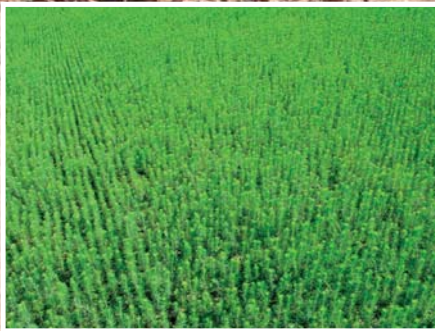


Koneellisen metsänistutuksen opas

Tiina Laine ja Mikko Syri



METLA



Koneellisen metsänistutuksen opas

Tiina Laine ja Mikko Syri

© Suomen metsäkeskus

Toimituskunta

Tiina Laine
Mikko Syri

Metsäntutkimuslaitos
Suomen metsäkeskus, Etelä- ja Keski-Pohjanmaa

Oppaan laadinnassa on auttanut hankkeen työryhmä:

Jarmo Hämäläinen	Metsäteho Oy
Kari Kuru	UPM Silvesta Oy
Juho Rantala	Metsä Group
Rainer Bodman	Mellanä Plant Oy
Timo Tolppa	Metsäkonepalvelu Oy
Auvo Heikkilä	Metsänomistajien liitto Länsi-Suomi
Antero Pasanen	Tornator Oy
Nuutti Kiljunen	Metsähallitus
Juha Rautakoski	Metsänhoitoyhdistys Kalajokilaakso

Lisäksi opasta tai sen osaa ovat kommentoineet:

Jaana Luoranen	Metsäntutkimuslaitos
Timo Saksa	Metsäntutkimuslaitos
Markus Strandström	Metsäteho Oy

Kuvat

Essi Puranen	Metsäntutkimuslaitos
Erkki Oksanen	Metsäntutkimuslaitos
Mikko Syri	Suomen metsäkeskus, Etelä- ja Keski-Pohjanmaa
Metsäteho Oy	

Taitto

Terttu Välikkilä	Suomen metsäkeskus, Etelä- ja Keski-Pohjanmaa
------------------	---

Painatus

Vammalan kirjapaino, 2012

ISBN

ISBN 978-952-283-005-0 (nid.)

ISBN

ISBN 978-952-283-006-7 (PDF)

Oppaasta on myös laadittu verkkoversio, joka on saatavissa hankkeen verkkosivuilta osoitteesta: www.metsakeskus.fi/koneistutushanke

Sisällysluettelo

1 Johdanto	6
2 Koneellisen istutuksen toimintamalli ja perusteet.....	8
2.1 Koneellisen istutuksen toimintamalli.....	8
2.2 Kannattavuus ja kilpailukyky koneyrityksen näkökulmasta	12
2.3 Koneellisen istutuksen edellytykset.....	18
2.4 Työn laatu koneellisessa istutuksessa	24
3 Taimihuolto	27
3.1 Koneellisen istutuksen taimimateriaali ja istutusajankohdat.....	27
3.2 Taimien varastointi.....	32
4 Toiminnan suunnittelu.....	38
4.1 Kohdevalinta.....	38
5 Operatiivinen toiminta.....	44
5.1 Koneellisen istutuksen työvaiheet	44
5.2 Laadunhallinta	53
5.3 Ympäristöhoito, vesiensuojelu ja työturvallisuus	58
Lähteet	64
Liite. Koneellisen istutuksen omavalvontamittaus	67
Muistiinpanoja	71

Alkusanat

Tämä opas on toteutettu Suomen metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston rahoittamassa kehityshankkeessa ”Teknologialla tehokkuutta metsänhoitoon – koneellisen istutuksen laaja käyttöönotto”. Hankkeen tavoitteena on tehokkaiden toimintamallien luominen ja koneellisen istutuksen käyttöönoton edistäminen erityisesti yksityismetsätaloudessa. Maastamme ovat aikaisemmin puuttuneet ohjeet koneellisen istutuksen toteuttamisesta, ja tietoa on ollut hajanaisesti saatavilla. Tähän oppaaseen olemme koonneet yksiin kansiin koneellisesta istutuksesta aiemmin tuotettua tietoa sekä uutta materiaalia ja tuoreita tutkimustuloksia. Koska Pohjois-Suomen olosuhteet poikkeavat oleellisesti muusta Suomesta, on oppaan ohjeita sovellettava tietyin varauksin pohjoisimmassa Suomessa.

Opas on tarkoitettu kaikkien metsäalan toimijoiden käyttöön, ja siinä on kattavat ohjeet koneellisen istutuksen toteuttamiseen aina kohdevalinnasta työn laadun mittaamiseen. Opas on jaettu koneellisen istutuksen prosessien mukaisesti kolmeen osaan: taimihuoltoon, toiminnan suunnitteluun ja operatiiviseen toimintaan. Lisäksi oppaan alussa käydään läpi koneellisen istutuksen toimintamallit ja perusteet. Viitteitä tutkimusjulkaisuihin on käytetty vain niissä tapauksissa, joissa kuva tai taulukko pohjautuu suoraan tutkimusjulkaisussa esitettyihin tietoihin. Oppaan loppuun on kerätty kirjallisuuslähteitä, joita on käytetty tämän oppaan laadinnassa apuna. Niistä lukija halutessaan löytää lisätietoa aiheesta.

Suonenjoella ja Seinäjoella, 3.8.2012

Tiina Laine ja Mikko Syri

1. Johdanto

Työvoimapulan ennakoidaan kärjistyvän metsäsektorilla lähitulevaisuudessa. Ratkaistavana on, kuinka metsänhoidon palvelut tuotetaan tulevaisuudessa kustannustehokkaasti, ja kuka nämä palvelut tuottaa. Uhkana on, että osa tärkeistä metsänhoitotoimenpiteistä jää työvoimapulan vuoksi tekemättä. Työvoiman ja metsänomistajien omatoimisuuden vähenemisen myötä tulevaisuudessa on odotettavissa kasvavaa kysyntää tehokkaille menetelmille ja metsänhoitopalveluille. Koneellinen istutus vastaa tähän kysyntään. Koneellisen istutuksen tavoitteena on vähentää ihmistyöpanosta, saada aikaan kustannussäästöjä ja parantaa tuottavuutta sekä kustannustehokkuutta verrattuna käsinistutukseen.



Kuva 1. Koneellinen istutus sopii alueyrittäjyden toimintamalliin. Kuva: Mikko Syri.

Koneellista metsänistutusta on kokeiltu ja tehty erilaisilla koneratkaisuilla jo muutaman vuosikymmenen ajan, ja nykyisin käytössä olevat laitteet ovat olleet markkinoilla jo useita vuosia. Koneellinen istutus ei ole kuitenkaan vielä syrjäyttänyt käsin tehtävää istutusta, ja erityisesti yksityismetsätaloudessa menetelmän käyttö on ollut hajanaista ja kokeiluluonteista. Markkinoilla olevat istutuskoneet, yhdistettynä tehokkaaseen ja toimivaan taimihuoltoon ja työjohtoon, tarjoavat vaihtoehdon käsinistutukselle. Työvoimaa koneellinen istutus sitoo vähemmän kuin miestyö. Lisäksi koneellinen istutus vähentää metsänuudistamisen kausiluonteista työvoimatarvetta ja metsäkoneenkuljettajien lomautustarvetta, sillä hakkuiden hiljentyessä kesäkaudeksi on kuljettajilla mahdollisuus siirtyä istutustöihin.

Koneellisen istutuksen yleistymistä tukevat kesäistutuksesta saadut hyvät biologiset tulokset sekä koneyrityskeskeisen alueurakoinnin yleistyminen. Taimituotannon kehittymisen myötä istutustyötä voidaan tehdä keväällä roudan sulamisen jälkeen aina pitkälle syksyyn. Tämä mahdollistaa noin viiden kuukauden mittaisen istutuskauden. Myös hakkuutähteiden ja kantojen korjuun yleistyminen edistää koneellisen istutuksen käyttöönottoa. Nämä toimenpiteet nostavat koneellisen istutuksen, kuin myös erillistyönä tehtävän maanmuokkauksen, tuottavuutta ja työn laatua. Koneellisessa istutuksessa kaikki uudistamistoimenpiteet tulevat samalla kertaa tehtyä lyhentäen metsikön kokonaiskiertoaika.

Konekehitystyötä tehdään alan toimijoiden keskuudessa aktiivisesti. Jo nyt koneelliseen istutukseen voidaan yhdistää metsänomistajalle lisäarvoa tuottavia palveluita, kuten taimien käsittely tuhohyönteisten torjunta-aineella sekä tarvittaessa taimikon terveyslannoitus. Uusien innovaatioiden myötä koneellisen metsänhoidon kustannustehokkuus nousee parantaen koko metsätalouden kannattavuutta.

2. Koneellisen istutuksen toimintamalli ja perusteet

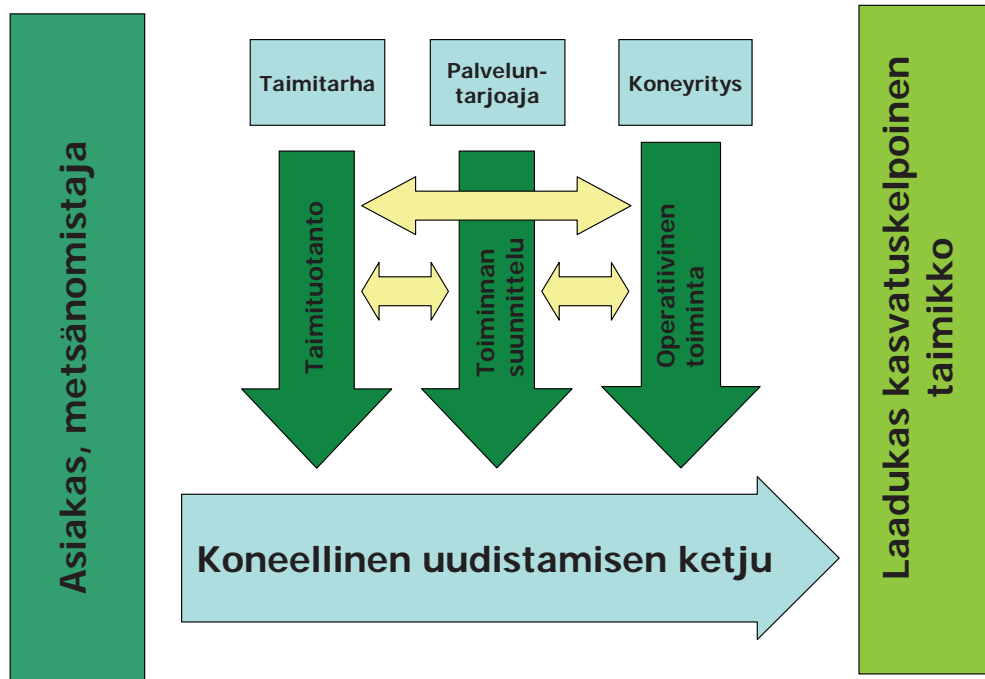
2.1 Koneellisen istutuksen toimintamalli

Koneellisessa istutuksessa ei ole kyse pelkästään yhden työvaiheen koneellistamisesta, vaan huomattavasti laajemmasta kokonaisuudesta. Koko toimintaketju taimitarhalta työmaalle vaatii toimijoiden mukautumista uusiin toimintamalleihin. Koneellisen istutuksen prosessien kuvaamisen tavoitteena on selkeyttää ketjun eri toimijoiden vastuita ja luoda koneelliselle istutukselle selkeä toimintamalli. Hyvän ja toimivan toimintamallin edellytyksenä on, että ketjun jokainen toimija ymmärtää prosessin kulun kokonaisuudessaan ja tunnistaa oman vaikutuksensa prosessin kokonaistulokseen.

Tässä oppaassa koneellinen metsänuudistamisen ketju on jaettu kolmeen prosessiin: taimituotantoon, toiminnan suunnitteluun ja operatiiviseen toimintaan (kuva 2).

Näitä prosesseja tarkastellaan tarkemmin tämän oppaan myöhemmissä luvuissa. Toimintamallissa on kolme toimijaa: taimitarha, palveluntarjoaja ja koneyritys. Seuraavaksi kuvataan lyhyesti koneellisen istutusketjun toimijoiden vastuut ja prosessin kulku taimitarhalta istutustyömaalle. Käytännön toimintamallit muovautuvat kunkin toimijan toimintaympäristössä. Tärkeää on mutkaton tiedonkulku eri toimijoiden välillä ja vastuiden määrittäminen.

KONEELLISEN ISTUTUKSEN TOIMINTAMALLI



Kuva 2. Ketjun jokaisen toimijan tulee tunnistaa vaikutuksensa prosessin kokonaistulokseen. Toimintamallin tavoitteena on taata metsänomistajalle laadukas kasvatuskelpoinen taimikko. Kuva: Mikko Syri.

TAIMITARHA

Taimitarha vastaa taimien tuotannosta palveluntarjoajan kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti. Sopimuksessa määritetään palveluntarjoajan kokonaistaimitarve koneellisen istutuksen osalta ja taimimäärät kevät-, kesä- ja syysistutuksiin. Taimitarha ja palveluntarjoaja sopivat taimien toimitusmallin, toimitusrytmin ja käytännön toimitusjärjestelyt. Koneellisen istutuksen taimet toimitetaan istutuskaudella noin kahden viikon välein koneyrityksen ylläpitämään välivarastoon, josta istutustyötä toteuttava istutuskoneenkuljettaja noutaa yhden päivän tai työvuoron taimet työkohteelle.

Taimien toimittaminen suoraan istutuskohteelle voi olla perusteltu vaihtoehto, jos kyseessä on iso työmaa. Taimihuolto työmaalla on kuitenkin usein työläämpää kuin yrittäjän välivarastossa. Taimien nouto taimitarhalta voi tulla kyseeseen, jos taimitarha sijaitsee lähellä yrittäjän kotipaikkaa. Pienien taimierien kuljetaminen nostaa kuitenkin kokonaiskuljetuskustannuksia. Yleisillä teillä tapahtuva kaupallinen tavarankuljetus edellyttää lain mukaisia liikennelupia, jotka on huomioitava kuljetuksia suunniteltaessa.

TAIMITUOTTAJA:

- Vastaa koneelliseen istutukseen soveltuvan laadukkaan taimimateriaalin tuotannosta ja saatavuudesta koko istutuskaudelle
- Toimittaa tilatut taimet koneyrityksen tai palveluntarjoajan välivarastoon toimitussopimuksen mukaisesti



Kuva: Erkki Oksanen.

PALVELUNTARJOAJA

Palveluntarjoaja vastaa kohdevalinnasta, istutuskauden työohjelman laadinnasta ja siihen liittyvien ajallisten reunaehtojen määrittelystä sekä työntekijöiden laadun hallinnasta. Palveluntarjoaja määrittelee istutuskauden taimitarpeen ja tekee toimitussopimuksen taimitarhan kanssa. Huomioitava on muun muassa taimitarpeet kevät-, kesä-, ja syysistutuksiin. Palveluntarjoaja on vastuussa laadunhallinnasta yhdessä koneyrityksen kanssa, ja vastaa työlle asetetun laadun täyttymisestä.

PALVELUNTARJOAJA:

- Vastaa koneellisen istutuksen työkokonaisuudesta asiakkaalle
- Vastaa kohdevalinnasta ja reunaehtojen määrittämisestä
- Määrittää istutuskauden taimimäärän ja tilaa taimet taimitarhalta sekä organisoii taimitoimituksen sovittuun välivarastoon
- Vastaa laadunhallinnasta yhdessä koneyrityksen kanssa



Kuva: Erkki Oksanen.

KONEYRITYS

Koneyritys vastaa istutuskauden työohjelman toteuttamisesta ja yksittäisten työkohteiden ketjutuksesta laaditun työohjelman puitteissa. Varsinaisen kone työn lisäksi koneyrityksen vastuulla on välivarastossa ja työkohteella tapahtuva taimihuolto sekä taimien toimitus välivarastosta työkohteelle. Osaava koneenkuljettaja on laadukkaan työn edellytys. Koneyritys vastaa kuljettajien osaamisesta ja laadullisten sekä määrällisten vaatimusten täyttymisestä. Koneyritys vastaa omavalvonnan toteutuksesta palveluntarjoajan kanssa sovitulla tavalla.



Kuva: Erkki Oksanen.

KONEYRITYS:

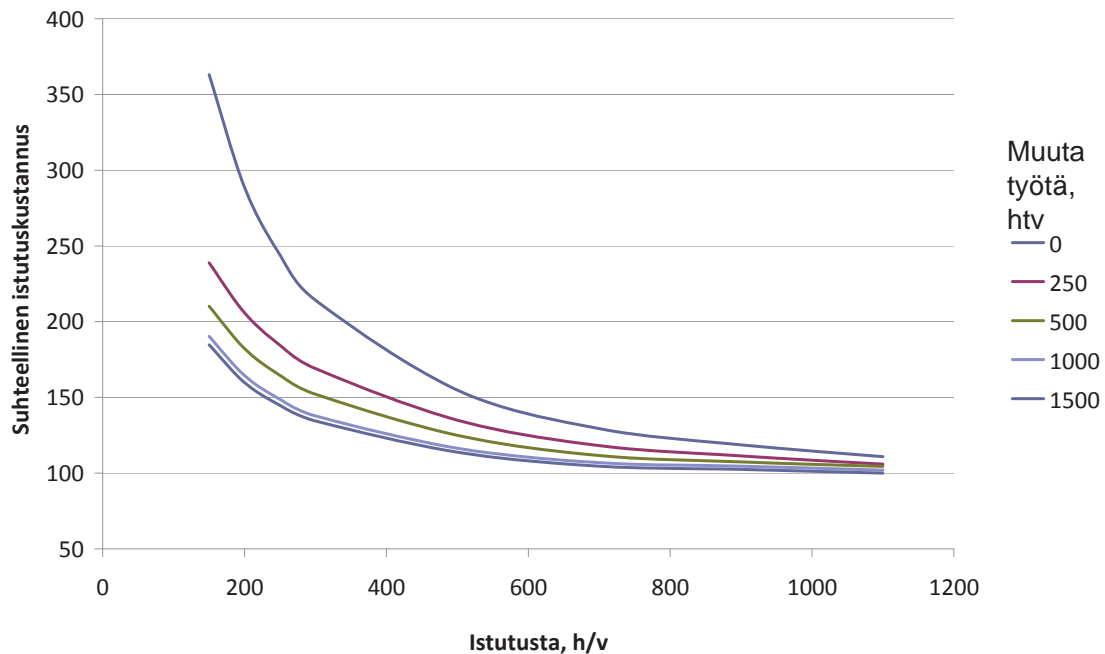
- Vastaa koneellisen istutuksen toteutuksesta ja taimihuollosta työkohteella
- Vastaa kuljettajien ammattitaidosta, koulutuksesta ja asianmukaisista työohjeista
- Vastaa taimihuollosta välivarastolla
- Vastaa hyvästä työjärjelmästä ja suorittaa omavalvontaa
- Vastaa konetyöhön liittyvistä ympäristöasioista

2.2 Kannattavuus ja kilpailukyky koneyrityksen näkökulmasta

Tässä luvussa kuvataan, millaisilla edellytyksillä koneellinen istutus on kannattavaa, ja mitä istutuslaitteinvestointia suunnittelevan yrittäjän on hyvä ottaa huomioon. Esitetyt luvut ovat laskennallisia ja siksi vain esimerkinomaisia. Jokainen yrittäjä itse vastaa liiketoimintansa kannattavuudesta. Koneellisen istutustyön yksikkökustannuksiin vaikuttaa työvoimakustannusten lisäksi moni asia, erityisesti istutuslaitteen ja peruskoneen hankintahinta sekä vuosityömäärä. Kannattava toiminta edellyttää myös hyvää työn tuottavuutta.

Jotta istutuskoneinvestointi olisi yrittäjälle kannattava, edellyttää se riittävää vuotuista työmäärää. Istutuskoneiden pääomakustannusten osuus on 25-35 % istutustyön kustannuksista, joten istutuskoneelle on löydettävä mahdollisimman suuri vuotuinen työmäärä, ja lisäksi peruskoneena toimivalle kaivinkoneelle on löydettävä muuta työtä istutuskauden ulkopuolella.

Käytännössä kustannuksiltaan kilpailukykyinen koneellinen istutus edellyttää istutuskauden aikana 1000-1200 tuntia työtä ja istutuskauden ulkopuolella kaivinkoneella muuta työtä 500-1500 tuntia (kuva 3). Tämä tarkoittaa istutuskooneelle 4-5 kuukauden työkautta kahdessa vuorossa istuttaen ja istutuskauden ulkopuolelle kaivinkoneelle noin viiden kuukauden työmäärän. Tämän minimitalon jälkeen työmäärän kasvattaminen vaikuttaa melko vähän kustannuksiin. Mikäli vuotuiset työmäärät jäävät selvästi minimitalon pienemmiksi, eikä peruskoneelle ole muuta taloudellista käyttöä, nousevat konetyön suhteelliset kustannukset nopeasti. Esimerkiksi istuttamalla kahdessa vuorossa saadaan vuotuista työmäärää nostettua.

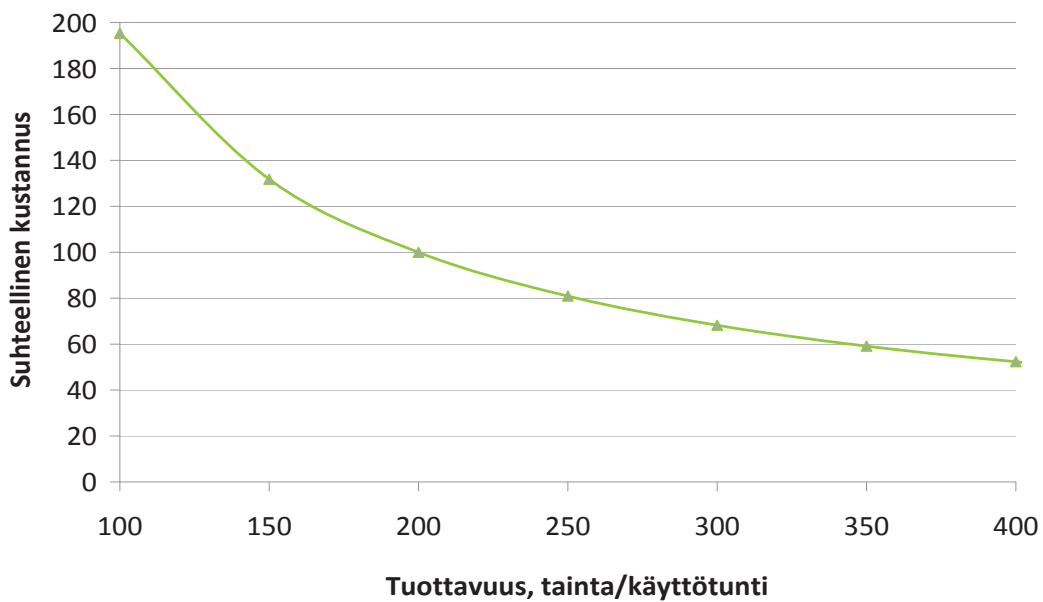


Kuva 3. Työmäärän vaikutus koneellisen istutuksen kustannuksiin. Laskelmis-
sa kaivinkonealustainen istutuskone. 100-taso: istutuskausi 1100 käyttötuntia
ja muuta työtä 1500 tuntia vuodessa. Ylin käyrä (muuta työtä 0 tuntia) kuvaa
pelkästään istutukseen käytettävän erikoiskoneen tilannetta (Strandström et
al. 2009). Kuva: Metsäteho Oy.

Istutuskoneinvestoinnin edellyttämiin vuotuisiin istutuspinta-aloihin vaikuttaa istutustiheys (taimia/ha), istutustyön osuus peruskoneen käytöstä (%) ja taimikohtainen taksa (€/taimi). Istutuskoneinvestoinnin edellyttämä vuotuinen istutuspinta-ala on kääntäen verrannollinen keskimääräiseen istutustiheyteen. Erityisesti matalimmilla taksatasoilla istutustaksan vaikutus vaadittavaan vuosittaiseen istutuspinta-alaan on suuri. Kun istutustyön osuus peruskoneen käytöstä kasvaa, nousee vuosittain vaadittu istutuspinta-alakin. Yleisesti ottaen minimityömäärä istutuskaudella voidaan pitää noin 100 hehtaaria. Nykyisin käytössä olevilla istutuskoneilla on kuitenkin mahdollista istuttaa enemmänkin, jopa 200–250 hehtaaria yhden istutuskauden aikana.

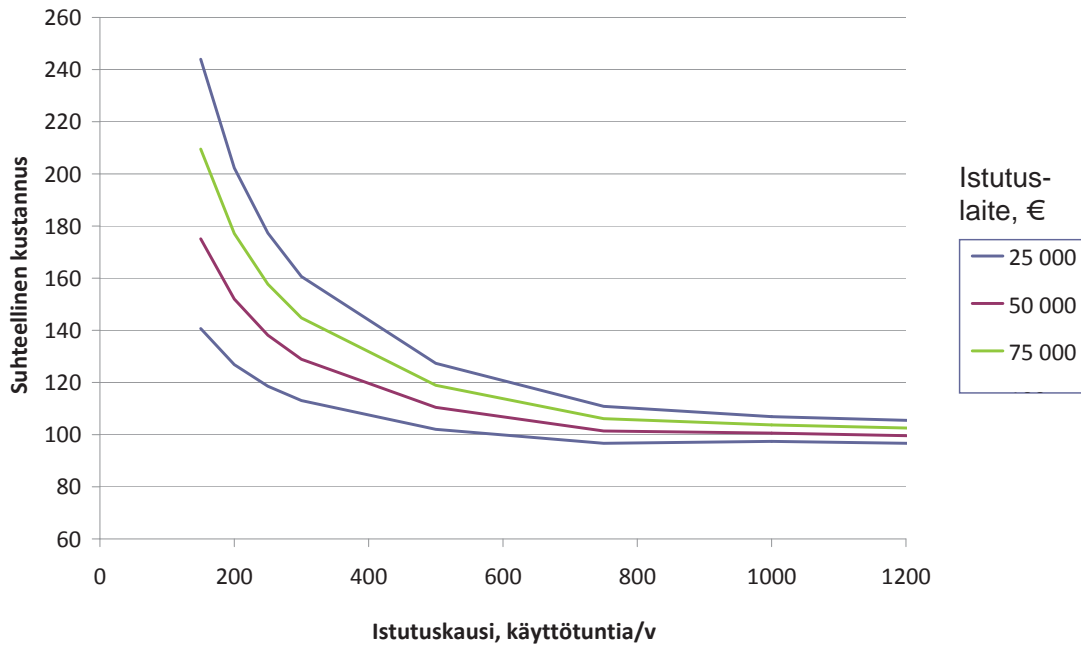
Koneellisen istutuksen tuottavuuden tulisi olla vähintään 200 tainta tunnissa, jotta kustannuksissa päästäisiin samalle tasolle erillisen maanmuokkauksen ja käsinistutuksen kanssa (kuva 4). Tätä alhaisimmilla tuottavuuksilla suhteelliset kustannukset nousevat merkittävästi. Kuten konetyössä yleensäkin, myös

istutuskonetyössä kuljettajan kokemuksella on suuri merkitys tuottavuuteen ja kuljettajien tuottavuuksissa on seurannoissa havaittu suuria eroja. Aikaisempi kokemus kaivinkoneen käytöstä helpottaa kokemattomia kuljettajia oppimaan istutuskoneen käytön nopeammin. Erityisesti alussa kokemattomien kuljettajien tuottavuus kasvaa istutuskonekokemuksen lisääntyessä, mutta kokemuksen karttuessa kuljettajien tuottavuus vakiintuu tietylle tasolle.



Kuva 4. Laskelma koneellisen istutuksen kustannuksista tuottavuuden mukaan. Lähtökohtana kaivinkonealustainen kohoumamuokkausta tekevä istutuskone. Peruskoneen hinta 135 000 € ja istutuslaitteen 55 000 €. Peruskoneelle oletettu ympärivuotinen työllisyys ja istutuslaitteelle 5 kuukauden istutuskausi. 100-taso vastaa erillisen kohoumamuokkauksen ja pottiputki-istutuksen kustannuksia (Strandström et al. 2009). Kuva: Metsäteho Oy.

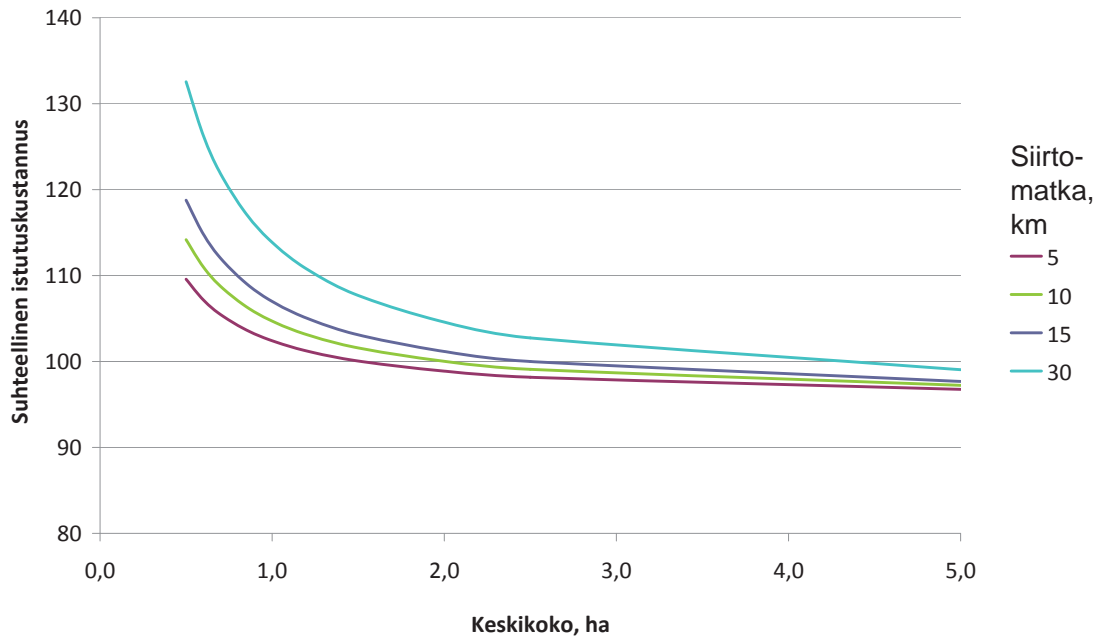
Koneellisen istutuksen kilpailukykyyn vaikuttavat vuosityömäärä ja istutuslaitteen hankintahinta. Mikäli istutuskoneella työskennellään vain vähän istutuskauden aikana, vaikuttaa istutuslaitteen hankintahinta merkittävästi konetyön kustannuksiin. Istutuslaitteen hinta ei ole ratkaiseva tekijä, mikäli istutuskaudella työskennellään vähintään 1000 tuntia (kuva 5).



Kuva 5. Istutuslaitteen hinnan ja työkauden pituuden vaikutus koneellisen istutuksen kustannuksiin. Laskelmassa kaivinkonealustainen istutuskone. 100-taso: istutuskausi 1100 käyttötuntia ja muuta työtä 1600 tuntia vuodessa (Strandström et al. 2009). Kuva: Metsäteho Oy.

Työmaan pinta-ala vaikuttaa koneellisen istutuksen kustannuksiin, sillä pienillä kohteilla koneiden siirto, erilaiset valmistelutyöt ja taimihuolto vievät suhteellisesti suuremman osan työajasta. Istutuskohteiden keskimääräisen pinta-alan kasvaminen vähentää siirtojen määrää ja lisää siten varsinaisen istutustyön osuutta kokonaistyöajasta. Koneellisen istutuksen kustannukset alkavat merkittävästi nousta, mikäli käsittely-yksikön koko putoaa alle kahteen hehtaariin (kuva 6). Pienien kohteiden ketjuttaminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi parantaa konetyön taloudellista kannattavuutta.

Uudistusalan koon lisäksi kustannuksiin vaikuttaa uudistettavan kohteen sijainti toisiin uudistusaloihin nähden. Siirtomatkan pidentyessä työn suhteelliset kustannukset kasvavat. Kustannuksiin vaikuttaa myös taimien välivarastopaikan sijainti. Jotta kuljettajien työaika ei kuluisi taimien välivaraston ja uudistusalan välimatkan ajamiseen, on kiinnitettävä huomiota siihen, että kohteet olisivat kohtuullisen lähellä välivarastoa tai kuljettajan kotia.



Kuva 6. Työkohteen koon ja siirtomatkan vaikutus koneellisen istutuksen kustannuksiin. Laskelmassa kaivukonealustainen istutuskone. 100-taso: istutuskauti 1100 käyttötuntia ja muuta työtä 1600 tuntia vuodessa (Strandström et al. 2009). Kuva: Metsäteho Oy.

Keskimääräistä kuviokokoa ja koneistutuskohteiden osuutta uudistamismäärissä kasvattamalla koneistutuskohteet saadaan sijaitsemaan pienemmällä alueella. Jos esimerkiksi Bracke-istutuskoneella tehtäisiin 90 % kaikista yli 0,75 ha:n istutuskohteista istutuskoneella, olisi keskimääräinen siirtomatka 9,9 km lyhyempi kuin tilanteessa, jossa vain 5 % uudistamisaloista istutettaisiin koneellisesti (taulukko 1).

Taulukko 1. Koneistutuskohteiden osuuden vaikutus kohteiden väliseen keskimääräiseen etäisyyteen (Rantala & Saarinen 2006).

	Koneistutuskohteiden osuus kaikista yli 0,75 ha:n istutuskohteista				
	90%	50%	25%	10%	5%
Koneistutuskohteiden etäisyys toisistaan, km	4,6	5,6	7,3	10,9	14,5

Toimintasäteenä ajatellen 100 hehtaarin vuotuinen istutuspinta-ala Bracke-istutuskoneella tarkoittaa laskennallisesti 39 kilometrin toimintasädettä (taulukko 2). Vuosittaisen työmäärän lisääntyessä istutuskoneen toimintasäde kasvaa. Taulukko 2 on teoriassa laskettu Bracke-istutuskoneen toimintasädettä erisuuruisilla vuosittaisilla istutusmäärillä.

Taulukko 2. Vuosittain istutettavan istutuspinta-alan istutuskoneelta edellyttämä toimintasäde. Toimintasäde kuvaa sen ympyränmuotoisen alueen sädettä, min-kä sisältä vaadittavat koneistutushehtaarit löytyisivät (Rantala & Saarinen 2006).

	Istutuspinta-ala, ha/vuosi					
	50	75	100	125	150	175
Toimintasäde, km	28	34	39	44	48	52

2.3 Koneellisen istutuksen edellytykset

PERUSKONE

Kaikkien nykyisin käytössä olevien istutuslaitteiden peruskoneena on kaivinkone. Peruskoneen puomin on oltava kestävä, koska maanmuokkaus tapahtuu vetämällä peruskoneen puomin päässä olevaa istutuslaitetta kohti peruskonetta. Hakkuukoneen puomia ei ole suunniteltu tällaiseen vetävään liikkeeseen, siksi hakkuukone ei sellaisenaan sovellu peruskoneeksi nykyisin käytössä oleville istutuslaitteille. Hakkuukone on myös selvästi kaivinkonetta kalliimpi peruskone.

Metsässä koneella työskentelyyn ja työympäristöön vaikuttavat monet maaston ominaisuudet. Siksi peruskoneeksi kannattaakin valita metsäalustainen telakaivinkone, joka on mm. maavaraltaan korkeampi ja jonka raideleveys on suurempi. Istutuslaitteen käyttö vaatii vähintään keskiraskaan telakaivinkoneen (13-22 tonnia), jotta peruskoneen tasapaino säilyy istutuslaitetta käytettäessä.



Kuva 7. Koneellisessa istutuksessa peruskoneena toimii keskiraskas kaivinkone. Kuva: Mikko Syri.

ISTUTUSLAITE

Istutuslaite asennetaan peruskoneen puomin päähän ja sillä tehdään sekä maanmuokkaus että istutus. Markkinoilla on tällä hetkellä kolmen eri valmistajan istutuslaitteita: Bracke (Bracke Forest Ab), M-Planter (M-Planter Oy) ja Risutec (Risutekniikka Ky). M-Planter -istutuslaitteessa on muista poiketen kaksi istutus-päätä. Kuljettaja lataa taimet käsin istutuslaitteen päällä olevaan taimikasettiin.



M-Planter



Bracke



Risutec

Kuvat 8-10. Markkinoilla olevat istutuslaitteet: M-Planter, Bracke, ja Risutec.
Kuvat: Mikko Syri.

TAIMITELINE

Taimia kuljetetaan istutuskoneen mukana olevassa taimitelineessä yhden työvuoron tai työpäivän tarpeisiin. Taimiteline on hiukan erilainen peruskoneesta riippuen, mutta yleensä se on sijoitettu kaivinkoneen taakse. Uudistusalalla liikuttaessa on syytä varoa, ettei taimiteline osu esteisiin, esimerkiksi pystyyn jätettyihin säästöpuihin. Taimihyllyjen pohjalle on hyvä laittaa esimerkiksi öljyn imeytysmatto, jonka voi kastella taimien kosteuden säilyttämiseksi. Siltikin helteisinä päivinä taimia saattaa joutua kastelemaan myös työvuoron aikana. Taimitelineessä on myös hyvä olla sadesuoja estämässä taimien vettymistä kovalla sateella.



Kuva 11. Taimitelineeseen tulee mahtua vähintään yhden työvuoron taimet.
Kuva: Erkki Oksanen.

LAVETTI

Istutuskonetta siirretään uudistusosalta toiselle lavetilla. Yhden istutuskoneen siirtämistä varten ei kannata hankkia omaa lavettia, vaan palvelun voi ostaa toiselta yrittäjältä.



Kuva 12. Pitempiin siirtymisiin työmaiden välillä tarvitaan asianmukainen lavetti.
Kuva: Mikko Syri.

KULJETTAJA

Kuljettajan vaikutus työn tuottavuuteen on suuri. Työhön tulisi valita motivoituneita kuljettajia, joilla on kokemusta kaivinkonetyöstä. Hyvä perehdytys istutuskoneen käytöstä takaa kokemattomallekin kuljettajalle hyvän pohjan koneellisen istutuksen toteuttamiseen. Työn laadun kannalta on tärkeää, että kuljettaja ymmärtää metsänuudistamisen perusteet ja pyrkii asetettuihin tavoitteisiin seuraamalla omaa työjälkeään ja muuttamalla toimintaansa saamansa opastuksen ja koulutuksen pohjalta.

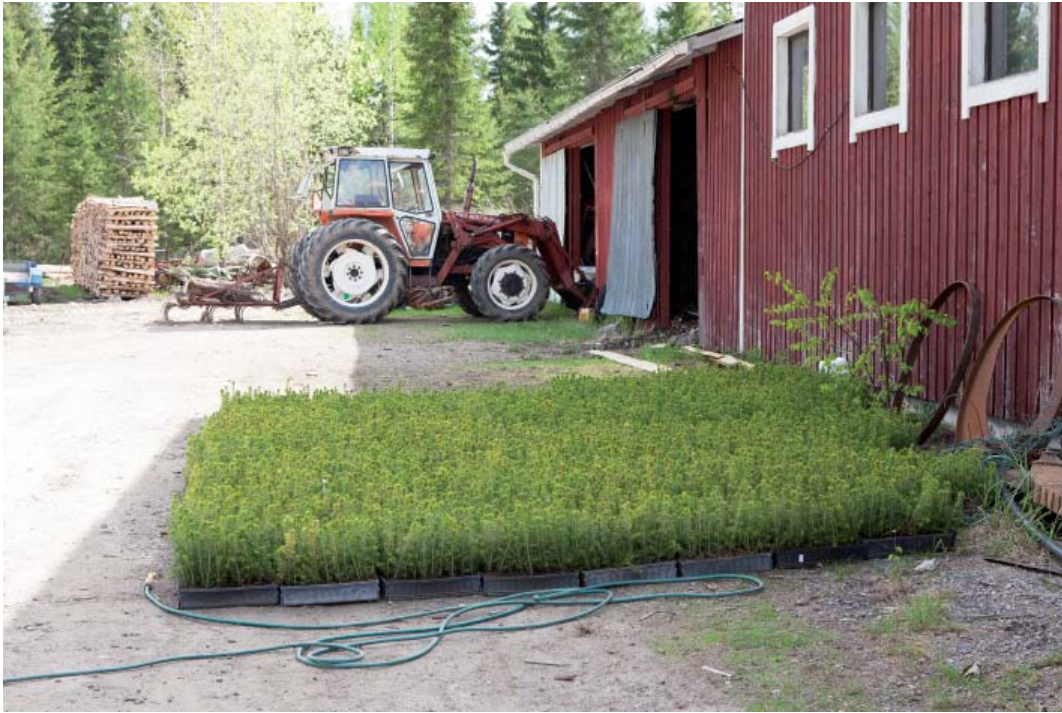


***Kuva 13.** Ammattitaitoinen kuljettaja ymmärtää konetyön lisäksi metsänuudistamisen biologiset perusteet. Kuva: Mikko Syri.*

VÄLIVARASTO

Taimien välivarastointi on helppoa toteuttaa yrittäjän ylläpitämässä välivarastossa. Näin hän pystyy seuraamaan varastonkiertoa ja hallitsemaan varastointia. Istutuskoneen kuljettaja hakee välivarastolta taimia vain yhden työvuoron tai työpäivän tarpeisiin. Näin toimien taimet eivät pääse kuivumaan uudistusallalla, eikä taimien kastelua tarvitse järjestää työkohteella, jossa sen toteuttaminen on vaikeampaa kuin välivarastossa.

Välivaraston tulee olla tasainen ja varjoisa paikka, jossa kastelu on helppo toteuttaa. Ajustimella toimiva automaattinen kastelujärjestelmä helpottaa taimien kastelua, erityisesti viikonloppuisin. Taimia toimitetaan välivarastoon sopimuksen mukaan, yleensä noin kahden viikon välein. Välivarastoon on kuitenkin syytä mahtua kerralla jopa kolmen viikon taimimäärä, eli noin 40 000 tainta. Välivarasto toimii FIFO (First in – First out) periaatteella, eli ensimmäiseksi varastoon saapuneet taimet tulevat käytetyksi ensimmäisinä.



Kuva 14. Välivarastossa taimien kastelun järjestäminen on helpompaa kuin maastossa. Kuva: Erkki Oksanen.

2.4 Työn laatu koneellisessa istutuksessa

Tehtyjen tutkimuksien mukaan koneellisessa istutuksessa muokkaus- ja istutustiheys ovat olleet tavoitteen mukaisia ja taimien elävyys jopa parempaa kuin erikseen tehdyissä laikkumätästyksessä ja käsinistutuksessa. Esimerkiksi, inventointitutkimuksen mukaan yksityismetsissä Etelä-Suomessa taimia on ollut kolmen vuoden jälkeen istutuksesta elossa keskimäärin 1388 tainta hehtaarilla (Kankaanhuhta ym. 2009), kun taas Bracke-istutuskoneella istutettujen taimien elossa olo ollut kolmen vuoden jälkeen keskimäärin 1600 tainta hehtaarilla (Luoranen ym. 2011).

Koneellisen istutuksen onnistumisen kannalta tärkeää on hyvä maanmuokkaus ja istutusajankohtaan sopiva, oikeankokoinen taimimateriaali. Lisäksi kohdevalinnan on oltava kunnossa ja työhön valittava maanmuokkauksen ja istutuksen biologiset perusteet tunteva kuljettaja. Koneellisen istutuksen uudistamistulosta heikentävät istutuspäivän korkea lämpötila ($> 25^{\circ}\text{C}$), taimimateriaalin huono laatu, kivisyys ja siitä johtuva taimien kuivuminen sekä tukkimiehentäin ja juurinilurin aiheuttamat tuhot. Samat asiat huonontavat myös erillisen maanmuokkauksen ja käsinistutuksen laatua.

Koneellisessa istutuksessa on ollut havaittavissa, että taimet saattavat jäädä hieman vinoon istutuksen jälkeen. Vinossa olevat taimet suoristuvat yleensä parissa vuodessa, eikä puun sisälle yleensä synny raaka-aineen käyttöön vaikuttavia, puun laatua heikentäviä ominaisuuksia. Lisäksi kaikkein vinoimpaan istutetut ($>45^{\circ}$) taimet on mahdollista poistaa ensiharvennuksessa.

Koneellisen istutuksen etuna erilliseen maanmuokkaukseen ja käsinistutukseen voidaan pitää sitä, että kone tekee kaksi työvaihetta, jolloin kohde tulee kerralla valmiiksi. Istutuskoneilla taimet istutetaan aina mättääseen tuoreeseen muokkausjälkeen, mikä varmistaa hyvän alkukehityksen taimelle. Koneellisessa istutuksessa jokainen taimi on mättäässä ja toisaalta, jokaisessa mättäässä on taimi.

Hyvällä ja tehokkaalla uudistamisella pyritään saavuttamaan kustannussäästöjä myöhemmissä vaiheissa, koska taimia menehtyy vähemmän ruohon, vesakon ja myyrä- ja tukkimiehentäituhojen seurauksena. Tuore mätäs vähentää tukkimiehentäin syöntiä ja häiritsevän vesakon kehitys on vähäisempää. Lisäksi taimi on mättäässä muokkaamattoman maan pintaa korkeammalla, jolloin

pintakasvillisuuden kilpailu vähenee taimen lähellä. Mätästys myös vähentää hallavaurioita ja kohottaa maan lämpötilaa, jolloin juurten kasvu ja veden sekä ravinteiden saanti paranee. Kunnollisella maanmuokkauksella saavutetaan myöhemmin säästöjä alhaisemman taimikuolleisuuden, pienemmän täydennysviljelytarpeen ja paremman kasvun ansiosta. Kustannussäästöjä saattaa syntyä myös taimikonhoidossa, koska poistettavaa puustoa on vähemmän ja taimet ovat aina mätäissä, jolloin taimikonhoito on nopeampaa ja siten edullisempää.

Koneellisen istutuksen etuna on myös työn tasalaatuisuus, sillä koneet istuttavat taimet maahan aina vakiovoimalla. Työn tulos on laadukas, kun sama yrittäjä vastaa kokonaisuudessaan uudistamistoimenpiteestä, eikä työvaiheiden väliin yleensä synny aika- tai tietokatkoksia. Kokonaisuudessaan onnistunut ja nopea uudistaminen vaikuttaa metsän laatuun ja määrään koko kiertoajalla sekä lyhentää kiertoaikaa.



Kuva 15. Koneellisessa istutuksessa jokainen taimi istutetaan tuoreeseen mätääseen. Kuva: Erkki Oksanen.

Maanmuokkauksen tavoitteena on luoda suotuisat olosuhteet taimien kasvulle. Kaikkien nykyisin käytössä olevien istutuskoneiden maanmuokkausmuotona on laikkumätästys. Maanmuokkausmuotona laikkumätästykseen on todettu parantavan kuusentaimen kasvua.

Laikkumätäs tehdään kääntämällä muokkauslevyllä vedetty maa muokkaamattoman maan pinnalle, jolloin tehdyn mätään sisään jää kaksikertainen humuskerros ja mätään pinta on yhtenäistä kivennäismaata. Mätään pinnalla olevan kivennäismaakerroksen tulisi olla 5–15 cm paksu. Mätään peittävän kivennäismaamäärän saamiseksi laikun pituutta lisätään, mutta kivisillä kohteilla ja kohteilla, joilla on paksu humuskerros, joudutaan myös lisäämään laikun syvyyttä riittävän kivennäismaamäärän saamiseksi mätään pintaan.

Hyvän mätään leveyden tulisi olla 50–70 cm ja pituuden 60–90 cm. Mätään korkeuden tulisi olla 5-30 cm kasvupaikan mukaan siten, että hienojakoisilla- ja turvemailed mätäävät ovat matalampia. Mätääseen ei saa jäädä hakkuutähdettä, sillä se jättää helposti humuskerroksen väliin ilmakerroksen. Tämä estää veden kapillaarisen nousun pohjamaasta mätään pintaosiin ja lisää siten mätään kuivumisriskiä. Taimi istutetaan mätään keskelle siten, että taimen ympärille jää 10-20 cm yhtenäinen kivennäismaapinta. Tämä vähentää kilpailua pinta-kasvillisuuden kanssa ja vähentää tukkimiehentäin syöntiä.

Kuusen taimet istutetaan syvään siten, että juuripaakun yläreunan päälle vähintään 5 cm maata. Tavoitteena on saada taimen juuristo mätään sisälle kaksinkertaiseen humuskerrokseen. Vähintään puolet versosta on oltava maan päällä, jotta taimella on riittävästi yhteyttävää neulaspinta-alaa maan päällä hyvän kasvun ja elossa säilymisen takaamiseksi.

Taulukko 3. *Maalajin vaikutus mätään kokoon.*

	Keskikarkea/Karkea	Hieno/Turve
Korkeus, cm	15 – 30	5 – 20
Pituus, cm	60 – 90	60 – 90
Leveys, cm	50 – 70	50 – 70

3. Taimihuolto

3.1 Koneellisen istutuksen taimimateriaali ja istutusajankohdat

Taimityypiltään kaikki istutuskoneilla istutettavat taimet ovat paakkutaimia. Puulajeistamme kuusi soveltuu parhaiten koneelliseen istutukseen, koska maanmuokkausmuotona laikkumätästys sopii parhaiten tuoreille kankaille. Myös männyn istutus koneellisesti onnistuu, mutta silloin on huomioitava kasvupaikka, jonka on oltava karumpi kuin kuusta istutettaessa. Koivun istutusta koneellisesti on tehty lähinnä kokeilumielessä.

Etelä-Suomeen kuusta voidaan istuttaa toukokuusta syyskuun loppuun, männyn taimia suositellaan istutettavan vain keväällä kesäkuun alkuun saakka ja syyskesällä elokuusta syyskuun loppuun. Kesällä kasvussa oleva männyn vuosikasvain on herkkä vaurioitumaan, eikä kesäistutuksia siksi suositella. Eri istutusajankohtiin on valittava juuri niihin tuotettuja taimia.



Kuva 16. Taimitarhalla tuotetaan ajankohtaan sopivat taimet. Kuva: Mikko Syri.

KONEELLISEN ISTUTUKSEN TAIMIMATERIAALIN VAATIMUKSET:

- Taimimateriaalin tulee olla tasalaatuista ja -kokoista, keskipituudeltaan vähintään 15 cm
- Taimimateriaali täyttää kaikki käsinistutukseenkin liittyvät alkuperä- ja terveysvaatimukset
- Taimien tulee olla terveitä, eli niissä ei saa olla pakkas- tai kuivuusvaurioita eikä tauteja tai hyönteistuhoja
- Taimien tulee olla tanakoita, suoria ja yksilatvaisia sekä neulasten vihreitä ja lujasti rangassa kiinni
- Taimet eivät saa olla katkenneita
- Juuriston on oltava ehjä, elinvoimainen ja tasapainoinen, se ei saa olla haitallisesti kiertynyt tai ahtautunut
- Juuristo sitoo turvepaakun, mutta ei ole kasvanut paakusta toiseen eikä paakusta ulos
- Taimimateriaalin tulee olla kehitysvaiheeltaan istutusajankohtaan sopivaa
- Taimien tulee olla uudistusalan maantieteelliseen sijaintiin nähden sopivaa alkuperää

KEVÄTISTUTUS

Kevätistutuksiin valitaan ulkona tai pakkasvarastossa varastoituja lepotilaisia taimia. Pakkasvarastoitujen taimien juuripaakkujen tulee olla täysin sulaneita istutettaessa. Männyn taimien istutukset on lopetettava talvivarastointitavasta riippumatta jo kesäkuun alussa, mutta kuusta voidaan istuttaa hiukan pidempään. Kuusen pakkasvarastoidut taimet on otettava varastosta sulamaan viimeistään kesäkuun puolivälissä (juhannukseen mennessä), mutta taimet voidaan istuttaa myöhemminkin kesäkuun lopulla. Jos pakkasvarastointia jatketaan vielä kesäkuun puolivälin jälkeen, jää kuusen kasvukausi liian lyhyeksi, jotta taimet ehtisivät kasvaa ja karaistua ennen ensimmäisiä syyshaljoja.

Kevätistutuksiin kasvatetut ulkona varastoidut taimet on istutettava kesäkuun puoliväliin mennessä, muuten taimet kasvavat paakun tilavuuteen nähden liian kookkaiksi ja juuristo ehtii kasvamaan juuripaakusta ulos. Ulkona varastoidut taimet aloittavat kasvunsa toukokuun lopulla, jolloin on huomioitava taimien vaurioitumisherkkyys. Keväällä voidaan istuttaa maalajiltaan kaikenlaisia kohteita. Rousteherkät hienojakoiset maat on istutettava keväällä, jotta taimet ehtivät juurtua paremmin kasvupaikalleen ja rousteriski pienenee. Myös ahavaherkät kohteet on istutettava alkukesällä roudan sulamisen jälkeen, jotta taimet juurtuvat ennen syksyä ja taimien toipumiskyky ahavasta on parempi (kuva 19).



Kuva 17. Taimimateriaalin tulee olla istutusajankohtaan sopivaa. Kevätistutuksiin kasvatetut ulkona varastoidut taimet on istutettava kesäkuun puoliväliin mennessä. Kuva: Erkki Oksanen.

KESÄISTUTUS

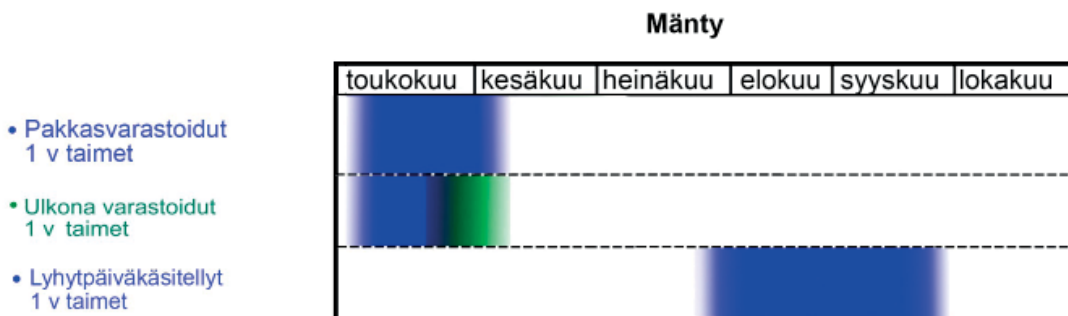
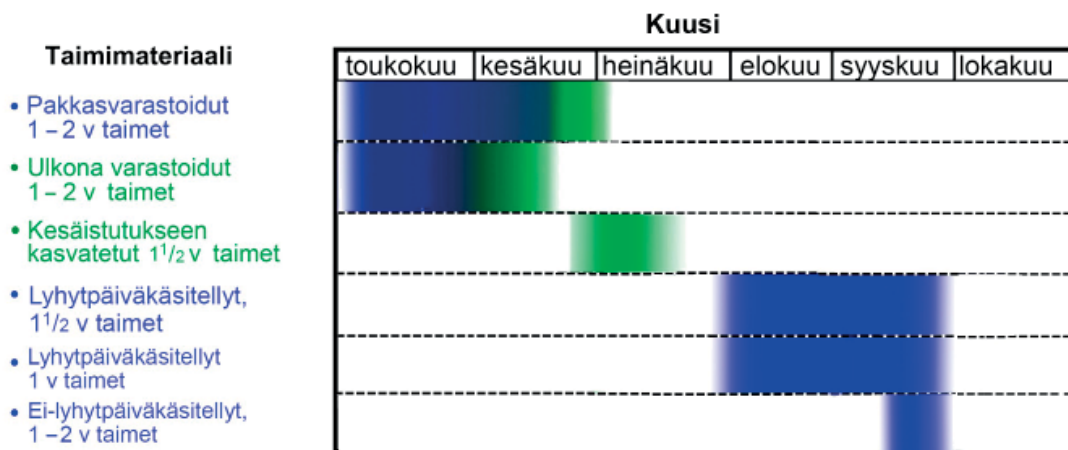
Kesäistutusta ei nykyisten tutkimustulosten valossa suositella männylle, vuosikasvaimen vaurioitumisen ja kuivuusriskin takia. Kuusta sen sijaan voidaan istuttaa myös kesällä (kuva 18). Heinäkuun istutuksiin valitaan riittävän kookkaita, kasvussa olevia 1½-vuotiaita taimia, jotka on tuotettu nimenomaan kesäis-

tutukseen. Kevätistutuksista ylijääneet taimet ovat kasvaneet liian kookkaiksi ja juuristo ulos paakusta, joten ne eivät sovellu kesäistutuksiin. Kesäistutuksessa on kasvavilla taimilla suurempi mekaanisten vaurioiden riski kuin lepotilaisilla, puutuneilla taimilla, mutta huolellisella käsittelyllä ja taimien kastelulla kesäistutus onnistuu. Kesällä istutetut kuusen taimet juurtuvat nopeammin lämpimässä maassa ja niiden myöhempien vuosien kasvu on parempaa kuin keväällä tai syksyllä istutettujen hitaasti juurtuvien taimien. Kesällä istutetuilla taimilla on keväällä istutettuja suurempi kuivumisriski. Pienin kuivumisriski on keskikarkeilla mailla (kuva 19).

SYYSISTUTUS

Syysistutuksilla heinäkuun lopusta eteenpäin istutetaan lyhytpäiväkäsiteltyjä taimia, jotka kestävät syyshalloja ja kuivuutta (kuva 18). Lyhytpäiväkäsiteltyt taimet antavat joustomahdollisuuksia istutusajankohdissa, kun pituuskasvu on jo päättynyt. On kuitenkin huomioitava, että seuraavana keväänä silmut puhkeavat käsittelemättömiä taimia aikaisemmin.

Tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella syyskuun jälkipuoliskolla voidaan istuttaa myös käsittelemättömiä taimia. Istutuskausi suositellaan lopetettavaksi syyskuun lopussa. Vaikka maan lämpötila olisikin suotuisa myöhemminkin, valon määrä vähenee syyskuun puolivälin jälkeen, jolloin yhteyttämistuotteita ei riitä taimien ylläpitohengityksen jälkeen juurien kasvuun eikä juurtumista näin ollen tapahdu. Huonosti juurtuneiden taimien rousteriski kasvaa ja ne ovat alltiita kevätahaville. Lisäksi lumen tulon ajankohdasta riippuen juuristot ovat alltiita pakkasille. Syysistutuksia on erityisesti vältettävä turvemaidilla ja hienojakoisilla kohteilla suuren rouste- ja routariskin takia (kuva 19).



Sininen = eivät ole kasvussa istutettaessa, **vihreä** = kasvussa olevat taimet

Kuva 18. Suositeltavat taimimateriaalivaihtoehdot eri istutusajankohtiin kuuselle ja männylle. Sininen kuvaa taimia, jotka eivät ole kasvussa istuttaessa, ja vihreä kasvussa olevia taimia. Värin voimakkuus kuvaa taimen soveltuvuutta kyseiseen istutusajankohtaan (Luoranen ym. 2012).



Kuva 19. Istutusajankohtasuositus eri kasvupaikoille (vihreä) sekä routa- (punainen), kuivuus- (oranssi) ja roustetuhojen (keltainen) esiintymistodennäköisyys eri istutusajankohtina. Mitä voimakkaampi väri, sitä sopivampi istutusajankohta tai suurempi tuhoriski (Luoranen & Kiljunen 2006).

3.2 Taimien varastointi

Taimitarhalla taimet varastoidaan talven yli joko ulkona tai pakkasvarastoissa. Ulkona varastoidut taimet toimitetaan taimialustoissa, avonaisissa pahlilaa-tikoissa ja vähäisessä määrin kasvatusarkeissaan, pakkasvarastoidut taimet puolestaan pahlilaatikoissa. Yleensä taimet kuljetetaan taimitarhalla suoraan yrittäjän ylläpitämään välivarastoon. Vaihtoehtoisesti taimet voidaan kuljettaa palveluntarjoajan välivarastoon tai suoraan työkohteella sijaitsevaan metsä-varastoon.

Taimia vastaanottaessa niiden kunto ja laatu on tarkistettava. Tarkastuksessa kannattaa kiinnittää huomiota pakkausmerkintöihin ja varmistaa, että taimet ovat tilauksessa mainitun kokoisia ja laatuksia sekä istutuspaikalle sopivaa alkuperää ja istutusajankohtaan sopivaa. Taimipakkauksissa on oltava säädös-ten mukaiset kasvipassi- ja taimietikettimerkinnät, johon on merkitty ostajalle taimimateriaalista annettava tieto. Tiedot mahdollistavat taimierän alkuperä- ja kasvatustietojen myöhemmän jäljittämisen.

Taimissa ei saa olla merkkejä vaurioista, ja kaikkien taimien tulisi olla tukki-miehentäitä vastaan suojattuja. Tukkimiehentäitorjunta-ainekäsittely tehdään taimitarhalla taimen maanpäällisiin osiin kemiallisilla torjunta-aineilla. Kun taimet on taimitarhalla käsitelty torjunta-aineilla, on taimipakkaus merkitty tar-ralla, josta käy ilmi torjunta-aineen nimi, suojavarusteet taimia käsiteltäessä ja taimipakkauksen hävittämisoheet.

Välivarastolle (taimiterminaali) tuodaan kerralla noin kahden viikon tarvetta vastaava taimimäärä, josta mukaan uudistusalalle otetaan yhden työpäivän istutusta vastaava määrä taimia. Välivarastointi on helpointa toteuttaa yrittäjän ylläpitämässä välivarastossa, jonne taimet saa kuljetettua helposti isollakin ajoneuvolla.

Välivaraston on oltava tasainen ja varjoisa paikka, esimerkiksi konehallin seinän vierusta. Välivarastolla on oltava vettä saatavilla helposti ja kastelun automatisointi helpottaa taimien säännöllistä kastelua. Hallan uhatessa taimet, joiden silmut ovat turvonneet tai ovat kasvussa, on suojattava peiteharsolla tai kastelulla.



Kuva 20. Taimipakkausten etiketissä on oltava taimierän alkuperä- ja kasvatustiedot. Kuva: Erkki Oksanen.

Metsävarastossa varastointiaika tulee pitää mahdollisimman lyhyenä, koska taimiterminaalissa on helpompi hoitaa taimien kastelu ja hallalta suojaaminen. Mikäli taimia varastoidaan metsässä, tulee varastopaikan olla tasainen ja varjoinen sekä siellä tulee olla helposti vettä saatavilla taimien kasteluun. Varastopaikka ei saa olla hallanarka, esimerkiksi puuton notkelma tai rinteiden alareuna.

Jos taimet ovat kasvatusarkeissaan tai pakattu ritiläpohjaisiin laatikoihin, on taimilaatikoiden reunat peitettävä maakerroksella, etteivät reunimmaiseta taimet kuivu. Taimilaatikot sijoitetaan tasaiselle alustalle. Jos laatikot jäävät nojaamaan kiviin tai oksiin, pääsee ilma kuivattamaan taimien juuret alapäin nopeasti. Taimia ei saa varastoida suoraan auringonpaisteeseen.



Kuva 21. Pakkasvarastoitujen taimien sulatuksessa on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta. Pahvilaatikoiden käsireiät tulee avata ilmanvaihdon takaamiseksi. Kuva: Erkki Oksanen.

Taimien varastointiaika umpipakkauksissa tulee pitää mahdollisimman lyhyenä homevaaran ja taimien kunnan heikentymisen vuoksi. Säilytettäessä taimia umpipakkauksissa, tulee huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta ja aseteltava laatikot välivarastoon niin, että ilma pääsee kiertämään laatikoiden välissä.

Pakkasvarastoitujen taimien pahvilaatikoiden käsireiät tulee avata riittävän ilmanvaihdon takaamiseksi. Pakkasvarastoidut taimet on aina sulatettava ennen istutusta, sillä jäisenä istutettu juuripaakku ei ota vettä maasta ja taimi kuivuu helposti. Sulamiseen on varattava riittävästi aikaa, esimerkiksi keskellä olevat taimet sulavat hitaammin, kuin reunoilla olevat. Sulaessaan avaamattomissa taimilaatikossa taimet eivät tarvitse kastelua, mutta sulamisen jälkeen taimet tarvitsevat vettä. Kastelutarve on varmistettava käsin tunnustelemalla.

Jos istutus viivästyy ja taimet lähtevät kasvuun, on myös huolehdittava taimien riittävästä valonsaannista. Tällöin taimia suositellaan huollettavan ulkona varastoitujen taimien tavoin.

PAKKASVARASTOITUJEN TAIMIEN SULATUSOHJEET

- Taimet on varastoitu -2...-4°C lämpötilassa, jolloin juuripaakut ja versot ovat jäässä
- SULATUS
 - Tasainen lämpötila +6...+15°C
 - Pimeä tai hämärä tila (taimilaatikko, kellari)
 - Tuuletuksen lisäämiseksi tehtävä ilma-aukkoja taimilaatikoihin
 - Pyrkimys nopeaan sulatukseen (2-3 vrk), mutta sulatukseen varattava riittävästi aikaa – taimia ei saa istuttaa jäisinä
 - Jäiset taimet eivät tarvitse kastelua
- SÄILYTYS JA KASTELU
 - Kun juuripaakut ovat sulaneet, taimipakkaukset avataan
 - Juuripaakkujen kosteus tarkistetaan heti sulatuksen jälkeen ja kastellaan tarvittaessa
 - Sulaneiden taimien kastelusta huolehdittava istutukseen saakka
 - Taimia totutettava valoon pakkauksen avaamisen jälkeen 1-2 vrk ennen istuttamista

Älä istuta jäisiä taimia!

(Rikala2006)



Kuva: Erkki Oksanen.

Havupuun taimien enimmäisläpimenoaika taimitarhalla istutukseen riippuu kasvukauden ajankohdasta, varastointiajan lämpötiloista ja pakkaustavasta (taulukko 4). Lepotilaisia taimia voidaan varastoida pidempään kuin kasvavia ja avopakkausissa olevia, viileässä säässä pidempään kuin lämpimässä.

Suljetussa pakkauksessa taimia saa pitää keväällä muutaman päivän, kesällä jo vuorokausi on pitkä aika kasvavalle taimelle. Avoimissa pakkauksissa varastoitavien taimien kastelusta on huolehdittava, kun taas pakkasvarastoitujen taimien kastelutarve riippuu taimien sulamisesta. Jäiset pakkasvarastoidut taimet eivät tarvitse kastelua lainkaan, mutta taimien sulaessa syntyy kastelutarve, joka riippuu mm. lämpötilasta. Mikäli taimet sulavat hitaasti eli säät ovat viileitä, on kastelutarvekin vähäinen.

Taulukko 4. Havupuun taimien enimmäisläpimenoaika vuorokausina taimitarhalla istutukseen. Aika riippuu kasvukauden ajankohdasta, varastointiajan lämpötiloista ja pakkaustavasta. Siniset vuorokausinumerot ovat lepotilaisille ja vihreät kasvaville taimille (Luoranen ym. 2012).

Taimen tila / pakkaus	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
Pakkasvarastoitu / suljettu pakkaus	14–21	7–14			
Ulkona varastoitu / suljettu pakkaus	4–7	2–4	1	1–2	2–3
Ulkona varastoitu / avoin pakkaus	7–14	4–6	2–3	3–4	4–6

Taimimateriaalia tulee käsitellä varovaisesti, koska taimet ovat elävää materiaalia. Kasvussa olevat taimet kestävät vähemmän räsitystä kuin keväällä lepotilassa olevat taimet. Säännöllisestä kastelusta on huolehdittava, eivätkä taimet saa kuivua missään vaiheessa. Kerran kuivahtaneen taimen uudelleen kastelu on vaikeaa ja sen mahdollisuus selvitä istutusstressistä on heikko. Taimet ovat sopivan kosteita, jos paakusta irtoaa vettä kevyesti puristamalla.

Kuljetuksen aikana taimet on syytä suojata tuulelta ja ajoviimalta. Keväällä ja alkusyksyllä taimet on suojattava tarvittaessa hallalta esimerkiksi erilaisilla peittokankailla.

Käytön jälkeen kaikki muoviset kasvatusalustat palautetaan taimitarhalle uudelleenkäyttöä varten. Muovisäkit ja muut luontoon kuulumattomat maatumattomat pakkaukset hävitetään asianmukaisesti. Jos laatikossa olevat taimet on ruiskutettu torjunta-aineella tukkimiehentäitä vastaan, on laatikot toimitettava kaatopaikalle asianmukaista hävitystä varten. Torjunta-aineilla käsitellyjä taimia käsiteltäessä tulee käyttää nitrilikumikäsineitä.



Kuva 22. Muoviset kasvatusalustat palautetaan taimitarhalle. Kuva: Erkki Oksanen.



Kuva 23. Istutettavat taimet ovat sopivan kosteita, jos paakusta irtoaa vettä kevyesti puristamalla. Kuva: Erkki Oksanen.

4. Toiminnan suunnittelu

4.1 Kohdevalinta



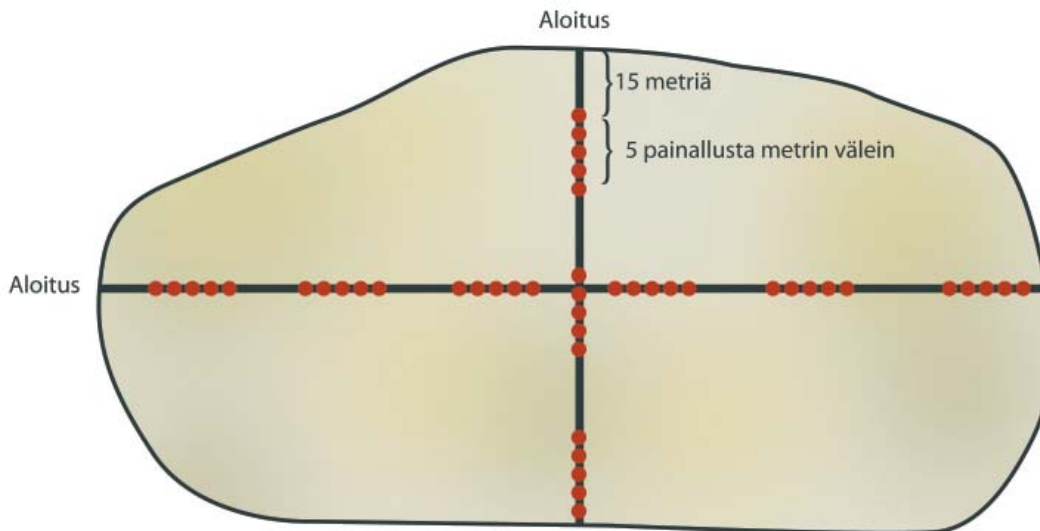
Kuva 24. Kohdevalinnalla on suuri merkitys koneellisessa istutuksessa. Kuva: Mikko Syri.

Onnistunut kohdevalinta on koneellisessa istutuksessa hyvän laadun ja tuottavuuden edellytys. Kaikki uudistamiskohteet eivät sovi koneelliseen istutukseen. Koneistutuskelpoisuus muodostuu monen eri ominaisuuden yhteisvaikutuksena. Koneellisen istutuksen edellytyksiä tulee miettiä jo kohteen uudistamissuunnitelmaa tehtäessä. Käytännön kohdevalinnasta vastaa palveluntarjoaja. Seuraavaksi käsitellään uudistamiskohteen ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia koneelliseen istutukseen.

KIVISYYS

Lähtökohtaisesti kaikki kohteet, jotka voidaan mätästä, voidaan myös istuttaa koneellisesti, mutta runsas kivisyys vaikeuttaa ja hidastaa koneellista istutusta huomattavasti. Kohdevalinnassa olisi tärkeää välttää kaikkein kivisimmät uudistamiskohteet. Ongelmallista on, ettei maaperän kivisyydestä useinkaan ole tarkkaa ennakkotietoa, eikä kivisyyden silmämääräinen arviointi anna luotettavaa tulosta. Alueellisesti kivisyys saattaa vaihdella huomattavasti.

Koneellisen istutuksen kannalta merkitsevää on maanperän kivisyys maanmuokkaukseen kohdistuvassa noin 20-30 cm paksussa humus- ja kivennäismaakerroksessa. Maaperän kivisyyden mittaamiseksi voidaan käyttää kuvassa 25 esitettyä mallia.



Kuva 25. Kivisyys mitataan kivirassilla kahdelta kohtisuoraan leikkaavalta linjalta. Punaisella on merkitty rassin painaumakohdat. Kuva: Essi Puranen.

Kivisyys mitataan kahdelta kohtisuoraan toisiaan leikkaavalta linjalta. Mittaaminen suoritetaan 20 cm syvyyteen kivisyyssrassia käyttäen. Uudistettavan kohteen reunasta kävellään 15 metriä, jonka jälkeen rassi painetaan maahan viisi kertaa metrin välein. Viiden painalluksen sarja toistetaan 15 metrin välein (askelmitta). Yksittäisten painallusten väli on yksi metri (askelmitta). Kivisyyssrassi painetaan maahan sattumanvaraiseen kohtaan 20 cm syvyydelle. Mikäli kivisyyssrassi ei humuskerroksen alareunasta mitattuna painu maahan 20 cm syvyyteen, lasketaan painallus kiveen osumiseksi. Myös maanpäälliseen kiveen osuvat painallukset lasketaan.

Kohteen kelpoisuus koneistutukseen on kyseenalainen, jos todettu kivisyys on enemmän kuin 60 %. Kohteen kivisyysprosentti lasketaan seuraavan kaavan mukaisesti.

$$\frac{\text{Kiveen osuneiden painallusten lukumäärä, kpl}}{\text{Kaikkien painallusten lukumäärä, kpl}} \times 100 = \text{Kivisyys \%}$$



Kuva 26. Kohteen kivisyys mitataan kivisyysrassia käyttäen. Kuva: Erkki Oksanen.

HAKKUUTÄHTEET JA KANNOT

Hakkuutähteiden ja kantojen korjuu nopeuttaa koneellista istuttamista ja parantaa työn laatua. Hakkuutähteiden siirtely hidastaa istutustyötä, joten kohteet, joilta hakkuutähteet on korjattu, ovat ensisijaisia. Lisäksi hakkuutähteiden ja kantojen korjuu helpottaa kohteen kivisyyden arviointia.

Kantojen korjuun yhteydessä paljastuva kivennäismaa ei korvaa maanmuokkauksista, vaikka osa kohoumista syntyykin menetelmän sivutuotteena. Riittävä viljelypaikkojen määrä ja laatu on aina varmistettava. Kannonnostoalat soveltuvat hyvin koneistutuskohteiksi.



Kuva 27. Koneellinen istutus sopii hyvin kohteille joilta hakkuutähteet ja kannot on korjattu. Kuva: Mikko Syri.

UUDISTETTAVAN KOHTEEN PINTA-ALA

Koneellisesti uudistettavan kohteen pinta-ala tulee olla riittävän iso, jotta työ on kustannustehokasta, eikä koneen siirtoihin ja valmisteleviin toimenpiteisiin kulu kohtuuttoman suurta osaa työajasta. Mitä suurempi kohde, sitä pienempiin yksikkökustannuksiin päästään. Käytännössä uudistettavan työkohteen tulisi olla vähintään hehtaarin kokoinen. Mikäli yksittäiset kuviot sijaitsevat hyvin lähellä toisiaan, on pinta-alaltaan pienempien kuvioiden istuttaminen mahdollista, koska kone voidaan siirtää kuviolta toiselle ajamalla.

Merkittävä tekijä on työkohteiden ketjutus. Istutuskauden ohjelma ja uudistamiskohteiden suunnittelu tulee tehdä hyvissä ajoin ennen istutuskautta, jolloin vältetään turhilta koneen siirtämisiltä.

KASVUPAIKKA

Koneellisessa istutuksessa maanmuokkaustapa on laikkumätästys ja siksi koneistutuskohteiksi soveltuvat parhaiten tuoreet (MT) kankaat ja sitä viljavammat kasvupaikat. Myös kuivahkot kankaat (VT), jotka uudistetaan mätästäen, voidaan istuttaa koneellisesti.

Koneellinen istutus sopii ensisijaisesti kivennäismaille. Koneellisesta istutuksesta turvemaille on toistaiseksi vähän kokemuksia. Turvemaille ongelmia saattavat aiheuttaa mättäiden heikko tiivistyminen, mättään kuivuminen ja routiminen sekä tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot.

PUULAJI

Koneellinen istutus soveltuu, maanmuokkaustapa ja kasvupaikkavaatimukset huomioiden, parhaiten kuusen istutukseen. Myös männyn ja koivun koneellista istuttamista on kokeiltu onnistuneesti, mutta toistaiseksi ehdottomasti eniten kokemusta on kuusen koneellisesta istuttamisesta.

Menetelmän yleistyessä on oletettavaa, että myös koivun ja männyn koneellinen istuttaminen yleistyy. Männyn istutuksessa on huomioitava kasvupaikan vaatimukset ja kasvussa olevan taimen vaurioitumisherkkyys. Mänty ei sovellu kesäistutukseen.

KOHTEEN VESITALOUS JA KALTEVUUS

Muita huomioitavia asioita koneellisen istutuksen kohdevalinnassa ovat kohteen vesitalous ja maaston kaltevuus. Mikäli kohteella on ojitustarvetta tai muuta vesitalouden järjestelyjä, tulee toimenpiteet tehdä ennen kohteen istuttamista.

Laikkumätäs voidaan kuitenkin tehdä alueelle, missä pohjavesi ei nouse mättään korkeudelle. Laikussa voi olla vettä. Pienialaiset kosteat painanteet voidaan jättää käsittelemättä ja antaa uudistua luontaisesti. Kohteen kaltevuuden osalta tulee huomioida konetyön vaatimukset.

+	Koneistutus- kohteen ominaisuudet	-
Kohteen vesitalous kunnossa	Kivisyys vähäinen tai normaali	Kohde runsaskivinen
Uudistettava puulajikuusi	Kohteen pinta-ala > 1,0 ha	Kohteella runsaasti pintaesteitä, esimerkiksi maapuita
Kannot ja hakkuutahteet korjattu	Kivennäismaa	Turvemaa Maasto jyrkkärinteinen Kohde heinittynt

Kuva 28. Kohteen ominaisuuksien vaikutus kohdevalintaan. Sinisellä taustalla perusvaatimukset koneelliseen istutukseen. Vihreällä taustalla koneellista istutusta tukevat ominaisuudet, ja punaisella koneellista istutusta heikentävät ominaisuudet. Kuva: Mikko Syri.

5. Operatiivinen toiminta

5.1 Koneellisen istutuksen työvaiheet

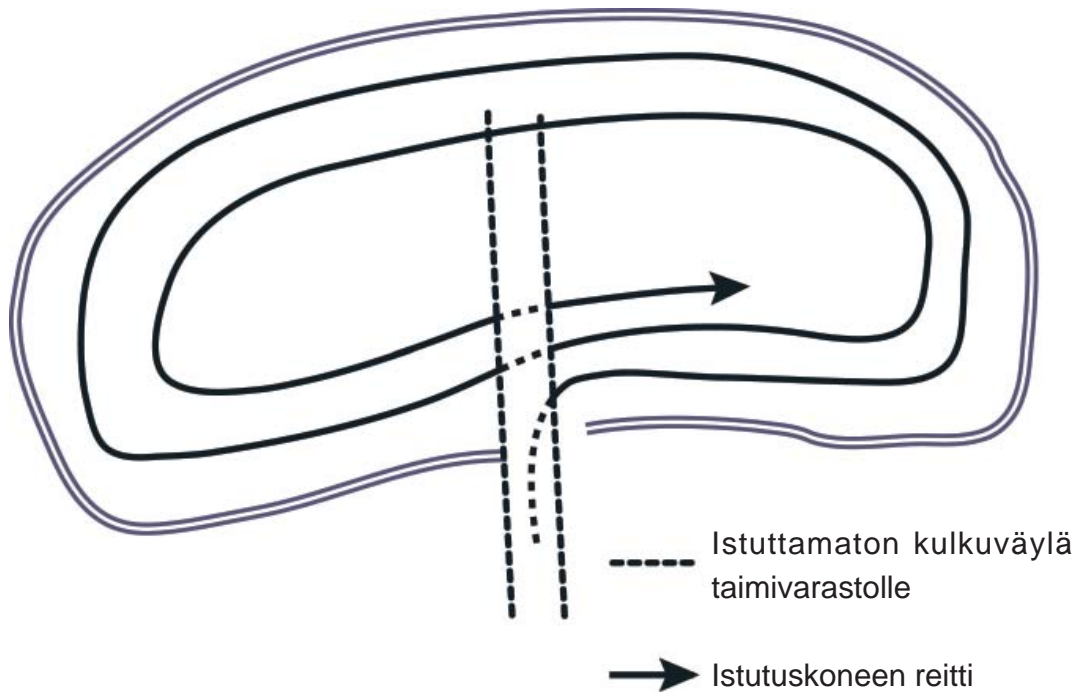
Koneellinen istutus tehostuu kuljettajien oikeilla työtavoilla. Tehokas kuljettaja osaa suunnitella työnsä siten, että hän käyttää eniten aikaa työn kannalta pakollisiin työvaiheisiin ja minimoii turhan työn osuuden. Istutustyö tehostuu, kun työvaiheita limitetään, esimerkiksi istutuspaikan valinta, puomin siirto ja peruskoneen ajaminen seuraavaan työpisteeseen voivat tapahtua samanaikaisesti. Työn tuottavuutta ei kuitenkaan tule nostaa laadun kustannuksella. Oikeiden työtekniikoiden avulla työpölyjen laatu paranee, ja huonosti tai virheellisesti istutettujen taimien määrä pienenee. Kunnollinen koulutus ja perehdyttäminen takaavat, että työ on sekä kustannustehokasta että laadukasta.

ETENEMINEN

Istutustyön eteneminen suunnitellaan etukäteen siten, että koneelle tulee mahdollisimman vähän siirtoajoja istutuskohteella. Mitä vähemmän ajetaan ilman istuttamista, sitä enemmän taimia ehditään istuttamaan.

Ajoreitti valitaan siten, että hakkuutähteiden siirtelyä tulee mahdollisimman vähän. Lisäksi jo istutettuja taimia varotaan, ja niiden päältä ei ajeta. Kaltevilla kohteilla edetään rinteen suuntaisesti. Uudistusosalalla kannattaa edetä työmaan reunoja mukaillen spiraalimaisesti kohti keskustaa (kuva 29). Näin vältetään jyrkkiä käännöksiä, jotka tela-alustaisella koneella vievät aikaa, rikkovat tarpeettomasti maaperää ja aiheuttavat helposti taimien yli ajamista.

Istutuskohteilla, joilla pitää käydä välillä tankkaamassa tai hakemassa lisää taimia kohteen reunasta, kannattaa jättää istuttamaton kulkuväylä huoltopisteelle. Kulkuväylä istutetaan lopuksi, kun ollaan poistumassa kohteelta.

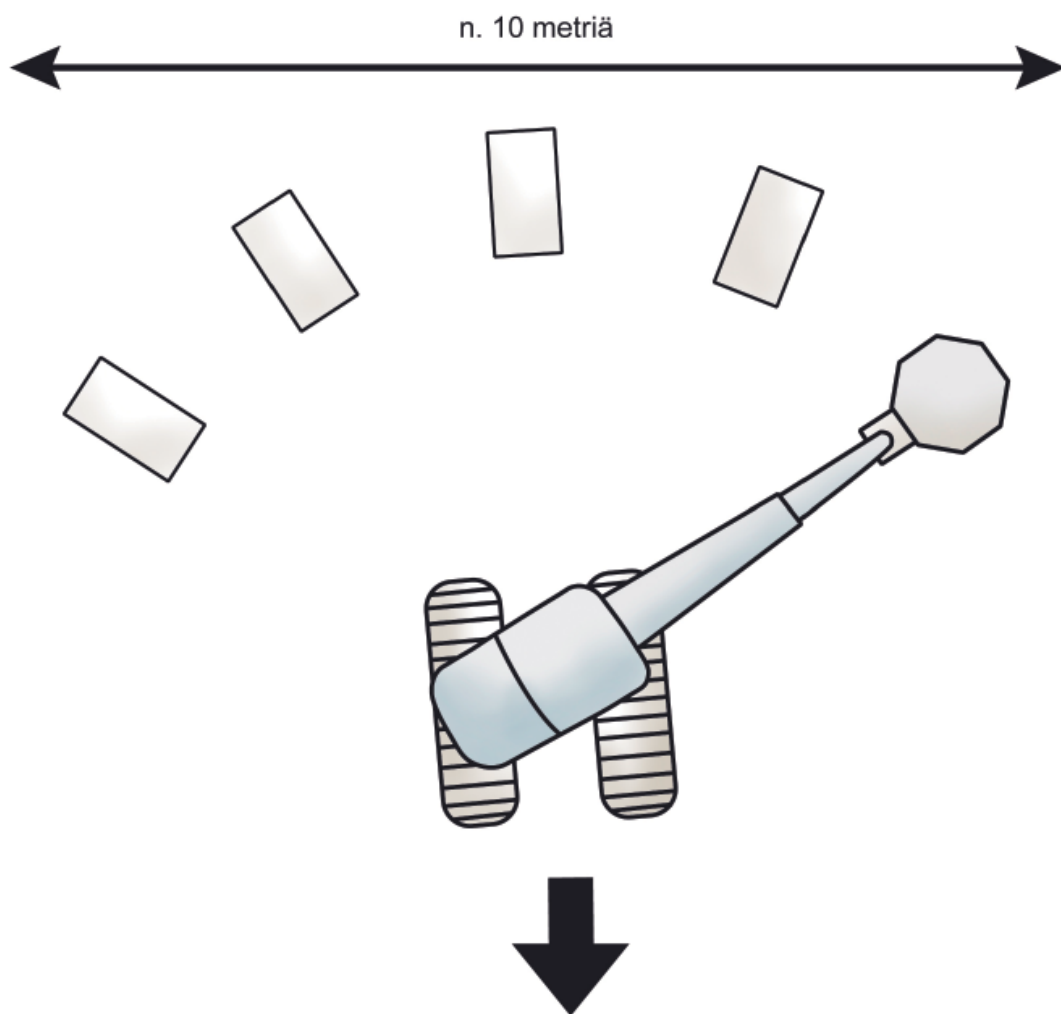


Kuva 29. Periaatekuva istutuskoneella etenemisestä uudistettavalla kohteella.
Kuva: Essi Puranen.

Istutuskoneella edetään peruuttamalla ja samalla istuttaen puoliympyrän muotoista kaarta tulosuunnan puolelle (kuva 30). Sopiva kaaren leveys on puomin ulottuvuudesta riippuen noin 10 metriä. Jokaiselle kaarelle tulee mahdollisuuksien mukaan ja viljelytiheydestä riippuen istuttaa noin 8 tainta. Tämän jälkeen peruutetaan 2-3 metriä seuraavaan työpisteeseen ja istutetaan uusi puoliympyrän muotoinen kaari.

Koneen hyttiä ei yleensä tarvitse kääntää menosuuntaan siirryttäessä seuraavaan työpisteeseen, vaan siirtymä onnistuu peilien avulla. Koneen siirtämistä seuraavaan työpisteeseen kannattaa suunnitella jo istutettaessa edellisen työpisteen viimeisiä taimia, jolloin on jo mahdollisesti näköyhteys etenemissuuntaan.

Työtä voidaan tehostaa istuttamalla mahdollisimman monta tainta yhdestä työpisteestä, koska se vähentää peruskoneen siirtoon kuluva-aikaa. Taimet istutetaan hyvään istutuspaikkaan siten, että asetettu taimitiheys täyttyy. Tavoitteena on saada aikaan tasainen taimikko. Mikäli johonkin kohtaan istuttaminen ei onnistu, esimerkiksi kivisyyden takia, istutetaan tällaisen alueen ympärille taimia normaalia tiheämpään, jolloin uudistualan hehtaarikohtainen tiheystavoite täyttyy.



Kuva 30. Istutuskoneella istutetaan puoliympyrän muotoista kaarta. 2-3 metrin siirtymä seuraavaan työpisteeseen onnistuu yleensä hyttiä kääntämättä. Kuva: Essi Puranen.

PUOMIN KÄYTTÖ

Työskentelyä peruskoneen puomin ääriasennoissa tulee välttää. Työ on äärialueilla hidasta, koska näkyvyys on huono, istutuskoneen ohjaus epätarkempaa ja peruskoneelta edellytetty voimantarve suuri. Mitä kaltevampi ja vaikeampi maasto, sitä enemmän äärialueita tulee välttää. Sopiva työskentelyetäisyys on noin 3-6 metriä peruskoneesta. Istutuslaitteen taimipöydän osumista maahan, kiviin ja kantoihin tulee varoa ja istuttamista hakkuutähdekasojen yli tulee välttää. Puomia ei tule nostaa tarpeettoman korkealle siirrettäessä sitä mättäiden tiivistämistä tai uusien mättäiden tekemistä varten, sillä se vie aikaa ja hidastaa työtä. Puomin turhia liikkeitä tulee välttää suunnittelemalla istutustyötä eteenpäin, esimerkiksi miettimällä jo seuraava istutuspaikka edellistä taimia istutettaessa.

MÄTTÄÄN TEKÖ

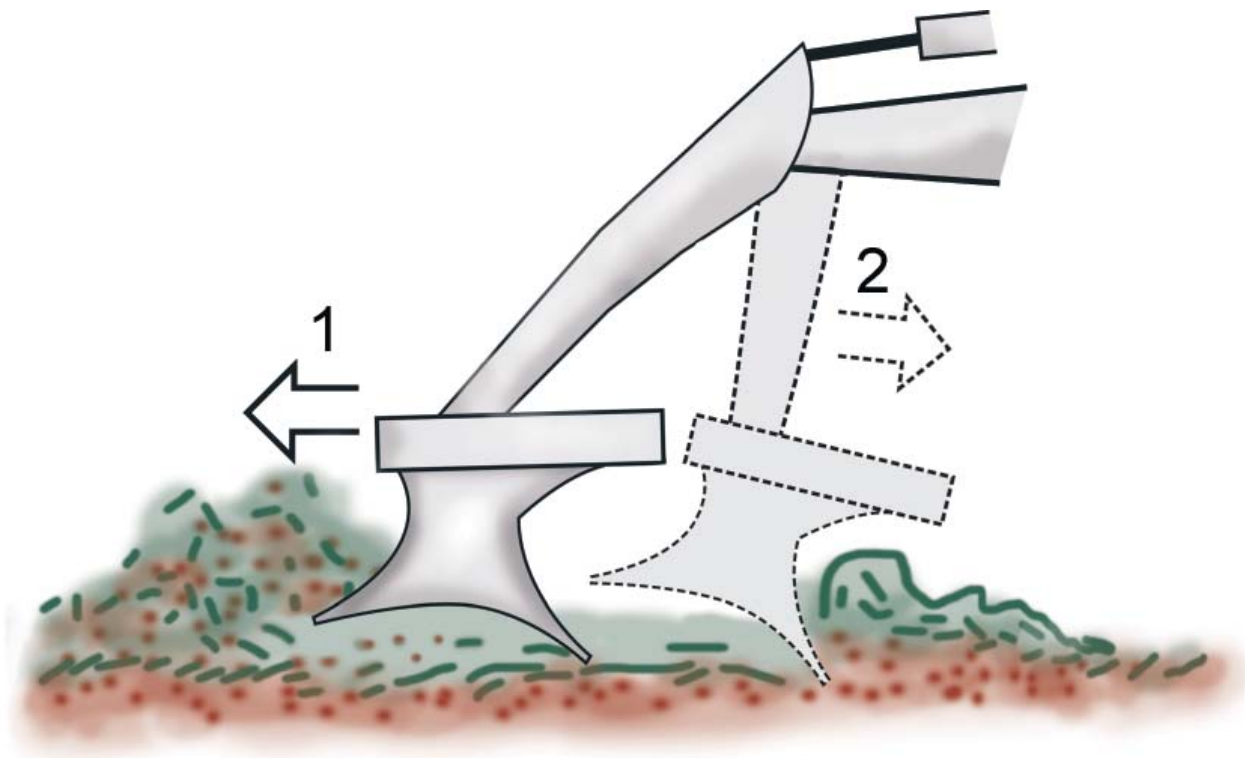
Mättäät tulee tehdä kohtiin, joissa ei ole häiritseviä kiviä, kantoja, hakkuutähteitä tai muita pintaesteitä. Mättäitä ei tule tehdä kuopan tai painanteen pohjalle. Mättäät pyritään tekemään yhdellä vedolla, mutta vetoa voidaan toistaa tarvittaessa 1-2 kertaa. Kaksipäisellä istutuskoneella pyritään tekemään istutusmättäät samanaikaisesti molemmilla muokkauslevyillä. Jos kunnollista mätästä ei synny 2–3 vedolla, paikka hylätään ja etsitään uusi mahdollisimman läheltä. Kaksipäisen istutuskoneen tapauksessa, edes toisen mättään ollessa kelvoinen, istutetaan siihen taimi ja jätetään toinen taimi istuttamatta.

Mättäät tulee tiivistää ja yleensä siihen riittää istutuslaitteen oma paino. Jos kuitenkin esimerkiksi paksun humuskerroksen tai risujen takia mätäs jää liian korkeaksi, tiivistetään mätäs painamalla sitä kevyesti istutuslaitteella ennen taimen istutusta. Muokkausjälkien välisen etäisyyden tulisi olla vähintään yksi metri.

Mäntyä istutettaessa tavoitettiin Etelä-Suomessa voidaan pitää 2000-2500 tainta hehtaarille ja kuuselle 1800-2200 tainta hehtaarille kasvupaikkatyypistä riippuen.

Muokkausvaiheen alussa työnnetään mahdolliset hakkuutähteet pois sopivalta istutuskohdalta ja sen jälkeen tehdään mätäs vetämällä istutuslaitetta takaisin peruskonetta kohti (kuva 31). Hakkuutähteitä voidaan siirtää myös sivuttaisuunnassa. Hakkuutähteiden alla olevia mahdollisia esteitä tulee varoa. Näin toimittaessa istutusmättäät ovat näkyvissä muokkaus- ja istutustyövaiheiden aikana. Hakkuutähteitä ei tule siirtää jo istutettujen taimien päälle.

Mätästykseen tarkoituksena on saada mättään sisään kaksinkertainen humuskerros ja päällimmäiseksi kivennäismaakerros. Mättäiden edellyttämä määrä maata löytyy noin metrin matkalta. Yleensä mättään peittävän kivennäismaamäärän saamiseksi laikun pituutta lisätään, mutta kivisillä kohteilla ja kohteilla, joilla on paksu humuskerros, joudutaan myös lisäämään laikun syvyyttä riittävän kivennäismaamäärän saamiseksi mättään pintaan.

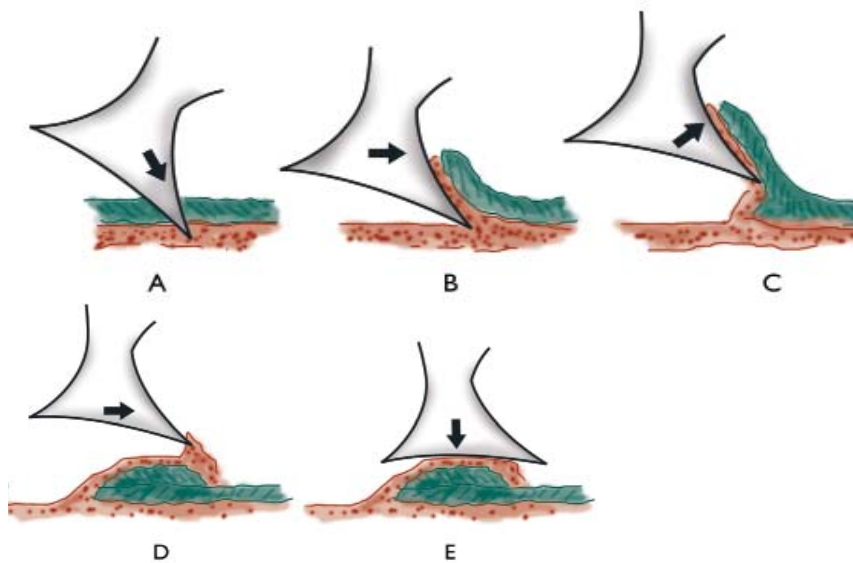


Kuva 31. Periaatekuva hakkuutähteiden siirtämisestä työntämällä (vaihe 1), ja mättään muodostamisesta vetämällä (vaihe 2). Kuva: Essi Puranen.

KIINTEÄ ISTUTUSPÄÄ

Muokausvaiheen alussa istutuslaitteen muokkauslevy työnnetään melko jyrkässä kulmassa maahan. Tavoitteena on, että levy työntyy noin 10 cm syvyydelle humuskerroksen alla olevaan kivennäismaahan (kuva 32 a). Tämän jälkeen levyä vedetään peruskonetta kohti, jolloin levyn ja maanpinnan välinen kulma loivenee ja maa nousee levyn päälle (kuva 32 b).

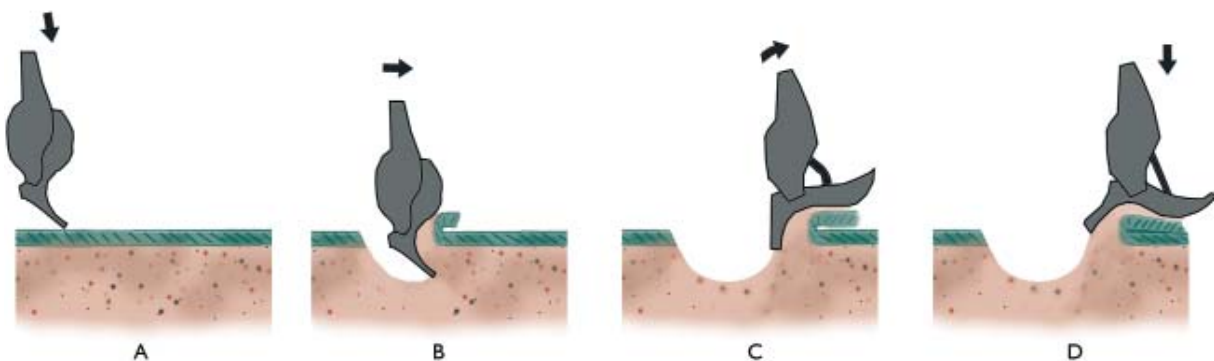
Kun maata on riittävästi kertynyt, istutuslaitetta nostetaan loivassa kulmassa ylöspäin (kuva 32 c). Istutusmätäs muodostuu maa-aineksen kääntyessä ympäri samalla, kun se valuu pois muokkauslevyltä (kuva 32 d). Tehty mätäs tiivistyy istutuslaitteen painon alla ja istutettu taimi tiivistetään (kuva 32 e).



Kuva 32. Periaatekuva mättään tekemisestä kiinteällä istutuspäällä. Kuva: Essi Puranen.

HYDRAULITOIMINEN MÄTÄSTYSLEVY

Muokausvaiheen alussa levy työnnetään maahan siten, että se työntyy noin 10 cm syvyydelle humuskerroksen alla olevaan kivennäismaahan (kuva 33 a). Seuraavaksi levyä vedetään peruskonetta kohti (kuva 33 b). Tämän jälkeen istutuslaitteeseen nivelletyn hydraulitoimisen mätästyslevyn avulla maa-aines käännetään ympäri (kuva 33 c). Lopuksi mätäs tiivistetään painamalla istutuslaitetta kevyesti alaspäin (kuva 33 d). Taimi istutetaan muokkauslevyn keskellä olevan reiän läpi ja tiivistetään.



Kuva 33. Periaatekuva mättään tekemisestä hydraulitoimisella mätäslevyllä. Kuva: Essi Puranen.

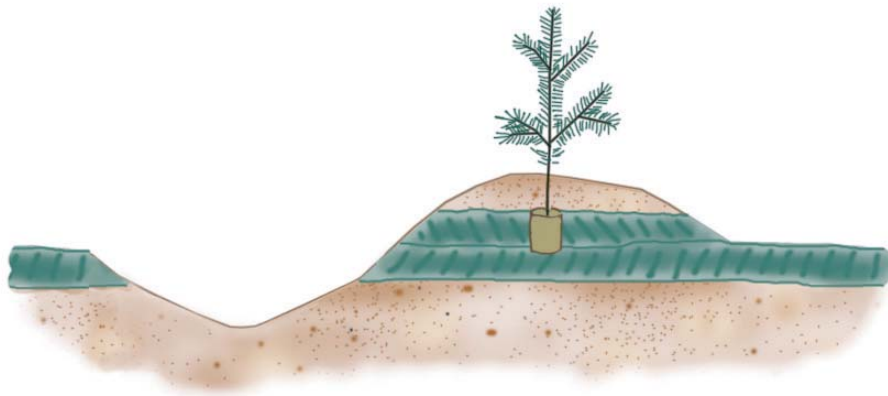
ISTUTUS

Taimi istutetaan suoraan ja keskelle mätästä ns. syväistutuksena, jolloin paakun yläreunan päälle tulee maata vähintään 5 cm ja taimipaakun alapinta ulottuu mättään sisään jääneeseen humuskerrokseen (kuva 34). Taimen elossa säilymisen varmistamiseksi vähintään puolet versosta on oltava maan pinnalla.

Kun istutus on tapahtunut, pidetään laitetta paikoillaan riittävän kauan, jotta maa-aineksen tiivistäminen taimen ympäriltä ehtii tapahtua kunnolla. Tämän jälkeen nostetaan istutuslaite kohtisuoraan ylös, jotta taimi ei vaurioidu tai käänny vinoon.

Muokkaamattomaan maahan tai mättään laikkuun ei tule istuttaa taimia. Istutusputkea ei saa laskea maahan leuat auki. Jos istutusputki tukkeutuu tai istutuslaitteeseen kertyy työtä häiritsevää maata, tulee se heti puhdistaa. Puhdistuksessa voidaan käyttää apuna erillistä työkalua tai maasta löytyvää keppiä.

Jos koneeseen tulee syöttöhäiriö, selvitetään häiriön syy ennen istutuksen jatkamista. Joissakin istutuslaitemalleissa on apuna vesisuihku tukkeutuneen istutusputken puhdistukseen.



Kuva 34. Periaatekuva mättääseen istutetusta kuusen paakutaimesta. Taimen juuripaakun tulee ylettyä kaksinkertaiseen humuskerrokseen. Kuva: Essi Puranen.

TAIMIEN KÄSITTELY

Mukaan uudistusosalalle kannattaa ottaa yhden työvuoron tai korkeintaan yhden päivän istutusta vastaava määrä taimia. Istutuslaitteeseen ladattavien ja väli-varastoon jäävien taimien juuripaakkujen on oltava riittävän märkiä, eivätkä taimet saa kuivua missään vaiheessa. Taimipaakuista tulee valua vettä kevyesti puristettaessa. Istutuslaitteen taimikasetin täyttäminen aloitetaan sieltä missä kuivumisriski on suurin, yleensä taimitelineen ylimmältä hyllyltä. Samalla tarkistetaan, että taimitelineeseen jäävien taimien paakut ovat riittävän märkiä. Kuivuneita taimia ei tule istuttaa.

Yleensä taimikasetti kannattaa täyttää kokonaan, mutta kovalla sateella ja erityisen kivisillä kohteilla vain osaksi. Näin juuripaakut pysyvät ehjinä ja istutustyö onnistuu ongelmitta. Sateella on huomioitava taimipaakkujen vettyminen taimitelineessä ja tarvittaessa suojattava taimet sateelta.

Taimet kannattaa ensin käyttää sieltä, missä vettyminen on suurinta, yleensä taimitelineen ylimmältä hyllyltä. Joissakin istutuskonemalleissa on taimipöydällä ladattavien taimikoteloiden alla liuska, joka estää taimien juuripaakun hankautumisen pöytää vasten. Kuljettajan tulee tarkistaa taimipöytää täytettäessä, että liuska on oikein, jotta taimien juuristot eivät hankaudu taimipöytää vasten ja taimien putoaminen istutusputkeen ei vaikeudu.

ISTUTTAJAN MUISTILISTA

- Tarkista ennen työvuoron alkua, että peruskone ja istutuslaite ovat käyttökunnossa ja tee tarvittavat säädöt
- Varmista, että koneeseen lastattavat taimet ovat riittävän märkiä
- Suunnittele istutustyö etukäteen, jotta kohteella tulee mahdollisimman vähän siirtoajoa
- Etene kaltevilla kohteilla rinteen suuntaisesti
- Etene koneella peruuttamalla ja istuttamalla puoliympyrän muotoista kaarta
- Tehosta työskentelyä limittämällä eri työvaiheita
- Istuta kohtiin, jossa ei ole maanmuokkausta häiritseviä pintaesteitä
- Pyri tekemään mättäät yhdellä vedolla
- Tiivistä mättäät
- Istuta taimi suoraan ja keskelle mätästä
- Istuta taimi riittävän syväälle
- Mittaa istutustyön laatu säännöllisesti

5.2 Laadunhallinta

Laadunhallintaan tehokas ja yksinkertainen keino on omavalvonta. Omavalvonnalla tarkoitetaan sitä, että istutuskoneen kuljettaja itse mittaa systemaattisesti työnsä laadun ja kirjaa tuloksen ylös. Omavalvonnan avulla kuljettaja saa palautetta työnsä laadusta heti, ja mahdolliset korjaavat toimenpiteet voidaan tehdä välittömästi. Omavalvonnan tärkeimpänä tavoitteena koneellisessa istutuksessa on varmistaa tavoitetiheys ja maanmuokkauksen sekä istutustyön laatu.

Koneellisessa istutuksessa omavalvonta toimii siten, että kuljettaja mittaa istutuskohteelta tietyn määrän ympyräkoealoja työn edetessä ja määrittää näiden avulla hehtaarikohtaisen istutustiheyden ja muut työn laatutekijät. Omavalvonnan toteutusta ja työn laatua valvotaan kontrollimittauksin palveluntarjoajan toimesta.



Kuva 35. Omavalvonnalla kuljettaja saa arvokasta tietoa työn laadusta, ja tarvittaessa pystyy korjaamaan toimintaansa. Kuva: Erkki Oksanen.

Seuraavaksi esitetään yksi tapa koneellisen istutuksen omavalvonnan toteuttamiseksi. Omavalvontalomake ja sen täyttöohje ovat tämän oppaan liitteenä. Kuitenkin jokainen toimija mittaa työnsä jälkeä parhaaksi katsomallaan tavalla. Työjäljen laatua kannattaa mitata varsinkin istutustyötä aloitettaessa riittävän usein, mutta harjaantunut kuljettaja pystyy seuraamaan työnsä jälkeä harvemmillä mittauksilla.

Jokaiselta uudistusosalalta täytetään yksi omavalvontalomake, eli useammassa vuorossa työskenneltäessä kuljettajat täyttävät samaa lomaketta. Koealat mitataan tietyn istutetun taimimäärän välein taimikasetin täytön yhteydessä. Koska eri istutuslaitteissa on erisuuruiset taimikasetit, ajoitetaan koealan mittaaminen lähimmäksi sattuvan taimikasetin täytön yhteyteen.

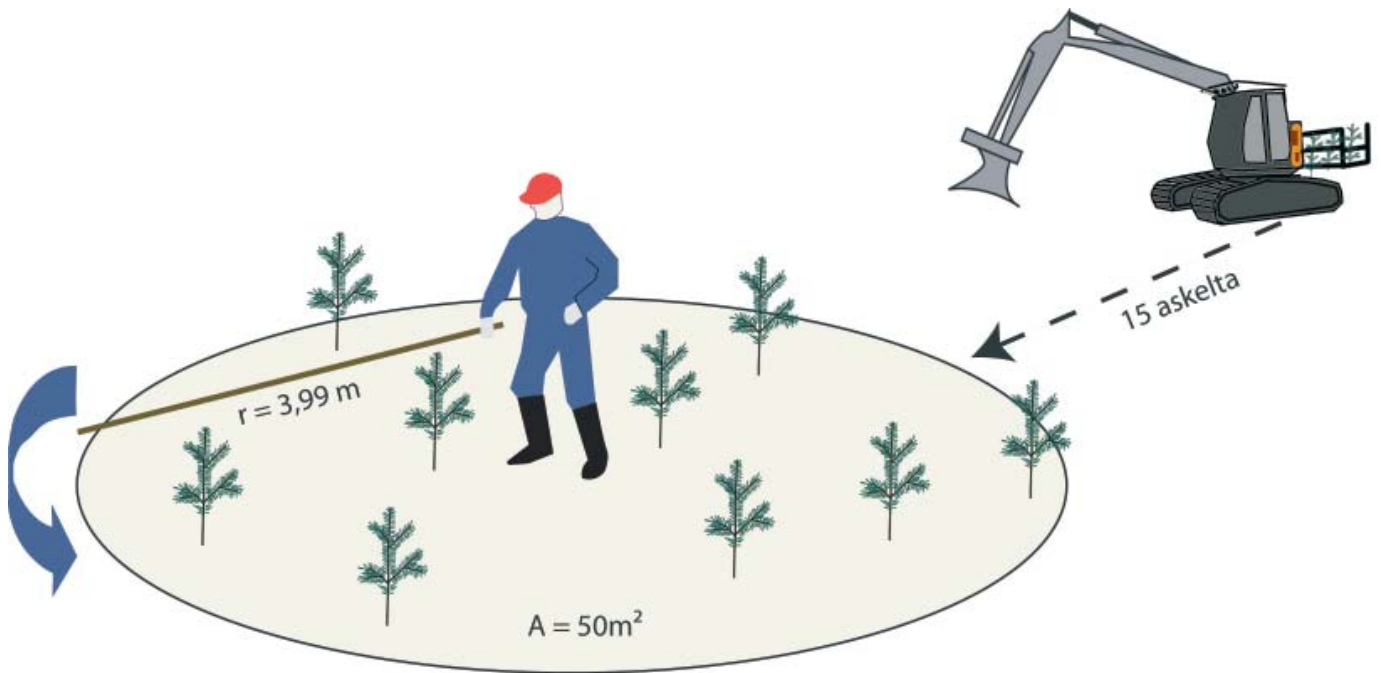
Uudistusalan pinta-alan kasvaessa koealoja otetaan harvemmin. Alle 1,9 hehtaarin uudistusosalalla koeala mitataan jokaisen 500 istutetun taimen välein, taimikasetin täytön yhteydessä. 2,0–4,9 hehtaarin uudistusosalalla koeala mitataan 1000 istutetun taimen, ensimmäinen koeala kuitenkin jo 500 istutetun taimen jälkeen. Yli 5,0 hehtaarin uudistusosalalla koeala mitataan vain kerran työvuorossa, 500 ensimmäisen istutetun taimen jälkeen.

Taulukko 5. *Uudistusalan pinta-alan vaikutus omavalvontakoealojen mittamiseen.*

Uudistusalan koko, ha	Istutettujen taimien lukumäärä (kpl) / työvuoro
< 2	500 istutetun taimen välein
2 – 5	1000 taimen välein (ensimmäinen 500 jälkeen)
> 5	Vain ensimmäisen 500 istutetun taimen jälkeen

Ympyräkoealan säde on 3,99 metriä. Jos mittaamiseen käytetään narua, tarvitaan myös keppi koealan keskipisteeseen, johon naru kiinnitetään. Koealan keskipiste määritetään kävelemällä 15 askelta rintamasuuntana jo istutettu alue. Koealan keskipisteen valinnan tulee olla täysin objektiivinen, eli istutuskoneen kuljettaja ei saa vaikuttaa mitattavan koealan sijaintiin. Kepin tai narun avulla pyöräyttämällä saadaan muodostettua omavalvonnan ympyräkoeala.

Onkivavalla koealaa mitattaessa on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta siihen, että koealan keskipiste pysyy samana. Mikäli koealan pinta-alasta enemmän kuin puolet on pysyvän metsän kasvatuksen esteen, esimerkiksi kiven, kallion tai ojan peitossa, koealaa siirretään 5 askelta eteen- tai taaksepäin siten, että esteestä päästään eroon.



Kuva 36. Omavalvonnan koealamittauksen periaate. Koealan säde on 3.99 m ja koealan sijainti määritetään kävelemällä 15 askelta istutulle alueelle. Koealamittaus suoritetaan taimikasetin täytön yhteydessä. Kuva: Essi Puranen.

Jokaiselta koealalta mitataan istutustiheys ja muut työn laatutekijät. Istutustiheyttä varten lasketaan koealalla olevien taimien lukumäärä. Taulukon 6 avulla voidaan määrittää istutustiheys hehtaarilla eri kepin tai narun pituuksilla.

Istutustiheys on myös mahdollista määrittää laskennallisesti jakamalla istutettu taimimäärä uudistusalan pinta-alalla. Näin ei kuitenkaan aina saada luotettavaa kuvaa istutustiheydestä, sillä pinta-alan määrittämisessä tai istutetuissa taimimäärissä saattaa olla virheitä. Laskennallinen istutustiheys ei myöskään anna kuvaa taimien tilajärjestyksestä, eli siitä miten tasaisesti taimet ovat uudistusosalalla.

Taulukko 6. Istutustiheyden tarkistaminen 3,99 metrin narun tai kepin avulla. Esimerkiksi ympyrän sisään jäädessä 10 tainta, on istutustiheys 2000 tainta/hehtaari.

Ympyrän sisään jääneitä taimia, kpl	Taimia per hehtaari, kun narun tai kepin pituus 3,99 m
3	600
4	800
5	1000
6	1200
7	1400
8	1600
9	1800
10	2000
11	2200
12	2400
13	2600

Yleisimmät istutusvirheet koneellisessa istutuksessa liittyvät liian pinnalliseen istutussyvyyteen ja puutteelliseen tiivistykseen. Nämä eivät yleensä johda taimien menehtymiseen, mutta niitä on hyvä seurata työn edetessä.

Istutustyön laatua varten lasketaan epäonnistuneesti istutettujen taimien lukumäärä. Epäonnistuneeksi istutukseksi katsotaan taimien kuolemaan johtavat syyt, kuten liian pinnallisen istutuksen seurauksena juuripaakun osa jää maan pinnalle kuivumaan tai taimessa on mekaaninen istutusvaurio. Mikäli jotain istutusvirhettä esiintyy huomattavasti, tulee tähän kiinnittää huomiota muuttamalla työtekniikka, säätämällä konetta tai vaihtamalla koneen asetuksia. Lisäksi koealalta lasketaan hukkataimet, eli istutusputkesta tipahtaneet istuttamattomat taimet mättään pinnalla, laikussa tai maassa.

Lisäksi laadunseurantaa varten mitataan jokaiselta koealalta koealan keskipistettä lähimpänä olevan taimen istutussyvyys. Istutussyvyys määritetään mittaamalla paakun yläreunan päällä olevan maakerroksen paksuus senttimetreinä. Yksi tapa istutussyvyyden mittaamiseen on työntää viivoitinta taimen vartta pitkin niin syväälle, kunnes viivaimen pää osuu taimipaakun yläreunaan.

Jokaiselta koealalta mitataan myös koealan keskipistettä lähimpänä olevan muokkausjäljen koko, eli mättään korkeus, leveys ja pituus. Mittaamisen tarkkuusrajana riittää 5cm:n tarkkuus. Samasta mättäystä määritetään myös maalaji luokituksella (keski)karkea – hieno – turve sekä tieto, mikäli kivisyys tai hakkuutähteet ovat heikentäneet työn laatua koealalla.

Omaevalvontalomake ja sen täyttöohje ovat tämän oppaan liitteenä.

5.3 Ympäristönhoito, vesiensuojelu ja työturvallisuus

Metsälaki (1093/1996) määrittää metsänhoidon vähimmäistason ja ohjaa puuntuotantoa velvoittamalla metsänomistajan uudistamaan hakatun metsän ja varmistamaan syntyneen taimikon elinkelpoisuuden. Lain tavoitteena on ”edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää käyttöä siten, että metsät antavat kestävästi hyvän tuoton samalla, kun niiden biologinen monimuotoisuus säilytetään”.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisema *Hyvän metsänhoidon suositukset* (2000) on keskeinen metsänhoitoon liittyvä ohjeisto, jonka tavoitteena on ”neuvoa ja kannustaa metsänomistajia hoitamaan metsiään hyvin, niin puuntuotannollisesti kuin ympäristön- ja luonnonhoidollisestikin”. Hyvän metsänhoidon suositusten lisäksi metsien sertifiointilla tavoitellaan metsälain vähimmäistasoa parempaa metsien hoitoa ja käyttöä.



Kuva 37. Ympäristönhoito kuuluu ammattitaitoisen kuljettajan työnkuvaan.
Kuva: Mikko Syri.

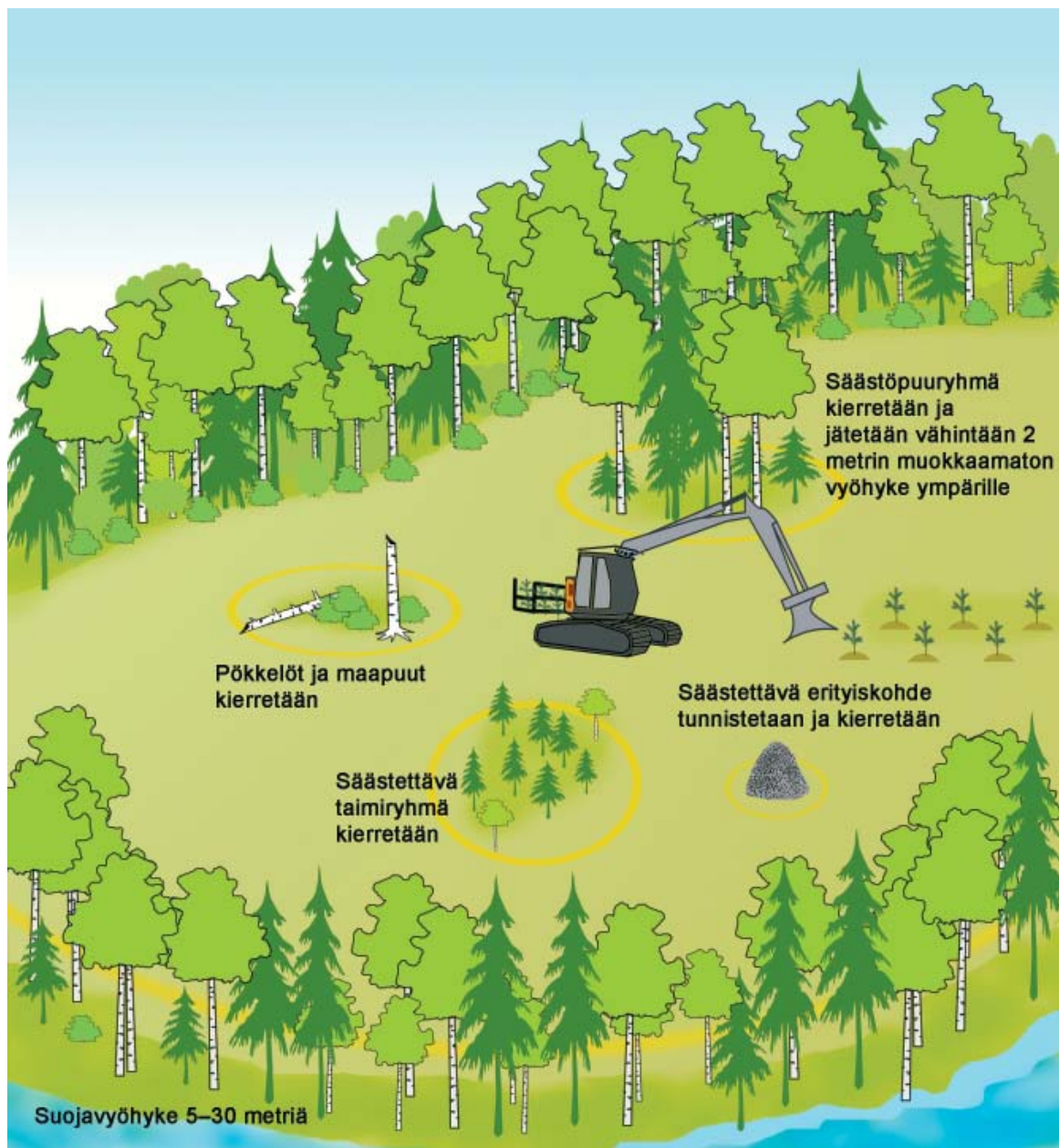
Suomen metsistä 95 % on sertifioitu. Metsien sertifiointi on menetelmä, jolla ”metsänomistajat, metsäteollisuus ja koko puutuotteiden tuotantoketju voivat osoittaa kuluttajalle, että tuotteisiin käytetään hyvin hoidetuista metsistä peräisin olevaa puuraaka-ainetta”. (Metsien sertifiointi - Mitä se on, 2005)

Käytännössä metsäsertifikaatti on kolmannen, riippumattoman osapuolen myöntämä kirjallinen todistus siitä, että metsää hoidetaan ja käytetään sertifikaatissa määriteltyjen kriteereiden mukaisesti. Suomessa on valittavana kaksi sertifiointi-järjestelmää: PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes*) ja FSC (*Forestry Stewardship Council*). Metsäsertifiointi on metsänomistajakohtaista tai ryhmäsertifiointia ja sertifikaatin hakeminen ja ryhmäsertifiointiin osallistuminen on metsänomistajalle vapaaehtoista.

YMPÄRISTÖNHOITO JA VESIENSUOJELU

Järven, joen, puron ja pienveden ympärille jätetään 5–30 metrin muokkaamaton suojavyyhyke maanpinnan kaltevuudesta ja maalajista riippuen siten, että mitä suurempi kaltevuus tai mitä hienompi maalaji, sitä leveämpi suojavyyhyke jätetään. Ennakoivilla vesiensuojelutoimilla vähennetään kiintoaineksen ja ravinteiden kulkeutumista vesistöihin. Toimivan ojan reunaan jätetään noin yhden metrin vyyhyke, jota ei rikota istutuksessa.

Taimien varastopaikka sijoitetaan vähintään 25 metrin päähän vesistöstä. Tyhjät taimilaatikot niputetaan ja palautetaan taimitarhalle. Kertakäyttöiset taimisäkit ja -laatikot sekä muut luontoon kuulumattomat maatumattomat materiaalit kuljetetaan pois uudistusalalta ja hävitetään asianmukaisesti.



Kuva 38. Ympäristönäkökohdat on huomioitava säästämällä erityiskohteet ja huolehtimalla riittävästä suojavyöhykkeistä vesistöjen ympärillä. Kuva: Essi Puranen.

Istutuskoneessa tulee olla öljyntorjuntamatto öljyvahingon ensitorjuntaa varten. Vahingon sattuessa työ keskeytetään välittömästi ja varmistetaan, ettei öljyä pääse maaperään eikä vesistöön. Öljyvahingosta ilmoitetaan työmaasta vastaavalle esimiehelle ja tarvittaessa soitetään hätänumeroon 112. Vältä koneiden huoltotöitä ja muita nestevuotoriskin aiheuttavia toimenpiteitä sekä poltto- ja voiteluaineiden säilyttämistä pohjavesialueilla.

Älä pese työvälineitä luonnonvesissä, vaan tarvittaessa vesi otetaan puhtaalla erillisellä astialla tai tuodaan muualta mukana.

Kasvupaikalle sopiva kasvatuskelpoinen taimiryhmä kierretään. Säästöpuita ja säästöpuuryhmiä ei vahingoiteta ja niiden ympärille jätetään vähintään 2 metrin muokkaamaton suojavyöhyke. Näin estetään juurten katkeaminen ja vahingoittuminen, joka altistaa säästöpuut kaatumiselle. Kuolleita tai lahoja pystypuita ja pötkelöitä ei kaadeta ja hakkuussa säästyneet maapuut pyritään kiertämään. Puuaineksen rikkoutuminen ja kuivuminen aiheuttaa häiriöitä maapuussa eläville lajeille.

Metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamisen kannalta erityisen tärkeät elinympäristöt tulee käsitellä metsälain tai metsäsertifikaatin vaatimalla tavalla. Lisäksi erilaiset säästettävät erityiskohteet tulee tunnistaa ja kiertää. Säästettävä erityiskohde käsittää ne elinympäristöt, jotka ovat metsälain tai metsäsertifioinnin nimikkeistön mukaisia, mutta eivät täytä niiden vaatimuksia. On suositeltavaa, että nämä kohteet turvataan kuten metsälain tai metsäsertifioinnin mukaiset vastaavat kohteet. Tällaisia säästettäviä erityiskohteita ovat mm. pesäluolastot, muurahais- tai metsäkanalintujen pesät, muinaisjäännökset ja polut. Myös puuntuotannon kannalta vähäarvoiset kohteet, kuten kalliokot ja kosteat painanteet, tulee kiertää. Nämä kohteet ovat riistalle ja linnuille tärkeitä ravinto- ja suojapaikkoja sekä useiden harvinaisten lajien elinympäristöjä.

TYÖTURVALLISUUS

Työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijän turvallisuudesta ja työssä-jaksamisesta. Palveluntarjoaja on työnantajana vastuussa siitä, että työn toteuttajana toimivassa koneyrityksessä noudatetaan työ- ja sosiaalilainsäädäntöä sekä työehtosopimuksia. Koneyrityksen velvollisuus on perehdyttää työntekijä työtehtäviinsä henkilökohtaisella opastuksella ja ohjauksella. Tähän kuuluu esimerkiksi perehdyttäminen työpaikan olosuhteisiin, työn oikeaan suorittamiseen, uusien koneiden ja laitteiden käyttöön, huollon ja korjauksen oikeisiin menettelytapoihin sekä koneiden ja laitteiden työturvallisuusmääräyksiin.

Työntekijällä tulee olla saatavilla koneiden käyttö-, huolto- ja hoito-ohjeet, ja hän on velvollinen käyttämään työnsuojeluvälineitä ja noudattamaan riittävää varovaisuutta ja huolellisuutta työssään. Selkeiden terveystarpeiden torjunnan ohella työhyvinvointi ja työssä viihtyminen ovat keskeisiä tekijöitä työoloja kehitettäessä. Työhyvinvoinnilla tarkoitetaan, että työ on mielekästä ja työympäristö turvallinen.

Istutuskoneella työskentelyyn ja työympäristöön vaikuttavat monet tekijät, ja työ on luonteeltaan yksinäistä ja itsenäistä. Konetyöstä voi aiheutua sekä fyysisiä että henkisiä terveyshaittoja kuljettajalle. Fyysistä haittaa aiheuttavat esimerkiksi koneen melu, värinä ja heilunta sekä huono työasento. Henkistä haittaa aiheuttaa puolestaan esimerkiksi kireä työtahti. Konetyön työympäristöön voidaan vaikuttaa muun muassa tutustumalla työkohteeseen ja maastoon työn aloituksen yhteydessä.

Istutuskoneen kuljettaja voi vaikuttaa työympäristöönsä huolehtimalla koneen kunnosta, pitämällä työkalut, varaosat ja muut tarvikkeet järjestyksessä niille varatussa paikassa, valitsemalla ergonomisesti oikean työasennon sekä huolehtimalla tauoista, ruokailusta ja riittävästä liikunnasta.

Koneyrityksen vastuulla on huolehtia, että työntekijät ovat ammattitaitoisia työtehtäviinsä, heillä on asianmukaiset työvälineet, työvuorot on mitoitettu jaksamisen mukaan ja peruskone sekä istutuslaite ovat tarkoituksenmukaisia ja hyvässä kunnossa.

Tapaturma-alttiimpia työtehtäviä ovat useimmiten huoltotyöt sekä koneen ohjaamoon nouseminen ja sieltä poistuminen. Nämä tapaturmat voidaan välttää asianmukaisilla työvarusteilla sekä sammuttamalla moottori ja laskemalla istutuslaite maahan huollon ja korjauksen ajaksi. Vaarallista ja vaativaa huolto- ja korjaustyötä ei tule tehdä yksin tai sen tekemisestä on ilmoitettava työnantajalle.

Työntekijällä on oltava maastossa mukana matkapuhelin sairauskohtauksen tai tapaturman varalta. Puhelin tulee pitää taskussa aina poistuttaessa koneen ohjaamosta. Työmaalla on oltava riittävä ensiapuvälineet mukaan lukien ajan- tasainen kyypakkaus.

Taimia käsiteltäessä on aina käytettävä nitrilikumikäsineitä, koska taimet on käsitelty terveydelle vaarallisella tukkimiehentäitorjunta-aineella. Mikäli torjunta-ainekäsittely tehdään maastossa, on noudatettava torjunta-ainepakkauksen ohjeita ja torjunta-ainekäsittelystä erikseen annettuja ohjeita.

Huolellisella työn suunnittelulla ja toteutuksella voidaan parantaa työturvallisuutta. Ennen työn aloittamista on hyvä suunnitella istutuskoneen eteneminen kohteella sekä huoltopisteen paikka. Työmaasuunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota uudistusalan työturvallisuudeltaan vaikeisiin osiin, kuten



***Kuva 39.** Ensiapupakkaus on perusvarustus, joka tulee olla jokaisessa koneessa. Kuva: Erkki Oksanen.*

sähkölinjoihin, pehmeikköihin sekä suuriin kaltevuuksiin. Sähkölinjojen läheisyydessä on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta, ettei istutuskoneen puomi osu sähkölinjoihin, ja että määritettyjä turvaetäisyyksiä noudatetaan.

Kun liikutaan koneellisella istutusalalla, on turvaetäisyyksiä noudatettava ja työ on keskeytettävä, jos koneen vaara-alueella havaitaan ihmisiä. Näkyvyyden koneen ohjaamosta maastoon on oltava hyvä, ikkunalasi on oltava puhtaat ja valojen toimittava kunnolla.

LÄHTEET

Back, T. 2010. Possible concepts for mechanized tree planting in southern Sweden. Arbetsrapport 269. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning. ISSN 1401-1204, ISRN SLU-SRG-AR-269-SE. 51 s.

Harstela, P., Helenius, P., Rantala, J., Kanninen, K. & Kiljunen, N. 2006. Tehokkaan toimintakonseptin kehittäminen metsänhoitopalveluun. Metlan työraportteja 23. 67 s.

Hyvän metsänhoidon suositukset [verkkojulkaisu]. 2006. Metsätaulouden kehittämiskeskus Tapio, julkaisusarja 22/2006. 100 s., tekstiosa 59 s. Saatavissa: www.metsavastaa.net/metsanhoito

Kankaanhuhta, V., Saksa, T. & Smolander, H. 2009. Variation in the results of Norway spruce planting and Scots pine direct seeding in privately-owned forests in southern Finland. *Silva Fennica* 43(1): 51–70.

Kokkarinen, J. (toim.). 2012. Koneellinen puunkorjuu – hallitusti hyvään tulokseen. Painokanava Oy. 108 s.

Koneellisen puunkorjuun vastuut ja työturvallisuus. 2002. Metsäteho Oy. Helsinki. ISBN 951-673-181-3.

Korjuun suunnittelu ja toteutus –opas. 2005. Metsäteho Oy. Helsinki. ISBN 951-673-190-2 (PDF).

Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsä uudistaminen. Metsäkustannus. 150 s.

Luoranen, J. 2011. Taimimateriaalin kasvatus koneistutukseen. Taimitietopalvelu – Ohjeita. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/taimi-ohjeet-koneellinen-istutus.htm>.

Luoranen, J. & Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 108 s.

Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkaus-
opas. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 75 s.

Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2011. Machine planting of Norway
spruce by Bracke and Ecoplanter: an evaluation of soil preparation, planting
method and seedling performance. *Silva Fennica* 45(3): 341–357.

Metsien sertifiointi - Mitä se on? [verkkajulkaisu]. 2005. PEFC Suomi. Saata-
vissa: <http://www.pefc.fi/media/Asiakirjat/Esitteet/KT-Suomi.pdf>.

Metsälaki 12.12.1996/1093 [verkkajulkaisu]. Saatavissa: www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093

Metsätalouden vesiensuojelu – Metsätalouden vesiensuojelu –kouluttajan
aineisto. 2012. TASO-hanke. [Verkkajulkaisu ISBN 978-952-257-515-9]. Saa-
tavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136253&lan=fi>

Maanmuokkauksen koulutusaineisto -vihko. 2000. Metsäteho Oy. Tummavuor-
en Kirjapaino Oy, Helsinki.

Metsänviljelyopas. 2001. Metsätehon opas. Helsinki ISBN 951-673-173-2.

Rantala, J., Harstela, P., Saarinen, V-M. & Tervo, L. 2009. A techno-economic
evaluation of Bracke and M-Planter tree planting devices. *Silva Fennica* 43(4):
659–667.

Rantala, J. & Saarinen, V-M. 2006. Istutuskoneinvestointi alueyrittäjän näkö-
kulmasta *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2006: 343–352.

Rikala, R. 2006. Metsätaimiopas – taimien valinta ja käsittely tarhalta uudis-
tusalalle. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 881. 106 s.

Rummukainen, A., Tervo, L. & Kautto, K. 2002. Ilves- ja Bräcke-istutuskoneet
– tuottavuus, työnjälki ja kustannukset. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja*
857. 75 p.

Ryhmäsertifiointin kriteerit metsäkeskuksen tai metsänhoitoyhdistyksen toimialueen tasolla [verkkajulkaisu]. 2009. PEFC Suomi. 34 s. Saatavissa: http://www.pefc.fi/media/Standardit%202008_09/PEFC%20FI%201002_2009%20Ryhmasertifiointin%20kriteerit%2009112009.pdf.

Saarinen, V-M. 2004. Productivity and quality of work with Bräcke and Ecoplanter planting machines. Julkaisussa: Uusitalo, J., Nurminen, T. & Ovaskainen, H. (toim.). NSR Conference on forest operations 2004 – konferenssijulkaisu. *Silva Carelica* 45: 57-63.

Strandström, M., Hämäläinen, J. & Pajuoja, H. 2009. Metsänhoidon koneellistaminen – Visio ja T&K-ohjelma. *Metsätehon raportti* 206.

Strandström, M., Saarinen, V-M., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J. 2011. Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. *Metsätehon raportti* 218.

Suomen FSC-standardi [verkkajulkaisu]. 2011. Suomen FCS-yhdistys. 67 s. Saatavissa: <http://www.finland.fsc.org/Dokumentit/Suomen%20FSC%20standardi%2012%2005%202011.pdf>.

Toivanen, T. 2012. Koneistutuksen onnistuminen turvemailla. Opinnäytetyö, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Metsätalouden koulutusohjelma. 35 s.

Työmaan ympäristönhoidon ohjeita – Metsätalouden ympäristönhoito-opas. 2003. Metsäteho Oy & Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. ISBN 951-673-179-1.

Liite.

Koneellisen istutuksen omavalvontamittaus

Koneellisen istutuksen omavalvontamittaukset perustuvat säännöllisiin mittauksiin työn edetessä. Omavalvonnan avulla kuljettaja saa palautetta työnsä laadusta heti ja mahdolliset korjaavat toimenpiteet voidaan tehdä välittömästi.

Koealat mitataan tietyn istutetun taimimäärän välein, taimikasetin täytön yhteydessä. Koska eri istutuslaitteissa on erisuuruiset taimikasetit, ajoitetaan koealan mittaaminen lähimmäksi sattuvan taimikasetin täytön yhteyteen. Alle 1,9 hehtaarin uudistusosalalla koeala mitataan jokaisen 500 istutetun taimen välein. 2,0–4,9 hehtaarin uudistusosalalla koeala mitataan 1000 istutetun taimen, ensimmäinen koeala kuitenkin jo 500 istutetun taimen jälkeen. Yli 5,0 hehtaarin uudistusosalalla koeala mitataan vain kerran työvuorossa, 500 ensimmäisen istutetun taimen jälkeen. Taulukko 1 kuvaa välin koealojen mittaamiseen pinta-alan mukaan.

Taulukko 1. Uudistusalan pinta-alan vaikutus omavalvontakoealojen mittamiseen.

Uudistusalan koko, ha	Istutettujen taimien lukumäärä (kpl) / työvuoro
< 1,9	500 istutetun taimen välein
2,0 – 4,9	1000 taimen välein (ensimmäinen 500 jälkeen)
> 5,0	Vain ensimmäisen 500 istutetun taimen jälkeen

Koealan keskipiste määritetään kävelemällä 15 askelta rintamasuuntana juuri istutettu alue. Ympyräkoeealan säde on 3,99 metriä ja se määritetään narun tai kepin, kuten onkivavan, avulla. Mikäli koealan pinta-alasta enemmän kuin puolet on pysyvän metsän kasvatuksen esteen, esimerkiksi kiven, kallion tai ojan peitossa, koealaa siirretään 5 askelta eteen- tai taaksepäin siten, että esteestä päästään eroon.

Jokaiselta koealalta mitataan istutustiheys ja maanmuokkauksen sekä istutuksen laatu. Istutustiheyden määrittämistä varten lasketaan koealalla olevien taimien lukumäärä ja kertomalla luku 200:lla, saadaan hehtaarikohtainen tiheys. Istutuksen laatua varten määritetään epäonnistuneesti istutettujen ja hukkataimien lukumäärä koealalla. Lisäksi mitataan istutussyvyys koealan keskipistettä lähimmästä taimesta. Maanmuokkauksen laadun arvioimiseksi mitataan koealan keskipistettä lähimpänä olevat mättään korkeus, pituus ja leveys viiden senttimetrin tarkkuudella. Samasta mättäystä määritetään myös maalaji ja tehdään merkintä kivisyydestä ja/tai hakkuutähteistä mikäli ne ovat oleellisesti vaikuttaneet työjälkeen koealalla.

Koneellisen istutuksen omavalvontalomake ja täyttöohje

UUDISTUSALAN TUNNISTETIEDOT

1. Kunta = Kunnan nimi jonka alueella uudistusala sijaitsee
2. Kylä = Kylän nimi
3. Tilan nimi ja rekisterinumero = Tilan nimi ja kiinteistön rekisterinumero jolla uudistusala sijaitsee
4. Maanomistaja = Maanomistajan nimi
5. Hankenumero = Metsänhoitoyhdistysten rekisterissä käytetty hankenumero
6. Kuvio(t) = Metsäsuunnitelman mukainen kuvio(ide)n numero(t)
7. Pinta-ala = Uudistusalan pinta-ala 0,1 hehtaarin tarkkuudella

TYÖN SUORITETIEDOT

8. Koneyritys = Koneyrityksen nimi
9. Työntekijä(t) = Uudistusosalalla työskentelevän työntekijän nimi tai työntekijöiden nimet
10. Tiheystavoite = Tavoiteltava taimitiheys (tainta/ha)
11. Koealan säde = Omavalvonnassa käytettävän koealan säde, metriä
12. Käytetty taimimateriaali (puulaji) = Tiedot käytetystä taimimateriaalista, uudistettava puulaji

OMAVALVONTAMITTAUS

Nimikirjaimet = Koealan mittaajan nimikirjaimet

Taimia muokkausjäljessä = Lasketaan koealalla muokkausjäljessä olevien taimien lukumäärä. Kohteen valmistuttua lasketaan yhteen koealoilta mitattujen taimien lukumäärä ja jakamalla taimien summa koealojen lukumäärällä saadaan keskimääräinen taimitiheys. Kun keskiarvo kerrotaan koealan säteestä riippuvalla kertoimella (kts. kerroin istutustiheyden tarkistamiseen lomakkeen alareunan taulukosta), saadaan hehtaari-kohtainen tiheys. Vertaa tätä asetettuun tavoitetiheyteen (lomake, kohta 10.). Lisäksi täytetään, kuinka paljon taimia yhteensä istutettiin uudistusosalalle.

Epäonnistuneesti istutetut = Epäonnistuneesti istutettujen taimien lukumäärä koealalla. Epäonnistuneesti istutetuksi lasketaan taimet, jotka väistämättä kuolevat. Esimerkiksi juuripaakun kuivuminen pinnallisen istutuksen seurauksena tai taimessa olevan mekaanisen istutusvaurion vuoksi.

Hukkataimet = Hukkataimien lukumäärä koealalla. Hukkataimeksi lasketaan maassa makaavat istuttamattomat taimet.

Keskipistettä lähin muokkausjälki = Keskipistettä lähimmästä muokkausjäljestä mitataan mättään korkeus, pituus ja leveys 5 cm tarkkuudella. (Huom! Vertaa muokkausjäljen kokoa lomakkeen alaosassa olevaan ohjeartavotaulukkoon). Mättääseen istutetusta taimesta mitataan istutussyvyys 1 cm tarkkuudella eli kuinka paljon maata jää taimen juuripaakun yläosan ja maanpinnan väliin.

Muut huomiot = Muut huomiot kohtaan rastitetaan maalajitiedot kultakin koealalta käyttäen luokitusta (keski)karkea – hieno – turve. Lisäksi rastitetaan ”Kivisyys” tai ”Hakkuutähde”, jos ne ovat oleellisesti vaikuttaneet työjälkeen kyseisellä koealalla.

HUOMIOITA

Tyhjään kenttään voi omin sanoin kirjoittaa työn laatuun tai omavalvontaan liittyviä huomioita, havaintoja, korjausehdotuksia yms.

Koneellisen istutuksen omavalvontamittaus

Uudistusalan tunnustiedot

1. Kunta	2. Kylä	3. Tilan nimi ja rekisterinumero	
4. Maanomistaja	5. Hankenumero	6. Kuvio(t)	7. Pinta-ala

Työn suoritustiedot

8. Koneyritys	9. Työntekijä(t)		
10. Tiheystavoite, kpl/ha	11. Koealan säde	3,99 m	12. Käytetty taimimateriaali (puulaji)

Omavalvontamittaus

Koe- ala n:o	Työnteki- jän nimi- kirjaimet	Taimia muokkausjäljessä	Epäonnistu- neesti istutetut	Hukkataimet	Keskipistettä lähin muokkausjälki				Muut huomiot (rastita)					
					Mättään korkeus	Mättään pituus	Mättään leveys	Istutus- syvyys	Maalaji			Kivisyys	Hakkuu- tähde	
					Karkea	Hieno	Turve							
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
Yhteensä			Yhteensä / Koealojen lukumäärä = Keskiarvo		Korkeus, pituus ja leveys mitataan koealan keskipistettä lähimmästä mättästä 5 cm:n tarkkuudella.				Maalaji rastitetaan jokaiselta koealalta käytetään luokitusta (keski)karkea - hieno - turve					
Keskiarvo														
Taimia hehtaarilla (vertaa kohtaan 10.)			Keskiarvo x Koealan säteestä riippuva kerroin = Taimia hehtaarilla		Istutussyvyys mitataan määrittämällä kuinka paljon maata jää taimen juuripaakun yläosan ja maanpinnan väliin yhden senttimetrin tarkkuudella. Mättäaseen istutettaessa maainesta tulisi olla paakun päällä 5-10 cm.				Kivisyys ja hakkuutähde rastitetaan, jos ne koealalla ovat oleellisesti rajoittaneet muokkausedellytyksiä.					
Taimia istutettu kohteelle yhteensä, kpl			Uudistuslalle istutettujen taimien lukumäärä											

Ohjeita

Kuvion pinta-alan vaikutus omavalvontakoealojen mittaamiseen		Hyvän muokkausjäljen ohjearvot		
Kuvion pinta-ala, ha	Koealan mittausväli	Laikkumätäs	Karkea	Hieno
< 1,9	500 istutetun taimen välein	Korkeus (cm)	15 - 30	5 - 20
2,0 – 4,9	1000 taimen välein (ensimmäinen 500 jälkeen)	Pituus (cm)	60 - 90	60 - 90
> 5,0	Vain ensimmäinen 500 istutetun taimen jälkeen	Leveys (cm)	50 - 70	50 - 70

Huomioita:

Päiväys (työn valmistuspäivämäärä)

Allekirjoitus

Koneellisen metsänistutuksen opas on tarkoitettu kaikille metsäalan toimijoille, jotka työskentelevät koneellisen istutuksen parissa tai ovat siitä kiinnostuneita. Oppaaseen on koottu olemassa olevaa tietoa ja uutta materiaalia koneellisesta istutuksesta yhdeksi kokonaisuudeksi.

Kirja on jaettu koneellisen istutuksen prosessien mukaisesti kolmeen osaan: taimihuoltoon, toiminnan suunnitteluun ja operatiiviseen toimintaan. Lisäksi oppaan alussa käydään läpi koneellisen istutuksen toimintamallit ja perusteet.

Opas on tuotettu osana Suomen metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä toteuttamassa Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahoituksen rahoittamassa kehityshankkeessa: ”Teknologialla tehokkuutta metsänhoitoon – koneellisen istutuksen laaja käyttöönotto”.



metsäkeskus

METLA
METSÄNTUTKIMUSLAITOS



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus