luontaisen uudistamisen aloja on mahdollista täydentää istuttamalla. Kasvupaikan pienipiirteisen vaihtelun perusteella uudistamistapa voi siten olla harkinnan mukaan yhdistelmä luontaisesta uudistamisesta ja viljelystä.

Kuivahkojen ja karujen kangasmaiden männiköiden luontaiselle uudistamiselle on olemassa hyvät edellytykset. Sen sijaan viljavilla, pintakasvillisuuden ja vesakon kiusaamilla alueilla luontainen uudistaminen ei useinkaan tuota ponnisteluista huolimatta tyydyttävää tulosta. Näillä kasvupaikoilla uudistaminen onnistuu vain istuttaen.

Viljavimmat kasvupaikat, lehdot ja lehtomaiset kankaat uudistetaan useimmiten rauduskoivulle tai kuuselle. Lehdoissa menestyvät myös muut lehtipuut. Tuoreiden kankaiden metsiköt uudistetaan maalajista riippuen yleisimmin kuuselle, männylle tai rauduskoivulle. Hieskoivu sopii soistuneille ja hienojakoisille maille, joilla muiden puulajien menestyminen on epävarmaa.

Heikkotuottoiset, kasvupaikalle sopimattoman puulajin hallussa ja vailla siemennyskykyistä emopuustoa olevat metsiköt uudistetaan viljellen. Tyvilahon vaivaamissa kuusikoissa on uudistamisessa vaihdettava puulajia.

Lajittuneilla sora- ja hiekkakankailla uusi metsikkö syntyy vanhan emopuuston alle helposti alikasvoksena. Verraten yleisiä ovat männikön tai koivikon alle syntyvät alikasvoskuusikot. Taimikon vapauttaminen on tällöin kuusen kasvatukseen sopivalla kasvupaikalla ainoa tarvittava uudistamistoimenpide.

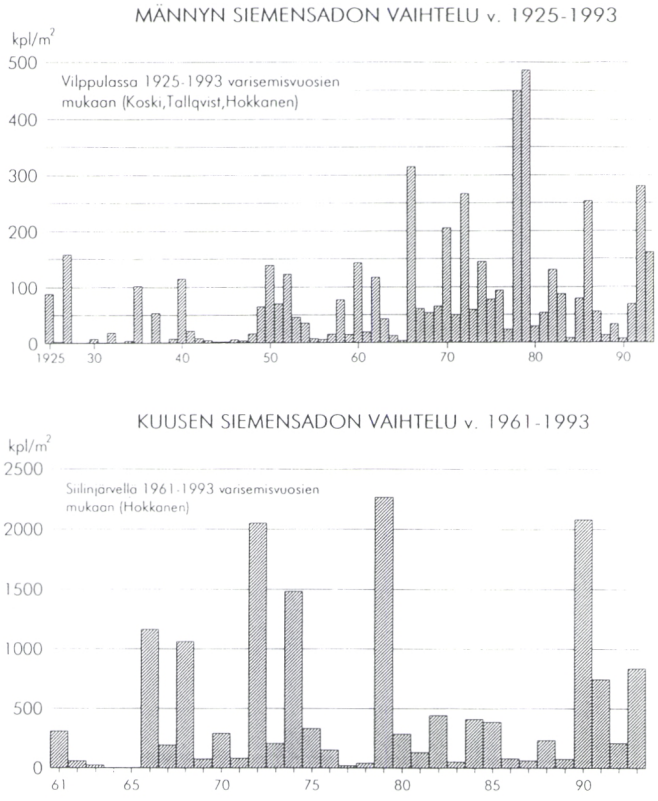
Luontainen uudistaminen

Siemensadot

Männyllä ja koivulla sekä erikoistapauksissa myös kuusella luontaisen uudistamisen onnistuminen riippuu siitä, kuinka siemenvuodet, uudistamishakkuut ja maanmuokkaus ajoittuvat keskenään. Siksi on tärkeä tietää, milloin on odotettavissa hyvä tai heikko siemenvuosi. Muokkaus tulisi ajoittaa hyvän siemenvuoden alle.

Siemenmäärä ei ole yleensä Etelä-Suomessa este luontaisen uudistamisen onnistumiselle. Rauduskoivu tuottaa siementä runsaasti lähes joka vuosi. Männyllä on Etelä-Suomessa runsas siemensato muutaman kerran kymmenessä vuodessa. Yleensä siementä valmistuu jonkin verran joka vuosi. Pohjois-Suomessa hyvät männyn siemenvuodet ovat paljon harvinaisempia. Sellainen sattuu Lapin oloissa kerran 10 - 15 vuodessa.

Pitkäaikaisten mittaussarjojen perusteella männyn keskimääräinen siemensato on kuivilla kankailla noin 20 ja kuivahkoilla kankailla 50 kpl/m^2 (ks. kuva 43). Huippuvuosina sadot ovat moninkertaisia. Riittävään taimettumiseen tarvitaan yleensä yli 100 siementä m^3. Siementuotanto on runsaimmillaan, kun runkoluku on 100 - 200 puuta hehtaarilla. Uudistamishakkuun jälkeen latvuksen palautumisreaktion vuoksi siemensato on yleensä pienimmillään, mutta se kohentuu ennalleen muutaman vuoden kuluessa.



Kuva 43. Männyn, mutta vielä enemmän kuusen vuotuisten siemensatojen välillä on hyvin suuri vaihtelu (Hokkanen 1994).

Kuusen siemensatojen vuotuinen vaihtelu on erittäin suuri. Kuusi kukkii Etelä-Suomessa 5 - 6 kertaa kymmenessä vuodessa, mutta hyvä siemensato saadaan vain kerran pari kymmenessä vuodessa. Siementuhot vähentävät olennaisesti kuusen siemenmäärää. Katovuosia voi esiintyä usein. Viimeisin kuusen siemensadon huippuvuosi oli Etelä-Suomessa 1990. Kuusikoissa toisen ja kolmannen latvuskerroksen puut yleensä tuottavat merkittävän osan siemensadosta.

Siemensatojen runsaus vaihtelee ilmaston mukaisesti. Suurin merkitys on kukkimista edeltävien kasvukausien lämpötilalla, erityisesti Lapin oloissa. Myös puiden oma sisäinen rytmi sekä metsikön ominaisuudet vaikuttavat siemensatojen kertaantumiseen. Kuusella on erittäin harvoin hyvä siemensato kahtena vuotena peräkkäin.

Kuusen ja männyn siemensatoa voidaan ennustaa kukintaa ja käpyjen muodostumista tarkkailemalla. Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetään parhaillaan siemensadon tarkkailumetsissä tehtäviin hede- ja emikukka- sekä käpyhavaintoihin perustuvaa siemensadon ennustepalvelua. Emikukkien perusteella alkuvuodesta tehtävässä männyn siemensadon ennusteessa tiedetään, kuinka paljon siementä varisee 1,5 vuoden kuluttua ja silmunäytteiden perusteella kuinka paljon 2,5 vuoden kuluttua

keväällä. Kuusella ennuste voidaan saada 1 - 1,5 vuotta aiemmin kuin siemen varisee. Riittävän sadon toteamiseksi tarvitaan vielä itävyyden ja tuholaisten selvittämistä.

Säätunnuksien avulla siemensatoennuste saadaan useita kuukausia aikaisemmin kuin kukintaa tarkkailemalla. Kukkimisrunsaus riippuu voimakkaasti edellisen kasvukauden säästä. Pitkäaikaisten siemensatosarjojen avulla onkin kehitetty kasvukausien lämpötilaan perustuva kuusen ja männyn siemensatojen ennustemalli. Mallin käyttöön liittyy runsaasti epävarmuutta, mutta sillä voidaan kuitenkin yleensä ajoittaa hyvät ja huonot siemenvuodet oikein. Varhainen ennuste antaa parhaiten aikaa uudistamisen suunnittelulle.

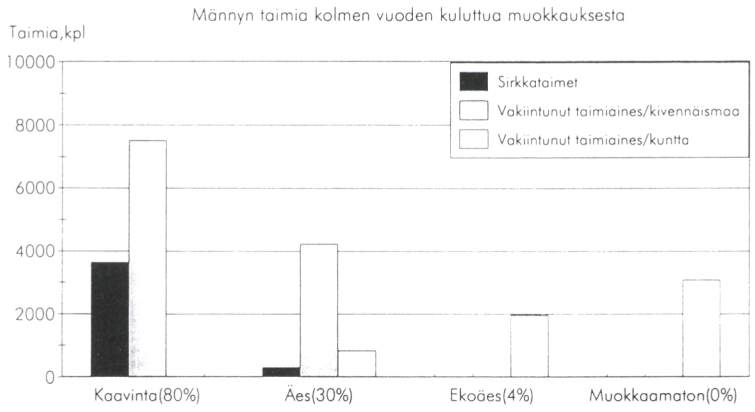
Taimettuminen

Vaikeimman esteen luontaisen uudistamisen onnistumiselle muodostaa maanpinnan taimettumiskunto. Siemen vaatii itääkseen keskeytymätöntä, tasaista kosteutta ja riittävän lämpötilan. Sekä männyn että kuusen siemen alkaa itää jo 6 - 7 °C lämpötilassa, mutta parhain itämislämpötila on 15 - 20 °C. Koivun siemen tarvitsee itääkseen havupuita korkeamman lämpötilan. Humus- ja sammalkerroksessa itämisolot muodostuvat ääreviksi. Poutajaksona humus- ja sammalkerros kuivuu nopeasti estäen itämisen ja sirkkataimien kehityksen. Mitä paksumpi humuskerros on, sitä heikompi on männyn luontainen uudistamistulos.

Sammalen ja humuskerroksen poisto tavalla tai toisella edistää taimettumista. Kivennäismaa lämpiää paremmin kuin humus. Taimien vedensaanti on kivennäismaassa turvatumpaa myös poutakausina. Rinteillä auringon paahde voi kuitenkin tappaa sirkkataimet. Viljavilla kasvupaikoilla vuorostaan pintakasvillisuuden nopea kehitys estää usein luontaisten taimien syntymisen.

Maanmuokkaus parantaa huomattavasti maanpinnan taimettumiskuntoa (kuva 44). Muokatussa maanpinnassa luontaisia männyn taimia syntyy 5 - 10 kertaa enemmän kuin muokkaamattomassa maanpinnassa. Riittävä uudistamistulos saavutetaan tuoreiden kankaiden männikön uudistamisessa, jos paljastetun kivennäismaan osuus nousee 25 - 35 %:iin. Tätä laaja-alaisempi maanpinnan rikkominen vaurioittaa siemenpuiden juuristoja. Maanmuokkausmenetelmäksi riittää äestys. Lievä maanpinnan laikuttaminen esim. ketjulaikkureilla sopii suotuisiin oloihin, lajittuneille maalajeille, joilla mänty uudistuu muutenkin helposti. Kulostusta tulisi kehittää myös siemenpuumetsiköiden maanvalmistukseen.

Muokkausjälki säilyy paljaana Etelä-Suomen tuoreilla kankailla 3 - 4 vuotta. Tämä yleensä riittää hyvän siemenvuoden sattumiselle. Maanmuokkauksen ansiosta männyn luontainen uudistaminen voidaan ulottaa kuivahkoilta kankailta karkearakeisille tuoreiden kankaiden kasvupaikoille. Hienoja lajitteita sisältävillä maalajeilla rouste voi nostaa taimia muokkausjäljessä ja estää siten taimettumisen.



Kuva 44. Maanmuokkauksella paljastetun kivennäismaan osuus heijastuu erittäin selvästi uusien taimien syntymiseen luontaisessa uudistamisessa. Lievästi rikottuun humuskerrokseen (ekoäestys) uusia taimia ei juurikaan synny. Koealue Pohjois-Karjalan Pyhäselässä, tuore kangas, siemenpuuhakkuu (n. 100 runkoa/hehtaari) kevättalvella 1987, maanmuokkaus kesällä 1988.

Hakkuutähteet suojaavat taimia kuivumiselta ja paahteelta. Toisaalta ne muodostavat helposti taimien kasvulle mekaanisen esteen. Yleensä pienet taimet hyötyvät alkukehityksessään hakkuutähteistä, mutta suurille taimille niistä on haittaa. Hakkuutähteet heikentävät taimettumista ja estävät siemenen pääsyn kivennäismaan pintaan, ellei kivennäismaata avata maanmuokkauksella pintakerroksen alta. Eliölajien säilymisen kannalta osa hakkuutähteistä on tärkeä jättää uudistamisalalle, mutta niiden tulisi olla levällään tasaisesti.

Männyn ja koivun luontainen uudistaminen

Männyn ja koivun luontaisen uudistamisen menetelmiä ovat siemenpuu- ja kaistalehakkuu. Siemenpuuhakkuussa jätetään 50 - 150 tervettä, hyvälaatuista ja siemennyskykyistä valtapuuta hehtaarille. Kuivahkoilla kankailla suotuisissa oloissa, jos maan taimettumiskunnosta huolehditaan, siemenpuiksi riittää 30 - 50 runkoa. Viljavilla kasvupaikoilla siemenpuita tarvitaan enemmän kuin kuivahkoilla ja karuilla kankailla. Mäntysiemenpuiden sekaan jätetään useita koivurunkoja, jos niitä on saatavilla kasvavasta puustosta. Myös muut kookkaat lehtipuut säilytetään.

Siemenpuumäärään vaikuttaa myös myrskyalttius. Aiemmin tiheänä kasvanutta metsää ei ole syytä saattaa yhdellä hakkuukerralla kovin harvaksi. Tuulenkaatojen esiintyminen ja yleisyys riippuvat myös ympäröivästä metsästä ja uudistamisalan maastomuodoista.

Jos uudistettavan alueen ympärillä on siemennyskykyistä puustoa, voidaan ryhtyä kaistalehakkuuseen. Havupuiden siemenet leviävät jopa yli 100 metrin päähän reunametsästä. Tehokas taimettumisetäisyys on kuitenkin 35 - 50 metriä. Reunametsän etäisyyden ylittäessä 65 m, taimia esiintyy enää hyvin vähän. Varjostuksen ja

juuristokilpailun vuoksi aivan reunametsän vierelle noin 10 metrin matkalle taimia syntyy myös vähän. Siementymisen takaamiseksi sopiva kaista on noin 50 metrin levyinen. Kangasmaiden kaistaleilla tarvitaan tehostettu maanmuokkaus. Avonaiseksi hakatun alueen pintakasvillisuus rehevöityy paljon nopeammin kuin siemenpuuston alla varjostuksessa kehittyvä pintakasvillisuus.

Siemenpuut tulee poistaa heti taimettumisen tapahduttua. Useimmiten siemenpuita tarvitaan uudistamisalalla 5 -7 vuotta. Siemenpuut poistetaan yhdellä hakkuulla (kuva 45). Tiheä siemenpuusto kannattaa poistaa kuitenkin kahdessa vaiheessa. Viimeiset siemenpuut korjataan ennen kuin taimet saavuttavat metrin pituuden, jotta taimivaurioilta vältytään. Eliölajien monimuotoisuuden vuoksi muutama runko voidaan jättää pystyyn tai kaataa maatumaan maahan. Jättöpuiksi valitaan heikkolaatuisimmat tai muuten myytäväksi kelpaamattomat puut.

Rauduskoivun luontaisesta uudistamisesta on toistaiseksi vähän laajamittaista kokemusta. Havupuiden viljelyalojen taimettumisen perusteella muokatuille uudistamisaloille saadaan helposti siemensyntyinen koivusekoitus. Parhaimmat tulokset on saatu tuoreilla kankailla, joiden maalajina on keskikarkea moreeni. Ilman kivennäismaan paljastamista koivun luontainen uudistaminen ei onnistu tyydyttävästi. Muokkaus tulisi tehdä heinäkuussa, juuri ennen siemenen varisemista. Koivun kasvupaikat ovat viljavia, joilla tarvitaan tehokas muokkaus pintakasvillisuuden kehityksen rajoittamiseksi. Toisaalta koivun siemen on vararavinnon vähäisyyden vuoksi erityisen herkkä kuivumaan. Siemenen tulee päästä heti kivennäismaahan itämään.



Kuva 45. Männyn luontainen uudistaminen vaatii usein siemenpuiden pitämistä 5-7 vuoden ajan taimikon päällä. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Siemenpuita tarvitaan vain 10 - 20 hehtaarille. Koska koivun siemen lentää hyvin, kaistalehakkuussa etäisyys reunametsään saa olla jopa 100 metriä. Siemenpuut poistetaan heti taimettumisen tapahduttua. Muutama puu voidaan jättää pystyyn maisemallisista monimuotoisuussyistä.

Rämeiden uudistamisessa selviydytään useimmiten taimiaineksen vapauttamisella tai luontaisella uudistamisella. Rämeillä esiintyy usein vaihtuvaa taimiainesta. Sen kehityksen edistämiseksi tehdään ylispuuhakkuu. Jos taimiainesta ei ole riittävästi, rämemännikkö uudistetaan siemenpuuhakkuulla. Siemenpuita tarvitaan 30 - 50 hehtaarille.

Kuusen luontainen uudistaminen

Kuusen luontainen uudistaminen on osoittautunut selvästi epävarmemmaksi kuin männyn luontainen uudistaminen. Kuusen luontaisten taimien syntyminen vaatii paitsi alikasvoskuusen raivauksen myös emopuuston varjoa ja suojaa. Kuusen suojuspuuhakkuuseen kannattaa ryhtyä vain silloin, kun aukkojen perusteella voidaan havaita selviä taimiryhmiä tai yhtenäistä taimiainesta päällyspuuston alla. Kokemus osoittaa, että taimettumista tapahtuu hyvin vain, jos maan taimettumiskunto on luontaisesti suotuisa. Luontaisesti syntyneet taimikot jäävät usein ryhmittäisiksi. Korjuussa poistettujen kookkaiden emopuiden jättämät aukot metsittyvät hitaasti. Juuristovaurioiden vuoksi maanmuokkaus on vaikea toteuttaa kuusikoissa.

Luontainen uudistaminen aloitetaan suojuspuuhakkuuna. Ensivaiheessa uudistamisalalle jätetään 200 - 300 puuta hehtaarille. Emopuusto poistetaan yhdessä tai kahdessa hakkuussa 15 - 20 vuoden kuluessa.

Pienaukkoja muodostamalla kuusikon luontaisessa uudistamisessa on mahdollista jouduttaa taimettumista maan muokkaamisella. Varjopuuna pienialaiset aukot (20 - 50 metriä halkaisijaltaan) soveltuvat kuuselle, joskaan kokemusta tästä jo pitkään tunnetusta menetelmästä ei ole vielä toistaiseksi riittävästi sen laaja-alaiseen soveltamiseen.

Kuusen luontaista uudistamista rajoittaa myös tyvilahoa aiheuttavan juurikäävän esiintyminen. Juurikäävän vaivaama kasvupaikka vaatii puulajin vaihdon ja kulotuksen. Taimettumisen esteenä voi olla myös kasvupaikan sammaloituminen, joka vaatii puulajin vaihdon.

Korpimetsien uudistamisessa suojuspuuhakkuu on yleinen. Suojuspuita jätetään noin 150 hehtaarille. Kuusen lisäksi suojuspuustossa voi olla sekapuuna mäntyä ja koivua.

Kapeiden, viljavien korpijuottien sekä tuoreiden ja sitä viljavampien kankaiden uudistamismenetelmänä voidaan käyttää kaistalehakkuuta. Viljavilla kangasmaakohteilla kivennäismaata on kuitenkin paljastettava laaja-alaisesti. Kaistaleen leveys voi olla 40 - 50 metriä. Korpimetsissä kaistaleille syntyvä hieskoivu suojaa kuusentaimia hallalta, mutta liian runsaana esiintyessään tukahduttaa kuusentaimia.

Metsänviljely

Männyn kylvö ja istutus

Männyn viljelyssä etusijalla on kylvö. Kylvö soveltuu kuivahkoille ja karuille kankaille, jos luontaiselle uudistamiselle ei ole edellytyksiä. Männyn istutusta käytetään vain lähinnä tuoreilla kankailla, missä kylvölle ja luontaiselle uudistamiselle ei ole maalajin tai pintakasvillisuuden kehityksen vuoksi riittäviä edellytyksiä, eikä kuusta tai koivua voida siellä uudistaa.

Männyn kylvöstä on suhteellisen runsaasti käytännön kokemuksia ja tutkimustuloksia. Kulotukseen yhdistettynä metsänviljelyn alkuaikoina 30 - 40 vuotta sitten kylvämällä saatiin miltei poikkeuksetta hyviä taimikoita. Epäonnistumisia sattui väärän kasvupaikkavalinnan, siemenalkuperän tai jälkihoidon laiminlyönnin seurauksena.

Kylvö yhdistetään maanmuokkaukseen tai kulotukseen. Kulottaa voidaan vain harvoin, vaikka se olisi suositeltavaa. Muokkaamattomaan maahan, humuskerrokseen tai pienlaikkuun tehty kylvö tavallisesti epäonnistuu.

Vertailevien metsänviljelykokeiden tulokset osoittavat, että männyn kylvön tulos jää 10 - 20 % heikommaksi kuin istutuksen tulos (kuva 46). Ero voidaan kuroa umpeen kylvämällä tiheään. Kylvö tulee tehdä paljastettuun kivennäismaahan. Itämiselle suotuisana keväänä kivennäismaan kohoumille tehty kylvö onnistuu hyvin. Parhain kylvöaika on alkukevät toukokuusta kesäkuun puoliväliin, jolloin kosteutta on riittävästi. Heinäkuussa tai sitä myöhemmin kylvettäessä taimet eivät ehdi karaistua ennen talven tuloa.



Kuva 46. Paljastettuun kivennäismaahan tehty männyn kylvö onnistuu routimattomilla maalajeilla yleensä hyvin. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Itämisen jälkeen kylvötaimien alkukehitystä uhkaa eniten pintakasvillisuus. Hienojakoisille, routiville maille kylvö ei sovi. Tavallisin maanmuokkausmenetelmä kylvön yhteydessä on äestys. Suositeltavin on suunnattu hajakylvö, johon siemeniä tarvitaan 300 - 400 g hehtaarille. Siemenet peitetään kevyesti kivennäismaalla.

Mänty istutetaan paljastettuun kivennäismaahan. Etusijalla ovat pienikokoiset paakkutaimet, joita voidaan istuttaa siedettävin kustannuksin riittävän tiheään. Vain sellaisia paakkuja tulisi käyttää, joissa juuriston esteetön kehitys on turvattu. Mikäli runsasta luontaista täydentävää siemennystä ei voida odottaa, istutustiheys tulisi olla 3500 - 4000 tainta hehtaarilla, jolloin vältytään mahdollisilta täydennysistutuksilta. Tähän päästään käyttämällä pienikokoisia, halpoja taimia ja muokkaamalla uudistamisala riittävän laaja-alaisesti. Voimakkaasti heinittyvillä kohteilla tulisi käyttää koulittuja paljasjuuritaimia.

Istutustaimia vaivaa usein tyvilenkous. Väärä taimien kasvatustapa tai väkivaltainen istutus voivat aiheuttaa juuristovaurioita ja -epämuodostumia, jonka seurauksena puulle muodostuu tyvimutka. Tyvimutkien esiintyminen on istutusmänniköissä huomioonotettava asia. Eniten tyvilenkoudesta kärsivät paljasjuuritaimilla perustetut männiköt. Suurimmillaan tyvilenkoja puita voi esiintyä ensiharvennusvaiheessa 10 - 20 %. Tyvilenkouden välttämiseksi on valittava hyvälaatuiset taimet ja istutustyö on tehtävä huolella.

Kylvössä alkutiheyden nostaminen aina yli 5000 kylvöpisteeseen on helppoa, eikä olennaisia lisäkustannuksia synny. Kylvötaimikoissa tiheys vaikuttaa oksien kehitykseen kahdella tavalla: taimikon tiheys kylvöpisteiden määrän mukaisesti ja taimien määrä kylvötuppaissa. Inventoinnit osoittavat, että luontaisesti kehittyessään noin puolessa kylvöpisteistä on vain yksi taimi, kahden taimen tuppaita on 30 %, kolmen taimen tuppaita 10 % ja useamman taimen tuppaita loput. Kahden taimen tuppaissa rungot lenkoutuvat helposti aikaa myöten ja latvusto kehittyy toispuoleiseksi. Useamman taimen tuppaissa kasvaa yleensä yksi taimi valtataimeksi ja se kehittyy tekniseltä laadultaan moitteettomaksi.

Kuusen ja koivun viljely

Kuusi ja koivu viljellään yleensä istuttaen. Hitaan alkukehityksen ja heikon viljelytuloksen vuoksi kuusen ja koivun kylvöä ei voida suositella uudistamismenetelmäksi niille soveltuvilla, tavallisesti runsaasti heinittyvillä uudistuskohteilla.

Sekä kuusen että koivun istutusalueet muokataan. Kangasmailla käytetään laikkumätästystä, kosteilla paikoilla kuusella ojitusmätästystä. Uudistamista haittaava puusto raivataan, mutta kuusen viljelyaloilla on usein tarpeen jättää verhopuustoa suojaamaan taimia hallavaurioilta. Rauduskoivua ei ole syytä istuttaa vettyville maille ja turvemaille, eikä hirvien suosimille alueille.

Juromisesta huolimatta kookkaat paljasjuuriset kuusen taimet ovat istutustaimina suositeltavia. Ne selviytyvät vankkoina pintakasvillisuuden kilpailusta, eivätkä tukehdu helpolla syksyllä lakoutuvan heinän alle. Kuusen paakkutaimia voidaan käyttää hitaasti heinittyvillä mailla. Tavallisin istutusaika on kevät, mutta routimattomilla

mailla kuusta voi istuttaa myös syksyllä. Viljelytiheys voidaan mitoittaa odotettavissa olevan luontaisen taimiaineksen pohjalta. Suositeltava tiheys on 1600 - 2000 tainta hehtaarilla.

Koivun istutuksessa taimilaji ja -koko valitaan kasvupaikan heinittymiskehityksen perusteella. Etusijalla ovat paljasjuuritaimet. Pienten koivun paakkutaimien juurten kasvu ympäröivään maahan on osoittautunut hitaaksi. Pituuskasvu ja lehdet ovat jääneet alkuvuosina pieniksi. Tämän vuoksi koivun viljelyssä paljasjuuritaimet ovat toistaiseksi suositeltavimpia. Muilla kotimaisilla puulajeilla alkukehityksen viivästymistä paakkutaimi-istutuksissa ei ole havaittu. Paakkutaimilla on tärkeää se, että kasvatustiheys, paakun koko ja kasvatusaika taimitarhalla mitoitetaan oikein sopusuhtaisten ja juuristoltaan moitteettomien taimien tuottamiseksi.

Taimikon varhaishoito

Uudistamisalan heinittymistä torjutaan jo ennakolta maanmuokkauksella. Viljavilla kasvupaikoilla voimakkaasta heinänkasvusta on kuitenkin aina haittaa taimille 2 - 4 vuoden ajan viljelystä. Heinäntorjuntatarve on syytä arvioida vuosittain.

Mekaaninen heinäntorjunta on etusijalla. Tehokkain torjunta-ajankohta on keskikesä, juhannuksen tienoilla. Uudelleen heinää kannattaa niittää tai polkea taimien ympäriltä syksyllä, jolloin voidaan välttää taimien jääminen kuloutuvan heinän alle. Kemiallinen torjunta on kustannuksiltaan alhaisempi ja vaikutusajaltaan pitempikestoinen menetelmä kuin mekaaninen torjunta. Ympäristösyistä kemiallisia aineita ei kuitenkaan suositella. Heinäntorjuntaa on kokeiltu myös paperi- ja pahvilevyillä. Niiden käytöstä ei ole vielä riittävästi kokemusta laajamittaiseen käyttöön suosittelemiseksi.

Uudistamisalan täydennysviljelyyn kannattaa ryhtyä vain poikkeustapauksessa. Täydennysviljelyä tulee harkita, jos uudistamistulos on hyvin epätasainen ja huono, eikä luontaista täydennystä ole odotettavissa. Yleensä täydentäminen ei ole johtanut tyydyttävään tulokseen ja se on kallista ja hankalaa työtä. Ilmeisesti täydennystä vaativat laikut on keskimääräistä vaikeampia uudistaa.

Joskus taimikko saatetaan joutua kokonaan uudelleenviljelemään. Uudelleenviljely on tehtävä, jos kasvatuskelpoisten taimien määrä laskee alle 600 kpl hehtaarilla. Uudelleenviljely on aina harkittava tarkkaan tapauskohtaisesti ja pyrittävä selvittämään epäonnistumisen syy uusia toimenpiteitä varten.

Metsikön kasvatus

Taimikon perkaus ja harvennus

Vesakon uhkaamat taimikot on ajoissa perattava. Peratusta taimikosta kehittyy arvokkaampi metsikkö kuin hoitamattomasta. Perkauksessa poistetaan kasvatettavan pääpuulajin taimia haittaavat, kasvupaikalle sopimattomat tai muuten vähäarvoiset puut. Kyseessä ovat yleensä vesasyntyiset haavan, koivun ja lepän taimet ja pihlaja.

Mäntyvaltaisissa sekataimikoissa tuoreilla kankailla perkaustarvetta on tavallisesti 1 - 2 metrin pituusvaiheessa. Koivun osuus ei saisi kuitenkaan nousta yli 20 %:n ja havupuutaimille tulisi antaa alussa vähintään 1 -1,5 metrin pituusetumatka.

Perkauksen yhteydessä taimikkoa ei yleensä harvenneta. Taimikon harvennus tähtää kasvatettavan pääpuulajin ylitiheyden poistamiseen ja jäljelle jätettävien puiden järeyskehityksen jouduttamiseen. Luontaisesti syntyneissä taimikoissa joudutaan kuitenkin lähes aina tekemään perkauksen lisäksi harvennus. Viljelytaimikoissa harvennusta tarvitaan ennen muuta kylvömänniköissä, mutta myös männyn ja kuusen istutusaloilla, joihin on tullut runsaasti luontaisia taimia.

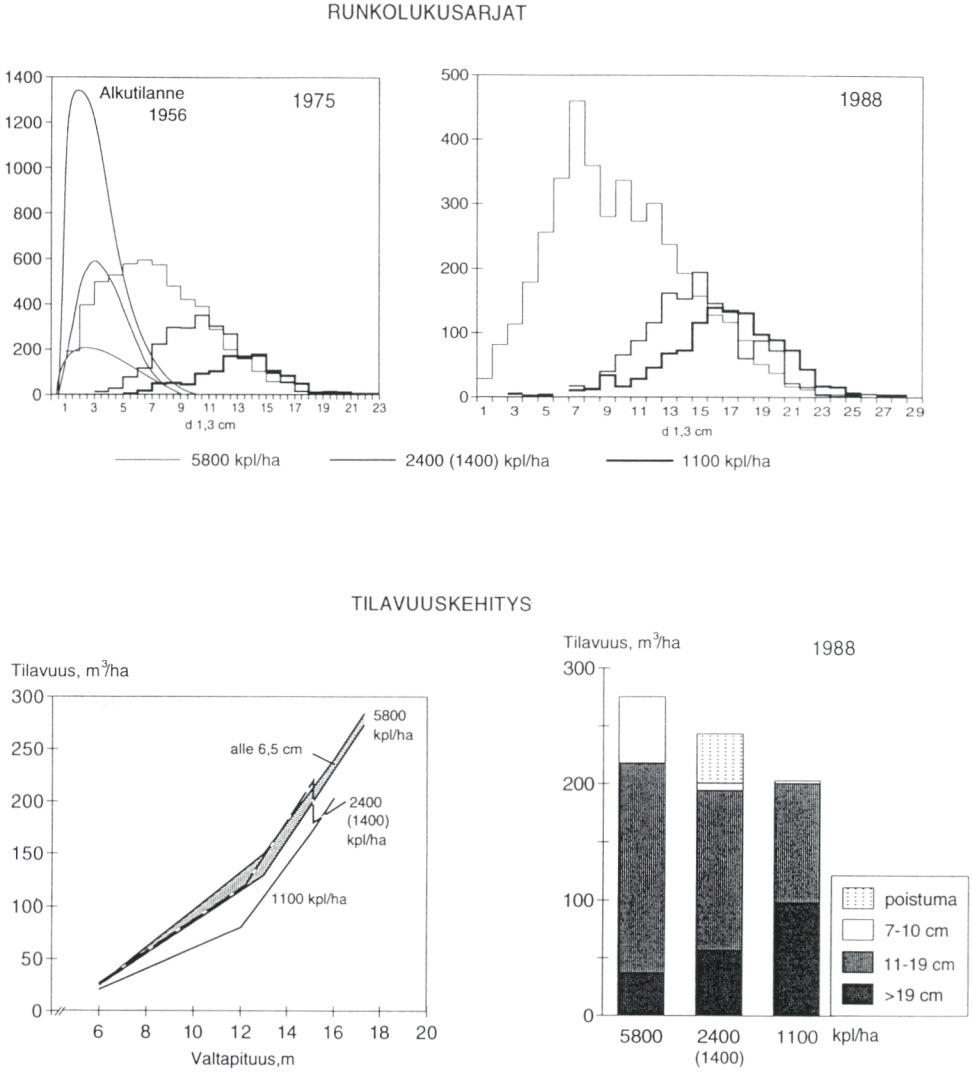
Perkaus ja harvennus tehdään metsikössä parhaiden puiden hyväksi, riippumatta siitä, ovatko ne syntyneet luontaisesti vai viljellen. Sekametsärakennetta suositaan. Koivu-, pihlaja- raita- ja leppäryhmiä tulee jättää erityisesti sellaisiin aukkopaikkoihin, joissa ne eivät uhkaa pääpuulajien kehitystä. Tavoite on turvata muutamien näiden puulajien yksilöiden varttuminen päätehakkuuvaiheeseen, jolloin ne jäisivät jättöpuiksi monimuotoisuuden jatkuvuuden säilyttämiseksi.

Kuusen taimikoissa perkaus on verhopuuston harvennusta. Runsaasti vesottuvissa taimikoissa perkausta tarvitaan aikaisin. Toistaiseksi on vähän kokemuksia siitä, mikä on suotuisin ajankohta kuusisekametsän rakentamiselle. Perkaus voitaneen tehdä vasta kuusikon 3 - 4 metrin pituusvaiheessa, jolloin taimikkoon jätetään 1600 - 2000 runkoa hehtaarille. Koivun osuus saa olla 20 - 40 %, koska kuusi sietää varjopuuna hyvin varjostusta. Koivun taimikkoon jätetään 1400 - 1600 runkoa hehtaarille ja harvennus tehdään 5 - 6 metrin pituusvaiheessa.

Harvennus suunnitellaan tulevaa ensiharvennusta silmälläpitäen. Tavoitteena on, että ensiharvennuksessa kaikki rungot täyttäisivät käyttöpuun mitat ja ensiharvennus olisi riittävän myöhäinen. Aikaista harventumista koetetaan välttää, jotta erityisesti männyn laatukehitys saataisiin hyväksi.

Männyntaimikon myöhempää hoitotarvetta säätelevät järeyden ja teknisen laadun kehitystä koskevat tavoitteet, jos perkaustarvetta ei ole. Mitä myöhäisemmäksi harvennus voidaan lykätä sitä enemmän alimpien oksien kehitys hidastuu ja niiden kuoleminen pääsee alkuun. Aikainen harvennus nopeuttaa järeyskehitystä ja parantaa tulevan ensiharvennuksen kannattavuutta.

Pysyvien kestokoealojen tulokset viittaavat siihen, että kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla tiheän männyn luonnontaimikon harvennus voidaan lykätä ainakin 6 -7 metrin valtapituuteen. Vielä tässä kehitysvaiheessa harvennustiheys 2000 -2400 kpl/ha takaa sen, että kaikki puut ylittävät ensiharvennuksessa, 12 - 14 metrin valtapituudessa käyttöpuun (6,5 cm) minimirajan. Tässä tiheydessä kasvavan männikön ensiharvennus on ajankohtainen 14 - 15 metrin valtapituusvaiheessa. Harventaminen tiheyteen 1000 - 1100 runkoa hehtaarille aiheuttaa 40 - 45 m^3/ha tuotostappion, joskin ensiharvennus voidaan tällöin siirtää aina 16 metrin valtapituusvaiheeseen (kuva 47). Jos käyttöpuun raja nousee nykyiseen 10 cm:iin, taimikon harvennustiheys tulee olla 1600 - 1800 runkoa hehtaarilla.



Kuva 47. Metsikkötunnusten kehitys yhden Metsäntutkimuslaitoksen vanhimman männyntaimikon harvennuskokeen mukaan Punkaharjulla. Kuivahkon kankaan luontainen männikkö harvennettiin 18 vuoden ikäisenä vuonna 1956 kahteen eri tiheyteen (alkutiheys n. 9000 runkoa hehtaarilla), jonka jälkeen metsiköiden kehitystä on seurattu puu puulta yli 30 vuoden ajan. Vuonna 1984 tiheysasento 2400 kpl/ha harvennettiin tiheyteen 1400 kpl/ha. Kokonaispuutuotoksen ja järeyskehityksen kannalta edullisin harvennustiheys on 2400 runkoa hehtaarilla. Ilman harventamista kasvattaminen antaa parhaan kokonaistilavuuden, mutta merkitsee n. 10 -15 % luonnonpoistuman osuutta ja ensisijassa hyvin pieniläpimittaisten puiden harvennuskertymää (Parviainen 1978, 1988).

Männyn kylvötuppaat tulisi pyrkiä harventamaan yhden taimen asentoon viimeistään 4 - 5 metrin pituusvaiheessa. Pituusvaihtelultaan hyvin epätasaisissa taimikoissa tarvitaan joskun hoitotoimenpiteiden yhteydessä tasaamista. Se tarkoittaa isokokoisimpien, karkeaoksaisten ja teknisesti huonolaatuisten puuyksilöiden poistamista. Ennen muuta poistettaviksi joutavat ns. susipuut. Aukkopaikoissa kasvavia susipuita ei kuitenkaan kannata poistaa, vaan ne on järkevä säilyttää jättöpuiksi. Geneettisesti hyvälaatuisia, muita voimakkaammin kasvavia yksilöitä ei tule myöskään poistaa.

Ensiharvennus

Metsikön ensiharvennukseen ryhdytään, kun puiden alaoksat ovat kuolleet tyvitukin pituudelta ja elävä latvus voidaan vielä säilyttää riittävän elinvoimaisena toipumaan harvennusreaktiosta. Kannattavan ensiharvennuksen kertymä tulisi olla 40 - 50 m^3 hehtaarilla. Jos taimikonhoito on tehty myöhään, ensiharvennus on ajankohtainen sekä männikössä että kuusikossa 13 - 15 metrin valtapituudessa. Puiden elävä latvus ei saisi supistua männikössä alle 40 %, koivikossa alle 50 % ja kuusikossa alle 60 % puun pituudesta.

Ensiharvennus tehdään valikoiden. Poistettaviksi valitaan allejääviä, heikoimpia puuyksilöitä, mutta tarvittaessa kannattaa poistaa myös metsikön kookkaimpia, heikkolaatuisia puita (kuva 48). Tavoitteena on kehityskelpoisimpien ja laadultaan parhaimpien puiden suosiminen. Huolta on pidettävä siitä, että metsikköä ei harvenneta liian väljäksi. Harvennusmallien puuston pohjapinta-ala tai runkolukutavoite on säilytettävä. Varttuneet lehtipuut kuten pihlaja ja raita pyritään säilyttämään, sekametsissä pidetään taimikoiden lehtipuusekoitustavoite.

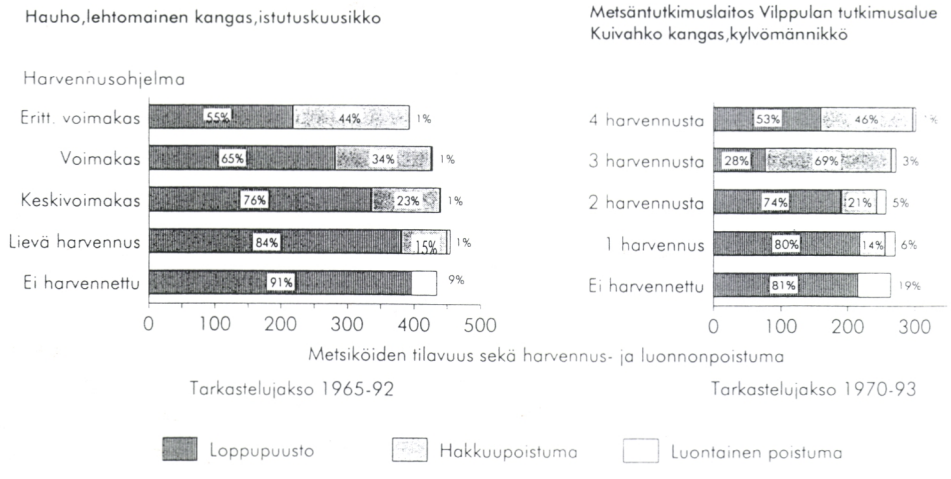


Kuva 48. Ensiharvennukset ovat tärkeä hoitovaihe niin puuntuotoksen kuin metsikön monimuotoisuuden parantamiseksi. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

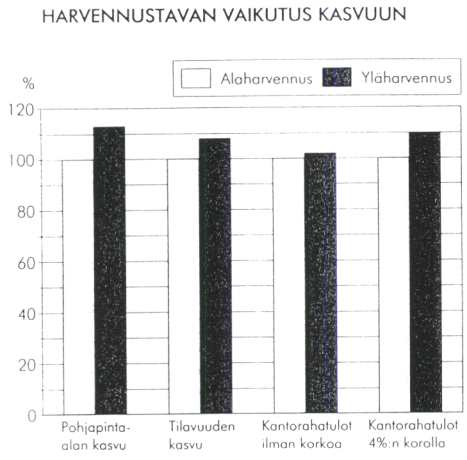
Varttuneen metsän harvennus

Riittävä puusto turvataan harvennusmallien suositusarvojen mukaisesti. Tällöin ei ole vaaraa siitä, että puustoa harvennettaisiin liiaksi ja metsikkö joutuisi vajaapuustoiseksi. Harvennuskertojen suhteen on runsaasti joustoa, taloudellinen harvennuskertymä puoltaa kuitenkin vain muutamia harvennuksia ennen uudistamisvaihetta. Lahopuun muodostuminen voidaan turvata jättämällä eri harvennuskerroilla korjaamatta sairaat, vioittuneet tai pystyyn kuolleet havu- ja lehtipuut. Muutama runko jää kuolemaan metsikköön lähes aina harvennusten jälkeen korjuuvaurioiden ja toipumisreaktioiden vuoksi, vaikka noudatettaisiin kuinka lievää tai intensiivistä kasvatusohjelmaa tahansa (kuva 49).

Harvennustapa on valikoiva harvennus. Uusimmat tutkimustulokset osoittavat, että harvennustavalla ei ole ratkaisevaa merkitystä puuston kasvuun, jos puuston määrää vain ei lasketa liian alhaiseksi (kuva 50). Alaharvennusperiaate, heikoimpien ja heikkolaatuisimpien, allejääneiden puiden poistaminen on kuitenkin suositeltava ohje. Yläharvennusta voidaan soveltaa erityisesti silloin, kun halutaan suosia tasaisesti kehittyvän parhaimman puuston kasvua. Yläharvennuksessa poistetaan parhaimman valtapuuston kasvua haittaavia valtapuita ja lisävaltapuita. Yläharvennuksen toteutus merkitsee hyviä hakkuutuloja, mutta johtaa myöhemmin pienempään järeän puun hakkuukertymään ja mahdollisesti pitempään kiertoaikaan, jos päätehakkuu mitoitetaan järeyden perusteella.



Kuva 49. Kuolevia puita esiintyy yleensä aina muutama prosentti puuston määärästä myös harvennetuissa metsiköissä korjuuvaurioiden, lumen aiheuttamien latvatuhojen tai muiden satunnaisten tuhojen vuoksi. Ohessa kaksi esimerkkiä luonnonpoistuman esiintymisestä pitkäaikaisissa harvennuskokeissa.



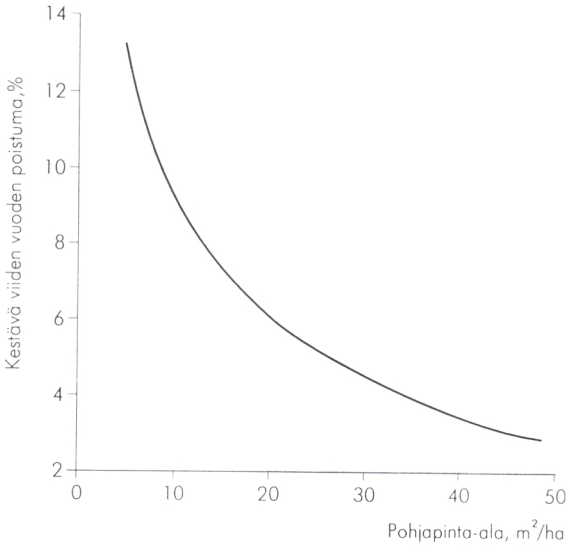
Kuva 50. Ylä- ja alaharvennuksen välinen ero verrattuna männikön koealoilla 25 vuoden aikana Etelä-Suomessa. Yläharvennus lisää tilavuuden kasvua 8 % ja antaa 4 % korkokannalla laskettuna noin 10 % korkeammat kantorahatulot (Mielikäinen & Valkonen 1991).

Eri-ikäisrakenteinen metsä

Eri-ikäisrakenteista metsää pyritään uudistamaan ja kasvattamaan samanaikaisesti. Varsinaista uudistamisvaihetta ei voida erottaa. Metsä pysyy jatkuvasti jokseenkin sulkeutuneena, mutta uudistamisen nopeuttamiseksi puustoa on harvennettava niin, että se ei useinkaan kykene hyödyntämään täysimääräisesti kasvupaikan puuntuotoskykyä. Eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatuksessa ei päästä samaan taloudelliseen tulokseen kuin tasaikäisessä metsässä.

Toistaiseksi eri-ikäisrakenteisen metsikön kasvatuksesta suhteessa tasaikäisrakenteiseen metsään on niukasti vertailukelpoisia tuloksia. Etelä-Suomen oloissa Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän tutkimusalueessa on voitu selvittää esimerkinomaisesti yli 25 vuoden ajalta viljavan kasvupaikan eri-ikäisrakenteisen kuusikon puuntuotosta. Sen perusteella eri-ikäisen, harsintarakenteisen metsän tuotos on jäänyt noin 40 %:iin vastaavan tasaikäisrakenteisen metsän tuotoksesta.

Eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatusmenetelmä on harsinta eli yksin puin poiminta. Puita poimitaan alueelta sieltä täältä valikoiden pitäen silmällä sitä, että metsän kasvu pysyisi vakaana. Hakkuissa poistetaan kasvussaan selvästi hidastuneita puita, viallisia ja sairaita yksilöitä, tiheitä kohtia harvennetaan ja vapautetaan varjossa kasvavia nuoria puuyksilöitä. Ennustemalleilla on voitu laskea, että usein toistuvat lievät harvennukset, 7 - 20 % pohjapinta-alasta pystyvät parhaiten turvaamaan kuusikossa eri-ikäisrakenteen säilymisen. Harvennukset tulisi toistaa 5 - 10 vuoden välein (kuva 51).



Kuva 51. Eri-ikäisrakenteisen metsän käsittelyä ohjataan käänteisen J-käyrän avulla. Kuvassa eri-ikäisrakenteisen etelä-suomalai-sen tuoreen kankaan kuusikon teoreettinen optimipohjapinta-ala-käyrä (Kolström 1992).

Eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatus vaatii runsaasti ammattitaitoa ja metsän kehitysdynamiikan tuntemista. Mitään harvennusmalleja vastaavaa käytännön ohjetta ei toistaiseksi ole Suomen olosuhteisiin saatavilla. Myöskään eliölajien monimuotoisuutta silmälläpitäviä puulajiosuuksien ja jättöpuiden määriä ei ole toistaiseksi voitu täsmällisesti arvioida. Periaatteellisesti eri-ikäisrakenteisen metsän hakkuita voidaan ohjata ns. q-arvon avulla. Q-arvo kuvaa puiden määrää eli runkolukujen suhdetta peräkkäisissä läpimittaluokissa. Q-arvo riippuu läpimittaluokan laajuudesta. Tätä läpimittajakaumaa voidaan ilmaista myös käänteisen J-käyrän avulla, joka tarkoittaa, että metsikössä on paljon pieniä puita, mutta vähän suuria.

Nuoriin eri-ikäisrakenteisiin metsiin suositellaan pohjois-amerikkalaisten tutkimusten mukaan q-arvoja, jotka ovat lähellä 2,0 ja varttuneisiin q-arvoja, jotka sijoittuvat välille 1,4 - 1,8. Pohjapinta-ala-arvoina tämä saattaisi merkitä Etelä-Suomen kuusivaltaisissa metsissä 12 - 18 m^2 hehtaarilla ja mäntyvaltaisissa metsissä 9 - 12 m^2 hehtaarilla. Nämä arvot ovat 30 - 40 % alhaisemmat kuin vastaavat tasaikäisrakenteisen metsikön suosituspohjapinta-alat. Alustavien tulosten mukaan Metsäntutkimuslaitoksen eri-ikäisrakenteisten metsien koealaverkon perusteella kuusivaltaisten metsien q-arvo on ollut maksimissaan 1,5, kun metsikkö on hakattu pohjapinta-alaan 8 m^2/ha. Jos harvennus on ollut lievä, pohja-pinta-ala noin 20-25 m^2/ha, q-arvo on ollut 1,15-1,25.

Vaikein ongelma eri-ikäisrakenteisen metsän aikaansaamisessa ja ylläpidossa on kuitenkin uudistaminen. Toistaiseksi ei ole riittävää tutkimuksellista perustetta eri-ikäisrakenteen suosittelemiseksi esim. tuoreen kankaan kuusikoihin, koska pienaukkojen uudistumisesta emopuuston alla ei ole lainkaan varmuutta. Yksittäisten puiden jättämissä aukoissa kuusen uudistuminen on vielä epävarmempaa kuin puuryhmien poistamisen muodostamissa aukkopaikoissa. Usein toistuvat poimintahakkuut ovat kalliita ja teknisesti työläitä toteuttaa. Eräiden tutkimusten

mukaan koneellinen puunkorjuu vauroitti eri-ikäisrakenteisessa metsikössä jopa 25 - 30 % jäljelle jäävistä rungoista. Nykytiedon perusteella eri-ikäisrakenteisen metsän hankkiminen on järkevintä Pohjois-Suomen mäntyvaltaisilla karuilla mailla, muualla vain maisemallisesti aroilla alueilla ja karuilla kasvupaikoilla, kuten kallioilla ja soilla.

Alikasvokset ja kaksijaksoiset metsiköt

Alikasvoksella tarkoitetaan vallitsevan jakson alle itsestään syntyvää, selvästi erillisenä erottuvaa, yleensä alle 5 metrin mittaista, alempaa vallittua puujaksoa. Pienikokoista, korkeudeltaan alle 10 cm:n mittaista alikasvosta kutsutaan vaihtuvaksi taimiainekseksi.

Kuusialikasvokset ovat yleisiä (kuva 52). Niitä syntyy pääasiassa mänty- ja koivumetsien alle, mutta joskus myös varttuneen kuusikon alle. Kuusialikasvoksia ilmaantuu usein kuiville kankaille männikön alle, jossa ne kuivan kasvupaikan vuoksi kehittyvät kituliaasti. Mäntyalikasvokset ovat selvästi kuusialikasvoksia harvinaisempia, niitä esiintyy eniten pohjoisen kuivilla kankailla tai etelän hiekka- ja soramailla. Kuivahkon kankaan kasvupaikoilla mäntyalikasvokset ovat hyvin harvinaisia.

Alikasvoksille on ominaista ryhmittäinen syntytapa. Ryhmittäisyyden vuoksi alikasvosta tarvitaan runsaasti. Peittävyys tulisi olla vähintäin 70 %. Lehtipuiden esiintyminen alikasvoksen sekapuuna on toivottavaa, ne täydentävät vapautuksen jälkeen aukkoisen alikasvoksen. Jos alikasvokset esiintyvät eri kokoisina ja eri kehitysvaiheen ryhminä, ryhmiä kannattaa hoitaa erikseen ikään kuin pieninä käsittelykuvioina.

Tuoreilla kankailla männikön tai lehtipuuston alle ilmestyvä kuusialikasvos voidaan ilman muuta käyttää hyväksi seuraavana puusukupolvena, mikäli se vain voidaan säästää tuholta päällyspuustoa poistettaessa. Alikasvosten toipumiskyky on kumminkin arvioitava ennen vapautusta. Toipumiskykyisten kuusten latvus on kartiomainen. Kituvan alikasvospuun tuntomerkkejä ovat sateenvarjomaisuus, pitkät sivuoksat ja epäsymmetrinen levittäytyminen valoa kohti. Jos päällyspuusto on runsas, alikasvoksen vaiheittainen vapautus voi olla järkevää. Suurimmat tuhot tapahtuvat alikasvoksissa parina vapautuksen jälkeisenä vuotena. Kuusen toipumiskyky perustuu ennen muuta varjoneulasten korvautumiseen valoneulasilla. Onnistunut kuusialikasvoksen vapauttaminen ja metsänhoitotoimenpiteiden tarve tiedetään vasta noin viiden vuoden kuluttua vapautuksesta.

Alikasvoksella ei yleensä arvioida olevan merkittävää vaikutusta pääpuuston kasvuun. Tulokset kuusialikasvoksista männikön alla osoittavat kumminkin, että 25 vuoden koejakson aikana alikasvoksen poistaminen kohotti männikön pohjapinta-alan kasvua lähes 20 %. Eniten hyötyivät vallitsevan jakson heikoimmat puut. Alikasvoksen ja päällyspuuston kehityksellä on siten molemminpuolinen vuorovaikutus, eikä kuusialikasvoskaan ole täysin "ilmainen" metsänomistajalle uuden puusukupolven lähtöpuustona.



Kuva 52. Tuoreilla kankailla männikön alle ilmestyvä elinvoimainen kuusialikasvos kannattaa käyttää hyväksi seuraavana puusukupolvena. (Kuva Simo Hannelius)

Kuiville kankaille levittäytyvän kuusialikasvoksen hyväksikäyttö ei kannata. Kuivahkoilla kankailla kuusen tuotos on noin 25 % männikön tuotosta alhaisempi. Toisaalta jos kuusialikasvos on ehtinyt kehittyä männikön alla noin 4 - 5 metrin pituiseksi, sen säilyttäminen on perusteltua. Kuivahkon kankaan kuusikko tuottaa 100 vuoden aikana yhtä suuren puumäärän kuin saman kasvupaikan viljelymännikkö alikasvoksen ikää lyhyemmässä ajassa. Perusteltua on siten kasvattaa noin 5 metrin mittainen kuusialikasvos kuivahkolla kankaalla tukkipuun mittoihin saakka.

Mäntyalikasvokset ovat yleensä toipumiskykyisiä. Ne esiintyvät hyvin ryhmittäisinä ja niiden kehitys on selvästi hidastunut. Kituva alikasvosmännikkö alkaa kehittyä vapautuksen jälkeen kullekin metsätyypille ominaisella nopeudella. Suurina taimina vapautetuista männyistä kehittyy kuitenkin usein huonolaatuinen metsikkö. Pieninä vapautetut alikasvosmännyt sen sijaan pystyvät kehittymään arvokkaaksi metsiköksi.

Koska mäntyalikasvosten aikaansaaminen ei juuri vaadi taloudellisia panostuksia ja koska ne kuivilla kankailla toipuvat riittävän hyvin, niitä voidaan hyödyntää metsän uudistamisessa. Uudistamistulos riippuu alikasvoksen tiheydestä ja laadusta. Jos alikasvostaimikko on harva, aukkoinen tai ylitiheä, saattaa olla aiheellista harventaa taimikkoa tai täydentää sitä viljellen.

Koivikon alle syntyvä kuusentaimikko tarjoaa mahdollisuuden kasvattaa kaksijaksoinen metsä. Päällyspuustona kasvava koivikko suojaa kuusentaimikkoa hallalta ja luo metsikköön monimuotoisuutta. Koivikko voidaan kasvattaa aina 40 vuoden ikään saakka, jolloin puustosta voidaan korjata jo vaneripuuta. Koivikkoa ei pidä kuitenkaan kasvattaa liian tiheänä, 150 - 200 runkoa hehtaarilla on riittävä määrä, jotta kuusen kasvu ei hidastuisi olennaisesti koivikon alla. Kuusentaimikko voidaan hankkia koivikon alle myös istuttaen.

Puunkorjuun kehittäminen harvennushakkuissa

Koneellinen puunkorjuu on tulevaisuudessakin ainoa laajamittainen käytännön vaihtoehto hakkuutyössä ja metsikön harvennuksessa. Konehakkuun osuus on puunkorjuussa kasvanut nopeasti. Sen osuuden ennustetaan olevan vuonna 1995 jo 80 - 90 % metsäteollisuuden puunkorjuusta. Hakkuukoneita käytetään ensisijaisena menetelmänä myös harvennuksissa. Jotta harvennukset voitaisiin tehdä täyskoneellisesti koko alueelta, ajouraväli on pienentynyt harvennusmetsissä aikaisemmasta 30 metristä 20 metriin. Metsänhoidon tekniikan kannalta keskeiset kysymykset ovat, kuinka poistettavien puiden poiminta voidaan parhaiten toteuttaa aiheuttamatta vaurioita jäljelle jäävälle puustolle ja kuinka käytännössä aiotaan valita monimuotoisuutta ylläpitävä puustorakenne ja jättää lahoavaa puuta metsikköön.

Metsien tuotoskyvyn ja terveyden säilyttämiseksi vaaditaan hyvää korjuujälkeä. Puustovauriot, maaperä- ja juuristovauriot sekä ajourat aiheuttavat kasvutappioita. Puustovaurioista seuraa helposti kuusella lahovikaisuus ja männyllä syntyy koroja. Harvennusten vuoksi metsikössä voi syntyä myös tuuli- ja lumivaurioita, kesäaikaisessa korjuussa maannousemariski lisääntyy.

Hakkuu miestyönä aiheuttaa vain vähän vaurioita. Kriittisin aika on nila-aika kevätkesällä, jolloin puun kuori irtoaa jo lievästä kosketuksesta. Metsäkuljetuksen vauriot ovat vähentyneet koneiden kehittymisen myötä. Metsäkuljetuksessa on vaurioitunut keskimäärin vain 1 - 2 % jäävästä puustosta. Metsätraktorin ja maataloustraktorin välillä ei ole todettu olennaista eroa. Pienet telaketjualustaiset metsätraktorit suoriutuvat metsäkuljetuksesta vielä moitteettomammin ja kapeammin ajourin, mutta pienestä kuormakoosta johtuen niiden taloudellinen kilpailukyky on ollut heikko.

Harvennusten hakkuukoneet ovat yksioteharvestereita. Konekehitys on ollut nopeaa ja tekniset ratkaisut mahdollistavat verraten siistin työjäljen. Harvesteri-metsätraktori-korjuuketjun käyttö vaurioittaa puustosta nykyisin noin 2 - 4 %, talvella vähemmänkin. Huomattavaa leimikkokohtaista vaihtelua esiintyy. Korjuun lopputulos riippuukin ratkaisevasti kuljettajan ammattitaidosta ja asenteesta. Jättöpuiden säästäminen metsikköön ei tuota koneellisessa korjuussa vaikeuksia, jos kuljettajan koulutuksessa on siihen kiinnitetty huomiota.

Korjuuteknisesti 20 m ja 30 m ajourien välinen ero on merkittävä. Kapeampi uraväli mahdollistaa korjuun urilta poikkeamatta, jolloin koneen liikkumisesta aiheutuva vaurioriski pienenee. Toisaalta tiheällä uravälillä suurempi osa puustosta on ns. reunapuita, jotka altistuvat vaurioille. Edelleen tiheällä uraverkostolla uraa kohti kuljetettava puumäärä pienenee, jolloin syvien raiteiden määrä vähenee. Joka tapauksessa laskelmien mukaan 4 m levyinen ura 20 metrin välein merkitsee n. 7 % ja 30 metrin välein noin 5 % kasvutappiota harvennusta seuraavana 10-vuotiskautena.

Hakkuukoneet työskentelevät kustannussyistä yleensä kahdessa työvuorossa. Talvella, jolloin kuusikot harvennetaan, työskennellään säkkipimeässä koneen valojen avulla. Mutta valot valaisevat vain puuston tyven, eivät latvaa. Tästä syystä valinta ei ole aivan yhtä hallittua kuin päiväaikaan tapahtuvassa työssä.



Kuva 53. Ammattitaitoisen kuljettajan ohjaamana nykyiset harvennusmetsien hakkuukoneet jättävät verraten siistin työjäljen metsikköön. (Kuva METLA/Erkki Oksanen)

Vaikka harvennuspuun korjuu on voitu kehittää Suomessa varsin esimerkillisellä tavalla, harvennuksiin saisi olla tarjolla useita kone- ja miestyövaltaisia menetelmiä (kuva 53). Erityisesti ensiharvennuksia varten tarvitaan menetelmiä, joissa toimitaan metsänhoidollisesti puunkorjuun ehdoista tinkien. Metsänomistajien omatoimiselle puunkorjuulle ensiharvennukset, joissa selvitään usein kevyillä laiteratkaisuilla, ovat hyvä kohde.

Kirjallisuutta

Annila, E. 1993. Tuli metsäluonnon monipuolistajana. Teoksessa: Piri, E. (toim.). Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462: 19-23.

Annila, E. & Petäistö, R-L. 1978. Insect attack on windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94(2). 24 s.

Hannelius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1987. Metsäkirja. Metsänomistajan käsikirja. WSOY. Porvoo. 383 s.

Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho & Jaakko Pöyry Oy. Maa- ja metsätalousministeriö. 121 s.

Hassenkamp, W. 1955. Das Scheitern der Plenterwirtschaft in Skandinavien. Forstarchiv 26(1): 241-251.

Heikinheimo, O. 1947. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 95 s.

Hokkanen, T. 1994. Valtakunnallinen siemensatoaineisto. METLA.

Jakkila J. & Pohtila, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimikon kehitykseen Lapissa. Summary: Effect of cleaning on the development of sapling stands in Lapland. Folia Forestalia 360. 27 s.

Kaunisto, S. & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemailla. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. Folia Forestalia 625. 75 s.

Karjula, M., Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P.K. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. 103 s.

Kinnunen, K. 1991. Alikasvos-, luonnon- ja istutustaimien alkukehitys mustikkatyypillä. Teoksessa: Laiho, O. & Kilponen, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Nurmossa 1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 394: 10 - 16.

Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi - Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447. 36 s.

Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. Silva Carelica 8. Joensuu. 403 s.

Koistinen, E. 1988. Alikasvosten hyväksikäyttö metsänuudistamisessa. Abstract: Natural regeneration using undergrowth. Teoksessa: Ferm, A. & Ala-Pöntiö, M. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 53 - 66.

Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä - Suomessa. Silva Fennica 27(3): 179 - 193.

Kolström, T. 1992. Dynamics of uneven - aged stands of Norway spruce: a model approach. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 411. 29 s. + neljä alkuperäisjulkaisua.

Laiho, O. 1988. Mitä tehdä alikasvoksille? Metsä ja Puu 9: 34 - 35.

Lähde, E. 1983. Jatkuva kasvatus metsänkäsittelyn yhtenä vaihtoehtona. Teoksessa: Tutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa 1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 53 - 62.

Mayer, H. 1977. Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York. 483 s.

Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1991. Harvennustavan vaikutus varttuneen metsikön tuotokseen ja tuottoihin Etelä-Suomessa. Summary: Effect of thinning method on the yield of middle-aged stands in southern Finland. Folia Forestalia 776. 22 s.

Mikola, P. 1984. Harsintametsätalous. Summary: Selection system. Suomen metsätieteellisen Seuran kokouksessa 19.9.1984 pidetty esitelmä. Silva Fennica 18(3): 293 - 301.

Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. Summary: Growing density and thinning models for Betula pubescens stands on peatlands in northern Finland. Folia Forestalia 782. 36 s.

Niemistö, P. 1992. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 432. 18 s.

Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1994. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. Folia Forestalia 826. 26 s.

Parviainen, J. 1978. Taimisto - ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia Forestalia 346. 40 s.

Parviainen, J. 1988. Metsänviljely. Silva Carelica 9. Joensuu. 177 s.

Parviainen, J., Sokkanen, S. & Ruotsalainen, M. 1985. Metsänuudistamisen vaihtoehtoja vertaileva laskentaohjelma "VILJO". Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 179. Joensuun tutkimusasema. 93 s.

Pesonen, M. & Hirvelä, H. 1992. Liiketaloudelliset harvennusmallit Etelä - Suomessa. Summary: Thinning models based on profitability calculations for southern Finland. Folia Forestalia 800. 35 s.

Pesonen, M., Jämsä, J. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden edullisuusvertailu metsälötasolla. Summary: Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level. Folia Forestalia 802. 23 s.

Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Folia Forestalia 631. 19 s.

Pretzsch, H. 1985. Die Fichten - Tannen - Buchen - Plenterwaldversuche in den ostbayerischen Forstämtern Freyung und Bodenmais. Forstarchiv 56(1): 3-9.

Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131. s.

Reininger, H. 1987. Zielstärken - Nutzung. Österreichischer Agrarverlag, Wien. 163 s.

Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistuminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-79 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories in 1978-1979. Folia Forestalia 637. 30 s.

Saarenmaa, L. 1992. Induktiivinen oppiminen metsänviljelyn tietokannan tulkinnassa. Metsähallituksen metsänhoitotöiden kirjanpitoaineistoon perustuva tutkimus. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 3. 173 s.

Schütz, P. 1986. Charakterisierung des naturnahen Waldbaus und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen. Schweiz. Z. Forstwesen 137(9): 747-760.

Valkonen, S. 1992. Metsien uudistuminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. Folia Forestalia 791. 84 s.

Varmola, M. 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Summary: Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning. Folia Forestalia 524. 31 s.

Vuokila, Y. 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 2. painos. WSOY. Helsinki - Porvoo. 256 s.

Vuokila, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. Folia Forestalia 141. 36 s.

Vuokila, Y. 1977. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä. Summary: Selective thinning from above as a factor of growth and yield. Folia Forestalia 298. 17 s.

Vuokila, Y. 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning. Folia Forestalia 468. 13 s.

Viitala, R. 1986 (toim.). Erirakenteisen metsän hoidosta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 219. 156 s.

LIITE 1

MINISTERIKONFERENSSI METSIEN SUOJELEMISEKSI EUROOPASSA

LUETTELO EUROOPAN KESTÄVÄN METSÄTALOUDEN KRITEEREISTÄ JA SOPIVIMMISTA MÄÄRÄLLISISTÄ INDIKAATTOREISTA

HYVÄKSYTTY HELSINGIN KONFERENSSIN ENSIMMÄISESSÄ VIRALLISESSA ASIANTUNTIJATASON SEURANTAKOKOUKSESSA GENEVESSÄ 24.6.1994

EPÄVIRALLINEN SUOMENNOS, 1. LUONNOS 29.6.1994

1. METSÄVAROJEN YLLÄPITÄMINEN JA TARKOITUKSENMUKAINEN LISÄÄMINEN SEKÄ METSIEN MERKITYS MAAILMANLAAJUISELLE HIILENKIERROLLE

* 1.1. Metsämaan sekä muun puustoisen maan ala ja muutokset* pinta-alassa (luokiteltuna tarpeen mukaan metsä- ja kasvillisuustyypin, omistusrakenteen, ikärakenteen ja metsien syntytavan mukaan)

1.2. Muutokset:

* a. puuston kokonaistilavuudessa

* b. puuston keskitilavuudessa metsämaalla (luokiteltuna tarpeen mukaan eri kasvillisuusvyöhykkeiden tai kasvupaikkatyyppien mukaan)

* c. ikärakenteessa tai läpimittajakaumassa

* 1.3. Hiilen kokonaisvarasto puustossa sekä muutokset varastossa

2. METSIEN TERVEYDEN JA ELINVOIMAISUUDEN YLLÄPITÄMINEN

* 2.1. Ilmansaastelaskeumien kokonaismäärä ja muutokset viimeisten viiden vuoden aikana (mitattuna pysyviltä koealoilta)

* 2.2. Muutokset harsuuntumisessa viimeisen viiden vuoden aikana käyttäen YK / ECE:n ja EU:n harsuuntumisluokitusta (luokat 2, 3, ja 4)

2.3. Bioottisten ja abioottisten tekijöiden aiheuttamat vakavat tuhot:

* a. hyönteisten ja sienien aiheuttamat vakavat tuhot mitattuna (kuolleisuuden tai) kasvun menetyksen funktiona

* b. vuotuinen metsäpaloala metsämailla sekä muilla puustoisilla mailla

* c. myrskytuhoalueiden vuotuinen pinta-ala sekä näiltä alueilta korjatun puun tilavuus

* d. riistan, muiden eläinten tai laidunnuksen vakavasti vaurioittamien uudistusalojen osuus

* 2.4. Muutokset ravinnetasapainossa ja happamoitumisessa viimeisten 10 vuoden aikana (pH ja KVK); KVK:n saturaatiotaso mitattuna IPC-Forests-verkon koealoilta tai vastaavilta kansallisilta koealaverkostoilta

---

* Muutokset tulee koko luettelossa mahdollisuuksien mukaan ilmaista 10 vuoden aikajaksolle.

3. METSIEN TUOTANNOLLISTEN TOIMINTOJEN YLLÄPITÄMINEN JA TARKOITUKSENMUKAINEN LISÄÄMINEN (PUU- JA MUUT TUOTTEET)

* 3.1. Kasvun ja poistuman suhde viimeisen kymmenen vuoden aikana

* 3.2. Suunnitelman tai käsittelyohjeiden mukaan hoidettujen metsien pinta-alaosuus prosenteissa

* 3.3. Kokonaismäärä sekä muutokset muiden kuin puutuotteiden arvossa ja/tai määrässä (mm. metsästys ja riista, korkki, marjat, sienet, jne.)

4. LUONNON MONIMUOTOISUUDEN YLLÄPITÄMINEN, SUOJELU JA TARKOITUKSENMUKAINEN LISÄÄMINEN METSÄEKOSYSTEEMEISSÄ

4.1. Muutokset pinta-aloissa:

* a. luonnonmetsät ja vanhat luonnonmetsien kaltaiset metsät
* b. luonnonsuojelualueet
* c. erityisillä hoito-ohjeilla suojellut metsät

* 4.2. Uhanalaisten lajien lukumäärien ja osuuksien muutokset verrattuna metsälajien kokonaismäärään (käyttäen viitelistoja, esimerkiksi IUCN:n, Euroopan Neuvoston tai EU:n Elinympäristödirektiivin listaa)

* 4.3. Muutokset metsien geneettisten varojen käyttöä ja suojelua varten (geenireservimetsät, siemenkeräysmetsiköt, jne.) hoidettavien metsiköiden osuudessa; erottelu alkuperäisten ja vieraiden lajien välillä

* 4.4. Muutos 2-3 puulajin sekametsikköjen osuudessa

* 4.5. Luontaisen uudistamisen vuosittainen osuus kokonaisuudistusalasta

5. METSIEN SUOJELUTOIMINTOJEN YLLÄPITÄMINEN JA TARKOITUKSENMUKAINEN LISÄÄMINEN METSIEN HOIDOSSA (ERITYISESTI MAAPERÄ JA VESISTÖ)

* 5.1. Pääasiassa maaperän suojelemiseksi hoidettujen metsien pinta-alaosuus

* 5.2. Pääasiassa vesiensuojelun vuoksi hoidettujen metsien pinta-alaosuus

6. MUIDEN SOSIAALISTEN JA TALOUDELLISTEN TOIMINTOJEN JA EDELLYTYSTEN YLLÄPITÄMINEN

* 6.1. Metsäsektorin osuus bruttokansantuotteesta

* 6.2. Virkistyspalveluiden tarjonta: metsien, joihin on vapaa pääsy, määrä asukaslukua kohden, % metsien kokonaispinta-alasta

* 6.3. Muutokset metsätalouden työllisyysasteessa erityisesti maaseudulla (metsänhoidon, hakkuun ja metsäteollisuuden työllistämä henkilömäärä)

LIITE 2

Määritelmiä ja käsitteitä

Metsän syntytapa ja käsittelyhistoria

Aarnimetsä, ikimetsä (virgin forest, untouched forest, undisturbed forest, Urwald). Metsäalue joka on kehittynyt luonnonprosessien mukaisesti ilman ihmistoiminnan vaikutuksia. Aarnimetsissä ei ole merkkejä ihmisen toiminnasta hakkuiden, kaskeamisen, laiduntamisen tai muun metsien hyödyntämiseen tähtäävän toiminnan muodossa. Maaperä, metsikköilmasto, puusto ja muu kasvillisuus sekä eläimistö ovat tulosta luonnon omista kehitysprosesseista. Puusto koostuu alkuperäisistä puulajeista.

Vanha metsä (old growth forest). Metsäalue, jossa metsän rakenne koostuu pääosin vanhoista puuyksilöistä. Vanhan metsän rakenne ja kehitysprosessit eroavat olennaisesti muissa sukkession vaiheissa olevista luonnonmetsistä. Latvusrakenne on monikerroksinen ja aukkoinen. Kuollutta puuta, keloja ja epifyyttejä esiintyy yleisesti. Vanhojen (200 - 250 v) puiden osuus kokonaispuustosta on suuri ja puut ovat yksilöllisen muotoisia, oksat paksuja ja latvukset epäsäännöllisiä.

Tämä käsite on käytössä erityisesti Pohjois-Amerikan länsirannikon runsassateisen vyöhykkeen metsien kuvaamisessa. Täällä metsien kehitys on edennyt ilman häiriöitä useita vuosisatoja, jolloin vanhan metsän puut ovat ainakin 300 - 400 vuoden ikäisiä. Suomessa nimitys vanha metsä on yleisesti käytössä mm. vanhojen metsien kartoitustyössä, mutta kansainvälisen terminologian mukaan käsitteen sisältö on hyvinkin erilainen muiden metsävyöhykkeiden tilanteeseen verrattuna.

Luonnonmetsä, luonnontilainen metsä (natural forest, Naturwald). Metsäalue, joka on kehittynyt luonnonprosessien mukaisesti, mutta sisältää piirteitä ihmistoiminnan vaikutuksista. Luonnonmetsä pohjautuu alkuperäiseen metsäpeitteeseen ja puulajistoon, ja voi olla uudistunut luontaisesti ihmistoiminnan vaikutuksen lakattua. Luonnonmetsä voi sisältää eri kehitysvaiheita, joihin ihminen on vaikuttanut mm. kaskiviljelyn, laiduntamisen ja valikoivan harvennuksen kautta. Luonnonmetsä ei voi olla uudistunut muualta tuodun siemenen avulla kylväen tai istuttaen. Pääosa Suomen metsistä kuuluu luonnonmetsän määritelmään.

Luonnonläheinen metsä (semi-natural forest, naturnaher Wald). Metsä, joka koostuu niistä puulajeista, jotka voisivat luonnontilassa esiintyä kyseisellä kasvupaikalla. Metsän rakenne muistuttaa kasvupaikan alkuperäistä metsää, ensi sijassa sukkessiokehityksen ensi vaihetta. Tällainen luonnon metsäpeitteen palauttaminen, ennallistaminen voidaan saavuttaa käyttämällä tiettyjä metsänhoidon menetelmiä, kuten mm. luontaista uudistamista, harvennushakkuita ja rajoitettua istutusta. Istutetut puut eivät saa muuttaa tavoiteltavan, alkuperäistä metsää muistuttavan metsän luonnetta.

Tämä määritelmä ja termi on käytössä erityisesti Iso-Britanniassa.

Talousmetsä (production or managed forest, Wirtschaftswald). Metsä, jota on säännönmukaisesti hoidettu tiettyjen taloudellisten tai metsänhoidollisten tavoitteiden saavuttamiseksi käyttäen erityisiä metsänuudistamismenetelmiä. Metsä koostuu alkuperäisistä (kotimaisista) puulajeista.

Pääosa Suomen ja Euroopan metsistä luetaan kuuluviksi tähän ryhmään, vaikka metsien syntyhistoria eroaa toisistaan, kuten on laita esim. luonnonmetsien ja luonnonläheisten metsien kesken. Yleisin metsän rakenne on yhdestä, erikokoisten puiden latvuskerroksesta muodostuva tasarakenteinen metsä (high forest, Hochwald), mutta tietyillä alueilla esiintyy myös vesametsiä (coppice forest, Niederwald), usean latvuskerroksen metsiä (composition forest, Mittelwald) ja eri-ikäisrakenteisia metsiä (uneven-aged forest, selection forest, Plenterwald).

Viljelymetsä (plantation forest, Baumplantage). Viljelymetsä on perustettu jonkin erityisen metsän tuotteen (puu, korkki) tuottamista tai suojatarkoituksia (eroosio, vesien suojelu) varten. Tyypillisiä piirteitä viljelymetsille ovat metsän uudistaminen viljellen, kylväen tai istuttaen, säännönmukainen puiden sijainti alueella sekä erityisesti viljelyä varten valittu puulaji ja alkuperä. Viljelymetsä sijaitsee viljavalla maaperällä, joka on erityisesti valittu viljelyä varten tai jonka tuottokykyä on parannettu

maanparannustoimenpitein. Intensiivistä metsänhoitoa käytetään asetettujen tuotanto- ja suojelutavoitteiden toteutumiseksi. Viljelymetsä on usein monokulttuuri, yhden puulajin muodostama viljelmä.

Tyypillisimmät viljelymetsät ovat trooppisella vyöhykkeellä, jossa laajoja metsäalueita on perustettu muualta tuoduilla puulajeilla, kuten radiata-männyllä (P. radiata) ja eukalyptus-lajeilla.

Metsän rakenne

Tasaikäisrakenteinen metsä (even-aged forest, gleichaltriger Bestand, Hochwald). Tasaikäisrakenteisen metsikön puut kasvavat yksijaksoisena yhdessä latvuskerroksessa ja ovat jokseenkin samanikäisiä. Tämä edellyttää sitä, että puusto on syntynyt samanaikaisesti joko luontaista tietä tai viljellen. Tasaikäisen metsän tunnusmerkkinä on selvästi erottuva kiertoaika, jonka kuluessa mahdollisimman arvokas puusto kehittyy.

Koska Suomessa luontainen uudistuminen johtaa yleensä tasaikäiseen metsikkörakenteeseen, voidaan luontaiseen uudistamiseen kuluvaa aikaa pitää puiden suurimpana ikäerona tasaikäisessä metsikössä. Käytännössä tämä merkitsee 20-40 vuoden ajanjaksoa.

Pohjois-amerikkalaisen tulkinnan mukaan tasaikäisrakenteisessa metsässä puiden keskinäinen ikävaihtelu saa olla 20 % kiertoajan pituudesta.

Eri-ikäisrakenteinen metsä (uneven-aged forest, ungleichaltriger Bestand, Plenterwald). Metsikkö, johon kuuluu kaikkien ikäluokkien puita aina nuorista taimista täysi-ikäisiin puuyksilöihin. Eri-ikäisrakenteisessa metsässä ei voida erottaa kiertoaikaa, vaan kasvatus ja uudistuminen tapahtuvat samanaikaisesti. Eri-ikäisrakenteiselle metsälle on tyypillistä, ettei eriytymistä selvästi erottuviin latvuskerroksiin tapahdu eikä latvusto koskaan kokonaan sulkeudu.

Eri-ikäisrakenteinen metsä vaatii syntyäkseen varjoa sietäviä puulajeja. Tällaisten metsien osuus on Suomessa ja Euroopassa verraten pieni, Suomessa korkeintaan muutama prosentti, Saksassa niitä on 2-3 %, Itävallassa 5 % ja Sveitsissä 20 %. Eri-ikäisrakenteisen metsän uudistamis- ja kasvatushakkuumenetelmä on harsinta (selection cutting, Plenterung, Zielstärken Nützung).

Jaksottaisrakenne (multilayered forest, two aged forest, Strucktur in verschiedenen Alters-, Kronen- und Höhenschichten). Metsikkö voi muodostua joko kehityshistoriansa tai käsittelyn vuoksi useista eri ikäluokista, puulajeista tai latvuskerroksista koostuvaksi kokonaisuudeksi. Jaksottaisrakenteisia metsiä ovat alikasvokset, ylis- ja verhopuustot sekä kaksijaksoiset metsiköt.

Alikasvokseksi (understorey, Unterbestand)) kutsutaan kasvupaikalla jo ennestään kasvavaa pääpuustoa selvästi nuorempaa ja matalampaa puustoa. Tällaisessa kaksijaksoisessa metsässä on selvästi toisistaan erottuvat latvuskerrokset, jotka ovat samalla usein myös ikärakenteeltaan erilaisia. Tyypillinen alikasvos on nuori kuusentaimikko varttuneen männikön alla.

Ylispuusto (hold-over trees, Überständer) muodostuu puista, jotka jätetään taimikkoon esimerkiksi luontaisen uudistamisen päättymisen jälkeen. Kun ylispuut ovat täyttäneet siementämistehtävänsä, niitä ei poisteta ja ne kuuluvat edelliseen puusukupolveen. Hyvin usein luonnon metsäpaloissa tyvikaarnaa muodostaneet mänty-yksilöt säilyvät hengissä siementääkseen palaneen alueen uudelleen ja muodostavat tällöin uuden metsän ylispuustoa.

Verhopuusto (shelterwood stand, Schirmbestand) on uuden puusukupolven synty- ja vakiintumisvaiheen ajanjaksoksi jätetty tilapäinen suojapuusto, jota käytetään usein hallanaroilla kuusen istutusaloilla. Verhopuusto on useimmiten lehtipuustoa ja sitä pidetään taimikon päällä 10-15 vuotta.

Sekametsärakenne (mixed forest stand, Mischwald, Mischbestand). Sekametsä koostuu kahden tai useamman puulajin muodostamasta metsiköstä, jossa kukin puulaji vaikuttaa merkittävästi metsikön ekologisiin olosuhteisiin. Ollakseen sekametsä, metsikön rakenteen ja kasvuolojen täytyy poiketa olennaisesti yhden puulajin metsiköstä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sekapuusto edustaa vähintään 20 % latvuspeittävyydestä.

20 %:n sekapuuraja on Suomessa verraten korkea. Tutkimusten mukaan esimerkiksi 25 % rauduskoivusekoitus aiheuttaa vain 3-5 % tuotoslisäyksen puhtaaseen kuusikkoon verrattuna. Metsäsuunnittelussa on käytössä 10 %:n raja, joka tarkoittaa vähintään 10 %:n sekapuiden osuutta kokonaispuuston tilavuudesta. On ilmeistä, että metsänhoidollisesti liian ahdas sekametsäraja on heikosti perusteltu, sillä jo pienikin lehtipuusekoitus vaikuttaa metsikön ekologiaan ja maisemaan merkittävästi.

Harvennushakkuumenetelmät (thinning methods, Durchforstungsmethoden)

Alaharvennus (low thinning, Niederdurchforstung). Tasaikäisrakenteisen metsän harvennusperiaate, jonka mukaan metsiköstä poistetaan puiden keskinäisessä kilpailussa häviölle jääneitä alimpien latvuskerrosten puita. Kasvamaan jätetään ylimmän latvuskerroksen elinvoimaisimmat ja kookkaimmat puut. Kookkaita, laadultaan heikkoja puuyksilöitä poistetaan kuitenkin myös ylimmistä latvuskerroksista, samoin kuin metsiköstä poistetaan kauttaaltaan kuolevia ja kituvia puita.

Alaharvennuksen samoin kuin yläharvennuksen toteutus perustuu biologiseen puuluokitukseen.

Yläharvennus (high thinning, Hochdurchforstung). Tasaikäisrakenteisen metsän harvennusperiaate, jonka mukaan metsiköstä poistetaan sekä vallitsevan, ylimmän latvuskerroksen puita että allejääneitä puita, jotka haittaavat elinvoimaisimpien puuyksilöiden kehitystä. Metsikköön jätetään alimpien latvuskerrosten puita suojaamaan elinvoimaisimpien puiden laatukehitystä.

Erona alaharvennukseen on rohkeampi puuttuminen vallitsevan latvuskerroksen kehittymiseen sekä allejäävien puiden säästäminen ja edelleenkasvattaminen. Yläharvennuksessa tavoitellaan mahdollisimman suuria hakkuutuloja.

Harsinta (selection thinning, Plenterung). Harsinnalla tarkoitetaan yksinpuin tapahtuvaa valikoivaa hakkuuta, jonka tavoitteena on säilyttää ja luoda metsikköön eri-ikäisrakenne. Kyseessä on eri-ikäisrakenteisen metsän käsittelymenetelmä, jossa pyritään ikään kuin jatkuvan kasvatuksen ajatuksen läpiviemiseen hakkuusta toiseen ilman uudistamiseen päättyvää kiertoaikaa.

Harsintaharvennuksen toteutus vaatii metsän toiminnan arvioimisen leimaajan henkilökohtaisen ennusteen mukaisesti, koska tasaikäisrakenteisen metsän kaltaista puuyksilöiden kilpailuun perustuvaa latvusrakennetta ei metsikköön muodostu.

Tasaikäisrakenteisessa metsässä harsinnalla ymmärretään kookkaimpiin puihin kohdistuvaa valikoivaa harvennusta. Terminä on harsintaharvennus. Tavoitteena ei ole tällöin kuitenkaan eri-ikäisrakenteen luominen, vaan yleensä harvennustulojen mahdollisimman suuri kerryttäminen normaalia pidemmän kiertoajan kuluessa. Kiertoajan jälkeen tähdätään metsikön uudistamiseen ja uuteen tasaikäisrakenteiseen metsikköön.

Harsintaa on sovellettu tasaikäisrakenteisiin metsiin poimimalla hakkuissa vain kaupallista arvoa omaavat rungot. Tämän ns. **määrämittaharsinnan** seurauksena on syntynyt usein toipumiskelvoton puusto, koska alimman latvuskerroksen allejääneet puut eivät ole kyenneet käyttämään vapautuvaa kasvutilaa hyväkseen.

Väljennyshakkuu (preparatory cutting, Lichtungsschlag). Väljennyshakkuilla valmistellaan luontaiseen uudistamiseen tähtäävää siemen- tai suojuspuuhakkuuta. Kasvatusasennon väljentyessä puiden latvukset tuuheutuvat ja parantavat siementuotantoa. Samalla puut mukautuvat kestämään siemen- tai suojuspuuhakkuun jälkeistä lisääntynyttä tuulen rasitusta. Kuusikoiden väljennyshakkuilla edistetään taimiaineksen hankkimista emopuuston alle ennen varsinaista suojuspuuhakkuuta.

Väljennyshakkuuta sovelletaan tasaikäisessä, varttuneessa metsikössä viimeisenä hakkuuna ennen uudistamishakkuuta. Väljennyshakkuita puoltaa järeimpien puiden lisäkasvun avulla saavutettava ylimääräinen arvokasvu.

Uudistamishakkuumenetelmät tasaikäisrakenteisessa metsässä

Avohakkuu (paljaaksihakkuu, clear cutting, Kahlschlag). Uudistamisalalta poistetaan yhdellä kerralla kaikki markkinakelpoinen puu. Uudistaminen tehdään tavallisesti viljelemällä, joko kylväen tai istuttaen.

Pienaukkohakkuu (selective cutting in groups, Femelschlag). Pienaukkohakkuussa uudistettavaan metsikköön avataan useita pienikokoisia aukkoja, joiden välillä kasvaa varttunut uudistamiskypsä metsikkö. Aukot (halkaisija 1-2 puun pituutta) ovat yleensä ympyrän tai soikion muotoisia. Aukkojen uudistaminen tapahtuu luontaisesti reunametsästä tai jo olemassa olevan taimiaineksen vapautumisen avulla.

Kaistalehakkuu (strip felling, Saumschlag, Kahlschlag in Streifen). Uudistettavaan metsikköön hakataan paljaaksi kaistaleita, joiden uudistaminen tapahtuu luontaisesti reunametsän siemennyksestä. Kaistaleen leveys vaihtelee ja niitä voi olla vierekkäin samansuuntaisesti pystyyn jäävien metsäkaistaleiden jaksottamana.

Siemenpuuhakkuu (seedtree felling, Samenschlag). Siemenpuuhakkuussa uudistusalalle jätetään tietty määrä hyvälaatuisia ja siemennyskykyisiä metsikön pää- tai lisävaltapuita siemenpuiksi. Tavoitteena on tilajärjestykseltään mahdollisimman yhtenäinen siemenpuuasento tasaisen siemennyksen saavuttamiseksi. Uudistamisalalle jätettävien siemenpuiden määrään vaikuttavat niiden siemennyskyky, maan taimettumisherkkyys sekä reunametsän siemennyskyky. Siemenpuiden tarkoituksena on uudistusalan taimettumiseen vaadittavan siemennyksen lisäksi vähentää pintakasvillisuuden kilpailukykyä. Siemenpuut poistetaan yleensä yhdellä kertaa tyydyttävän taimettumisen jälkeen, ellei monimuotoisuus- tai maisemasyistä jätetä jättöpuita.

Suojuspuuhakkuu (shelterwood felling, Schirmschlag). Suojuspuuhakkuussa uudistusalalle jätetään hyvälaatuisia metsikön pää- tai lisävaltapuita suojuspuiksi. Niiden tarkoituksena on paitsi täydentää uudistettavan alan taimettumista, myös suojata jo syntynyt kuusen taimiaines. Suojuspuumenetelmään kuuluu varsinaisen suojuspuuhakkuun lisäksi sitä muutaman vuoden päästä seuraava jouduttamishakkuu sekä syntyneen taimikon vapauttava hakkuu, jossa loputkin suojuspuut poistetaan. Teknisistä ja taloudellisista syistä suojuspuumenetelmä rajoittuu usein kuitenkin vain suojuspuuhakkuuseen ja vapauttavaan hakkuuseen.



Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511

ISBN 951-40-1377-8
ISSN 0358-4283

Kansikuva:
METLA/Erkki Oksanen

Paintek Pihlajamäki Oy / Painettu happivalkaistulle Lumisilk paperille