

Kuusen paakkutaimien viljelyopas

Jaana Luoranen ja Nuutti Kiljunen

METLA

Kuusen paakkutaimien viljelyopas

Jaana Luoranen ja Nuutti Kiljunen

Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

Luoranen, J. & Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö

Hyväksynyt: Pasi Puttonen 4.4.2006
Kannen kuva: Erkki Oksanen
Taitto: Eija Lappalainen

Julkaisua myy: Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto
PL 18 (Jokiniemenkuja 3 B)
01301 VANTAA
puh: 010 211 2200
faksi: 010 211 2201
sähköposti: kirjasto@metla.fi

ISBN-13: 978-951-40-1997-5
ISBN-10: 951-40-1997-0

Gummerus kirjapaino Oy
Jyväskylä 2006

Lukijalle

Opas on tarkoitettu metsäammattilaisille avuksi kuusen viljelyyn. Opas sisältää perustiedot taimikon perustamisketjusta alkaen uudistusalan valmistamisesta ja taimivalinnasta päättyen taimikon varhaishoitoon. Esitetyt menetelmät ja suositukset soveltuvat käytettäviksi pääasiassa kivennäismailla Etelä- ja Väli-Suomessa. Aluksi tarkastellaan maan ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia taimien menestymiseen, maanmuokkauksen perusteita sekä taimien kasvua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Näiden tekijöiden ymmärtäminen auttaa oikeiden maanmuokkaus- ja istutusmenetelmien, taimilajien ja istutusajankohtien valinnassa sekä taimien käsittelyn ja tuhojen torjunnan suunnittelussa. Jokaisen asiakokonaisuuden lopussa olevassa tietotaulussa on pääkohdat työvaiheen suunnittelussa huomioitavista tekijöistä.

Oppaan Pintakasvillisuuden torjunta ja Varhaisperkaus -osat kirjoitti Nuutti Kiljunen. Muut osat kirjoitti Jaana Luoranen, jonka vastuulla oli myös oppaan toimittaminen. Opaskirjan suunnittelussa olivat kirjoittajien lisäksi mukana Metsäntutkimuslaitoksen mti Kyösti Konttinen, valokuvaaja Erkki Oksanen, tutkijat Pekka Helenius, Marja Poteri, Veli-Matti Saarinen ja Heli Viiri, erikoistutkijat Timo Saksa ja Risto Rikala, tutkimusyksikön johtaja Heikki Smolander sekä professori Pertti Harstela. Lisäksi asiantuntija-apuaan antoivat Metlan tutkijat Risto Heikkilä, Juha Heiskanen, Jyrki Hytönen, Mikko Moilanen, Tuula Piri ja Markku Saarinen, sekä professori Heikki Henttonen ja edesmennyt professori Eino Mälkönen. Kuvaan 14.2 pohjatyön teki Leena Karvinen. Kuvat viimeisteli painokuntoon Pekka Voipio. Opasta sen erivaiheissa kommentoivat edellä mainittujen asiantuntijoiden ja suunnitteluryhmään kuuluneiden lisäksi mti Leo Tervo, tutkija Marja-Liisa Juntunen, erikoistutkijat Markku Nygren ja Jari Miina, professori Leena Finér, tutkimusjohtaja Pasi Puttonen, metsätalouspäällikkö Tenho Hynönen, johtaja Jukka Koivumäki, metsätalouspäällikkö Eero Väisänen, taimitarhapäällikkö Riitta Väisänen, metsänhoitopäällikkö emeritus Fred Kalland sekä metsänomistaja Jaakko Temmes. Nuutti Kiljunen työskenteli opasta kirjoitettaessa

Marjatta ja Eino Kollin säätiöltä saadulla rahoituksella. Oppaan julkaiseminen oli mahdollista Metsämiesten Säätiön tuella. Kiitämme kaikkia edellä mainittuja sekä kaikkia muitakin oppaan valmistumista edistäneitä.

Suonenjoella tammikuussa 2006

Jaana Luoranen *Nuutti Kiljunen*

Sisällysluettelo

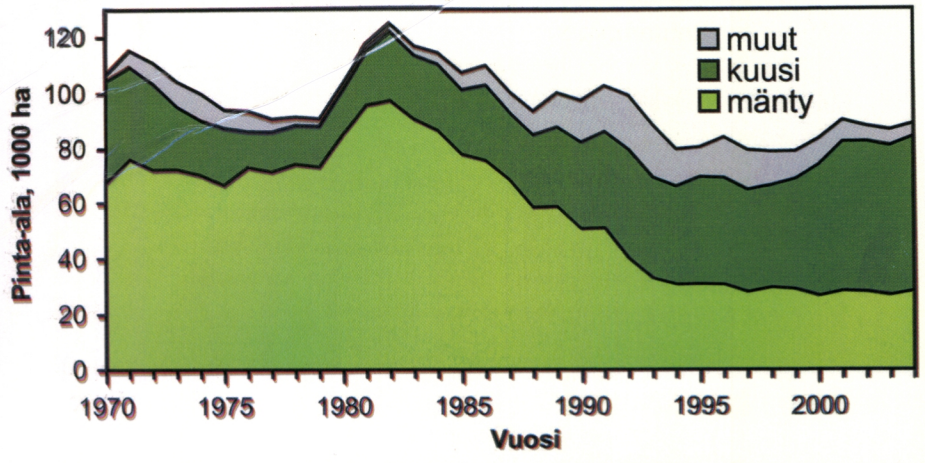
Lukijalle 3
Sisällysluettelo 5
1. Miksi kuusi kannattaa uudistaa istuttamalla? 7
Tietotaulu 1. Uudistamisen tavoitteet 9
2. Uudistamisen suunnittelu 10
Tietotaulu 2. Suunnittelussa huomioon otettavia tekijöitä 10
3. Viljelytiheys ja sen merkitys 11
Tietotaulu 3. Tavoiteperustamistiheydet kuuselle 13
4. Kuusen kasvupaikat ja olosuhteet taimivaiheessa 14
Tietotaulu 4. Kuusen kasvupaikat 19
5. Uudistusalan raivaus, hakkuutähteen korjuu ja kantojen nosto 20
5.1 Ennakkoraivaus 20
5.2 Hakkuutähteen ja kantojen korjuu 20
Tietotaulu 5. Hakkuutähteen korjuu ja kantojen nosto 22
6. Maanmuokkaus 23
6.1 Miksi maanmuokkausta tarvitaan? 23
6.2 Metsänviljelyn ajoittuminen suhteessa hakkuuseen 27
6.3 Erilaiset mättäät ja niiden soveltuvuus eri kasvupaikoille 29
6.4 Hyvän mättään ominaisuudet 33
6.5 Muokkausjälkien määrän tarkistaminen 34
Tietotaulu 6. Maanmuokkaus on onnistuneen viljelyn edellytys 37
7. Taimimateriaali 38
7.1 Taimien vuotuinen kasvurytmi 38
7.2 Taimien laatu 41
7.3 Taimilajit ja niiden ominaisuudet 42
7.4 Taimivalinta erilaisille kasvupaikoille 45
Tietotaulu 7. Hyvän taimimateriaalin tunnukset 46
8. Istutusajankohdat 47
Tietotaulu 8. Edellytykset keväästä syksyn jatkuvalle istutuskaudelle 52
9. Taimihuolto 53
9.1 Taimien pakkaus ja kuljetus 53
9.2 Taimien vastaanottotarkastus ja laadun arviointi 54
9.3 Taimien välivarastointi taimialustoilla tai kasvatusarkeissa 56
9.4 Pakkasvarastoitujen taimien välivarastointi 59

9.5 Taimituhot välivarastoinnin aikana 62
Tietotaulu 9a. Välivarastointiohjeet taimialustoilla ja kasvatusarkeissa ..... oleville taimille 64
Tietotaulu 9b. Välivarastointiohjeet pakkasvarastoiduille taimille 65
10. Istutus 66
10.1 Istutus pottiputkella 66
10.2 Koneistutus 70
10.3 Istutustiheyden tarkistaminen 72
Tietotaulu 10. Istuttajan muistilista 73
11. Viljelyn onnistumisen seuranta 74
Tietotaulu 11. Taimikkoinventointi lyhyesti 76
12. Pintakasvillisuuden torjunta 77
12.1 Pintakasvillisuuden vaikutukset taimikossa 77
12.2 Heinimistarpeen vähentäminen 78
12.3 Pintakasvillisuuden ennakkotorjunta 79
12.4 Pintakasvillisuuden torjunta istutuksen jälkeen 80
Tietotaulu 12. Pintakasvillisuuden torjunta parantaa alkukehitystä 81
13. Varhaisperkaus 82
13.1 Kilpailevan lehtipuuston vaikutukset 82
13.2 Varhaisperkaustarpeen vähentäminen 82
13.3 Ajoitus 82
13.4 Toteutus 84
Tietotaulu 13. Varhaisperkauksella tuotantopuustolle kasvutilaa 85
14. Merkittävimmät tuhot ja niiden välttäminen 86
14.1 Tukkimiehentäi 86
14.2 Juuriniluri 87
14.3 Tyvilaho 89
14.4 Myyrät 92
14.5 Hirvieläimet 94
15. Yhteenveto: Onnistunut kuusen taimikon perustaminen istuttamalla 97
Viitteet 99
Hakemisto 107

1. Miksi kuusi kannattaa uudistaa istuttamalla?

Kuusi on tällä hetkellä viljelypuulajeistamme tärkein. Kuusta istutetaan vuosittain noin 55 000 hehtaarille, mikä on yli 60 % vuotuisesta istutuspinta-alasta (kuva 1.1). Uudistamismenetelmissä on tapahtunut viime aikoina muutoksia. Esimerkiksi koneellinen istutus on yleistynyt ja sen seurauksena istutuskautta on jatkettu perinteistä kuukauden keväistä kautta pidemmäksi. Uusien menetelmien ja pidentyneen istutuskauden seurauksena on hyvä päivittää tietoja siitä, miten kuusen taimikko perustetaan onnistuneesti.

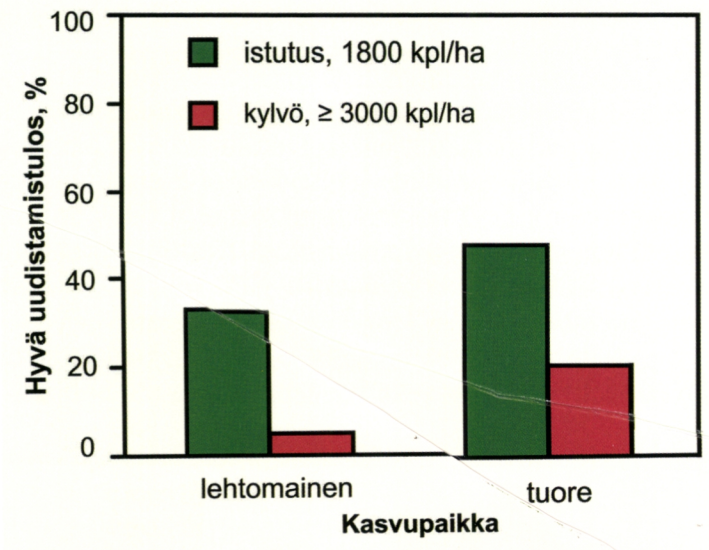
Yksityismetsien metsänuudistamisen onnistumista selvittäneissä tutkimuksissa on todettu, että kuusen uudistamisessa istutus antaa parhaan tuloksen. Kylvötulokset ovat niin heikkoja, ettei kylvöä suositella käytettäväksi kuusen uudistamisessa (kuva 1.2). Kuusen istutuksessakin tulos on ollut kohtuullinen vain osassa uudistusaloja. Keskitiheyden 1800 kasvatettavaa havupuuta hehtaarilla ylitti vain 42 % kuusen istutustaimikoista (kuva 1.2). Istutuksen tulosta on kuitenkin mahdollista parantaa oikealla maanmuokkauksella, taimimateriaalivalinnalla sekä huolellisella taimihuollolla ja



Kuva 1.1 Männyn, kuusen ja muiden puulajien istutuspinta-alat vuosina 1970 – 2004 Suomessa.

istutuksella. Luontaisen uudistamisen tuloksena syntyneet kuusentaimikot ovat epätasaisia. Tässä oppaassa keskitytään kuusen istutukseen, joka on ainoa taloudellisesti järkevä menetelmä kuusen viljelyyn.

Istutetut taimet kasvavat joskus alussa heikosti eli taimet voivat juroa. Juromisella tarkoitetaan istutettujen taimien hidasta alkukehitystä tai kasvun väliaikaista taantumista. Hidas kasvuun lähtö voi johtua useista tekijöistä, kuten heikosta taimimateriaalista, erilaisista tuhoista tai istutuskohdan epäedullisista olosuhteista [65]. Juromista voidaan vähentää käyttämällä soveltuvia taimityyppejä, maanmuokkausja istutusmenetelmiä. Oppaassa kerrotuin toimenpitein kuusen taimien nopea kasvuun lähtö ja taimien hyvä elossa säilyminen on mahdollista varmistaa.



Kuva 1.2. Kuusen kylvö johtaa huonoon uudistamistulokseen kaikilla kasvupaikoilla. Kuusen istutustulokset ovat kylvöä parempia, mutta lehtomaisilla kankailla myös istutustulos on heikko. Hyvän uudistamistuloksen kriteerinä on käytetty kylvössä ≥ 3000 kuusta/ha ja istutuksessa 1800 kasvatettavaa havupuuta/ha. Nämä kriteerit täyttävissä taimikoissa hyvä havupuuntuotos on mahdollista. [64]

Tietotaulu 1. Uudistamisen tavoitteet

+ kasvupaikalle sopiva puulaji
+ tiheydeltään ja kooltaan tasainen taimikko kohtuullisessa ajassa
+ hyödynnetään kasvupaikan puuntuotoskyky täysimääräisesti

Kuusen uudistamisessa nämä tavoitteet saavutetaan parhaiten istutuksella.

2. Uudistamisen suunnittelu

Uudistamisen suunnittelu alkaa jo ennen päätehakkuuta. Silloin on tarkasteltava uudistettavaa aluetta mm. maalajin, tyvilahon esiintymisen sekä arvokkaiden luontokohteiden osalta. Arvokkaat luontokohteet on hyvä rajata jo tässä vaiheessa sekä karttoihin että maastoon, jotta ne säästyvät päätehakkuussa ja sen jälkeisissä uudistamisen eri vaiheissa. Kasvupaikan ominaisuuksien tunnistaminen on tärkeää, jotta kohteelle voidaan valita sille soveltuva puulaji, taimilaji, istutusajankohta sekä suunnitella maanmuokkaus. Esimerkiksi tyvilahoisten kuusien määrä kohteella vaikuttaa puulajivalintaan sekä kantojen noston tarpeellisuuteen. Näihin tekijöihin ja niiden vaikutuksiin palataan oppaan myöhemmissä luvuissa. Toimenpiteiden aikataulutus on hyvä miettiä huolellisesti. Usein uudistamisketju voi olla hyvinkin nopea, jolloin metsänviljely voidaan tehdä jo hakkuunjälkeisenä kasvukautena. Toisaalta, jos alueelta päätetään kerätä hakkuutähde tai nostaa kannot, aikataulu maanmuokkauksen ja istutuksen osalta on hitaampi.

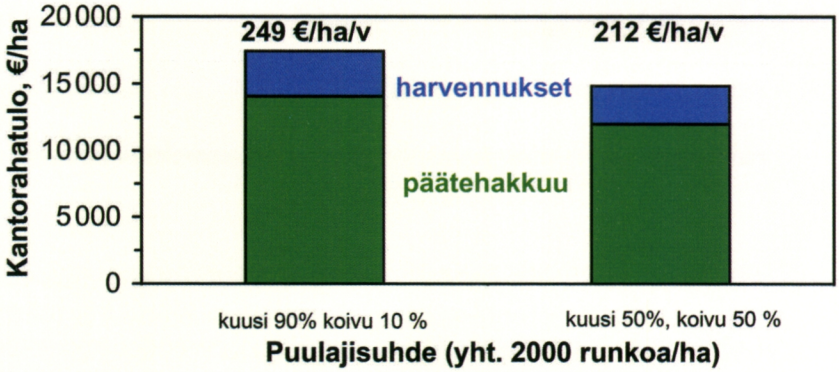
Tietotaulu 2. Suunnittelussa huomioon otettavat tekijät

- kasvupaikka ja sen ominaisuudet (vaikuttavat maanmuokkausmenetelmän, puulajin, taimilajin ja istutusajankohdan valintaan)
- tyvilahon runsaus kohteella (vaikuttaa kantojen noston tarpeellisuuteen ja puulajivalintaan)
- arvokkaat luontokohteet ja kuinka ne huomioidaan uudistamisessa
- metsänviljelytoimenpiteiden aikataulu

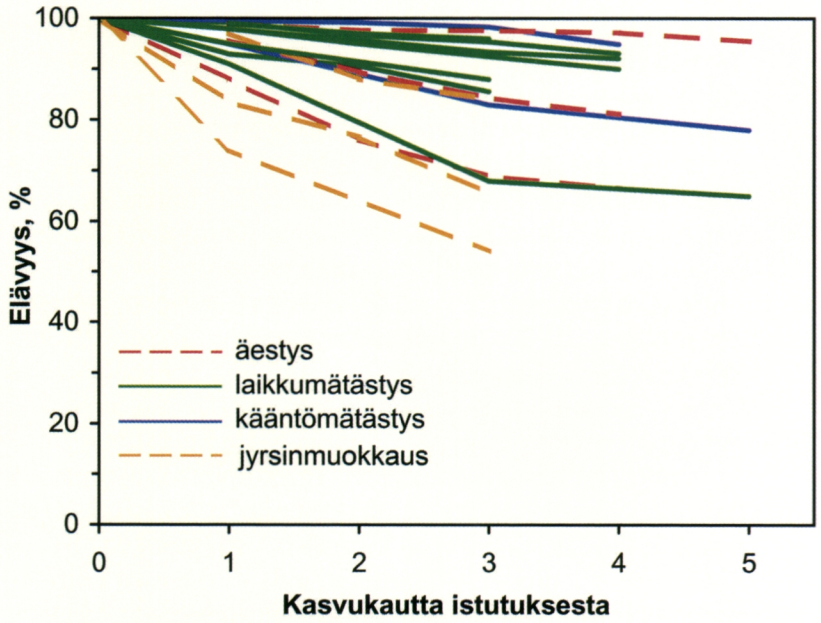
3. Viljelytiheys ja sen merkitys

Puuntuotannolliselta kannalta metsänuudistamisen tavoitteena on määrällisesti ja laadullisesti sellainen taimikko, joka hyödyntää täysimääräisenä kasvupaikan kasvuedellytykset. Hyvän tuotoksen ja puuaineen laadun saavuttamiseksi taimikon on oltava riittävän tiheä, puulajikoostumukseltaan kasvupaikalle soveltuva ja tilajärjestykseltään tasainen. Uudistamisen tuloksena syntyvästä taimikosta riippuu tulevan kasvatusmetsän runkoluku ja puulajisuhteet. Havupuuvaltaisissa taimikoissa runkoluvun tulisi viimeisen taimikonhoitokerran jälkeen olla 1800 – 2000 runkoa hehtaarilla, jotka voidaan kasvattaa ainespuun mittoihin ensiharvennukseen mennessä [78]. Jos nämä edellytykset eivät täyty, metsiköstä ei ole enää odotettavissa parasta mahdollista hakkuutuloa (kuva 3.1).

Hyvän puuaineen laadun ja riittävän taloudellisen tuoton varmistamiseksi taimikon tiheyden tulee olla perustamis- ja nuoruusvaiheessa ensiharvennusvaiheen tavoiterunkolukua suurempi. Istutustiheyssuositus lehtomaiselle kankaalle on 2200 tainta/ha ja tuoreelle kankaalle 2000 tainta/ha. Istutustaimista kuolee aina osa tuhoihin ja pintakasvillisuuden kilpailuun. Valtaosa kuolleisuudesta tapahtuu 2 – 3 vuoden kuluessa istutuksesta (kuva 3.2). Useista Suomessa ja Ruotsissa julkaistuista ja osin julkaisemattomista aineistoista laskettu keskimääräinen elävyys mätästetyillä kohteilla oli 84 % 3 – 4 vuoden kuluttua istutuksesta. Äestetyillä kohteilla elävyys oli enää 67 % ja jyrsinmuokatuilla kohteilla 64 % 2 – 3 vuoden kuluttua istutuksesta. Ensimmäisten istutuksen jälkeisten vuosien aikana uudistusalalle syntyy luontaisia taimia. Luontaisista taimista kuitenkin vain pieni osa havupuista soveltuu täydennystaimiksi, sillä luontainen taimiaines syntyy ryhmittäin. Taimikkoinventoinneissa havaittiin, että luontaisten taimien määrä oli 250 – 350 havupuuta hehtaarilla ja täydentyneen pinta-alan osuus noin 15 % [88].



Kuva 3.1. Eteläsuomalaisen kuusivaltaisen metsikön koko kiertoajan kuluessa saatavat kantorahatulot pienenevät koivun (voi olla sekä raudus- ja hieskoivua) osuuden lisääntyessä. Oletuksena laskelmissa oli tiheys 2000 puuta/ha ensiharvennusvaiheessa ja että koivut ja kuuset jakautuivat tasaisesti alueelle. Todellisuudessa koivua esiintyy laikkuina, jolloin tuottoa vähentävä vaikutus on suurempi. Kantorahatulo on laskettu vuoden 2002 puutavaralajien hintojen mukaan eikä korkoa ole huomioitu. (85)



Kuva 3.2. Kuusen paakkutaimien elävyys tasoittuu istutuksen jälkeisten 3 – 4 vuoden aikana. Kuvan tiedot on koottu Ruotsissa ja Suomessa tehdyistä tutkimuksista, joissa on käytetty erilaisia maanmuokkausmenetelmiä. (7, 13, 37, 38, 60, 84, 86, 87, 88)

Tietotaulu 3. Tavoiteperustamistiheydet kuuselle

Kasvupaikka	Uudistamismenetelmä	Tiheys, tainta/ha
Lehtomainen kangas	Istutus	2200
Tuore kangas	Istutus	2000
Kuivahko kangas	Ei sovellu kuuselle	–

4. Kuusen kasvupaikat ja olosuhteet taimivaiheessa

Kuusi menestyy parhaiten viljavilla kasvupaikoilla, joita ovat tuoreet ja lehtomaiset kankaat sekä vastaavan ravinteisuustason turvemaat. Kuusen pinnallinen juuristo kasvaa pääosin humuskerroksessa ja maanpinnan lähellä kivennäismaassa. Tämän takia kuusi kestää huonosti kuivuutta. Maaperän on oltava riittävän kostea, mutta kuitenkin ilmava.

Maan vesitalous riippuu maan vedenpidätyskyvystä sekä vallitsevista olosuhteista, kuten ilmastosta, maan pinnan muodoista ja pohjaveden pinnasta. Vedenpidätyskyky riippuu ennen kaikkea maan raekoosta. Kun maan vallitseva raekoko on alle 0,06 mm, maalaji luokitellaan hienoksi (taulukko 4.1). Hienoja lajitteita (savi, hiesu, hieno hieta) sisältävät maat pidättävät vettä hyvin ja routivat herkästi. Keskikarkeiden maiden (karkea hieta, hieno hiekka) vedenpidätyskyky on kohtalainen. Karkeat maalajit (sora ja karkea hiekka) ovat kuivia ja soveltuvat kuuselle huonosti. Niillä vesi sitoutuu maahan heikosti ja valuu painovoiman vaikutuksesta nopeasti pois. Lisäksi veden kapillaarinen nousu on karkeilla maalajeilla heikkoa.

Taulukko 4.1. Kivennäismaalajien tunnistaminen. Rullaustestillä tarkoitetaan testiä, jossa sormenpään kokoista kosteaa näytettä puristetaan palloksi ja sitten kieritetään kämmenellä tai muulla alustalla ohueksi nauhaksi. [34, 72]

Maalajit	Lajitteet	Raekoko, mm	Rakeiden erottuminen silmin	Nauhan paksuus rullaustestissä
Karkea	Sora, karkea hiekka	0,6 – 20	Selvästi	Ei kierry nauhaksi
Keskikarkea	Karkea hieta, hieno hiekka	0,06 – 0,6	Kohtalaisesti	Ei kierry nauhaksi
Hieno	Savi, hiesu, hieno hieta	< 0,06	Ei, mutta voi tuntua sormenpäissä, jos sisältää hietaa	Kiertyy < 6 mm paksuksi nauhaksi

Maan raekoko ei yksin määrää uudistusalan vesitaloutta. Esimerkiksi pintamaa voi vaikuttaa kuivalta ennen päätehakkuuta, jos se on karkeaa ja hyvin vettä läpäisevää, mutta hieman syvemmällä voi olla runsaasti hienoja, vettä pidättäviä maalajitteita. Kun päätehakkuussa kohteelta poistetaan pääosa haihduttavasta puustosta, vettä jää aiempaa enemmän maaperään. Märkyysongelmia esiintyy etenkin tasaisilla kohteilla keväisten lumen sulamisvesien kertyessä hienojakoisen maakerroksen päälle. Rinnemailla vesitalousongelmat ovat yleensä vähäisiä.

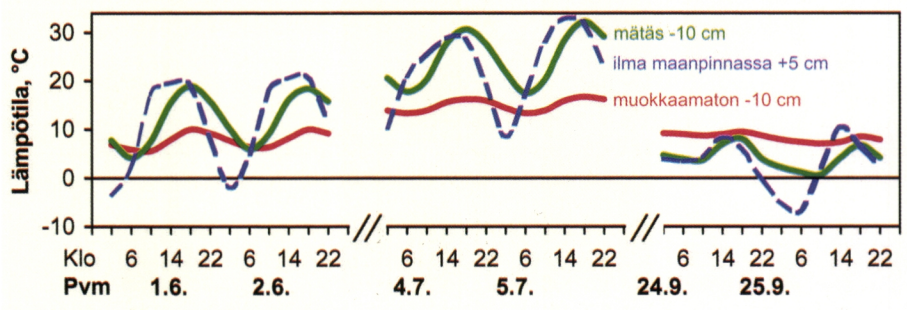
Päätehakkuun jälkeen pohjaveden pinta voi nousta ja vettä kertyy herkästi kuoppiin ja painanteisiin. Kun maaveden määrä lisääntyy, maan ilmatila vähenee ja taimen juuriston hapensaanti heikentyy. Muutaman viikon märkyyden seurauksena neulasten kunto ja taimen myöhempi kasvu heikkenevät (kuva 4.1). Jos juuristo on pitkään seisovassa vedessä, taimi kuolee. Märkyyden aiheuttamat tuhot voidaan välttää oikealla maanmuokkauksella ja ojituksella sekä istutuspaikan valinnalla.



Kuva 4.1. Taimen kunto heikkenee, jos se on seisovassa vedessä useita viikkoja. Pitkään jatkuessaan märkyys ja seisova vesi heikentävät juuristoa ja ennen pitkää tappavat taimen.

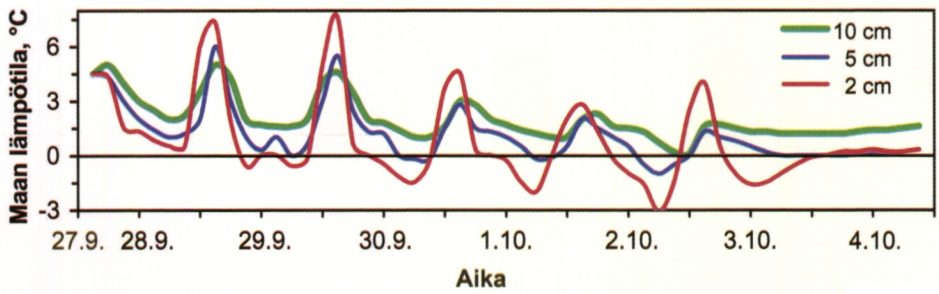
Kosteusolojen lisäksi säteily- ja lämpöolot muuttuvat äärevimmiksi päätehakkuun jälkeen. Uudistusalalla säteilyä pääsee maanpinnalle asti enemmän. Lämpötila maassa seuraa ilman lämpötilaa etenkin, kun maan pintaa on rikottu. Mättäässä lämpötilojen vaihtelu on voimakkaampaa kuin muokkaamattomassa maassa (kuva 4.2). Maan lämpeneminen riippuu maalajista, maan kosteudesta ja ilmavuudesta. Keväällä ja alkukesällä, kun valoisa aika on pitkä ja auringon säteily voimakasta, hiekka lämpenee nopeammin ja lämpö johtuu siinä syvemmälle kuin hienojakoisemmilla lajitteilla. Huonoimmin lämpenee turve. Kuivan maan lämpökapasiteetti on alhaisempi kuin kostean maan, minkä vuoksi kostea maa lämpenee hitaimmin, mutta vastaavasti myös viilenee hitaammin.

Muokatun maan lämpötilan vaihtelu aiheuttaa riskejä keväällä ja syksyllä, jos maa toistuvasti jäätyy ja sulaa (kuva 4.3). Tällaisissa oloissa rousteriski lisääntyy. Rouste on pintaroutaa, jossa on neulasmaista kerroksittaista jäätä. Jään yläpinnalla on pieni määrä kariketta tai kivennäismaata. Roustetta muodostuu, kun maahiukkasten ja kasvavien jääkiteiden yhtymäkohdassa on liikkuvaa vettä. Liikkuva vesi on maan syvemmistä kerroksista kapillaarisesti nousevaa vettä. Rouste on voimakkainta hienossa hietamaassa, jossa vesi nousee kapillaarisesti nopeimmin [12]. Rouste nostaa maahan huonosti kiinnittyneet paakut ylös osittain tai kokonaan (kuva 4.4), jolloin juuret katkeilevat ja taimi kuivuu. Rousteen nostamat taimet myös kallistuvat ja jäävät helposti heinän alle.



Kuva 4.2. Alku- ja keskikesällä mätäs lämpenee nopeammin kuin muokkaamaton maa. Vuorokausivaihtelu on mättäässä myös suurempaa seuraten tarkemmin maanpinnan läheisen ilmakerroksen (5 cm) lämpötilaa. Syksyllä muokkaamaton maa on puolestaan lämpimämpää ja vuorokausivaihtelu on vähäisempää kuin mättäässä. [84]

Aukealla on puustoista aluetta suurempi hallariski. Hallaa esiintyy tyypillisesti tyyninä, kirkkaina öinä alavilla paikoilla, jonne raskaampi kylmä ilma kertyy. Voimakkaan kylmänrintaman mukanaan tuomaa hallaa esiintyy tuulisellakin säällä, eikä pinnanmuodoilla ole silloin vaikutusta. Myös maalaji vaikuttaa hallavaurioriskiin. Kivennäismaat johtavat lämpöä paremmin kuin turvemaat, jolloin hallavaurioriski on niillä pienempi. Hallaa esiintyy lähes joka kevät ja syksy, kovia keväthalloja (maanpinnan lämpötila alle -3,0 °C) 2 – 5 kertaa ja kovia syyshalloja 2 – 3 kertaa 10 vuodessa. Kasvukauden aikana taimet paleltuvat kasvaimen lämpötilan alittaessa -2,8 °C [40]. Koska kasvaimet ovat yleensä 1 – 2 °C kylmempiä kuin ympäröivä ilma, hallavaurioiden riski on



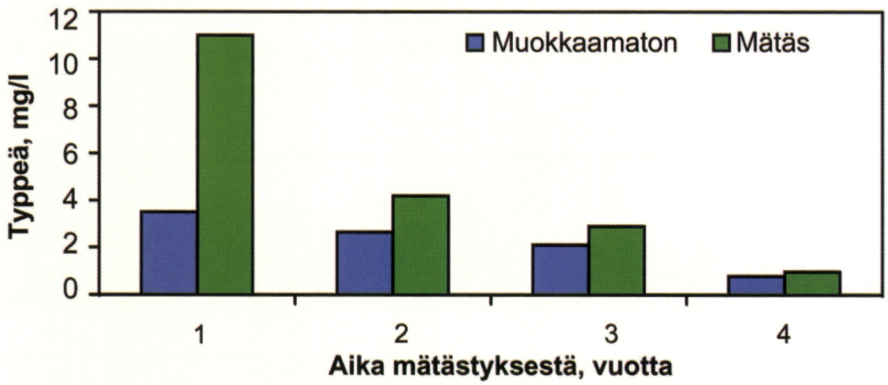
Kuva 4.3. Maan lämpötilan vaihtelu mättään pintakerroksissa on voimakkaampaa kuin syvemmissä kerroksissa syksyllä. [81]



Kuva 4.4. Osittain kuivunut, rousteen maanpinnalle nostama taimi.

olemassa aina, kun ilman lämpötila laskee kasvukauden aikana alle 0 °C.

Päätehakkuun jälkeen ravinteiden huuhtoutumisriski kasvaa. Vapautuvat ravinteet sitoutuvat kuitenkin pintakasvillisuuteen ja maahan muutaman vuoden kuluttua (kuva 4.5). Mättään humuskerroksen alla maaliuoksen typpipitoisuudet ovat korkeammat heti mätästyksen jälkeen kuin muokkaamattoman maan humuskerroksen alla, mutta laskevat nopeasti (kuva 4.5).



Kuva 4.5. Maaveden typpipitoisuuden muutokset maanmuokkausjäljen vanhetessa viljavan lehtomaisen kankaan uudistusalalla, jossa pintakasvillisuuden kehitys oli nopeaa. [41, 69]

Tietotaulu 4. Kuusen kasvupaikat

+ Tuoreet ja lehtomaiset kankaat sekä vastaavan ravinteisuustason turvemaat
+ Maa kostea, mutta ilmava
+ Hienot ja keskikarkeat maat, jotka pidättävät vettä riittävästi
    - Maan vesitalousoloja tarkasteltaessa on kuoppia (syvyys 0,5 m) kaivamalla selvitettävä pintamaan lisäksi raekoko syvemmistä kerroksista, jotka voivat pidättää vettä pintamaata enemmän ja vaikuttavat vesitalousoloihin päätehakkuun jälkeen

Päätehakkuun jälkeen uudistamistoimenpiteitä tehtäessä on otettava huomioon, että

+ pohjaveden pinta voi nousta haihduttavan puuston poistuttua (voidaan vaikuttaa maanmuokkauksella)
+ säteily- ja lämpöolot muuttuvat äärevimmiksi (voidaan vaikuttaa maanmuokkauksella, istutusajankohta- ja taimimateriaalivalinnalla)
    - halla-, rouste- ja kuivuusriski
+ ravinteiden huuhtoutumisriski kasvaa
    - vapautuvat ravinteet sitoutuvat nopeasti pintakasvillisuuteen

5. Uudistusalan raivaus, hakkuutähteen korjuu ja kantojen nosto

5.1 Ennakkoraivaus

Hakkuun jälkeen uudistusalalle jäänyt vesakko ja pystyyn jäänyt jätepuusto on raivattava ennen uudistamistöiden aloittamista. Näkyvyyttä haittaava vesakko hidastaa muokkaustyötä ja huonontaa muokkausjäljen laatua. Vesakko haittaa myös viljeltävien taimien kasvua ja vaikeuttaa perkausta myöhemmin. Säästettävät taimiryhmät on rajattava raivattaessa selvästi maanmuokkauskoneen kuljettajan työn helpottamiseksi. Samoin erityisen arvokkaat pienialaiset luontokohteet on rajattava työmaakartan lisäksi myös maastoon.

5.2 Hakkuutähteen ja kantojen korjuu

Uudistusalalta voidaan korjata hakkuutähdettä ja kantoja energiatuotantoon (kuva 5.1). Hakkuutähteen korjuu nopeuttaa kaivinkoneella tehtävää maanmuokkausta, parantaa taimikon tilajärjestystä ja muokkausjälkien laatua.

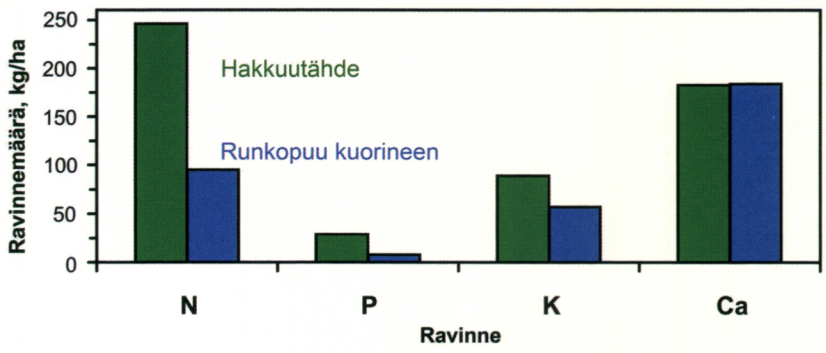
Kohteilla, joilla yli 20 % kannoista on lahoja, kuusenviljelyä ei suositella, ellei kantoja ole nostettu [53]. Tällaisilla kohteilla seuraavan puusukupolven tartuntariski pienenee jo sillä, että vain kookkaimmat tyvilahon saastuttamat päätehakkuun kannot poistetaan [53]. Parhaan lopputuloksen varmistamiseksi sekä lahot päätehakkuun kannot että aiemmat harvennushakkuun kannot tulisi kuitenkin nostaa [53]. Terveitä kantoja ei tarvitse nostaa, mutta sulan maan aikana tehtävissä hakkuissa niiden kaatopinnat on käsiteltävä biologisella tai kemiallisella torjunta-aineella itiötartunnan estämiseksi.

Tuoreet hakkuutähde- ja kantokasat houkuttelevat tuoksullaan tukkimiehentäitä ja juurinilureita uudistusalalle koko hakkuuta seuraavan kesän. Hakkuutähteen korjuu ei kuiten-

kaan vaikuta tukkimiehentäin tuhojen määrään [82]. Myöskään kantojen poistolla ei voida kokonaan estää tukkimiehentäiden lisääntymistä, koska kantoihin jo ennen nostoa munitut munat voivat jatkaa kehitystään suurissa kantokasoissa.



Kuva 5.1. Kantojen korjuussa nostetaan suurin osa uudistusalan kannoista. Kannon noston yhteydessä paljastunut kivennäismaa ei takaa riittävää määrää istutuskohtia, vaan aina tarvitaan vähintään täydentävää maanmuokkausta.



Kuva 5.2. Mustikkatyypin kuusikon (326 m^3/ha) hakkuutähteessä on typpeä (N), fosforia (P) ja kaliumia (K) enemmän kuin hakkuussa poistuvassa runkopuussa. Kalsiumia (Ca) on runsaasti sekä hakkuutähteessä että runkopuussa [42].

Hakkuutähteessä, etenkin neulasissa, on huomattava määrä ravinteita (kuva 5.2), joiden menetys voi johtaa myöhemmin kasvutappioihin [5, 24]. Vaikutukset ovat kuitenkin vähäisiä, jos neulaset jäävät uudistusalalle [5]. Jotta neulaset ehtisivät karista, olisi hakkuutähde kerättävä vasta sen kuivuttua. Hakkuutähteen korjuu voi myös lisätä erityisesti Itä-Suomessa yleistä boorin puutosta. Boorin ja muiden ravinteiden puutosta voidaan korjata lannoituksella [24].

Tietotaulu 5. Hakkuutähteen korjuu ja kantojen nosto

Hakkuutähteen korjuu

+ nopeuttaa kaivinkoneella tehtävää maanmuokkausta
+ parantaa taimikon tilajärjestystä
+ parantaa muokkausjälkien laatua
– ei vaikuta hyönteistuhojen määrään
– kasvupaikalta poistuu ravinteita, mutta menetystä voidaan vähentää, jos neulaset ehtivät karista uudistusalalle ennen hakkuutähteen korjuuta

Kantojen korjuu

+ suositeltavaa erityisesti kohteilla, joilla esiintyy runsaasti tyvilahoa (kaikki lahot kannot olisi hyvä poistaa)
– tuoreet kantokasat houkuttelevat tukkimiehentäitä ja juurinilureita uudistusalalle
+ kantojen korjuu ei korvaa maanmuokkausta

6. Maanmuokkaus

6.1 Miksi maanmuokkausta tarvitaan?

Maanmuokkauksen tarkoituksena on luoda suotuisat olosuhteet taimien kasvulle. Muokkaus myös helpottaa istutustyötä ja alentaa taimikon perustamiskustannuksia, kun tarkastellaan uudistamisketjua hakkuusta vakiintuneeseen taimikkoon. Hyvän maanmuokkauksen jäljiltä uudistusalalla on riittävästi muokkauskohtia (2000 = 2200 kpl/ha). Maanmuokkauskustannuksiltaan halvin vaihtoehto ei välttämättä ole edullisin, kun tarkastellaan taimikon perustamisen kokonaiskustannuksia ja pidemmän ajan metsänkasvatuksen tulosta.

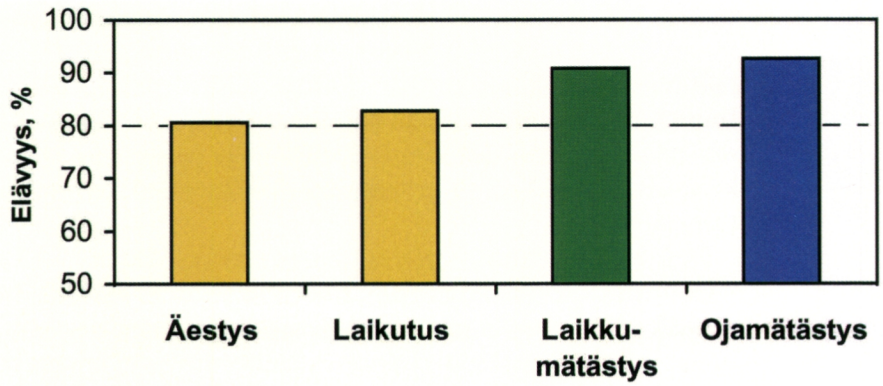
Kuusen uudistamisalojen maanmuokkauksessa on pitkään suosittu äestystä ja laikutusta. Laikutuksessa ja äestyksessä muokkausjäljet ovat maanpinnan tasolla tai jopa sitä alempana, jolloin taimet kärsivät usein hallavaurioista ja vesi jää muokkausjälkiin. Kastikat ja muu korkea kasvillisuus kaatuu yhdessä lumen kanssa myös herkästi taimien päälle vaurioittaen niitä ja lisäten mm. myyrän ja tukkimiehentäin syöntiriskiä.

Laikutusta ja äestystä parempaan tulokseen päästään kuitenkin mätästyksellä (kuva 6.1). Mättäillä vesakon kehitys on vähäisempää ja hitaampaa kuin muissa maanmuokkausjäljissä tai muokkaamattomalla maalla. Taimien pituuskasvu mättäässä on nopeampaa kuin äesjäljessä (kuva 6.2). Jo muutaman vuoden jälkeen mätästyksen suuremmat kustannukset on säästetty alhaisemman taimikuolleisuuden, pienemmän täydennysviljelytarpeen ja paremman kasvun ansiosta.

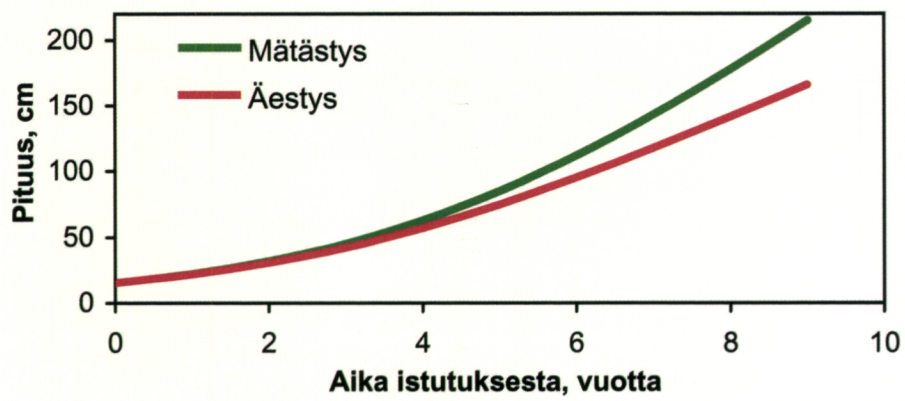
Maanmuokkaus kohottaa maan lämpötilaa, jolloin olosuhteet juurten kasvulle sekä veden ja ravinteiden otolle paranevat. Maan lämpeneminen keväällä on tärkeää vastaistutettujen taimien juurtumisen nopeuttamiseksi. Syksyllä muokkaamattoman maan pintakerroksissa lämpötila säilyy kuitenkin muokattua maata korkeampana.

Mätästys vähentää hallavaurioita, koska istutuskohta on ympäristöä korkeammalla lämpöä hyvin johtavan kivennäismaakerroksen päällä. Ympäristöään selvästi korkeammalla

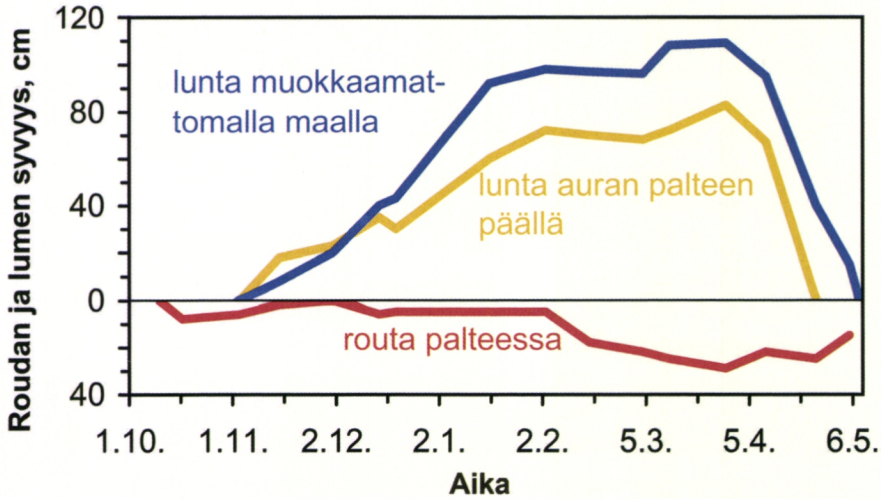
oleva mätäs routaantuu kuitenkin helposti ja sillä on ympäröivää muokkaamatonta maata ohuempi lumipeite (kuva 6.3). Keväällä lumipeite sulaa mättäältä aikaisemmin kuin muokkaamattomalta maalta, jolloin taimien latvat altistuvat ahavalle. Kasvupaikka on herkkä ahavalle, jos se sijaitsee alueella, jossa lumipeite on ohut tai lumi sulaa aikaisin keväällä, mutta maa on pitkään roudassa. Ahavatuhot syntyvät neulasten pakkaskuivumisesta. Kevättalvella ja keväällä aurinkoisina päivinä lumen jo osittain tai kokonaan sulettua lumenpinnan yläpuolella olevista neulasista haihtuu vettä.



Kuva 6.1. Kuusen taimien 'laskennallinen elävyys' kolme vuotta istutuksen jälkeen oli suurempi mätästetyillä kuin äestetyillä ja laikutetuilla UPM:n uudistusaloilla. Elävyys on saatu jakamalla löydettyjen taimien lukumäärä ohjeistutustiheydellä. Eri maanmuokkausmenetelmiä oli käytetty erilaisilla kasvupaikoilla [66].



Kuva 6.2. Kuusen paakkutaimien pituuskasvu on nopeampaa mättäillä kuin äesjäljessä [65].



Kuva 6.3. Auran palteella (vastaa mätästä) lumikerros on ohuempi ja palle (mätäs) routaantuu toisin kuin muokkaamaton maa (ei routaa, joten viiva sama kuin 0-viiva). Palteen korkeus oli 25 cm. Tutkimus oli tehty Kainuussa [56].



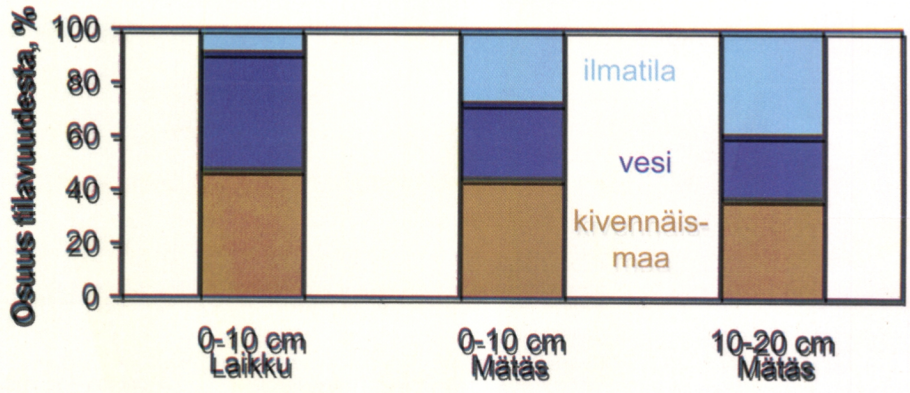
Kuva 6.4. Ahavan kevättalvella vaurioittamien taimien neulaset ovat punaruskeita ja voivat esiintyä vain taimen auringon puoleisella sivulla.

Kun maa on vielä roudassa, taimen juuristo ei saa vettä ja seurauksena on neulasten kuivuminen (kuva 6.4). Taimi ei välttämättä kuole ahavavioituksiin, mutta sen kasvu kärsii [74]. Nuorilla taimilla voimakkaimmissa ahavavioituksissa myös silmut voivat vaurioitua, jolloin taimet kuolevat [59].

Kuusen kasvupaikat sisältävät usein hienoja lajitteita, jolloin maat ovat tiiviitä. Kun maa on tiivistä, juurten on vaikea tunkeutua siihen. Tiiviin maan huokostila ja samalla myös ilmatila on pieni eikä juuristo saa riittävästi happea. Tiivis maa myös lämpenee hitaammin kuin löyhä maa [81]. Maanmuokkauksella voidaan vähentää maan tiiviyttä. Maa ei muokkauksen jälkeen saa kuitenkaan jäädä liian löyhäksi, jolloin istutettujen taimien juuripaakut eivät ole riittävästi kosketuksissa maahan ja taimien vedenotto maasta voi vaikeutua.

Mätästyksessä maanpinnalle tehdään kohoumia, jotka turvaavat riittävän ilmatilan juuristolle (kuva 6.5). Mätästykseen verrattuna laikutuksella ja äestyksellä ei saada yhtä ilmavia kasvuolosuhteita juurten kehittymiselle (kuva 6.5).

Mättäässä taimi on muokkaamattoman maan pintaa korkeammalla, jolloin pintakasvillisuuden kilpailu vähenee taimen lähellä. Toisaalta mätästyksellä parannetaan taimien ravinteiden saatavuutta. Mättään korkeampi lämpötila, ilmavuuden paraneminen sekä humuksen ja kivennäismaan sekoittuminen edistävät mikrobitoimintaa. Ne puolestaan no-



Kuva 6.5. Ilmatilan osuus laikussa (0 - 10 cm syvyydessä) on pienempi ja vesitilan suurempi kuin mättäässä. Mättäässä ilmatilan osuus on suurempi syvemmällä (10 – 20 cm syvyys) kuin pinnassa (0 – 10 cm). Kuvan Lapissa olleet mättäät olivat poikkeuksellisen korkeita, sillä kivennäismaata oli 35 cm mättään pinnassa. Maalajina oli hiekkamoreeni, jossa oli kuitenkin runsaasti hienoja lajitteita. [61]

peuttavat orgaanisen aineksen hajoamista ja ravinteiden vapautumista. Lisäksi kohonnut lämpötila helpottaa juurten veden ja ravinteidenottoa, jolloin taimen menestymismahdollisuudet paranevat.

Maanmuokkauksella vähennetään taimien alttiutta tukkimiehentäille, koska tukkimiehentäi liikkuu paljaalla kivennäismaalla mahdollisimman vähän aikaa [3, 28]. Humuspeitteisellä mättäällä tukkimiehentäi löytää sopivia piilopaikkoja (kuva 6.6), jolloin se voi rauhassa syödä taimea [49, 50]. Myös mättään päällä oleva hakkuutähde ja pintakasvillisuus lisäävät tukkimiehentäin syöntiriskiä antamalla kuoriaisille suojaa vihollisiaan vastaan [49, 83]. Maanmuokkausjäljen vanhentuessa sille kasvaa pintakasvillisuutta, jolloin paljaan kivennäismaan suojaava vaikutus tukkimiehentäin tuhoja vastaan vähenee [83]. Istutus olisikin tehtävä vuoden kuluessa muokkauksen jälkeen, jotta suojavaikutus tukkimiehentäitä vastaan olisi mahdollisimman suuri [83].

6.2 Metsänviljelyn ajoittuminen suhteessa hakkuuseen

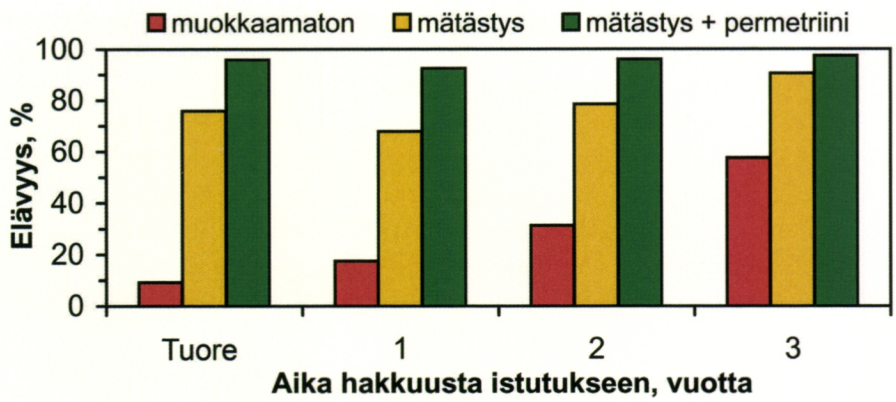
Metsänviljelyä ei tarvitse viivästyttää päätehakkuun jälkeen. Onnistuneen viljelyn edellytyksenä on kuitenkin hyvä maanmuokkaus ja taimien istutusta edeltävä kemiallinen tukkimiehentäin torjunta-ainekäsittely (kuva 6.7). Viivästyttämistä on perusteltu tukkimiehentäin tuhoriskin vähenemisellä hakkuun jälkeisten vuosien aikana. Hakkuutähde ja alueelle jääneet kannot houkuttelevat paikalle tukkimiehentäitä lisään-



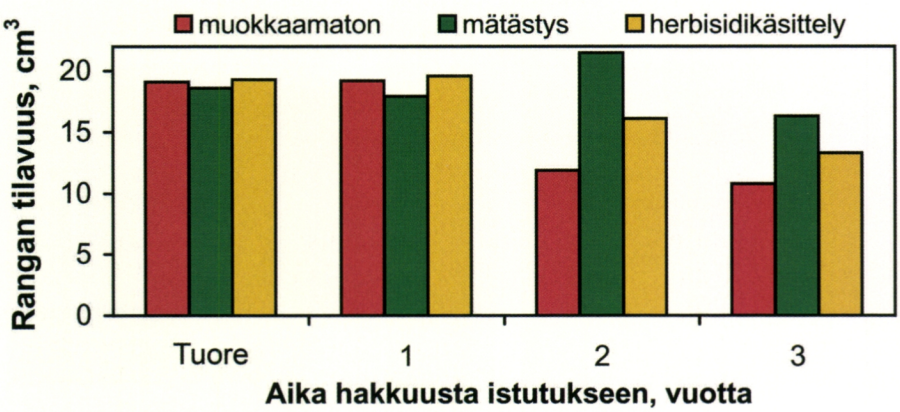


Kuva 6.6. Humuspintaiset, runsaan hakkuutähteen peittämät mättäät tai mättäät, joiden alle on jäänyt hakkuutähteitä, ovat huonoja istutuspaikkoja, sillä niillä on suuri kuivumis- ja tukkimiehentäin vioitusriski.

tymään ja syöntipaine on suuri 2 – 5 vuotta hakkuusta [82]. Viivästyttämisen seurauksena pintakasvillisuus lisääntyy kuitenkin voimakkaasti [43] ja päätehakkuussa vapautuvien ravinteiden saatavuus heikkenee [69]. Kilpaileva pintakasvillisuus heikentää taimien kasvua (kuva 6.8), kun vastaistute-



Kuva 6.7. Aika hakkuusta istutukseen ei vaikuta kuusen paakkutaimien elävyyteen, kun taimet istutetaan muokattuun maahan ja ne käsitellään tukkimiehentäin torjunta-aineilla ennen istutusta. Muokkaamattomaan maahan käsittelemättöminä istutettujen taimien elävyys paranee mitä kauemmin hakkuusta on aikaa ennen istutusta, mutta ei kuitenkaan ole vielä kolmenkaan vuoden kuluttua yhtä hyvä kuin muokattuun maahan istutetuilla taimilla. Tutkimuksen Etelä-Ruotsissa sijainneet kohteet oli hakattu eri vuosina, muokattu samanaikaisesti huhtikuussa, 2-vuotiaat taimet oli istutettu toukokuussa ja elävyys laskettu kolmen vuoden kuluttua istutuksesta. Tukkimiehentäin syöntivioitukset olivat syynä elävyyden heikkenemiseen. [82]



Kuva 6.8. Kun aika hakkuusta istutukseen lisääntyy, pintakasvillisuuskilpailu vähentää kuusen taimien rangan tilavuutta. Koejärjestelyt olivat samat kuin kuvassa 6.7. [43]

tut taimet joutuvat kilpailemaan pintakasvillisuuden kanssa valosta, vedestä ja ravinteista [43]. Lisäksi mitä pitempään viljelyä viivästytetään ja kasvupaikka on ilman taimia, sitä useamman vuoden kasvu menetetään.

Koneistutuksessa maanmuokkaus tehdään yleensä istutuksen yhteydessä. Jos istutus pottiputkella on suunniteltu kevääksi, maanmuokkaus on tehtävä edeltävänä syksynä. Muussa tapauksessa maanmuokkaus voidaan tehdä istutusvuonna. Tällöin istuttajan on varmistettava istutuksen yhteydessä, että mättäät ovat riittävän tiiviitä.

6.3 Erilaiset mättäät ja niiden soveltuvuus eri kasvupaikoille

Mätäs voi olla laikku-, oja- tai kääntömätäs. Laikkumätäs tehdään kääntämällä laikusta vedetty maa laikun viereen muokkaamattoman maan päälle kaivinkoneen kauhan kärjellä, mätästävällä muokkauslevyllä tai kuormatraktorin vetämällä mätästäjällä (kuva 6.9), jolloin mättään sisään jää kaksinkertainen humuskerros. Ojamätästyksessä mätäsmaat otetaan ojitettavan kohdan pintamaasta (kuva 6.10). Ojien ylimääräinen maa läjitetään, mutta taimet istutetaan vain mättäisiin. Kääntömätäs tehdään kaivurin kauhalla pudottamalla maa samaan kuoppaan, mistä se on otettukin niin, että humus jää kuopan pohjalle (kuva 6.11). Kokemukset kääntömättäistä ovat vähäisiä, eikä sen soveltuvuutta erilaisille kasvupaikoille tunneta vielä hyvin. Istutuskoneissa on käytetty myös jyrsinmenetelmää, jossa mätäspyörällä jyrsimällä tehdään muokkausjälkiä. Jyrsimen muokkausjäljessä humus ja kivennäismaa sekoittuvat useimmiten löyhäksi kasaksi jyrsinkuopan viereen (kuva 6.12). Saatujen vähäisten kokemusten perusteella kuusen taimet kuivuvat ja ovat löyhässä jyrsimen muokkausjäljessä erittäin alttiita hyönteistuholle, joten sitä ei suositella käytettäväksi. Tarkempia ohjeita erilaisten mättäiden tekemiseen löytyy Metsätehon Maanmuokkauksen koulutusaineisto - vihkosta [39].

Muokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat kasvupaikan viljavuus, maalaji, vesitalous, pienilmasto, erilaisten tuhojen riski sekä käytettävä taimimateriaali. Lisäksi kasvupaikan ahavaherkkyys olisi huomioitava mätästystapaa ja mättään korkeutta määrättäessä.



Kuva 6.9. Laikkumätäs.



Kuva 6.10. Ojamätäs.



Kuva 6.11. Kääntömätäs.



Kuva 6.12. Jyrsinmuokkaus.

Laikkumätästys soveltuu kohteille, joilla ei ole selvää vesitalouden järjestelytarvetta. Noin 15 – 20 cm korkea laikkumätäs soveltuu hienojakoisia lajitteita sisältäville kasvupaikoille, joilla on odotettavissa lieviä ongelmia vesitalouden kanssa, mutta joilla ei ole vielä ojitustarvetta. Jos hienolajitteinen kasvupaikka on alueella, jolla lumipeite on ohut tai lunta ei ole lainkaan, se routaantuu voimakkaasti ja on herkkä ahavalle. Tällaisilla kohteilla mättäistä tulisi tehdä mahdollisimman matalia. Mitä korkeammalla kohoumalla taimi on, sitä vähemmän kohoumalle kertyy talvella lunta, nopeammin lumi sulaa keväällä (ks. kuva 6.3) ja todennäköisempää on, että taimen latva altistuu kuivattaville olosuhteille.

Kääntömätästys soveltuu kohteille, joilla ei ole vesitalouden järjestelytarvetta. Kääntömättään pinta on ympäröivän maan tasalla, joten se soveltuu ahavaherkille kasvupaikoille edellyttäen, että vesitalous on kunnossa.

Ojamätästystä käytetään kivennäismailla, joilla on vesitalouden järjestelytarvetta. Ojan syvyydeksi riittää 50 – 60 cm. Jos syvempien kerrosten maalajina on hiesu tai savi, mätäs on tehtävä pintamaasta. Syvempien kerrosten ylimääräinen ojamaa läjitetään, mutta niille ei istuteta taimia.

Savisten maiden maanmuokkauksesta on vähän tutkimustietoa. Käytännön kokemuksen mukaan niille sopii parhaiten humuspitoisesta pintamaasta tehty laakea, laaja ja matala laikku- tai ojamätäs, jonka pinta on kivennäismaata. Jos kasvupaikalla ei ole vesitalouden järjestelytarvetta, maanmuokkausta tarvitaan vain pintakasvillisuuden torjuntaan. Tällaisessa tapauksessa voidaan harkita kohteen jättämistä muokkaamattomaksi, torjua pintakasvillisuus kemiallisesti ja istuttaa sille mahdollisimman kookkaita taimia.

Myös kivisten kasvupaikkojen maanmuokkauksesta on vähän tutkimustietoa. Käytännön kokemusten perusteella kohteilla, joilla kivet eivät ole kovin suuria, voidaan laikkumätästystä tehdä tavallisella tai normaalia kapeammalla levyllä tai kauhalla. Jos kiviä on erittäin runsaasti ja ne ovat suuria, voidaan maanmuokkaus tehdä ojamätästystekniikalla. Isolla kaivinkoneella ja kapealla maakauhalla otetaan maata sieltä, mistä sitä saadaan ja tehdään mättäitä soveltuviin kohtiin. Pitkän puomin avulla ojamättäitä saadaan nopeasti laajalle alueelle, jos kohteella vain on sopivaa maata. Jos vesitalouden järjestelytarvetta ei ole ja kivien välissä on riittävästi maata, myös laikutus on mahdollista.

Tutkimukset ojitettujen turvemaiden uudistamisesta ovat käynnissä, mutta tutkimustietoa maanmuokkausmenetelmistä on edelleen vähän. Uudistamisvaiheessa kunnostetaan kuivatusojaverkosto. Sen lisäksi tarvitaan usein turvemaakohteella täydentävää vesitalouden järjestelyä, jolloin ojamätästys on luontevin muokkausmenetelmä. Mättäiden tulisi olla matalia ja laajoja (pituus 70 – 90 cm), kuitenkin sellaisia, että yhteen mättääseen istutetaan vain yksi taimi. Matalien ja laajojen mättäiden maa liikkuu vähemmän. Lisäksi rousteen ja routaantumisen haitat ovat matalilla mättäillä pienempiä.

Ohutturpeisilla kohteilla (turpeen paksuus alle 50 cm) mättäät on pyrittävä tekemään niin, että niiden pinta on kivennäismaata. Tämä on eduksi tukkimiehentäin torjunnassa. Jos kivennäismaa on hiesua tai savea, on mättään päällä olevan kivennäismaakerroksen oltava ohut (noin 5 cm). Paksuturpeisilla kohteilla mättäiden turvemateriaali vaihtelee turvelajin ja turpeen maatuneisuuden mukaan. Ongelmallisimpia turpeita ovat huonosti maatunut kuituinen saraturve ja pitkälle maatunut, kuivuessaan koviksi kokkareiksi lohkeileva rahkaturve. Jos pintaturve on puuainesta sisältävää multamaisen mururakenteista, mättäät tehdään siitä. Jos pintakerros on ohut, siinä oleva turve ei riitä mättäiden tekoon ojamätästyksessä. Vaihtoehtona voi harkita laikkumätästystä, mutta silloin muokkauksen yhteydessä on kuivatusojaverkoston kunnostuksella varmistettava uudistusalan riittävä kuivatus.

Kantojen noston yhteydessä paljastuu runsaasti kivennäismaata, jossa on laikkuja ja kohoumia. Riittävän viljelytiheyden aikaansaamiseksi tarvitaan aina kantojen noston yhteydessä tehtävä täydennysmätästys tai mieluiten erillinen maanmuokkaus (kuva 6.13). Koneistutus on hyvä vaihtoehto kannonnostokohteilla.

6.4 Hyvän mättään ominaisuudet

Hyvän mättään korkeus on 10 – 20 cm, leveys ja pituus 50 – 60 cm. Mättään pinnalla on 5 – 10 cm paksu yhtenäinen kivennäismaakerros (kuva 6.14). Kivennäismaakerroksen olisi oltava vähintään 2 cm paksu ja riittävän leveä (kuva 6.15) vähentääkseen tehokkaasti tukkimiehentäin syöntiriskiä [48]. Mättään sisällä olevan humuskerroksen on kuivumisen estämiseksi peityttävä kokonaan kivennäismaalla eli

mättään on oltava riittävän pitkä ja leveä. Laikkumätäs on tiivistettävä niin, ettei humuskerrosten väliin jää ilmakerrosta eikä hakkuutähdettä, sillä ne lisäävät istutetun taimen kuivumisriskiä. Hakkuutähde myös sitoo hajotuksen alkuvaiheessa typpeä.

6.5 Muokkausjälkien määrän tarkistaminen

Mätästettävillä aloilla istutustiheys määräytyy jo maanmuokkauksen yhteydessä. Maanmuokkauksessa työnopastukseen on kiinnitettävä erityishuomiota, jotta taimikosta saadaan riittävän tiheä. Muokkaajan on mitattava hyväksyttävien istutuspaikkojen määrä 2 – 3 kertaa päivässä, muokkauskauden alussa useamminkin. Pelkkä silmävarainen arviointi ei riitä, vaan tiheys on tarkistettava kaivinkoneen puomin avulla tai käyttäen 4 metrin mittakeppiä tai narua.

Ensin mitataan ojennetun puomin ulottuvuus suoraan eteenpäin kääntöakselista kauhan tai mätäslevyn kärkeen.



Kuva 6.13. Kantojen nosto ja maan tasoitus (kuvassa) eivät vastaa maanmuokkausta, vaan uudistusalalle on lisäksi tehtävä istutuspaikkoja joko kantojen noston yhteydessä tai jälkikäteen.

Seuraavaksi pyörähdetään koneella ympäri (360°) puomi eteenpäin ojennettuna ja lasketaan kauhan kärjen rajaaman ympyrän sisällä olevien muokattujen kohtien lukumäärä. Taulukossa 6.1 annetaan kauhan kärjen rajaaman ympyrän sisään jääviä muokkausjälkien määriä vastaavia tiheyksiä. Mikäli kone ei ole ympäripyörivä (esim. traktorikaivurit), lasketaan ensin puomin kääntökulman osuus täydestä ympyrästä. Esimerkiksi jos taas puomi kääntyy 120°, on kään-



Kuva 6.14. Pitkittäin halkaistu mätästyslevyllä tehty mätäs, jonka pinnalla on yhtenäinen 5 – 10 cm paksu kivennäismaakerros, joka peittää mättään sisään jäävän humuskerroksen.



Kuva 6.15. Hyvässä mättäässä taimen ympärille jää 20 cm kivennäismaata.

tökulma 1/3 täydestä ympyrästä, jolloin taulukossa 6.1 oleva luku jaetaan kolmella jne.

Taulukko 6.1 Kauhan kärjen rajaaman ympyrän sisään jääviä muokkausjälkiä vastaavat tiheydet. Tuoreella kankaalla tavoitteena on 2000 ja lehtomaisella kankaalla 2200 mätästä/ha. Esimerkki: Jos puomin ulottuvuus on 7 m ja tavoitetiheys 2000 muokattua kohtaa hehtaarilla, pitäisi kauhan kärjen rajaaman ympyrän sisällä olla yhteensä 31 muokattua kohtaa.

Puomin ulottuvuus, m	Tiheys, mätästä/ha				
				Tavoite	
	1400	1600	1600	2000	2200
4	7	8	9	10	11
4,5	9	10	11	13	14
5	11	13	14	16	17
5,5	13	15	17	19	21
6	16	18	20	23	25
6,5	19	21	24	27	29
7	22	25	28	31	34
7,5	25	28	32	35	39
8	28	32	36	40	44
8,5	32	36	41	45	50
9	36	41	46	51	56
9,5	40	45	51	57	62
10	44	50	57	63	69

Tietotaulu 6. Maanmuokkaus on onnistuneen viljelyn edellytys

Miksi?

+ parantaa maan ominaisuuksia, taimien kasvua ja elossa säilymistä
+ helpottaa istutustyötä
+ alentaa taimikon perustamisen kokonaiskustannuksia ja parantaa metsänkasvatuksen tulosta

Milloin?

+ viimeistään kahden vuoden kuluessa päätehakkuusta

Miten?

+ mätästämällä
  - laikkumätäs
    - tehdään kaivinkoneen kauhalla tai mätästyslevyllä
    - sopii uudistamisaloille, joilla ei ole vesitalouden järjestelytarvetta
  - kääntömätäs
    - tehdään kaivinkoneen kauhalla pudottamalla maa ylösalaisin samaan kuoppaan, josta se otettiin
    - sopii kohteille, joilla ei ole vesitalouden järjestelytarvetta
  - ojamätäs
    - tehdään kaivinkoneen kauhalla ojien karkeasta pintamaasta
    - käytettävä kohteilla, joilla vesitalouden järjestelytarvetta

Hyvän mättään ominaisuudet

+ 10 – 20 cm korkea (kasvupaikan mukaan, savikoilla ja turvemailla ohuempia)
+ 50 – 90 cm pitkä ja leveä
+ pinnalla 5 – 10 cm paksu yhtenäinen kivennäismaakerros
+ humuskerrosten välissä ei ole ilmakerrosta eikä hakkuutähdettä

Jokaiselle istutettavalle taimelle on tehtävä oma mätäs.

Mätästiheyden tarkistus työpäivän aikana kaivinkoneen puomia apuna käyttäen tai neljän metrin mittakepillä tai narulla.

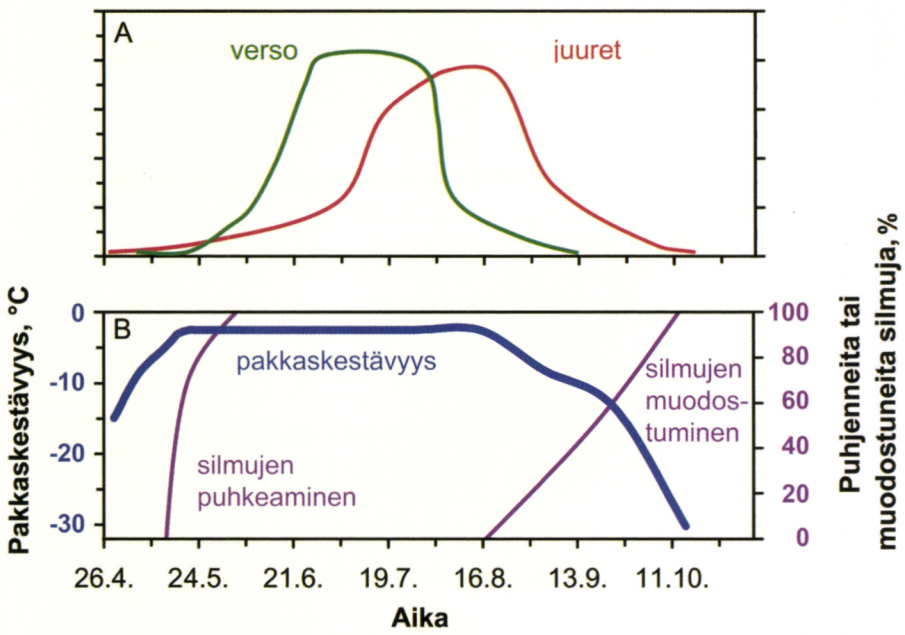
7. Taimimateriaali

7.1 Taimien vuotuinen kasvurytmi

Taimien rasituskestävyys vaihtelee vuodenaikojen ja kehitysvaiheiden mukaan. Tämä vaikuttaa mm. taimimateriaalin valintaan eri istutusajankohtiin ja taimihuollon suunnitteluun.

Lepotilaiset taimet eivät kasva suotuisissakaan olosuhteissa, mutta kestävät talven pakkasia. Kevättalvella silmujen lepotila alkaa purkautua. Keväällä lämpötilan kohotessa ja päivän pidentyessä taimien silmut puhkeavat ja pituuskasvu alkaa (kuva 7.1). Samalla taimien pakkaskestävyys heikkenee.

Silmun puhkeaminen keväällä riippuu ennen muuta lämpötilasta. Mitä lämpimämpää on, sitä nopeammin silmut puhkeavat. Silmut voivat siis puhjeta hyvin eri aikoina. Toisaalta



Kuva 7.1. Kaaviokuva kuusen paakkutaimien A) verson pituuden ja juurten kuivamassan kasvun ajoittumisesta sekä B) neulasten pakkaskestävyyden ja päätesilmujen kehittymisestä [86].

myös edellisen vuoden olosuhteet, kuten taimien kasvatushistoria, vaikuttavat silmujen puhkeamisen ajoittumiseen. Esimerkiksi lyhytpäiväkäsiteltyjen taimien silmut puhkeavat muutamasta päivästä jopa viikkoon aikaisemmin kuin käsittelemättömien taimien silmut. Samoin taimien korkea typpipitoisuus aikaistaa silmujen puhkeamista.

Silmussa tapahtuu solunjakautumista ja silmu turpoaa jo ennen kuin silmut puhkeavat (kuva 7.2). Tällainen silmu on herkkä vaurioitumaan keväthalloissa. Verson pakkaskestävyys on heikoin taimien kasvaessa pituutta, sillä kasvavissa solukoissa on paljon vettä. Kun vesi jäätyy, solukalvot rikkoutuvat ja solut kuolevat. Vauriot näkyvät neulasten ruskettumisena, silmujen tai uusien kasvainten kuolemisena. Hallavioitukset ovat yleensä lieviä ja yli vuotta vanhemmat taimet kuolevat niihin harvoin. Vioitukset aiheuttavat kuitenkin kasvutappioita ja monilatvaisuutta, kun kasvu jatkuu vaurioituneen kasvaimen tai silmun alapuolisista leposilmuista (kuva 7.3).

Verson pituuskasvu päättyy 1 – 2 -vuotiailla taimilla elokuun puolivälissä, vanhemmilla taimilla jo aiemmin. Pituuskasvun päättymisen jälkeen silmujen muodostuminen kestää 2 – 3 viikkoa. Joinakin vuosina taimissa ilmenee jälkikasvua, kun silmut puhkeavat jo syksyllä ja jatkavat kasvuaan. Jälkikasvu vaurioituu herkästi syyshalloissa. Paksuuskasvu jatkuu pituuskasvua pitempään ja loppuu elokuun lopulla.

Nopea juurtuminen on ratkaisevaa taimien kasvupaikalle mukautumiselle. Juurtumiseen vaikuttavat monet tekijät, mm. taimen kehitysvaihe, säteily sekä maan kosteus- ja lämpöolot. Sekä seisova vesi että kuivuus hidastavat juurten kasvua. Myös kylmä maa hidastaa vastaistutettujen taimien

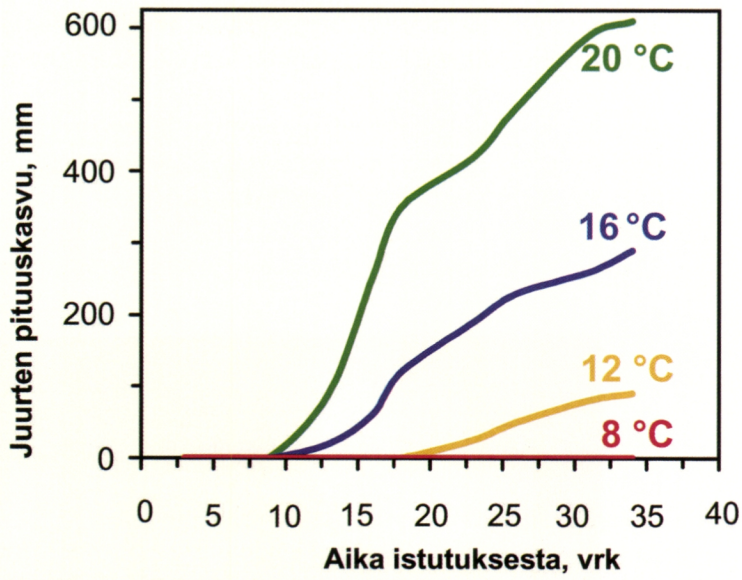


Kuva 7.2. Turvonneen silmun (vas.) suojuslehtien alla olevat alkeisneulaset ovat jo lähteneet kasvuun keväällä ja silmu on herkkä keväthalloille toisin kuin lepotilainen neulasten suojassa oleva silmu (oik.).





Kuva 7.3. Hallan vioittama taimi, jonka kärkisilmu on vaurioitunut keväthalloissa ja jonka kasvu on jatkunut sivusilmuista.

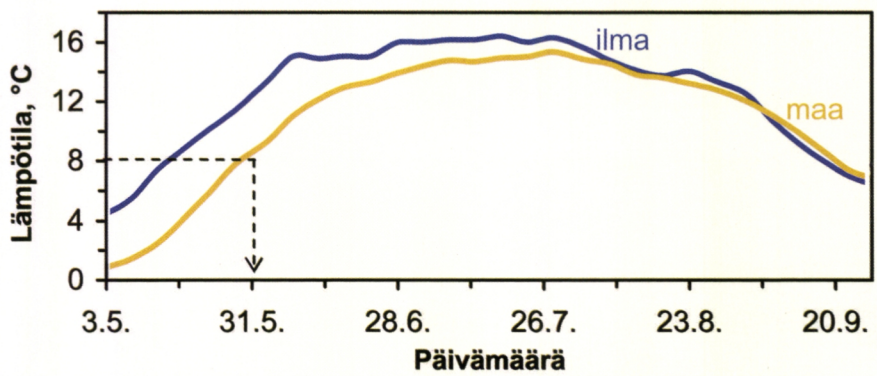


Kuva 7.4. Juurten kasvu viiden viikon aikana keväällä on sitä nopeampaa mitä korkeampi on juuriston lämpötila [77].

veden ja ravinteiden ottoa. Juurten kasvu on lähes estynyt alle 8 °C:n lämpötiloissa ja käynnistyy kunnolla vasta yli 12 °C:n lämpötiloissa (kuva 7.4). Muokkaamaton metsämaa on juurten kasvulle riittävän lämmintä vasta kesäkuussa (kuva 7.5). Taimien kehitysvaihe vaikuttaa myös juurten kasvuun. Keväällä taimet kasvattavat voimakkaammin versoa kuin juuristoa (kuva 7.1). Paakkutaimet juurtuvat nopeimmin keskikesällä hyvissä kosteusolosuhteissa [37, 38]. Syyskesällä juurtuminen hidastuu säteilyn vähentyessä ja lämpötilan laskiessa. Juurten kasvu jatkuu syksyllä kunnes maan lämpötila laskee alle 5 °C.

7.2 Taimien laatu

Taimien laatua voidaan kuvata taimen kokoa, ravinnepitoisuutta, elinvoimaisuutta ja terveyttä mittaavien tunnusten avulla. Taimien laatua ja sen kuvaamiseksi käytettäviä erilaisia tunnuksia käsitellään tarkemmin mm. Metsätaimioppaassa [59]. Taimia tilattaessa on tärkeintä kiinnittää huomiota siihen, että taimet ovat alkuperältään, taimilajiltaan ja kehitysvaiheeltaan istutuskohteelle ja istutusajankohtaan sopivia. Istutuskohteelle soveltuvan oikean alkuperän voi varmistaa Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen Metsänviljelyaineistoa koskevilta kotisivuilta (www.evira.fi). Samoilta



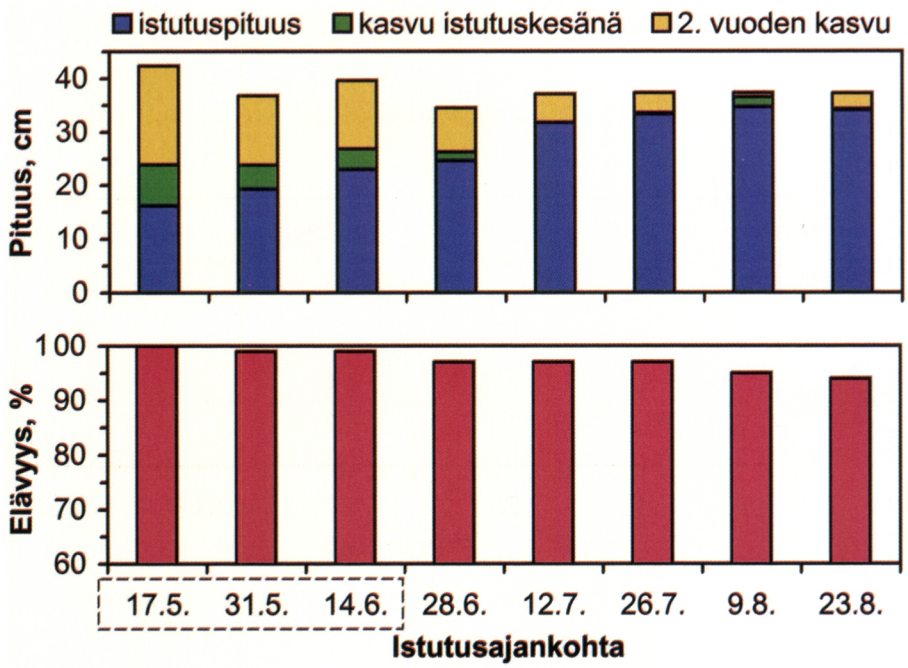
Kuva 7.5. Ilman (2 m) ja maan (15 cm syvyys) lämpötila kasvukauden aikana Keski-Suomessa. Katkoviiva osoittaa +8 °C lämpötilaa, jota alhaisemmassa lämpötilassa juurten kasvu on hyvin vähäistä, ja ajankohdan, jolloin em. raja-arvo keskimäärin ylitetään. Maan lämpötilat on mitattu ruohon peittämästä maasta ja piirretty viiden vuoden tasoitettuna keskiarvona. [36]

sivuilta löytyy myös mm. luettelo 'Taimen ostajalle annettavat tiedot'.

7.3 Taimilajit ja niiden ominaisuudet

Kuusen taimia kasvatetaan sekä paakuissa että paljasjuurisina. Paljasjuuriset taimet ovat useimmiten kookkaampia kuin paakkutaimet, koska ne kasvatetaan taimitarhalla harvemmassa ja kauemmin (3 – 4 vuotta) kuin kennoissa kasvatettavat paakkutaimet (1 – 2 vuotta). Paljasjuuristen taimien juuristo on herkempi vaurioitumaan kuin paakkutaimien, joiden juuristo on turvepaakun sisällä. Nykyisin paljasjuurisia kuusen taimia tuotetaan vähän ja niiden määrä metsänviljelyssä on edelleen vähenemässä. Paljasjuuristen taimien ominaisuuksista ja vertailusta paakkutaimiin voi lukea lisää Metsätaimioppaasta [59].

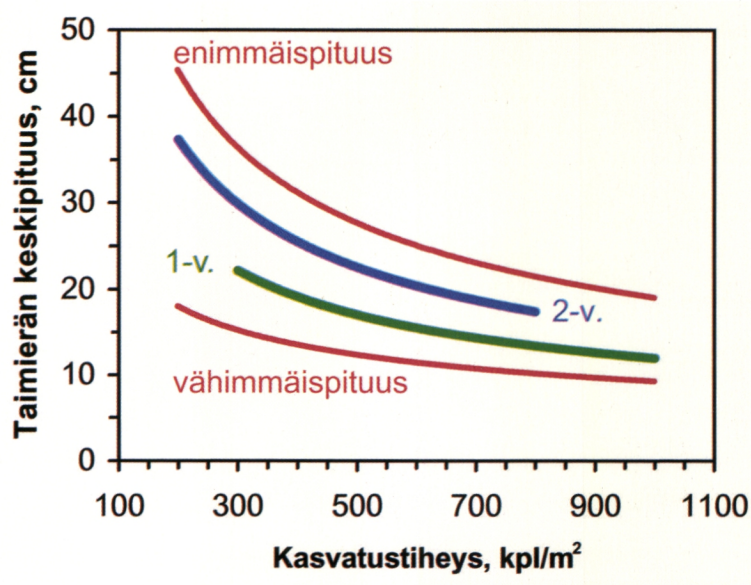
Paakkutaimia kasvatetaan useimmiten kovamuovisissa kennostoissa. Kennojen seinämissä on kohoumia tai ilmaaukkoja edistämässä tasapainoisen ja hyvin haarautuneen



Kuva 7.6. Kuusen taimien kasvu ja elävyys (3 vuotta istutuksesta) heikkenevät, kun taimet ovat kasvaneet liian kookkaiksi käytettyyn paakun tilavuuteen nähden. Katkoviivalla on merkitty ko. taimierälle soveltuva istutuskausi. [37]

juuriston kehitystä. Paakun tilavuus ja kasvatustiheys vaikuttavat taimien verson kasvuun ja juuriston kokoon. Jos taimet on kasvatettu liian tiheässä liian kookkaiksi, taimien istutuksen jälkeinen kasvu ja elävyys heikkenevät (kuva 7.6). Lyhyet taimet kasvatetaan pienissä paakuissa ja tiheässä, kookkaammat taimet tarvitsevat suuremman paakun ja kasvutilan. Taimia tilattaessa ja vastaanotettaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että taimi soveltuu kasvupaikalle kokonsa ja muiden ominaisuuksiensa puolesta, ja että se on sopivan kokoinen kasvatustiheyteen ja paakun tilavuuteen nähden.

Tällä hetkellä käytössä olevissa paakkutyypeissä paakun korkeus vaihtelee 6 – 9 cm, tilavuus 50 – 270 cm^3 ja kasvatustiheys 400 – 900 tainta/m^2 välillä. Pienissä paakuissa ja korkeassa kasvatustiheydessä kasvatetaan yksivuotiaita taimia, kookkaammissa paakuissa puolitoista tai kaksi kasvukautta kasvatettavia taimia (kuva 7.7). Koneellinen istutus on yleistymässä ja sen myötä taimilajivalikoimakin voi muuttua. Paksuhumuksisilla kohteilla noin 7 cm korkeaa paakkua on vaikeaa saada laikkumättään käännetyn humuskerroksen läpi, jolloin on tarvetta korkeammille paakuille (kuva 7.8).



Kuva 7.7. Suositus yksi- ja kaksivuotiaiden kuusen paakkutaimien eräkohtaiselle enimmäis-, vähimmäis- ja tavoitekeskipituudelle eri kasvatustiheydessä [59].

Taimien kasvatusmenetelmät vaikuttavat taimien ominaisuuksiin. Lyhytpäivä- (LP) käsittelyllä pysäytetään taimien pituuskasvu ja taimet karaistuvat normaalia aikaisemmin, jolloin tällaiset taimet kestävät erilaista rasitusta paremmin kuin käsittelemättömät taimet. Oikein toteutettu LP-käsittely pysäyttää vain taimien pituuskasvun, mutta ei paksuus- ja juurten kasvua (kuva 7.9). LP-käsitellyt taimet myös juurtuvat loppukesällä nopeammin ja kestävät kuivuutta ja syyshalloja käsittelemättömiä taimia paremmin. Toisaalta LP-käsitellyt taimet lähtevät keväällä kasvuun muutamia päiviä aikaisemmin kuin käsittelemättömät taimet.

Taimien ravinnepitoisuus vaikuttaa taimien mukautumiseen istutusalalla. Pituuskasvun päättymisen jälkeen annetulla nk. ravinnetankkauksella voidaan nostaa taimien ravinnepitoisuutta ilman että niiden koko muuttuu. Tutkimustulokset ravinnetankattujen taimien istutuksen jälkeisestä kasvusta ovat toistaiseksi vähäisiä, mutta ravinnetankkaus näyttäisi parantavan jonkin verran taimien juurtumista ja istutuskesän kasvua.



Kuva 7.8. Tällä hetkellä on saatavilla eri-ikäisiä ja -kokoisia kuusen paakkutaimia noin 15 cm:stä noin 30 cm pituisiin. Kuvan taimet vasemmalta oikealle on kasvatettu 50, 85, 115 ja 125 cm^3 paakuissa ja kolmen vasemmalla olevan paakun korkeus on noin 7 cm ja oikeassa reunassa olevan 11 cm. Vasemmalla olevat kaksi tainta ovat yksivuotiaita, oikean puoleiset kaksivuotiaita.

7.4 Taimivalinta erilaisille kasvupaikoille

Taimien rasituskestävyys riippuu taimen koosta (taulukko 7.1). Kookkaat taimet kestävät kilpailua ja erilaisia tuhoja paremmin kuin pienemmät taimet [75]. Kookkaita taimia kannattaa istuttaa viljaville kasvupaikoille, sillä ne pystyvät kilpailemaan pintakasvillisuuden kanssa valosta ja kasvutilasta. Jos uudistusalalla tiedetään olevan suuri tukkimiehentäin syöntipaine, tanakat taimet ovat myös turvallisempi vaihtoehto kuin ohuemmat taimet. Hyvällä maanmuokkauksel-



Kuva 7.9. Lyhytpäiväkäsitellyt taimet (vasemmalla) ovat lyhempiä ja tanakampia kuin käsittelemättömät taimet (oikealla). Keltainen merkki taimen alaosassa kertoo taimen pituuden ensimmäisen kesän jälkeen. Vasemmalla olevat taimet lyhytpäiväkäsiteltiin 14.7. – 4.8. Kuva on otettu 1.9. samana vuonna.

Taulukko 7.1. Kuusen erikokoisten taimien kestävyys erilaisissa kasvuolosuhteissa. + = heikko kestävyys/toipumiskyky, ++++ = hyvä kestävyys/toipumiskyky.

Paakku-tyyppi	Paakun tilavuus, cm^3	Taimierän keski-pituus, cm	Varastointi- ja kuljetus	Pinta-kasvillisuus kilpailu	Ahava	Tukkimiehen-täi- ja muut eläintuhot	Toipuminen halla-vauriosta	Kuivuus	Rouste
Mini[1]	15-50	5-6	+	+	+	++	+	+	+
Pieni	50-80	10-15	++	++	+	+	++	++	+
Keski	80-125	15-25	+++	+++	++	+	+++	+++	++
Iso	125-225	20-30	+++	++++	+++	++	+++	+++	++
Korkea[1, 2]	>120	30-40	+++	++++	++++	+++	+++	+++	+++
Maksi	>225	30-50	+++	++++	++++	++++	+++	++	++

[1] ei tutkimustuloksia Suomesta
[2] kasvatustiheys sama kuin isolla paakulla, mutta paakku korkeampi

la myös pienempien taimien tuhoriskiä voidaan vähentää. Korkeissa paakuissa kasvatetut kookkaat taimet sopivat myös hienojakoisille rousteherkille kohteille paremmin kuin pienessä paakussa kasvatetut lyhyet taimet [59]. Korkeissa paakuissa kasvatetut taimet voidaan istuttaa syvemmälle, jolloin ne kestävät roustetta paremmin.

Ahavaherkille kohteille soveltuvat parhaiten lyhyehköt, mutta tanakat taimet [30]. Hyvin juurtuneet, elinvoimaiset taimet kestävät ahavavioituksia paremmin kuin vastaistutetut taimet. Ahavaherkille kohteille ei siis pidä istuttaa taimia syksyllä.

Kuivuudenkestävyyden kannalta on tärkeää, että taimien juuristo on riittävän suuri versoon nähden. Pitkillä, pienessä paakussa kasvatetuilla taimilla paakussa oleva juuristo on ahtautunut ja paakun vesivarasto on pieni. Tällaiset taimet eivät pysty ottamaan vettä riittävän tehokkaasti. Helposti kuivuville kohteille soveltuvat siis pienemmät taimet. On kuitenkin muistettava, että pienellä paakulla on pienempi vesivarasto, jolloin tällaiset taimet ovat herkempiä kuivumaan ennen istutusta. Helteisellä säällä paakku voi kuivua jo päivässä, joten taimien kastelusta välivarastossa ja istutuksen yhteydessä on huolehdittava riittävän usein.

Hyvin hallanaroille kasvupaikoille on istutusta viivästytettävä keväällä. Kun tällaisille kohteille istutetaan pakkasvarastoituja, lepotilaisia taimia kesäkuun alkupuolella, voidaan istutusvuoden keväthallavaurioiden riskiä vähentää huomattavasti. Toisaalta syyskesällä turvallisin vaihtoehto on istuttaa lyhytpäiväkäsiteltyjä, jo taimitarhalla karaistuja taimia. Kasvussa olevien taimien koko ei vaikuta taimien kasvaimen hallanarkuuteen, mutta kookkaat taimet selviävät vaurioista pieniä paremmin.

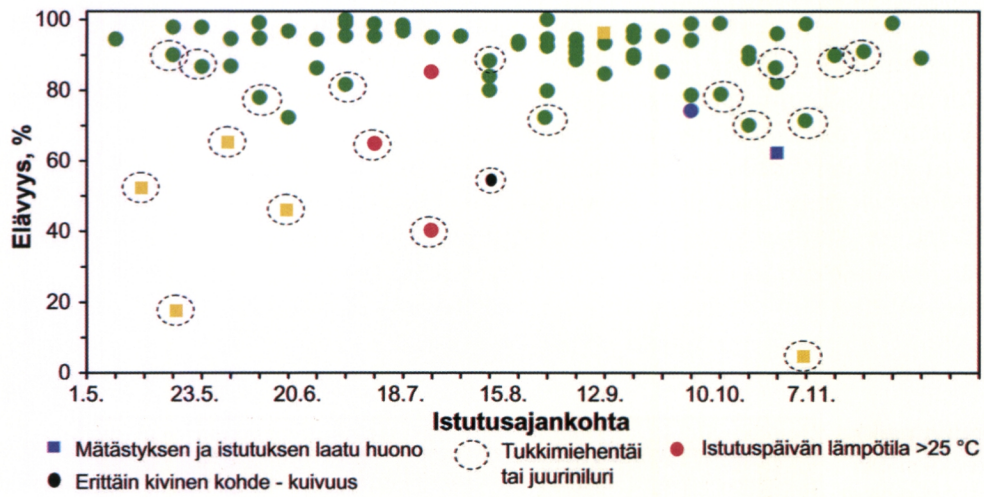
Tietotaulu 7. Hyvän taimimateriaalin tunnukset

+ alkuperältään ja kooltaan kasvupaikalle sopiva
+ terve, laadultaan ja elinvoimaltaan hyvä
+ kehitysvaiheeltaan istutusajankohtaan sopiva
+ sopivan kokoinen kasvatustiheyteen ja paakun tilavuuteen nähden

8. Istutusajankohdat

Kuusen paakkutaimia voidaan istuttaa keväästä syys-lokakuulle (kuva 8.1). Edellytyksenä kuitenkin on, että käytetään kuhunkin ajankohtaan sopivaa taimimateriaalia ja otetaan huomioon tiettyjä säävarauksia. Sekä istutuskauden aloitus- että lopetusajankohta voivat vaihdella muutamalla viikolla istutuskohteen sijainnista ja istutusvuoden sääoloista riippuen. Erilaisten riskitekijöiden todennäköisyys vaihtelee kasvukauden eri vaiheissa maalajin, ilmasto-olojen ja kohteen pinnanmuotojen mukaan (kuva 8.2). Esimerkiksi kesällä helteisellä säällä on vältettävä kasvussa olevien taimien istutusta.

Kevään ensimmäisiksi istutuskohteiksi valitaan nopeimmin roudasta vapautuvat kohteet. Aikaisin keväällä on vältettävä turvemaiden ja hyvin hienojakoisten, hitaasti sulavien ja lämpenevien kohteiden istuttamista. Routaiseen



Kuva 8.1. Koneellisesti istutettujen kuusen taimien elävyys kolmen vuoden kuluttua istutuksesta on keskimäärin hyvä istutusajankohdasta riippumatta. Elävyyden heikkenemiseen löytyy useimmiten selkeä syy (tärkeimmät tuhonaiheuttajat merkitty ympyröillä tai erivärisillä symboleilla). Kuva perustuu käytännön koneistutuskohteiden inventointiin, jossa oli mukana 68 laikkumätästävällä (merkitty vihreillä palloilla, jos ei merkittäviä tuhoja) ja 6 jyrsinmuokkaavalla koneella istutettua kohdetta (merkitty keltaisilla neliöillä, jos ei merkittäviä tuhoja). (86)

maahan istutetut taimet kuivuvat herkästi, sillä maa on kylmää ja taimien vedenotto on heikkoa.

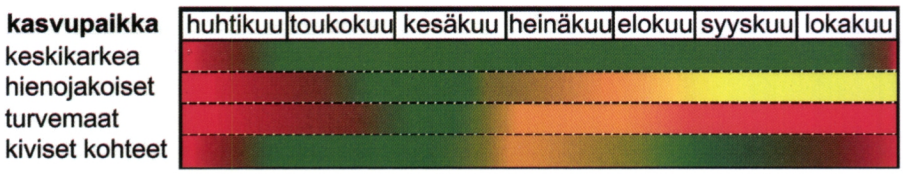
Kesäkuun alkupuolella voi istuttaa lähes kaikenlaisia kohteita. Hienojakoiset maat kovettuvat kuivuessaan, jolloin niiden istuttaminen myöhemmin kesällä on vaikeaa. Rousteherkimmät kohteet, siis hiesu- ja savimaat, olisi istutettava toukokuun lopulla tai kesäkuun alussa, jolloin taimet ehtivät juurtuessaan ankkuroitua istutuspaikalle ja rousteriski pienenee. Ahavaherkät kasvupaikat on myös istutettava heti roudan sulamisen jälkeen loppukeväästä tai alkukesästä niin, että taimet ehtivät juurtua hyvin maahan ennen syksyä.

Kesäistutuksessa kuivuusriski on pienin keskikarkeilla kohteilla. Hyvin kivisillä kohteilla istuttaminen kesällä lisää taimien kuivumisriskiä, sillä etenkin koneistutuksessa muokkauksen laatu on huonompaa kuin vähemmän kivisillä kohteilla. Turvemaiden pintakerrokset kuivuvat pitkien hellejaksojen aikana, joten kesäistutus niillä on riskialtista.

Syysistutukseen soveltuvat keskikarkeilla mailla olevat kohteet, mutta istutusta turvemailla ja hienojakoisilla kohteilla on vältettävä. Niillä rouste- ja routariski on suuri. Riskiä lisää se, että juurtuminen kasvupaikalle on syksyllä hidasta, jolloin rouste ja routa nostavat taimet helposti ylös.

Taimimateriaalia on mahdollista kasvattaa kaikkiin istutusajankohtiin toukokuusta syys-lokakuulle. Kuhunkin ajankohtaan soveltuvimmat vaihtoehdot on esitelty kuvassa 8.3. Istutettaessa taimia perinteisistä ajankohdista poikkeavina aikoina, taimet kannattaa tilata riittävän aikaisin.

Keväällä ja alkukesällä, noin kesäkuun puoliväliin saakka voidaan istuttaa sekä pakkasvarastoituja, lepotilaisia että ulkona varastoituja ja kesäkuussa jo kasvussa olevia taimia. Kasvussa olevia, kevätistutukseen tarkoitettuja taimia voidaan istuttaa niin pitkään kuin taimet ovat sopivan pituisia käytettyyn kasvatustiheyteen ja paakun kokoon nähden, ei-

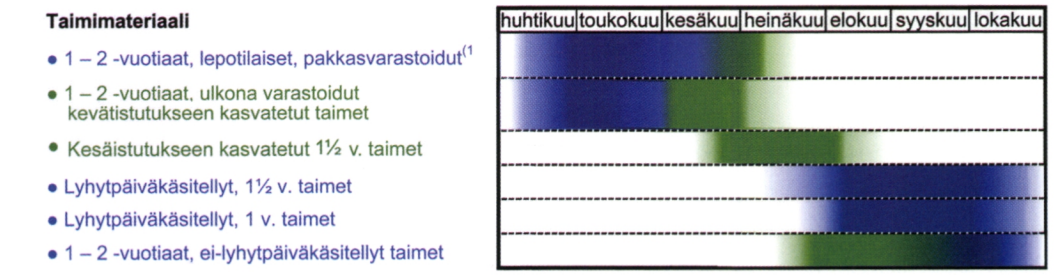


Kuva 8.2. Istutusajankohtasuositus eri kasvupaikoille (vihreä) sekä routa- (punainen), kuivuus- (oranssi) ja roustetuhojen (keltainen) esiintymistodennäköisyys eri istutusajankohtina. Mitä voimakkaampi väri, sitä sopivampi istutusajankohta tai sitä suurempi tuhoriski.

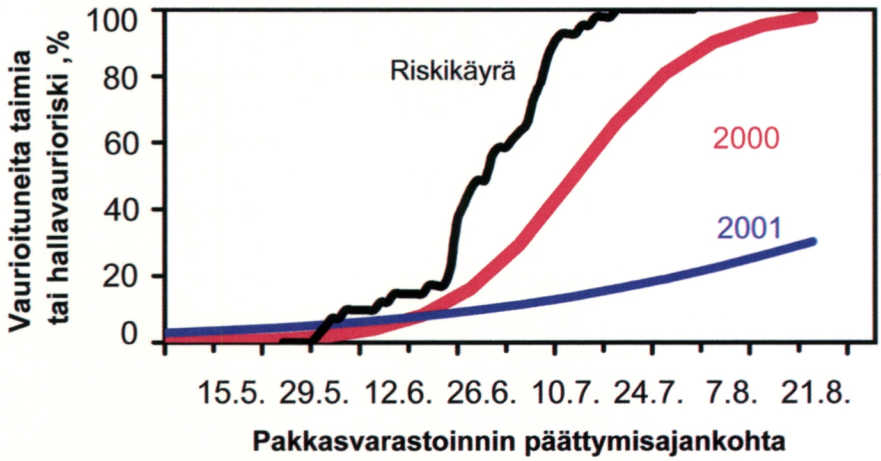
vätkä juuret ole ahtautuneita tai kasvaneet ulos paakusta (ks. kuva 7.7). Liian tiheässä kasvaneiden taimien alimmat neulaset heikkenevät valon puutteessa ja saattavat kuolla (ks. kuva 9.5). Istutuksen jälkeen tällaisilla taimilla on vähemmän yhteyttäviä neulasia ja taimien istutuksen jälkeinen kasvu heikkenee (ks. kuva 7.6). Kevääksi kasvatettujen taimien viimeinen soveltuva istutusajankohta vaihtelee alkukesän sääolojen mukaan. Keskimäärin ne ovat istutuskelpoisia kesäkuun puoliväliin saakka.

Taimien pakkasvarastoinnin päättymisajankohdan määrää jäljellä olevan kasvukauden pituus. Taimien on varastoinnin 'lyhentämän' kasvukauden aikana ehdittävä kasvaa kuluvan vuoden kasvu ja karaistuttava kestämään pakkasta ennen ensimmäisiä syyshalloja. Liian myöhään pakkasvarastossa säilytetyt taimet vaurioituvat syyshalloissa ja seuraavana talvena (kuva 8.4). Viimeisin ajankohta, jolloin taimia voidaan istuttaa pakkasvarastosta turvallisesti, vaihtelee vuosittain riippuen kasvukauden lämpöoloista, syksyn halloista ja talventulon ajankohdasta (kuva 8.4). Pitkänajan ilmastoaineistosta laskettu hallavaurioriski Etelä-Suomessa kasvaa, jos taimien pakkasvarastointi päättyy myöhään kesäkuussa [23]. Ohjeellisena suosituksena voidaan pitää sitä, että taimet on otettava pakkasvarastosta viimeistään 15. kesäkuuta.

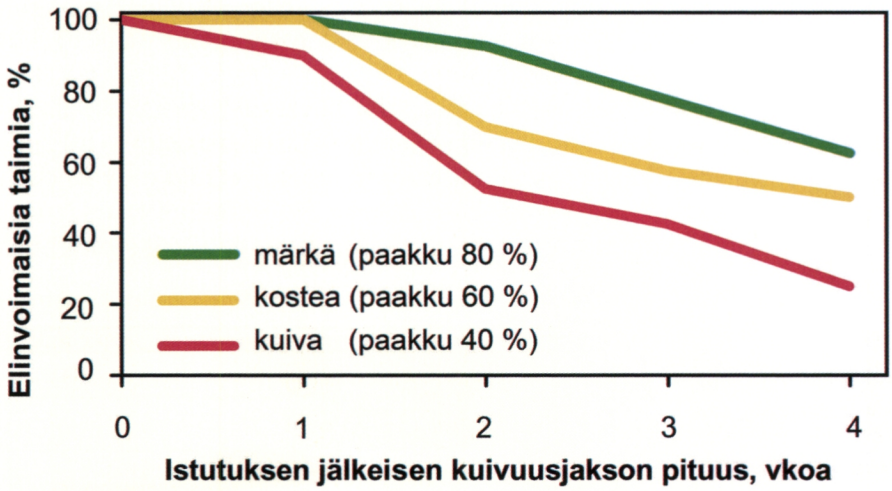
Kesäistutuksessa suositellaan käytettäväksi kasvussa olevia 4 – 6 kuukauden ikäisiä pienissä paakuissa (50 – 80 cm^3) tai useimmiten kookkaammissa paakuissa (80 – 150 cm^3) kesäistutusta varten kasvatettuja 1½-vuotiaita taimia. Kesällä istutettavat taimet kannattaa tilata hyvissä ajoin, mie-



Kuva 8.3. Suositeltavat taimimateriaalivaihtoehdot eri istutusajankohtiin. Sininen kuvaa taimia, jotka eivät ole kasvussa istutettaessa, ja vihreä kasvussa olevia taimia. Värin voimakkuus kuvaa taimien soveltuvuutta kyseiseen istutusajankohtaan. (1 Pakkasvarastoidut taimet on otettava varastosta viimeistään kesäkuun puolivälissä, mutta taimet voidaan istuttaa myöhemmin. (Katso hoito-ohjeet luvusta 9.4)



Kuva 8.4. Pakkasvarastoitujen, lepotilaisten taimien vaurioitumisriski kasvaa, mitä myöhemmin pakkasvarastointi päättyy. Kuvassa oleva riskikäyrä on 50 vuoden ilmastoaineistosta eri päättymisajankohdille laskettu taimien vaurioitumisriski Keski-Suomessa sekä taimien todellinen vaurioituminen kahtena kesänä (2000, 2001) Suonenjoelle perustetuissa kokeissa. [23, 37]

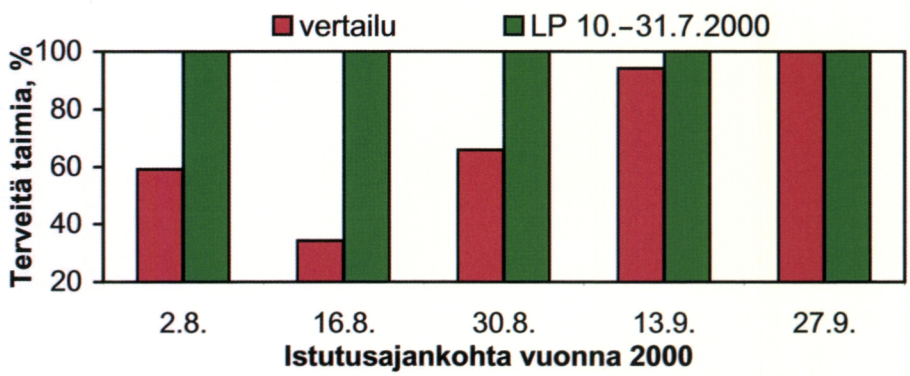


Kuva 8.5. Ennen istutusta läpimäriksi kastellut kasvussa olevat kuusen paakkutaimet selviävät pidemmästä kuivuusjaksosta elinvoimaisina kuin paakut kosteina ja kuivahkoina istutetut taimet. Yli kahden viikon sateettoman ja lämpimän jakson jälkeen kesäistutusta kannattaa välttää. [16]

lellään jo istutusta edeltävän vuoden keväällä. Taimien on oltava sopivan pituisia (ks. kuva 7.7) ja juuriston riittävä sitomaan turvepaakun. Käytännössä taimitarhat aloittavat kesäistutukseen tarkoitettujen taimien kasvatuksen jo edellisenä kasvukautena, jotta saadaan em. kriteerit täyttäviä taimia. Ennakkotulokset osoittavat, että myös varhain maaliskuussa kylvetyt ja heinäkuun puolivälissä istutetut taimet voivat menestyä hyvin.

Kesällä taimien haihdunta on suurimmillaan. Kookkaat taimet haihduttavat pienempiä taimia enemmän, joten kesäistutuksessa taimien pituus ei saa ylittää suosituspituutta (kuva 7.7). Helteisellä säällä taimien haihdunta voi olla niin voimakasta, että hyvästä kastelusta huolimatta istutetut taimet haihduttavat paakun vesivaraston nopeasti vähiin. Hellesäällä istutusta onkin vältettävä. Yli 2 viikkoa kestävien, sateettomien ja lämpimien säiden jälkeen istutus on riskialtista (kuva 8.5).

Loppukesällä ja syksyllä istutetut taimet vaurioituvat herkästi syyshalloissa (kuva 8.6). Hallavaurioriskiä syyskesän ja alkusyksyn istutuksissa voi vähentää istuttamalla lyhytpäivä- (LP) käsiteltyjä karaistuneita taimia. LP-käsiteltyjä taimia voidaan tuottaa jo heinäkuun lopun jälkeisiin istutuksiin. Syyskuun lopulla käsittelemättömienkin taimien karaistuminen on edennyt riittävän pitkälle ja niiden hallavaurioriski on jo vähäinen. Istutuskausi on suositeltavaa lopettaa syys-lokakuussa syksyn sääoloista riippuen. Sen jälkeen istutetut taimet eivät enää juurru, jolloin mm. rouste-



Kuva 8.6. Eri ajankohtina loppukesällä ja syksyllä istutetut lyhytpäiväkäsitellyt kuusentaimet säästyivät terveinä syyshalloissa, mutta käsittelemättömien vertailutaimien neulaset vaurioituivat. Ensimmäinen syyshallayö oli 5.9. [38]

ja ahavatuhojen riski kasvaa. Myöhäisissä syysistutuksissa viljelytulokset ovat epävarmoja.

Tietotaulu 8. Edellytykset keväästä syksyyn jatkuvalle istutuskaudelle

Kuusen paakkutaimia voidaan istuttaa keväästä syksyyn kasvun ja elävyyden kärsimättä edellyttäen, että

1) taimimateriaali on istutusajankohtaan sopivaa.
2) keväällä taimia ei istuteta routaiseen maahan tai jäisinä.
3) kesällä taimia ei istuteta helteellä eikä kuivaan, liian kiviseen maahan tai turvemaille.
4) syksyllä ei istuteta hienojakoisille rouste- ja routaherkille kasvupaikoille.

9. Taimihuolto

9.1 Taimien pakkaus ja kuljetus

Taimet varastoidaan taimitarhoilla talven yli joko ulkokentällä tai pakkasvarastossa. Ulkokentällä varastoidut taimet toimitetaan käyttäjille taimialustoissa, avonaisissa pahvilaatikoissa ja vähäisessä määrin kasvatusarkeissa (kuva 9.1). Pakkasvarastoidut taimet toimitetaan yleensä umpinaisissa pahvilaatikoissa. Taimialustoilla ja kasvatusarkeissa taimet vaurioituvat herkemmin kuljetuksen aikana kuin pahvilaatikoissa olevat taimet. Erityisen herkkiä ne ovat vaurioitumaan, kun silmut ovat puhjenneet ja kasvain on muutaman senttimetrin pituinen. Pahvilaatikoihin pakattujen taimien etu on myös se, ettei niitä tarvitse kastella ennen sulatusta. Su-



Kuva 9.1. Kuusen paakkutaimia voidaan kuljettaa metsään kasvatusarkeissa. Taimia siirreltäessä on muistettava, että taimet on useimmiten käsitelty tukkimiehentäin torjunta-aineilla, joihin ei saa koskea paljain käsin, vaan kädet on suojattava nitriilikumista valmistetuilla käsineillä, kuten kuvan taimenhakija on tehnyt.

latuksen jälkeen taimia ei saa kuitenkaan pitää liian pitkään suljetuissa pahvilaatikoissa, sillä harmaahome lisääntyy herkästi kosteassa suljetussa tilassa. Myös kasvussa olevat, avonaisiin pahvilaatikoihin pakatut taimet homehtuvat herkästi. Syyskesällä niiden karaistuminen voi kärsiä myös valon puutteessa, jos ne ovat viikkoa pitempään päällekkäin kuljetushäkkeihin pakattuina.

Pakkaamattomia taimia ei saa kuljettaa muutamaa kilometriä pitempiä matkoja suojaamattomana, koska neulaset saattavat vaurioitua. Lyhemmätkin matkat suojaamattomana saattavat heikentää taimien istutuksen jälkeistä pituuskasvua. Pienempiä määriä taimia voidaan kuljettaa peitettynä. Isompia taimimääriä ja toistuvasti kuljetettaessa kannattaa rakentaa peräkärryyn sopiva hyllystö, jonka reunat on suojattu pressulla tai vanerilevyillä (kuva 9.2). Suuremmat taimierät on kannattavinta kuljettaa kuorma-autolla tai rekalla.

9.2 Taimien vastaanottotarkastus ja laadun arviointi

Taimia vastaanotettaessa on tarkastettava, että taimierä vastaa tilausta ja taimien laatu on hyvä. Tarkastus on tehtävä



Kuva 9.2. Taimialustoilla tai kasvatusarkeissa taimia voidaan kuljettaa peräkärryyn rakennetussa hyllystössä, jossa taimet suojataan pressulla.

Taulukko 9.1. Taimien vastaanottotarkastuslomake. Tarkista taimien vastaanoton yhteydessä vähintään viisi satunnaisesti valittua taimipakkausta (laatikkoa, taimialustaa tai kasvatusarkkia). Jos jossakin tarkastettavassa asiakohdassa ilmenee puutteita, yksilöi ne kommentteja -sarakkeessa.

Tarkastuspaikka	**Taimimäärä**	**Taimituottaja**		
Vastaanottopäivä	**Puulaji**	**Taimierän numero**		
Lähetyspäivä (ks. taimietiketistä)				
Tarkasteltava asia		**On**	**Ei**	**Kommentteja**
Pakkausmerkinnät kunnossa ja pakkaukset ehjiä				
Taimien alkuperä istutusalueelle soveltuva				
Sovitut koko- ja laatuvaatimukset täyttyvät				
Taimissa ei merkkejä vaurioista, tuholaisista tai homeesta				
Neulaset terveen vihreitä ja ne ovat lujasti kiinni taimessa				
Taimien kuori on luja ja tasaisen värinen sekä kuoren alus kostea ja vaalea: liikaisenharmaa tai ruskea väri viittaavat lahovikaan				
Juuret terveitä, juuripaakut ehjiä ja sopivan kosteita (paakusta irtoaa vettä kevyesti puristettaessa)				
Taimet kehitysvaiheeltaan istutusajankohtaan nähden istutettaviksi sopivia (juuristo, pakkaskestävyys)				
+ Pakkasvarastoidut taimet – varastointi päättynyt ennen kesäkuun puoliväliä (päättymispäivä ks. taimietiketistä)				
+ Paakkutaimien juuret sitovat kunnolla juuripaakun, mutta eivät ole kasvaneet voimakkaasti ulos paakusta tai yhteen				
+ Kesäistutuksessa taimien pituus suhteessa kasvatustiheyteen ja juuripaakunkokoon oikea (vrt. pakkausmerkinnät)				
Toimittajan/tuottajan kanssa sovitut asiat täyttyvät				
+ Taimet on käsitelty tukkimiehentäitä vastaan				
+ Heinäkuun lopun jälkeen toimitetut taimet lyhytpäiväkäsitelty				
+ Muut sovitut asiat				

Tarkastuspäivämäärä ___.___.20___ Tarkastuksen tekijä _____

vähintään viidestä satunnaisesti valitusta taimipakkauksesta. Tarkastuksessa on kiinnitettävä huomiota taimista annettuihin tietoihin, pakkausmerkintöihin, taimien alkuperään ja kehitysvaiheeseen sekä taimien laatuun. Taulukossa 9.1 on esimerkkilomake vastaanottotarkastukseen. Jos taimissa havaitaan vikoja tai puutteita, on otettava heti yhteyttä taimien toimittajaan tai tuottajaan ja sovittava taimien laadun tarkastuksesta yhdessä. Missään tapauksessa viallisia taimia ei pidä välittää edelleen tai istuttaa. Taimia on tarkkailtava välivarastoinnin aikana ja sen kestäessä pitempään tarkastettava uudemman kerran ennen istutusta. Vastaanottotarkastuslomake kannattaa säilyttää siltä varalta, että myöhemmin ilmenee ongelmia.

Taimen alaneulasissa on usein jonkin verran yksittäisiä ruskettuneita neulasia, jotka voi jättää huomioimatta laatua tarkasteltaessa. Jos neulasmassasta enemmän kuin neljäsosa on ruskettunut esimerkiksi ahavan tai harmaahomeen seurauksena, taimia ei tule istuttaa. Kasvussa olevien taimien uusimmassa vuosikasvaimessa ei saa olla ruskettuneita neulasia.

9.3 Taimien välivarastointi taimialustoilla tai kasvatusarkeissa

Hyvä välivarastointipaikka on varjoinen, siellä on helposti vettä saatavilla ja sinne pääsee isommalla kulkuneuvolla (kuva 9.3). Välivarastoa ei pidä sijoittaa hallanarkaan alavaan maaston kohtaan. Välivaraston pohjan olisi oltava hiekkaa, sepeliä tai asfalttia, koska ne johtavat hyvin lämpöä ja ovat siten lämpimiä alustoja. Niillä taimet eivät myöskään juurru maahan kiinni.

Kun taimet tuodaan välivarastoon, taimialustat on sijoitettava tasaiselle paikalle, kiinni toisiinsa ja uloimpien alustojen reunat on peitettävä hiekalla juuripaakkujen kuivumisen estämiseksi (kuva 9.3). Erityisen herkkiä kuivuudelle ovat kasvavat taimet, sillä ne haihduttavat voimakkaasti, jolloin ne tarvitsevat myös vettä runsaasti. Taimien haihduntaan vaikuttavat myös ympäröivät olosuhteet. Aurinkoisena, lämpiminä ja tuulisina päivinä haihdunta on voimakkaampaa kuin pilvisellä ja viileämmällä ilmalla. Jos juuripaakut ovat kuivuneet jo ennen istutusta, taimien kunto ja juurtuminen heikkenevät (ks. kuva 8.5).

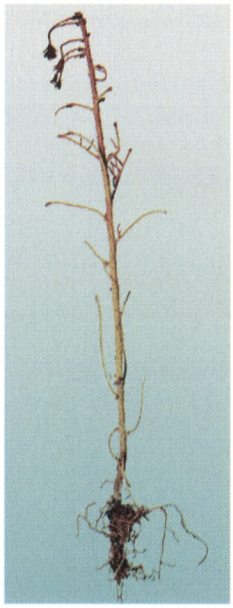


Kuva 9.3. Varjoiselle ja tasaiselle alustalle perustettu välivarasto, missä taimialustojen uloimpien laatikoiden reunat on peitetty hiekalla kuivumisen vähentämiseksi (ylempi). Välivarastossa talvehtineiden taimien ympärille myyrätuhojen estämiseksi laitettu peltiaita on purettu pois (alempi).

Kasvualustan kuivuessa juurten vedenotto hidastuu eikä taimi enää pysty korvaamaan versosta haihtuvaa vesimäärää ja se kuivuu. Kuivuminen johtaa aluksi kasvun hidastumiseen. Kasvussa olevilla taimilla äkillinen kuivuus näkyy ensin taimen latvan nuokahtamisena. Pidempikestoisessa kuivuudessa neulaset ruskettuvat asteittain ja lopulta kuolevat (kuva 9.4). Kuivuminen voi alkaa jo kuljetuksen, välivarastoinnin ja istutuksen aikana.

Paakkujen kosteutta on seurattava ja varmistettava, etteivät ne kuivu missään kuljetuksen ja varastoinnin vaiheessa. Kastelusta huolehtiminen taimihuollon aikana on erityisen tärkeää istutettaessa kasvussa olevia taimia. Taimet on kasteltava myös juuri ennen istutusta. Helteisenä ja tuulisena päivänä taimi ja paakku haihduttavat vettä runsaasti ja käyttökelpoisen veden määrä paakussa pienentyy 30 – 50 % [59]. Lämpimällä säällä (yli 15 °C) kastelua tarvitaan päivittäin. Pienissä paakuissa olevilla taimilla on hyvin pieni vesivarasto, joten ne tarvitsevat kastelua useammin kuin kookkaammissa paakuissa olevat. Kookkaat taimet haihduttavat enemmän kuin lyhyet samankokoisessa paakussa olevat. Kuivuneita turvepaakkuja on vaikea saada uudelleen märiksi ja juuristo on jo kärsinyt vaurioita. Kuivunutta taimea ei kannata istuttaa.

Kasvukauden aikana välivarastolla ei kannata pitää yli kahden viikon taimitarvetta suurempaa taimimäärää. Jos väli-



Kuva 9.4. Kuivuuteen istutuskesänä kuollut taimi, joka oli istutettaessa liian kookas paakun tilavuuteen nähden.

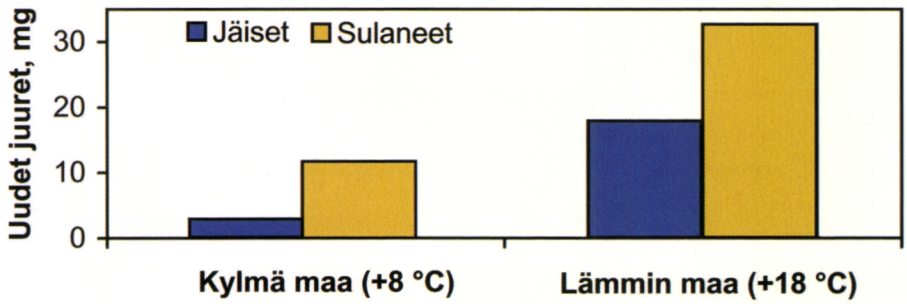
varastoon tuodaan taimia useamman kerran, ensimmäisenä tuodut taimet on istutettava ensin. Alku- ja keskikesällä pitkään varastoidut taimet kasvavat ylipitkiksi ja alaneulaset kärsivät valon puutteesta (kuva 9.5). Taimet kuluttavat pitkän välivarastoinnin aikana myös ravinnevarojaan, mikä heikentää taimien istutuksen jälkeistä kasvua.

9.4 Pakkasvarastoitujen taimien välivarastointi

Pakkasvarastoidut taimet pitää aina sulattaa ennen istutusta, sillä juuripaakku jäisenä istutettu taimi kuivuu helposti. Ilmiö on sama kuin keväisissä ahavatuhoissa eli lämpimällä uudistusalalla neulasista haihtuu vettä, mutta kun juuripaakku on jäässä, taimi ei saa siitä vettä. Jäisenä istutettujen taimi-



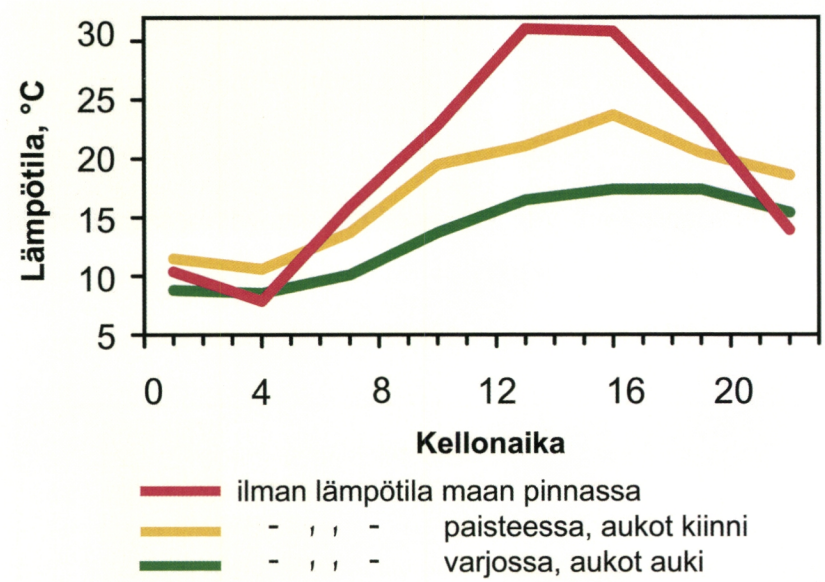
Kuva 9.5. Istutuskelvottomia taimia, sillä kasvukauden välivarastossa olleiden, tiheässä pitkiksi kasvaneiden taimien alaosan neulaset ovat ruskettuneet jonkin verran laatikon reunassa (vasemmalla) ja voimakkaasti laatikon keskellä (oikealla).



Kuva 9.6. Jäisenä istutettujen kuusen taimien juurten kasvu on heikompaa sekä lämpimässä että kylmässä maassa kuin sulana istutettujen taimien. Kokeessa taimia kasvatettiin kuusi viikkoa kasvihuoneessa. [14]



Kuva 9.7. Aukon reunalle varastoituja pahvilaatikoita, joiden kädensija-aukot on oikeaoppisesti avattu. Laatikoiden väliin olisi lisäksi voitu jättää 5 – 10 cm ilmakäytävät. Jos laatikot ovat kiinni toisissaan, ilma ei pääse kiertämään laatikoiden välissä ja lämpötila voi nousta liian korkeaksi.



Kuva 9.8. Suljettu, auringon paisteessa oleva pahvilaatikko lämpenee enemmän kuin varjossa oleva laatikko, jonka kädensija-aukot on avattu. [15]

en juurten kasvu myös heikkenee sulina istutettuihin taimiin verrattuna (kuva 9.6), jolloin kuivumisriski vain pahenee.

Sopiva sulatuspaikka taimille on varjoinen ja viileä, jonka lämpötila on 8 – 14 °C. Taimien kannalta olisi parasta, että ne sulatetaan lähes pimeässä noin 2 – 3 vuorokautta. Sen jälkeen taimien tulisi tottua valoon puolivarjoisassa paikassa 1 – 2 vuorokauden ajan. Siirto pimeästä liian voimakkaaseen valoon vaurioittaa taimen neulasia ja ne voivat muuttua punaruskeiksi.

Taimipakkaukset on aseteltava välivarastossa niin, että ilma pääsee kiertämään laatikoiden välissä (kuva 9.7). Lisäksi laatikon kyljessä olevat kädensija-aukot on avattava. Laatikoiden kannet voi myös avata raolleen, jolloin ilma pääsee laatikon sisällä paremmin kiertämään. Umpinaisessa pakkauksessa lämpötila ja kosteus voivat nousta nopeasti haitallisen korkealle (kuva 9.8) ja olosuhteet olla suotuisat homesienten lisääntymiselle. Pitkään pimeässä ja lämpimässä varastoidut taimet lähtevät kasvuun, mutta valonpuutteen vuoksi uudet kasvaimet jäävät pimeässä vaaleiksi ja honteloiksi (kuva 9.9). Tällaiset kasvaimet usein kuolevat istutuksen jälkeen.

Pakkauksen sisempien paakkujen sulaminen kestää reunassa olevia paakkuja kauemmin (kuva 9.10). Sulaneet taimet kuluttavat energiavarastoja sitä nopeammin, mitä lämpimämmässä ne ovat. Ne tarvitsevat myös päivänvaloa energiavarastojen täydentämiseen (siis yhteyttämiseen). Niitä ei



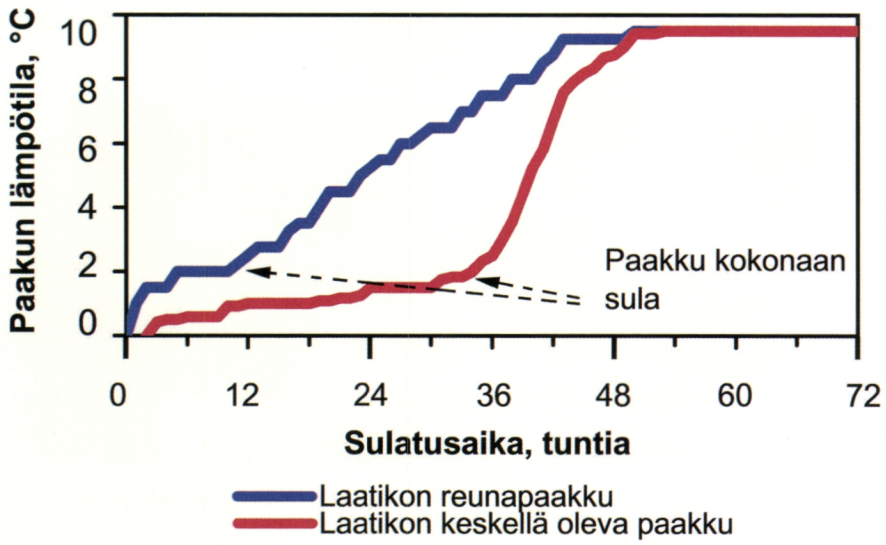
Kuva 9.9. Vasemmalla olevia kasvuun lähteneitä taimia (AK) on varastoitu kuusi viikkoa auringon paisteessa olleessa laatikossa, jonka kädensija-aukot ovat olleet kiinni. Keskilämpötila laatikossa oli 11 °C. Oikealla olevilla taimilla (AA) samanpituisessa varastoinnissa aukot ovat olleet auki. Keskilämpötila oli 10 °C.

siis saa pitää täysin pimeässä ja kädensija-aukot on aina avattava. Tarkkaa sulaneiden laatikoissaan olevien taimien turvallista varastointiaikaa ei voida antaa, sillä se riippuu lämpötilasta. Normaalina keväänä taimia voi varastoida turvallisesti 2 – 3 viikkoa toukokuussa. Kesäkuussa taimia ei sen sijaan saa enää varastoida viikkoa kauempaa. Taimet pysyvät lepotilaisina alle +2 °C:ssa.

Avaamattomassa taimilaatikossa taimet eivät yleensä tarvitse kastelua, mutta kastelutarve on varmistettava käsin tunnustelemalla. Jos istutus viivästyy, taimipakkaukset on avattava ja taimia on huollettava ulkona varastoitujen taimien tapaan. Ellei taimipaakusta kevyesti puristettaessa irtoa vettä, taimet on kasteltava ennen istutusta.

9.5 Taimituhot välivarastoinnin aikana

Umpinaisessa pahvilaatikossa varastoidut taimet ovat välivarastolla paremmin suojassa monilta tuhonaiheuttajilta kuin avopakkauksissa olevat taimet. Umpipakkauksissa olevien taimien pahin tuhonaiheuttaja on harmaahome, joka näkyy taimen pinnalla harmaana villavana rihmastona tai kuolleina neulasina (kuva 9.11). Harmaahomeen itiöitä on yleises-



Kuva 9.10. Pakkasvarastoidut taimipaakut sulavat hitaammin laatikon keskellä kuin sen reunassa (taimet vakiolämpötilassa +9 °C:ssa). Keväällä ulkona olevien taimien paakut sulavat huomattavasti hitaammin. [14]

ti kaikkialla ja se on herkkä tarttumaan kuivuuden, hallan tai muun syyn vuoksi vioittuneisiin taimiin. Harmaahometartunnan edellytyksenä on, että ilman suhteellinen kosteus on vähintään kolmen tunnin ajan lähes 100 %, joten taimien sulamisen jälkeen suljetuissa pahvilaatikoissa on otolliset olosuhteet taudin leviämiselle. Sieni voi levitä myös taimialustoilla olevissa taimissa, jos taimet ovat heikkokuntoisia tai pitkään tiheässä ja ilmankosteus on suuri. Taimialustoilla olevilla taimilla harmaahomeen leviämistä voidaan estää poistamalla kuolleet tai pahoin vioittuneet taimet ja välttämällä liian pitkää välivarastointia.

Jos taimialustoilla olevia taimia varastoidaan yli talven maastovarastoissa, taimet on suojattava aidoin myyriä ja jäniksiä vastaan (ks. kuva 9.3). Myyrätuhojen estämiseksi peltiaita on kaivettava osin maahan. Myös lumen polkeminen reunimmaisten taimilaatikoiden viereltä vähentää myyrätuhoja.

Aurinkoisella ilmalla lumen osittain sulettua, mutta maan ja taimipaakkujen ollessa vielä jäässä, taimia uhkaa myös neulasten kuivuminen eli ahava. Ahavatuhojen estämiseksi taimien yläpuolelle voi virittää varjostuskankaan tai harson. Näin neulasista ei haihdu vettä niin voimakkaasti ja ahavatuhot vähenevät.

Talvivarastossa olevia ja aikaisin keväällä välivarastoon vietyjä taimia uhkaavat myös keväthallat. Avopakkauksissa olevien taimien alttius halloille riippuu taimien kehitysvaiheesta (ks. luku 7.1). Taimia voidaan suojata halloja vastaan



Kuva 9.11. Verson kärjissä olevia harmaahomevioituksia, jotka ovat syntyneet keväällä sulatuksen jälkeen pitkään avaamattomana olleessa pahvilaatikossa.

kastelulla ja peiteharsoilla. Hallakastelun toteuttaminen välivarastossa edellyttää, että siellä on vedenottomahdollisuus ja tehokkaat pumput ja sprinklerit. Jotta kastelu olisi tehokas keino hallavaurioiden ehkäisemisessä, taimia on kasteltava niin kauan kuin lämpötila on pakkasen puolella tai jos vesi jäätyy taimiin, niin kauan, että se on sulanut. Hallantorjunnasta ei selviä kastelukannulla ja letkulla.

Soveltuvin ratkaisu hallantorjuntaan välivarastolla on peiteharso, joka kohottaa lämpötilaa harson alla 1 – 3 °C:lla. Harso ei saa kuitenkaan olla kiinni taimien latvoissa. Lämpötila aivan harson alla on alempi kuin taimien latvojen korkeudella, jos harso on noin 15 cm latvojen yläpuolella [29]. Peiteharsoa voidaan käyttää suojaamaan taimia -3 – -4 °C:n halloilta [29].

Tietotaulu 9a

Välivarastointiohjeet taimialustoilla ja kasvatusarkeissa oleville taimille

Hyvä välivarastointipaikka
- + on varjoinen
- + siellä on saatavilla helposti vettä
- + sinne pääsee helposti isollakin kulkuneuvolla

Kun taimet tuodaan välivarastolle
- + tarkista taimien kunto ja laatu (ks. vastaanottotarkastuslomake)
- + sijoita taimet tasaiselle alustalle
- + peitä kasvatusalustojen reunat maalla kuivumisen välttämiseksi

Välivarastolla
- + kastele taimia säännöllisesti, poutasäällä jopa päivittäin
- + hallan uhatessa suojaa peiteharsolla tai kastelulla taimet, joiden silmut ovat turvonneet tai ne ovat kasvussa

Istuta taimet mahdollisimman nopeasti. Kasvukauden aikana taimia ei saa varastoida yli kahta viikkoa pidempään.

Jos varastoit taimet talven välivarastolla, suojaa taimet peltiaidalla myyriä vastaan.

Kastele taimet aina ennen istutusta niin, että kevyesti puristettaessa juuripaakusta tippuu vettä!

Tietotaulu 9b

Välivarastointiohjeet pakkasvarastoiduille taimille

Sulata taimet

+ sulaminen vie aikaa 3 – 5 vuorokautta lämpötilasta ja pakkausten sijoittelusta riippuen. Laatikon keskellä olevat taimet sulavat hitaimmin.

Hyvä välivarastointipaikka on varjoinen ja viileä

+ lämpötila on 8 – 14 °C
+ metsässä varjoisa paikka

Kun taimet tuodaan välivarastolle

+ tarkista taimien kunto ja laatu (ks. vastaanottotarkastuslomake)
+ sijoita taimet tasaiselle alustalle niin, että ilma laatikoiden välissä kiertää
+ avaa laatikoiden kädensija-aukot tai kannet raolleen
  - sulavien taimien hengitys lisääntyy ja nostaa lämpötilan suljetussa laatikossa haitallisen korkealle
  - homesienet voivat vaurioittaa taimia suljetussa laatikossa, jossa ilma ei vaihdu ja kosteus on korkea

Kun taimet ovat sulaneet

+ taimien lepotila purkautuu ja samalla niiden hengitys lisääntyy (vain alle +2 °C:ssa taimet pysyvät lepotilassa)
+ istuta taimet 1 – 2 viikon kuluessa
+ jos et heti ehdi istuttaa taimia, niin
  - avaa laatikoiden kannet, sillä sulaneet taimet tarvitsevat valoa yhteyttämiseen
  - sulaneita taimia on kasteltava ja huollettava ulkona varastoitujen taimien tavoin
  - muista hallantorjunta

Kastele taimet aina ennen istutusta niin, että kevyesti puristettaessa juuripaakusta tippuu vettä!

10. Istutus

10.1 Istutus pottiputkella

Istutus on suunniteltava huolella. Istutuskohteelle lähdettäessä mukaan on varattava oikeat istutusvälineet, riittävä määrä kohteelle soveltuvia elinvoimaisia, sulia ja hyvin kasteltuja taimia. Kohteella työ helpottuu, kun suunnittelee taimien varastopaikat ja kulkureitit ennalta sekä varmistaa millaisia muokkausjäljet ovat ja kuinka syvään taimet on istutettava.

Taimien välivarasto voi olla kaukanakin istutuspaikasta. Tällaisessa tapauksessa taimia kannattaa viedä työmaavarastoon uudistusalalle tai sen läheisyyteen, mutta mieluiten vain yhden päivän tarpeiksi, sillä välivarastolla on paremmat mahdollisuudet hoitaa taimia. Työmaavarastossa taimet sijoitetaan varjoisaan paikkaan odottamaan istutusta (kuva 10.1). Kulku- ja istutusreitit suunnitellaan niin, että välty-



Kuva 10.1. Taimet voidaan viedä uudistusalalle esimerkiksi mönkijällä, jos istutusala on kauempana tiestä ja uudistusala on suuri. Uudistusalalle viedään taimia vain yhden päivän tarpeiksi ja sielläkin taimet tulee laittaa varjoisaan paikkaan odottamaan istutusta.

tään turhalta kävelyltä. Suurella uudistusalalla taimien kuljettaminen kantaen on hidasta ja työlästä. Työn tehostamiseksi taimet voidaan kuljettaa ja levittää istutusalalle esimerkiksi mönkijällä (kuva 10.1; [58]).

Ennen istutusta on varmistettava, että taimet ovat riittävän märkiä. Sopivan istutuskosteuden voi testata puristamalla paakkua kevyesti kädessä; jos siitä tippuu vettä, kosteus on oikea. Tuulisella aurinkoisella säällä taimet haihduttavat voimakkaasti ja saattavat tarvita kastelua istutuspäivän aikana.

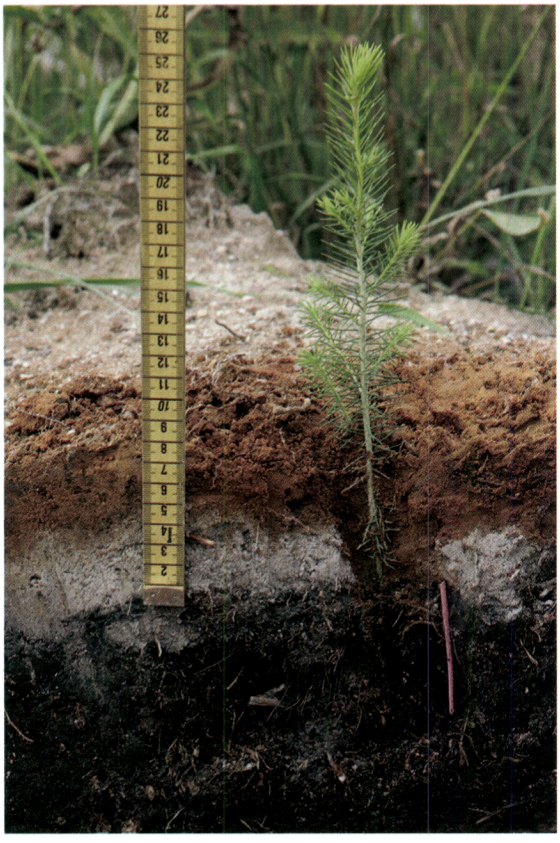
Taimi istutetaan mättään keskelle niin, että taimen ympärille jää 10 – 20 cm yhtenäinen kivennäismaapinta (kuva 10.2). Tämä vähentää kilpailua pintakasvillisuuden kanssa ja taimen riskiä tulla tukkimiehentäin syömäksi. Yhteen mättääseen istutetaan vain yksi taimi. Taimea ei kannata istuttaa huonoihin, kivennäismailla esim. vain humuskerroksesta kevyesti käännettyihin mättäisiin (kuva 10.3), missä tukkimiehentäi- ja kuivuustuhojen riski on erittäin suuri.
Kuusen taimet voidaan istuttaa suhteellisen syvään. Paakun päälle pitää jäädä 5 – 10 cm maata. Tärkeintä on, että paakku on mättään humuskerroksessa (kuva 10.4). Taimesta pi-



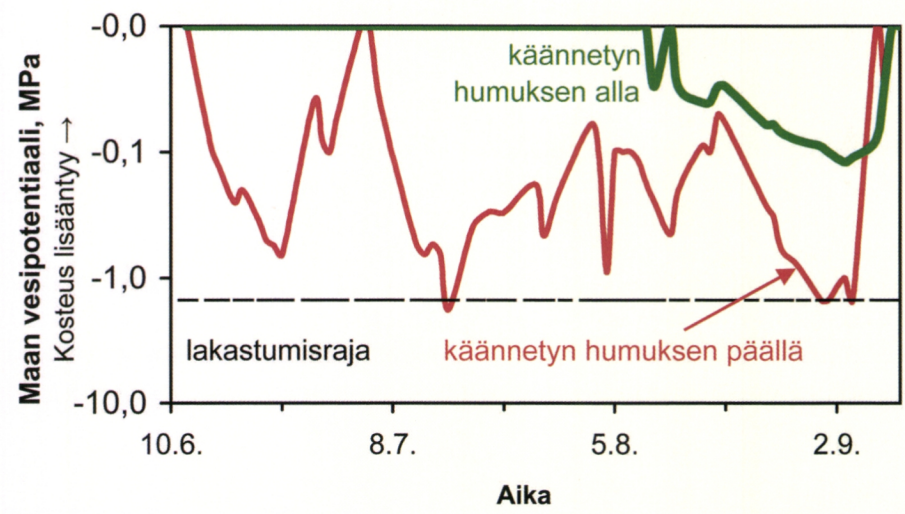
Kuva 10.2. Kuusen taimi istutetaan vähintään 5 cm syvyyteen mättään keskelle niin, että taimen ympärille jää 10 – 20 cm kivennäismaata.



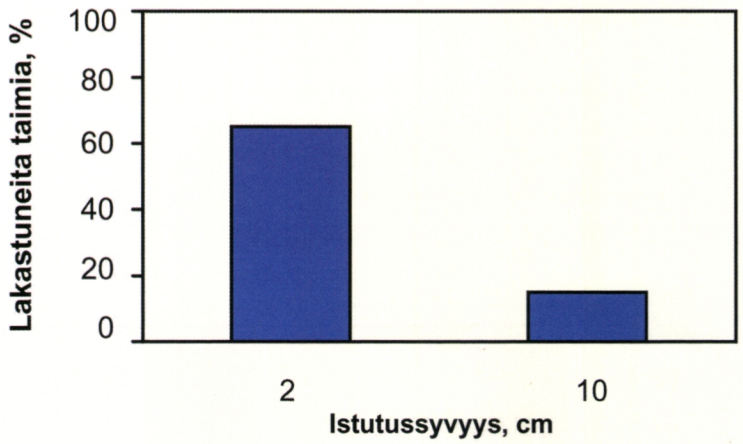
Kuva 10.3. Huonossa kasvupaikassa, esim. vain pinnan humuskerroksesta käännetyssä mättäässä, taimet kuolevat helposti kuivuuteen.



Kuva 10.4. Istutettaessa paakkutaimi laikku- tai kääntömättääseen mättään päällä olevan kivennäismaakerroksen on oltava noin 5 – 10 cm paksu ja taimi istutettava niin syvään, että taimipaakun alapinta tulee humuskerroksen alareunaan.



Kuva 10.5. Maa säilyy kosteampana (vesipotentiaali on korkea) mättään käännetyn humuksen alla 20 cm syvyydessä kuin sen päällä 10 cm syvyydessä. Kun vesipotentiaali laskee alle katkoviivalla merkityn lakastumisrajan (-1,5 MPa), taimet eivät saa maasta vettä ja ne kuivuvat. [80]



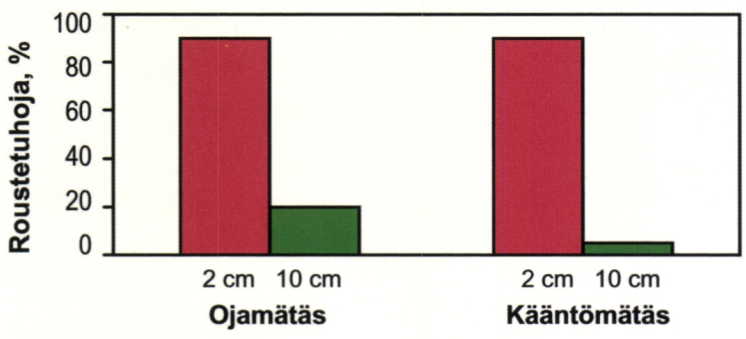
Kuva 10.6. Syvemmälle humuskerrokseen istutetut taimet eivät kuivu yhtä nopeasti kuin mättään pinnan kivennäismaahan istutetut taimet. [81]

tää kuitenkin jäädä maanpinnan yläpuolelle vähintään puolet, jotta taimella on riittävästi neulasia takaamaan hyvän kasvun. Mättään pinta on usein kuivempi kuin syvemmät kerrokset (kuva 10.5). Mättään sisällä oleva käännetty humuskerros estää veden kapillaarisen nousun ja mättään pintaosa jää kuivemmaksi. Humuskerroksen alla sen sijaan on kosteampaa. Kun taimet istutetaan laikkumättäässä humuskerrokseen, taimien kuivumisriski on pienempi kuin istutettaessa ne mättään pintakerroksen kivennäismaahan (kuva 10.6). Lisäksi syvemmällä lämpötilan vaihtelu ei ole niin voimakasta kuin lähellä pintaa, jolloin toistuvan jäätymisen ja sulamisen vähetessä myös rousteen riski pienenee (kuva 10.7). Istutuksen jälkeen maa taimen ympärillä on tiivistettävä kevyesti, jotta taimi jäisi suoraan.

Pottiputken läpimitta on valittava paakun koon mukaan (kuva 10.2). Syväistutusta varten on kehitetty oma pottiputkensa. Jos käytettävissä on vanhoja pottiputkia, joiden putken läpimitta sopii istutettavalle materiaalille, saadaan pottiputki syväistutukseen soveltuvaksi kääntämällä syvyysrajoitin ylösalaisin tai poistamalla se kokonaan.

10.2 Koneistutus

Taimet voidaan istuttaa myös koneellisesti (kuva 10.8). Istutuskoneita on useita eri tyyppejä. Osa koneista vain istuttaa, osa sekä muokkaa että istuttaa. Nykyisin yleisin muokkaava istutuskonetyyppi tekee laikkumättäitä, joissa uudistamistulos on osoittautunut hyväksi (ks. kuva 8.1). Myös



Kuva 10.7. Mättään pintaan (2 cm) istutetuilla taimilla on suurempi rousteriski kuin mättään keskellä olevaan humuskerrokseen (10 cm) istutetuilla taimilla sekä oja- että kääntömättäissä. (81)

muunlaista muokkausjälkeä tekeviä konetyyppejä on. Kuusen taimien elävyyden on todettu jäävän alhaiseksi jyrsinmuokkaavan koneen muokkausjäljessä (ks. kuva 8.1).

Koneellisella istutuksella taimet saadaan useimmiten riittävän syvään. Nykyisten istutuskoneiden istutuspäät muistuttavat pottiputkea. Istutuskuoppa jää joskus heti istutuksen jälkeen jokin verran auki, mutta se täyttyy useimmiten maalla ensimmäisissä vesisateissa. Jos istutuksen jälkeen on pitkään sateetonta, avoin istutuskuoppa lisää taimen kuivumisriskiä. Jos istutuskone myös muokkaa, sen olisi myös tiivistettävä muokkausjälki kevyesti. Löyhä maa pidättää vettä hieman tiiviimpää huonommin, jolloin taimien kuivumisriski lisääntyy. Taimet ovat istutuspäivän lastattuina koneisiin rakennetuilla taimitelineillä (kuva 10.8). Lämpimällä säällä taimet haihduttavat voimakkaasti, joten taimipaakkujen kosteutta on seurattava ja tarvittaessa niitä on kasteltava päivän aikana. Taimien pysymisen optimikosteudessa voi varmistaa myös rakentamalla taimitelineen pohjan ja reunat vedenpitäviksi ja lisäämällä telineeseen vettä muutaman kerran päivässä.



Kuva 10.8. Kaivinkoneeseen on liitetty laikkumätästävä Bräcke-istutuslaite ja koneen sivulle on rakennettu teline taimille.

10.3 Istutustiheyden tarkistaminen

Istutustiheys on tarkistettava säännöllisesti. Istutustiheyden määrittämiseen tarvitaan 4 metriä pitkä keppi tai naru. Jos käytetään narua, tarvitaan myös keppi, johon naru kiinnitetään. Kepin tai narun kanssa pyörähdetään istutusalalla ympyrä, jolta lasketaan istutettujen taimien määrä. Taulukon 10.1 avulla voidaan varmistaa, että istutettuja taimia tulee riittävä määrä hehtaarille. Istutuskoneille soveltuvat muokkauskoneille annetut tiheyden tarkistamisohjeet (ks. luku 6.5).

Taulukko 10.1. Istutustiheyden tarkistaminen 2,52 m tai 4,0 m narun tai kepin avulla. Esimerkki: Jos narun pituus on 4 m ja ympyrän sisälle jää 10 istutettua tainta, on tiheys 2000 tainta/ha.

Ympyrän sisään jääneitä taimia, kpl	Narun tai kepin pituus 2,52 m	4,0 m
3	1500	600
4	2000	800
5	2500	1000
6	3000	1200
7		1400
8		1600
9		1800
10		2000
11		2200
12		2400

Tietotaulu 10. Istuttajan muistilista

Istutuskohteelle lähdettäessä mukana on

+ istutettaville paakkutaimille sopiva istutusväline:
    - sopivan kokoinen pottiputki (paakku menee vaivattomasti putken läpi)
    - kuokka
+ nitriilikumiset käsineet
    - tukkimiehentäin torjunta-aineilla käsiteltyjä taimia ja taimiarkkeja ei saa käsitellä paljain käsin eikä nahka- tai kangaskäsinein
+ kasteluvälineistö taimihuoltoa varten, jos sitä ei ole jo välivarastolla
+ naru, mittanauha tai keppi istutustiheyden tarkistamista varten

Nostele taimivakkaan tai muuhun kantovälineeseen sopivaksi katsomasi määrä taimia

+ jotka ovat terveitä ja elinvoimisia
    - taimissa ei merkkejä vaurioista, tuholaisista tai homeesta
    - neulaset terveen vihreitä ja ne ovat lujasti kiinni taimessa
    - taimien kuori on luja ja tasaisen värinen
    - kuoren alus kostea ja vaalea
    - juuret terveitä
    - juuripaakut ehjiä
+ joiden juuripaakut eivät ole jäässä
+ jotka on kasteltu niin, että kevyesti puristettaessa juuripaakusta tippuu vettä
+ älä istuta huonoja taimia

Suunnittele kulkureittisi uudistamisalalla niin, että voit minimoida istuttaessasi ja välivarastolta taimia hakiessasi kulkemasi matkan.

Istuta taimi

+ mättääseen
    - keskelle niin, että taimen ympärille jää noin 10 – 20 cm kivennäismaata
    - niin, että taimen juuripaakun päälle jää vähintään 5 cm maata
+ laikkuun tai muokkaamattomaan maahan vain, jos mättäitä ei ole riittävästi

Tarkista istutustiheys säännöllisin välein

+ 2,52 m säteisellä ympyrällä vähintään 4 istutuskohtaa tai 4 m säteisellä ympyrällä vähintään 10 istutuskohtaa, joiden etäisyys toisistaan vähintään 1 m

11. Viljelyn onnistumisen seuranta

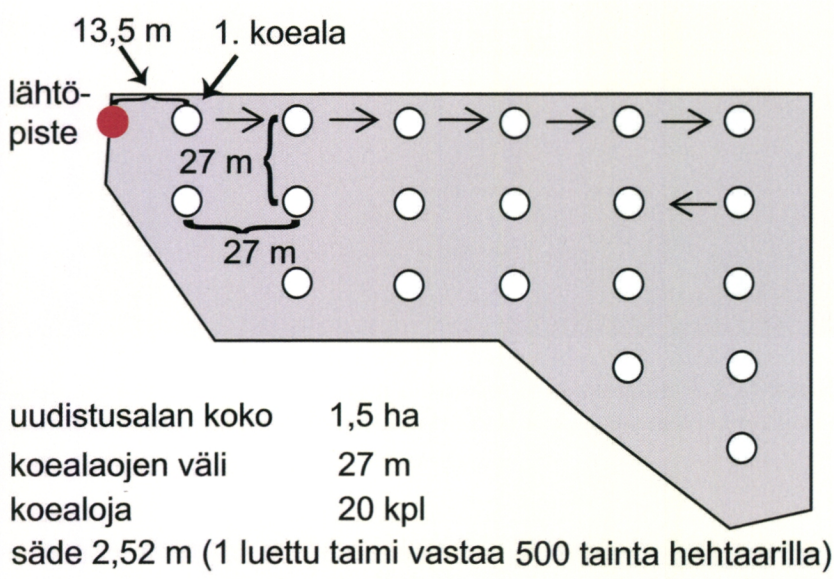
Kuusen istutustaimikoissa uudistamistulos kannattaa tarkistaa vuosittain kolmen istutuksen jälkeisen vuoden aikana. Aluksi riittää silmävarainen arviointi. Kolmen vuoden jälkeen taimikon elävyys tasoittuu (ks. kuva 3.2) ja havupuiden luontainen taimettuminen on jo tapahtunut. Kolmen vuoden kuluttua istutuksesta viljelyn onnistuminen kannattaa tarkastaa linjoittaisena ympyräkoealaotantana. Näin saadaan selville taimikon kaikkien osien tilanne. Samalla voidaan arvioida varhaishoitotarvetta. Jotta kasvupaikan puuntuotoskyky olisi täysimääräisesti hyödynnetty, tulisi taimikon havupuiden keskitiheyden olla 1800 – 2000 tainta/ha. Jos taimikon tiheys on alhainen, tässä vaiheessa taimikko voidaan vielä täydentää ilman, että täydennystaimet jäisivät liikaa alkuperäisestä viljelytaimikosta jälkeen.

Paras ajankohta viljelyn onnistumisen tarkistamiseen on alkukesä, jolloin pintakasvillisuus ei ole vielä kehittynyt täy-

Taulukko 11.1. Koeala- ja linjavälin valinta tarkistettavan uudistusalan koon mukaan. (63)

Uudistusalan pinta–ala, ha	Koeala/ linjaväli, m
0,5	15
1,0	25
1,5	27
2,0	31
2,5	25
3,0	38
3,5	41
4,0	44
4,5	47
5,0	50
5,5	52
6,0	54
6,5	57
7,0	59

teen mittaansa. Useimmiten riittävän arvion tuloksesta yhdeltä uudistusalalta saa, kun mitataan 8 – 10 tasaisin välein sijoitettua 20 m^2 ympyräkoealaa. Tarkemmissa mittauksissa koeala- ja linjaväli valitaan uudistusalan koon mukaan taulukon 11.1 mukaisesti. Mittauskoealat sijoitetaan objektiivisesti valitun koeala- ja linjavälin mukaan esim. pääilmansuunnissa niin, että koealat kattavat tasaisesti koko uudistusalan (kuva 11.1). Ensimmäinen koeala sijoitetaan puolen koealavälin päähän uudistusalan laidasta.



Kuva 11.1. Esimerkki koealaverkoston sijoittamisesta 1,5 ha uudistusalalla. Ympyräkoeala voidaan rajata parhaiten koealan keskipisteeseen laitettavan kepin ja siihen kiinnitetyn ympyränsäteen (2,52 m) mittaisen mittanarun tai tangon avulla (kuva 11.2). Mittaaja laskee ympyrän kehän sisään jäävät kasvatuskelpoiset taimet. Kasvatuskelpoisiksi luetaan vähintään yhden (1) metrin päässä toisistaan kasvavat istutetut taimet ja vähintään puolet, mutta enintään puolitoista kertaa istutustaimien pituudesta olevat luontaiset havupuun taimet. Kertomalla kasvatuskelpoisten taimien määrä 500:lla saadaan hehtaarikohtainen tiheys. Kasvatettavan puuston maksimitiheys on 3000 tainta hehtaarilla eli kuusi (6) tainta koealalla.



Kuva 11.2. Periaatekuva taimikkoinventoinnista, jossa tiheys määritetään kiertämällä narun kanssa ympyrä ja laskemalla sisään jäävät taimet.

Tietotaulu 11. Taimikkoinventointi lyhyesti

+ Silmävarainen taimikon kunnon ja elävyyden tarkastelu on tehtävä vuosittain istutuksen jälkeen kolmen vuoden ajan. Parhaiten taimet löytyvät keväällä.

+ Kolmen vuoden kuluttua istutuksesta tehdään linjoittainen ympyräkoealaotanta, jolla saadaan selville viljelyn onnistuminen koko taimikossa.

+ Tarvitaan 2,52 m pitkä naru tai keppi ja muistiinpanovälineet.

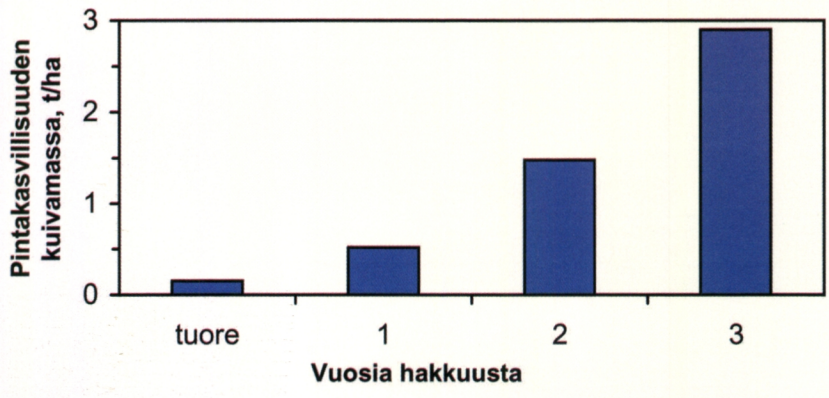
+ Mitataan ympyräkoealoja säännöllisin 15 – 20 m välein ja lasketaan ympyrän sisään jäävien taimien määrä.

+ Yksittäisen koealan hehtaarikohtainen tiheys saadaan kertomalla saatu taimimäärä 500:lla. Koko uudistusalan keskimääräinen tiheys saadaan ympyräkoealojen keskiarvona.

12. Pintakasvillisuuden torjunta

12.1 Pintakasvillisuuden vaikutukset taimikossa

Pintakasvillisuus vaikuttaa taimikon varhaiskehitykseen periaatteessa kahdella tavalla. Ensiksi se kilpailee taimien kanssa kasvutilasta, valosta, ravinteista ja vedestä, mikä näkyy taimien pituuden ja erityisesti läpimitan kasvussa. Toiseksi pintakasvillisuus voi aiheuttaa taimille mekaanisia vaurioita. Erityisesti lumen kanssa taimien päälle kaatunut heinä voi aiheuttaa pahoja tuhoja hoitamattomissa taimikoissa. Pintakasvillisuuden aiheuttama kasvukilpailu vaikuttaa taimien muotoon, jolloin taimista tulee hentoja [20]. Hennot taimet ovat tanakoita taimia suuremmassa vaarassa talvella, mikäli päälle kaatuva heinä ja lumi pääsevät taittamaan niitä. Muita voimakkaan pintakasvillisuuden aiheuttama epäsuoria vaikutuksia taimiin ovat mm. tukkimiehentäin syönnin lisääntyminen [83] ja myyrätuhoriskin kasvu [73]. Taimikon alkukehitystä haittaavasta pintakasvillisuudesta hankalimpia ovat yleensä kastikat ja metsälauha. Muita uudistamistuloksen kannalta merkityksellisiä lajeja pintakasvillisuudessa ovat



Kuva 12.1. Metsänviljelyn viivästyttäminen päätehakkuun jälkeen lisää pintakasvillisuuden määrää muokkaamattomassa maassa. Tulokset ovat eteläruotsalaisesta metsänviljelykokeesta. [44]

lisäksi esim. vadelma ja sananjalka. Pintakasvillisuuden torjuntatarve ilmenee yleensä taimikon perustamista seuraavien kolmen vuoden aikana.

12.2 Heinimistarpeen vähentäminen

Nopealla uudistamisella saadaan etumatkaa pintakasvillisuuteen, jonka määrä lisääntyy nopeasti toisesta hakkuun jälkeisestä vuodesta eteenpäin (kuva 12.1). Hyväkuntoinen viljelymateriaali on edellytys hyvän taimikon alkukehitykselle. Ennakoivat toimenpiteet erityisesti viljavilla kasvupaikoilla vähentävät myöhempää hoitotarvetta ja puusto pysyy hyvässä kasvussa. Huolellisesta perustamisesta huolimatta taimikon hoitotarve on alkuvuosina tarkastettava säännöllisesti.

Mätästys vähentää taimikon varhaishoitotarvetta. Istutetut kuusen taimet lähtevät kasvuun nopeammin mättäässä kuin laikussa ja äesjäljessä, jolloin mättäässä kasvavat taimet pystyvät kilpailemaan paremmin muuta kasvillisuutta vastaan. Mättään pinta on myös koholla muusta maanpinnan tasosta ja taimet pysyvät siten helpommin pintakasvillisuuden yläpuolella (kuva 12.2). Lisäksi mättään pinta kui-



Kuva 12.2. Mätästys (vas.) auttaa istutustaimia kilpailussa pintakasvillisuutta vastaan verrattuna äestykseen tai laikutukseen (oik.).

vuu nopeasti ja rikkakasvien siemenet itävät siinä huonommin kuin laikussa tai äesjäljessä. Heinä kaatuu yleensä ympäristöään korkeammalta mättäältä poispäin. Sen sijaan äestysjäljessä ja laikuissa heinällä on taipumus kaatua muokkausjäljen reunasta taimiin päin. Tanakat taimet eivät vaurioidu niin helposti kuin hennot taimet, joten istutustaimien pituutta ei kannata tavoitella tanakkuuden kustannuksella.

12.3 Pintakasvillisuuden ennakkotorjunta

Metsämailla ennakkokäsittelyä tarvitaan harvoin. Sen sijaan kaikkein hankalimmissa tapauksissa, kuten pellonmetsityksessä, pintakasvillisuutta voidaan torjua ennen istutusta kemiallisesti, jolloin istutusala käsitellään istutusta edeltävänä kesänä tai syksynä. Maavaikutteiset herbisidit tuovat lisätehoa torjuntaan pelkkiin lehtivaikutteisiin verrattuna. Havupuiden kasvatukseen sopivia maavaikutteisia herbisidejä ei ole ollut rekisteröitynä metsäkäyttöön parina viime vuotena, mutta uusia aineita on testattavana rekisteröintiä varten. Pelkillä lehtivaikutteisillakin herbisideillä, kuten glyfosaatilla, saavutetaan useimmiten hyvä torjuntateho.

Lehtivaikutteisia herbisidejä käytettäessä kemiallinen torjunta voidaan tehdä ensin, jolloin maanmuokkaus tehdään vasta kasvillisuuden kuoltua. Tällöin entisillä maatalousmailla ongelmaksi muodostuvat usein muokkausjäljessä itävät siemenet, mikäli niitä ei erikseen torjuta maavaikutteisella aineella. Peltomaassa olevan suuren siemenpankin tuomalta pintakasvillisuudelta vältytään, jos maa muokataan alkukesällä ja odotetaan, että rikkakasvit ovat itäneet ja kunnolla kasvussa, ja sen jälkeen käsitellään herbisideillä elokuussa. Istutus tehdään tämän jälkeen syksyllä tai seuraavana keväänä.

Maavaikutteisia torjunta-aineita käytettäessä on hyvä muokata maa syksyllä ja levittää torjunta-aine ennen istutusta muokkausjälkeen [21]. Torjunta-aine jää näin maan pintaan eikä peity muokkausjäljen alle. Istutus tehdään torjunta-ainekäsittelyn jälkeen syksyllä tai keväällä. Ajantasainen tilanne käytössä olevista torjunta-aineista on tarkastettavissa Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen torjunta-ainerekisteristä (www.evira.fi).

Herbisidien ja maanmuokkauksen ohella myös kulotusta on käytetty yhtenä ennakoivana pintakasvillisuuden torjuntakeinona. Kulotus ei kuitenkaan ole hyvä vaihtoehto kuu-

sen uudistusaloilla, sillä kuusentaimien alkukehitys kulotusaloilla on huomattavasti hitaampaa kuin vastaavilla kulottamattomilla kohteilla [41].

12.4 Pintakasvillisuuden torjunta istutuksen jälkeen

Istutusta seuraavina vuosina pintakasvillisuuden mekaanisen torjunnan voi tehdä polkemalla tai niittämällä kasvillisuus taimien ympäriltä. Jos heinän kasvu on nopeaa, voidaan se joutua torjumaan mekaanisesti ensin keskikesällä ja uudelleen syksyllä. Syystorjunnalla estetään, ettei lumi kaada pintakasvillisuutta taimien päälle. Pahimmassa tapauksessa käsittelyn voi joutua tekemään istutuskesänä ja kahtena tai kolmena sitä seuraavana kesänä. Pahoissa kohteissa, kuten pellonmetsityksessä, taimien löytämistä helpottaa huomattavasti taimen viereen keväällä laitettu keppi, jossa on kuitunauhan pätkä merkkinä.

Heinän polkemista taimien ympäriltä auttaa haarapäinen keppi, jolla taimea pidetään pystyssä polkemisen aikana. Toisella kepillä voi taivuttaa heiniä. Niittämisen voi tehdä esimerkiksi sirpillä, viikatteella tai raivaussahan siimaleikkurilla. Eräiden tutkimusten mukaan polkeminen estää uutta kasvua paremmin kuin niittäminen, mutta perusteellista tutkimusnäyttöä tästä ei ole [68].

Kemiallinen pintakasvillisuuden torjunta säästää vaivaa, koska sen teho kestää mekaanista torjuntaa pitempään. Pelloilla, vajaatuottoissa lepikoissa sekä muissa viljavissa ja vajaapuustoisissa kohteissa heinää ja siementä on jo maassa siinä määrin odottamassa, että ilman tehokasta torjuntaa ollaan suurissa vaikeuksissa [22]. Kemiallisella heinäntorjunnalla saadaan yleensä samalla taltutettua orastava vesakko, mikä lisää toimenpiteen tehoa.

Metsänviljelyn jälkeen kemiallisessa torjunnassa käytetään havupuilla pääasiassa lehtien kautta vaikuttavia aineita, kuten glyfosaattia. Glyfosaatti vioittaa kasvussa olevia havupuun taimia, joten sitä voidaan käyttää vasta kasvainten puuduttua elokuun lopulla, ellei taimia pystytä huolellisesti suojaamaan. Suojaamiseen voidaan käyttää esimerkiksi taimien päälle asetettavaa sankoa tai suojasuppiloa. Kuusi on loppukesällä mäntyä herkempi glyfosaatille, joten kuusen taimikoiden käsittely suojaamattomana on tehtävä tuolloinkin hyvin varovasti. Torjunta-aine tehoaa rikkakasveihin sitä paremmin, mitä paremmassa kasvussa ne ovat, joten tarpee-

ton käsittelyn viivyttäminen syksyyn heikentää sen tehoa. Sen vuoksi kesällä tehty käsittely taimet huolella suojattuna on tehokkaampi kuin syksyyn lykätty käsittely. Jos heinämäistä pintakasvillisuutta torjutaan kesällä valikoivilla torjunta-aineilla, kuten sykloksidiimillä, kuusia ei tarvitse suojata. Levitystyössä on noudatettava valmistajan ohjeita torjunta-aineen käytöstä.

Torjunta-aineen kulkeutumista taimiin on vältettävä myös syksyllä. Glyfosaatin on todettu joskus vahingoittavan havupuun, erityisesti kuusen taimia, vaikka vuosikasvaimet näyttäisivät jo puutuneilta. Kuusella usein syksyllä ilmenevän jälkikasvun herkkyydestä glyfosaatille ei ole tietoa, mutta se heikentänee kestävyyttä.

Tietotaulu 12. Pintakasvillisuuden torjunta parantaa alkukehitystä

+ Pintakasvillisuus kilpailee taimien kanssa heikentäen taimien kasvua, vaurioittaa taimia mekaanisesti kaatuessaan niiden päälle sekä lisää hyönteis- ja myyrätuhoriskiä.
+ Torjuntatarvetta voidaan vähentää mätästyksellä.
+ Pellonmetsityksessä kemiallinen ennakkotorjunta on tehokas ja voidaan tehdä seuraavasti:
  - A) lehtivaikutteisilla herbisideillä
    1. herbisidikäsittely ja sen jälkeen maanmuokkaus, tai
    2. maanmuokkaus alkukesällä ja rikkakasvien herbisidikäsittely keskikesällä – istutus syksyllä tai seuraavana keväänä
  - B) maavaikutteisilla
    + muokkaus ja sen jälkeen herbisidikäsittely ja istutus

+ Taimikossa ensimmäisen ja toisen istutuksen jälkeisen vuoden aikana
  - mekaanisesti
    - polkemalla
    - niittämällä sirpillä, viikatteella tai siimaleikkurilla
  - kemiallisesti lehtivaikutteisilla herbisideillä
    - kuusen taimet suojattava vuosikasvainten ollessa puutumattomia
    - torjuntateho on paras kesällä

13. Varhaisperkaus

13.1 Kilpailevan lehtipuuston vaikutukset

Varhaisperkauksella tarkoitetaan tässä taimikon käsittelyä muutaman vuoden kuluessa sen perustamisesta. Kuusen taimet sietävät varjostusta kohtuullisen hyvin, mutta kilpailu vedestä ja ravinteista hidastaa taimien alkukehitystä tiheän aluskasvillisuuden seassa. Lehtipuusto kilpailee taimikossa samaan tapaan tuotantopuuston kanssa kuin pintakasvillisuus. Kuusen istutusaloilla varhaisperkaustarvetta aiheuttavat yleisesti koivut, lepät ja haapa. Vesakko vaurioittaa myös helposti taimien latvoja, mikä voi hidastaa pituuskasvua ja heikentää puuaineen laatua. Myös tuotantopuuston järeytyminen hidastuu, jos taimikossa on runsaasti kilpailevaa puustoa.

13.2 Varhaisperkaustarpeen vähentäminen

Perkaustarpeeseen voidaan vaikuttaa ennakoivasti poistamalla lehtipuu metsiköstä viimeisessä harvennuksessa tai muutamia vuosia ennen päätehakkuuta, mikäli sen määrä on vähäinen. Pieniläpimittainen lehtipuu voidaan poistaa hakkuun jälkeen raivaamalla. Lehtipuun poistamisen vaikutusta voidaan tehostaa vielä kantokäsittelyllä, jossa lehtipuiden kantoihin levitetään herbisidiä – nykyisin tyypillisesti glyfosaattia. Toinen mahdollisuus on kaulata tai taskuttaa lehtipuut, jolloin ne ehtivät kuolla ennen päätehakkuuta, eivätkä muodosta kanto- tai juurivesoja.

13.3 Ajoitus

Varhaisperkaustarve kehittyy usein istutustaimikkoon muutamassa vuodessa, vaikka uudistusala on raivattu ja viljelty kahden vuoden kuluessa päätehakkuun jälkeen. Taimikon varhaishoidon ajoitukseen ei ole olemassa varsinaista tutkimukseen perustuvaa ohjetta. Peukalosääntönä voidaan esit-



Kuva 13.1. Perkaamaton (ylempi) ja perattu (alempi) kuusen taimikko.

tää, että mikäli taimikossa arvioidaan joka tapauksessa tarvittavan kaksi käsittelykertaa, varhaisperkaus on syytä tehdä heti, kun lehtipuusto alkaa vähänkin haitata kuusia. Tavallisesti sopiva perkaus ajankohta on 3 – 7 vuoden kuluttua istutuksesta, kun tuotantopuusto on noin metrin pituista. Yleensä varhaisperkaustarve ilmenee saman taimikon eri osissa hieman eri aikaan. Edellisen puusukupolven lehtipuiden ja niiden kantojen esiintyminen sekä maaperän kosteuden vaihtelu taimikon eri osissa vaikuttavat varhaishoitotarpeeseen. Perkaustarpeen luotettava ennustaminen yksittäisten taimikoiden kohdalla on kuitenkin vaikeaa [27].

13.4 Toteutus

Varhaisperkauksessa tehdään lisää kasvutilaa tuotantopuuston taimille poistamalla kilpailevaa lehtipuustoa (kuva 13.1). Lehtipuusto voidaan poistaa kokonaan tai osittain esim. reikäperkauksena taimien ympäriltä. Reikäperkauksessa poistetaan kilpaileva puusto tavallisesti yhden metrin säteeltä tuotantopuiden ympäriltä.

Tavallisesti varhaisperkaus on kätevintä tehdä raivaussahalla. Pienemmällä alueella ilmenevä varhaisperkaustarve voidaan tehdä myös vesurilla, raivausveitsellä, erilaisilla leikkureilla tai esim. taittamalla tuotantopuustoa haittaavien lehtipuiden latvat siten, että latvaosa jää edelleen runkoon kiinni [8]. Vähän kerrallaan tehtävä varhaisperkaus sopii omatoimiselle metsänomistajalle, joka voi perata taimikkoa sitä mukaa, kun taimikossa ilmenee sille tarvetta.

Kuusen kasvatuksessa kasvutila nuoressa taimikossa on tärkeää, jotta tuotantopuuston kasvu ei taannu, eivätkä latvukset piiskaannu. Mikäli kuusen taimikoissa tuotantopuusto on riittävä, eli noin 1800 runkoa, kuusen istutustaimikon tiheyttä tärkeämpi asia varhaisperkauksessa on, että tuotantopuusto pääsee kasvamaan vapaasti. Istutuskuusikoissa puuaineen laatuun on vaikeampaa vaikuttaa taloudellisesti järkevillä istutustiheyksillä kuin männyn taimikoissa [25].

Tietotaulu 13. Varhaisperkauksella tuotantopuustolle kasvutilaa

+ Varhaisperkauksen tarvetta voidaan vähentää
  - poistamalla metsiköstä lehtipuut muutamaa vuotta ennen päätehakkuuta tai viimeisessä harvennuksessa
    - vaikutusta voidaan tehostaa kantokäsittelyllä
  - pieniläpimittainen puusto voidaan poistaa hakkuun jälkeen raivaamalla
  - kaulaamalla tai taskuttamalla yksittäiset lehtipuut viimeistään kaksi vuotta ennen päätehakkuuta

+ Varhaisperkauksessa taimikosta poistetaan tuotantopuuston kanssa kilpaileva kasvua ja laatua heikentävä lehtipuusto
  - ajoitus 3 – 7 vuoden kuluttua istutuksesta tuotantopuuston ollessa noin 1 m pituisia
    - tehtävä ennen kuin vesakko aiheuttaa kasvun taantumista
  - varhaisperkaustarve esiintyy taimikossa epätasaisesti, joten perkauksen voi joutua tekemään vaiheittain
  - toteutus
    - täysperkauksena poistamalla kaikki lehtipuut tai reikäperkauksena niin, että lehtipuusto poistetaan 1 m etäisyydellä kasvatettavista havupuista
    - raivaussahalla tai pieneltä alueelta vesurilla tai taittamalla lehtipuiden latvat

14. Merkittävimmät tuhot ja niiden välttäminen

14.1 Tukkimiehentäi

Tukkimiehentäi on mustanruskea, runsaan senttimetrin mittainen pitkäkärsäinen kuoriainen, joka syö taimen kuoreen laikkuja. Syöntilaikut pihkottuvat ja lievemmät kuroutuvat nopeasti umpeen (kuva 14.1). Voimakas ja rangan ympäri ulottuva syönti tappaa taimen.

Tukkimiehentäin elinkierto on esitelty kuvassa 14.2. Aikuisten hyönteisten parveilulento alkaa kevätkesällä, kun ilman lämpötila saavuttaa noin 18 °C [71]. Pääosa parveilusta tapahtuu parin viikon aikana, mutta osa hyönteisistä voi lentää koko kesän [45]. Ne suuntaavat tuoreille hakkuuaukoille kaadetuista puista, kannoista ja hakkuutähteistä lähtevän tuoksun houkuttelemana. Sopivalle lisääntymispaikalle päästyään hyönteisten lentolihakset surkastuvat ja ne liikkuvat pääasiassa kävellen [45]. Tukkimiehentäi munii maahan tuoreiden kantojen ja niiden juurten lähelle [47]. Yksi naaras munii useita kertoja kasvukauden aikana ja vielä hakkuuta seuraavan vuoden kevätkesällä, jos kannot ovat vielä riittä-



Kuva 14.1. Tukkimiehentäi syömässä taimen puutuneen osan kuorta, umpeutunut syöntilaikku ja runsaaseen syöntiin kuollut taimi.

vän tuoreita. Toukat syövät jopa alle 1 cm läpimittaisissa kantojen juurissa nilaa ja jälttä. Toukka koteloituu juuren pintaosaan, josta aikuinen kaivautuu maanpinnalle. Aikuinen kuoriainen ruokailee nuorissa taimissa. Yksilönkehitys kestää 2 – 5 vuotta. Yksi tukkimiehentäi voi elää aikuisena useita vuosia.

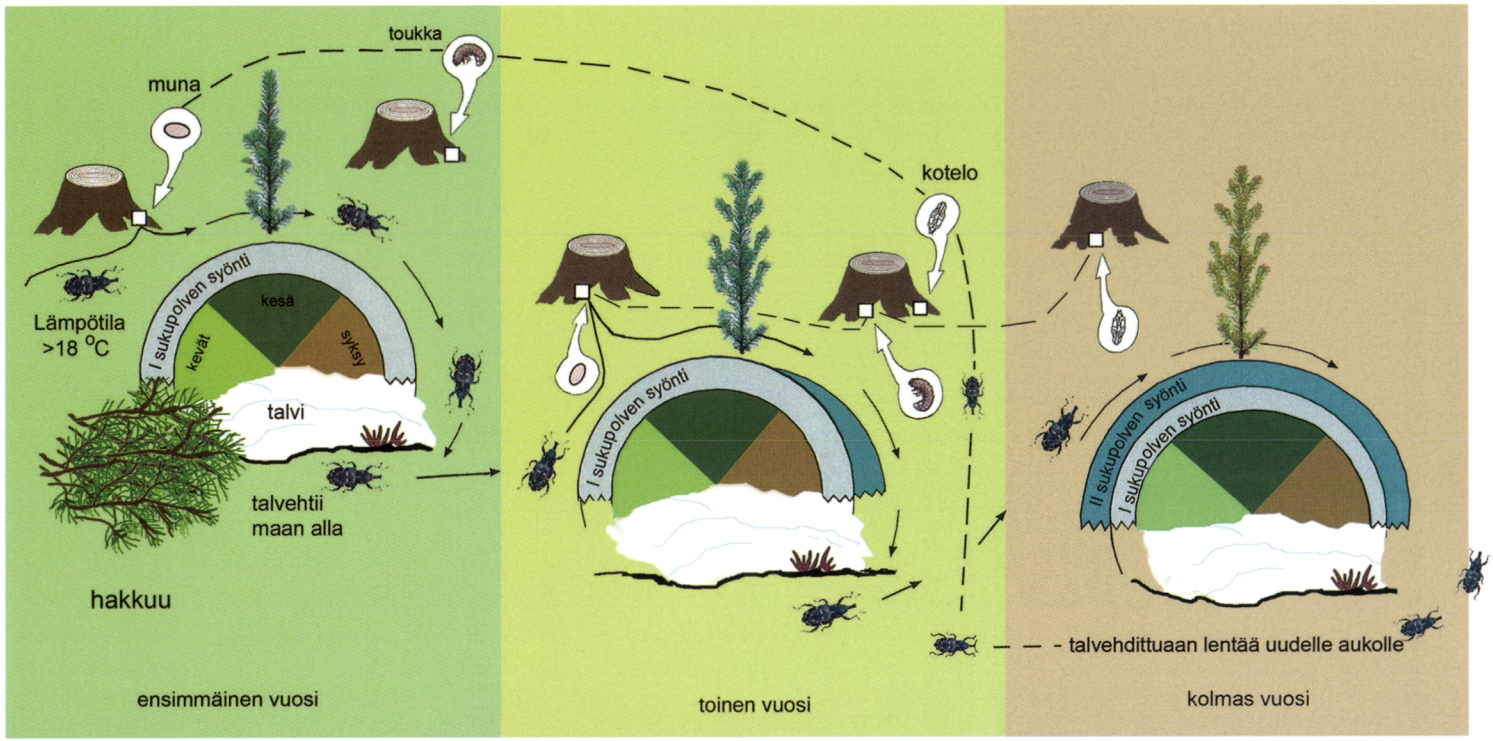
Etelä-Suomen uudistusaloilla tukkimiehentäiltä ei voi välttyä. Tukkimiehentäit siirtyvät tuoreelle hakkuuaukolle yleensä noin 10 km säteeltä, mutta ne voivat lentää jopa 80 km päästä [70]. Samalla alueella useana peräkkäisenä vuotena tehdyt hakkuut lisäävät tukkimiehentäin kantaa ja siten tuhoriskiä. Tukkimiehentäin tuhojen riski on suurin neljän hakkuunjälkeisen vuoden aikana [82]. Taimihuollossa on oltava huolellinen, sillä kuivuudesta kärsineet [67] ja mekaanisesti vioittuneet [46] taimet ovat alttiimpia tukkimiehentäin tuhoille kuin terveet, elinvoimaiset taimet.

Tukkimiehentäin torjunnassa istutuksen viivästyttäminen ei ole tarpeellista, kun maanmuokkaus tehdään oikein ja taimet on suojattu taimitarhalla kemiallisilla torjunta-aineilla (ks. kuva 6.7). Torjunta-ainelautakunnan hyväksymien valmisteiden listan voi tarkistaa Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen kotisivuilta (www.evira.fi). Kun taimet on taimitarhalla käsitelty torjunta-aineilla, taimipakkaus on merkitty tarralla, josta käy ilmi torjunta-aineen nimi, suojavarusteet taimia käsiteltäessä sekä taimipakkausten hävittämisohjeet.

14.2 Juuriniluri

Kuusenniluri on musta noin 0,5 cm pituinen kovakuoriainen. Se syö taimen rangan alaosiin, juurenniskaan ja paksuimpiin juuriin puuaineksen paljastavia käytäviä. Syönnin seurauksena taimi usein kuolee. Tuhonaiheuttajan tunnistamiseksi kuolleet taimet kannattaa nostaa maasta ylös ja tarkastella juuristoa. Useimmiten juuria ei ole jäljellä ja tuhon aiheuttajan tunnistaminen on vaikeaa (kuva 14.3). Syöntikäytäviä on usein myös rangan maan päällisissä osissa. Puuaineeseen saakka ulottuvat käytävät heikentävät veden, ravinteiden ja yhteyttämistuotteiden kuljetusta, jolloin verson ja juurien kasvu heikkenee.

Nilureita ja niiden aiheuttamia tuhoja on tutkittu suhteellisen vähän. Kuusennilureita houkuttelee uudistusalalle varastoidusta kuusipuutavarasta ja kannoista lähtevä tuoksu [33]. Niinpä runsaat hakkuut kuusivaltaisella alueella sekä suuri



Kuva 14.2. Kaaviokuva tukkimiehentäin ensimmäisen (I) ja toisen (II) sukupolven elinkierrosta uudistusalalla. Hakkuun jälkeisenä keväänä sään lämmettyä tukkimiehentäit lentävät hakkuutähteistä ja kannoista lähtevän tuoksun ohjaamana tuoreelle uudistusalalle, jossa ne menettävät lentokykynsä. Olosuhteista riippuen ne elävät samalla alueella 2 – 5 vuotta. Ensimmäisen ja toisen vuoden aikana naaraat munivat kantojen läheisyyteen useita kertoja. Munista kehittyvät toukat syövät nilaa kantojen juurista noin vuoden. Munintaa seuraavan kesän lopulla toukka koteloituu. Lyhyen kotelovaiheen jälkeen jo koteloitumiskesän lopulla tai seuraavana keväänä aikuistuvat yksilöt etsivät ravintoa uudistusalalta. Osa uusista aikuisista lentää uudelle uudistusalalle. Ensimmäisen uudistusalalle lentäneen sukupolven vaiheita on seurattu yhtenäisillä nuolilla ja sen taimisyönnin ajoittuminen on merkitty vuosikaareen harmaalla. Alueella kehittyneiden toisen sukupolven tukkimiehentäiden kiertoa seurataan katkoviivoilla ja niiden taimisyönnin ajoittumista kuvataan vuosikaaressa siniharmaalla.

kuolleen puun määrä saattavat lisätä kuusennilurin tuhoja [32]. Aikuiset kuoriaiset syövät hakkuutähteiden kuorta sekä istutettujen taimien tyviosaa ja juuria. Kuoriainen munii touko-kesäkuussa hakkuuaukon kantoihin [62]. Toukat syövät kantojen nilakerrosta. Seuraavana kesänä nuoret aikuiset siirtyvät kannoista taimiin [62]. Kuusenniluritуhojen on uskottu olevan paikallisia, mutta voimakkaita, sillä samassa taimikossa tuhoja on useana vuonna peräkkäin. Tukkimiehentäin torjunta-ainekäsittely vähentää myös juurinilurituhoja, jos torjunta-ainetta on kiinnittynyt taimen tyviosaan [76].

14.3 Tyvilaho

Etelä-Suomen kuusikoissa esiintyy tyvilahoa (maannousemaa), jonka pääasiallinen aiheuttaja on kuusenjuurikääpä (*Heterobasidion parviporum*). Lahovikaisten puiden erottaminen on vaikeaa ennen hakkuuta, mutta rangan pihkavuo-



Kuva 14.3. Kuusennilurin syömiä kuusen taimia, joiden rangan alaosaa ja juurien kuorta on syöty niin, että puuaines on paljastunut. Taimen tyvellä olevan syöntijäljen voi sekoittaa tukkimiehentäin syöntiin. Juurinilurin syöntijälki on kuitenkin kapeampi, terävä-reunainen, käytävämäinen ja osin jopa kuoren alla (kuva oikealla). Tukkimiehentäi syö laikuittain ja syöntijälki on rosoreunainen.

to ja latvuston harsuuntuminen antavat viitteitä pitkälle edenneestä lahosta. Hakkuun jälkeen lahon näkee kannoista (kuva 14.4). Kuusenjuurikäävän rihmasto voi säilyä vuosikymmeniä tartuntakykyisenä kookkaissa päätehakkuukannoissa [51].

Tyvilahoinen kuusikko tulisi uudistaa ensisijaisesti juurikääpää kestävillä lehtipuilla tai kuusenjuurikäävälle lähes kestävällä männyllä. Mänty on kuitenkin huono vaihtoehto Kaakkois-Suomessa, missä esiintyy runsaasti männynjuurikäävän (*Heterobasidion annosum* s.str.) aiheuttamaa männyn tyvitervastautia. Männynjuurikääpä voi siirtyä männystä kuusen lahottajaksi aiheuttaen myös kuusen tyvilahoa. Jos männynjuurikäävän lahottama kuusikko uudistetaan männylle, sairastuvat männyt tyvitervastautiin. Kuusikon uudistamista männylle rajoittaa usein myös laatukasvatusta ajatellen liian viljava kasvupaikka. Lehtipuun kasvatuksen puolestaan usein estävät hirvituhot. Useimmiten ei siis ole muuta vaihtoehtoa kuin uudistaa tyvilahoinen kasvupaikka kuuselle. Silloin on otettava huomioon seuraavia tekijöitä:

1. Jos hakattavassa puustossa on merkkejä tyvilahosta, terveenkin näköinen kuusen alikasvos on todennäköisesti jo saanut juurikääpätartunnan, eikä sitä kannata hyödyntää uudistamisessa [54]. Tyvilaho etenee alikasvoskuusissa hitaasti, jolloin edes kaatopinnoissa ei vielä välttämättä näy lahoa, vaikka juuristo olisikin jo saastunut.



Kuva 14.4. Tyvilahoinen kanto ja sen lähellä kasvavia alikasvoskuusia, jotka näyttävät terveiltä, mutta ovat todennäköisesti saaneet jo juurikääpätartunnan.

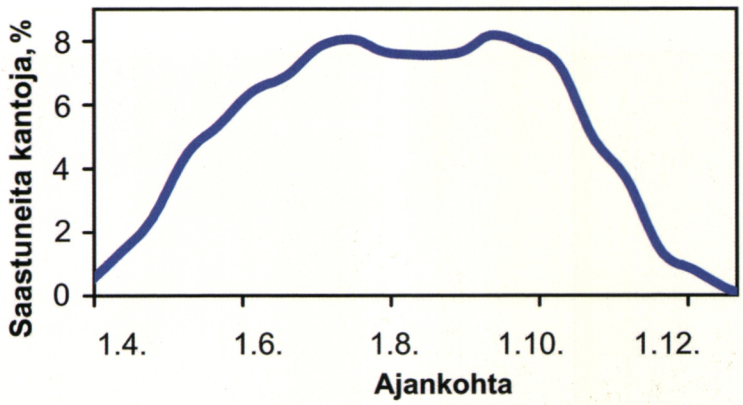
2. Juurikääpä leviää istutuskuusiin pääasiassa lahoista kannoista juuriyhteyksien kautta [52]. Vähälahoisilla kohteilla taudin leviämistä istutuskuusiin voidaan merkittävästi vähentää istuttamalla kuusen taimet 3 metrin päähän lahosta kannosta [55].

3. Lahojen kantojen lähelle kannattaa istuttaa koivua tai haapaa. Jos tyvilahoa esiintyy runsaasti (yli 20 % runkoluvusta), taudin siirtymistä seuraavaan puusukupolveen voidaan rajoittaa nostamalla kannot uudistusalalta [53].

4. Kulotus vähentää taudin leviämistä, mutta se soveltuu kuusikoihin harvoin.

5. Tauti leviää juuriyhteyksien lisäksi myös itiöistä, joita on ilmassa koko sulan maan ajan (kuva 14.5). Koska sieni leviää tuoreisiin kaatopintoihin, taudin leviämistä voidaan vähentää tekemällä päätehakkuu talvella tai huolehtimalla kantokäsittelystä kesällä.

Tarkempia tietoja tyvilahosta ja kuusikon uudistamisesta löytyy Metsän taudit – kirjasta [31], artikkeleista 'Lahottajasienten merkitys kuusikon uudistamisessa' [55] ja 'Kuusen tyvilahon leviämisriski ja kantojen noston merkitys taudin torjunnassa' [53].



Kuva 14.5. Kuusenjuurikäävän itiöitä on ilmassa, kun ilman lämpötila on yli 0 °C. Hakattaessa havupuumetsiköitä tänä aikana havupuun kannot saastuvat juurikääpäitiöillä. [26]

14.4 Myyrät

Myyrätuhoja aiheuttavat pelto-, metsä- ja vesimyyrät. Peltomyyrä, joka aiheuttaa valtaosan myyrätuhoista, syö kuorta taimen alaosasta tai silppuaa taimen pieniksi palasiksi (kuva 14.6). Taimen ympärillä oleva runsas pintakasvillisuus altistaa peltomyyrätuhoille [6]. Havupuun taimikoissa myyrätuhot ajoittuvat talveen, jolloin peltomyyrä jyrsii taimien kuorta lumirajaan saakka (kuva 14.7) [18] ja hyvänä kiipijänä tunnettu metsämyyrä syö mielellään kuusen latvasilmuja (kuva 14.8) [18]. Metsämyyrän aiheuttama latvavioitus ei tapa taimea, vaan kasvu jatkuu vuosikasvaimen leposilmusta ja ylimmistä sivuoksista, jolloin taimesta tulee monilatvainen [18, 19]. Sen sijaan peltomyyrän vioitukseen taimi kuolee, jos kaluaminen ulottuu rangan ympäri. Pienistä paakkutaimista myyrät saattavat järsiä kaikki pikkuoksat, mutta tällaisetkin taimet voivat toipua vioituksista. Vesimyyrä voi kaivautua maahan ja syödä kuusen juuria rehevillä pellonmetsitysalueilla useita vuosia, jopa 10 vuotta, istutuksen jälkeen (kuva 14.9). Kun juuret on syöty, taimet kaatuvat maahan. Runsaita myyrätuhoja esiintyy 3 – 4 vuoden välein.

Myyrätuhojen torjunnassa tärkeintä on heinäntorjunta [6]. Pellonmetsitysalueella heinää kannattaa torjua jo ennen istutusta tehtävällä kemiallisella torjunnalla (ks. tarkemmin luku 12). Lisäksi alue on muokattava. Metsässä pintakasvillisuuden ja samalla myyrätuhojen määrää voidaan vähentää hyvällä maanmuokkauksella. Myyriä vastaan suojautu-





Kuva 14.6. Vas. Peltomyyrän katkoma pieni kuusen taimi, jonka kasvu on jatkunut rangan alaosasta.

Kuva 14.7. Oik. Keväällä paljastunut peltomyyrätuho. Myyrä on kalunnut talven aikana kuusen taimen kuorta lumirajaan saakka.

Kuva 14.8. Metsämyyrä on syönyt kuusen taimen silmuja päärangasta ja oksista. Kasvu jatkuu sivuoksista, jolloin taimesta tulee aluksi monilatvainen. Kilpailun jälkeen muodostuu uusi pääranka.



Kuva 14.9. Vesimyyrän tuhoama kuusentaimikko. Myyrä on syönyt taimista juuret, jolloin taimet ovat kaatuneet ja osin jo kuolleet.



miseen on hyväksytty myös eteerisiä öljyjä sisältävä Motakarkote (ks. hyväksytyt torjunta-aineet Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen kotisivulta, www.evira.fi). Vesimyyrätuhoja vastaan ainoa torjuntakeino on Klerat-myyränsyötti. Syöttiä ripotellaan maanalaisiin käytäviin käytävän kattoon tehtävästä reiästä, joka käsittelyn jälkeen tukitaan [18]. Käsittely on toistettava useita kertoja, koska ympäristöstä voi tulla uusia myyriä. Metsäntutkimuslaitos tekee säännöllisesti myyräennusteita, jotka löytyvät Metlan kotisivuilta (www.metla.fi/ajankohtaista). Etenkin syysistutusta kannattaa välttää ennustetun myyrähuipun aikana. Talven yli metsävarastossa olevat taimet kannattaa aina suojata peltiaidalla (ks. kuva 9.3).

Latvatuhoa voi latvanvaihtotilanteessa lieventää katkaisemalla kuusesta ylimääräiset kilpailevat sivuoksat ja jättää lupaavimman oksan muodostamaan uutta päärankaa, mikäli katkaistavat oksat eivät ole liian korkealla [19]. Hoito ei aiheuta sieni-infektiovaaraa taimelle.

14.5 Hirvieläimet

Hirvi voi syödä kuusen latvoja ja oksia (kuva 14.10) sekä varttuneempien puiden kuorta, vaikka tuhot ovat yleisempiä männyn ja lehtipuiden taimilla. Syönti kohdistuu 2 – 3 metrisiin taimiin, joiden rungon hirvi katkoo pilalle [10]. Yli 10-vuotiaaseen puuhun pääsee hirven aiheuttamasta kuori-



Kuva 14.10. Hirven katkomia kuusen taimia.

vioituksesta erilaisia sienitauteja, kuten verinahakkaa, jotka lahottavat puun muutamassa vuodessa [57].

Ahvenanmaalla metsäkauris on yleisin hirvieläin ja sitä pidetään siellä pahimpana taimikoiden tuhonaiheuttajana. Metsäkauris on usein riski myös eteläisen manner-Suomen nuorissa taimikoissa [11]. Kauriit syövät pienikokoisten, tavallisesti alle 50 cm pitkien [79], ja elinvoimaisten taimien [1] latvoja (kuva 14.11). Taimet eivät yleensä kuole syöntivioituksiin, mutta taimista tulee monilatvaisia ja useamman peräkkäisen vuoden syönti aiheuttaa kasvutappioita [2]. Kauristuhot rajoittuvat muutamaan viljelyn jälkeiseen vuoteen [11]. Kauriiden suosimaa talviravintoa ovat etenkin varvut [17], mutta paksulumisina talvina niiden on tyytyminen taimien latvoihin [4]. Kauristuhoja voidaan vähentää järjestämällä kauriille talviruokintaa [11]. Kauriit jäävät yleensä alle puolen kilometrin säteelle ruokintapaikasta, jolloin taimikkotuhot rajoittuvat näille alueille [35].

Kuusikoiden metsäkauristuhoja voi torjua Mota-karkotteella, joka on tarkoitettu taimen suojaamiseen talvikaudeksi [11]. Karkotetta voi levittää vain lepotilaisille kasvinosille eli käytännössä käsittelyn voi tehdä aikaisintaan elokuun lopussa. Koska kuusen taimikon hirvituhot ovat edelleen suhteellisen harvinaisia, niiden torjunta ei ole yleensä tarpeellista. Jos niitä halutaan torjua esimerkiksi talvilaidunalueel-



Kuva 14.11. Metsäkauriin tai peuran vioittama kuusen taimi.

la, torjunnassa voidaan käyttää Mota-karkotetta tai männyntaimilla kokeiltuja taimen latvoihin asennettavia mekaanisia suojia [9]. Suojat laitetaan syksyllä ja mallista riippuen jätetään kesäksi taimeen tai otetaan pois [9]. Jos suoja jätetään kesäksi, se on siirrettävä seuraavana syksynä uuteen kasvaimeen.

15. Yhteenveto: Onnistunut kuusen taimikon perustaminen istuttamalla

Suunnittelu

- Kuusta istutetaan vain lehtomaisille ja tuoreille kankaille, joiden maalaji on keskikarkeaa tai hienoa, tai vastaavan viljavuustason turvemaille
- Uudistusala raivataan
- Viljely vuoden sisällä päätehakkuusta
- Istutusajankohtaan ja alkuperältään uudistusalalle sopivien taimien tilaus hyvissä ajoin
- Mätästys istutusta edeltävänä syksynä tai juuri ennen istutusta
- Mätästysmenetelmä kohteelle ja maalajille sopivaksi: jos vesitalouden järjestely tarvetta, ojamätästys, muulloin laikku/kääntömätästys
- Kunnollinen mätästys: 2000 – 2200 hyvää mätästä/ha kasvupaikan viljavuuden mukaan
- Jos uudistusala on iso ja kuljetusmatka pitkä, suunnittele, minne taimet varastoidaan (puolivarjoinen, tasainen ja siellä on saatavilla vettä)

Toteutus

- Taimien vastaanotto ja tarkastus
  + Varmista, että taimet ovat oikeaa alkuperää, elinvoimaisia ja tukkimiehentäin torjunta-aineilla käsiteltyjä
- Huolellinen varastointi ja hoito ennen istutusta ja istutuksen aikana
- Istuta
  + hyvin kasteltuina
  + mätästettyyn maahan
  + 5 – 10 cm syvyyteen

+ yksi taimi/mätäs, mättään keskelle
+ lehtomaisille kankaille 2200 ja tuoreille kankaille 2000 tainta hehtaarille keväästä, kun routa on sulanut ja maa lämmennyt, syyskuun loppuun

Jälkihoito

- uudistamisen onnistumisen tarkistaminen vähintään 3 ensimmäisen vuoden aikana vuosittain ja inventointi kolmantena vuotena
- tarvittaessa heinäntorjunta ensimmäisten vuosien aikana
- varhaisperkaus 3 – 7 vuoden iässä, jotta havupuut säilyvät elinvoimaisina seuraavaan taimikon käsittelyyn saakka



Viitteet

1 Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. 2003a. Interaction among forestry regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. New Forests 25: 25–40.

2 –, Bergström, R. & Zakharenka, A. 2003b. Responses of young Norway spruce (*Picea abies*) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*): Effects on height growth and stem morphology. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 368–376.

3 Björklund, N., Nordlander, G. & Bylund, H. 2003. Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). Agricultural and Forest Entomology 5: 61–65.

4 Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. 1980. Foods of moose and roe deer at Grimsö in Central Sweden – results of rumen content analysis. Swedish Wildlife Research 11: 169–247.

5 Egnell, G. & Leijon, B. 1999. Survival and growth of planted seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* after different levels of biomass removal in clear-felling. Scandinavian Journal of Forest Research 14: 303–311.

6 Ferm, A., Hytönen, J., Lilja, S. & Jylhä, P. 1994. Effects of weed control on the early growth of *Betula pendula* seedlings established on an agricultural field. Scandinavian Journal of Forest Research 9: 347–359.

7 Hallsby, G. & Örlander G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. Forestry 77: 107–117.

8 Harstela, P. 2004. Kustannustehokas metsähoito. Gravita Ky. 126 s.

9 Heikkilä, R. 2004. Hirvivahingot ja niiden vähentäminen. Taimiuutiset 1/2004: 9–12.

10 – 2005. Hirvet syövät kuusta. Metsälehti 17. s. 16.

11 –, Annala, M.-L. & Härkönen, S. 2003. Metsäkauris taimikoiden vahinkoeläimenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 906. 20 s.

12 Heiskanen, J. 2003. Maaperän ominaisuudet. 2.1 Fysikaaliset ominaisuudet. Teoksessa: Mälkönen, E. (toim.). Metsämaa ja sen hoito. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Karisto Oy, Hämeenlinna. s. 39–62.

13 – & Viiri, H. 2005. Effects of mounding on damage by the European pine weevil in planted Norway spruce seedlings. Northern Journal of Applied Forestry 22: 154–161.

14 Helenius, P. 2005a. Effect of thawing regime on growth and mortality of frozen-stored Norway spruce container seedlings planted in cold and warm soil. New Forests 29: 33–41.

15 – 2005b. Kuusen pakkastaimien välivarastointikestävyys. Taimiuutiset 2/2005: 7–10.

16 – , Luoranen, J., Rikala, R. & Leinonen, K. 2002. Effect of drought on growth and mortality of actively growing Norway spruce container seedlings planted in summer. Scandinavian Journal of Forest Research 17: 218–224.

17 Helle, P. 1980. Food composition and feeding habits of the roe deer in winter in Central Finland. Acta Theriologica 25: 395–402.

18 Henttonen, H. 2001. Myyrätuhojen näkymiä. Metsätieteen aikakauskirja, Tieteen tori 2/2001: 284–289.

19 – 2005. Metsämyyrä kiipeää ja syö taimien kärkisilmuja. Metsälehti 23. s. 18.

20 Hertz, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 17(4):1–206.

21 Hynönen, T. & Hytönen, J. 1998. Pellosta metsäksi. 2. painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 152 s.

22 Hytönen, J. & Jylhä, P. 2005. Effects of competing vegetation and post-planting weed control on the mortality, growth and vole damages to *Betula pendula* planted on former agricultural land. Silva Fennica 39: 365–380.

23 Hänninen, H., Luoranen, J., Smolander, H., & Rikala, R. 2002. Istutusajankohdan vaikutus pakkasvarastoitujen taimien hallavaurioriskiin syksyllä Keski-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 873: 59–68.

24 Jacobson, S., Kukkola, M., Mälkönen, E. & Tveite, B. 2000. Impact of whole-tree harvesting and compensatory fertilization on growth of coniferous thinning stands. Forest Ecology and Management 129: 41–51.

25 Johansson, K. 1997. Effect of early competition on wood properties of Norway spruce. Silvestria 19. 35 s.

26 Kallio, T. 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. Acta Forestalia Fennica 107. 55 s.

27 Kiljunen, N. 2004. Prediction of need for early tending in Norway spruce plantations. Baltic Forestry 10(2): 56–60.

28 Kindvall, O., Nordlander, G. & Nordenhem, H. 2000. Movement behaviour of the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to soil type: an arena experiment. Entomologia Experimentalis et Applicata 95: 53–61.

29 Konttinen, K. 2002. Hallantorjunta taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 873: 18–30.

30 Krasowski, M. J., Letchford, T. Caputa, A., Bergerud, W. A. & Ott, P. K. 1996. The susceptibility of white spruce seedlings to overwinter injury and their post-injury field responses. New Forests 12: 216–278.

31 Kurkela, T. 1994. Metsäntaudit. Metsäpatologian perusteet. Otatieto Oy, Tampere. 320 s.

32 Lindelöw, Å. 1992. Seedling mortality caused by *Hylastes cunicularius* Er. (Coleoptera, Scolytidae) in *Picea abies* plantations in Northern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 7: 387–392.

33 – , Risberg, B. & Sjödin, K. 1992. Attraction during flight of scolytids and other bark- and wood-dwelling beetles to volatiles from fresh and stored spruce wood. Canadian Journal of Forest Research 22: 224–228.

34 Lindroos, R. 2003. Maaperä. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.). Metsämaa ja sen hoito. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Karisto Oy, Hämeenlinna. s. 7–38.

35 Luoma, M. 2003. Metsäkauriin aiheuttamat maa- ja metsätalousvahingot sekä niiden torjunta. Metsäkauris ja vahingot – hankkeen loppuraportti. Käsikirjoitus.

36 Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 133–144.

37 –, Rikala, R., Konttinen, K. & Smolander, H. 2005. Extending the planting period of dormant and growing Norway spruce container seedlings to early summer. Silva Fennica 39: 481–496.

38 –, Rikala, R., Konttinen, K. & Smolander, H. 2006. Summer planting of *Picea abies* container-grown seedlings: effects of planting date on survival, height growth and root egress. Lähetetty käsikirjoitus.

39 Maanmuokkauksen koulutusaineisto, Metsäteho Oy. 2001. Porvoo. 20 s.

40 Multamäki, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Acta forestalia Fennica 51.1. 320 s.

41 Mälkönen, E. 2003. Maan kunnostaminen metsän uudistamiseksi. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.). Metsämaa ja sen hoito. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Karisto Oy, Hämeenlinna. s. 159–174.

42 – & Kukkola, M. 2001. Hakkuutähteen korjuu uudistusaloilta. Julkaisussa: Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen M. (toim). Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Hämeenlinna. s. 131.

43 Nilsson, U. & Örlander, G. 1995. Effects of regeneration methods on drought damage to newly planted Norway spruce seedlings. Canadian Journal of Forest Research 25: 790–802.

44 –, Bergquist, J., Langvall, O., Nordborg, F., Petersson, M. & Örlander, G. 2004. Föryngring. Teoksessa: Web-boken om gran. http://www-gran.slu.se. 37 s.

45 Nordenhem, H. 1989. Age, sexual development, and seasonal occurrence of the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). Journal of Applied Entomology 108: 260–270.

46 Nordlander, G. 1991. Host finding in the pine weevil *Hylobius abietis*: effects of conifer volatiles and added limonene. Entomologia Experimentalis et Applicata 59: 229–237.

47 – , Nordenhem, H. & Bylund, H. 1997. Oviposition patterns of the pine weevil *Hylobius abietis*. Entomologia Experimentalis et Applicata 85: 1–9.

48 – , Örlander, G., Petersson, M., Bylund, H., Wallertz, K., Nordenhem, H. & Långström, B. 2000. Snytbaggebekämpning utan insekticider - slutrapport för ett TEMA-forskningsprogram. Summary: Pine weevil control without insecticides - final report of a research program. Research report 1: 1–77.

49 –, Bylund, H. & Björklund, N. 2005. Soil type and microtopography influencing feeding above and below ground by the pine weevil *Hylobius abietis*. Agricultural and Forest Entomology 7: 107–113.

50 Petersson, M., Örlander, G. & Nordlander, G. 2005. Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil *Hylobius abietis*. Forestry 78: 83–92.

51 Piri, T. 1996. The spreading of the S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. European Journal of Forest Pathology 26: 193–204.

52 – 2003a. Early development of root rot in young Norway spruce planted on sites infected by *Heterobasidion* in southern Finland. Canadian Journal of Forest Research 33: 604–611.

53 – 2003b. Kuusen tyvilahon leviämisriski ja kantojen noston merkitys taudin torjunnassa. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2003. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 907: 44–50.

54 – & Korhonen, K. 2001. Infection of advance regeneration of Norway spruce *by Heterobasidion parviporum*. Canadian Journal of Forest Research 31: 937–942.

55 – & Korhonen, K. 2003. Lahottajasienten merkitys kuusikon uudistamisessa. Teoksessa: Luoranen, J. Etelä-Suomen metsien uudistaminen. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 888: 37–42.

56 Poikolainen, J. & Kubin, E. 1985. Snow, frost and temperature conditions in an uncut spruce forest and open clear-cut ploughed areas. Aquilo Ser. Botanica 23: 45–55.

57 Randveer, T. & Heikkilä, R. 1996. Damage caused by Moose (*Alces alces* L.) by bark stripping of *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 11: 153–158.

58 Rantala, J. 2003. Organisaation toimintamallin vaikutus metsänistutustyön kustannustehokkuuteen. Metsätieteen aikakauskirja 2/2003: 97–107.

59 Rikala, R. 2002. Metsätaimiopas. Taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusalalle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 881. 107 s.

60 – & Aphalo, P. 1998. Kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutus taimien ominaisuuksiin taimitarhalla ja menestymiseen istutuksen jälkeen. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 21–35.

61 Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. Seloste: Maanmuokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(7): 1–37.

62 Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Sanoma Oy, Helsinki. 719 s.

63 Saksa, T. 2001. Kuinka tarkastan taimikon? Julkaisussa: Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen M. (toim). Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Hämeenlinna. s. 131.

64 – , Kankaanhuhta, V., Kalland, F. & Smolander, H. 2005a. Uudistamistuloksen laatu Etelä-Suomen yksityismetsissä ja keskeisimmät kehittämiskohteet. Metsätieteen aikakauskirja, Tieteen tori 1/2005: 67–73.

65 – , Heiskanen, J., Miina, J., Tuomola, J. & Kolström, T. 2005b. Multilevel modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland. Silva Fennica 39: 143–153.

66 Schildt, J. 2000. Mätästys ja istutus ovat kuusen uudistamisessa ylivoimainen yhdistelmä. Metsä 5/2000: 10-11.

67 Selander, J. & Immonen, A. 1992. Effect of fertilization and watering of Scots pine seedlings on the feeding preference of the pine weevil (*Hylobius abietis* L.). Silva Fennica 26: 75–84.

68 Siipilehto, L. 1995. Heinäntorjunnan vaihtoehdot metsänviljelyssä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 563. 55 s.

69 Smolander, A., Paavolainen, L. & Mälkönen, E.2000. C and N transformations in forest soil after mounding for regeneration. Forest Ecology and Management 134: 17–28.

70 Solbreck, C. 1980. Dispersal distances of migrating pine weevils, *Hylobius abietis*, Coleoptera: Curculionidae. Entomologia Experimentalis et Applicata 28: 123–131.

71 – & Gyldberg, B. 1979. Temporal flight pattern of the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera, Curculionidae), with special reference to the influence of weather. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 88: 532–536.

72 Tamminen, P. & Mälkönen, E. 1999. Näytteenotto metsämaan ominaisuuksien määrittämistä varten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 729. 54 s.

73 Teivainen, T., Jukola-Sulonen, E-L. & Mäenpää, E 1986. Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen. Folia Forestalia 651. 19 s.

74 Tervo, L. & Kautto, K. 1999. Ennakkotuloksia kuusen 1- ja 2-vuotisten paakkutaimien istutuskokeista ja ahavavioitusten merkityksestä 1-vuotiailla kuusen paakkutaimilla. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 15–20.

75 Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. 2001. Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius* spp.). Scandinavian Journal of Forest Research 16: 54–66.

76 Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Metsälehti Kustannus, Helsinki. 215 s.

77 Vapaavuori, E., Rikala, R. & Ryyppö, A. 1992. Effects of root temperature on growth and photosynthesis in conifer seedlings during shoot elongation. Tree Physiology 10: 217–230.

78 Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY, Porvoo. 256 s.

79 Welch, D., Staines, B. W., Scott, D., French, D. D. & Catt, D. C. 1991. Leader browsing by red and roe deer on young Sitka spruce trees in western Scotland. I. Damage rates and the influence of habitat factors. Forestry 61: 61–82.

80 Örlander, G. 1984. Some aspects of water relations in planted seedlings of *Pinus sylvestris* L. Väitöskirja. Department of silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Uumaja. 33 s. + liitteet.

81 –, Gemmel, P. & Hunt, J. 1990. Site preparation: A Swedish overview. B.C. Ministry of Forests. FRDA Report 105: 1–61.

82 – & Nilsson, U. 1999. Effect of regeneration methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. Scandinavian Journal of Forest Research 14: 341–354.

83– & Nordlander, G. 2003. Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings. Annals of Forest Science 60: 667–671.

Viitatut julkaisemattomat aineistot

84 Juha Heiskanen, Metla, Suonenjoki
85 Jari Hynynen, Metla, Vantaa
86 Jaana Luoranen, Metla, Suonenjoki
87 Veli-Matti Saarinen, Metla, Suonenjoki
88 Timo Saksa, Metla, Suonenjoki

Valokuvat

Pertti Harstela 6.6 oik., 6.12 iso, pieni, 12.2 vas., oik.
Risto Heikkilä 14.10 vas., oik., 14.11
Pekka Helenius 9.9, 10.3
Heikki Henttonen 14.6, 14.7, 14.8, 14.9
Juhani Korhonen 4.4
Erkki Oksanen kansi, 5.1, 6.6 vas., 6.9 iso, pieni, 6.10 iso, 6.13, 6.14, 6.15, 7.2, 7.3 vas., oik., 7.8, 7.9, 9.1, 9.2, 9.3 ylempi, alempi, 9.5 vas., oik., 9.7, 10.1, 10.2, 10.4, 10.8, 11.2, 13.1 ylempi, alempi, 14.1 vas., kesk., 14.3 vas., 14.4, loppukuva
Marja Poteri 4.1 vas., 6.4 vas., 9.11
Risto Rikala 6.4 oik.
Leo Tervo 4.1 kesk., 6.10 pieni, 6.11
Heli Viiri 14.3 oik.
Pekka Voipio 4.1 oik., 9.4, 14.1 oik.

Hakemisto

A
Ahava *24*, *29*, *32*, *46*
Alikasvos *90*
Alkuperä *41*, *56*, *97*

E
Elinvoimaisuus *41*, *46*, *50*, *66*, *87*, *95*, *97*
Ennakkoraivaus *20*

G
Glyfosaatti *79*, *80*, *82*

H
Hakkuutähde *10*, *20*, *21*, *22*, *27*, *34*, *86*, *88*, *89*
Halla *17*, *23*, *39*, *40*, *46*, *51*, *56*, *63*
Hallantorjunta *64*
Harmaahome *54*, *56*, *62*, *63*
Herbisidi *79*, *82*
Hirvi *90*, *94*, *95*
Humus *14*, *18*, *27*, *29*, *32*, *33*, *35*, *43*, *67*, *68*, *69*, *70*

I
IImatila *15, 26*
Istutusajankohta *47*, *48*, *49*, *97*
Istutuskone *29*, *70*, *71*, *72*
Istutustiheys *11*, *24*, *34*, *72*, *84*

J
Jurominen *8*
Juuret *16*, *49*, *92*, *93*
Juurikääpä *89*, *90*, *91*
Juuriniluri *87*, *89*
Juurtuminen *23*, *39*, *41*, *44*, *48*, *56*
Jyrsinmuokkaus *31*, *47*, *71*
Jälkikasvu *39*, *81*

K
Kantojen nosto *10*, *20*, *33*, *34*, *91*
Kantokäsittely *82*, *91*
Karaistuminen *51*, *54*
Kastelu *46*, *50*, *51*, *53*, *58*, *62*, *64*, *66*, *67*, *71*, *97*
Kastikka *23*, *77*
Kasvatusarkki *53*, *54*, *55*, *56*
Kasvatustiheys *43*, *48*
Kemiallinen torjunta *20*, *32*, *79*, *80*, *87*, *92*
Kesäistutus *48*, *49*, *50*
Keväthalla *17*, *39*, *40*, *46*, *63*
Kivisyys *32*, *48*
Klerat-myyränsyötti *94*
Koneistutus *29*, *33*, *47*, *48*, *70*
Kuivatusoja *33*
Kuivuus *14*, *16*, *39*, *44*, *46*, *48*, *50*, *56*, *58*, *59*, *63*, *67*, *68*, *87*
Kulotus *79*, *80*, *91*
Kylvö *7*, *8*, *51*
Kääntömätäs *29*, *31*, *32*, *68*, *70*, *97*

L
Laikkumätäs *29*, *30*, *32*, *33*, *34*, *43*, *47*, *70*, *71*
Laikutus *23*, *32*
Lakastumisraja *69*
Lannoitus *22*
Lehtivaikutteinen torjunta-aine *79*
Lepotila *38*, *39*, *46*, *48*, *50*, *62*, *95*
Lumipeite *24*, *32*
Luontainen taimiaines *11*, *74*, *75*
Luontainen uudistaminen *8*
Lyhytpäiväkäsittely *39*, *45*, *46*, *51*
Lämpötila *17*, *40*, *60*, *61*, *62*, *64*
Lämpötila -ilman *16*, *17*, *18*, *38*, *40*, *41*, *64*, *86*, *91*
Lämpötila -maan *16*, *17*, *23*, *26*, *27*, *41*, *70*

M
Maanmuokkaus *7*, *8*, *10*, *12*, *15*, *18*, *20*, *21*, *23*, *24*, *26*, *27*, *29*, *32*, *33*, *34*, *45*, *79*, *87*, *92*
Maannousema (ks. tyvilaho)
Mekaaninen suoja *96*
Metsäkauris *95*
Metsälauha *77*
Metsämyyrä *92*, *93*
Monilatvaisuus *39*, *92*, *93*, *95*
Mota-karkote *94*, *95*, *96*
Muokkaamaton maa *16*, *18*, *23*, *24*, *25*, *26*, *28*, *29*, *32*, *41*, *77*
Myyrä *23*, *57*, *63*, *77*, *92*, *93*, *94*
Märkyys *15*

O
Ojamätäs *29*, *30*, *32*, *33*, *97*

P
Paakkutaimi *28*, *38*, *42*, *43*, *44*, *47*, *53*, *68*, *92*
Paakkutyyppi *43*
Paakun tilavuus *42*, *43*, *58*
Pahvilaatikko *53*, *54*, *60*, *62*, *63*
Pakkaskestävyys *38*, *39*
Pakkasvarastoitu taimi *46*, *48*, *49*, *50*, *53*, *59*, *62*
Paksuuskasvu *39*, *44*
Paljasjuurinen taimi *42*
Peiteharso *64*
Pellonmetsitys *92*
Peltomyyrä *92*
Pintakasvillisuus *11*, *18*, *26*, *27*, *28*, *29*, *32*, *45*, *67*, *74*, *77*, *78*, *79*, *80*, *81*, *82*, *92*
Pituuskasvu *23*, *24*, *38*, *39*, *44*, *54*, *82*
Pottiputki *29*, *66*, *70*, *71*

R
Rasituskestävyys *38*, *45*
Ravinnetankkaus *44*
Ravinteet *14*, *18*, *22*, *23*, *26*, *27*, *28*, *29*, *41*, *44*, *59*, *77*, *82*, *87*
Reikäperkaus *84*
Rouste *16*, *17*, *33*, *46*, *48*, *51*, *70*
Routa *16*, *24*, *25*, *32*, *33*, *47*, *48*, *98*

S
Savimaa *32*, *48*
Silmunpuhkeaminen *38*, *39*, *53*
Sulatus *53*, *59*, *61*, *63*
Sykloksimiidi *81*
Syyshalla *17*, *39*, *44*, *49*, *51*
Syysistutus *48*, *52*, *94*

T
Taimialusta *53*, *54*, *55*, *56*, *57*, *63*
Taimikkoinventointi *11*, *47*, *76*, *98*
Taimilaji *10*, *41*, *42*, *43*
Taimipakkaus *55*, *56*, *61*, *62*, *87*
Talvivarasto *63*
Torjunta-aine *20*, *27*, *28*, *53*, *79*, *80*, *81*, *87*, *89*, *94*, *97*
Tukkimiehentäi *20*, *21*, *23*, *27*, *28*, *33*, *45*, *53*, *67*, *77*, *86*, *87*, *88*, *89*, *97*
Tuotos *8*, *11*, *74*
Turvemaa *14*, *17*, *33*, *47*, *48*, *97*
Typpi *18*, *21*, *34*, *39*
Tyvilaho *10*, *20*, *89*, *90*, *91*
Työmaavarasto *66*
Täydennystaimet 11, *74*

U
Uudistamistulos *8*, *70*, *74*, *77*

V
Valikoiva torjunta-aine *81*
Varhaisperkaus *82*, *84*, *98*
Vastaanottotarkastus *54*, *55*, *56*
Vedenpidätyskyky *14*
Verso *38*, *39*, *43*, *46*, *58*, *63*, *87*
Vesakko *20*, *80*, *82*
Vesimyyrä *92*, *93*, *94*
Vesipotentiaali *69*
Vesitalouden järjestely *32*, *33*, *97*
Välivarasto *46*, *56*, *57*, *58*, *59*, *61*, *62*, *63*, *64*, *66*

Y
Ympyräkoeala *74*, *75*

Ä
Äesjälki *23*, *24*, *78*, *79*
Äestys *11*, *23*, *24*, *26*, *78*, *79*

ISBN-13: 978-951-40-1997-5
ISBN-10: 951-40-1997-0