

Metsätaimiopas

Taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusaluealle – Risto Rikala



25.02.03

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 881

Metsätaimiopus

Taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusalalle

Risto Rikala

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA, 2002

Rikala, R. 2002. Metsätaimiopus – taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusalalle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 881. 107 s. ISBN 951-40-1868-0

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos,
Suonenjoen tutkimusasema

Hyväksynyt Kari Mielikäinen 2.9.2002
Kansikuva: etukansi Risto Rikala, takakansi Erkki Oksanen

Julkaisua myy: Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto
PL 18
01301 Vantaa

puh. 09-857 051
fax 09-8570 5582
email: kirjasto@metla.fi

ISBN 951-40-1868-0

Gummerus kirjapaino Oy
Jyväskylä 2002

Lukijalle

Viimeisen vuosikymmenen aikana taimihuollossa on tapahtunut paljon muutoksia, ja on odotettavissa että muutokset jatkuvat. Myös taimikauppaa koskevat säädökset muuttuvat. Muutosten myötä taimien laatua koskevat asiat jäävät aiempaa enemmän tuottajan ja ostajan välisiksi asioiksi. Näitä keskusteluja varten tarvitaan entistä enemmän yhteistä terminologiaa ja ymmärrystä.

Aloittaessani oppaan kirjoittamista tavoitteena oli nykytietämykseen pohjaava toimintaohje taimien valinnasta ja käsittelystä. Työn kuluessa kävi kuitenkin ilmi, että niin taimiyritykset kuin neuvontaorganisaatiot olivat laatimassa ja ovat nyt jo julkaisseetkin lyhyitä ja ytimekkäitä oppaita näistä aiheista. Niinpä syvensin näkökulmaa ja toivon, että tämä opas tarjoaa myös perusteita toimintaohjeisiin ja eväitä myös tuleviin muutoksiin. Opas on tarkoitettu ennen muuta metsänistutuksia suunnittelevalle ja niistä vastaavalle ammattiväelle sekä taimituottajille.

Olen oppaan kirjoitustyön aikana keskustellut lukuisien taimituottajien, taimien käyttäjien sekä tutkijoiden kanssa ja olen saanut heiltä arvokkaita neuvoja. Erityisesti haluan kiittää heitä, jotka jaksoivat lukea ja kommentoida käsikirjoitusta. Kommentteja, neuvoja ja toiveita käsikirjoituksen eri vaiheissa antoivat Tenho Hynönen, Fred Kalland, Hannu Kukkonen, Matti Kärkkäinen, Juha Lappi, Kari Leinonen, Marja Lindqvist, Jaana Luoranen, Jukka Nerg, Marja Poteri, Seppo Ruotsalainen, Timo Saksa, Heikki Smolander, Heli Viiri ja Riitta Väisänen. Kaikkia lukukierroksella esitettyjä, erityisesti maanmuokkausta ja istutustyötä koskevia toiveita en pystynyt noudattamaan, vaan ne jäivät tulevien oppaiden kirjoittajien toteutettaviksi. Ritva Pitkänen oikoluki ja korjaili tekstin kieliasua. Kalle Karvinen toteutti lämpösumma- ja siemenviljelyskartat. Oppaan valokuvat ovat Erkki Oksasen, Pekka Voipion sekä allekirjoittaneen kamerasta.

Lämpimät kiitokset kaikille Taimioppaan valmistumiseen vaikuttaneille!

Suonenjoella 28.10.2002

Risto Rikala

Sisällys

1	JOHDANTO.....	5
2	TAIMIMATERIAALI	7
21	Taimityypit ja taimilajit.....	7
211	Paljasjuuritaimet	7
212	Paakkutaimet.....	8
213	Taimilajimerkinnt.....	12
22	Taimien kasvatus.....	13
23	Taimien talvivarastointi taimitarhalla	17
24	Taimien laatu.....	19
241	Millainen on hyvä taimi.....	19
242	Alkuperä, perinnöllinen laatu ja siemenmerkinnät	23
243	Terveys.....	26
244	Taimien ulkonäkö, rakenne ja koko.....	27
245	Ravinnepitoisuus.....	45
246	Taimien kunnan ja vaurioiden mittaussmenetelmät.....	46
25	Taimien laatua koskevat säädökset	52
26	Hyvä taimi pähkinänkuoressa	56
3	TAIMIEN HANKINTA JA VASTAANOTTAMINEN	57
31	Taimien hankinta.....	57
32	Taimilajin valinta	58
321	Maanmuokkaus.....	59
322	Uudistusalan riskit	60
323	Istutusajankohta	66
33	Taimien vastaanottaminen.....	68
34	Taimien hankinta pähkinänkuoressa	70
4	TARHALTA UUDISTUSALALLE	71
41	Taimien vuosirytm ja elintoiminnot	71
42	Pakkasvarastoitujen taimien käsittely	75
43	Taimien pakkaus.....	77
44	Taimien kuljetus	78
45	Taimien varastointi ennen istutusta	81
46	Taimien kuivuminen ja kastelu	84
47	Kymmenen tapaa tappaa taimi	88
5	HALLITTU KOKONAISUUS TAKAA TULOKSEN.....	89
	KIRJALLISUUS.....	91
	HAKEMISTO	99
	Liite 1. Pohjoismaissa yleisesti käytettyjä paakkutyyppejä.....	101
	Liite 2. Taimien laatua kuvaavia tunnuksia	104
	Liite 3. Esimerkkejä taimen ostajalle annettavista tiedoista	106

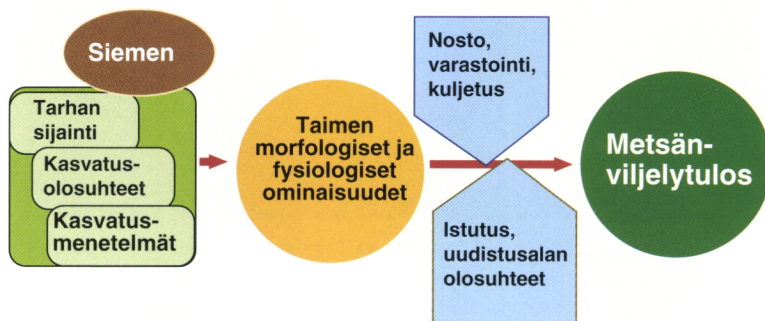
I Johdanto

Uuden metsän perustaminen istuttamalla muodostuu monista erillisistä vaiheista, kuten taimien kasvatusta, kuljetusta ja varastointia, istutuskohteen käsittelyä, istutus sekä taimikon jälkihoito. Sen lisäksi, että osat ovat tärkeitä yksittäisinä toimenpiteinä, täytyy niiden myös nivoutua toisiinsa saumattomasti. Perinteisesti onkin puhuttu metsänviljelyketjusta, jossa viljelyn tulos, taimikon vakiintuminen ja kehitys mittaavat ketjun laadun.

Taimien laatu muodostuu monista taimien rakennetta, kemialla ja elintoimintoja kuvaavista ominaisuuksista, jotka kehittyvät taimitarhalla siemenen perimän sekä kasvatusolosuhteiden ja -toimenpiteiden tuloksena (kuva 1). Taimien kasvatustapahtumat ovat kehittyneet ja monipuolistuneet viime vuosina ja taimia voidaan kasvattaa entistä tarkemmin erilaisiin tarpeisiin. Onkin tärkeää, että taimet ovat paitsi elinvoimaisia, ne sopivat valittuun viljelyketjuun ja istutusajankohtaan sekä istutuskohteeseen.

Taimet ovat elävää materiaalia ja niiden kunto on parhaimmillaan taimitarhalla. Kunto voi heiketä monista syistä tarhan ja istutuskohdan välillä. Vaikka myös taimien varastointi-, pakkaus- ja kuljetustapahtumat ovat kehittyneet, ovat taimitarhojen koon kasvaessa ja lukumäärän vähentyessä kuljetusmatkat pidentyneet ja välivarastointitarpeet kasvaneet. Taimikuljetuksen ja varastointin taimimateriaalille asettamat vaatimukset ja niiden tarjoamat mahdollisuudet on tunnettava. Laadukkaat taimet sekä hyvin suunniteltu ja toteutettu taimihuolto tarhalta istutuspaikalle vähentävät metsänviljelyssä aina esiintyviä riskejä. Mitä paremmin hallittavissa olevat asiat hoidetaan, sitä pienempi mahdollisuus jää erilaisten riskien toteutumiselle.

Kuva 1. Onnistunut, hyvin kehittynyt taimikko on monien osatekijöiden summa.



Tässä oppaassa kuvataan millainen on hyvä taimi ja miten se saadaan säilymään elinvoimaisena tarhalta istutuspaikalle. Oppaassa käydään läpi yleisimmät taimilajit, uusien taimenkasvatusmenetelmien merkitys taimien laadulle sekä kuvataan miten taimet reagoivat erilaisiin kuljetus- ja varastointiolosuhteisiin. Tavoitteena on, että oppaan avulla metsäammattilainen ja metsänviljelystä kiinnostunut metsänistutusta suunnitelllessaan osaisi ottaa huomioon elävän taimimateriaalin asettamat ehdot ja mahdollisuudet.



Erkki Oksanen

Kuva 2. Kuusen eri taimilajeja, vasemmalta: yksivuotinen paakku, kaksi- vuotinen paakku, kolmevuotinen paakku-peltoon paljasjuuritaimi (p+2) ja neljävuotinen koulittu paljasjuurinen taimi (2A+2A).

2 Taimimateriaali

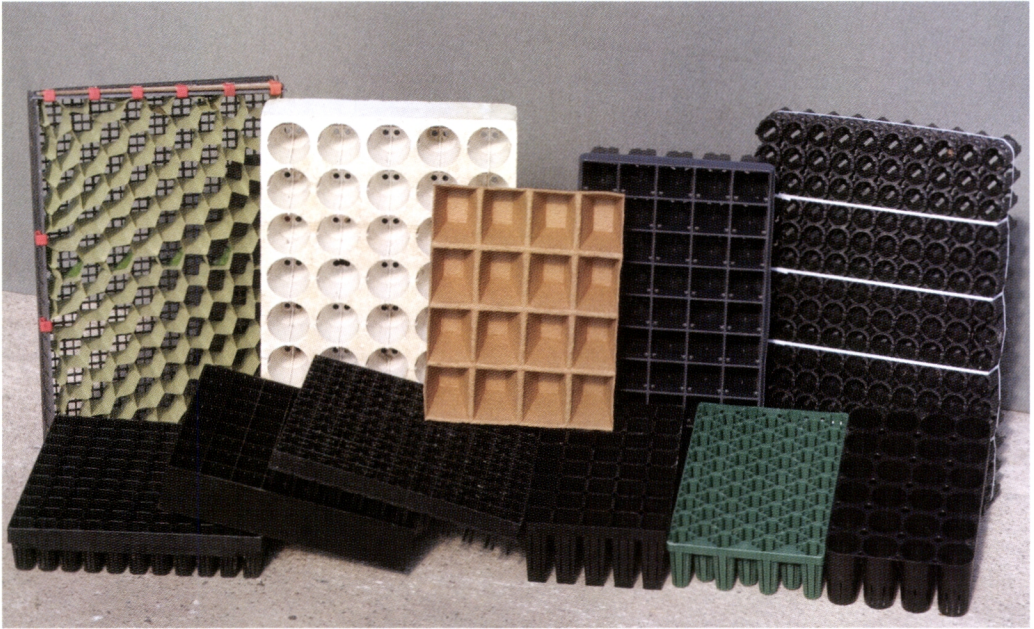
2I Taimityypit ja taimilajit

Taimitarhoilla on tuotannossa useita kymmeniä erilaisia tuotteita, joita ryhmitellään taimien kasvatushistorian ja ominaisuuksien perusteella taimityyppeihin ja taimilajeihin. Taimityyppi jakaa tuotettavat taimet päätyyppeihin, kuten paljasjuuriset taimet, paakkutaimet ja juurrutetut pistokastaimet. Taimilaji puolestaan ryhmittelee kasvatushistorialtaan erilaiset taimierät (ikä, koulinta-aika, paakkutyypit) edelleen pienempiin ryhmiin (kuva 2).

2II Paljasjuuritaimet

Paljasjuuritaimia, joita kutsutaan usein myös avojuuritaimiksi, kasvatetaan avomaapenkissä ja kun ne nostetaan maasta pakkaamista varten, irtoaa pääosa juuriin takertuneesta maasta ja juuret jäävät paljaiksi. Paljasjuuritaimet jaetaan koulimattomiin ja koulittuihin sekä juurileikattuihin taimiin. Koulimattomien paljasjuuristen taimien käytöstä on kuitenkin Suomessa luovuttu. Koulittujen paljasjuuristen taimien kasvatus alkaa kylvämällä siemenet hajakylvönä penkkiin avomaalle tai pieniin paakkuihin muovihuoneeseen. Kasvatuspaikasta riippuen yhden tai kahden kasvukauden jälkeen taimet nostetaan ja istutetaan harvempaan asentoon avomaalle, missä niitä kasvatetaan edelleen puulajista riippuen vuoden tai kahden ajan. Taimien nosto ja uudelleen istutus tuuheuttaa taimien juuristoa ja väljempi kasvatusstiheys lisää taimien tanakkuutta. Koulittujen paljasjuuristen koivuntaimien kasvatusaika on yhteensä kaksi vuotta, männyntaimien kaksi tai kolme vuotta, kuusentaimien kolme tai neljä vuotta riippuen siitä, tapahtuuko alkukasvatus muovihuoneessa vai avomaalla.

Kaksi- tai kolmivuotiaiksi kasvatettavien juurileikattavien taimien kasvatus aloitetaan kylvämällä siemenet riveihin avomaapenkkiin. Juurten leikkaus vuoden tai kahden iässä sivuilta ja alta vahvistaa ja tuuheuttaa juuria korvaten koulinnan. Juurileikatut taimet jäävät kuitenkin yleensä hieman koulittuja taimia hennommiksi suuremman kasvatusstiheyden vuoksi. Juurileikattujen taimien käyttö ei myönteisistä kokemuksista huolimatta ole juuri yleistynyt.



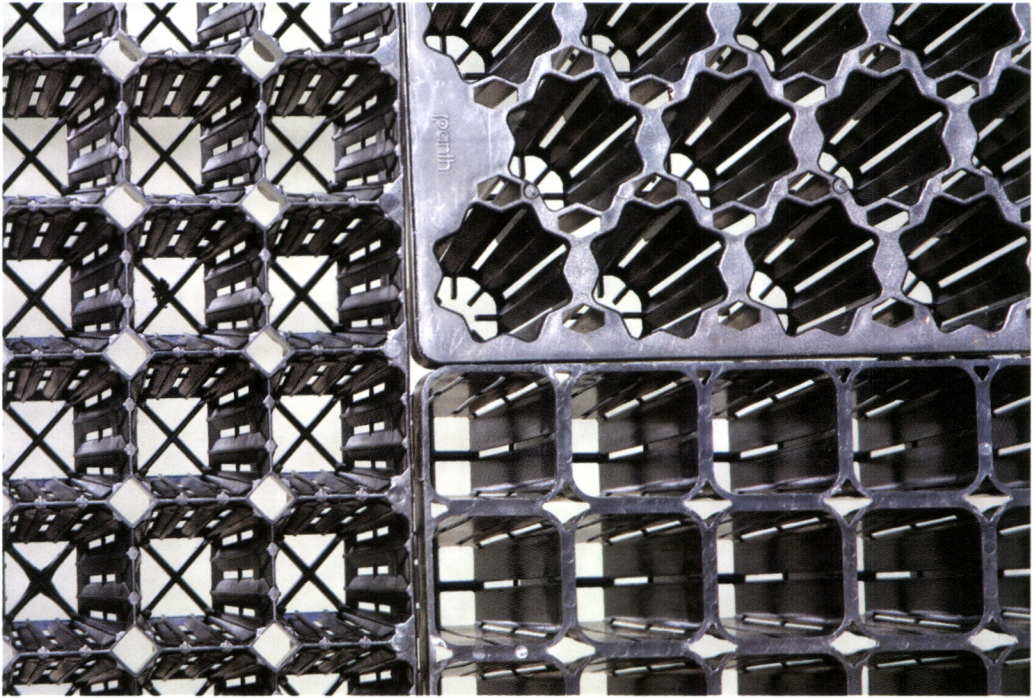
Erkki Oksanen

Kuva 3. Erilaisia kasvatuskennostoja, joista nykyään käytetään eniten kuvan alalaidassa olevia kovamuovisia kennotyyppisiä.

212 Paakkutaimet

Koivun paakkutaimet kasvatetaan yleensä yhden kasvukauden ja männyn sekä kuusen paakkutaimet yhden tai kahden kasvukauden ikäisiksi. Usein puhutaan myös ns. puolitoistavuotisista paakuista, joilla tarkoitetaan kesäkuun loppupuolella kylvettyä erää, jolloin ensimmäinen kasvukausi jää vajaaksi. Lisäksi uusina taimilajeina tuotetaan koivun kesäistutukseen 20–30 cm:n mittaisia ’kesäkoivuja’, jotka kasvatetaan pienissä (1–2 dl:n paakuissa) sekä Pohjois-Suomessa karuille, kylvöön soveltuville maille ns. männyn minipaakkuja.

Paakkutaimikasvatuksessa kasvualustana käytetään yleensä lannoitettua ja kalkittua, vähän maatonutta rakkaturvetta. Suomessa ei turvepohjaisista kasvualustasekoituksista (esim. turve-hiekka, turve-perliitti) ole havaittu olevan kustannusten nousua vastaavaa hyötyä kasvatusvaiheessa tai istutusmenestyksessä^(25, 26). Paakkuihin kylvetään itävyydestä riippuen 1–5 siementä ja muutaman viikon kuluttua kylvöstä taimet harvennetaan niin, että paakkuun jää vain yksi taimi. Harvennustyön välttämiseksi ja siemenen käytön tehostamiseksi on erittäin hyvin itävällä (95–100 %) siemenellä siirretty osin ns. yksisiemenkylvöön. Tällöin kylvetään vain yksi siemen jokaiseen paakkuun. Suorakylvön ohella erityisesti koivun taimituotannossa käytetään myös pientaimikoulintamenetelmää,

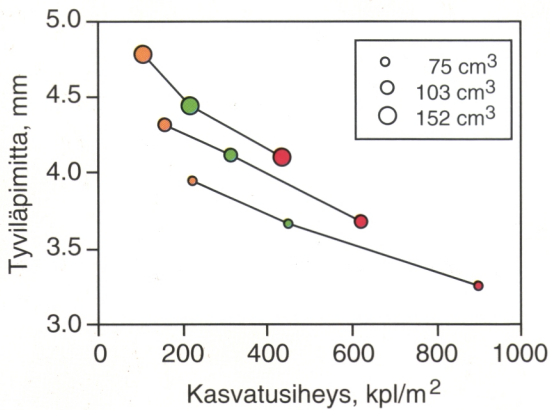


Erkki Oksanen

Kuva 4. Kovamuovi-kennostoja, joissa kennon seinämän ilma-aukkojen ja kohoumien on tarkoitus estää juurten kasvu ja kiertyminen pitkin kennon sisäseinämän pintaa.

ns. priklausta, jossa tiheässä kylvöksessä kasvatetut sirkkataimet koulitaan muutaman viikon ikäisinä paakkuihin. Tällä menetelmällä saadaan siemenistä parempi taimisaanto ja vältetään harvennustyö. Myös ns. paaku-paakuun koulintaa käytetään jonkin verran. Tällöin taimia kasvatetaan ensin 1–2 kk pienissä paakuissa, jotka koulitaan isompiin paakkuihin.

Aiemmin paakkutaimien tuotevalikoima oli varsin kirjava (kuva 3). Viime vuosina käytettävien paakkutyypin määrä on supistunut tarhojen rationalisoitua tuotanto-ohjelmiaan. Liitteessä 1 on esitelty muutamien aiempien ja nykyisten paakkutyypin materiaalit, kennokoot ja kasvatusiheydet. Kun paakkutaimituotanto alkoi Suomessa 1960-luvun lopulla, käytettiin turveruukkuja ja paperipottia sekä jossain määrin ns. Nisula-rullataimia ⁽¹⁰⁶⁾. 1980-luvulla juuriston kiertymistä jonkin verran aiheuttanut paperipotti ⁽⁸²⁾ korvautui Ecopotilla, jossa hajoavan paperin sijasta kennonmuodostajana toimii ennen istutusta poistettava laminoitu muovipaperi. Tätä on saatavissa myös juuriston liiallista kasvua estävällä kemikaalilla käsiteltynä. Käyttöön tulivat myös solumuovista, 'styroksista' valmistetut paakkukennostot. Näissä kasvatusiheyteen nähden tilavuudeltaan pienissä, päältä pyöreissä kennoissa juuriston kiertyminen oli melko voimakasta. Pohjois-Amerikassa, missä styrokskennot ovat edelleen suosittu paakkutyypin, kennon sisäseinämät käsitellään juuriston kasvun

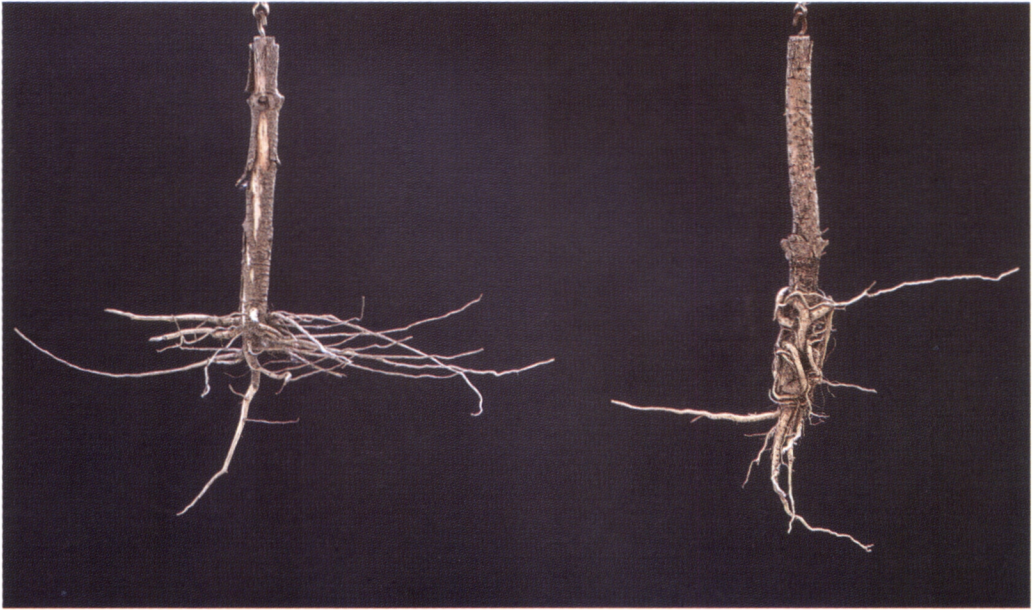


Kuva 5. Tiheässä kasvatetut taimet ovat hentoja. Kasvatustiheyden ja paakun tilavuuden vaikutus kaksivuotiaiden kuusen taimien tyviläpimitaan. Taimet kasvatettu eri kokoisissa Ecopoteissa (paakkutilavuudet: PS408 = 75 cm³, PS508 = 103 cm³ ja PS608 = 152 cm³), joissa eri kasvatustiheydet saatiin harventaen taimiarkin täydestä tiheydestä: punainen = 100%, vihreä = 50% ja oranssi = 25% kasvatustiheys. ⁽⁹⁰⁾

seinämään estävällä maalilla. Näin juurien kiertyminen ja kasvamisen pitkin kennon seinämää estyy ja juuristo tuuheutuu. Flexipotti on uudempi, kasvatustiheyteen nähden tilavampi, päältä neljänmuotoinen styroksista valmistettu paakkutyyppi. 1980- ja 1990-luvuilla siirryttiin Suomessa ensin koivulla sitten havupuilla pääosin kovamuovisten kasvatuskennostojen käyttöön.

Paakkutyyppien kehittämisessä on entistä enemmän pyritty kiinnittämään huomiota juurten tasapainoiseen kehittymiseen ja kasvatusyksikön soveltuvuuteen koneellistamiseen ja automatisointiin sekä hygieenisyyteen. Juurten kiertymisen estämiseksi ja juurten haaromisen aktivoimiseksi kovamuoviset kennostot on usein varustettu kennon sisäseinämän kohoumilla tai/ja seinämän läpäisevillä ilma-aukoilla (kuva 4). Tällaisia paakkutyyppisiä ovat esim. BCC, Plantek, Planta80/90 ja Starpot. Vapo-paakkumenetelmässä taas taimet aluksi kasvavat turvelevyissä. Taimien saavuttaessa riittävän koon juuristo ja turve leikataan pystysuorassa suunnassa taimen neljältä sivulta. Leikkauksen ansiosta tuuhettu juuristo sitoo kuutiomaisen turvepaakun ilman varsinaista paakunmuodostajaa. Hieman toisentyyppinen ratkaisu on Jiffy-paakussa, jossa taimi kasvaa verkkomateriaalin ympäröimässä turvepötkylässä. Taimitarhakasvatuksen aikana juurten kärkien kasvu ulos paakusta estyy verkkoa ympäröivän ilman kuivattavasta vaikutuksesta. Kaikkia uusia paakkutyyppisiä kasvatetaan tavallisesti kohokasvatuksessa, koholla maasta tukien varassa tai suuralustoilla niin, että ilma pääsee kiertämään myös paakkuarokin alapuolella estäen juurten kasvun ulos paakusta ja vähentäen samalla juurilahoriskää.

Paakkutyyppien vaikutus taimien laatuun voi olla hyvinkin merkittävä. Paakun tilavuus ja taimien kasvatustiheys vaikuttavat voimakkaasti taimien pituuteen ja läpimitaan (kuva 5) sekä

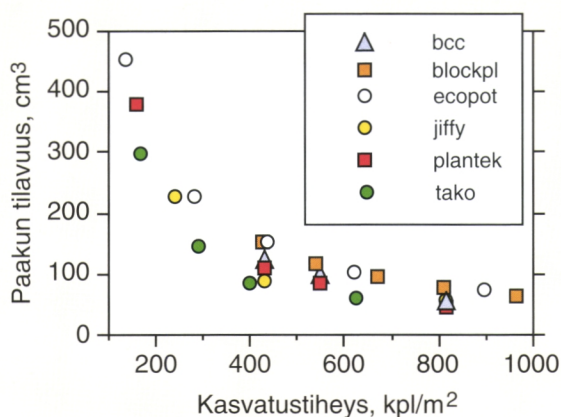


Erkki Oksanen

Kuva 6. Paakkutyyppi voi vaikuttaa huomattavasti juuriston rakenteeseen ja kehittymiseen. Tarhalla kasvatuksen aikana epämuodostunut juuristo ei korjaannu kunnolla enää istutuksen jälkeen. Kuvassa männyn paakkutaimien juuristoja kolme vuotta istutuksen jälkeen.

juuriston määrään. Paakun muoto ja rakenne puolestaan ohjaavat juuriston kehittymistä vielä istutuksen jälkeenkin (kuva 6). Taimen koon tulee olla sopivassa suhteessa kasvatusiheyteen ja paakun tilavuuteen. Pienessä paakussa liian kookkaiksi kasvatetut taimet jäävät hennoiksi ja juuristo ahtautuu ja sykkyyriytyy liian pienessä kasvutilassa.

Useimmissa paakkutyypeissä taimien kasvatusiheys ja paakun koko ovat sidoksissa toisiinsa; mitä suurempi paakku, sitä harvempi kasvatusiheys (kuva 7). Kookkaat taimet edellyttävät suuria paakkuja ja enemmän kasvatuspinta-alaa, mikä puolestaan johtaa korkeampiin kasvatuskustannuksiin. Pohjoismaissa käytetään melko matalia (7–9 cm) paakkuja, kun taas Pohjois-Amerikassa useimmat paakut ovat syvempiä kuin 10 cm. Saattaa olla, että uudet muokkausmenetelmät ja koneellinen istutus käsinistutusta suuremman istutussyvyyden vuoksi tulevat meilläkin johtamaan nykyistä syvempiin paakkuihin.



Kuva 7. Kasvatustiheyden ja paakun koon välinen riippuvuus eräillä Suomessa käytettävillä paakkutyypeillä.

213 Taimilajimerkinnät

Yhteisille taimilajimerkinnöille luotiin pohja 1960-luvulla ⁽⁷⁹⁾. Tavoitteena oli taimien kasvatushistorian kuvaaminen numero/kirjainlyhennelmällä, jossa kasvatusaikaa vuosissa merkitään numerolla ja kasvatuspaikkaa kirjaimella: A=avomaa, M=muovihuone, L=lämmitettävä muovihuone. Kevätkoulintaa merkittiin +:lla ja syyskoulintaa x:llä. Näin esimerkiksi kaksivuotiaan, koulitun männyntaimen merkintä on 1M+1A, mikä tarkoittaa, että taimi on kasvatettu ensimmäisen (1) vuoden muovihuoneessa (M), sitten seuraavana keväänä koulittu (+) avomaalle (A), missä sitä on kasvatettu vuoden (1). Vastaavasti nelivuotisen, koulitun paljasjuurikuusen merkintä on 2A+2A. Myöhemmin juurileikkausta osoittamaan otettiin j-kirjain (esim. 2Aj). Jos koulintamateriaalina käytetään paakkutainta, puhutaan paakkupeltoon-taimista ja merkintä on p+1 tai p+2 riippuen koulinnan jälkeisen kasvatusajan pituudesta.

Merkinnät olivat alkujaan yksityiskohtaisempia ja ne koskivat myös paakkutaimia. Paperikennotaimia merkittiin p-kirjaimella, turveruukkuja t:llä, styrokskennoja s:llä, ensokennoja e:llä ja y:llä paakkuja, joille ei oltu vahvistettu muuta kirjaintunnusta. Niinpä yksivuotisen, lämmitetyssä muovihuoneessa kasvatetun paperikennotaimen merkintä oli 1 Lk. Paakkutyyppien lisääntyessä ei näitä merkintöjä ole juuri enää käytetty. Useat taimituottajat käyttävät nykyään paakkutaimista termejä mini-, pieni-, keski(kokoinen)-, iso- ja maksipaakku, joilla kuvataan sekä paakun että taimen kokoa (taulukko 1). Keskipaakun sijasta

Taulukko 1. Erikokoisten kuusen ja männyn paakkutaimien ryhmittely taimien iän, kasvustiheyden ja paakun tilavuuden mukaan. Tavoitepituuden alaraja vastaa luokkansa tiheimpiä kasvustiheyksiä ja pienimpiä paakkukokoja ja vastaavasti yläraja harvimpia tiheyksiä ja suurimpia paakkukokoja (katso taimierän pituus ja kasvustiheyssuositus, kuvat 30 ja 31). Nimitykset, paakkukoot ja tavoitepituudet vaihtelevat taimituottajittain jonkin verran.

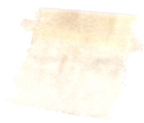
Koko-luokka	Paakun tilavuus, cm ³	Kasvustiheys, kpl/m ³	Taimien ikä, v	Kuusierän tavoitekeskipituus, cm	Mäntyerän tavoitekeskipituus, cm
Mini	15–50	1500–3000	0,5	–	5–8
Pieni	50–90	600–1500	1	12–20	6–14
Keski	90–125	400–800	1,5–2	15–25	10–18
Iso	125–225	300–600	2	20–30	14–24
Maksi	225–	– 300	2–	30–50	–

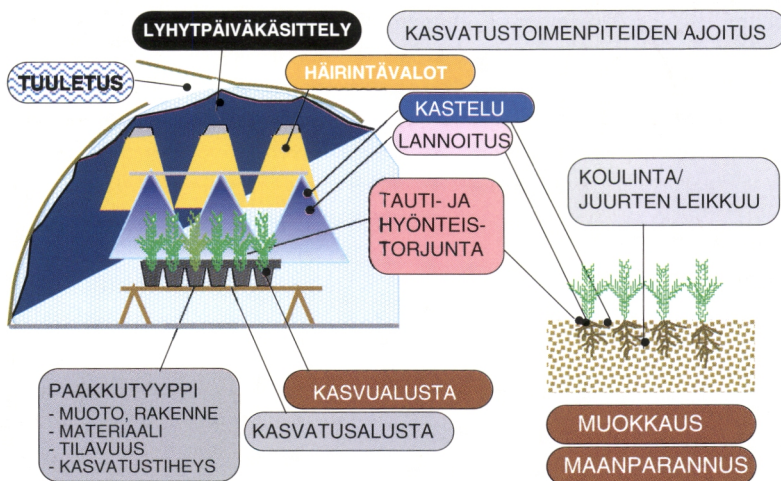
käytetään myös nimitystä välipaakku. Lisäksi ilmoitetaan taimen ikä ja paakkutyyppejä, jossa taimi on kasvatettu. Paakkutyyppejä ilmoitetaan yleensä paakun valmistajan käyttämällä lyhenteillä, jotka tavallisesti pohjautuvat paakun mittoihin, tilavuuteen tai paakkujen lukumäärään kasvatusyksikössä (liite 1).

22 Taimien kasvatusta

Ennen 1960-lukua Suomessa tuotettiin yksinomaan paljasjuurisia taimia pienillä paikallistarhoilla. Sen jälkeen taimien kasvatustekniikat muuttuivat huomattavasti. Kasvaturpeen, muovihuoneiden ja keinolannoitteiden käyttö, paakkutaimituotanto ja muovihuoneiden varustaminen kastelu-, tuuletus-, lämmitysautomaatioilla ja uusimpina lyhytpäiväkäsittelyn ja häirintävalotekniikan käyttöönotto ovat lisänneet taimikasvatusta hallittavuutta (kuva 8). Nämä tekniikat tekevät mahdolliseksi entistä tarkemman kasvatustoimenpiteiden säädön tavoitteenmukaisen taimierän kasvattamiseksi. Uusista teknisistä mahdollisuuksista huolimatta sääolosuhteet yhä edelleen asettavat taimienkasvattajat vaativan tehtävän eteen. Huonoinakin vuosina on pystyttävä tuottamaan laadukkaita taimia.

Lannoituksella ja kastelulla pyritään luomaan taimille soveliaat ravinne- ja kosteusolot, jotta taimet kasvavat suunnitellussa aikataulussa tavoitemittoihin. Aiemmin yleinen luulo, että ravinnepuutteessa kasvatetut taimet sopeutuvat istutusalalle paremmin kuin hyvässä ravinnetilassa olevat taimet, ei pidä paikkaansa. Ravinnerikkaat taimet menestyvät istutuksen jälkeen ravinnepuutteesta kärsiviä taimia paremmin. Taimia lannoitetaan kasvatuksen aikana sekä pää- että hivenravinteita sisältävillä lannoit-





Kuva 8. Taimien kasvattajan tärkeimmät työkalut tavoitteenmukaisen taimen kasvattamiseksi.

teilla. Lannoite levitetään paljasjuuritaimille yleensä rakeisena ja paakkutaimille kasteluveden mukana. Lannoitustarvetta seurataan mittaamalla kasvualustan puristeveden sähkönjohtokykyä, joka kuvaa alustan kokonaisravinnetilannetta tai teettämällä laboratorioissa ravinneanalyysi ja vertaamalla mitattuja arvoja annettuihin ohjearvoihin.

Lannoitus vaikuttaa sekä taimien kokoon ja rakenteeseen että kemiallisiin ominaisuuksiin. Nämä kaikki taimien ominaisuudet vaikuttavat puolestaan taimien istutuksen jälkeiseen menestymiseen. Kasvattajan ongelmana on usein se, että yritettäessä pitää taimien ravinnepitoisuus riittävän korkeana samalla myös taimet kasvavat tavoitetta kookkaammiksi. Ongelmaan on kehitetty *ravinnetankkaukseksi* kutsuttu menetelmä. Sillä tarkoitetaan taimien ravinnepitoisuuden nostamista lannoituksella, ilman että vaikutetaan taimien kokoon tai rakenteeseen. Lisälannoitus annetaan tämän vuoksi yleensä loppukesällä verson pituuskasvun päätyttyä. Myös ns. Ingestadin menetelmällä (eksponentiaalinen lannoitus), jossa ravinteita annetaan taimien kasvun mukaisesti lisääntyvin, ei tasasuuruisin annoksin, on antanut hyviä tuloksia koemittakaavassa. Ravinnetankkauksen on havaittu parantavan taimien juurtumista ja lisäävän niiden kilpailukykyä pintakasvillisuutta vastaan ⁽⁶⁰⁾. Vaikka korkealla ravinnepitoisuudella on selvästi myönteisiä vaikutuksia taimien istutuslalle mukautumiseen, on sillä myös haittapuolensa. Monet eläimet ja hyönteiset syövät mieluiten juuri hyvin typpirikkaita taimia ^(3, 99).

Kastelua ohjataan mittaamalla kasvualustan vesipitoisuutta suoraan sähköisillä mittareilla tai epäsuorasti taimiarkkien painon perusteella. Kasvualusta pyritään pitämään taimien kasvun kannalta optimikosteudessa (40–50 % turvetilavuudesta). Lievällä



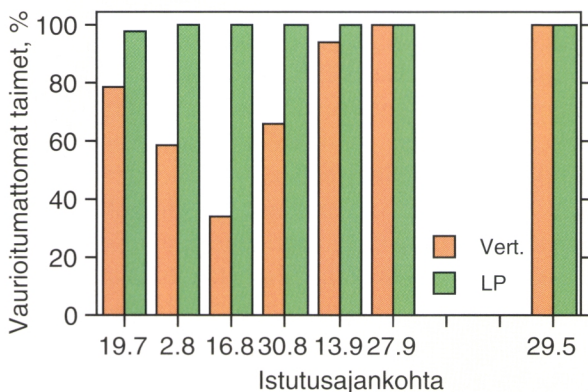
Kuva 9. Kuusen yksivuotiaita paakkutaimia. Lyhytpäiväkäsittely taimi (oikeanpuoleinen) on yleensä lyhyempi ja väriltään tummempi kuin vastaava käsittelemätön taimi (vasemmanpuoleinen).

kuivuuskäsittelyllä on voitu jossain määrin parantaa taimien kuivuudenkestävyyttä (2, 16, 17). Menetelmän hallinta on kuitenkin nykyisillään kastelulaitteilla niin vaikeaa ja avomaasuhteissa sateiden takia mahdotontakin, ettei kuivuuskäsittely ole menetelmänä yleistynyt taimituotannossa.

Uusista kasvatustekniikoista *häirintävalo* ja *lyhytpäiväkäsittely* (käytetään myös nimitystä pitkäyökäsittely) käytetään taimien kasvun ja karaistumisen säätelyyn (43). Jos taimien kasvatusta aloitetaan lämmitetyissä muovihuoneissa jo helmi-maaliskuussa, on luontainen päivänpituus vielä niin lyhyt, että varsinkin kuusen taimet muodostavat silmun ja kasvu pysähtyy jo sirkkataimiasteelle. Pidentämällä päivää lisävaloilla tai käyttämällä pitkän yön katkaisuun ns. häirintävaloa voidaan silmunmuodostus estää ja taimet jatkavat kasvuaan normaalisti. Lisävaloa voidaan käyttää myös syyskesällä kasvukauden pidentämiseen.

Lyhytpäiväkäsittelyllä (LP) pyritään tanaoittamaan taimia pysäyttämällä taimien pituuskasvu keski- tai loppukesällä sekä jouduttamaan niiden karaistumista loppukesän hallojen varalta sekä mahdollista taimien pakkasvarastointia varten (43). LP-käsittely parantaa myös loppukesän ja syksyn istutuksiin toimitettavien kuusentaimien hallankestävyyttä (kuva 10).

Kuva 10. Hallat vaurioittavat usein loppukesällä istutettuja kuusentaimia. Lyhytpäiväkäsittelyjen taimien käyttäminen vähentää hallatuhoja. Kuvassa loppukesän halloissa vaurioitumattomien taimien osuus eri ajankohtina kasvukautta (19.7.–27.9.) ja seuraavana keväänä (29.5.) istutetuilla lyhytpäiväkäsittelyllä (LP) ja käsittelemättömällä (Vert.) taimilla. (53)



LP-käsittelystä voi olla taimille myös lievää haittaa. Se saattaa aikaistaa seuraavana keväänä taimien silmujen puhkeamista enimmillään vajaalla viikolla. LP-käsitellyt taimet voivatkin olla keväällä, heti istutuksen jälkeen, hallanarempia kuin käsittelemättömät taimet. Toisaalta kokeissa on havaittu, että voimakkaan LP-käsittelyn jälkeen osasta taimia kärkisilmu on voinut jäädä puhkeamatta. Näissä tapauksissa taimet ovat kuitenkin jatkaneet kasvuaan sivusilmuista. Oikein toteutettuna LP-käsittely ei aiheuta haittoja tai ne ovat merkityksettömiä.

LP-käsittelyä seuraavana kesänä, istutuskesänä, LP-taimet kasvavat usein käsittelemättömiä taimia enemmän. Parempi kasvu johtuu siitä, että käsittely aikaistaa taimitarhalla silmun muodostumista lämpimämpään ajankohtaan, jolloin silmuun kehittyä enemmän neulasaiheita seuraavan kesän kasvua varten. Koska LP-käsitellyt taimet ovat kuitenkin istutettaessa lyhyempiä kuin käsittelemättömät taimet, käsittely ei juuri vaikuta taimien pituuteen, vaan pituuserot tasaantuvat muutamassa vuodessa. Suurin hyöty LP-käsittelystä onkin taimien pituuskasvun ja karaistumisen hallinnassa taimitarhalla sekä syysistutettavien taimien hallankestävyyden lisääntymisessä. Nämä hyödyt ovat osoittautuneet haittoja suuremmiksi ja menetelmä on Suomessa yleistymässä rutiinimenetelmäksi kuten on jo aiemmin käynyt muissa Pohjoismaissa ja Pohjois-Amerikassa.

Myös männyntaimien pakkaskestävyys paranee LP-käsittelyssä, mutta koska syyskesän alhaiset yölämpötilat yksinäänkin jouduttavat männyn taimien karaistumista riittävästi, käytetään menetelmää vähemmän männyllä kuin kuusella. Sen sijaan LP-käsittelyä käytetään kasvattamaan yhdessä kasvukaudessa 'kaksivuotisia' männyntaimia. Aikaiset, maaliskuuhuhtikuun kylvökset LP-käsitellään touko-kesäkuussa. Käsittelyn seurauksena taimiin kehittyvät kärkisilmut, joista puhkeaa vielä samana kesänä toinen vuosikasvain kaksoisneulasineen (tarkemmin kappaleessa 244).

LP-käsittelyä voidaan käyttää kotimaisen kuusen ja männyn lisäksi myös muilla kuusi- ja jalokuusilajeilla, lehtikuusella sekä koivulla⁽⁴³⁾. Erityisesti herkkien jalokuusilajien ja lehtikuusien LP-käsittelyllä voidaan välttää hallatuhoja taimitarhalla. Koivulla liiallinen pituuskasvu ja myöhäinen karaistuminen on ollut lämpiminä kesinä ongelma, johon LP-käsittely olisi sinänsä hyvä ratkaisu. Koivuntaimien alhaisen kasvatustiheyden vuoksi käsittely on kuitenkin kallista ja sitä on käytetty vain kokeilumittakaavassa.

Kasvunsääteillä voidaan periaatteessa ohjata taimien kasvua ja stressinkestävyyttä. Koivun liiallista pituuskasvua kasvunsääteillä voidaan hillitä jonkin verran, mutta taimien karaistumiseen ei niillä ole ollut vaikutusta^(1, 54, 55). Viimeaikaiset tutkimustulokset havupuiden osalta ovat olleet lupaavampia; kasvunsääteillä on koemittakaavassa pystytty lisäämään taimien juurten kasvua ja

kuivuudenkestävyyttä^(61, 97). Kasvunsäätteiden käyttöönotto vaatii kuitenkin vahvempaa näyttöä hyödyllisyydestä sekä varmuutta siitä, ettei niiden käyttö aiheuttaisi muita ongelmia taimituotannossa. Taimien haihdunnan säätelyyn on käytetty myös erilaisia haihduntaa mekaanisesti estäviä, neulasten tai lehtien pinnalle kalvoja muodostavia aineita. Tulokset ovat kuitenkin olleet niin vaihtelevia, ettei niiden käyttö ole juuri missään yleistynyt.

Taimitarhoilla pyritään torjumaan *tuholaiset*, taudit, hyönteiset ja rikkakasvit mekaanisilla keinoilla, ennakkotorjunnalla sekä hyvällä taimitarhahygienialla. Kuusentaimien kasvatuksessa nämä keinot usein riittävätkin, mutta männyn ja koivuntaimien kasvatuksessa joudutaan käyttämään kemiallisia kasvinsuojeluaineita. Etenkin eräitä sienitauteja (männynversosurma, männynkariste, lumihome, koivunruoste) ja tuhohyönteisiä (peltolude, kirvat, punkit) torjutaan kasvinsuojeluaineilla. Lisäksi havupuuntaimet ruiskutetaan tukkimiehentäitä vastaan jo taimitarhalla.

23 Taimien talvivarastointi taimitarhalla

Yli talven taimitarhalla säilytettävät taimet varastoidaan joko ulkona lumen alla tai jäädytetyssä varastossa. *Paljasjuuriset* taimet talvehtivat yleensä kasvatuspenkissä ja ne nostetaan keväällä juuri ennen metsään lähettämistä. Ne voidaan nostaa myös syksyllä ja valeistuttaa lajitelluissa nipuissa vinoon asentoon keväällä säkitettäväksi. Paljasjuurisia taimia voidaan myös varastoida jäädytetyissä varastoissa.

Havupuiden *paakkutaimet* varastoidaan avomaalla lumen alla tai jäädytetyssä varastossa. Avomaalla varastoitaessa havupuuntaimet pidetään joko kasvatusarkeissaan tai lajitellaan ja siirretään ritiläpohjaisiin muovilaatikoihin. Juurten pakkasvaurioiden ehkäisemiseksi on tärkeää, että laatikot ovat tiiviisti maata vasten. Koska ulkona varastoitaessa lumen suoja on ensiarvoisen tärkeä, useilla tarhoilla on otettu käyttöön keinolumi. Avomaakentät lumetetaan heti kun säätilanne sen sallii. Menetelmästä on saatu hyviä kokemuksia juurten pakkasvaurioiden ja kevätahavan ehkäisemisessä.

Koivun paakkutaimia varastoidaan valeistutuksessa tai jäädytetyssä varastossa. Joillakin tarhoilla on taimia säkitetty jo syksyllä ja säkit on varastoitu makuullaan avomaalla lumen alla. Tässä varastoinnissa riskin muodostavat vähälumiset talvet, jolloin juuret voivat paleltua ja toisaalta taimet voivat kevätailingossa kuumentua säkeissä ja puhjeta ennenaikaiseen kasvuun.

Juurten paleltumis-, kevätahava- ja talvituhosieniriskien vuoksi jäädytetyjen varastojen käyttö paakkutaimien varastoinnissa on yleistymässä. Taimia varastoidaan yleisimmin pakkasvarastoissa

(−4...−1 °C) mutta myös kylmävarastoissa (+1...+3 °C). Pakkasvaraston suhteellinen kosteus pidetään yleensä 85–95 %:ssa ja kylmävaraston yli 95 %:ssa. Pakkasvarastoivat paakkutaimet pakataan vahapintaisiin pahvisiin umpilaatikoihin, jotka pinotaan trukkilavoille ja koko lava voidaan huputtaa muovilla taimien kuivumisen ehkäisemiseksi. Kylmävarastossa taimia säilytetään yleensä avopakkausissa.

Kokemukset pakkasvarastoinnista ovat olleet yleensä myönteisiä. Taimien tulee olla riittävän karaistuneita ja versoltaan pintakuivia pakattaessa. Varastossa taimipakkauksen lämpötila on laskettava tavoitteeseen nopeasti, koska homehtumisriski on suuri pakkauksen korkeasta ilmankosteudesta johtuen. Taimet voidaan myös käsitellä torjunta-aineella homeiden kasvun estämiseksi. Pakkasvaraston etu kylmävarastoon verrattuna on juuri vähäisempi homeriski ja taimien hiilihydraattivaraston hitaampi kuluminen alhaisemman hengityksen vuoksi. Toisaalta kylmävarastossa juurten vaurioitumisriski on pienempi ja sitä onkin käytetty Ruotsissa juuristoltaan arempien, nuorien, tarhalla vielä jatkokasvatettavien taimien varastointiin.

Niin jäädytetyssä varastossa kuin ulkonakin varastoitaessa taimien elintoiminnot ovat käynnissä. Ne voivat hyvinkin pakattuina kuluttaa talven aikana hengitykseensä jopa puolet hiilihydraattivarastostaan ja menettää haihdunnassa kosteudestaan 10% (48). Vaikka pakkasvarastoitujen taimien pakkaskestävyys mahdollisesti hiilihydraattivaraston vähenemisen myötä voi heikentyä puoleen varastoinnin aikana, taimet ovat kokeissa säilyttäneet pakkaskestävyytensä ja juurtumiskykynsä paremmin kuin ulkona varastoidut taimet (51).

Vertailevia tutkimuksia varastoinnista avomaalla luonnonlumen tai keinolumen alla tai pakkasvarastossa ei ole Suomessa tehty. Käytännössä avomaalla ja pakkasvarastossa varastoitujen taimien menestymisessä istutuksen jälkeen ei ole kuitenkaan havaittu eroja. Tekniikan toimiessa ja ajoituksen onnistuessa pakkasvarastointia pidetään riskittömämpänä, mutta myös kalliimpana ratkaisuna kuin sääolosuhteiden armoilla tapahtuvaa ulkona varastointia.

On epäilty, että pakkasvarastoitujen taimien siirtäminen umpipakkauksista kirkkaaseen päivänvaloon voisi vaurioittaa neulasten yhteyttämiskoneistoa. Näyttää asiasta ei kuitenkaan ole. Sen sijaan joissakin tapauksissa ulkomailla pakkasvarastoinnin on arveltu aiheuttaneen kuusentaimien silmujen puhkeamattomuutta. Puhkeamattomien silmujen määrä on ollut sitä suurempi, mitä pitempään taimia on pidetty pakkasvarastossa (23). Syyksi tähän on epäilty silmujen kuivumista, minkä saattaa aiheuttaa keskenräinen karaistuminen ja silmujen vajaa kehittyminen ennen varastointia. Suomessa ei silmujen puhkeamattomuutta varastoinnin jälkeen ole tullut esille.

24 Taimien laatu

241 Millainen on hyvä taimi

Taimien laatu rakentuu monesta tekijästä. Hyvän taimen tulee kestää kuljetuksen ja varastoinnin rasitusta sekä mukautua nopeasti uudistusalan olosuhteisiin. Taimen on oltava alkuperältään sopiva, rodullisesti korkeatasoinen, terve ja elinvoimainen sekä rakenteeltaan, kooltaan ja kehitysvaiheeltaan sopiva istutuskohteen olosuhteisiin ja istutusajankohtaan.

Taimien laatua on kuvattu monin taimien rakennetta, kemiallista koostumusta, elintoimintoja ja terveyttä kuvaavin tunnuksin sekä kuntotestein. Tärkeintä on, että mitattava ominaisuus kertoo jotain olennaista taimien laadusta ja ennustaa taimen menestymismahdollisuuksia istutuslalla.

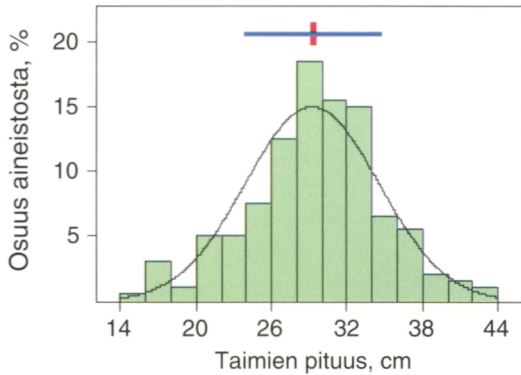
Rakenneominaisuuksia ovat mm. pituus, läpimitta ja kuivapaino, joihin summautuu taimen koko kasvatushistoria. Kemiallisiin ominaisuuksiin kuuluvat ravinteiden (esim. typpi, kalium, fosfori) ja ravintoaineiden (esim. tärkkelys, sokerit) pitoisuudet. Elintoimintoja kuvaavat fysiologiset tunnuksent mittaavat taimien elävyyttä, kuten yhteyttämistä, hengitystä ja haihduntaa. Kuntotestit ovat suoriutumistunnuksia, jotka yhdistävät useita erityyppisiä taimien ominaisuuksia mittaamalla taimien selviytymistä erilaisissa testiolosuhteissa. Suoriutumistunnuksia ovat esimerkiksi pakkaskeskeytyys ja juurten kasvupotentiaali.

Rakenteelliset tunnuksent ovat yleensä nopeita mitata. Toiminnallisten tunnusten mittaukset kestävät muutamista minuuteista muutamaa vuorokautta ja suoriutumistestit kestävät yleensä viikosta muutamaa kuukauteen (liite 2).

Taimi- ja eräkohtaiset tunnuksent

Taimista mitattavat ominaisuudet voidaan jakaa myös sen mukaan, voidaanko ja onko järkevää mitata jokainen kasvatettu taimi vai tyydyttäänkö näytteeseen perustuvaan mittaukseen. Tyypillinen *taimikohtainen* ominaisuus voisi olla taimen pituus, joka voidaan mitata jokaisesta taimesta. *Eräkohtaiseen* näytteeseen joudutaan turvautumaan aina, jos näyte tuhoutuu mittauksessa (taimen kuivapaino, ravinnepitoisuus, juurten kasvupotentiaali) tai jos mittaus on niin kallista ja työlästä, ettei jokaista taimea kannata mitata (fotosynteesiaktiivisuus, läpimitta).

Eri periaatteet johtavat myös erilaiseen lajitteluun: taimikohtaiseen tai eräkohtaiseen lajitteluun. Joissakin tapauksissa, kuten taimien pituudessa, käytetään usein kumpaakin menetelmää. En-

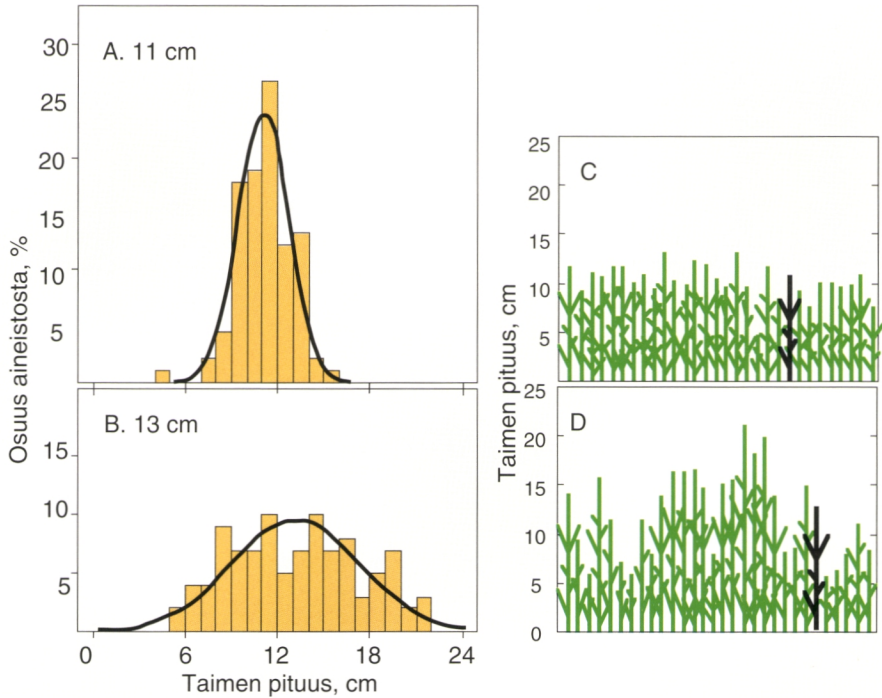


Kuva 11. Kaksivuotisen kuusen paakku-taimierän pituusjakauma 2 cm:n luokissa. Vertailuna normaalijakautunut käyrä. Pylväiden päällä oleva vaakajana kuvaa yhtä keskihajontaa molemmin puolin keskiarvoa (poikkiviiva). Taimien (otoksen koko 200 tainta) pituuden tilastolliset tunnusluvut ovat seuraavat: lyhyin taimi 14 cm, pisin taimi 43 cm, keskiarvo on 29,2 cm, mediaani 29,5 cm, keskihajonta 5,3 cm, keskiarvon keskivirhe 0,4 cm, variaatio-kerroin 18%.

sin määritetään otoksen perusteella taimierän keskipituus ja sitten taimien noston yhteydessä lajitellaan taimet vielä yksitellen sen mukaan täyttävätkö ne ao. taimierälle asetetun yksittäisen taimen pituusvaatimuksen.

Eräkohtaisen tunnuksen ongelmana on se, miten kohtuullisin kustannuksin mitattavissa oleva muutaman kymmenen taimen näyte voidaan valita niin, että se kuvaa riittävän luotettavasti suurta taimierää. Taimitarhoilla kasvatettavien taimierien koko Suomessa vaihtelee yleensä muutamista kymmenistä tuhansista useisiin satoihin tuhansiin taimiin. Riittävän otoskoon laskemiseksi on tunnettava mitattavan ominaisuuden vaihtelu. Yleensä oletetaan, että ao. ominaisuus on normaalisti jakautunut. Näin ei kuitenkaan aina ole, vaan esim. taimien pituusjakauma on usein lievästi vino (kuva 11). Tämän vuoksi suomalaisessa taimiluokituksessa käytettiin aiemmin mediaanipituutta, joka antaa keskiarvoa paremman kuvan taimierän pituudesta. Erot keskiarvon ja mediaanin välillä ovat, etenkin paakku-taimierissä, niin pieniä, että nykyään taimierän pituus ilmoitetaan keskiarvona. Eräkohtaisista tiedoista keskiarvon lisäksi hajonta on olennainen tunnusluku, joka kertoo mitatun ominaisuuden vaihtelusta. Kahdella keskimäärin samanpituisella taimierällä voi yksilöiden välinen vaihtelu olla hyvinkin erilainen (kuva 12).

Riittävä ja oikein kohdistettu näytteenotto sekä luotettava mitaus ovat tärkeitä, koska näytteen ominaisuuksista tehdään koko taimierää koskevia päätelmiä⁽³⁴⁾. Jos epäillään esimerkiksi paakku-taimien juurten paleltuneen talven aikana, joudutaan taimierän kokoon nähden varsin suppeaan näytteeseen perustuvan juurten kasvupotentiaalimittauksen tuloksen perusteella päättämään hylätäänkö vai hyväksytäänkö taimierä myytäväksi.



Kuva 12. Kaksi männyn paakkutaimierää (keskipituudet: A = 11 cm ja B = 13 cm), joiden hajonnat poikkeavat voimakkaasti toisistaan (A = 1,7 cm ja B = 4,2 cm). Käytännössä A-erässä 90 % taimista on 9–15 cm:n ja B-erässä 8–22 cm:n mittaisia. Osakuivissa C ja D on esitetty kummastakin erästä satunnaisesti valitun 30 taimen pituus ja pituudeltaan erän keskiarvotaimi on tummennettu.

Mitä tilastolliset tunnusluvut kertovat – esimerkkinä taimierän pituus

Keskiarvo (\bar{x}): taimijoukon yhteen summattu pituus jaettuna taimien lukumäärällä

Mediaani (Md): pituusjärjestykseen asetettujen taimien keskimmäisen taimen pituus

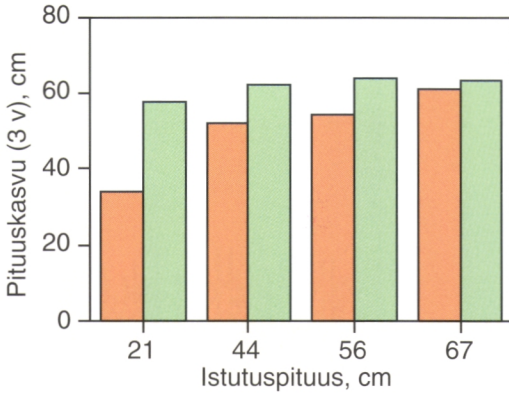
Kvartiilit jakavat piteuden mukaan järjestetyn aineiston lukumäärältään neljään yhtä suureen ryhmään, joista alakvartiili on pienimmän ryhmän yläraja

Vaihteluväli (R): taimierän lyhyin – pisin taimi

Keskihajonta (S): kuvaa yksittäisten taimien piteuden vaihtelua keskiarvon ympärillä. Jos piteusjakauma on normaali, niin kahden hajonnan ($\bar{x} \pm S$) sisään mahtuu noin 68 % otoksen taimista ja neljän hajonnan ($\bar{x} \pm 2S$) sisään noin 96 % otoksen taimista

Keskiarvo ($S\bar{x}$) eli otoskeskiarvon hajonta kuvaa keskiarvon luotettavuutta ja lasketaan jakamalla hajonta havaintojen (mitattujen taimien) lukumäärän neliöjuurella (S / \sqrt{n})

Variaatiokerroin (CV) kuvaa piteuden hajonnan suuruutta suhteessa keskiarvoon ja lasketaan jakamalla hajonta keskiarvolla (S / \bar{x}). Usein saatu luku kerrotaan 100:lla ja saadaan CV%, joka kertoo montako prosenttia keskihajonta on otoksen keskiarvosta. Variaatiokerrointa voidaan käyttää verrattaessa keskipiteudeltaan erilaisten taimierien sisäistä piteusvaihtelua, esim. kuvan 12 kahden taimierän variaatiokerroimet ovat (A) 15 % ja (B) 32 %.



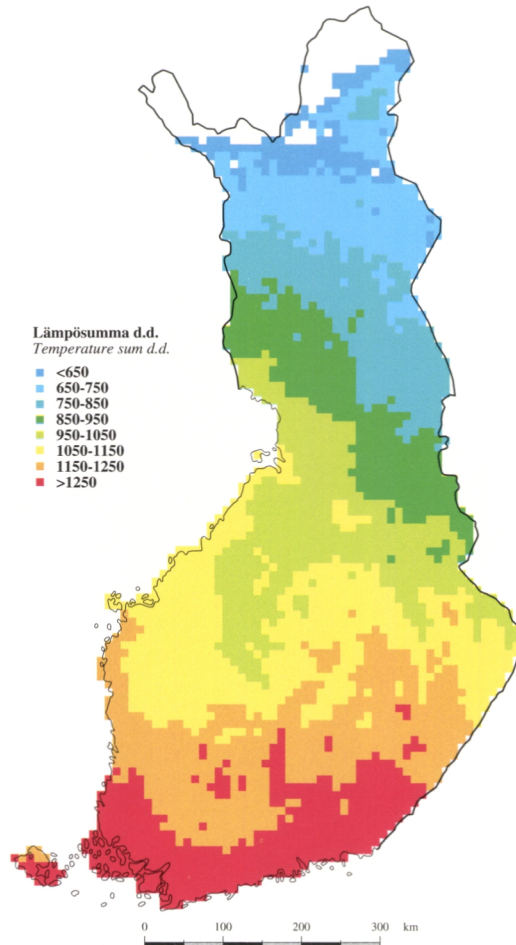
Kuva 13. Istutuspituuden vaikutus mustakuusen taimien pituuskasvuun kolmen istutuksen jälkeisen vuoden aikana heinimättömällä (vihreä) ja heinimättömällä (oranssi) uudistusalalla. ⁽³⁶⁾

Tavoitetaimi

Mikään yksittäinen taimen ominaisuus ei kuvaa riittävän hyvin taimen laatua tai ennusta taimen menestymistä istutuspaikalla. Onpa taimi kooltaan ja rakenteeltaan kuinka sopiva hyvänsä, mutta sen kunto heikko tai päinvastoin onpa taimi kuinka elinvoimainen hyvänsä, mutta se on rakenteeltaan tarkoitetulle istutusalueelle sopimaton, ovat sen menestymismahdollisuudet huonot. Tämän vuoksi taimien laadun kuvaamiseen tarvitaan useita erityyppisiä tunnuksia, joiden on havaittu ennustavan taimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Näiden tunnusien yhdistelmää, eräänlaista ominaisuusprofiilia kutsutaan *tavoitetaimeksi*.

Koska uudistamistilanteet, kohteet ja toimenpiteet voivat olla hyvin erilaisia, tarvitaan niihin myös erilaisia taimia. Heinittyville maille ei kannata viedä pienikokoisia taimia, koska pienet taimet kärsivät isoja enemmän varjostuksesta (kuva 13). Toisaalta kuivalla kasvupaikalla saattaa kookas taimi kärsiä pientä enemmän kuivuudesta. Hallanaroille maille ei kannata istuttaa syyskesällä kasvussa olevia kuusen taimia, vaan ainoastaan lyhytpäiväkäsitteillä karaistuja, hallankestäviä taimia. Tavoitetaimi on siis voimakkaasti sidoksissa uudistamistilanteeseen.

Taimen rakennetta, kemiallisia ominaisuuksia ja elävyyttä mittaavat ominaisuudet vaikuttavat taimen menestymiseen muutamien ensimmäisten viikkojen tai kuukausien ja enimmillään muutamien vuosien ajan, jolloin taimi mukautuu istutuspaikalle. Sen jälkeen taimi kehittyy perinnöllisten ominaisuuksiensa ja ympäristön olosuhteiden varassa.



Kuva 14. Keskimääräinen lämpösomma 1961–1990 (d.d. $>+5^{\circ}\text{C}$).

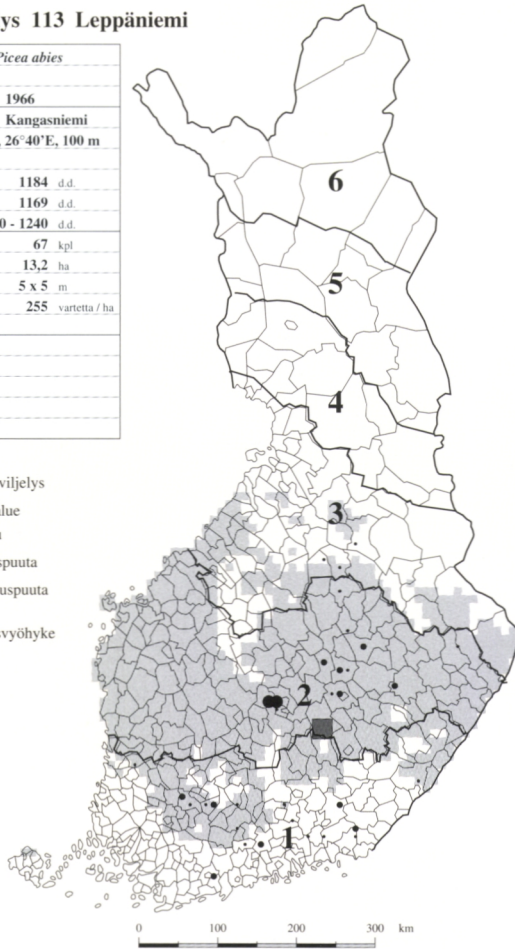
242 Taimien alkuperä, perinnöllinen laatu ja siemenmerkinnät

Taimia voidaan tuottaa siemenestä tai kasvullisesti lisäämällä eli kloonamalla. Lähes kaikki metsänviljelyyn Suomessa tuotettavat taimet kasvatetaan nykyään siemenestä. Kasvullisesti lisättyjen taimien tuotanto on ollut selvästi kalliimpaa kuin siementaimien kasvatusta, minkä vuoksi niillä ei ole toistaiseksi ollut sanottavaa merkitystä metsäpuiden taimituotannossa. Vain hybridihaavan ja visakoivun kloonitaimia on tarjolla viljelymateriaaliksi Suomessa. Kasvullinen lisääminen tapahtuu esim. oksapistokkaista (kuusi) ja juuripistokkaista (haapa) tai monistamalla solukkoja ja koulimalla niistä laboratoriossa syntyneet pikkutaimet edelleen kasvatusta varten (koivu, haapa).

Siemenviljelys 113 Leppäniemi

Paulaji:	Kuusi	<i>Picea abies</i>
Omistaja:	Tapio	
Perustamisvuosi:	1966	
Sijaintikunta:	Kangasniemi	
Sijainti:	61°54'N, 26°40'E, 100 m	
Lämpösummat:		
Viljelyspaikka	1184	d.d.
Alkuperien ka.	1169	d.d.
Käyttöalue	1040 - 1240	d.d.
Kloonveja:	67	kpl
Pinta-ala:	13,2	ha
Istutusväli:	5 x 5	m
Tiheys:	255	vartetta / ha
Harvennettu:		
Lisätietoja:		

- Siemenviljelys
- Käyttöalue
- Pluspuu
- 2-5 pluspuuta
- Yli 5 pluspuuta
- 1-6 Jalostusvyöhyke



Kuva 15. Esimerkkikartta kuusen siemenviljelyksen (113 Leppäniemi) sijainnista ja siihen vartettujen pluspuiden alkuperäisistä kasvupaikoista sekä viljelyksellä tuotetun siemenen käyttöalueesta. ⁽⁶⁹⁾

Taimituotannossa käytettävä siemen kerätään erityisesti siementuotantoa varten perustetuilta siemenviljelyksiltä, siemenkeräysmetsistä tai lähinnä hakkuiden yhteydessä talousmetsistä kaadetuista puista. Valtaosa taimista kasvatetaan nykyään siemenviljelyssiemenestä. Uudessa luokituksessa siemenviljelyssiemen kuuluu luokkaan *alustavasti testattu* (taulukko 2). Kasvituotannon tarkastuskeskus (KTTK) vahvistaa kunkin siemenviljelyksen siemenistä kasvatetuille taimille käyttöalueen. Käyttöalueella tarkoitetaan koko sitä maantieteellistä aluetta, jolla ko. siemenviljelyksen siementä voidaan turvallisesti käyttää. Käyttöalue lasketaan kaavalla, jossa otetaan huomioon kloonivarteiden alkuperän ja viljelyksen sijaintipaikan olosuhteet ja se ilmoitetaan lämpösummien ja karttojen avulla (kuva 15).

Rekisteröidyistä siemenkeräysmetsiköistä kerätty siemen kuuluu luokkaan *valikoitu*. Korkeiden keruukustannusten vuoksi siemenkeräykset ovat viime vuosina rajoittuneet runsaisiin kuusen

Taulukko 2. Metsänviljelyaineiston luokat EU-direktiivin mukaan sekä niiden vastaavuus entisiin Suomessa käytettyihin luokkiin.

Metsänviljely- aineiston luokka	Vastaavuus vanhaan luokitukseen siemenien osalta
Siemenlähde tunnettu	Aluekeräysaineisto (B4) Metsikkökeräysaineisto (B3)
Valikoitu	Valikoitu aineisto rekisteröidystä siemen- keräysmetsiköstä (B2) Erityisesti valikoitu aineisto kunnostetuista siemenkeräysmetsikoistä (B1)
Alustavasti testattu	Nuorilta siemenviljelyksiltä saatu aineisto (A3) Siemenviljelysaineisto (siitepölytuotanto riittää vartteiden pölytykseen) (A2)
Testattu	Testattu aineisto (A1)

käpyvuosiin. Lähinnä Pohjois-Suomessa käytetään siemenviljelysaineiston puutteen vuoksi myös luokkaan *siemenlähde tunnettu* kuuluvaa aineistoa (metsikkö ja aluekeräyssiementä). Luokkiin *valikoitu* ja *siemenlähde tunnettu* kuuluville aineistoille ilmoitetaan lähtöisyysalue ja lähtöisyys. Suomi on jaettu männyllä 11 ja kuusella sekä koivulla 6 lähtöisyysalueeseen. Lähtöisyys (proveniensi) voidaan ilmoittaa kunnan tarkkuudella. Lähtöisyysaluekartat löytyvät KTTK:n kotisivuilta (www.kttk.fi).

On erittäin tärkeää, että taimet edustavat istutuskohteeseen nähden oikeaa alkuperää. Sopimaton alkuperä saattaa ilmetä vasta vuosien tai vuosikymmenien kuluttua istutuksesta puiden vaurioituessa tai tuhoutuessa poikkeavien sääolosuhteiden tai tautien vuoksi. *Alustavasti testatulla* aineistolla em. käyttöalue ilmoittaa siemenen sopivuuden. Luokaltaan *valikoitu-* tai *siemenlähde tunnettu* siemenestä kasvatetuilla taimilla paikallisen alkuperän käyttö on turvallinen valinta. Siementä voidaan kuitenkin siirtää tiettyjen sääntöjen puitteissa ja jossain tapauksissa se on jopa suositeltavaa.

Alkuperien soveltuvuutta kuvataan Suomessa lämpösummalla (summataan päivittäiset +5 °C:n ylittävät keskilämpötilat) (katso lämpösummakartta kuvassa 14). Lämpösumman yksikkönä käytetään englanninkielestä muodostettua lyhennettä d.d. (degree day) tai suomeksi °Cvrk (vuorokausiaste). Suomessa alkuperä ymmärretään 'paikalliseksi' silloin, kun se poikkeaa korkeintaan 100 d.d.:tä viljelykohteen lämpösummasta, mikä maantieteellisesti vastaa pohjois-eteläsuunnassa noin 100 km:n ja itä-länsisuunnassa useiden satojen kilometrien matkaa ⁽³⁶⁾. Paikallista alkuperää

parempia tuloksia on saatu Etelä-Suomessa kuusen viljelyssä paikallista 100–300 km eteläisemmällä alkuperillä ja Lapissa männynviljelyssä paikallista enimmillään 150 km pohjoisemmilla alkuperillä.

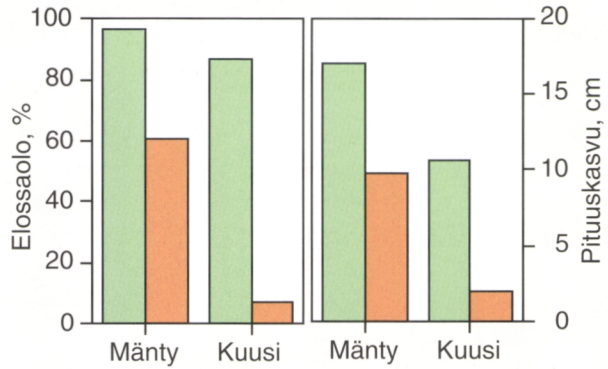
Suomessa taimituottajat huolehtivat sopivan materiaalin saatavuudesta. Euroopan unionin alueella taimia saa vapaasti markkinoida jäsenvaltiosta toiseen. Metsäasetus (1200/1996) ja kansallinen metsäsertifiointijärjestelmä kuitenkin edellyttävät, että viljelyssä on käytettävä alkuperältään sopivaa metsänviljelyaineistoa. Kotimaisten alkuperien käyttö metsänviljelyyn on suositeltavaa. Poikkeuksen muodostavat virolaista alkuperää olevat kuuset ja ruotsalaista alkuperää oleva aineisto, joka on peräisin Suomea vastaavista ilmasto-oloista. Säännöt edellyttävät, että taimien alkuperää koskevat tiedot on tarkasti ilmoitettu. Vastuu sopivan alkuperän valinnassa jää kuitenkin metsänomistajalle.

Metsänviljelymateriaalin myyjän on annettava ostajalle riittävät tiedot materiaalin alkuperästä. Tärkeitä tietoja ovat metsänviljelyaineiston luokka sekä siemenviljelysiementen osalta käyttöalue ja muun siemenmateriaalin osalta lähtöisyysalue sekä keräysalueen sijaintitiedot. Kloonitaimista tulee ilmoittaa kloonitunnus ja kloonien tunnuksat. Taimikasvatukseen käytetyn siemenerän yksilöintitiedoista tärkein on kantatodistuksen numero, jonka alkiosa on EY/FIN ja sitä seuraa karistamon tunnuksesta, siementen tuleentumisvuoden kahdesta viimeisestä numerosta ja siemenerän juoksevasta numerosta koostuva numerosarja. Esimerkiksi tunnus M29-92-100 tarkoittaa metsähallituksen Pataman karistamalla karistettua, vuonna 1992 tuleentunutta siemenerää, jonka karistusnumero on 100. Karistamotunnuksen kirjain viittaa omistajaryhmiin seuraavasti: T = Tapio ja metsäkeskukset, M = Forelia Oy (ent. metsähallitus), G = Metsäntutkimuslaitos, P = puunjalostusteollisuus, R = Metsänjalostussäätö (nyk. Metsäntutkimuslaitos), K = muut, yksityiset, yliopistot jne. Numero kirjaimen perässä listaa ao. omistajan eri karistamot. Kasvintuotannon tarkastuskeskus pitää rekisteriä metsänviljelyaineiston tuottajista.

243 Taimien terveys

Taimien terveys on erittäin olennainen laatutekijä. Tautisten tai vaurioituneiden taimien rasiskestävyys on heikko ja tällaiset taimet kuolevat pian istuttamisen jälkeen tai kituvat ja kasvavat heikosti usean vuoden ajan (kuva 16). Runkolaikkuja aiheuttavien tautien vaikutukset saattavat ulottua vieläkin pidemmälle mahdollisten lahovikojen vuoksi.

Kuva 16. Juurilahon (*Rhizoctonia*) vaikutus yksivuotisina istutettujen männyn ja kuusen paakkutaimien elossaoloon ja kasvuun kaksi vuotta istutuksen jälkeen. Vihreä = terveinä istutetut taimet, oranssi = juurilahoisina istutetut taimet. ⁽⁵⁰⁾



Ongelmallisimpia taimien laadun arvioinnin kannalta ovat taudit, joita on vaikea havaita taimien ollessa lepotilassa keväällä. Tautien oireet ilmenevät selvästi usein vasta kasvun alkamisen jälkeen tai taimen rasituttua kuljetuksen ja istutuksen seurauksena. Tällaisia ovat juurilahot, juurten pakkasvauriot, männyn versosurma ja joissain tapauksissa männynkariste. Tässä yhteydessä ei puututa taimien tuhojen tunnistamiseen ja merkitykseen enempää, koska aiheesta on ilmestynyt useitakin oppaita ^(75, 113).

244 Taimien ulkonäkö, rakenne ja koko

Yleinen rakenne

Käytännössä taimien laatua arvioidaan useimmiten silmävaraisesti, tunnustelemalla tai joskus jopa haistelemalla. Taimen kokoa, tanakkuutta ja muotoa mitataan tai arvioidaan silmävaraisesti. Taimen verson tulee olla suora, vailla lenkoutta ja voimakkaita tyvimutkia. Mutkat vaikeuttavat istuttamista ja voivat aiheuttaa taimien taipumista, joka voimistuu lumen tai pintakasvillisuuden vaikutuksesta (kuva 17). Verson on oltava yksilätväinen. Kilpalatvat voivat muodostaa poikaoksia ja hidastaa taimien pituuskehitystä.

Taimissa esiintyy silloin tällöin jälkikasvuja. Jälkikasvu on kesällä uuden kasvaimen kärkeen muodostuneen, mutta vasta seuraavana keväänä puhkeamaan 'tarkoitettun' kärkisilmun ennenaikaista kasvua. Jälkikasvujen esiintymiseen vaikuttavat taimien perinnöllisten tekijöiden ohella kasvulosuhteet, kuten kasvukauden sääolot ja lannoitus. Runsas typpilannoitus heinäkuussa taimitarhalla lisää jälkikasvujen määrää. Istutettujen jälkikasvuisten männyntaimien pituuskehitys on alkuvaiheessa hieman hitaampaa kuin normaalitaimilla. Kuitenkin viiden vuoden





Kuva 17. Lajittelussa hylättäviä paljasjuurisia kuusentaimia: koukkujuurisuus (vasemmalla), monilatvaisuus (keskellä) ja hentous sekä heikko juuristo (oikealla).

Erkki Oksanen

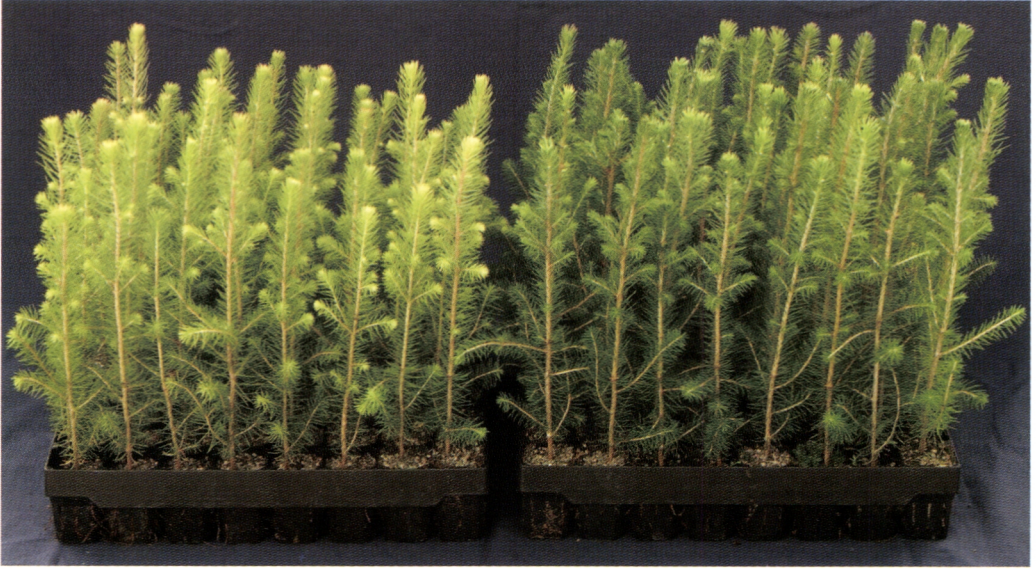


Kuva 18. Männyntaimen silmuhäiriö, jonka peltolude on aiheuttanut imemällä kasvupistettä silmun kehittyessä.

Risto Rikala

kuluttua istutuksesta taimien pituuserot ovat yleensä tasoittuneet ja jopa kääntyneet päinvastaiseksi, minkä vuoksi jälkikasvuisuuden ei ole katsottu aiheuttavan taimien hylkästarvetta ⁽⁸⁸⁾.

Taimitarhalla hyönteiset (esim. peltolude) ja halla voivat aiheuttaa silmuhäiriöitä, monilatvaisuutta tai pensastumista (kuva 18). Lievät viat eivät kuitenkaan yleensä vaikuta taimen kehittymiseen, mutta voimakkaana esiintyessään pituuskehitys hidastuu alkuvuosina. Esimerkiksi peltoluteen aiheuttama vioitus männyntaimilla



Erkki Oksanen

Kuva 19. Kaksivuotiaita kuusen paakkutaimia. Vasemmanpuoleisten, kellertävien taimien neulasten typpipitoisuus on 1,1 % ja oikeanpuoleisten, vihreiden taimien typpipitoisuus 2,0%.

johtaa vakavimmillaan kärkisilmun ryvästymiseen useaksi pieneksi silmuksi tai peräti silmun häviämiseen. Tällaiset voimakkaasti häiriintyneet taimet pensastuvat ja ovat alttiina istutuksen jälkeen erilaisille tuhoille. Vaikka silmuhäiriöiset taimet selviytyvät useimmiten elossa, hidastuu niiden pituuskehitys. Voimakkaasti silmultaan häiriintyneet tai pensastavat taimet on syytä hylätä lajittelussa.

Neulasten väri

Terveet havupuuntaimien neulaset ovat lepotilassa tasaisen vihreitä ja lujasti rankaan kiinnittyneitä. Kellertävyys neulasten värissä viittaa usein alhaiseen typpipitoisuuteen (kuvat 19). Myös muiden ravinteiden kuin typen puutostila tai ravinteiden yliannostuksen aiheuttama myrkytystila voivat aiheuttaa samantyyppisiä oireita. Ravinnehäiriötä epäiltäessä onkin turvauduttava neulasten tai lehtien ravinneanalyysiin (ks. kappale 245). Puiden ravinnepuutosoireita on kuvattu tarkemmin Metsäntutkimuslaitoksen tiedonannoissa 688 ⁽⁸³⁾.

Ravinnehäiriöiden lisäksi värvikoja voivat aiheuttaa myös mm. voimakas muutos säteilytilanteessa (esim. siirto muovihuoneesta avomaalle tai umpipakkauksesta kirkaaseen päivänvaloon), pakkakanen, veden puute tai liika vesi sekä eräät tuholaiset. Esimerkiksi punkit imennällään tai juurilahosieni tuhoamalla juuristoa keltastuttavat tai lievästi harmaannuttavat neulasia. Onpa värioireen



Risto Rikala

Kuva 20. Yksivuotiaiden männyn paakkutaimien väri voi syksyllä vaihdella samassa taimiarkissa vihreästä violetinpunaiseen.

syy mikä hyvänsä, on vaurio yleensä edennyt jo neulasten rakenteeseen. Ellei oireen aiheuttajaa voida todeta vaarattomaksi, on taimiin syytä suhtautua varauksella.

Yksivuotisten männyntaimien talviväriä ei pidä sekoittaa ravinnepuutoksen tai tuholaisien aiheuttamiin oireisiin. Taimien väri saattaa muuttua syksyllä vihreästä voimakkaan violetinpunaiseen (kuva 20). Talviväri muodostuu syksyllä lämpötilan laskun ja mahdollisesti päivänpituuden lyhenemisen aiheuttamasta antosyaaniväriaineiden lisääntymisestä. Muutos tapahtuu sitä aiemmin, nopeammin sekä voimakkaammin, mitä pohjoisempi alkuperä ja niukemmin lannoitettu taimierä on ⁽¹¹⁰⁾. Yksittäisten taimien väri voi vaihdella samassa taimilaatikossakin täysin vihreästä voimakkaan violetin punaiseen.

Vaikka värinmuutos on merkki karaistumisen alkamisesta, sitä ei kuitenkaan voida käyttää taimien pakkaskestävyyden ilmentäjänä. Vihreiden ja violetinpunaisten taimien pakkaskestävyydessä ei ole havaittu selvää eroa. Myös vanhemmat männyntaimet voivat muuttua punertaviksi. Silloin kuitenkin on yleensä kysymys taimien stressitilasta kuten esimerkiksi syyskoulinnan jälkeen, jolloin taimet kärsivät veden ja ravinteiden puutteesta ennenkuin saavat juuristoyhteyden maahan toimimaan. Kuusen taimien latvoissa joinakin syksyinä esiintyvä viininpunainen väri on myös ilmeisesti seurausta kylmistä öistä. Tämän värimuutoksen ei ole havaittu vaikuttavan taimien laatuun ⁽⁸⁹⁾.

Neulasten ruskettumista voivat aiheuttaa sienitautien ja hyönteisten lisäksi pakkakanen ja kevätahava (talvikuivuminen). Kevätahava



Risto Rikala

Kuva 21. Eriasteisesti ahavan vaurioittamia yksivuotisia kuusen paakkutaimia, joista voimakkaimmin rusketuneilla (kuvan oikeassa laidassa) myös silmut ovat kuolleet.

vaurioittaa erityisesti kuusen taimia. Vauriot syntyvät, kun taimia auringonpaisteelta suojaava lumi sulaa, mutta maa on yhä jäässä, eikä juuristo kykene korvaamaan neulasista haihtuvaa vettä. Isot, nelivuotiset, paljasjuuriset kuusentaimet kestävät ahavavaurioita paremmin kuin pienemmät ja nuoremmat taimet, joskin isojenkin taimien kasvu heikkenee ⁽⁹⁴⁾. Jos yksivuotisilla paakkutaimilla neulasista on ruskettunut enemmän kuin neljäsosa, on usein myös kärkisilmu kuivunut (kuva 21) ja jos neulasista on ruskettunut yli puolet, lisääntyy taimikuolleisuus ja taimien pituuskasvu heikkenee istutuksen jälkeen huomattavasti ⁽¹⁰⁷⁾. Pienet kuusentaimet eivät kestä ahavavaurioita kovin hyvin vielä istutuksen jälkeenkään, jolloin ne saattavat joutua alttiiksi ahavalle lumen sulaessa taimien ympäriltä mättäiden päällä maan pysyessä yhä roudassa.



Paljasjuuri- vai paakkutaimia

Paljasjuuri- ja paakkutaimien keskinäisestä paremmuudesta on keskusteltu paljon. Paljasjuuristen taimien heikkoutena on pidetty juurien katkeilemista noston yhteydessä sekä juuri-maayhteyden

katkeamista ja juurten kuivumisista noston ja istutuksen välisenä aikana. Toisaalta istutuksen jälkeen paljasjuuristen taimien juuristo ankkuroituu suoraan istutusmaahan, kun taas paakkutaimen on kasvatettava ensin juuret ulos paakusta. Paljasjuuriset taimet kasvatetaan perinteisesti kookkaammiksi ja harvemmassa kasvatettuina ne ovat myös tanakampia kuin paakkutaimet, minkä vuoksi ne kestävät yleensä pintakasvillisuuden kilpailua ja erilaisia hyönteisvioletuksia paakkutaimia paremmin. Paakkutaimet taas kestävät paljasjuurisia paremmin kuljetuksen ja varastoinnin aikaisia käsittelyvirheitä ja ovat helpompia istuttaa. Huomionarvoista on myös se, että paakkutaimien istuttaminen on kevyempää ja istutusvirheiden mahdollisuus on myös vähäisempi kuin paljasjuuritaimilla.

Tulokset paljasjuuri-paakkutaimi vertailukokeista ovat varsin kirjavia. Ilmeisesti sekä taimien kasvatuksen että istutusalan olosuhteiden aiheuttama vaihtelu peittää usein taimityypin vaikutuksen alleen. Laajasti tarkasteltuna eri taimityyppien menestymiserot erityisesti taimien eloonjäämisinä mitattuna ovat olleet vähäisiä ^(40, 71). Paljasjuuristen taimien usein havaitun nopeamman pituuskehityksen on katsottu johtuneen taimien kokoerosta. Paakkutaimethan istutetaan yleensä nuorempina ja pienempinä kuin paljasjuuritaimet. Istutusalan olosuhteiden perusteella tarkasteltuna taimityyppien välillä on löydettävissä eroja. Karuilla tai hyvin muokatuilla mailla männyn paakkutaimet ovat menestyneet paljasjuurisia taimia paremmin ^(72, 74). Samoin kuivassa muokausjäljessä ovat kuusen paakkutaimet osoittautuneet paljasjuurisia paremmiksi ⁽⁷⁰⁾. Sen sijaan voimakkaassa pintakasvillisuuden kilpailussa paljasjuuritaimet ovat tanakampina ja isompina taimina menestyneet paakkutaimia paremmin ⁽⁵⁸⁾.

Yleisohjeena voidaan sanoa, että paljasjuuritaimi soveltuu paakkutaimia paremmin kosteille ja viljaville maille erityisesti kohteisiin, joilla on voimakas kasvillisuuskilpailu ja suuri riski erilaisille eläin- ja hyönteisvioletuksille tai rousteelle. Kookkaat paljasjuuritaimet selviävät pieniä paakkutaimia paremmin myös jos taimien jälkihoito on puutteellinen. Toisaalta halu käyttää paakkutaimia viljavammillakin kasvupaikoilla voi johtaa suurempien paakkutaimien tuottamiseen kuten Kanadassa on tapahtunut ⁽⁷⁶⁾. Tällaisista taimista ei toistaiseksi ole kuitenkaan olemassa vertailevia tutkimuksia.

Paljasjuuri-paakkutaimi valinta joudutaan pohtimaan tapauskohtaisesti edellä esitettyjen rajoitusten (katso myös kappale 32), omien kokemusten sekä kustannusten kannalta. Mitä kookkaampi ja vanhempi taimi sen kalliimmat ovat yleensä taimi-, kuljetus- ja istutuskustannukset. Pienien paakkutaimien kuljetuskustannukset ovat noin kolmasosa kaksivuotisten paakkutaimien ja puolet paljasjuuristen taimien kuljetuskustannuksista ⁽⁷⁸⁾. Kouluittujen



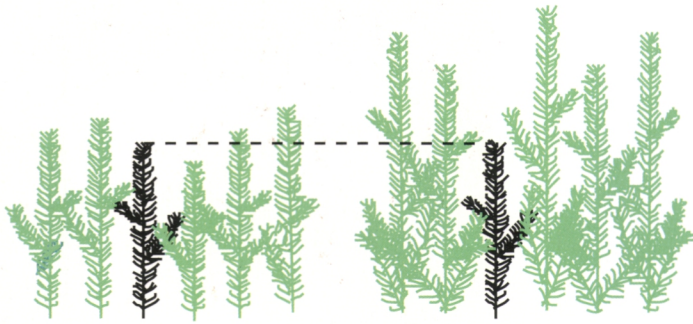
Risto Rikala

Kuva 22. Yhden kasvukauden kasvaneita männyntaimia, joista oikeanpuoleinen on lyhytpäiväkäsittelyn seurauksena muodostanut silmun, josta on samana kesänä kasvanut toinen kasvu kaksoisneulasineen.

paljasjuuritaimien istutuskustannukset nousevat 2–3-kertaisiksi 1–2-vuotisiin paakkutaimiin verrattuna. Toisaalta samankokoisia paakku- ja paljasjuuritaimia verrattaessa erot kuljetuskustannuksissa pienenevät. Paljasjuuritaimien kuljettaminen tien varresta edelleen istutuskohteeseen voi olla niiden keveyden vuoksi jopa helpompaa ja edullisempää kuin vastaavankokoisilla paakkutaimilla.

Yksi- vai kaksineulasmäntyjä

Männyntaimien ensimmäisen kesän neulaset ovat pääosin ns. varhais- eli primäärineulasia. Toisena vuonna taimeen silmusta puhkeavaan kasvaimen kehittyvät lyhytversot, ns. kaksoisneulaset. Kaksoisneulasten kehittymisen voi saada aikaan jo ensimmäisenä kasvukautena lyhytpäiväkäsittelyllä (ks. kappale 22)(kuva 22). Tällä tavoin yhdessä kasvukaudessa kasvatetut 'kaksivuotiset' männyntaimet ovat yleensä myös tanakampia kuin ilman LP-käsittelyä kasvatetut taimet. Kaksoisneulasmäntyä on neulasen rakenteen vuoksi pidetty kestävämpänä erityisesti kuivuutta vastaan kuin tainta, jolla on vasta varhaisneulasia. Viljelykokeissa ei kuitenkaan toistaiseksi ole pystytty osoittamaan selvää eroa näiden kahden taimilajin välillä (67, 102).



Kuva 23. Taimen pituuden merkitys riippuu paitsi taimen omasta pituudesta, myös siitä, minkä kokoisten taimien joukossa taimi on kasvanut. Varjossa, muiden taimien alla kasvanut taimi on valossa kasvaneita heikempi.

Taimien koko

Kokotunnuksia on käytetty kauan ja ne ovat edelleen käytetyimpiä taimien laatua kuvaavia ominaisuuksia. Eri pituiset, mutta rakenteeltaan tasapainoiset taimet ovat fysiologisilta ominaisuuksiltaan ja juurtumiskyvyltään samanarvoisia. Suuren taimen etu perustuukin yleensä rakenteelliseen vahvuuteen, suurempaan neulasmassaan ja yhteyttämisspinta-alaan, jolloin suuri taimi on pienempiä taimia kilpailukykyisempi muuta kasvillisuutta vastaan uudistusalalla. Suuri taimi myös kestää yleensä erilaisia vikuutuksia (halla, hyönteiset) pientä tainta paremmin.

Taimen *pituuden* merkitys yksittäisenä taimen laatua kuvaavana tunnuksena on vaatimatonta, sillä pitkä, mutta vaikkapa suuresta kasvatuksiheudesta johtuen hento taimi on yleensä lyhyempää, mutta tanakampaa tainta heikempi. Kun pituustieto yhdistetään taimen läpimittaan ja yleiseen rakenteeseen sen käyttökelpoisuus nousee. Suomessa paljasjuurisilla taimilla on ollut käytössä kokovaatimukset, joiden mukaan taimien verson täytyy täyttää samanaikaisesti tietyt pituus- ja läpimittarajat. Taimierän sisällä ei ole myöskään sallittu kovin suurta vaihtelua, sillä sen on katsottu osoittavan epätasaisuutta myös taimien elinvoimaisuudessa. Kokeissa onkin osoittautunut, että taimierän keskikokoa selvästi pienemmät taimet, jotka kasvatuspenkissä ovat jääneet muiden varjoon (kuva 23), menestyvät muita taimia heikommin tilanteissa, joissa taimet joutuvat alttiiksi kuivuusrasitukselle, esimerkiksi kuljetuksen tai varastoinnin aikana ⁽⁸⁷⁾. Taimien tasakokoisuus on toivottavaa myös istuttajan kannalta. Erityisesti koneellisessa istutuksessa syöttökasettien täyttö ja kuljettajan työjäljen seuranta hankaloituu jos taimien koko vaihtelee paljon (kuva 24).

Taimien *läpimittaa* pidetään parhaana yksittäisenä taimien rakennetunnuksena. Läpimitta kuvaa välillisesti taimen kestävyyttä ja juuriston kokoa. Paljasjuurisilla douglaskuusen taimilla taimien tyviläpimitta ja juuriston koko ovat USA:ssa laajoissa kokeissa

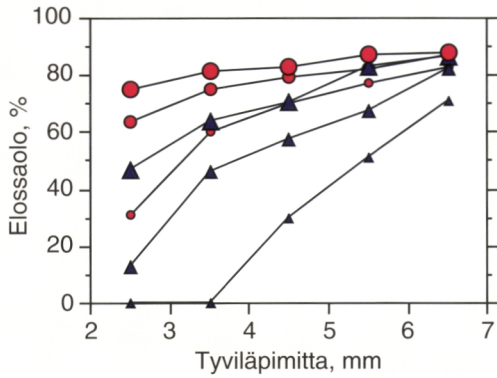


Erkki Oksanen

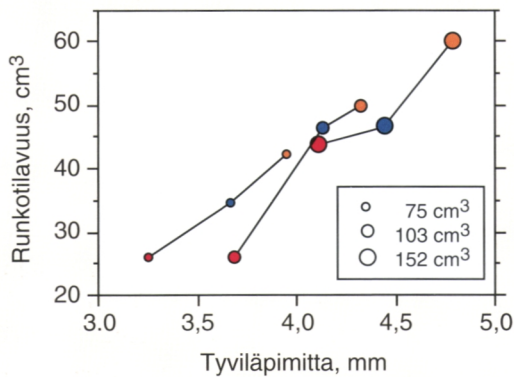
Kuva 24. Erikokoiset taimet vaikeuttavat istutuskoneen syötökasettien täyttöä ja suuren istutusyvyyden vuoksi työajän seuranta ohjaamosta vaikeutuu alle 15 cm:n mittaisia taimia käytettäessä.

ennustaneet hyvin paljasjuuristen taimien elossaoloa (kuva 25). Paakkutaimilla läpimitan on havaittu ennustavan taimien istutuksen jälkeistä kasvua (kuva 26). Koska kasvatustiheys on keskeisin taimen läpimitaan ja samalla myös kasvatuskustannuksiin vaikuttava tekijä, tanakoiden taimien kasvattaminen on kalliimpaa kuin hentojen taimien kasvattaminen. Tämä vaikuttaa erityisesti paakkutaimikasvatuksessa, missä kasvatustiheydet ovat juuri kustannussyistä selvästi suurempia (havupuilla 400–800 tainta/m²) kuin paljasjuuritaimilla (80–200 tainta/m²).

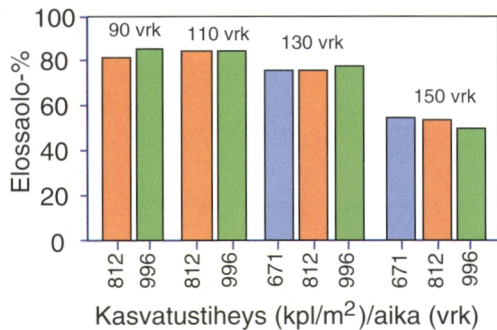
Suurilla kasvatustiheyksillä ei taimia tule kasvattaa pienissä paa-kuissa liian pitkään ja liian pitkiksi sillä hentojen ja juuristoltaan ahtautuneiden ja epämuodostuneiden taimien menestymisennuste on huono (kuva 27) ⁽⁸²⁾. Tanakat taimet kestävät paremmin sekä kuljetuksen ja varastoinnin aikaista että istutuksen jälkeistä räsitystä (kuva 28). Tutkimustulokset ja käytännön kokemukset osoittavat, että kun taimi istutetaan olosuhteisiin, joissa se joutuu alttiiksi pintakasvillisuuskilpailulle, erilaisille stresseille kuten tukkimiehentäin tai myyrien syönnille ja kevätahavalle, kestävät vanhemmat ja kookkaammat taimet näitä rasituksia paremmin kuin nuoret ja pienemmät taimet. Suurikokoisten taimien haittana on se, että ensimmäisten vuosien kasvu voi kärsiä kuivuudesta herkemmin kuin pienillä mukautuvammilla taimilla.



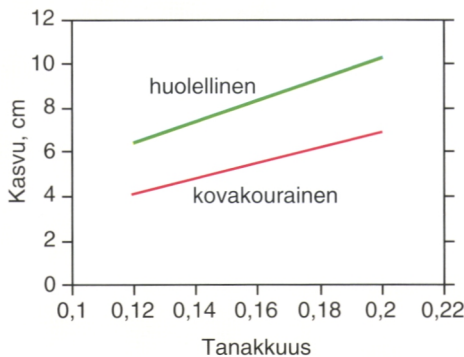
Kuva 25. Paljasjuuristen douglaskuusen taimien tyviläpimitan ja juuriston koon vaikutus taimien elossaoloon kolme vuotta istutuksesta keskimääräisillä (punainen ympyrä) ja vaikeilla istutuskohteilla (sininen kolmio). Symbolin koko kuvaa juuriston kokoa (iso, keskikokoinen, pieni).⁽⁸⁾



Kuva 26. Kuusen paakkutaimien rangan tilavuuden (5 vuotta istutuksen jälkeen) riippuvuus taimien istutusläpimitästä. Eri istutusläpimitat saavutettiin kasvattamalla taimet eri kokoisissa paakuissa (paakkutilavuudet: 75, 103 ja 152 cm³) ja eri kasvustiheyksissä (punainen = 100%, sininen = 50% ja oranssi = 25% kasvustiheys, katso kuva 5). Eri läpimittaisten taimien pituus istutuksessa oli 25–34 cm, läpimitaltaan ohuimmat olivat pisimpiä.⁽⁹⁰⁾

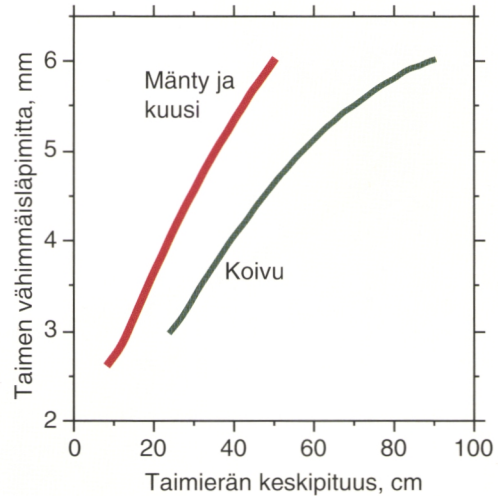


Kuva 27. Kasvustiheyden (taimia/m², luvut pylväissä) ja kasvatusajan pituuden (vrk, luvut pylväiden yläpuolella) vaikutus männyntaimien elossaoloon 2 vuotta istutuksen jälkeen⁽³⁷⁾.



Kuva 28. Taimien tanakkuuden (läpimitta (mm)/pituus (cm)) vaikutus huolellisesti ja kovakouraisesti käsiteltävien kaksivuotiaiden juurileikkattujen sitkankuusen taimien ensimmäisen kesän pituuskasvuun istutuksen jälkeen⁽⁶⁶⁾.

Kuva 29. Männyn ja kuusen sekä koivun paljasjuuritaimien vähimmäisläpimitta taimierän keskipituuden mukaan (piirretty MMM:n päätöstä 1533/92 metsänviljelyaineiston kaupasta mukaellen).

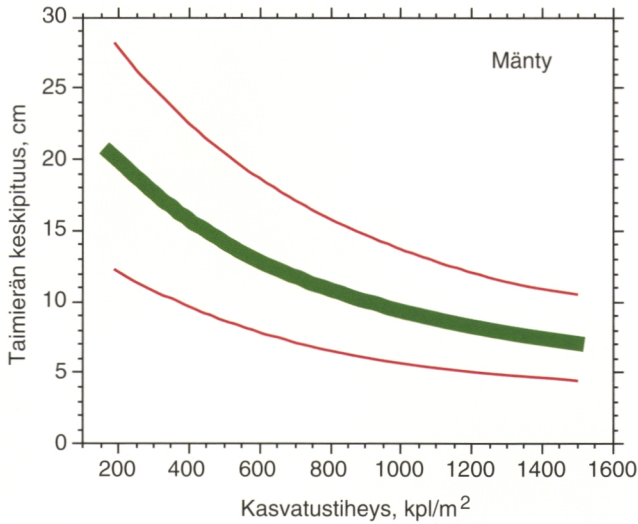


Kokosuositukset

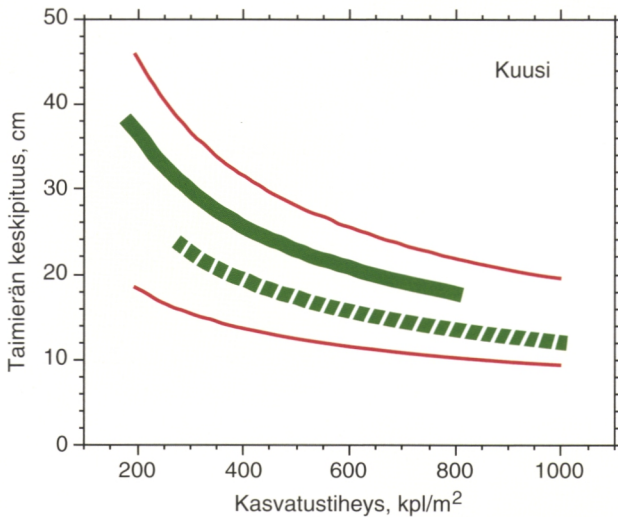
Suomessa paljasjuurisiet taimet on luokiteltu taimierän keskipituuden mukaan ^(95, 96). Taimien tanakkuus on turvattu asettamalla yksittäiselle taimelle vähimmäisläpimitta, joka määräytyy erän keskipituuden mukaan (kuva 29). Koska taimikasvustossa muiden varjoon jäävät taimet ovat hentoja ja elinvoimaltaan heikkoja, kannattaa hylätä sellaiset taimet, joiden pituus on alle 55 % erän taimien keskipituudesta. Näin esimerkiksi keskipituudeltaan 22 cm:n taimierästä hylätään alle 12 cm:n taimet.

Myös paakkutaimien koko ilmoitetaan taimierän keskipituutena. Minimiläpimittaa ei paakkutaimilla kuitenkaan ole kokovaatimuksissa käytetty, sillä paakkutaimien tyviläpimitta on käytännön toiminnassa varsin hankala mitata luotettavasti. Paakkutaimien tanakkuutta on sen sijaan pyritty ohjaamaan asettamalla taimierille enimmäispituusrajat eri kasvatusiheyksillä. Kuvissa (kuvat 30–33) on esitetty suositukset männyn, kuusen ja koivun taimierien tavoitepituuksille sekä enimmäis- ja vähimmäiskeskipituuksille taimien kasvatusiheyden suhteen.

Enimmäiskeskipituutta kookkaampien taimierien käyttö on arveluttavaa, koska kasvatusiheydestä johtuen taimet ovat honteloita ja juuret yleensä ahtautuneita ja epämuodostuneita. Myös taimien sairastumisriski harmaahomeeseen ja muihin tauteihin kasvatuksen aikana kasvaa. Vähimmäiskeskipituutta lyhyempien taimien kasvattaminen on taas epätaloudellista. Taimien juuriston paakun sitomiskyky voi olla heikko ja paakut rikkoutuvat helposti käsittelyn aikana. Koska yksi- ja kaksivuotiaiden taimien rakenne poikkeaa toisistaan, on kuusen taimille esitetty tavoitekeskipituudet



Kuva 30. Suositus männyn paakkutaimien eräkohtaisille enimmäis-, tavoite- ja vähimmäis-keskipituuksille eri kasvustiheyksissä.

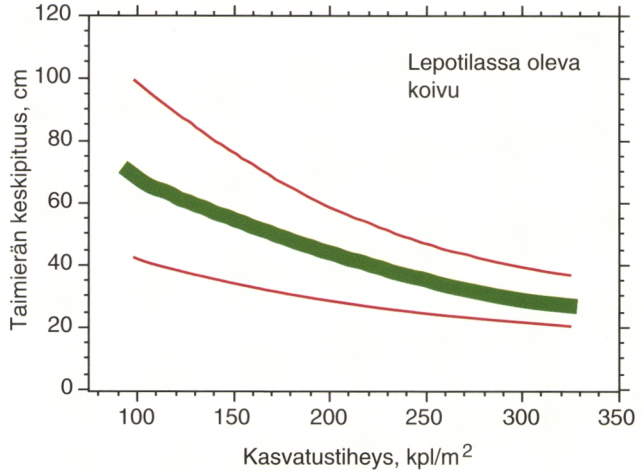


Kuva 31. Suositus kuusen paakkutaimien eräkohtaisille enimmäis-, vähimmäis- ja tavoite-keskipituuksille eri kasvustiheyksissä. Kuvassa on tavoite-keskipituus erikseen yksivuotisille (katkoviiva) ja kaksivuotisille (yhtenäinen viiva) taimille.

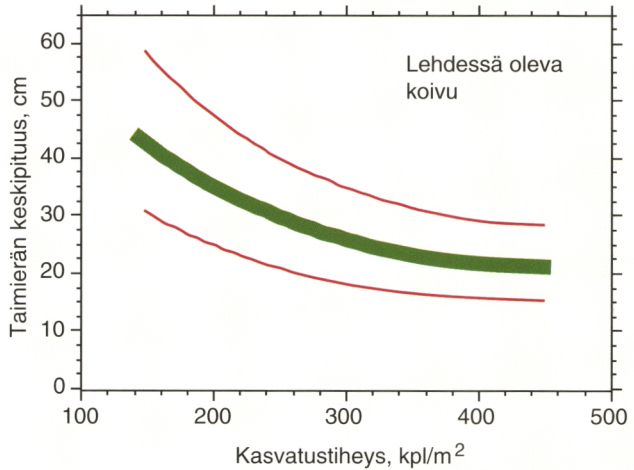
molemmille taimilajeille erikseen (kuva 31). Pohjois-Suomessa kylvökohteille tuotettavien männyn minipaakkujen kokosuositusta ei ole sisällytetty kuvaan. Näiden taimien suositeltavat taimierien enimmäis- ja tavoitekeskipituudet sekä yksittäisen taimen vähimmäispituudet kasvustiheysluokittain ovat:

Tiheys, tainta/m ²	Enimmäis-keskipituus, cm	Tavoite-keskipituus, cm	Vähimmäis-pituus, cm
1500–2000	12,0	8,0	4,0
2001–2500	10,0	6,0	3,5
2001–3000	8,0	5,0	3,0

Kuva 32. Suositus lepotilassa olevien koivun paakkutaimien eräkohtaisille enimmäis-, tavoite- ja vähimmäiskeskipituuksille eri kasvustiheyksissä. Tiheysluvut koskevat taimitiheyttä kasvatusarkissa. Koivukasvuston tautiriskin vähentämiseksi taimiarkkien väliin jätetään tavallisesti 15–25 cm leveitä tuuletuskäytäviä, jolloin kasvustiheys koko kasvatuspinta-alaa kohti laskettuna laskee.



Kuva 33. Suositus lehdessä olevien koivun paakkutaimien (kesäkoivu) eräkohtaisille enimmäis-, tavoite- ja vähimmäiskeskipituuksille eri kasvustiheyksissä. Tiheysluvut koskevat taimitiheyttä kasvatusarkissa. Koivukasvuston tautiriskin vähentämiseksi taimiarkkien väliin jätetään yleensä 15–25 cm leveitä tuuletuskäytäviä, jolloin kasvustiheys koko kasvatuspinta-alaa kohti laskettuna laskee.



Koivun paakkutaimille suositus on annettu erikseen lepotilassa istutettaville lehdettömille (kuva 32) ja kesällä istutettaville, kasvussa oleville lehdellisille koivun paakkutaimille (kuva 33). Lehdellisten taimien kuivumisherkkyyden vuoksi ne suositellaan istutettavan pienempinä kuin lepotilassa olevat taimet. Myös paakkutaimilla liian hennot ja lyhyet, kasvustossa allejääneet taimet on syytä hylätä. Sopiva hylkäysraja on samoin kuin paljasjuurisilla taimilla, 55 % taimierän keskipituudesta.

Monissa maissa ei myytävälle taimille ole asetettu kokovaatimuksia. Näin on esimerkiksi Ruotsissa. Norjassa kokovaatimukset määräytyvät alueittain. Seuraavassa esitellään vertailun vuoksi eräissä maissa asetettuja taimien kokovaatimuksia. Englannissa ⁽⁶⁶⁾ esimerkiksi paljasjuuristen taimien läpimittavaatimukset ovat

osittain tiukemmat kuin Suomessa viranomaissäännöksissä olleet vaatimukset:

Puulaji	Pituusluokka, cm						
	10	15	20	30	40	50	60
	Taimen minimiläpimitta, mm						
Koivu	–	–	3	4	4,5	5,5	6,5
Mänty	3	4	4,5	6,5	8	9,5	–
Kuusi	–	2,5	3	4	5	6	7

Kanadassa, Brittiläisessä Kolumbiassa kullekin paakkutyypille on asetettu puulajikohtaiset pituus- ja läpimittavaatimukset, joissa minimi- ja maksimiarvot koskevat yksittäisten taimien pituuksia. Seuraavassa esimerkki vaatimuksista styrokspoteissa kasvatettaville kuusentaimille ja kaksivuotisille paljasjuuritaimille ⁽⁷⁶⁾.

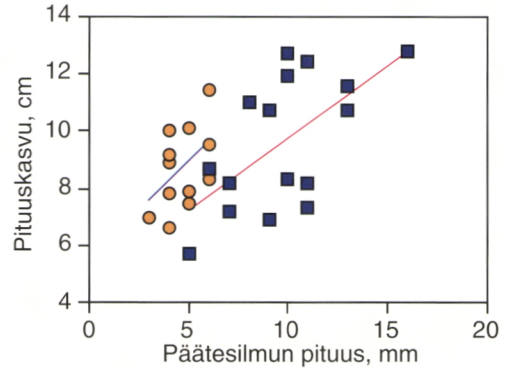
Tyyppi	Kasvatus- tiheys kpl/m ²	Paakku- tilavuus cm ²	Ikä, v	Pituus, cm			Tyviläpimitta, mm	
				Min.	Tavoite	Maks.	Min.	Tavoite
PSB313B	764	65	1	11	17	25	2,4	3,0
PSB410	527	80	1	12	18	27	2,6	3,2
PSB412A	366	126	1	14	24	35	3,0	3,8
PSB415D	366	172	1	14	25	40	3,2	4,0
PSB512A	280	220	1	15	27	40	3,3	4,2
PSB415B	527	93	2	14	27	40	4,0	5,0
PSB615A	215	336	2	20	35	50	5,0	6,0
Paljasjuurinen, koul.			2	17	27	37	4,0	5,0

Silmu

Männyn- ja kuusen taimilla kärkisilmun koko ennustaa seuraavan vuoden kasvaimen pituutta (kuva 34, katso myös kappale 41). Monella havupuulajilla on ns. ennaltamääräytynyt pituuskasvutapa, jossa vuosikasvaimen kärkeen kehittyvään kärkisilmuun muodostuvat loppukesällä seuraavan vuosikasvaimen neulasten aiheet eli kääpiöversot (kuva 35). Mitä suotuisammassa olosuhteissa silmu kehittyä, sitä enemmän neulasaiheita muodostuu ja sitä suuremmaksi silmu kehittyä ja sitä pitempi on yleensä seuraavan vuoden pituuskasvu. Pituuskasvu ei kuitenkaan ole täysin ennaltamääräytynyt, vaan neulasvälien ja siten koko kasvaimen pituuteen vaikuttavat myös pituuskasvun aikaiset olosuhteet.

Lämpiminä syksyinä, etenkin männyllä, valmis silmu saattaa alkaa venyä pituutta ja kehittyä ns. pitkä silmu, joka on tavallaan kesken jäänyt jälkikasvu. Tällaisesta pitkästä silmusta kehittyä yleensä normaalimittainen pituuskasvu.

Kuva 34. Männyn paakkutaimien istutuksen jälkeisen pituuskasvun riippuvuus kärkisilmun pituudesta 28:ssa eteläsuomalaisessa taimierässä. Erät kasvatettiin II eri taimitarhalla ja istutettiin taimitarhapellolle. Oranssit ympyrät: yksivuotiaita taimia, siniset neliöt: kaksivuotiaita taimia.



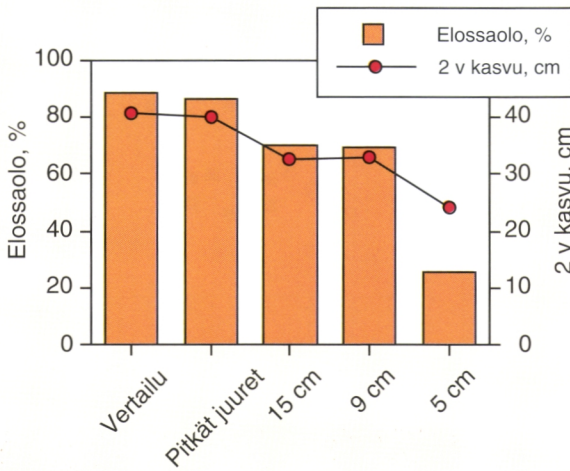
Kuva 35. Kaksivuotisen kuusen paakkutaimen avattu silmu (silmusuomut poistettu). Keskellä vihreä alkeisvarsi alkeisneulasineen (salmiakki-kuviot), josta kehittyy seuraavan kesän pituuskasvu. Mittakaavana katkenneita neulasen päitä.



Pekka Voipio

Juuristo

Terve, rakenteeltaan tasapainoinen, tuuhea juuristo pystyy oikein istutettuna turvaamaan parhaiten taimen veden ja ravinteiden saannin istutuksen jälkeen sekä ankkuroimaan taimen lujasti maahan puun kasvaessa. Jos juuristo on epämuodostunut jo taimitarhalla, ei se korjaannu istutuksessa tai sen jälkeen. Toispuoleinen juuristo huonosti istutettuna, etenkin hienojakoisilla mailla, voi johtaa puun kallistumiseen ja jopa kaatumiseen. Mänty ja koivu ovat kuusta herkempiä juuriepämuodostumisten seurauksille. Kuusi, toisin kuin mänty, pystyy muodostamaan jälkijuuria ts. kasvattamaan rungosta kokonaan uusia juuria vanhan juuriston yläpuolelta esim. liian syvään istutuksen seurauksena.

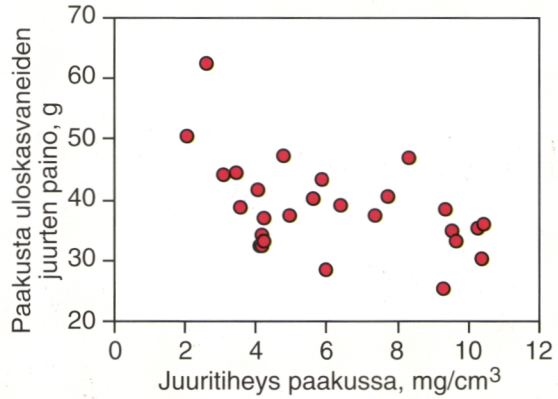


Kuva 36. Paljasjuuristen, kaksivuotisten douglaskuusen taimien noston jälkeen ennen istutusta toteutetun juurien katkomisen vaikutus taimien istutuksen jälkeiseen menestymiseen. Käsittelyt: Vertailu = juuret koskemattomia, Pitkät juuret = pitkät juuret katkottu, 15 cm, 9 cm ja 5 cm = juuret lyhennetty em. pituuksiin taimen tyveltä mitattuna. (66)

Juuriston rakennevaatimukset samoin kuin mittausmahdollisuudet poikkeavat paljasjuurisilla ja paakkutaimilla. Juuristoa voidaan kuvata mm. painolla, sivujuurien pituudella ja lukumäärällä sekä suuntautuneisuudella (kiertyminen, taipuminen). Juuriston tilavuuden ⁽⁹³⁾ sekä tuuheutta kuvaavan pääjuuresta haarautuvien sivujuurten lukumäärän ⁽⁹⁸⁾ on havaittu ennustavan taimien eloonjäämistä ja kasvua. Sen sijaan paljasjuurisilla taimilla usein koulintapenkissä taimirivin myötäisesti kasvaneilla pitkillä sivujuurilla ei ole merkitystä taimen menestymisen kannalta, vaan ne hankaloittavat istutusta. Näiden pitkien sivujuurten katkominen ei vaikuta haitallisesti taimien menestymiseen. Katkominen on kuitenkin syytä tehdä jo taimitarhalla terävällä työkalulla. Sen sijaan 'juurikimppuun' kuuluvia juuria ei pidä työstää, sillä juuren kärjet ovat aktiivisimpia vedenotossa ja niiden menetys heikentää taimien kehittymistä (kuva 36).

Myös paakkutaimilla on olennaista, että juuristo ei ole kiertynyt tai muuten epämuodostunut. Etenkin männyllä paakussa voimakkaasti kiertynyt juuristo saattaa johtaa taimien kuristumiseen ja jopa katkeamiseen istutuksen jälkeen. Paakkutaimien juurten muotoon vaikuttaa paitsi paakunmuodostaja, myös kasvatusajan pituus. Mitä kauemmin ja kookkaammiksi taimet kasvatetaan, sitä pahempia epämuodostumia syntyy. Männyllä liiallinen juuriston tiheys paakussa ilmentää juurten epämuodostumista ja ennustaa juurille heikkoa jatkokehitystä istutuksen jälkeen (kuva 37). Paakun kokoon nähden liian pitkä kasvatusaika heikentääkin taimien menestymistä istutuksen jälkeen (kuva 26). Kuitenkaan mitään selvää ja yksiselitteistä ohjetta paakkutaimien hylkäämiseen juuriston epämuotoisuuden perusteella ei ole pystytty antamaan.

Kuva 37. Männyn yksi- ja kaksivuotisten paakkutaimien kolmen vuoden aikana istutuksen jälkeen paakusta uloskasvaneiden juurten kuivapainon riippuvuus istutusta edeltäneestä juuriston tiheydestä paakussa (juurten kuivapaino (mg)/paakun tilavuus (cm³)). Julkaisematon 28 eteläsuomalaiseen taimierään perustuva aineisto.



Jos paakkuarkkeja pidetään kasvatuksen tai liian pitkän varastoinnin aikana maassa, eikä paakusta uloskasvavia juuria leikata säännöllisesti tai juurten kasvua ei estetä riittävästi ilmaan kohotetulla alustalla (kohokasvatus), suuri osa aktiivisimmasta juuristosta kasvaa ulos juuripaakusta (kuva 38). Tällaisten taimien veden- ja ravinteidenotto-kyky on heikko.

Paakkutaimilla *juuripaakun eheys* on todettu merkittäväksi taimien menestymistä kuvaavaksi tekijäksi (kuva 39). Juuripaakku voi rikkoutua, jos juuret eivät ole kasvatuksen aikana ehtineet sitoa turvetta riittävän hyvin koko paakun syvyydeltä tai liian kärkean käsittelyn seurauksena esim. irrotettaessa taimia kasvatusarkeista. Vajaasti kehittyneen tai rikkoontuneen juuriston veden ja ravinteiden ottokyky on huono. Jos osa turpeesta jää tainta irrotettaessa kasvatusarkkiin, on se merkki heikosti kehittyneestä, vajaasta juuristosta. Toisaalta joissakin tapauksissa on havaittu, että liian tiukan juuripaakun 'löysyttäminen' esim. pudottelemalla taimipakkauksia ei ole heikentänyt taimien menestymistä, vaan joskus jopa parantanut sitä ⁽⁷³⁾.

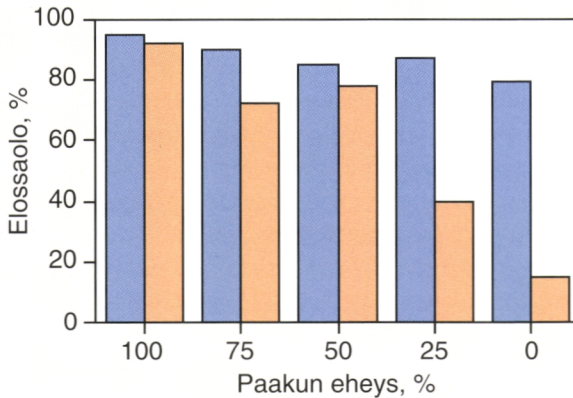
Eryityisesti paakkutaimien *juurten terveys* on syytä tarkastaa. Paakkutaimien juuristoa uhkaavat paitsi juuristotaudit myös syksyn ja talvenaikaiset paleltumisvauriot, jos taimia on varastoitu ulkona. Varsinkin varhaiset syyspakkaset ennen lumen satamista saattavat vaurioittaa juuristoja. Juuret kestävät elo-syyskuussa vain muutaman asteen pakkasen. Ilmojen viileessä juurten pakkaskestävyys lisääntyy $-10...-20^{\circ}\text{C}$:een, mutta se on aina selvästi verson pakkaskestävyyttä heikompi.

Juuriverso-suhdetta on pidetty paljasjuurisille taimille tärkeänä taimien kuivuudenkestävyyttä ilmentävänä tunnuksena, joka kuvaa juuriston vedenotto-kyvyn suhdetta verson haihduntaan. Paakkutaimilla juuriverso-suhteen merkitystä pidetään vähäisempänä ⁽⁴⁾.



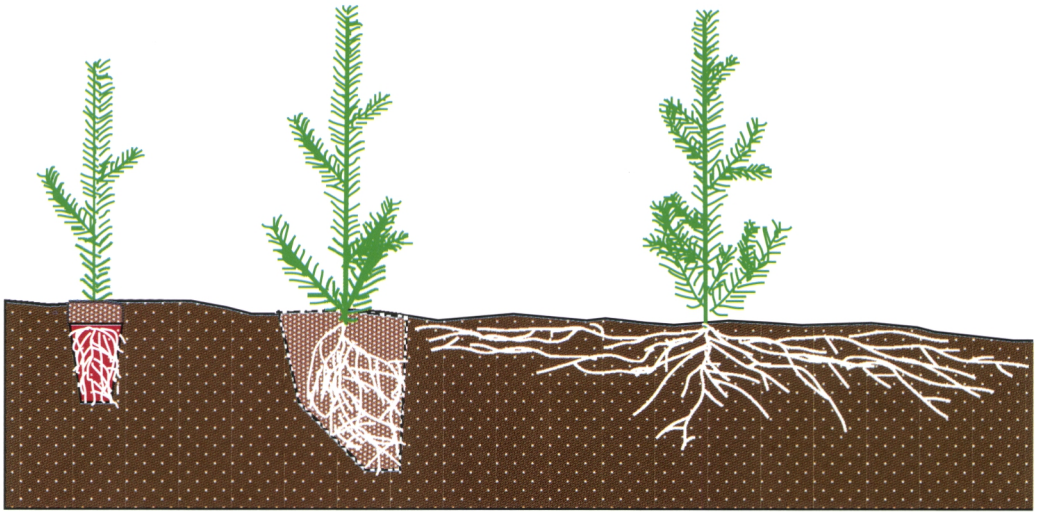
Kuva 38. Paakusta kasvatuksen aikana liian runsaasti uloskasvaneita juuria. Jopa puolet juurimassasta voi olla paakun ulkopuolella. Nämä juuret on leikattava viimeistään 2–3 viikkoa ennen taimien istuttamista niin, että uudet juurenkärjet ehtivät muodostua paakkuun leikattujen tilalle.

Risto Rikala



Kuva 39. Paakun eheyden vaikutus keltamännyn paakutaimien eloonjäämiseen sateisen (sininen) ja kuivan (oranssi) kevään istutuksissa. Taimilaatikosta irrotettaessa rikkoutuneiden juuripaakkujen eheys on arvioitu taimikohtaisesti istutettaessa. ⁽¹⁰⁹⁾

Paakutaimien, joilla juuristo on paakun suojassa, täytyy ensin kasvattaa uudet juuret paakusta ulos istutusmaahan ennenkuin veden saanti on turvattu (kuva 40). Keskeisimpänä juurten kasvua rajoittavana tekijänä pidetäänkin paakun ja istutusmaan rajapintaa, eikä niinkään paakussa olevien juurien määrää. Suomessa männyn paljasjuuristen taimien juuriverso-suhteet ovat vaihdelleet 0,2–0,3 välillä ⁽³⁵⁾ ja paakutaimien 0,2–0,7:n välillä.



Kuva 40. Kaavio-kuva vastaistutetun paakkutaimen ja paljasjuuritaimen sekä samankokoisen luontaisesti syntyneen taimen juuristosta.

Mykorritsat

Mykorritsa eli sienijuuri on sienen ja kasvin juuren symbioosi, yhteiselon muoto. Yhteiseloä pitää yllä työnjako, jossa sieniosakas tehostaa puiden ravinteiden ja veden ottoa ja vastaavasti saa puulta mm. hiiliyhdisteitä. On arveltu, että mykorritsat voisivat myös suojata puita juuristosienitaudeilta. Luontainen mykorritsainfektio on taimitarhalla kasvatusmenetelmistä johtuen hitaampi kuin metsässä, eivätkä tarhalla esiintyvät mykorritsat välttämättä menesty metsämaassa. Metsäpuuntaimien mykorritsaimppäystä käytetään etenkin viljeltäessä alueelle vieraita puulajeja, joille sopivia mykorritsasieniä ei entuudestaan ole maaperässä. Esimerkiksi Ranskassa, mistä puuttuu Douglaskuusen luontainen mykorritsalajisto, on Douglaskuusentaimien mykorritsaimppäyksistä saatu hyviä tuloksia⁽¹⁸⁾. Pohjois-Amerikassa taas parhaat tulokset mykorritsaimppäyksestä on saatu uudistettaessa entisiä maatalousmaita ja kaivosjätealueita⁽¹¹⁷⁾. Pohjoisempana normaaleissa metsämaailosuhteissa tulokset ovat olleet vaihtelevampia⁽¹⁰³⁾, eikä käytännön taimikasvatuksessa ole kotoperäisten puulajien taimilla toistaiseksi juuri käytetty mykorritsaimppäystä.

245 Ravinnepitoisuus

Taimien ravinnetilalla on tärkeä merkitys taimien istutuksen jälkeisessä mukautumisessa. Taimien ravinnetila ilmoitetaan yleensä taimen tai sen osan (esim. neulaset) *ravinnepitoisuutena* (*concentration*) massayksikköä kohti laskettuna. Jos taimen tai

sen osan massa tunnetaan, voidaan ravinnetila ilmoittaa myös *ravinnesisältönä* (*content*), massan ja ravinnepitoisuuden tulona. Kuitenkin käytännön toiminnassa, jossa taimien koko valitaan uudistusalan ym. olosuhteiden mukaan, on ravinnepitoisuus taimen laatua kuvaavana tunnuksena ravinnesisältöä olennaisempi.

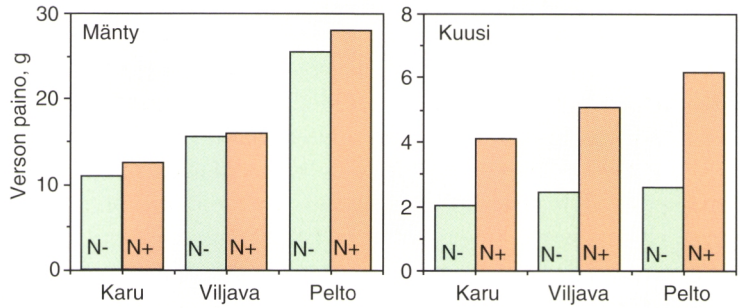
Eri ravinteiden pitoisuudet vaihtelevat taimen osan, neulasvuosikerran ja vuodenajan mukaan. Yleensä neulasnäytteet ravinneanalyysiä varten suositellaan otettaviksi puiden lepokauden aikana joulukuusta maaliskuuhun⁽⁸³⁾. Taimitarhoilla näytteet havupuista otetaan kuitenkin yleensä jo lokakuussa ennenkuin lumi peittää taimet tai ne varastoidaan. Ulkona varastoitujen taimien ravinnepitoisuus laskee yleensä jonkin verran keväeseen mennessä sateiden ja lumen sulamisvesien vaikutuksesta. Lehtipuilla lehtinäyte otetaan elokuussa ennen lehtien kellastumista ja rankanäyte lehtien varisemisen jälkeen. Koska ravinnepitoisuuksien vaihtelu on melko voimakasta, paitsi puulajien myös eri-ikäisten taimien välillä, ovat ohjearvot melko väljät. Erityisesti lehtipuilla vertailuarvoja on toistaiseksi niukasti käytettävissä. Taimien ravinnepitoisuutta on taimitarhoilla yleensä mitattu vain ongelmatapauksissa. Jos taimen väriytyminen (kellertävyys, muut väripoikkeamat) vaikuttaa poikkeavalta onkin syytä tarkastaa taimien ravinnepitoisuus ja verrata saatuja tuloksia annettuihin ohjearvoihin (taulukko 3).

Tulevaisuudessa taimien ravinnepitoisuuksiin kiinnitetään nykyistä enemmän huomiota. Erityisesti typpipitoisuuden on osoitettu ennustavan hyvin taimien istutuksen jälkeistä kasvua ja parantavan taimien kilpailukykyä pintakasvillisuutta vastaan⁽⁶⁰⁾. Kuitenkin eri puulajien välillä on eroja ravinnevaraston hyödyntämisessä. Kuusi pystyy hyödyntämään typpivarastojaan istutuksen jälkeisessä kasvussa mäntyä paremmin (kuva 41).

246 Taimien kunnan ja vaurioiden mittausmenetelmät

Taimien laatu voi heiketä taimikasvatuksen, kuljetuksen ja varastoinnin aikana erilaisten stressien, kuten pakkasen, kuivuuden tai tautien taimille aiheuttamien *vaurioiden* seurauksena. Vaurioita selvitetessä mitataan yleensä solukkotasolla tapahtuneita muutoksia. Toisaalta ennen taimien metsään lähettämistä halutaan varmistua, että taimien *kunto* on hyvä. Taimien kuntoa taas mitataan yleensä testeillä, joissa taimet altistetaan ensin rasitukselle ja sitten seurataan taimien selviytymistä mittaamalla niiden kasvua tai elintoimintoja. Koska elintoimintojen aktiivisuus riippuu taimen kehitysvaiheesta (katso kappale 41), muuttuvat myös ohjearvot. Taimien vaurioitumista tai kuntoa mittaaville testeille onkin toistaiseksi varsin vähän käytettävissä ohjearvoja. Käytännössä monet

Kuva 41. Männy ja kuusen paakkutaimien neulasten typpipitoisuuden (mänty: N- = 1,7%, N+ = 2,4%, kuusi: N- = 1,4%, N+ = 2,2%) vaikutus taimien verson painoon erilaisilla istutuskohteilla kaksi kasvukautta istutuksesta. (111)



Taulukko 3. Kuusen ja männyntaimien neulasten sekä koivuntaimien lehtien sopivat ravinnepitoisuudet sekä rajat arveluttavan matalille ja korkeille havupuun taimien neulasten ravinnepitoisuuksille. Koivun taimien lehtien ravinnepitoisuudet perustuvat suppeahkoon aineistoon. Näytteet otetaan havupuuntaimilla loka-marraskuussa ja koivun taimilla elokuun loppupuoliskolla.

Ravinne	Kuusi	Mänty	Havupuut arveluttavan matala korkea		Koivu
	sopiva		g/kg		sopiva
N	16,0–23,0	13,0–18,0	11,0	26,0	25–40
P	1,4–3,0	1,4–2,8	1,0	3,5	3,5–5
K	7,0–12,0	6,0–10,0	4,0	16,0	15–25
Ca	2,5–5	1,5–3,0	0,8	7,0	3–5
Mg	1,2–2,0	1,2–2,0	0,8	3,0	2–3,5
	mg/kg				
Fe	50–200		30	200	–
B	15–30		8	80	10–30
Cu	4–10		2	20	3–10
Mn	100–500		20	1500	200–1000
Zn	40–100		20	150	80–600

menetelmät ovatkin jääneet tutkimuksen työkaluiksi taimien kasvatusmenetelmien kehittämisessä.

Seuraavassa kuvattavia juurten kasvupotentiaali-, silmun puhkeamis- ja taimien istutustestejä käytetään taimien laadun mittareina sekä kuiva-ainepitoisuuksia taimien pakkaskestävyyden ilmentäjänä taimitarhoillamme. Sen sijaan ionivuoto- ja klorofyllifluoresenssimittauksia myydään palveluina vasta eräissä ulkomaisissa testilaboratorioissa. Ne saattavat kuulua tulevaisuudessa taimien laadun mittausten menetelmiin meilläkin. Taimien laatua kuvaavia tunnuksia ja testejä on lueteltu laajemmin liitteessä 2.

Juurten kasvupotentiaali

Taimen istutusalalle mukautumisen kannalta on olennaista, että se pystyy kasvattamaan nopeasti uudet tehokkaat juuret paakusta ulos istutusmaahan. Juurten kasvupotentiaalin (JKP, englanniksi *Root growth capacity*, RGC) käyttö laatumittarina pohjaa tähän ajatukseen. JKP määritellään taimen kykynä kasvattaa uusia juuria suotuisissa lämpö-, valo- ja kosteusolosuhteissa. Testiin istutetaan taimierästä yleensä 30–60 tainta ja niitä kasvatetaan yleensä 1–4 viikon ajan puulajista ja olosuhteista riippuen. JKP mitataan laskemalla kasvatuksen jälkeen uusien juurien lukumäärä tai punnitsemalla niiden paino (kuva 42). Paljasjuurisilla taimilla lasketaan kaikki uudet juuret ja paakku- tai paakku- ja paakku- taimilla yleensä paakusta uloskasvaneet juuret. Työn nopeuttamiseksi juurten määrä voidaan luokitella ⁽⁹⁾:

0	ei uusia juuria	4	11–30 kpl uusia (> 1 cm) juuria
1	joitakin uusia (< 1 cm) juuria	5	31–100 kpl uusia (> 1 cm) juuria
2	1–3 kpl uusia (> 1 cm) juuria	6	101–300 kpl uusia (> 1 cm) juuria
3	4–10 kpl uusia (> 1 cm) juuria	7	yli 300 kpl uusia (> 1 cm) juuria

Vaikka JKP:tä käytetään yleisesti taimien laadun testauksessa, on sillä myös useita heikkouksia. Taimiyksilöiden välinen vaihtelu ja myös mahdollisista tuhoista johtuva vaihtelu taimikentässä voi olla suurta, minkä vuoksi otannan pitää olla riittävä ja oikein kohdistettu. Testiolosuhteiden pitää olla hyvät ja mielellään samanlaiset vuodesta toiseen, jotta eri vuosina saatuja tuloksia voidaan verrata keskenään. JKP:ssa esiintyy myös selvää vuodenaikaisvaihtelua. Tätä vaihtelua ei tunneta kaikilla puulajeilla kovin hyvin, joten yksiselitteisiä ohjeita ei ole olemassa. Suomen olosuhteissa testausaika lumen sulamisen ja taimien lähetyksen välillä jää usein liian lyhyeksi. On myös arvosteltu, että suotuisissa olosuhteissa tehtävä testi ei ennusta riittävän hyvin rasittaviin olosuhteisiin istutettavien taimien menestymistä. JKP-testiä onkin kokeiltu myös kasvua rajoittavissa, paremmin todellisia istutusolosuhteita vastaavissa olosuhteissa ⁽⁹¹⁾. Tulokset ovat olleet lupaavia, mutta ongelmaiseksi muodostuu testiajan pidentyminen.

Testin kyky ennustaa taimien maastomenestymistä näyttää riippuvan myös puulajista. Kokeissa se on ennustanut paremmin männyn kuin kuusen taimien menestymistä (kuva 43). Toisaalta Kanadassa kuusella tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että taimikuolleisuus istutuksen jälkeen lisääntyi vasta hyvin alhaisilla JKP-arvoilla (kuva 44). Ohjeiden tulisi siis olla männylle korkeammalla kuin kuuselle. Suomessa ei ole laadittu suositusarvoja JKP:lle, mutta Brittiläisessä Kolumbiassa on erän hylkäämiseen

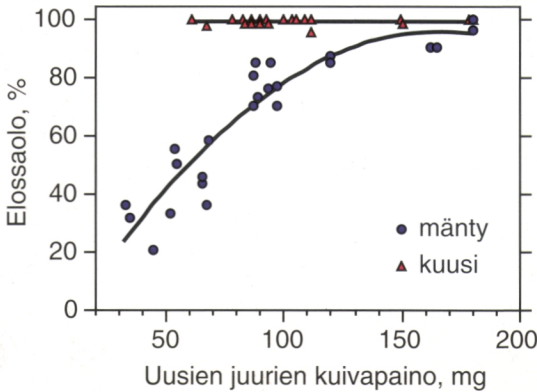


Erkki Oksanen

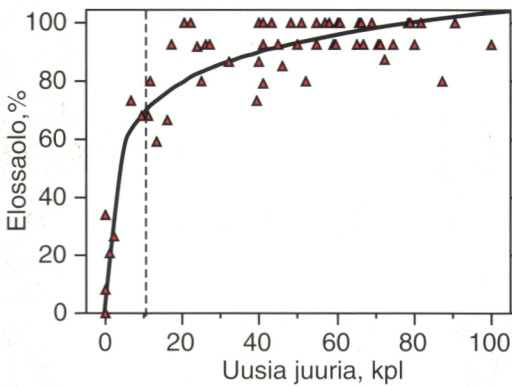
Kuva 42. Juurten kasvupotentiaali-testistä nostettuja kuusen paakku-taimia. Uusien paakusta uloskasva-neiden juurien määrä kuvaa juuriston elävyyttä.

käytetty 10 juurta (> 1 cm) raja-arvona.

Puutteistaan huolimatta JKP on maailmalla ehkä käytetyin taimien elinvoimaisuustesti. Esim. Weyerhaeuser-yhtiö on laatinut ohjeistot taimien JKP:n testaamiselle ja käyttää sitä kaikilla tuottamillaan taimierillä⁽¹⁰⁵⁾. Suomessakin taimitarhat testaavat, tosin vaihtelevin menetelmin, keväisin ainakin sellaiset paakku-taimierät, joiden laatua epäillään. Etenkin syystalven pakkasille altistuneet ja mahdollisesti juurilahon saastuttamat taimierät on syytä tarkastaa. Vaikka testi ei anna absoluuttista arvosanaa ja ennustetta taimierällä, voidaan sen perusteella karsia selvästi vaurioituneet erät.



Kuva 43. Männyn ja kuusen paakkutaimien ensimmäisen kesän elossaolon riippuvuus juurten kasvupotentiaalista. Kokeessa erilaiset JKP-arvot saatiin vaurioittamalla juuristoja ennen testiä. ⁽⁶²⁾



Kuva 44. Kuusen (*Picea glauca* x *P. engelmannii*) paakkutaimien ensimmäisen vuoden elossaolon riippuvuus uusien juurien määrästä juurten kasvupotentiaalitestissä. Jokainen piste edustaa viiden taimen keskiarvoa ⁽¹⁰¹⁾. Pystykatkoviiva kuvaa Brittiläisessä Kolumbiassa käytettyä taimierien hylkäysrajaa.

Silmun puhkeamistesti

Silmujen puhkeamistestissä seurataan hyviin kasvuolosuhteisiin istutettujen testattavien taimien silmujen puhkeamisnopeutta ja alkukasvua. Myös tähän testiin voidaan yhdistää rasitustekijä esim. kasvualustan lämpötila. Paitsi silmun ja verson kuntoa, testi näyttäisi ilmentävän melko hyvin myös juuriston kuntoa; mitä heikommassa kunnossa juuristo on, sitä hitaammin silmu puhkeaa ⁽⁴²⁾. Testin haitat ovat samat kuin JKP:ssä: hitaus, suuri vaihtelu ja vertailuarvojen puute.

Istutustesti

Metsään lähetettävistä taimieristä istutetaan taimitarhapellolle tai muuhun sopivaan kohteeseen näyte-erät, joiden menestymistä seurataan 2–3 vuotta. Testin päätarkoitus on antaa tietoa taimen kasvattajalle kasvatuksen onnistumisesta, mutta tällaiset testi-istutukset ovat hyviä myös valitustapauksissa. Jos myydyt

taimet ovat kuolleet tai kasvaneet heikosti, voidaan syytä huonoon menestymiseen etsiä paremmin, jos taimierästä on istutettu taimitarhan läheisyyteen näyte, joka ei ole rasittunut kuljetuksen ja varastoinnin aikana.

Ionivuototesti

Ionivuototestiä on käytetty jo kauan kasvien pakkastesteissä taimiin syntyneiden vaurioiden mittaamisessa ⁽²¹⁾. Ionivuototesti perustuu kasvissa oleviin suoloihin, joita purkautuu ulos soluista normaalia enemmän solukalvojen vaurioitua esim. pakkasen, juurilahon tai kovakouraisen käsittelyn seurauksena. Kun neulas- tai juurinäyte upotetaan tislattuun veteen, solukoista ulos vuotavat ionit nostavat veden sähkönjohtavuutta, mikä mitataan johtokyky-mittarilla. Solujen ionimäärissä ja niiden liikkuvuudessa on selvä vuodenaikaisrytmi. Se pyritään huomioimaan mittaamalla vertailuarvoksi kuumentamalla rikotuista solukoista purkautuneiden ionien kokonaisjohtokyky. Ionivuototesti tehdään laboratoriossa ja se vie nopeimmillaan kaksi vuorokautta.

Viime vuosina menetelmää on kehitetty ilman altistusta tapahtuvaan verson ja juuriston kunnon mittaamiseen. Vertailuarvoja on laadittu eri puulajien paljasjuurisille taimille Englannissa ⁽⁶⁶⁾. Paakkutaimilla menetelmä on ongelmallisempi. Juuripaakun purkamisen ja juurten pesu esim. pakkasvaurion jälkeen aiheuttaa ionien ennen aikaisen vuotamisen ja hankaloittaa tulosten tulkintaa. Paakkutaimienkin juuriston kunnon mittaamiseksi kehitystyötä tehdään edelleen ja lupaavia tuloksia on saatu ⁽¹³⁾.

Klorofyllifluoresenssi

Klorofyllifluoresenssi on uusi menetelmä, joka mittaa taimen yhteyttämiskoneiston kuntoa. Mittaus perustuu kasvin lehdessä yhteyttämässä syntyvään fluoresoivaan valoon, jonka määrä voidaan mitata. Korkeat arvot viittaavat taimen tehokkaaseen yhteyttämiseen ja siten hyvään elinvoimaisuuteen. Vaikka menetelmä on toistaiseksi vielä kehittämisteella, sen arvioidaan soveltuvan nopeaan taimen solukon elävyyden määrittämiseen ⁽⁴⁵⁾. Taimierien testaaminen käytännössä vaatii riittävän, eri vuodenaikoina ja eri puulajeilla mitatun tausta-aineiston. Klorofyllifluoresenssi näyttäisi toimivan nimenomaan kasvussa olevilla taimilla. Menetelmää on myös kokeiltu taimien pakkasvaurioiden ja pakkaskestävyyden mittaamiseen, mutta tulokset ovat olleet vaihtelevia. Menetelmästä odotetaan kuitenkin läpimurtoa taimien laadun mittausvälineenä ⁽⁷⁾.

Taimitarhat mittaavat taimien karaistuneisuutta hallantorjunnan tarpeen arvioimista ja pakkasvarastointikelpoisuuden määrittämistä varten. Karaistuneisuutta on arvioitu epäsuorasti seuraamalla taimien verson latvaosan *vesipitoisuuden* muutoksia ⁽⁵²⁾. Vesipitoisuus pienenee (kuiva-ainepitoisuus lisääntyy) pakkaskestävyyden lisääntyessä, mutta riippuvuus ei ole suoraviivaista eikä samanlaista eri alkuperillä ja eri tavalla kasvatetuilla taimilla. Niinpä vesipitoisuus ei yksiselitteisesti ennusta taimien pakkaskestävyyttä, mutta sitä on kuitenkin käytetty ja käytetään paremman puutteessa edelleen karaistuneisuuden mittarina. Ruotsalaistutkimusten mukaan kuusentaimet ovat saavuttaneet hallankestävyyden, kun niiden latvojen kuiva-ainepitoisuus on noussut 30–33 %:iin (vesipitoisuus 67–70 %) ja vastaavasti varastointikestävyyden, kun niiden latvojen kuiva-ainepitoisuus on noussut 32–36 %:iin (vesipitoisuus 64–68 %) ⁽¹⁵⁾. Männyntaimilla ohjearvot ovat samaa luokkaa.

Luotettavin tieto taimien pakkaskestävyydestä saadaan kuitenkin toistaiseksi altistamalla taimia alhaisiin lämpötiloihin ja mittaamalla (esim. ionivuototestillä, impedanssimenetelmällä tai kasvatuskestävyydellä) altistuksen aikana taimiin syntyneet vauriot. Ongelmana on näiden menetelmien työläys ja hitaus esim. hallantorjuntatarvetta ja varastointikestävyyttä arvioitaessa. Impedanssimenetelmän ja klorofyllifluoresenssin käyttöä ilman taimien pakkasaltistusta on tutkittu viime vuosina ja etenkin impedanssimenetelmä on antanut lupaavia tuloksia ⁽⁸⁵⁾.

25 Taimien laatua koskevat säädökset

Metsänistutukseen tarkoitettujen taimien tuottamisesta, kaupasta ja käytöstä säädellään mm. Euroopan unionin neuvoston metsänviljelyaineistodirektiivillä (1999/105/EY), metsänviljelyaineiston kaupasta annetulla lailla (241/2002) ja maa- ja metsätalousministeriön asetuksella (1055/2002) sekä kauppalailla (1987/355). Metsäasetuksessa (1200/1996) puolestaan vaaditaan, että viljelyssä tulee käyttää riittävä määrä alkuperältään ja muiltakin ominaisuuksiltaan sopivaa metsänviljelyaineistoa.

EU:n metsänviljelyaineistodirektiivissä määritellään termit ja merkintätavat, joita on käytettävä tuotettaessa ja markkinoitaessa taimia EU:n alueella. Direktiivin mukaan ”taimien on oltava myyntikelpoisia”. Myyntikelpoisuus määritellään yleisten ominaisuuksien, terveyden ja fysiologisen laadun perusteella.

Laki (241/2002) ja Maa- ja metsätalousministeriön asetus metsänviljelyaineiston kaupasta panee täytäntöön EU:n metsänvil-

jelyaineistodirektiivin Suomessa. Lakia valvoo Kasvituotannon tarkastuskeskus. Asetuksen mukaan ”Suomessa markkinoitavien taimien oltava terveitä ja elinvoimaisia sekä muutoinkin metsänviljelyyn soveltuvia”. Taimi ei täytä näitä vaatimuksia, jos:

- Taimessa on sen elinvoimaa heikentäviä kasvintuhoojia tai niiden vioituksia
- Taimien juuristo tai verso on voimakkaasti kaareutunut, juuristo on haitallisesti kiertynyt tai puutteellisesti kehittynyt taikka paakkutaimen juuristo ei sido riittävästi paakkua
- Taimen latvakasvain ei ole normaali tai taimi on voimakkaasti haaroittunut
- Taimessa on haitallisia kuorivikoja, repeytyimiä taikka paleltumis- ja kuivumisvaurioita

Taimierässä saa olla yksittäisiä taimia, jotka eivät täytä edellä lueteltuja laatuvaatimuksia, enintään 5% taimien määrästä.

Asetuksessa luetaan markkinoitavasta metsänviljelyaineistosta annettavat tiedot, jotka on liitettävä etikettinä tai muuna asiakirjana taimierään (liitteessä 3 annettu esimerkkejä taimierän mukana annettavista tiedoista):

- Metsänviljelyaineiston toimittajan nimi tai toiminimi
- Metsänviljelyaineiston määrä
- Tarvittaessa merkintä kasvullisesta lisäyksestä
- Kantatodistuksen koodi ja numero
- Puulajin kasvitieteellinen nimi ja Suomessa tuotetun aineiston suomen- tai ruotsinkielinen nimi
- Metsänviljelyaineiston luokka ja käyttötarkoitus
- Taimien ikä ja taimityyppi
- Perusaineiston tyyppi ja rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnistekoodi
- Luokkaan *siemenlähde tunnettu* kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä sen pituus- ja leveysvyöhykkeet, luokkaan *valikoitu* kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä pituus- ja leveysasteen mukaan määriteltä maantieteellinen sijainti ja luokkiin *alustavasti testattu* ja *testattu* kuuluvan perusaineiston tarkka maantieteellinen sijainti
- Tieto siitä, sijaitseeko perusaineisto lajin alkuperäisellä tai luonnollisella levinneisyysalueellaan vai onko sen alkuperä tuntematon; muutoin alkuperä ilmoitetaan, jos se on tiedossa
- Testatun aineiston osalta tieto siitä, onko aineistoa muutettu geeniteknikalla

Edellä mainitut markkinoitavista taimista annettavat tiedot koskevat EU:n alueella kaupan kohteena olevia taimia. Suomessa tuotetuista ja markkinoitavista taimista on annettava lisäksi seuraavat tiedot:

- Metsänviljelyaineiston luokkiin *alustavasti testattu* ja *testattu* kuuluvien taimien käyttöalue
- Taimierän keskipituus ja yksittäisen taimen vähimmäispituus taimierässä sekä paakkutaimien kasvatustiheys
- Kylmä- ja pakkasvarastoiduista taimista varastoinnin päättymisaika
- Taimien lähetyspäivä ja suljettaviin pakkauksiin pakattujen taimien pakkauspäivä

Taimipakkaukset, jotka sisältävät tukkimiehentäin torjunta-aineella käsiteltyjä taimia, on merkittävä tarralla, mistä käy ilmi torjunta-aineen nimi, suojavarusteet taimia käsiteltäessä sekä taimipakkauksen hävittämisohjeet.

Jos vastaanottaja epäilee saamiensa taimien laatua, ei taimia tule toimittaa eteenpäin. Ensin on otettava yhteyttä taimien toimittajaan tai tuottajaan, ja sovittava taimierän tarkastamisesta yhdessä. Riitapaukset ratkaistaan paikkakunnan käräjäoikeudessa kauppalain perusteella. Mikäli taimet eivät täytä asetettuja vaatimuksia, voi ostaja vaatia virheen korjaamista, uusien taimien toimittamista tai hinnanalennusta. Ostaja voi myös vaatia kaupan purkamista. Taimien myyjä voi tietyin edellytyksin joutua korvaamaan aiheutuneen vahingon. Ostajan on kuitenkin tehtävä valitus taimista kohtuullisessa ajassa siitä, kun hän on virheen havainnut taikka hänen olisi pitänyt se havaita.



Säädösanastoa

Alkuperä on paikka, jossa alkuperäisen metsikön puut kasvavat tai muun kuin alkuperäisen metsikön osalta paikka, josta siemenet tai taimet on alunperin saatu

Kantatodistus on kasvuotannon tarkastuskeskuksen antama todistus, joka sisältää tietoja metsänviljelyaineistosta.

Klooni on yhdestä kantayksilöstä kasvullisesti lisätty perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan samanlaisten yksilöiden ryhmä

Klooniyhdistelmä on klooneista määrättyssä suhteessa tehty yhdistelmä

Lähtöisyys on paikka, jossa metsikkö kasvaa; tarkka paikka ilmaistaan kuntana

Lähtöisyysalue on alue, jolla on yhdenmukaiset luonnonolot ja joiden metsiköt tai siemenlähteet ovat ilmiänsuhtaan tai perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan riittävän samanlaisia.

Perheen vanhemmat ovat siementuotantoon tarkoitettuja puita, jotka on valvotusti pölytetty

Perusaineistotyyppejä ovat siemenlähte, metsikkö, siemenviljelys, perheen vanhemmat, klooni ja klooniyhdistelmä

Maahantuonnilla direktiivissä tarkoitetaan aineiston tuontia muista kuin EU-maista

Metsikkö on rajattu, riittävän yhdenmukainen puujoukko, jolta siemenet on kerätty

Metsänviljelyaineiston luokat:

- 1) *Siemenlähte tunnettu:* perusaineisto, joka koostuu yhdellä lähtöisyysalueella sijaitsevasta metsiköstä tai metsikoista
- 2) *Valikoitu:* perusaineisto, joka koostuu yhdellä lähtöisyysalueella sijaitsevasta, fenotyypin (ulkonäön) perusteella valitusta metsiköstä;
- 3) *Alustavasti testattu:* perusaineisto, joka muodostuu siemenviljelyksistä, perheen vanhemmista, klooneista tai klooniyhdistelmistä, joiden yksilöt on valittu fenotyypin perusteella;
- 4) *Testattu:* perusaineisto, joka koostuu metsikoista, siemenviljelyksistä, perheen vanhemmista, klooneista tai klooniyhdistelmistä ja jonka paremmuus on osoitettu vertailukokeilla tai yksilöiden jalostusarvon perusteella.

Metsänviljelyaineiston markkinointi on myyntiin tarjoamista, myymistä, muuta luovuttamista korvausta vastaan sekä välittämistä kolmannelle osapuolelle EU:n alueella tapahtuvaa jakelua varten

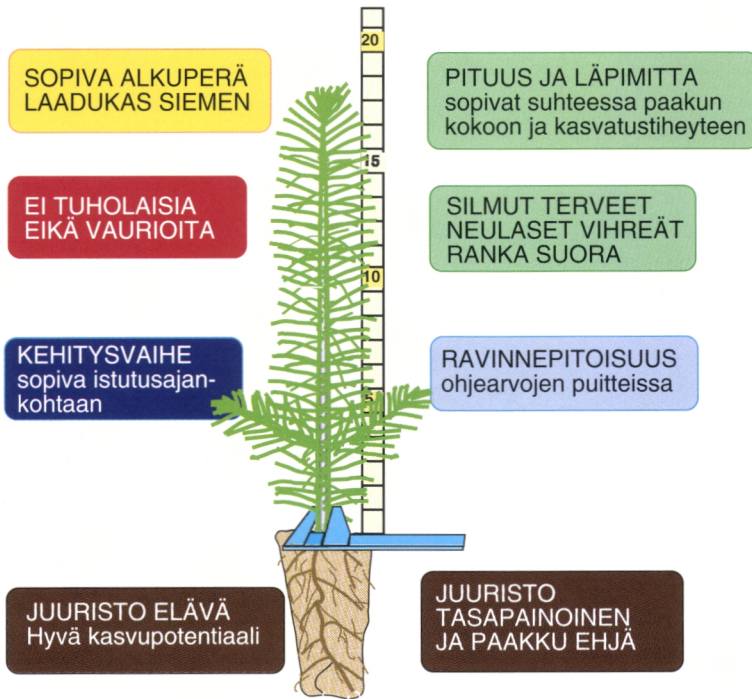
Metsänviljelyaineiston toimittaja on luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö, joka ammattimaisesti tuottaa, markkinoi tai tuo maahan aineistoa

Siemenlähteellä tarkoitetaan puita sillä alueella, jolta siemenet kerätty

Siemenviljelys on siementuotantoa varten perustettu valikoitujen kloonien tai klooniyhdistelmien viljelys, jolta ulkopuolinen pölytys on rajoitettu tai estetty

Taimierällä tarkoitetaan yhdestä siemenerästä peräisin olevaa tai kasvullisesti lisättyä taimijoukkoa, joka on kasvatettu rajattavissa olevalla alueella ja jota on käsitelty yhtenäisesti. Pituudeltaan muusta taimierästä poikkeavat taimikasvuston osat voidaan rajata omaksi taimieräkseen

26 Hyvä taimi pähkinänkuoressa



Kuva 45. Hyvän taimen tunnusmerkit.

Hyvä taimi soveltuu alkuperältään uudistusalan maantieteelliseen sijaintiin ja se on terve sekä elinvoimainen. Taimen koko ja rakenne sopivat uudistamisketjuun ja -ajankohtaan sekä istutuskohteen olosuhteisiin (kuva 45).

Hyvä taimi täyttää seuraavat vaatimukset:

- Taimi edustaa sopivaa alkuperää ja perimältään hyvää siementä.
- Taimi on terve; taimessa ei ole pakkas- tai kuivuusvaurioita eikä tauteja tai hyönteistuhoja.
- Taimi on tanakka: verson tyviläpimitta ja pituus oikeassa suhteessa (käytännössä paakku-taimen pituuden tulee olla oikeassa suhteessa kasvatustiheyteen).
- Ranka on suora ja yksilätvainen.
- Havupuuntaimen neulaset ovat terveen vihreät ja lujasti rangassa kiinni.
- Lepotilaisessa taimessa on terveet, voimakkaat ja tasapainoiset silmut.
- Taimien ravinnetila on riittävä ja tasapainoinen
- Juuristo on elinvoimainen ja se sitoo hyvin paakun, mutta ei ole haitallisesti kiertynyt tai ahtautunut.

että varatuille taimille sopiva maanmuokkaus. Maa muokataan hakkuuta seuraavana kesänä, kun hakkuutähteet ovat painuneet ja neulaset ruskettuneet. Muokkausjälki on parhaimmillaan heti muokkauksen jälkeen ja säilyy taimettumiskelpoisena vain muutamana vuodeltä. Taimet istutetaan yleensä keväällä heti muokkauksen jälkeen tai loppukesällä toteutetun muokkauksen jälkeen seuraavana keväänä.

Varatut taimet on hyvä käydä tarkastamassa tarhalla kasvattajan kanssa etukäteen ja sopia mahdollisesta lajittelusta, tukkimiehen tain torjuntakäsittelystä, taimien pakkauksesta sekä pakkasvarastoitujen taimien sulatuksesta. Etukäteen on myös syytä selvittää taimien kuljetus istutuspaikalle, mahdollinen välivarastointitarve, varastoitavien taimien kastelumahdollisuudet sekä istutustyövoiman ja työvälineiden saanti.

32 Taimilajin valinta

Puulajivalinta määräytyy kasvupaikan sekä istutuksen tavoitteen (esim. talousmetsä, maisemametsä, visakoivun kasvatusta) ja alkuperä uudistusalueen maantieteellisen sijainnin perusteella (katso kohta 242). Tässä yhteydessä näihin valintoihin ei paneuduta. Taimilajin valinta vaikuttaa erityisesti taimien mukautumiseen ja alkukehitykseen uudistusalueella. Keskeisenä tavoitteena on oltava hyvään tulokseen johtava, edullisin kokonaisratkaisu. Käytettävään taimilajin valintaan vaikuttaa:

- Puulaji
- Taimimateriaalin saatavuus
- Taimi- ja istutuskustannukset
- Istutusalan saavutettavuus ja kuljetuskalusto
- Taimien varastointi ja käsittelymahdollisuudet
- Istuttajien ammattitaito ja istutusmenetelmä (kuokka-, putki-, koneellinen istutus)
- Istutusalan olosuhteet ja maanmuokkaus
- Istutusajankohta
- Taimikon jälkihoitomahdollisuudet

Maanmuokkauksella, istutusajankohdalla ja taimilajivalinnalla voidaan vaikuttaa istutusalan olosuhteiden aiheuttamiin riskeihin ja taimien kehitystä rajoittaviin tekijöihin.

321 Maanmuokkaus

Oikealla ja hyvin toteutetulla maanmuokkauksella on istutuksen onnistumiselle useimmilla kasvupaikoilla ratkaiseva merkitys. Muokkausmenetelmä valitaankin pääosin uudistamisalan maaperän perusteella. Helposti vettä läpäisevillä karkeilla moreenimailla ja lajittuneilla mailla riittää yleensä humuskerroksen poistaminen kivennäismaan pinnalta *laikutuksella* tai *äestyksellä*. Nämä menetelmät soveltuvat männyn istutusalueille.

Hienojen maa-ainesten osuuden kasvaessa maalajin ominaisuudet muuttuvat vesipitoisuuden mukaan. Tällaisilla kohteilla käytetään voimakkaampia muokkausmenetelmiä, nykyään lähinnä mätästystä. Mätästyksestä on saatu hyviä kokemuksia myös turvepohjaisilla mailla. *Laikkumätästystä* käytetään tuoreiden kankaiden keskikarkeilla mailla sekä rousteisilla hiesumailla. *Ojitusmätästys* (naveromätästys) soveltuu turvemaille ja veden vaivaamille maille. *Kääntömätästys* on melko uusi menetelmä, jossa kivennäismaa käännetään mättääksi samaan kuoppaan, josta maa on otettu. Erilaiset mätästykset soveltuvat kuusen ja koivun istutuskohteisiin. Mänty voi mättääseen istutettuna kehittyä paksuoksaiseksi, koska kaksinkertaisesta humuskerroksesta vapautuu runsaasti ravinteita istutuksen jälkeisinä vuosina. Muokkausmenetelmän valinnan perusteita ja muokkauksen toteuttamista sekä taimien istutustekniikkaa on käsitelty yksityiskohtaisesti useissa muissa oppaissa (59, 64, 68).

Valtaosa taimilajivalintaa koskevasta tutkimustiedosta perustuu kivennäismailla tehtyihin kokeisiin. Turvemaat eroavat vesi-, lämpö- ja ravinnetaloudeltaan sekä rakenneominaisuuksiltaan paitsi kivennäismaista myös toisistaan. Entisille turpeennostoalueiden suopohjille on pienikokoisen taimen havaittu mukautuvan suuria taimia paremmin. Toisaalta kokemukset turvekankailta ja turvepeltojen metsityksistä osoittavat, että suuret paljasjuurisaiset taimet ovat usein menestyneet pienempiä paakkutaimia paremmin. Ero voi osittain johtua myös turvemaiden voimakkaammasta pintakasvillisuuskilpailusta. Turvemaat voivat myös olla alavan sijaintinsa ja turpeen alhaisen lämmönvarauskykynsä vuoksi kesällä hallaisempia kuin kivennäismaat ja kevättalvella turvealustan ollessa jäässä myös ahavariski turvemättäisiin istutetuilla taimilla voi olla suuri.

322 Uudistusalan riskit

Maan kuivuus

Vaikka metsämaat Suomessa ovat yleensä istutukselle riittävän kosteita, voi maa olla liian kuivaa karuilla ohuthumuksisilla, kivisillä ja etelään viettävillä mailla. Kuivilla mailla voimakas muokkaus kuivattaa vielä lisää maata erityisesti pitkien poutajaksojen aikana. Herkästi kuivuvilla mailla istutukset tulee rajoittaa aikaan, jolloin maassa on vielä riittävästi kevätkosteutta. Myös hyvin hienojakoiset maat voivat kesällä poutajaksojen aikana kuivua istutuskelvottomiksi ja aiheuttaa halkeilullaan jo istutettujen taimien juurten vaurioitumista. Lisäksi kasvillisuus kuivattaa maata ja heikentää juuristikilpailulla taimien kasvua. Paakkutaimet kestävät kuivuutta paljasjuurisista paremmin. Tanakoilla, lyhyehköillä, hyvin puutuneilla ja hyvän juuriston omaavilla paakkutaimilla on parempi kuivuudenkesto kuin pitkällä, heinämaisillä taimilla.

Maan liiallinen kosteus tai veden seisominen

Istutettavilla aloilla kuivuutta yleisempi ongelma on maan liiallinen kosteus. Hienojakoisilla moreenimailla hakkuun jälkeen pohjavesitaso usein nousee ja varsinkin sateen jälkeen vesi jää seisomaan muokkauksen jälkeen heikentäen maan ilmanvaihtoa. Riittävä ilmanvaihto maassa on kuitenkin juurten kehittymisen elinehto. Tällaisilla kasvupaikoilla taimilajivalinnalla ei ole paljon tehtävissä, mutta oikein valittu muokkaustapa ja sopivat istutuskohdat ovat olennaisia. Äkeellä tai laikkurilla paljastettu kivennäismaa ei sovi istutuskohdaksi, vaan mätästämällä tehdyt kohoumat ovat sopivia istutuspaikkoja. Periaatteessa myös orgaanisen maan sekoittaminen istutusmaahan lisää maan ilmavuutta ja lämpöä.

Maan kylmyys keväällä

Maan tiiviyteen ja kosteuteen liittyy usein myös kylmyys. Juurten kasvun alkaminen edellyttää lähes +10 °C:n lämpötilaa, joka routaisen talven jälkeen saatetaan ylittää Etelä-Suomessakin vasta toukokuun loppupuolella. Mikäli mahdollista kannattaa kylminä keväinä istutusta siirtää myöhemmäksi. Pitkien taimien juuripaakat saattavat ”elää” istutuskuopassa tuulen vaikutuksesta ennen kuin paakusta uloskasvavat juuret ehtivät ankkuroida taimen maahan. Näin erityisesti koivulla, jolla lehdet puhkeavat ja muodostavat tuulta ottavan purjeen ennen taimen juurtumista. Kylmään maahan istutettuna saattaakin paljasjuuritaimi menestyä paakkutainta paremmin.

Kuva 47. Rousteen nostama edellisen vuoden keväällä istutettu paperikennossa kasvatettu männnytäimi.



Risto Rikala

Rouste

Rousteella tarkoitetaan keväisin ja syksyisin esiintyvää yön ja päivän lämpötilavaihtelusta aiheutuvasta jääytymisestä ja sulamisesta johtuvaa maanpinnan liikkumista. Roustetuhot ovat ominaisia hiesu- ja savilajitteita sisältäville maille, joilla se katkoo taimien juuria ja nostaa taimia maasta (kuva 47). Juurtumattomat pienet paakkutaimet ovat erityisen alttiita roustetuhoille. Siksi paakkutaimia ei kannata istuttaa loppukesällä tai syksyllä rousteherkille istutuskohteille. Istuttamalla paakkutaimet normaalia syvempään voidaan roustevauriota lieventää^(84, 118). Paljasjuuriset taimet eivät ole yhtä rousteherkkiä kuin paakkutaimet ja isot paakkutaimet vähemmän herkkiä kuin pienet paakkutaimet. Tosin nykyisin käytettävät paakkutaimet, jotka istutetaan ilman paakunmuodostajaa eivät ole aivan yhtä herkkiä rousteen vaikutuksille kuin aiemmin käytetyt seinämälliset paakut⁽²²⁾.

Maanmuokkauksella voidaan vaikuttaa jonkin verran rousteisuuteen. Vähiten roustetta muodostuu kokonaan muokkaamattomassa maassa, jossa pintakasvillisuus estää maanpinnan elämisen. Myös jättämällä humuskerrosta maan pintaan tai sekoittamalla humusta kivennäismaahan voidaan pintamaan kosteutta ja rousteen muodostumista vähentää. Mättäillä on yleensä vähemmän roustetuhoja kuin äestämällä tai laikuttamalla paljastetun kivennäismaan pinnassa, mikä johtuu pintamaan kuivahtamisesta ja veden kapillaarisen nousun estymisestä mättään pintaan⁽¹¹⁸⁾. Maanmuokkaus istutusta edeltävänä vuonna myös antaa aikaa muokatun pinnan kuivahtamiselle, jolloin rousteen muodostuminen vähentyy.

Halla

Halloja esiintyy keväällä toukokuussa ja kesäkuun alkuviiikoilla ja syksyllä yleensä elokuun puolivälistä eteenpäin. Alhaisimmat lämpötilat esiintyvät alavissa maastokohdissa, kuten laaksoissa ja supissa, mutta myös kuivien kankaiden laakeissa painanteissa. Kasvussa olevat taimet vaurioituvat jo $-3...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa. Kuusentaimien uudet, mehevät kasvut paleltuvat herkästi. Mänty on kuusta kestävämpi pituuskasvun alkuvaiheessa, kun neulaset eivät ole vielä kehittyneet. Jos koivun taimet ovat ehtineet hii-renkorva-asteelle varastossa tai taimisäkissä, ovat lehdet erittäin herkkiä paleltumaan. Hallanaroille kohteille kannattaakin valita pakkasvarastoituja, lepotilassa olevia taimia ja istuttaa ne vasta kesäkuun alussa, jolloin hallariski alkaa pienentyä. Kesä- ja syysistutuksissa taas kannattaa käyttää hallankestäviä lyhytpäivä-käsiteltyjä kuusen taimia. Hallanaroilla paikoilla riittävän tiheä verhopuusto vähentää hallariskiä. Myös maanmuokkauksella voidaan lieventää hallan vaikutusta. Mättäillä on yleensä halla-öinä lämpimämpää kuin matalammissa kohdissa ⁽¹¹⁸⁾. Myöhäisten syyshallojen aikana tilanne voi olla päinvastainen erityisesti pienialaisilla, mutta korkeilla mättäillä.

Ahava

Ahavaksi kutsutaan auringon paisteen ja tuulen sekä jäässä olevan maan aiheuttamaa neulasten kuivumista. Tyypillisesti ahavaa esiintyy hienojakoisilla, voimakkaasti routaantuvilla mailla, joilla on niukalti tai ei lainkaan lunta. Suomessa erityisesti rannikko-seutujen hienojakoiset maat ovat ongelmallisia, koska lunta on usein niukasti ja mättäällä taimet paljastuvat aikaisin lumen alta. Tällaisilla mailla kannattaa välttää korkeita mättäitä ja istuttaa paremmin ahavaa kestäviä, yhtä vuotta vanhempia taimia mieluiten jo alkukesästä niin, että taimet ehtivät juurtua hyvin. Kanadalaisten kokemusten mukaan lyhyehköt, mutta suuriläpimittaiset taimet kestävät ahavaa paremmin kuin pitkät taimet ⁽⁴⁷⁾.

Kasvillisuus

Pintakasvillisuus aiheuttaa taimille sekä maanpäällistä että maanalaista kilpailua. Maan päällä valokilpailun lisäksi kasvillisuus vaikuttaa mekaanisesti painamalla taimia. Maanalainen kilpailu, joka käydään lähinnä typestä ja vedestä, on ilmeisesti kovempaa kuin maanpäällinen valokilpailu ⁽¹¹⁹⁾. Maanpinnan muokkaus ja kemiallinen heinäntorjunta ovat istutusta edeltävät keinot vähentää

Kuva 48. Tukkimiehentäin syöntijälki kuusen-
taimen rungossa kahden
viikon kuluttua syönnistä.

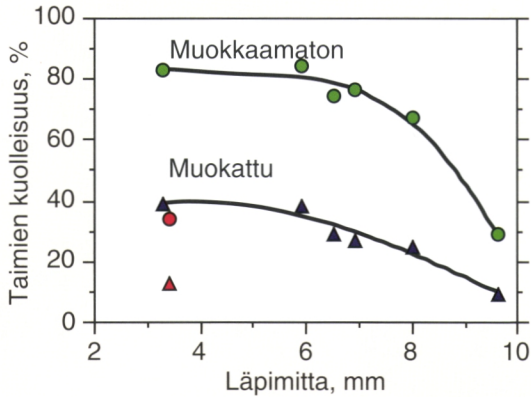


Erkki Oksanen

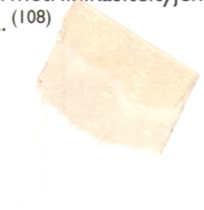
pintakasvillisuuden kilpailua ⁽³²⁾. Istutuksen jälkeenkin tarvitaan usein heinimistä, etenkin jos istutetut taimet ovat olleet pieniä. Istuttamalla suuret, tanakat taimet heinimistarve vähenee ⁽³¹⁾ (kuva 13). Typpitankatut taimet näyttäisivät menestyvän kasvillisuuskilpailussa niukasti lannoitettuja paremmin ⁽⁶⁰⁾.

Hyönteiset

Monet hyönteiset voivat vikuuttaa istutettuja taimia ⁽⁷⁵⁾. Kärsäkäksiin kuuluva tukkimiehentäin on Suomen eteläosassa suurin yksittäinen tuhonaiheuttaja istutustaimikoissa (kuva 48). Tukkimiehentäin syö paitsi havupuiden myös koivun taimia. Tukkimiehentäituhot ovat pahimmat hakkuun jälkeisenä vuonna, mutta ne voivat jatkua 2–3 vuotta hakkuusta. Istuttamisen lykkääminen muutamalla vuodella vähentää tuhoja, edellyttäen ettei läheisyydessä ole uusia aukkoja ⁽¹¹⁵⁾. Tukkimiehentäin tuhoriskiä voidaan vähentää myös maanmuokkauksella ^(41, 120). Kun taimen ympärillä on vähintään 15–20 cm:n säteellä paljastettua puhdasta kivennäismaata vähenee syöntipaine selvästi. Samoin taimilajivalinnalla voidaan vaikuttaa tuhoriskiin. Kookkaat, suuriläpimittaiset taimet kestävät tukkimiehentäin syöntiä selvästi pieniä taimia paremmin



Kuva 49. Kuusen paakkutaimien kuolleisuuden riippuvuus taimien tyviläpimitasta muokatuilla (kolmio) ja muokkaamattomilla (ympyrä) uudistusaloilla. Punaiset symbolit esittävät permetriinikäsittelyjen taimien kuolleisuutta. ⁽¹⁰⁸⁾



(41, 120). Tukkimiehentäin aiheuttama taimikuolleisuus tosin näyttäisi vähenevän selvästi vasta kun taimien ikä on kolme vuotta ja läpimitta ylittää 7 mm (kuva 49). Käytännössä on kuitenkin havaittu, että jo kaksivuotiset kuusen paakkutaimet kärsivät selvästi pieniä yksivuotisia vähemmän tukkimiehentäin voituksista.

Taimet suojataan tukkimiehentäitä vastaan kemiallisilla kasvinuojeluaineilla yleensä jo taimitarhalla. Ruotsissa on tutkittu myös mekaanisten suojien käyttöä, mutta toistaiseksi kemialliset kasvinuojeluaineet ovat osoittautuneet mekaanisia tehokkaammiksi. Taimet voi käsitellä kasvinuojeluaineella myös maastossa. Tällöin käytetään upotusmenetelmää tai reppuruiskua. Koska kaikki tukkimiehentäin torjuntaan hyväksytyt kasvinuojeluaineet ovat erittäin myrkyllisiä vesiliöille kuten kaloille, ei ko. kasvinuojeluaineita ja ruiskutusvälineitä saa käyttää tai puhdistaa 25 metriä lähempänä vesistöjä. Aine voi kulkeutua helposti myös ojien kautta ja voimakkaan sateen jälkeen pintavesien mukana jokiin ja järviin. Käsiteltyjen taimien, taimipakkausten ja ruiskutukseen käytettyjen välineiden kanssa tulee olla erittäin varovainen ja noudattaa kasvinuojeluaineen käyttöohjeita.



Linnut ja nisäkkäät

Istutetut taimet joutuvat alttiiksi eläintuhoille. Hirvet ja myyrät ja kanalinnut syövät silmuja, neulasia ja kuorta. Suuret eläimet voivat myös tallomalla vaurioittaa taimia. Taimilajivalinnalla on melko vähän käytännössä tehtävissä näiden tuhojen välttämiseksi. Kookkaat taimet kestävät yleensä pieniä taimia paremmin syöntivaurioita, mutta voimakkaan tuhon sattuessa ei taimilajilla ole lopputulokseen juuri vaikutusta. Voimakkaasti lannoitetut taimet voivat olla eläimille maukkaampia kuin niukasti lannoitetut taimet, mutta niiden toipumiskykykin on toisaalta parempi.

Kartoita riskit

Edellämainittujen riskitekijöiden ja rajoitusten perusteella pohditaan millainen taimi parhaiten soveltuu ajateltuun istutusketjuun. Yleisohjeena voidaan sanoa, että useampivuotiset, suurikokoiset ja tanakat, mutta myös kalliimmat taimet sietävät erilaisia tuhoja paremmin kuin nuoremmat ja pienemmät taimet. Suurien taimien mukautuminen kuiviin olosuhteisiin saattaa kuitenkin olla aluksi hitaampaa (taulukko 4). Mitä vähemmälle huolenpidolle taimikko jää istutuksen jälkeen, sitä enemmän kannattaa uhrata maanmuokkaukseen ja taimiin.

Taimitarhoilla kasvatusolosuhteet vaihtelevat Suomen eri osissa ja kasvatusmenetelmissä on tuottajakohtaisia eroja. Tämän vuoksi samankin taimilajin ominaisuudet voivat vaihdella alueittain ja tuottajittain. Koska myös uudistusalojen kasvupaikkaolosuhteet ja maanmuokkaus vaihtelevat, on metsäammattilaisten paikallistuntemuksella ja kokemuksella erittäin suuri merkitys viljelyketjuja suunniteltaessa. Laajatkin tutkimukset löytävät vain suuntaviivoja eri taimien menestymismahdollisuuksista erilaisissa viljelyketjuissa. Monet organisaatiot ovatkin laatineet oppaita sopiviksi katsomistaan vaihtoehtoista eri tilanteissa ja eri metsänomistajille (64, 65).

Taulukko 4. Periaatteellinen kaavio yleisimpien kuusen taimilajien (katso taulukko 1) hinnasta, soveltuvuudesta kesäistutukseen sekä kestävydestä erilaisissa olosuhteissa. Arvostelu: Kustannukset: += kallis, ...++++= halpa, Sopivuus ja kestävyys: += heikko, ...++++= hyvä.

Taimen kokoluokka	Taimierän keskipituus, cm	Hinta	Istutus-kustannus	Sopivuus kesäistutukseen	Varastointi- ja kuljetus-kestävyys	Kasvillisuus, lumi, ahava, eläimet	Kuivuus	Rouste
Pieni paakku	10–15	++++	++++	++++	++	+	++	+
Keskipaakku	15–20	+++	+++	++++	+++	++	+++	+
Iso paakku	20–30	++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Maksipaakku	30–40	+	++	++	+++	++++	++	++
Paljasj. 3–4 v	20–40	+	+	+	+	++++	++ ¹⁾	+++

¹⁾ kärsivät kuivuudesta, mutta sietävät sitä pienempiä taimia paremmin

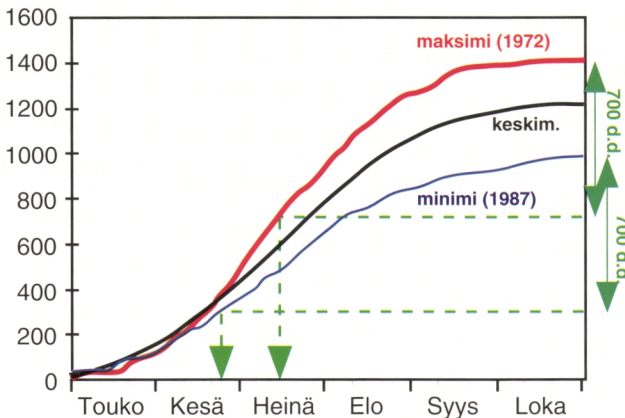
323 Istutusajankohta

Perinteisinä istutusaikoina keväällä ja syyskesällä voidaan istuttaa sekä paljasjuuri- että paakkutaimia (taulukko 5). Hienojakoisille maille ei routimisen vuoksi paakkutaimia tule kuitenkaan istuttaa kesällä tai syksyllä. Työvoiman niukkuus ja koneistutuksen yleistymisen voivat johtaa istutusajan laajentumiseen koko sulan maan ajalle. Kesällä istutettujen taimien on havaittu juurtuvan keväällä ja syksyllä istutettuja nopeammin maan korkeammasta lämpötilasta ja juurten kasvurytmistä johtuen. Nopea juurtuminen näyttäisi lisäävän alkuvaiheessa myös taimien läpimitta- ja pituuskasvua (53, 56).

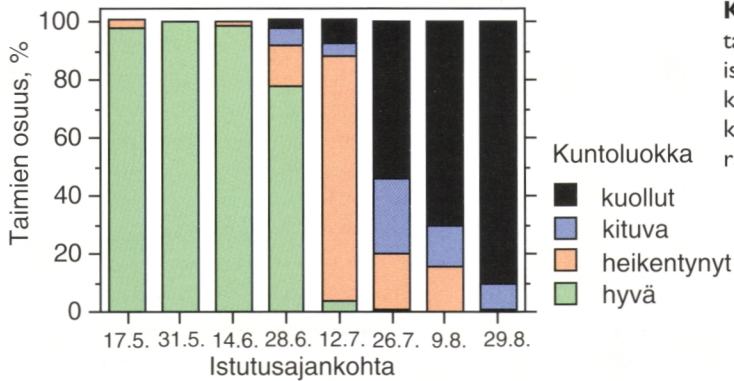
Paakkutaimet soveltuvat istutettaviksi läpi kesän, mutta on muistettava, että kasvussa olevat taimet kestävät vähemmän räsitusta kuin keväällä lepotilassa olevat taimet. Pituuskasvunsa alkuvaiheessa havupuuntaimien kasvaimet ovat myös herkkiä murtumaan. Samoin lehtipuiden puhkeavat silmut ja hiirenkorvalla olevat lehdet ovat alttiita mekaanisille vaurioille. Kesällä voidaan istuttaa myös lehtipuiden paakkutaimia, mutta taimien tulee olla pienempiä kuin keväällä, jotta haihduttava lehtipinta-ala ei muodostu liian suureksi paakun kokoon nähden. Syysistutusten tulokset ovat yleensä olleet kevätistutuksiin nähden vaihtelevampia. Yksi syy voi olla se, että syksyllä istutetut, vielä juurtumattomat taimet ovat alttiimpia seuraavana keväänä ahavalle ja kuivuudelle kuin jo keväällä istutetut taimet.

Taimien varastointitapa taimitarhalla vaikuttaa myös istutusajan kohdan valintaan. Ulkona varastoituja tai samana kasvukautena kylvettyjä taimia voidaan istuttaa läpi kesän, jos materiaali muuten siihen soveltuu. Sen sijaan pakkasvarastossa istutukseen saakka

Lämpösumma, d.d.



Kuva 50. Lämpöoloiltaan erilaisien kesien lämpösummia ja niiden vaikutus pakkasvarastoitujen taimien istutusajan päättymiseen. Oletuksena on, että taimien kasvun ja karaistumisen vaatima lämpösumma on 700 d.d. ja että voimakkaita halloja ei satu ennen lämpösumman kertymisen päättymistä. Kauden 1970–1990 (Suonenjoen tutkimusaseman säähavainnot) lämpimimmän kesän viimeinen istutusajankohta pakkasvarastoituilla taimilla olisi ollut 15.7. ja kylmimmän kesän 22.6.



Kuva 51. Pakkasvarastosta eri ajankohtina v. 2000 istutettujen yksivuotisten kuusen paakku-taimien kunto istutusvuotta seuraavana syksyllä. ⁽⁵³⁾

33 Taimien vastaanottaminen

Taimitarhat pyrkivät sisäisellä laadunvalvonnallaan takaamaan, että myytävät taimet täyttävät laatuvaatimukset. Valvonta voi kuitenkin joskus pettää, erityisesti kun on kyseessä hankalasti havaittavien taimituhojen toteaminen. Tällöin myyntiin saattaa päästä huomaamatta heikkolaatuisiakin taimia. Pahimmillaan taimien huono laatu johtaa istutuksen epäonnistumiseen ja selvittelyihin vastuukysymyksistä eri osapuolten kesken. Jotta tältä vältyttäisiin, taimien vastaanottajan tulisi aina tarkastaa taimista annetut tiedot ja taimien laatu.

Tarkastus voidaan tehdä useassa eri vaiheessa. Monet taimituottajat järjestävät syksyisin tai keväisin ostajille tilaisuuksia, joiden yhteydessä tarkastetaan päällisin puolin toimitettavaksi tarkoitetut taimierät. Yksityiskohtaisempi taimien laadun tarkastus tulisi tehdä aina taimien vastaanoton yhteydessä. Tällöin tarkastuksen tulisi kohdistua vähintään viiteen sattumanvaraisesti valittuun pakkaukseen.

Taimipakkauksista ja taimista on tärkeää tarkistaa ainakin seuraavat seikat:

- Pakkausmerkinnät ovat kunnossa ja pakkaukset ehjiä
- Taimien alkuperä soveltuu istutuskohteeseen
- Taimet täyttävät niiden koolle ja muulle laadulle viranomaisten asettamat ja sovitut vaatimukset
- Taimet ovat kehitysvaiheeltaan istutusajankohtaan nähden istutettaviksi sopivia
 - männyn ja kuusen taimien kasvaimet eivät ole pituuskasvunsa alkuvaiheessa, jolloin ne ovat herkkiä sekä kuivumiselle että mekaaniselle rasitukselle

- ajankohta sopii pakkasvarastoiduille taimille (ennen kesäkuun puoliväliä)
- paakkutaimien juuret sitovat kunnolla juuripaakun, mutta eivät ole kasvaneet voimakkaasti ulos paakusta tai kasvaneet yhteen, jolloin niiden irrottaminen toisistaan vaurioittaa juuria ja heikentää taimien menestymistä istutuksen jälkeen
- Taimissa ei ole merkkejä vaurioista, tuholaisista tai homeesta
- Neulaset ovat terveen vihreitä (poikkeuksena violetin talvivärin omaavat yksivuotiset männyntaimet) ja lujasti kiinni taimessa
- Taimien kuori on luja ja tasaisen värinen sekä kuoren alus kostea ja vaalea; likaisenharmaa tai ruskea väri viittaa lahovikaan
- Paakkutaimien juuripaakku on sopivan kostea (paakusta irtoaa vettä kevyesti puristettaessa) ja paljasjuuristen taimien juuret ovat kosteat
 - liian kuiva tai liian märkä paakku hajoaa helposti
- Paljasjuuristen taimien juuret ovat ehjiä; runsas katkenneiden juurien määrä (valkeat murtumiskohdat) viittaa liian kovakouraiseen käsittelyyn
- Taimet on käsitelty tukkimiehentäitä vastaan (jos niin on sovittu)

Työtä helpottaa, jos tarkastusta varten laaditaan valmiiksi lomakemuotoinen muistilista, vastaanottopöytäkirja, jossa luetaan keskeiset tarkastuskohteet ja varataan tila esim. 2–4-luokkaiselle arvioinnille.

Kun taimipakkaukset avataan väliavarastointia tai istutusta varten, on syytä vielä selvittää taimien kunto kuljetuksen ja mahdollisen varastoinnin jälkeen. Epämiellyttävän pistävä haju vasta-avatussa taimipakkauksessa on usein merkki taimien kuumenemisestä kuljetuksen tai varastoinnin aikana tai taimien pakkaamisesta liian märkinä. Jos neulaset ovat laikukkaasti menettäneet väriä tai täplittyneet harmaiksi, taimet ovat lämmenneet tai olleet liian pitkään tuulettamattomassa tilassa. Taimissa ei saa olla myöskään hometta, joka viittaa lämpimiin varastointi- tai väärin pakkausolosuhteisiin. Homeiset taimet ovat heikentyneet ja alttiita muille rasituksille. Home paakkujen pinnalla ei välttämättä merkitse taimien hylkäystarvetta, mutta vaatii asiantuntevan henkilön tarkastuksen. Juuripaakkujen pinnalla, sivuseinämässä saattaa myös esiintyä hometta muistuttavaa mykorritsakasvustoa tai juurikirvojen muodostamaa vaaleaa puuvillamaista vahaeritettä, jotka eivät ole haitallisia taimille. Liian kauan lämpimissä ja suljetuissa pakkauksissa säilytetyt taimet aloittavat pituuskasvun, jolloin kasvaimista muodostuu hentoja ja valkeita ja ne ovat arkoja hallalle ja kuivuudelle.

Taimia, joiden laatua vastaanottaja epäilee, ei tulisi toimittaa edelleen tai istuttaa, koska silloin mahdolliset vahingot vain suurenevät. Ensimmäiseksi tulee ottaa yhteyttä taimien toimittajaan tai tuottajaan, ja sopia taimien laadun tarkastamisesta yhdessä.

34 Taimien hankinta pähkinäkuoressa

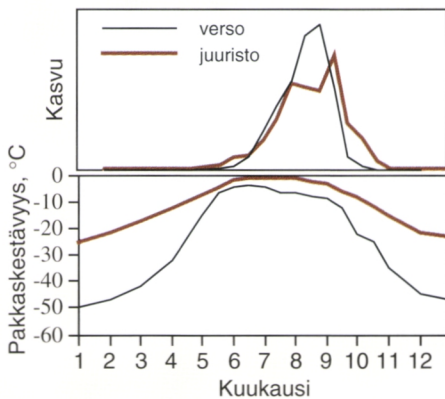
- Aloita uudistettavan alueen suunnittelu ja varaa taimet hyvissä ajoin
- Taimilajia valitessasi ota huomioon uudistusalan olosuhteet, maaperän ominaisuudet ja käytetty maanmuokkausmenetelmä sekä todennäköiset riskit ja valitse isot, vankat taimet jos
 - maa on kevyesti muokattu, mutta alue on voimakkaasti heinittyvä
 - istutusalan jälkihoidosta ei ole varmuutta
 - ahava-, hyönteis- tai eläintuhoriski on suuri
- Ei paakkutaimia routiville maille, ei ainakaan syysistutuksiin
- Kesäistutukseen ei liian suuria, voimakkaasti haihduttavia taimia
- Pakkasvarastoitujen taimien käyttöaika loppuu kesäkuun puoleen väliin
- Käy tarkastamassa varatut taimet taimituottajan kanssa, sovi mahdollisesta lajittelusta, torjunta-ainekäsittelystä tukkimiehentäitä vastaan ja pakastettujen taimien sulatuksesta
- Tee vastaanottotarkastus huolellisesti ja käy läpi havaitut puutteet tai viat myyjän kanssa ja tarkasta taimien kunto vielä kuljetuksen jälkeen

4 Tarhalta uudistusalalle

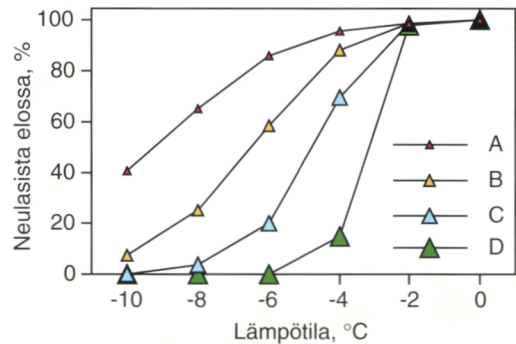
41 Taimien vuosirytmii ja elintoiminnot

Vuosirytmii ja taimien rasituskestävyyt

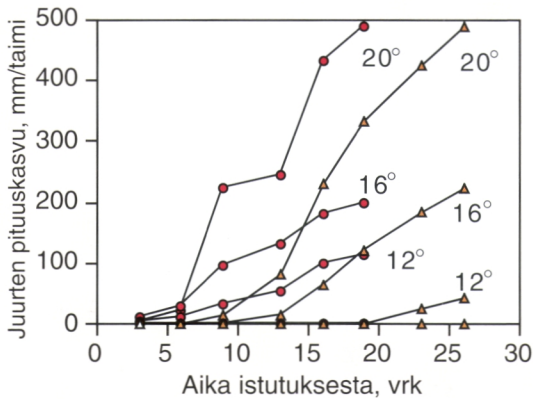
Taimien elintoiminnot ovat käynnissä läpi vuoden, kesällä kii-vaampina kuin talvella. Taimet kestävät kylmyyttä, kuivuutta ja mekaanista rasitusta parhaiten lepokauden aikana. Keväällä elintoimintojen vilkastuttua ja kasvun alettua taimien herkkyyt lisääntyy (kuva 52). Jo ennen silmujen puhkeamista taimien elintoiminnot voimistuvat ja pakkaskestävyyt heikkenee. Kuusen taimien silmut ja neulaset voivat vaurioitua keväällä, vaikka taimessa ei ulkoisesti vielä näkyisikään kasvun merkkejä (kuva 53). Uusien kasvaimien ollessa jo selvästi venymässä on kuusen taimi herkimmillään. Männyn taimien pakkaskestävyyt heikkenee kevään edetessä ja on heikoimmillaan juhannuksen aikoihin, kun uusi kasvain on venynyt täyteen mittansa⁽⁹²⁾.



Kuva 52. Periaatekuva taimien verson ja juurten kasvun sekä pakkaskestävyyden ajoittumisesta. Kun kasvutapahtumat ovat käynnissä, on taimien rasituskestävyyt heikoimmillaan.



Kuva 53. Mustakuusen yksivuotiaiden paakkutaimien pakkaskestävyyt mitattuna vanhojen neulasten elossaolona keväällä kasvun liikkeelle lähdön eri vaiheissa. A = ei silminnähtävää muutosta silmuissa, B = silmu paisunut, C = silmu suomut aukeamassa ja uusien neulasten kärjet erottuvat, D = uusi kasvain 1–5 cm pitkä.⁽⁵⁾



Kuva 54. Männyn (punainen ympyrä) ja kuusen (oranssi kolmio) taimien juurten kasvu eri lämpötiloissa (5, 8, 12, 16 ja 20 °C). Juurten pituuskasvu ei käynnisty lainkaan 5 ja 8 °C:n lämpötiloissa ja kuusen juurten kasvu alkaa 1–2 viikkoa mäntyä myöhemmin. Koe toteutettu vesiviljelyssä yksivuotisilla paakkutaimilla, joiden juuristo on pesty puhtaaksi turpeesta. Ilman lämpötila kokeen aikana päivällä 20–27 °C ja yöllä 15 °C. (114)

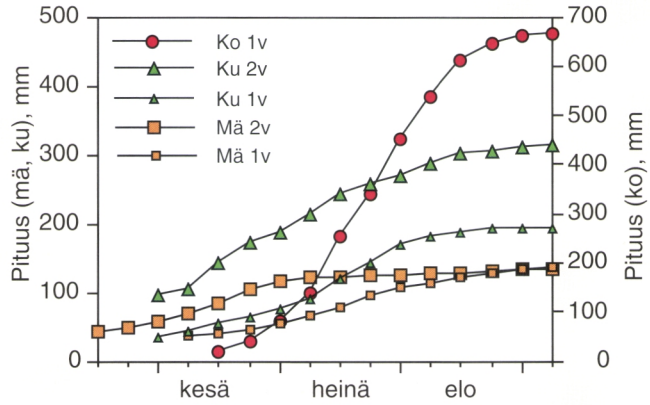
Kun kasvualusta lämpenee yli + 6 °C uusien juurenkärkien muodostuminen alkaa. Kuitenkin vasta yli +10 °C:n lämpötilassa juuriston kasvu voimistuu, optimilämpötilan ollessa yli + 20 °C (kuva 54).

Eri puulajeilla on erilainen pituuskasvurytmi, jota luonnon päivänpituudessa voidaan kuvata lämpösummakehityksen avulla (80). Männyn pituuskasvu päättyy jo noin 500 d.d.:ssä juhannuksen aikoihin. Koivu taas jatkaa kasvuaan 800 d.d.:hen saakka, elokuulle. Pienien taimien kasvurytmi taimitarhalla poikkeaa jonkin verran luonnon puiden rytmistä. Kylvökesänä taimet kasvavat ns. *vapaata kasvua*, jolloin niiden pituuskasvu päättyy vasta päivän lyhenemisen myötä elokuun puolivälin jälkeen (kuva 55). Toisena kesänä osa pituuskasvusta on havupuilla ensimmäisenä vuonna silmuun muodostuneiden neulasaiheiden välien venymistä. Neulasaiheiden lukumäärä määrää suurelta osalta minkä pituiseksi uusi kasvain kehittyi. Näin syntynyttä kasvua kutsutaan *ennaltamääräytyneeksi*.

Kuusella ennaltamääräytyneen kasvun osuus on toisena vuonna runsaat puolet koko pituuskasvusta ja se lisääntyy ja vapaan kasvun osuus häviää 5–10 ikävuoteen mennessä (11, 112). Männyllä ennaltamääräytynyt kasvutapa vallitsee jo toisena vuonna. Ilmeisesti kuusen taimet kasvaessaan vapaan kasvun vuoksi pituutta vielä elokuussa ovat mäntyä arempia syyshalloille. Myös taimien alkuperä vaikuttaa kasvurytmiin. Mitä eteläisempi alkuperä, sitä myöhemmin taimet aloittavat pituuskasvunsa ja vastaavasti sitä myöhemmin myös lopettavat sen. Tämän vuoksi eteläisemmät kuusialkuperät kestävät kevähallon paikallisia alkuperiä paremmin, mutta paleltuvat herkemmin syyshalloissa.

Aktiivivaiheen jälkeen taimet menevät lepotilaan ja niiden elintoiminnot hidastuvat. Taimien verson karaistuminen alkaa elokuussa rangan ja neulasten pituuskasvun päättymisen jälkeen.

Kuva 55. Esimerkkejä eri puulajien yksi- ja kaksivuotisten paakkutaimien pituuskehityksestä taimitarhalla. Koivuntaimien pituus luetaan oikeanpuoleiselta pystyakselilta. Aineisto Suonenjoen taimitarhalla.

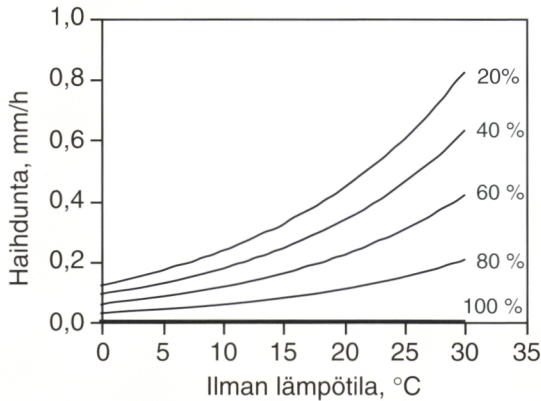


Juuristo kasvaa usein vielä syys-lokakuussa ja sen pakkaskestävyys lisääntyy vasta maan lämpötilan laskiessa. Taimen eri osat karaistuvat eri tahdissa. Verson karaistumista säätelee päivän pituus ja ilman lämpötila, kun taas juuristoon vaikuttaa kasvu-alustan lämpötila ja kosteus. Lepotilan alkamiseen vaikuttavat taimitarhalla myös taimien alkuperä ja kasvatustoimenpiteet. Eteläisimmillä alkuperillä verson lepotilan kehittyminen voi Suomessa samalla paikalla kasvatettuna alkaa 2–3 viikkoa myöhemmin kuin pohjoisilla.

Lepotilan purkautuminen vaatii riittävän pitkän ajan viileitä (–5...+10°C) lämpötiloja. Syystalvella lämpimään otettujen taimien kasvuunlähtö vie sitä kauemmin, mitä keskeneräisempi lepotilan purkautuminen on. Keski-suomalaisista alkuperästä olevien männyn ja kuusen taimien lepotilan purkaminen vaatii noin kahden kuukauden mittaisen kylmäkäsitelyn⁽³³⁾. Lepotilan purkaututtua taimet kestävät keskitalvella yhä kovia pakkasia, mutta olosuhteiden muuttuessa keväällä suotuisiksi lähtevät nopeasti kasvuun.

Haihdunta ja kuivuminen

Taimien kuivuminen kuljetuksen ja varastoinnin aikana on suurimpia taimihuollon aikaisia riskejä. Olosuhteet touko-kesäkuussa ovat yleensä erittäin kuivattavat. Haihtuminen riippuu säteilystä, tuulesta, ilman lämpötilasta ja kosteudesta. Mitä lämpimämpää ja kuivempaa ilma on, sitä voimakkaampaa on haihdunta (kuva 56). Lämpötilan nousu 10°C:sta 20°C:een samoin kuin suhteellisen kosteuden laskeminen 70%:sta 40%:iin kaksinkertaistaa haihdunnan. Voimakkaassa auringon paisteessa taimi voi lämmetä jopa 5–15°C ilmaa lämpimämmäksi, mikä edelleen voi 2–3-kertaistaa



Kuva 56. Ilman lämpötilän ja ilman suhteellisen kosteuden vaikutus haihduntaan vapaasta vesipinnasta, kun ilma ja vesi ovat yhtä lämpimiä ⁽²⁰⁾. Taimista haihtuva vesi noudattaa pitkälti samaa riippuvuutta.

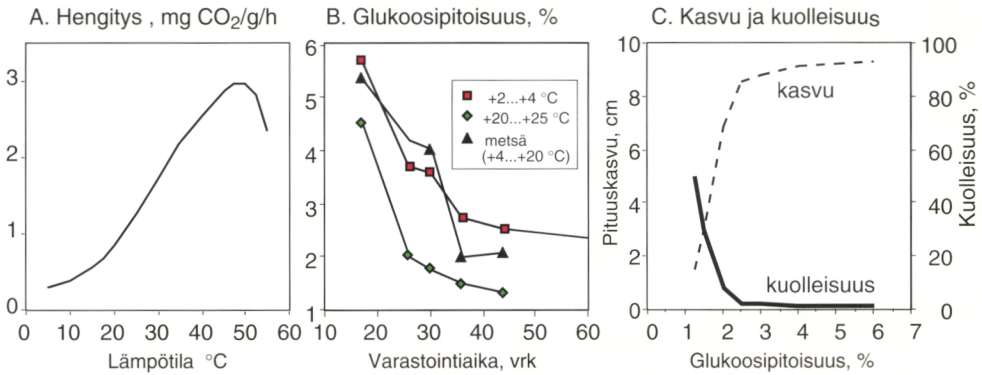
haihdunnan. Samoin tuulen nopeuden kasvu tyynestä 8 m/s:iin lisää haihduntaa kymmenkertaiseksi.

Hengitys ja ravintovarastot

Sekä paakku- että paljasjuuritaimia kuljetetaan ja varastoidaan umpipakkauksissa kuivumisen ja mekaanisten vaurioiden välttämiseksi. Pimeässä taimet hengittävät (käyttävät yhteyttämisesä varastoimiaan hiilihydraatteja) elintoimintojensa ylläpitämiseksi. Hengittäminen on sitä voimakkaampaa, mitä korkeammassa lämpötilassa taimia säilytetään (kuva 57a). Alle 10 °C:ssa hengitys on vielä verraten vähäistä, mutta nopeutuu kiihtyen lämpötilan noustessa 35 °C:seen saakka.

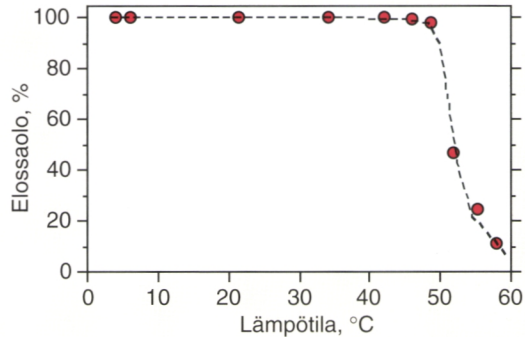
Voimakkaan hengityksen seurauksena kolmen viikon ajan huonelämpötilassa varastoiduissa männyntaimissa on jäljellä vain noin puolet kylmävarastossa (+2...+4 °C) varastoitujen taimien hiilihydraattivarastosta. Hiilihydraattivaraston ehtyminen heikentää taimien kykyä selviytyä istutusrasituksesta. Varastoinnin seurauksena taimien hiilihydraattivaraston väheneminen alle 2 %:n (kuva 57b) puolestaan heikentää taimien elossaoloa ja kasvua istutuksen jälkeen voimakkaasti (kuva 57c).

Taimien lämpötilan nousu yli 40 °C:n voi jo aiheuttaa pysyviä soluvaurioita. Mitä korkeammaksi lämpötila nousee, sitä nopeammin taimi vaurioituu ⁽¹²⁾. Lyhytaikainenkin lämpötilan nousu 45–50 °C:seen saostaa valkuaisaineita ja tappaa taimen (kuva 58). Taimien lämpötilan sietokyvyssä on puulajikohtaisia ja kehitysvaiheesta johtuvia eroja. Uudet neulaset kestävät korkeita lämpötiloja heikommin kuin vanhat.



Kuva 57. Varastointilämpötilan vaikutus männyntaimien hengitykseen (A), varastointiajan ja olosuhteiden vaikutus taimien ravintovarastoon (glukoosipitoisuus) (B) ja ravintovaraston (glukoosipitoisuus) vaikutus taimien elossaoloon ja pituuskasvuun istutuksen jälkeen (C).⁽⁷⁷⁾

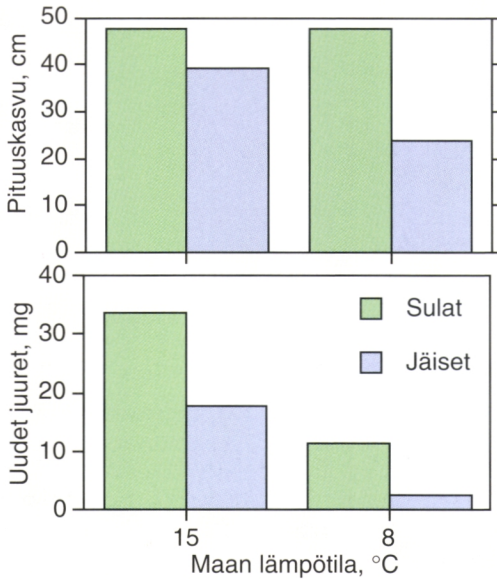
Kuva 58. Lämpötilan vaikutus kolmevuotiaiden paljasjuuristen männyntaimien elossaoloon. Taimet altistettu 10 minuutiksi eri lämpötiloihin 100 %:n suhteellisessä kosteudessa.⁽³⁸⁾



42 Pakkasvarastoitujen taimien käsittely

Pakkasvarastoitujen paakkutaimien juuripaakkujen tulee olla täysin sulaneita istutettaessa. Jos paakut ovat jäässä, ne sulavat ja lämpiävät kylmässä maassa hitaasti. Sen seurauksena juuret kasvavat heikosti eivätkä pysty ottamaan riittävästi vettä haihduttavalle versolle, mikä aurinkoisina ja tuulisina päivinä johtaa taimien kuivumiseen, heikkoon kasvuun ja jopa kuolemaan (kuva 59).

Aiemmin suositeltiin hidasta, pari viikkoa kestävästä taimien sulatusta alhaisessa lämpötilassa, mutta uudemmat tutkimukset ovat päätyneet suosittelemaan nopeaa (1–3 vrk) sulatusta^(10, 19, 100). Nopeassa sulatuksessa taimien hiilihydraattivarasto kuluu vähemmän ja taimien pakkas- sekä kuivuuskestävyys heikkenevät hitaammin kuin hitaassa sulatuksessa. Myös taimien homehtumisriski on pienempi. Joidenkin tutkimusten mukaan myöskään taimien istuttaminen juuripaakut jäisinä ei heikentäisi taimien



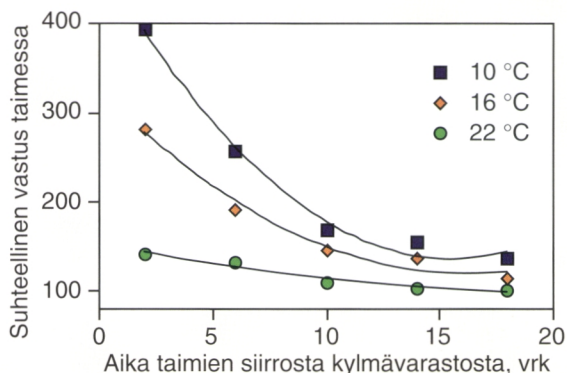
Kuva 59. Istutusmaan lämpötilan (15 ja 8 °C) vaikutus juuripaakut jäisinä ja sulatettuina istutettujen pakkasvarastoitujen yksivuotisten kuusen taimien verson ja uusien juurien kasvuun neljän ensimmäisen istutuksen jälkeisen viikon aikana. ⁽²⁷⁾

menestymistä ⁽⁴⁴⁾. Näin ehkä onkin jos istutusmaa on lämmin ja sulattaa juuripaakut nopeasti. Kuitenkin Suomessa maan lämpötila on toukokuussa vain 3–10 °C ja juuripaakkujen sulaminen ja lämpiäminen vie pitkään ja verso ehtii kuivaa, sillä versojen lämpötila saattaa auringonpaisteessa nousta 20–30 °C:seen. Jo muutaman tunnin viive juuripaakun sulamisessa aiheuttaa merkittäviä eroja taimien juurtumisessa ja kasvussa ⁽²⁷⁾.

Pakkasvarastoitujen taimien elintoiminnot (esim. fotosynteesi, veden otto) ovat hitaita vajaan viikon ajan varastoinnin jälkeen ⁽²⁴⁾. Mitä nopeammin pakkasvarastosta oton jälkeen ja mitä kylmempään maahan taimia istutetaan, sitä ankarampi on taimien vedenpuute alkuvaiheessa (kuva 60). Taimien nopea pimeästä valoon siirto saattaa aiheuttaa häiriöitä yhteyttämiskoneistossa, mikä ilmenee neulasten tilapäisenä punertumisena tai jopa harmaantumisenä. Pakkasvarastoituja ja nopeasti sulatettuja taimia kannattaakin totuttaa hyvin kasteltuina valoon ja lämpöön muutamia päiviä sulatuksen jälkeen ennen istutusta.

Tämän hetken käsityksen mukaan jäiset taimet kannattaa siis sulattaa nopeasti (1–3 vrk) pimeässä tai hämärässä tilassa tai suljetuissa pakkauksissa ja tasalämpöisissä (6–15 °C) olosuhteissa. Liian korkea sulatuslämpötila voi taas rikkoa solukoita. Ulkona sulatettaessa on vaara, että alhaiset yölämpötilat hidastavat sulamista ja yöpakkasten sattuessa paakut jäätyvät uudelleen. Sulamisen nopeuttamiseksi taimilaatikoiden väliin kannattaa jättää ilmakäytävät, sillä purkamattomissa laatikkopaaileissa taimien sulaminen keskimmaisissa laatikoissa on huomattavasti hitaampaa kuin reunalaatikoissa. Sen sijaan jäätyneitä taimia ei

Kuva 60. Veden virtausvastuksen suhteellinen muutos valkokuusen taimissa pakkasvarastosta (-2°C) istuttamisen jälkeen. Taimet istutettiin erilaisiin maan lämpötiloihin (10 , 16 ja 22°C) ja niitä kasteltiin säännöllisesti. Suhteellisenä vertailuna (100) on käytetty $+22^{\circ}\text{C}$:seen istutettuja taimia 18 vrk istuttamisen jälkeen. ⁽²⁴⁾



saa sulamisen nopeuttamiseksi irrottaa väkisin toisistaan syntyvien juuristovaurioiden vuoksi. Umpilaatikoiden reijittäminen sulatuksen alkaessa parantaa ilmankiertoa ja vähentää selvästi homeutumisriskiä (kuva 61).

Sulatuksen jälkeen taimet on siirrettävä valoon. Mitä kauemmin taimet ovat sulaneina ja lämpiminä pimeässä, suljetussa tilassa, sitä enemmän versot joutuvat alttiiksi homeille ja sitä nopeammin ravintovarastot hupenevat hengityksen vuoksi. Taimia ei tulisikaan pitää umpipakkauksissa viikkoa kauempaa jos säilytyslämpötila ylittää kymmenen astetta. Varastoinnin aikana kannattaa laatikoiden lämpötilaa seurata esim. helpokäyttöisillä digitaalimittareilla ja istuttaa taimet ensin lämpimimmistä laatikoista.

43 Taimien pakkaus

Taimien pakkaustapa riippuu puulajista, taimilajista, kuljetustavasta ja -matkasta sekä varastointitarpeesta ja -mahdollisuuksista. Paljasjuuriset taimet pakataan yleensä joko muovisäkkeihin, joiden sisäpinta on musta ja ulkopinta heijastava tai paperisäkkeihin. On tärkeätä, että säkki on valoa läpäisemätön, sillä se hidastaa huomattavasti säkin lämpötilan nousua ⁽³⁹⁾ ja taimien kuivumista auringon paisteessa.

Ulkona varastoidut paakutaimet pakataan yleensä avonaisiin, muovisiin ritiläpohjaisiin laatikoihin, avonaisiin tai suljettuihin pahvipakkauksiin tai ne voidaan kuljettaa kasvatusarkeissaan. Isokokoisia paakutaimia (koivu ja 2-vuotinen kuusi) kuljetetaan myös muovisäkeissä tai -kasseissa. Pakkasvarastoivat taimet pakataan umpinaisiin, vahapintaisiin pahvilaatikoihin varastoinnin aikaisen kuivumisen estämiseksi. Pääosin laatikot ovat pahvisia ja kertakäyttöisiä. Myös muovisia, palautettavia umpinaisia taimilaatikoita on kokeiltu.



Taimet varastoitu $-2...-4$ °C lämpötilassa juuripaakut ja versot jäässä

Sulatus

- + lämpötila $+6...+15$ °C (jos mahdollista tasainen lämpötila)
- + pimeä tai hämärä tila (taimilaatikko, kellari)
- + tee ilma-aukkoja umpilaatikoihin tuuletuksen lisäämiseksi
- + pyri nopeaan sulatukseen (2–3 vrk), mutta varaa kuitenkin riittävästi aikaa –älä istuta taimia jäisinä

Säilytys ja kastelu

- + avaa pakkaukset mieluiten heti kun juuripaakut ovat sulaneet (taimia ei tule säilyttää reijitetyissä umpilaatikoissa kauempaa kuin 1–2 viikkoa ja silloinkin vain jos laatikossa lämpötila pysyy alle 10°C :n)
- + tarkasta paakkujen kosteus heti sulatuksen jälkeen ja kastele ne tarvittaessa ja pidä huolta kastelusta koko varastoinnin ajan

Totuttaminen valoon

- + totuta taimia valoon pakkausten avaamisen jälkeen 1–2 vrk ennen istuttamista

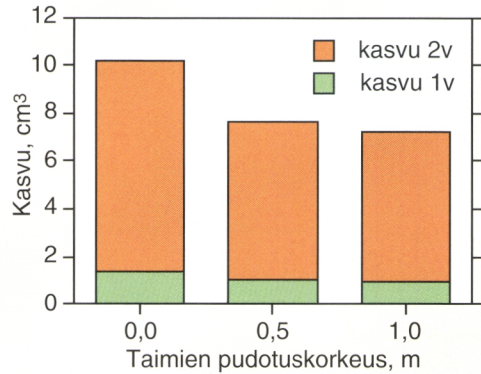
Kuva 61. Pakkasvarastoitujen taimien sulatusohjeet.

Kannattaa miettiä omaan viljelyketjuun parhaiten soveltuvat ratkaisut ja neuvotella taimitarhojen kanssa pakkausmenetelmistä. Umpilaatikko vähentää taimien kuivumista ja suojaa taimia mekaaniselta rasitukselta, mutta nostaa kustannuksia. Eri maissa käytetään hyvinkin poikkeavia, mutta silti ao. olosuhteissa toimivia ratkaisuja. Esimerkiksi Norjassa paakutaimet pakataan puukehyksiin paaleihin, joissa juuripaakut on kääritty muoviin, mutta verso on paljaana. Pakkausten hävittäminen on usein ongelmallista. Muoviset tai muovitetut pakkaukset häviävät hitaasti luonnossa ja torjunta-ainekäsitelyjä taimia sisältäneitä pakkauksia ei saa polttaa. Tällaiset taimipakkaukset voi joko sopia palautettavaksi taimitarhalle tai toimittaa ne kaatopaikalle. Jäteongelman välttämiseksi kehitellään uusia pakkausmenetelmiä, kuten erilaisia konttiratkaisuja.

44 Taimien kuljetus

Kuljetusta suunniteltaessa on tärkeää sopia etukäteen ajankohdat, taimimäärät, purku- ja varastointipaikat ja taimista kussakin vaiheessa vastaava henkilö. Taimien laadun kannalta on olennaista, että kaikissa vaiheissa taataan taimille sopivat olosuhteet ja hoito.

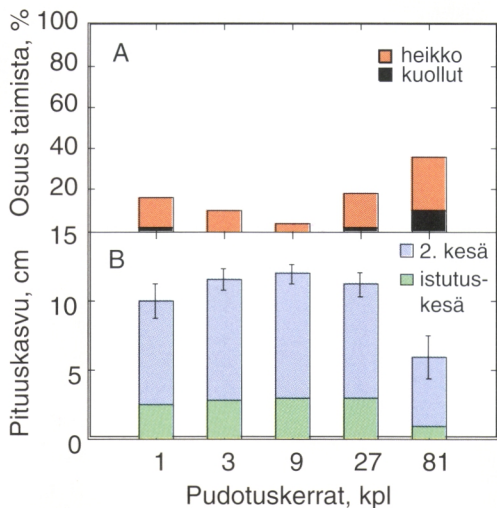
Kuva 62. Mekaanisen rasituksen (taimilaatikon pudotus 30 kertaa eri korkeuksilta kovalle alustalle) vaikutus elokuussa nostettujen kontortamännyn yksivuotiaiden paakkutaimien kasvuun. ⁽¹⁰⁴⁾



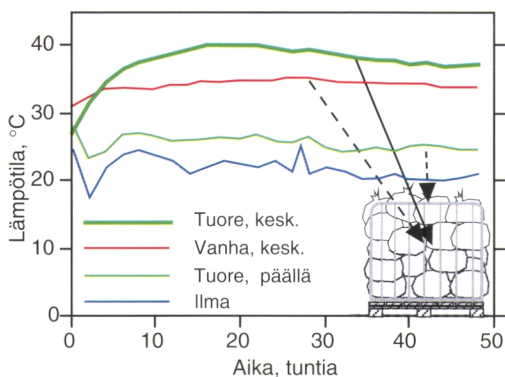
Taimikuljetus voidaan järjestää monella eri tavalla riippuen mm. kuljetusmatkan pituudesta, taimilajista, taimimäärästä, pakkaustavasta, välivarastointitarpeesta- ja mahdollisuudesta. Usein taimituottaja joko kuljettaa taimet itse tai varaa kuljetuskaluston. Monet metsänhoitoyhdistykset hoitavat kuljetuksen ja jakelun tarhalla istuttajille tai metsänomistajille. Jos kuljetusmatka on pitkä ja kuljetus kestää koko päivän tai useampia vuorokausia lämpimissä olosuhteissa, on syytä käyttää jäädytettyä kuljetusta. Jos taas istutuskohde sijaitsee lähellä tarhaa, voidaan päivän taimet noutaa peräkärryllä työmaalle.

Kuljetuksen ja käsittelyn aikana taimiin kohdistuu myös mekaanista rasitusta. Paljasjuuriset taimet ovat mekaaniselle rasitukselle, kuten taimipakkausten pudottelulle ja tärinälle herkempiä kuin paakkutaimet, joiden juuret ovat pääosin turvekerroksen suojassa ^(14, 104). Paakkutaimet voivat suojaamattomassa kuljetuksessa joutua alttiiksi voimakkaalle ajoviimalle, joka piiskaa taimien latvoja. Ajoviima ja tärinä ovat kokeissa heikentäneet taimien pituuskasvua istutuksen jälkeen, mutta vasta hyvin voimakas rasitus on lisännyt taimikuolleisuutta. Kuten kuivuuden ja kylmyyden, myös mekaanisen rasituksen sietokyky vaihtelee vuoden eri aikoina. Lepotilassa olevat taimet kestävät mekaanista rasitusta paremmin kuin kasvussa olevat taimet ⁽¹⁴⁾.

Kaikkiaan mekaanisen rasituksen vaikutukset ovat kokeissa olleet oletettua vähäisempiä (kuva 62) ja selvästi taimien istutuksen jälkeisen menestymisen kannalta vaarattomampia kuin kuivuus, korkeat lämpötilat ja pitkäaikainen pimeässä varastointi. Joissain tutkimuksissa on mekaaninen rasitus jopa parantanut taimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Esimerkiksi taimipakkausten pudottelu paransi hieman pienien paakkukoivujen kasvua ja kuntoa istutuksen jälkeen, kun taimet olivat istutettaessa muuten tuoreita ja hyväkuntoisia (kuva 63). Vaikutus saattaa perustua juuripaakun löystymisen seurauksena juurten ja istutusmaan parempaan yhte-



Kuva 63. Taimisäkkien pudotuskertojen vaikutus pienien, kesällä istutettujen, lehdessä olevien koivupaakkujen istutuksen jälkeiseen kuntoon (A) ja pituuskasvuun (B). Säkit pudotettiin yhden metrin korkeudesta betonialustalle. ⁽⁷³⁾



Kuva 64. Lämpötilan nousu 1 m³:n kuljetushäkkiin lastatuissa taimisäkeissä. Tuoret taimet olivat vastaanostettuja ja vanhat taimet muutaman päivän maassa maanneita raakkitaimia. Taimihäkissä oli yhteensä 20 säkkiä, joissa kussakin 120 taimeita. ⁽⁸⁶⁾

ytteen tai häirinnästä johtuvaan juurten aktivoitumiseen. Vaikka tällaisia havaintoja on tehty useammassa kokeessa, ei taimipakkauksia kannata tahallisesti pudotella, sillä jos mekaaniseen rasitukseen liittyy muuta kuljetuksen ja varastoinnin aiheuttamaa rasitusta, vaikutukset summautuvat ja taimien kunto heikkenee.

Kuljetetaanpa taimet millä keinoin hyvänsä, ne tulisi suojata kuivumiselta ja ajoviiman mekaaniselta vaikutukselta. Tämä merkitsee sitä, että jos taimet ovat suojaamattomia (esim. kasvatusarkeissaan kuljetettavat paakkutaimet) käytetään kuljetettaessa kopiautoa tai kuomullista peräkärryä tai suojuspeitettä.

Taimisäkkejä ei saa sulloa tiukkaan kuljetustilaan. Sen lisäksi, että sullominen vaurioittaa mekaanisesti taimia, voi taimien hengitys tiiviissä pakkauksessa nostaa pakkauksen lämpötilaa haitallisen korkeaksi (kuva 64). Huonelämpötilassa pidettyjen taimisäkkien lämpötila voi kuljetuksen aikana nousta 10–20

tunnissa yli 40 °C. Yksi paljasjuurisia taimia sisältävä taimisäkki tuottaa lämpöä saman verran kuin 10 W:n hehkulamppu. Kuorma on siis jätettävä riittävät tuuletuskäytävät taimien tuottaman lämmön poistamiseksi.

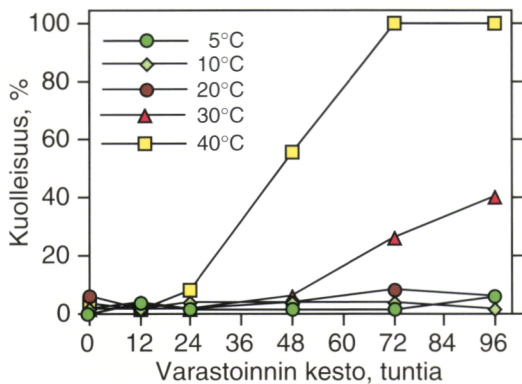
45 Taimien varastointi ennen istutusta

Tarhalta lähteneet taimet olisi paras istuttaa saman päivän aikana, jolloin taimien kunto pysyy hyvänä ja taimien kastelutarve jää vähäiseksi. Usein taimitarhat kuitenkin sijaitsevat niin etäällä istutuskohteista, että taimia ei voida hakea työmaalle päivittäin. Tällöin taimia on varastoitava joko kylmävarastoihin tai keskitehtyille varastopaikalle, josta tarvittava taimimäärä kuljetetaan päivittäin istutusosalalle, tai taimet varastoidaan suoraan istutuspaikan läheisyyteen.

Paakkutaimia viedään myös talvivarastoihin istutuspaikkojen läheisyyteen jo syksyllä. Näin voidaan vähentää taimitarhan kevätruuhkia ja aloittaa istutustyö joustavasti kevään heikoista kuljetusyhteyksistä (esim. kelirikko) riippumatta. Talvivarastoissa on huolehdittava taimien suojauksesta myyriä, jäniksiä ja hirviä vastaan sekä muistettava varautua taimien kasteluun heti lumien sulettua. Varastointipaikka on valittava niin, että kevätahavasta ei ole vaaraa tai taimet on mahdollista suojata esimerkiksi lumetamalla.

Kylmä- ja pakkasvarastot sopivat välivarastoksi sekä paljasjuuri- että paakkutaimille, jos varastointitarve on useita päiviä tai viikkoja^(81, 116). Edellytyksenä kuitenkin on, että taimet on pakkasvarastoitu yli talven eikä niitä ole vielä sulatettu tai että taimet ovat taimikentällä varastoinnin jälkeen vielä lepotilassa. Kasvussa olevia taimia ei tule varastoida alle +5 °C:ssa. Lepotilassakaan olevia taimia ei tule pitää kolmea viikkoa kauempaa viileässä (+5...+10 °C) homevaaran ja taimien kunnan heikentymisen vuoksi⁽⁶³⁾. Pakkasvarastosta taimet on muistettava istuttaa kesäkuun puoliväliin mennessä (ks. kuva 50).

Lämpimämmissä varastointiolosuhteissa kannattaa taimien varastointiaika umpipakkauksissa pitää mahdollisimman lyhyenä. Kanadalaistutkimuksen⁽⁶⁾ mukaan pakkasvarastosta otetut ja sulatetut valkokuusen taimet säilyivät hyvin 4 vuorokautta +20 °C:n lämmössä, mutta varastointilämpötilan kohotessa ja -ajan pidentyessä taimien elossaolo aleni (kuva 65) ja yhä suurempi osa taimien kärkisilmuista jäi puhkeamatta. Kokemukset Suomessa osoittavat samansuuntaisesti, että yli viikon varastointi umpilaatikossa huoneenlämmössä voi homehduttaa ja vaurioittaa vakavasti kuusen paakkutaimia (kuva 66). Toisaalta viileässä (5–12 °C) taimet



Kuva 65. Pakkasvarastoitujen (6 kk, -2°C), sulatettujen (7 vrk, $+5^{\circ}\text{C}$) ja umpipakkauksessa eri pituisia aikoja eri lämpötiloissa varastoitujen yksivuotiaiden valkokuusen paakkutaimien kuolleisuus istutusvuoden syksyllä. ⁽⁶⁾

voivat säilyä 2–3 viikkoa jos laatikoiden tuuletus on varmistettu avaamalla tuuletusreikiä laatikon seiniin. Paljasjuuriset taimet on syytä ottaa pois säkeistä ja vailleistuttaa, jos varastointi kestää useita päiviä tai peräti viikkoja. Viileässä voidaan paljasjuuritaimisäkkejä varastoida enintään 1–2 viikkoa.

Taimien varastointi lähellä istutuskohdetta lienee kuitenkin yleisin ratkaisu. Paakkutaimien varastoalueen on oltava tasainen, niin että taimilaatikat on helppo levittää alueelle. Paikkaa valittaessa on varmistettava, että kastelua varten on vettä helposti saatavissa. Umpinaisten pakkausten kannet avataan tai taimet siirretään alustoillaan ulos laatikoista. Jos taimet ovat kasvatusarkeissaan tai pakattu ritiläpohjaisiin laatikoihin, on taimilaatikoiden reunat peitettävä maakerroksella etteivät reunimmaisheet taimet kuivu. On myös varmistettava, ettei taimiarkin pohjan ja maanpinnan väliin jää isoja rakoja, jolloin turve paakussa kuivettuu altapäin.

Varastopaikka ei saa olla hallanarka. Puuttomat notkelmat ja rinteiden alareunat voivat tässä suhteessa olla ongelmallisia. Vaikka kuusentaimien silmut eivät ole juuri turvonneetkaan, saattaa sekä silmujen että neulasten pakkaskestävyys olla toukokuussa enää vain $-3...-5^{\circ}\text{C}$. Hallan uhatessa taimet voi peittää harsokankaalla, jonka alla lämpötila pysyy $1-3^{\circ}\text{C}$ ympäristön lämpötilaa korkeampana. Kovin voimakkaita halloja ei harsokaan pysty torjumaan. Harso tulee mieluiten levittää niin, että se ei kosketa taimien latvoihin, koska kangas itse voi jäähtyä hallayön aikana hyvin kylmäksi. Myös erilaisia varjostuskankaita voi käyttää taimien suojaukseen varastopaikalla. Ne pienentävät myös taimien kastelutarvetta vähentämällä säteilyä ja alentamalla taimien lämpötilaa auringonpaisteesta.

Paljasjuuriset taimet kuljetetaan yleensä suljetuissa muovi- tai paperisäkeissä. Jos taimet istutetaan muutaman päivän kuluessa, voidaan niitä säilyttää istutukseen saakka suljetuissa säkeissä. On syytä tarkastaa, että säkit ovat kuljetuksen jäljiltä ehjät. Avoimis-



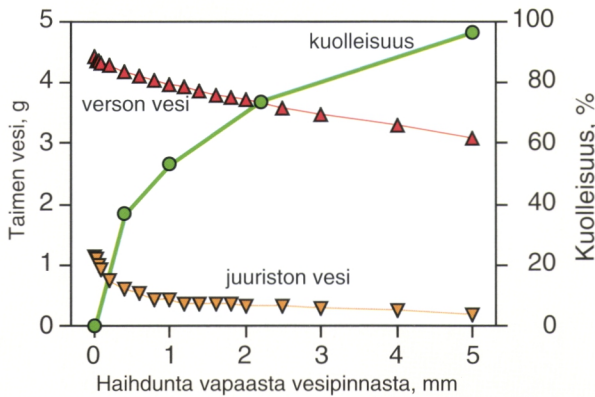
Risto Rikala

Kuva 66. Sulatuksen ajan (3 vrk) ja kaksi viikkoa pakkasvarastoinnin jälkeen huoneen lämpötilassa umpinaisessa pahvilaatikossa varastoituja kaksivuotisia kuusen taimia.



Risto Rikala

Kuva 67. Taimivarastossa taimilaatikat tulee asettaa tasaiselle maalle. Jos laatikot jäävät nojaamaan kiviin tai oksiin, pääsee ilma kuivattamaan taimien juuret altapäin nopeasti.



Kuva 68. Paljasjuuristen, koulittujen männyn taimien kuivatuksen vaikutus juuriston ja verson vesivarastoon sekä taimien kuolleisuuden kaksi vuotta istutuksen jälkeen. Kuivatusaikaa ilmentää haihdunta vapaasta vesipinnasta (x-akseli). Mittausolosuhteissa vettä haihtui vapaasta vesipinnasta noin 0,5 mm tunnissa eli kahden tunnin kuivatus vastasi 1 mm:n haihduntaa.

sa tai rikkonaisissa säkeissä taimet kuivuvat muutamassa vuorokaudessa (49). Säkit varastoidaan mieluiten viileässä paikassa. Istutuspaikalla säkkejä pidetään varjossa. Jos taimia varastoidaan kauemmin, on ne purettava säkeistä sekä nipuista ja valeistutettava kosteaan maahan varjoisaan paikkaan. Kuusen taimet voivat kestää valeistutuksessa hyvin hoidettuina jopa 5–6 viikkoa, kun taas valottomassa, viileässä kellarissa korkeintaan neljä viikkoa, kaivovedessä kaksi ja ojavedessä yhden viikon (29).

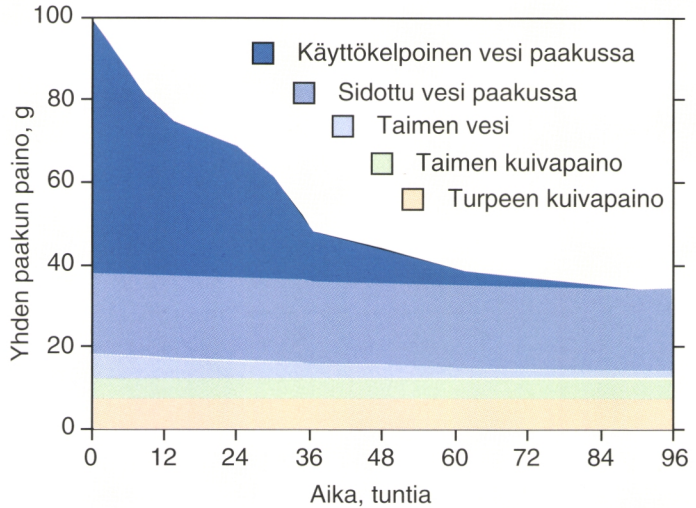
46 Taimien kuivuminen ja kastelu

Paljasjuuriset taimet

Paljasjuuriset taimet kuivuvat herkästi. Puolet paljasjuuristen männyntaimien suojaamattoman juuriston vesivarastosta haihtuu huoneen lämpötilassa noin tunnissa, samassa ajassa, jossa 0,5 mm vettä haihtuu vapaasta vesipinnasta (kuva 68). Samana aikana verson vesivarastosta haihtuu vain n. 6%. Koska veden ja ravinteiden oton kannalta tärkein osa juuristosta, hienijuuret, kuivuu nopeimmin, lisää jo vähäinenkin juurten kuivuminen taimikuolleisuutta ja heikentää taimien kasvua.

Säkeissä olevia paljasjuuritaimia ei kastella, mutta valeistuksessa olevia taimia kastellaan tarvittaessa, jos maa tuntuu kuivalta. Tulokset paljasjuuristen taimien juurten upottamisesta veteen ennen istutusta ovat ristiriitaisia. Jos juuret ovat ehtineet pahasti kuivua, ei upotuksesta ole enää apua. Pohjois-Amerikassa taimien juuret upotetaan turve- tai maalietteeseen ennen istuttamista. Toimenpidettä perustellaan paremmalla juuri-maayhteyden muodostumisella istutuksen jälkeen. Laajoissa kenttäkokeissa Suomessa juurten imeyttämällä savivellillä, upottamisella veteen tai juurten fosforilannoituskäsittelyllä ei kuitenkaan ollut

Kuva 69. Pahvilaatikkoalustalla, avoimena istutus- alalla varastoitujen kaksivuotisten kuusen paakkutaimien (pituus n. 30 cm, paakun tilavuus 110 cm³) kuivuminen 4 vrk:n aikana. Taimet kasteltu läpimäriksi varastoinnin alkaessa aamulla klo 7. Kuivuminen hidastuu turpeen kuivuesssa. Sää aurinkoinen, ajoittain pilvinen, lämpötila päivällä +20°C ja yöllä +10°C.

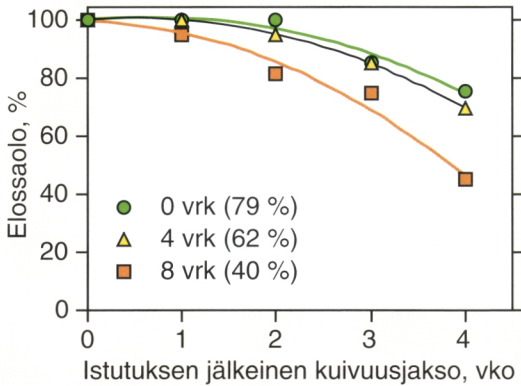


taimien menestymiseen istutuksen jälkeen mitään vaikutusta ⁽³⁰⁾. Sen sijaan juurten kuivumisherkkyuden vuoksi taimien purkaminen pakkauksista ja edelleen asetelu istutusvakkiaan tulee tehdä varjoisessa ja tuulensuojaisessa paikassa.

Paakkutaimet

Paakkutaimien juuret ovat suojassa paakussa eivätkä ole yhtä alttiina kuivumiselle kuin paljasjuurisilla taimilla. Samalla on muistettava, että taimen haihduttama vesimäärä paakun vesitilavuuteen verrattuna on melko suuri. Kaksivuotinen kuusen paakkutaimi haihduttaa lämpimänä, tuulisena kevätpäivänä 20–30 ml vettä, mikä on paakun koosta riippuen 30–50 % läpimäriksi kastellun paakun taimille käyttökelpoisesta vesimäärästä. Normaalissa kasvatuskosteudessa olevan taimen paakun käyttökelpoinen vesimäärä voi haihtua päivässä. Läpimäriksikin kastelluissa paakuissa riittää vettä vain 1–3 päivän tarve sateettomina ja aurinkoisina päivinä (kuva 69).

Paakkutaimien kastelu varastoinnin aikana on erittäin tärkeää. Herkästi kuivuvia, mutta juurtumisen kannalta tärkeitä hienojuuria on runsaasti paakun ulkoreunoilla. Jos turvepaakku pääsee kuivahtamaan alle 20 %:n vesipitoisuuden (turve on pinnaltaan kuiva, eikä paakusta tule puristettaessa vettä), on se erittäin vaikea saada kostumaan uudelleen varsinkin maasto-olosuhteissa. Paakut kuivuvat taimien kokovaihtelusta johtuen myös melko epätasaisesti, osan ollessa vielä kosteita on osa jo kuivunut vaikeasti kasteltavaksi.



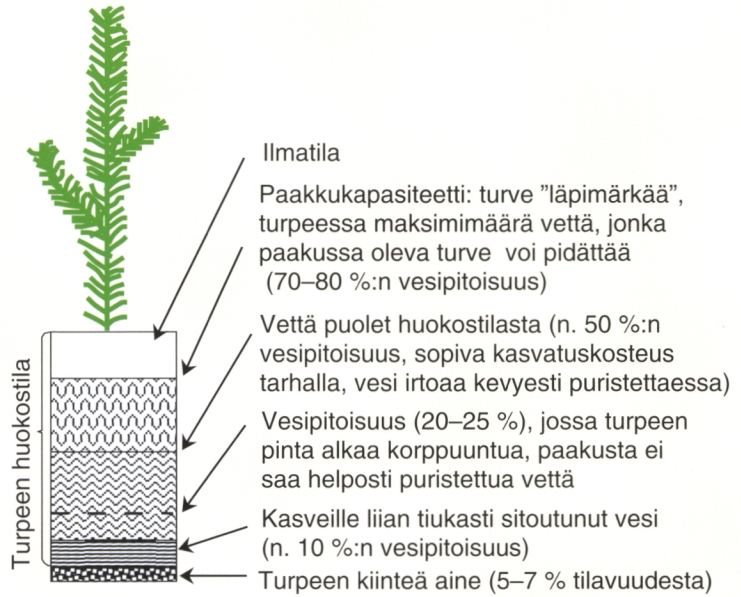
Kuva 70. Istutusta edeltävän taimien kuivumisen (0, 4 ja 8 vrk) ja istutuksen jälkeisen maan kuivuuksjakson (0, 1, 2, 3 ja 4 viikkoa) vaikutus 2-vuotiaiden kesäistutettujen kuusen paakkutaimien elossaoloon. Kaikki taimet olivat istutettaessa riittävän kosteita (40–79%) taimien kasvun kannalta, silti paakkujen läpimääräksi kastelu (79%) ennen istutusta (0 vrk) vähensi huomattavasti taimikuolleisuutta. ⁽²⁸⁾

Vaikka taimet taimitarhalla kasvavat parhaiten, kun turpeen vesipitoisuus pidetään 40–50 %:ssa (tilavuudesta), on havaittu, että paakkujen kastelu läpimääräksi (60–80 %) ennen istutusta parantaa taimien elossaoloa ja kasvua etenkin kesäaikaisessa istutuksessa (kuva 70). Vaikka istutuksen jälkeen ylimääräinen vesi 'vuotaa' paakusta kuivempaan istutusmaahan muutamassa tunnissa, ilmeisesti paakun ympärille siirtynyt kosteus voimistaa juurten kasvua paakusta ulos maahan ja nopeuttaa taimen mukautumista uudistusalalle.

Kuivina, aurinkoisina päivinä paakkutaimet on kasteltava päivittäin. Taimia kasteltaessa on hyvä muistaa, että taimipakkausten reunimmaisat taimet voivat kuivua kaksikin kertaa nopeammin kuin varaston keskellä olevissa arkeissa. Kasvatusarkeissaan tai ritiläpohjaisissa laatikoissa varastoitavat taimet ovat erityisen herkkiä kuivumaan. Myös erilaiset paakut voivat kuivumisherkyydeltään poiketa toisistaan merkittävästi ⁽⁵⁷⁾.

Paakkutaimien kastelussa tarvitaan runsaasti vettä. Päivittäin haihtuvan veden korvaamiseen tarvitaan 3–5 litraa vettä neliömetrille. Kuivahtaneiden paakkujen turpeen huokostilan täyttäminen puoliksi vedellä (50 %:n vesipitoisuus) vie kymmenkertaisen vesimäärän (30 litraa/m²) ja läpimääräksi kastelu lähes 60 litraa/m² (kuva 71). Jos turpeen pinta on päässyt 'korppuuntumaan' on kasteluveden imeytyminen turvepaakkuun hidasta ja kastelu vaatii huomattavasti enemmän vettä ja aikaa. Suuremman taimimäärän hoito onnistuu yleensä vain, jos varaston lähellä on riittävästi hyvälaatuista vettä ja koneellinen pumppu (kuva 72). Jos koneellista kastelua ei ole käytettävissä ja taimet ovat päässeet kuivahamaan kasvatusarkeissaan tai ritilälaatikoissa, helpointa olisi upottaa laatikot 15–30 minuutiksi veteen ja antaa veden imeytyä paakkuihin altapäin. Veden laatu on kuitenkin tarkastettava ennen arkkien upottamista. Seisova, hapeton tai hyvin hapan (pH < 4) vesi on haitaksi juurille.

Kuva 71. Kaaviomainen esitys turpeella täytetyn paakun tilavuuden jakautumisesta turpeen kiinteään aineen ja huokostilan kesken sekä huokostilan täytyminen vedellä paakkukapasiteetissa (läpimäärässä turpeessa), sopivassa kasvatuskosteudessa taimitarhalla ja 'korppuuntumis-kuivuudessa', jonka jälkeen turpeen imemiskyky heikkenee sekä tilanteessa, jolloin taimet eivät enää saa turpeesta vettä.



Risto Rikala

Kuva 72. Jos taimia varastoidaan ennen istutusta useita päiviä, kannattaa paikalle järjestää hyvät kastelumahdollisuudet. Kuvassa kaksivuotiaita kuusen paakkutaimia kastellaan uppopumpun avulla.

47 Kymmenen tapaa tappaa taimi

On usein helpompi kuvata ne menettelytavat, jotka johtavat epäonnistumisiin kuin ne, joilla varmuudella onnistutaan. Seuraavassa onkin lueteltu varmimmat ja alkuperäkysymyksiä lukuun ottamatta ehkä yleisimmät syyt istutusten epäonnistumisiin.

- Sopimattoman alkuperän käyttö
- Tautisten tai muuten heikentyneiden taimien istuttaminen
- Paljasjuuritaimiten pitäminen alttiina juurten kuivumiselle säilyttämällä taimia rikkonaisissa säkeissä, avaamalla säkit varastoinnin aikana tai pitämällä taimia pitkään suojaamattomina istutuksen aikana (kuivuminen)
- Taimipakkausten sullominen tiiviisti ilman tuuletuskäytäviä pitkän kuljetuksen ajaksi tai niiden jättäminen auringonpaisteeseen (kuumeneminen)
- Taimien varastointi umpipakkauksissa lämpimässä yli viikon (hiilihydraattivaraston ehtyminen, homeet)
- Paakkutaimien kastelun laiminlyönti varastoinnin aikana (kuivuus)
- Taimien istuttaminen viikkojen tai kuukausien kuluttua taimien saapumisesta välivarastoon tai istutuskohteeseen (versot ylipitkiä ja uudet juuret ovat kasvaneet maahan tai naapuripaakkuihin)
- Pakkasvarastoitujen paakkutaimien istuttaminen juuripaakut jäässä (verson kuivuminen) tai istutuksen lykkääntyminen juhannuksen jälkeen (taimien paleltuminen syksyllä)
- Tukkimiehentäitä vastaan suojaamattomien taimien istuttaminen Etelä-Suomessa
- Huonosti toteutettu tai sopimaton maanmuokkaus ja taimien jälkihoidon laiminlyönti

5 Hallittu kokonaisuus takaa tuloksen

Metsänviljelyketju on kokonaisuus, jonka tulos riippuu paljolti heikoimman lenkin kestävydestä. Jossain määrin voidaan kuitenkin yhtä lenkkiä vahvistamalla korvata toisen lenkin heikkouksia. Esimerkiksi käyttämällä suuria tanakoita taimia voidaan vähemmällä jälkihoidolla saada yhtä hyvä tulos kuin istuttamalla pieniä taimia, mutta huolehtimalla jälkihoidosta. Onnistunut lopputulos edellyttää kuitenkin oikean taimityypin ja laadukkaiden taimien sekä onnistuneen taimikuljetuksen- ja varastoinnin lisäksi oikeat ja oikein ajoitetut toimet istutusalueella. Maanmuokkaus on tärkeimpiä onnistuneen istutustuloksen edellytyksiä ja taimikon jälkihoito heinimisineen ja vesomisineen varmistaa tavoitteenmukaisen taimikon kehittymisen.

Onnistunutta istutusta edeltävät oikeassa järjestyksessä ja kunnolla tehdyt toimenpiteet. Seuraavassa kertauksena muistilista uudistajalle:

- Kartoita uudistusalan riskit ja mieti minkälaisella aikataululla, muokkauksella sekä puu- ja taimilajivalinnalla voit minimoida riskien toteutumisen.
- Tilaa taimitarhalta hyvissä ajoin uudistusalueelle, maanmuokkaukseen ja istutusajankohtaan soveltuvat, sopivaa alkuperää edustavat taimet. Käy tarkastamassa varaamasi taimet etukäteen ja sovi taimien pakkaustapa ja kemiallinen suojaus tukkimiehentäitä vastaan.
- Suunnittele taimikuljetus ja mahdollinen välivarastointi, niiden vaatimat toimet ja istuttaminen sekä nimeä vastuuhenkilöt toiminnan eri vaiheissa.
- Varmista, että maanmuokkaus toteutetaan ajallaan ja muokkausjälki on kelvollinen sekä sopiva istutettavalle puu- ja taimilajille.
- Vastaanottaessasi taimet tarkasta ne ja varmistaudu vielä kuljetuksen jälkeen uudistusalueella, että taimet ovat kunnossa.
- Kuljeta ja varastoi taimia huolellisesti ja muista taimien kastelu.
- Istuta taimet mahdollisimman pian niiden kuljetuksen jälkeen, etteivät ne ehdi juurtua ja kasvaa itseään uuvuksiin jo varastopaikalla.
- Sulata pakkasvarastoidut taimet ennen istutusta ja istuta ne ennen kesäkuun puoliväliä.

- Huolehdi taimien pakkausmateriaalin oikeasta hävittämisestä, äläkä jätä uudistusosalalle materiaalia roskaamaan luontoa. Marjastaja tai korvasienen poimija on luultavasti seuraava vierailija alueella.
- Käy tarkastamassa istutusala vielä muutaman viikon kuluttua istutuksesta, jotta mahdollisissa valituksiin johtavissa epäonnistumisissa taimien kunto myös istutuksen jälkeen on selvillä.
- Seuraa taimikon jälkihoitotarvetta ja toteuta se tarvittaessa ajoissa.
- Kysy tarvittaessa neuvoa! Suomessa istutetaan vuosittain lähes 100000 ha uutta metsää. Tässä urakassa syntyy väistämättä aina ongelmia. Et ole kuitenkaan yksin taimi- ja istutusongelmiesi kanssa. Kannattaa kysellä metsä ammattilaisilta, taimikasvattajilta ja myös metsänomistajilta. Heillä on runsaasti arvokasta, kokemuseräistä aluekohtaista tietoa, jota et oppaiden sivuilta löydä.

Kirjallisuus

1. Aphalo, P.J., Rikala, R. & Sánchez, R.A. 1997. Effect of CCC on the morphology and growth potential of containerised silver birch seedlings. *New Forests* 14: 167–177.
2. Bayley, A. D. & Kietzka, J. W. 1997. Stock quality and field performance of *Pinus patula* seedlings produced under two nursery growing regimes during seven different nursery production periods. *New Forests* 13: 341–356.
3. Bergquist, J. & Örlander, G. 1998. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 2. Effect of seedling vigour. *Forest Ecology and Management* 105: 295–302.
4. Bernier, P., Lamhamedi, M. & Simpson, D. 1995. Shoot:root ratio is of limited use in evaluating the quality of container conifer stock. *Tree Planters' Notes* 46(3): 102–106.
5. Bigras, F. J. & Hebert, C. 1996. Freezing temperatures and exposure times during bud break and shoot elongation influence survival and growth of container black spruce (*Picea mariana*) seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1481–1489.
6. Binder, W. D. & Fielder, P. 1995. Heat damage in boxed white spruce (*Picea glauca* (Moench.) Voss) seedlings: Its pre-planting detection and effect on field performance. *New Forests* 9: 237–259.
7. Binder, W. D., Fielder, P., Mohammed, G. H. & L'Hirondelle, S. J. 1997. Applications of chlorophyll fluorescence for stock quality assessment with different types of fluorometers. *New Forests* 13: 63–89.
8. Blake, J. I., Teeter, L. D. & South, D. B. 1989. Analysis of the economic benefits from Increasing uniformity in Douglas fir nursery stock. Julkaisussa: Mason, W.L., Deans, J.L. & Thompson, S. (toim.) Producing uniform conifer planting stock. *Forestry Supplement* 62 VN: 251–261.
9. Burdett, A. N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 415–427.
10. Camm, E., Guy, R., Kubien, D., Goetze, D., Silim, S. & Burton, P. 1995. Physiological recovery of freezer-stored white and Engelmann spruce seedlings planted following different thawing regimes. *New Forests* 10: 55–77.
11. Cannell, M.G.R., Thompson, S. & Lines, R. 1976. An analysis of inherent differences in shoot growth within some north temperate conifers. Julkaisussa: Cannel M.G.R. & Last, F.T. (toim.): *Tree physiology and yield improvement*. Academic Press. London. s. 173–220.
12. Colombo, S. J. & Timmer, V. R. 1992. Limits of tolerance to high temperatures causing direct and indirect damage to black spruce. *Tree Physiology* 11: 95–104.
13. Coursolle, C., Bigras, F. J. & Margolis, H. A. 2000. Assessment of root freezing damage of two-year-old white spruce, black spruce and jack pine seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 343–353.

14. Deans, J. D., Lundberg, C., Tabbush, P. M., Cannell, M. G. R., Sheppard, L. J. & Murray, M. B. 1990. The influence of desiccation, rough handling and cold storage on the quality and establishment of sitka spruce planting stock. *Forestry* 63(2): 129–141.
15. Dormling, I. 2001. Här läggs grunden till dagens effektiva plantproduktion. Plantgruppen Högskolan Dalarna och Skogforsk. *Plantaktuelt* 2: 2–5.
16. Driessche, R. van den. 1991. Influence of container nursery regimes on drought resistance of seedlings following planting. I. Survival and growth. *Canadian Journal of Forest Research* 21(4): 555–565.
17. Driessche, R. van den. 1992. Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen, and potassium treatments. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 740–749.
18. Duponnois, R. & Garbaye, J. 1991. Effect of dual inoculation of Douglas fir with the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* and mycorrhization helper bacteria (MHB) in two bare-root forest nurseries. *Plant and Soil* 138: 169–176.
19. Fløistad, I. S. & Kohman, K. 2001. Effects of thawing procedure on frost hardiness, carbohydrate content and timing of bud break in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest research* 16: 30–36.
20. Geiger, R. 1965. *The climate near the ground*. Harvard University Press, Cambridge, Mass. 611 s.
21. Glerum, C. 1985. Frost hardiness of coniferous seedlings: Principles and applications. *Julkaisussa: Duryea, M.L. (toim.), Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest research laboratory. Proceedings of the workshop held October 16–18, 1984. Oregon State University, Corvallis. s.107–71123. ISBN 0-87437-000-0.*
22. Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9: 67–94.
23. Grossnickle, S.G. 2000. *Ecophysiology of northern spruce species. The performance of planted seedlings. NRC Research Press. Ottawa. 407 s.*
24. Grossnickle, S. C. & Blake, T. J. 1985. Acclimation of cold-stored jack pine and white spruce seedlings: effect of soil temperature on water relation patterns. *Canadian Journal of Forest Research* 15: 544–550.
25. Heiskanen, J. & Rikala, R. 1998. Influence of different nursery container media on rooting of Scots pine and silver birch seedlings after transplanting. *New Forests* 16: 27–42.
26. Heiskanen, J. & Rikala, R. 2000. Effect of peat-based container media on establishment of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings after transplanting in contrasting water conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 49–57.
27. Helenius, P. & Luoranen, J. 2002. Miksi pakkasvarastoidut taimet pitää sulattaa ennen istutusta? *Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 873: 69–78.*
28. Helenius, P., Luoranen, J. & Rikala, R. 2001. Kasvussa olevien kuusen paakkutaimien kuivuudenkestävyys. *Julkaisussa: Poteri, M. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2001. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 813: 32–37.*
29. Huuri, O. 1973. Kenttävarastoinnin suoritustavan vaikutus kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of field storage on initial

- development of planted spruce. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 79(5). 41 s.
30. Huuri, O. 1980. Juurten hienofosfaattikäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen istutustaimien alkukehitykseen kivennäismailla. Summary: Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots pine and Norway spruce transplants on mineral soils. *Folia Forestalia* 445. 25 s.
 31. Hytönen, J. 1995. Taimien alkukehitys pellonmetsitysaloilla. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 12–23.
 32. Hytönen, J. & Lilja, S. 1995. Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus taimien ensikehitykseen pellonmetsitysaloilla. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 63–73.
 33. Hänninen, H. & Pelkonen, P. 1988. Effects of temperature on dormancy release in Norway spruce and Scots pine seedlings. Tiivistelmä: Lämpötilan vaikutus kuusen- ja männyntaimien dormanssin purkautumiseen. *Silva Fennica* 22(3): 241–248.
 34. Jalkanen, A. 1993. Taimien ominaisuuksien vaihtelu ja taimisatojen inventointi. Julkaisussa: Smolander, H. & Rautala, J. (toim.) Taimitarhapäivät Suonenjoen tutkimusasemalla 17.–18.8.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 496: 27–40.
 35. Jalkanen, A., Rikala, R. & Smolander, H. 1992. Variability of morphological characteristics in bareroot *Pinus sylvestris* L. nursery stock. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(1): 83–97.
 36. Jobidon, R., Charett, L. & Bernier, P.Y. 1998. Initial size and competing vegetation effects on water stress and growth of *Picea mariana* (Mill.) BSP seedlings planted in three different environments. *Forest Ecology and Management* 103(2–3): 293–305.
 37. Josefsson, M. 1991. Plantstorlekens betydelse för tallplantors etablering på biologiskt skilda ståndorter i Norrland – Resultat efter första säsongen i fält av ”Plantstorleksprojektets” Serie C. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Stencil nr 70. 38 s.
 38. Kauppi, P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation of the planting site. Tiivistelmä: Metsänviljelytaimien vaurioituminen noston ja istutuksen välillä. *Acta Forestalia Fennica* 185. 49 s.
 39. Kauppi, P. & Hari, P. 1980. Förpackningsmaterialens betydelse för plantvården under transport och lagring av planteringsmaterial. Årsskrift för Nordiske Skogplanteskoler 1979: 51–55.
 40. Kinnunen, K. 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Folia Forestalia* 727. 23 s.
 41. Kinnunen, K. 1999. Tukkimiehintäin tuhojen kemiallinen ja mekaaninen torjunta. *Metsätieteellinen aikakauskirja* 4: 687–695.
 42. Konttinen, K. & Rikala, R. 2000. Talviaikaiset pakkasvauriot heikentävät kuusen paakkutaimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 788: 69–78.
 43. Konttinen, K., Luoranen, J. & Rikala, R. 2000. Metsäpuiden taimien kasvun ja karaistumisen hallinta lyhytpäivä- ja valokäsittelyillä. Metsän-

- tutkimuslaitoksen tiedonantoja 774. 65 s.
44. Kooistra, C. & Bakker, J. 1999. Planting frozen conifer seedlings. Julkaisussa: The Seedling triangle. Proceedings of 19th annual meeting forest nursery association of British Columbia. September 27–30, 1999. s. 87–89.
 45. Kooistra, C. & Brazier, D. 1999. Seedling standards and the need for them. Julkaisussa: Landis, T.D. & Barnett, J.P. (tekn.koord.). National proceedings: Forest and conservation nursery associations – 1998. General Technical Report. SRS-25. Asheville, NC:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station: 111–115.
 46. Koski, V. 2001. Alkuperän merkitys metsänviljelyssä. Teoksessa: Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. (toim.) Onnistunut metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos, Metsälehti Kustannus. 217 s.
 47. Krasowski, M., Letchford, T., Caputa, A., Bergerud, W. & Ott, P. 1996. The susceptibility of white spruce seedlings to overwinter injury and their post-injury field responses. *New Forests* 12: 261–278.
 48. Lefevre, R.E., Cameron, A.C. & Peterson, N.C. 1991. Influence of moisture loss during storage on new growth of conifer seedlings. *Journal of Environmental Horticulture* 9: 92–96.
 49. Leikola, M. 1976. Ennakkotuloksia männyntaimien välivarastointikokeesta. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koaseman tiedonantoja 17. 12 s.
 50. Lilja, A. & Rikala, R. 2000. Effect of uninucleate *Rhizoctonia* on the survival of outplanted Scots pine and Norway spruce seedlings. *Forest Pathology* 30: 109–115.
 51. Lindström, A. & Stattin, E. 1994. Root freezing tolerance and vitality of Norway spruce and Scots pine seedlings; influence of storage duration, storage temperature, and prestorage root freezing. *Canadian Journal of Forest Research* 24(12): 2477–2484.
 52. Luoranen, J. 1997. Taimien karaistumisen seuranta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 650: 45–56.
 53. Luoranen, J., Konttinen, K., Rikala, R. & Smolander, H. 2001. Ennakkotuloksia kuusen paakkutaimien kesäistutuksesta. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2001. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 813: 24–31.
 54. Luoranen, J. & Rikala, R. 1998. Growth regulation and frost hardening of silver birch seedlings with short day treatment. *Tree Planters' Notes* 48(3/4): 65–71.
 55. Luoranen, J., Rikala, R. & Aphalo, P. 2002. Effect of CCC and daminozide on growth of silver birch container seedlings during three years after spraying. *New Forests* 23(1): 71–80.
 56. Luoranen, J., Rikala, R., Saksa, T., Smolander, H., Lilja, S. & Hynönen, T. 1999. Koivun paakkutaimien istutus kesällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 749. 22 s.
 57. Lähde, E. 1978. Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen. Summary: Effect of intermediate storage of containerized Scots pine stock on reforestation success. *Folia Forestalia* 338. 27 s.
 58. Lähde, E., Högnäs, B., Jaakkola, A. & Huuri, O. 1983. Tall- och granplanteringarnas utveckling på Åland. Seloste: Männyn ja kuusen istutuksen onnistuminen Ahvenanmaalla. *Folia Forestalia* 579. 18 s.

59. Maanmuokkauksen koulutusaineisto. 2000. Metsätehon vihko. Porvoo. 20 s.
60. Malik, V. & Timmer, V. R. 1995. Interaction of nutrient-loaded black spruce seedlings with neighbouring vegetation in greenhouse environments. *Canadian Journal of Forest Research* 25: 1017–1023.
61. Marshall, J.G., Rutledge, R.G., Blumwald, E. & Dumbroff, E.B. 2000. Reduction in turgid water volume in jack pine, white spruce and black spruce in response to drought and paclobutrazol. *Tree Physiology* 20: 701–707.
62. Mattsson, A. 1991. Root growth capacity and field performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 105–112.
63. Mena-Petite, A., Ortega-Lasuen, U., González-Moro, M.B., Lacuesta, M. & Muñoz-Rueda, A. 2001. Storage duration and temperature effect on the functional integrity of container and bare-root *Pinus radiata* D. Don stock-types. *Trees* 15: 289–296.
64. Metsänuudistaminen. 1996. UPM-Kymmene Metsä. Mediatalo Oy, Korja. 64 s.
65. Metsänviljelyopas. 2001. Metsätehon opas. Helsinki. 24 s.
66. Morgan, J. 1999. Forest tree seedlings. Best practice in supply, treatment and planting. Forestry Commission. Bulletin 121. 44 s.
67. Mustard, J., Hawkins, C. & Kooistra, C. 1997. Secondary needle on lodgepole pine: What do we get with it. Julkaisussa: Clare M. Kooistra (tekn. koord.) Proceedings of the 1995, 1996, and 1997 Annual meetings of the Forest Nursery Association of British Columbia. Nursery Services Forester Ministry of Forests Published by the Forest Nursery Association of British Columbia. s. 163–167.
68. Mälkönen, E. 2001. Uudistusalan valmistus. Teoksessa: Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. (toim.) Onnistunut metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos, Metsälehti Kustannus. s. 123–130.
69. Nikkanen, T., Karvinen, K., Koski, V., Rusanen, M. & Yrjänä-Ketola, L. 1999. Kuusen ja männyn siemenviljelykset ja niiden käyttöalueet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 730. 230 s.
70. 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.
71. Owston, P. W. 1990. Target seedling specifications: are stocktype designations useful? Teoksessa: Rose, R., Campbell, S.J. & Landis, T.D. (toim.) Target seedling symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations, August 13–17, 1990 Roseburg, Oregon USDA Forest Service General Technical Report RM-200: 9–16.
72. Parviainen, J. 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. Summary: The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 35 s.
73. Perälä, M., Rikala, R. & Luoranen, J. 1999. Koivun lehdellisten paakku- taimien rasituskestävyys. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarha- tutkimuksen vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 84–93.
74. Pohtila, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. *Communicationes*

- Instituti Forestalis Fenniae 91.4. 98 s.
75. Poteri, M. (toim.). 1999. Taimitaho-opas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737. 128 s.
 76. Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines. 1998. B.C. Ministry of Forests. Nursery & Seed Operation Branch. 71 s.
 77. Puttonen, P. 1986. Carbohydrate reserves in *Pinus sylvestris* seedling needles as an attribute of seedling vigor. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1(2): 181–193.
 78. Rantala, J. 2002. Taimikuljetusten suunnittelustrategian vaikutus kuljetuskustannuksiin. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 873: 54–58.
 79. Raulo, J. & Hinttala, T. 1972. Taimilajien merkitsemisestä. *Metsä ja Puu* 5: 35.
 80. Raulo, J. & Leikola, M. 1974. Tutkimuksia puiden vuotuisen pituuskasvun ajoittumisesta. Summary: Studies on the annual height growth of trees. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 81(2). 19 s.
 81. Raulo, J., Lähde, E., Rokkonen, J., Kuismin, R. & Piitulainen, M. 1994. Taimien kasvatus- ja istutuskokeita. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 530. 31 s.
 82. Rautiainen, E. & Kubin, E. 1997. Männyn paakkutaimien juuriston rakenne eri tavoin muokatussa metsämaassa Pohjois-Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1: 5–24.
 83. Reinikainen, A., Veijjalainen, H. & Nousiainen, H. 1998. Puiden ravinnepuutokset – Metsänkasvattajan ravinneopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 688. 44 s.
 84. Repo, R. & Valtanen, J. 1994. Maan ominaisuudet metsänviljelyssä – mätästyksen perusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 520. 52 s.
 85. Repo, T., Zhang, G., Ryyppö, A. & Rikala, R. 2000. The electrical impedance spectroscopy of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) shoots in relation to cold acclimation. *Journal of Experimental Botany* 51 (353): 2095–2107.
 86. Rikala, R. 1983. Av tallplantornas livsfunktioner orsakad uppvärmning av transportsäckarna. *Årsskrift for Nordiske Skogplanteskoler* 1982: 23–30.
 87. Rikala, R. 1989. Planting performance of size-graded Scots pine seedlings. Julkaisussa: Mason, W.L., Deans, J.D. and Thompson, S. (toim.) Producing uniform conifer planting stock. *Forestry Supplement* 62: 29–37.
 88. Rikala, R. 1992. Taimitarhalannoituksen vaikutus männyntaimien jälkikasvuisuuteen ja istutuksen jälkeiseen menestymiseen. *Folia Forestalia* 794. 19 s.
 89. Rikala, R. 2000. ”Väri viat” kuusen taimissa. Metsäntutkimuslaitos. *Taimiuutiset* 2: 13–14.
 90. Rikala, R. & Aphalo, P. 1998. Kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutus taimien ominaisuuksiin taimitarhalla ja menestymiseen istutuksen jälkeen. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Taimitarhapäivät Jyväskylässä 11.–12.2. 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 21–35.
 91. Rikala, R. & Puttonen, P. 1988. Maan lämpötilan vaikutus kuivusrasitukseen perustuvassa taimien laatutestissä. Abstract: Effect of soil temperature in a drought exposure based seedling quality test. *Silva Fennica* 22(4): 273–281.

92. Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings during shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 433–440.
93. Rose, R., Atkinson, M., Gleason, J. & Sabin, T. 1991. Root volume as a grading criterion to improve field performance of Douglas-fir seedlings. *New Forests* 5: 195–209.
94. Rummukainen, U. & Voipio, P. 1981. Ahavan tuhot kuusentaimissa Suomenjoen taimitarhalla keväällä 1978. Summary: Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suomenjoki seedling nursery in spring 1978. *Folia Forestalia* 469. 15 s.
95. Räsänen, P. K. ja Kaila, S. 1980. Männyn ja kuusen taimien kokoluokitus. Helsingin yliopisto, Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 26. 111 s.
96. Räsänen, P.K. & Kokkonen, M. 1980. Männyn paakkutaimet ja niiden luokitus. Helsingin yliopisto, Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 27. 102 s.
97. Scagel, C.F. & Linderman, R.G. 2001. Modification of root IAA concentrations, tree growth, and survival by application of plant growth regulating substances to container-grown conifers. *New Forests* 21: 159–186.
98. Schultz, R. C. & Thompson, J. R. 1997. Effect of density control and undercutting on root morphology of 10 bareroot hardwood seedlings: five-year field performance of root-graded stock in the central USA. *New Forests* 13: 301–314.
99. Selander, J. & Immonen, A. 1991. Lannoituksen vaikutus männyntaimien tuhonalttiuteen tukkimiehentäille. Summary: Resistance of naturally regenerated and nursery-raised Scots pine seedlings to the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Forestalia* 771. 21 s.
100. Silim, S. N. & Guy, R. D. 1997. Influence of thawing duration on performance of conifer seedlings. Julkaisussa: Kooistra, C. M. (tekn. koord.) Proceedings of the 1995, 1996, and 1997 Annual Meetings of the Forest Nursery Association of British Columbia. Nursery Services Forester Ministry of Forests. Published by the Forest Nursery Association of British Columbia. s. 155–162.
101. Simpson, D. G. 1990. Frost hardiness, root growth capacity, and field performance relationships in interior spruce, lodgepole pine, Douglas-fir, and western hemlock seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 20(5): 566–573.
102. Steenis, E. van. 1993. Lodgepole pine culture: current trends in BC. Julkaisussa: Kooistra, C. (tekn. koord.) Proceedings of Forest Nursery Association Meeting, September 18 – October 1, 1992. BC Forest Service, Victoria, BC. Penticton, BC, s. 93–96.
103. Stenström, E., Ek, M. & Unestam, T. 1990. Variation in field response of *Pinus sylvestris* to nursery inoculation with four different ectomycorrhizal fungi. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 1796–1803.
104. Stjernberg, E. I. 1997. Mechanical shock during transportation: effects on seedling performance. *New Forests* 13: 401–420.
105. Tanaka, Y., Brotherton, P., Hostetter, S., Chapman, D., Dyce, S., Belanger, J., Johnson, B. & Duke, S. 1997. The operational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. *New Forests* 13: 423–437.
106. Tervo, L. 1999. Taimituotannon ja metsänuudistamisen tekniikka. Teoksessa Kanninen, K. (toim.) Metsäteknologia muuttuvassa metsätaloudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720: 76–84.

107. Tervo, L. & Kautto, K. 1999. Ennakkotuloksia kuusen 1- ja 2-vuotisten pakkutaimien istutuskokeista ja ahavavioitusten merkityksestä 1-vuotiailla kuusen pakkutaimilla. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 15–20.
108. 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.
109. Tinus, R. W. 1974. Characteristics of seedlings with high survival potential. Julkaisussa: Tinus, R.W., Stein, W.I. & Balmer, W.E. Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 26–29, 1974. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68: 276–282.
110. Toivonen, A., Rikala, R., Repo, T. & Smolander, H. 1991. Autumn colouration of first year *Pinus sylvestris* seedlings during frost hardening. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6(1): 31–39.
111. Troeng, E. 1989. Gödsling i plantskolan och etablering i fält. Sveriges lantbruksuniversitet, skogvetenskapliga fakulteten. Skogsfakta. Biologi och skogsskötsel 62. 4 s.
112. Ununger, J., Ekberg, I. & Kang, H. 1988. Genetic control and age-related changes of juvenile growth characters in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(1): 55–66.
113. Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Metsälehti Kustannus. 215 s.
114. Vapaavuori, E. M., Rikala, R. & Ryyppö, A. 1992. Effect of root temperature on growth and photosynthetic characteristics in conifer seedlings during bud burst. *Tree Physiology* 10: 217–230.
115. Viiri, H. & Kytö, M. 2001. Tukkimiehentäin tuhot ja niiden torjunta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2: 270–274.
116. Wang, Y. & Zwiazek, J.J. 2001. Physiological characteristics and carbohydrate contents of spring-lifted *Picea glauca* bareroot seedlings following low-temperature storage. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 415–421.
117. Whitney, R.D., Greifenhagen, S., McLaughlin, J., Meyer, T. & Gross, H.L. 2001. Diseases and mycorrhiza. Teoksessa: Wagner, R.G. & Colombo, S.J. (toim.) Regenerating the Canadian forest. Principles and Practice for Ottawa. Fitzhenry & Whiteside Limited, Ontario Ministry of Natural Resources. Ontario. s. 459–482.
118. Örländer, G., Gemmel, P. & Hunt, J. 1990. Site preparation: a Swedish overview. Forestry Canada and the British Columbia Ministry of Forests. FRDA report 105. 62 s.
119. Örländer, G., Nilsson, U. & Hällgren, J.-E. 1996. Competition for water and nutrients between ground vegetation and planted *Picea abies*. *New Zealand Journal of Forest Science* 26(1/2): 99–117.
120. Örländer, G. & Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(4): 341–354.

Hakemisto

- Ahava 17,30–31,59,62,65–66,81
Alkuperä 19,23–24,30,52,55,72–73
Avojuuritaimi (ks. paljasjuuritaimi)
BCC 10,101
Blockplant 101
Ecopotti 9–10,101
Elossaolo 27,35,36,50,71,74,75,81,86
Eläintuhot 64
Enimmäispituus 37–40
Ennaltamääräytynyt kasvu 40,72
Ensokenno 12,101
Flexipot 10,102
Fosfori 19,47,84
Fotosynteesi (ks. yhteyttäminen)
Haihdunta 17,19,43,73–74,84,104,105
Halla 15–17,22,28,52,59,62,69,82
Harmaahome 37
Hengitys 19,74–75,80,105,106
Hiilihydraatti 18,74,75,105
Hiko-paakku 102
Home 69,75,77,81
Hyönteiset 14,17,28,56,63–64,106
Häirintävalo 13,15
Infrapunakuvaus 106
Ionivuototesti 47,51–52,106
Isopaakku 13
Istutusajankohta 19,58,66–68
Istutustesti 50
Istutusvirhe 32
JackPot 102
Jiffypot 10,102
Johtokyky 14
Juurilaho 10,27,29,49,51
Juuristo 41–45
 epämuodostuminen 9,11,28,35
 kasvu 9,72–73
 koko 34,36,43
 kuivuminen 32,84–86
 leikkaaminen 7,10,12,42
 pakkaskestävyys 18,43
 rakenne 9,11,42,43,53
 terveys 27,43
 vauriot 17,18,27,60,73,77,86,106
Juuriverso-suhde 43,105
Juurten kasvupotentiaali (JKP) 19,20,48–50
Jälkikasvu 27–28,40
- Jälkijuuri 41
Jäähdytetty varasto 17–18,67,79
Kalium 19,47
Kalsium 19,47
Kantatodistus 26,53,55,106
Karaistuminen 15–16,18,30,66–67,
 72–73,105
Kastelu 13–14,58,54–87
Kasvatustiheys 7,9–13,34–39
Kasvillisuuskilpailu 32,35,59,62,65
Kasvinsuojeluaineet 17,64
Kasvualusta 8
 vesipitoisuus 14
 lämpötila 50,72–73
Kasvuhäiriö (ks. silmuhäiriö)
Kasvullinen lisäys 23,53,55
Kasvunsääde 16–17
Keskipaakku 12,65
Kesäistutus 8,65
Kesäkoivu 8,39,67
Kevätahava (ks. ahava)
Klooni- 23,24,26,55
Klorofyllifluoresenssi 47,51,52,104
Kohokasvatus 10,43
Koivunruoste 17
Kokosuositukset 37–38
Kokovaatimus 34,37,39
Koneistutus 66
Koulinta 7–9,12
Kovamuovikennosto 8–10,100–101
Kuiva-ainepitoisuus 47,52
Kuivapaino 19,43,103
Kuivuudenkestävyys 43,60
Kuljetus 32–33,58,65,78–81,89
Kylmävarasto 18,74,81
Kääpiöverso 40
Laikutus 59
Lajittelu 19,28–29,58
Lannoitus 8,13–14,27,30,63,64,84
Lepotila 27,9,39,62,66,72–73,79
Lumihome 17
Lyhytpäiväkäsittely 13,15,22,33
Lyhytverso 33
Lähtöisyys 25–26,53,55,106
Lämpösumma 23–25,66–67,72
Läpimitta (ks. tyviläpimitta)

Maan kosteus/kuivuus 60,61,86
 Maa lämpötila 67,73,76,77
 muokaus 59,61,65,89
 tiiviyys 60
 Mekaaninen rasitus 62,64,68,78–80
 Metsänviljelyaineistodirektiivi 52
 Metsänviljelyaineiston luokka 24–26,53
 Minipaakku 8,38
 Muovisäkki 77
 Mykorritsa 45,69
 Mätästys 59
 Neulasaihe 16,40,41,72,104
 Paakkutaimi 8–15,31–35,44–49
 kasvatus 8–14
 koko 37–40
 menestyminen 31–33,35–36
 Paakku
 tyyppi 9–13,43,101–103
 tilavuus 10,11,13,43,85,87
 Pahvilaatikko 77,83
 Pakkaskestävyys 16,18,30,47,52,71,82
 Pakkasvarasto 17–18,81–83
 Pakkaus 64,79,86
 Paljasjuuritaimi 6–7,31–33,35
 kasvatus 8–14
 koko 37,40
 menestyminen 31–33,35–36
 Paperisäkki 77,82
 Peltolude 17,28
 Pientaimikoulinta 8
 Pikkupaakku 13
 Pintakasvillisuus (ks. kasvillisuuskilpailu)
 Pitkäyökäsittely (ks. lyhytpäiväkäsittely)
 Pistokkaat 23
 Pituus 27–28,34,37–41,54,65,104
 Pituuskasvu 14–16,40–41,72
 Planta 80/90 10,103
 Plantek 10,103
 Priklaus 9
 Ravinne 13–14,19,29,30,45–47
 -analyysi 29,46
 -pitoisuus 45–47,104
 -sisältö 46
 -tankkaus 14,63
 Ravintoaine 19,74–75
 Respiraatio (ks. hengitys)
 RGC (ks. juurten kasvupotentiaali)
 Rouste 32,59,61,65
 Siemenmerkinnät 23
 Siemenviljelys 24–26,55
 Silmu 40–41
 häiriö 28–29
 koko 40–41,104
 muodostuminen 15,33,40
 pakkaskestävyys 82
 puhkeaminen 16,18,71,72
 testi 50
 vauriot 18,28,31,64,66,71
 Starpot 10,103
 Styrokspotti 40,102,103
 Sulatus 58,75–78
 Suoriotumistesti 19
 Svepot 103
 Syysistutus 62,66
 Syysväri katso talviväri
 Taimilaji 7,12,57–65,67
 Taimityyppi 7,32,53
 Talviväri 30,69
 Talvivarastointi 17,81
 Tanakkuus 7,27,36,37
 Tavoitepituus 13,37–39
 Tavoitetaimi 22
 Tilastolliset tunnusluvut 20–21
 Torjunta-aineet 18,54,78
 Transpiraatio (ks. haihdunta)
 TTC-testi 105
 Tukkimiehentäi 17,54,63–64,69
 Turve 8
 vesipitoisuus 14,82,85,86
 Turvemaat 59
 Turveruukku 9,12,103
 Typpi 14,19,27,29,46–47,63
 Tyviläpimitta 10,19,34–40,62–64,104
 Yhteyttäminen 19,34,51,74,76,104
 Vapaa kasvu 72
 Vapokenno 103
 Vapopaakku 10,103
 Varastointilämpötila 75,81
 Verso 27,34
 Verson vesipitoisuus 52
 Versosurma 17,27
 Vesipotentiaali 104
 Vuosirytmä 71
 Vähimmäispituus 38,54
 Välivarastointi 5,58,69,79,81,89
 Äestys 59

Liite I. Pohjoismaissa yleisesti käytettäviä tai varhemmin käytettyjä paakkutyyppejä. Tiedot koottu valmistajien esitteistä.

Paakku- tyyppi	Paakun tilavuus, cm ³	Tiheys kpl/cm ²	Paakkuja/ yksikkö, kpl	Kasvatyüksikön koko lev. x kork. x pit., mm
-------------------	-------------------------------------	-------------------------------	---------------------------	--

BCC: Valmistaja: BCC AB, materiaali: kovamuovi. Esim BCC81sideslit, BCC121;BCC=valmistaja, s (sideslit)=kennojen seinämissä ilma-aukkoja juurten kierty-
misen ehkäisemiseksi. Luvut kuvaavat kennojen määrää kasvatyüksikössä.

bcc80	65	812	80	255x385x75
bcc70	80	711	70	255x385x75
bcc60	92	609	60	255x385x75
bcc54	100	548	54	255x385x75
bcc121s	60	816	121	385x385x85
bcc81s	100	546	81	385x385x85
bcc64s	125	431	64	385x385x85

Blockplant: Valmistaja: Panth produkter Ab, materiaali: kovamuovi.

Esim. BL121: BL=Block, luku ilmaisee kennojen määrän kasvatyüksikössä.

BL144	66	966	144	386x386x73
BL121	80	812	121	386x386x73
BL100	95	671	100	386x386x73
BL81	117	540	81	386x386x73
BL64	154	426	64	386x386x73
BL36	265	240	36	386x386x73

Ecopot: Valmistaja: Lännen tehtaat, materiaali: muovitettu laminaatti + kova-
muovilaatikko. Esim: PS-408, PSJ-608: Kirjaimet kuvaavat paperin laatua ja kasvatyüksi-
kön kokoa: j=paperi käsitelty juuriston kasvua kennon sisäpinnalla estävällä kemikaalilla,
P=muovilaminaatti, S=40 cm x 60 cm, numero kertoo kennon halkaisijan ja korkeuden:
esim. 508 =halkaisija 5 cm ja korkeus 8 cm.

PS205	17	2733	656	400x600x50
PS305	30	1526	366	400x600x50
PS308	45	1525	366	400x600x75
PS408	75	895	215	400x600x75
PS508	103	620	149	400x600x75
PS608	152	433	104	400x600x75
PS708	228	279	67	400x600x75
PS808	221	273	53	400x600x75
PS1008	453	137	33	400x600x75
PS1010	604	137	33	400x600x100

Ensokenno: Tuottaja: Enso-Gutzeit Oy, materiaali: iskunkestävä, ohut syvävetomuovi.

Esim. EK77; EK=ensokenno, luku ilmaisee kennojen määrän yksikössä.

Ek77	90	513	77	300x490x95
Ek45	190	306	45	300x490x95
Ek28	340	190	28	300x490x95
Ek40-pisara	183	272	40	300x490x95

Flexipot: Materiaali : solumuovi (styroks). Esim. Flexi800, luku ilmaisee taimien
kasvatustiheyden.

Flexi 1000	50	1000	3x96	383x762x80
Flexi 800	60	800	3x77	383x762x80
Flexi 600	80	600	3x60	383x762x80
Flexi 400	120	400	3x40	383x762x80
Flexi 250	220	250	72	383x762x80

Hiko: Valmistaja: BCC AB, materiaali: kovamuovikennosto (PEHD, polyetyleni). Esim. Hiko V-50; Hiko V-150V= volume (tilavuus) ja luku kuvaa kennon tilavuutta (cm³). Kirjainlyhenteet (AB=Airblock, SS=Side slit) viittaavat ilmankiertoon paakun seinämissä olevien aukkojen kautta.

HikoV-13	13	1836	135	381x211x49
HikoV-50	50	881	67	352x216x87
HikoV-93	93	526	40	352x216x87
HikoV-93AB	90	526	40	352x216x87
HikoV-120SS	120	526	40	352x216x110
HikoV-150	150	316	24	352x216x100
HikoV-310	310	198	15	353x213x100
HikoV-1300	1300	71	6	355x238x140

JackPot: Valmistaja BCC AB, JackPot on kauppanimi SCA:n markkinoimalle Hikon tyyppille 50, jossa kennon yläosan seinät sisäpuolelta on maalattu kasvua estävällä maalilla tarkoituksella edistää juurten haaromista ja estää niiden kasvua pitkin kennon seinämää. JackPot

Jiffy: Valmistaja: Jiffy Products. Materiaali: maatuivan verkon sisällä oleva puristettu turvepiketti, joka kastelun vaikutuksesta paisuu korkeussuunnassa. Kasvatusalusta kovamuovikennosto. Esim J64: J=jiffy, luku ilmaisee paakkujen lukumäärän kasvatusyksikössä. Kasvatusyksikön koko - sarakkeessa esitetty korkeustieto kuvaa yksittäisen paisuneen paakun korkeutta.

Jiffy121	50	815	121	380x380x70-75
Jiffy96	115	400	96	400x600x70-75
Jiffy64	90	432	64	380x380x70-75
Jiffy36	200	240	36	380x380x90-95

Paperikenno: Käytöstä pääosin poistunut paakkutyyppi. Valmistaja: Lännen Tehtaat, materiaali: hajoava paperi kovamuovialusta. Esim. BS-205, FH-508, FS-608: kirjaimet kuvaavat paperin laatua ja kasvatusyksikön kokoa: Paperin laatu: B=nopeasti maatuva, F=maatuva paperi, kasvatusyksikön koko: H=32 cm x 92cm, S=40 cm x 60 cm, numero kertoo kennon halkaisijan ja korkeuden: esim. 508 =halkaisija 5 cm ja korkeus 8 cm. Listassa on esitetty FH-laaduista vain vain esimerkkejä.

FS308	65	992	238	400x600x75
FS408	83	800	192	400x600x75
FS508	124	542	130	400x600x75
FS608	196	333	80	400x600x75
FS808	328	200	48	400x600x75
FS1008	499	125	30	400x600x75
FS1010	624	125	30	400x600x100
FH408	70	980	336	350x940 x75
FH508	115	584	200	350x940 x75
FH608	171	397	136	350x940 x75
FH1010	649	116	40	350x940 x100

Planta 80/90: Materiaali: kovamuovinen, kahdeksankulmainen paakku, jossa pystysuorat yhtenäistä seinää korvaavat "sormet" pitävät kasvualustan koossa kunnes juuristo sitoo sen. Sormien välinen ilmatila estää juurten uloskasvun paakusta.

Planta 80	45	865	208	442x544x70
Planta 90	87	500	120	442x544x70

Plantek: Valmistaja: Lännen Tehtaat, materiaali: kovamuovikennosto, jossa kennojen seinämissä ilma-aukkoja juurten kiertymisen ehkäisemiseksi. Esim. PL25, PL81F, DL300: PL=Plantek, DL=DynoLännen. Luvut kuvaavat kennojen lukumäärää kasvatusyksikössä ja F (forest) kertoo paakkutyypin olevan metsätaimikäyttöön kehitetty ja kennon seinämissä on ilmaraot juurten kiertymisen estämiseksi.

PL25	380	156	25	400x400x90
PL35F	275	291	35	400x300x130
PL36F	230	240	36	385x385x90
PL64F	115	432	64	385x385x73
PL81F	85	546	81	385x385x73
PL121F	50	816	121	385x385x73
PL256	15	1600	256	400x400x50
PL324	12	2025	324	400x400x45
DL300	25	1250	300	400x600x55

Starpot: Valmistaja: Panth-produkter Ab, materiaali: kovamuovi (polyetyleni). Esim. S50-60, S=Starpot (kenno päältäpäin tähdenmuotoinen, seinämässä juurten kiertymistä estäviä ilma-aukkoja), ensimmäinen luku kuvaa kennon tilavuuden (cm³) ja toinen kennon lukumäärän kasvatusyksikössä.

S50-60	50	730	60	235x350x90
S50-105	50	715	105	384x384x90
S75-80	75	540	80	384x384x90
S90-33	90	440	33	215x350x90
S105-56	105	378	56	384x384x90
S120-28	120	308	28	260x350x90

Svepot: Materiaali: kovamuovia. Luku 110 ilmaisee kennon tilavuuden (cm³).

Svepot 110	110	550	45	214x 384x80
------------	-----	-----	----	-------------

Takopot: Käytöstä pääosin poistuneita paakkutyyppisiä, joista käytettiin myös EPS-nimitystä. Materiaali: solumuovi (styroks). Esim. TA310, TAL510:TA=tako (valmistaja); päältäpäin pyöreä kenno, L= neliönmuotoinen kenno, luku kertoo paakun kasvutilan korkeuden ja halkaisijan (TA310: halkaisija 3 cm ja korkeus 10 cm). TK=kertakäyttöisiä paakkutaimialustoja.

TA310	55	625	150	400x600x110
TA410	85	400	96	400x600x110
TA510	140	290	70	400x600x110
TA710	300	167	40	400x600x110
TA913	580	92	22	400x600x130
TAL310	76	625	150	400x600x110
TAL410	116	400	96	400x600x110
TAL510	176	290	70	400x600x110
TAL710	410	167	40	400x600x110
TK309	54	900	216	
TK408	111	433	104	
TK708	351	166	40	

Turveruukku: Käytöstä pääosin poistunut 1960–80-luvuilla käytetty paakkutyyppi, joka on valmistettu puristetusta turpeesta. Ruukkukennostot asetettiin solumuovisiin alustoihin, joiden koko oli 32 cm x 76 cm.

Fp614	25	1100	216	
Fp620	90	400	96	
Fp631	283	178	28	
Fp632	352	133	32	
Fp635	470	110		

Vapo: Valmistaja: Vapo Oyj. Vapo-paakun (käytetty usein lyhennettä VP180) kasvatusyksikkönä kovamuovialustalle sijoitettu puristettu turvelevy, joka paisuu korkeussuunnassa kasteltaessa. Juurten sitoma paakku sahataan kahdelta puolelta kasvatuksen aikana kerran tai kahdesti. Käyttö hyvin vähäistä. Vapo-kenno: kovamuovinen kennorivistöistä muodostettava kasvatusyksikkö.

Vapo-paakku	180	384	96	400x600x80
Vapo-kennosto	72	625	150	400x600x75

Liite 2. Taimien laatua kuvaavia tunnuksia. Tunnuksien tavoitteet, arvioitu mittausaika näyte-erää kohti, menetelmän helppous (+=vaikea, vaatii ammattitaitoa ja mittauslaitteistoa, yleensä laboratoriossa tehtävä, += vaikeahko, vaatii asiantuntemusta ja/tai laitteita taimitarhalla, +++= onnistuu taimitarhalla ilman erityislaitteita), valmius käytäntöön sovellettavaksi (=lupaava, tutkitaan, += käytössä laboratoriopalveluna, +++= käytössä taimitarhoilla) sekä tunnuksen ennustearvo (luokitus: 1=vähäinen, 2=kohtalainen, 3=hyvä). Mitä enemmän plussia sitä yksinkertaisempi, käytökelpoisempi ja ennustearvoltaan parempi tunnus.

Tunnus	Tavoite, mitä tunnus kuvaa?	Mittausten viemä aika	Käytön helppous	Valmius käytäntöön	Ennustearvo
RAKENTEELLISET					
Pituus	Taimen yhteyttämiskapasiteetti, haihdunta	<24 h	+++	+++	+
Läpimitta	Taimen yleiskestävyys, juuriston koko, kuivuuden ja kuumuuden kestävyys	<24 h	+++	+++	+++
Läpimitta/pituus-suhde	Tanakkuus, rakenteellinen kestävyys	<24 h	+++	+++	++
Juuriston kuivapaino	Juurten ravinteiden- ja vedenottokyky	1–2 vrk	++	++(+)	++
Juuriverso-suhde	Taimen kuivuudenkestävyys	1–2 vrk	++	++(+)	++ (paljasj) + (paakku)
Silmun ulkoinen koko	Seuraavan kasvukauden pituuskasvu (havupuut)	<24 h	+++	+++	
Neulasaiheiden lukumäärä silmussa	Seuraavan kasvukauden pituuskasvu (havupuut) ja karaistuneisuuden kehitys	<24 h	++	++(+)	++
Oksien ja silmujen lukumäärä	Taimen kasvupotentiaali	<24 h	+++	+++	++
KEMIALLLISET					
Ravinnepitoisuus	Taimien yleiskunto sekä juurtumis- ja kasvukyky	1 vk	+	++	++
Hiilihydraattipitoisuus	Taimien yleiskunto ja kyky kestää pimeävarastointia	2–3 vrk	+	++	++
FYSIOLOGISET					
Yhteyttäminen, hengitys, haihdunta	Fysiologisen toiminnan aktiivisuus mittaushetkellä	<24 h	+	+	+
Klorofylli-fluoresenssi	Fotosynteesikoneiston kunto, taimen yleiskunto	<24 h	+(+)	++	++
Vesipotentiaali	Taimen vesitilanne mittaushetkellä	<24 h	++	+++	++

Infrapunakuvaus	Neulaston lämpötila kuvaa haihduntaa ja juuriston vedenottokykyä	<24 h	+	+	++
Stressikaasujen mittaaminen (SIVE)	Soluvaurioiden aiheuttama anaerobinen hengitys kuvaa taimien vaurioitumisastetta	1–2 vrk	++	++	++
Neulasten ja juurten ionivuoto	Neulasten/juurten elävyys/vaurioitumisaste	päiviä	++	++	+++
Ensymaattinen aktiivisuus (esim. TTC)	Solukon vaurioitumisaste esim. pakkasvaurion jälkeen	päiviä	+	++	++
Verson vesipitoisuus	Verson karaistuneisuus	1 vk	++	++(+)	++
SUORIUTUMISTUNNUKSET					
Juurten kasvupotentiaali (JKP)	Taimen kyky tuottaa uusia juuria, juuriston elävyys, taimen yleiskunto	1–4 vk	+++	+++	++(+)
Versonkasvu/stressitesti	Kuivuudelle tms rasitukselle altistettujen taimien verson kasvukyky 2–3 vk kasvatuksessa ilmentää taimien stressinkestävyyttä	2–3 vk	+++	++(+)	++
Pakkaskestävyys	Taimien pakkasen sietokyky, pakkasvarastointikestävyys	1–2 vko	++	++(+)	+++
TERVEYSTESTIT					
Tuholaisten tunnistus	Tuhohyönteisten, punkkien ja sienitautien ja niiden aiheuttamien vaurioiden tarkastus	<24 h (hyönteiset) <24 h...2 vk (taudit)	+++	+++	+++ Vaihtelee tuholaisen mukaan

Liite 3. Esimerkkejä taimen ostajalle annettavista tiedoista erilaisiin metsänviljelyaineiston luokkiin kuuluvissa kuvitteellisissa taimierissä. Tiedot on liitettävä taimierään etikettiinä tai muuna asiakirjana. Annettava tieto –sarakeessa on tähdellä merkitty sellaiset tiedot, jotka olisi hyvä olla taimipakkaukseen kiinnitettävissä etiketissä. Muut pakolliset tiedot voidaan toimittaa taimen ostajalle asiakirjan (lähetteen tai laskun liitteenä). Listassa on myös kursivilla esitetyjä tietoja, jotka eivät ole pakollisia, mutta ne voivat olla hyödyksi taimen ostajalle. Näiden lisäksi taimentuottaja voi lisätä luetteloon tuoteselosteomaisia lisätietoja taimien kasvatushistoriasta, ravinnepitoisuuksista, testaustuloksista jne. Jos käytetään värillistä etikettiä tai asiakirjaa kuvaamaan metsänviljelyaineiston luokkia, värit ovat 'siemenlähde tunnettu' luokalle keltainen, 'valikoitu' luokalle vihreä, 'alustavasti testattu' luokalle vaaleanpunainen ja 'testattu' luokalle sininen (ei taulukossa).

Annettava tieto	Siemenlähde tunnettu	Valikoitu	Alustavasti testattu
Metsänviljelyaineiston toimittaja*	Tunturitaimi Oy	Metsäkummun mhy	Oy Taimiplant Ab
<i>Taimien kasvatuspaikka *</i>	Sodankylä	Suonenjoki	Luhanka
Kantatodistuksen koodi ja numero*	EY/FIN G4-72-555	EY/FIN T03-00-0043	EY/FIN M29-98-0010
Puulajin kasvitieteellinen nimi ja suomen- tai ruotsinkielinen nimi*	Pinus sylvestris Mänty	Betula pendula Rauduskoivu	Picea abies Kuuksi
Taimien ikä, taimityyppi, <i>taimilaji/paakkuryyppi*</i>	1 v, paakku, <i>PL256</i>	2 v, paljasjuuri, <i>p+1</i>	2 v, paakku, <i>BCC64s</i>
Metsänviljelyaineiston määrä*	5000 kpl	2000 kpl	4500 kpl
Metsänviljelyaineiston luokka*	Siemenlähde tunnettu	Valikoitu	Alustavasti testattu
Perusaineiston tyyppi	Siemenlähde	Metsikkö	Siemenviljelys
Perusaineiston rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnistekoodi*	Mänty 9	SK 1274	Sv 235
Luokkaan 'siemenlähde tunnettu' kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä sen pituus- ja leveysvyöhykkeet (<i>paikkakunta</i>), luokkaan 'valikoitu' kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä leveys- ja pituusasteen mukaan määritelty maantieteellinen sijainti (<i>paikkakunta</i>) ja luokkiin 'alustavasti testattu' ja 'testattu' kuuluvan perusaineiston tarkka maantieteellinen sijainti	67°20'–67°40'N, 25°10'–25°30'E, <i>Kiintä</i>	Rauduskoivu 2, 63°29'N, 26°38'E, <i>Kiuruvesi</i>	60°55'N, 26°13'E

Annettava tieto	Siemenlähde tunnettu	Valikoitu	Alustavasti testattu
Tarvittaessa merkintä kasvullisesta lisäyksestä	-	-	-
Tieto siitä, sijaitseeko perusaineisto lajin alkuperäisellä tai luontaisella levinneisyysalueella vai onko sen alkuperä tuntematon; muutoin alkuperä ilmoitetaan, jos se on tiedossa	Perusaineisto sijaitsee lajin alkuperäisellä levinneisyys-alueella	Perusaineisto sijaitsee lajin alkuperäisellä levinneisyys-alueella	Perusaineisto sijaitsee lajin alkuperäisellä levinneisyys-alueella
Metsänviljelyaineiston käyttötarkoitus	Metsätalous	Metsätalous	Metsätalous
Testatun aineiston osalta tieto siitä, onko aineistoa muutettu geeniteknikalla	-	-	-
Luokkiin "alustavasti testattu" ja "testattu" kuuluvasta perusaineistosta tuotettavan metsänviljelyaineiston käyttöalue (ilmoitetaan lämpösummana)*	-	-	1020–1220 d.d.
Taimierän keskipituus ja yksittäisen taimen vähimmäispituus taimierässä sekä paakkutaimien kasvatuustiheys*	Keskipituus 8 cm Vähimmäispituus 5 cm Kasvatuustiheys 1600 kpl/m ²	Keskipituus 77 cm Vähimmäispituus 49 cm	Keskipituus 26 cm Vähimmäispituus 16 cm Kasvatuustiheys 432 kpl/m ²
Kylmä- ja pakkasvarastoiduista taimista varastoinnin päättymisaika*	-	Pakkasvarastoinni päättyi 9.5.2003	Pakkasvarastoinni päättyi 2.6.2003
Taimien lähetyspäiviä ja suljettaviin pakkauksiin pakattujen taimien pakkauuspäivä*	Lähetys 23.6.2003 Pakkaus 20.6.2003	Lähetys 13.5.2003 Pakkaus 11.10.2002	Lähetys 4.6.2003 Pakkaus 22.10.2002



ISBN 951-40-1868-0

ISSN 0358-4283