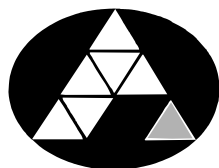


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Tero Toivanen

KONEISTUTUKSEN ONNISTUMINEN TURVEMAILLA

Opinnäytetyö
Tammikuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2012
Metsätalouden koulutusohjelma

Sirkkalantie 12
80100 JOENSUU
p. (013) 260 6900 p. (013) 260 6906

Tekijä(t)

Tero Toivanen

Nimeke

Koneistutuksen onnistuminen turvemaidella

Toimeksiantaja Metsähallitus

Tiivistelmä

Koneellisen istutuksen onnistumisesta on vähän käytännön kokemusta ja se on suhteellisen uusi menetelmä. Erityisesti turvemaiden koneellisesta istuttamisesta ei ole tarpeeksi kokemusta. Tulevaisuudessa tulee paljon turvemaita uudistamisvaiheeseen ja tämän takia halutaan saada tietoa koneellisen istutuksen sopivuudesta turvemaiden uudistamiseen.

Työn tarkoituksena oli vertailla turvemaiden kone- ja miestyöistutusta. Lisäksi vertailtiin turvemaiden ja kivennäismaiden koneistutusta. Tällöin saatiin tietoa istutusten onnistumisesta. Tulosten perusteella menetelmien välillä ei näyttäisi olevan merkitsevää eroa. Turvemaiden miestyöistutusta ja turvemaiden koneistutusta vertailtaessa ei löytynyt kovin suuria eroja. Suurimmat poikkeamat löytyivät taimen tiivistämisestä ja asennosta.

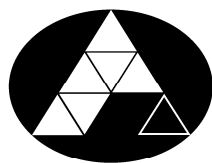
Turvemaiden koneistutuksia ja kivennäismaiden koneistutuksia vertailtaessa merkittävät erot syntyivät vain pensastumisessa ja tiivistämisessä. Turvemaidella koneistutuksen suurin ongelma on taimen tiivistäminen. Turve ei tiivisty tarpeeksi istuttaessa ja paakku voi jäädä paljaaksi.

Kieli
suomi

Sivuja 35 + 3

Asiasanat

Koneistutus, turvemaat, Bracke



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
January 2012
Degree Programme in Forestry
Sirkkalantie 12
FIN 80100 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6900

Author(s)

Tero Toivanen

Title

Successful Machine Planting in Peatlands

Commissioned by
Metsähallitus

Abstract

There is very little firsthand knowledge of the successful machine planting, and it is quite a new method. There is not enough experience of machine planting especially in peatlands. In future, there will be a lot of peatlands, which are approaching the clear cutting stage, and because of that reason, knowledge of regeneration is needed.

The purpose of this work was to compare machine planting in peatlands and manual planting in mineral soils. Also, machine planting in peatlands and mineral soils was compared. In this way, information was gathered concerning the success of planting in different planting sites. The results indicate that there are no big differences between methods. When comparing machine planting and manual planting in peatlands, no major differences could be found. The biggest differences were in soil compaction around the seedling and in the position of the seedling.

When using machine planting in peatlands and mineral soils, major differences were in seedlings becoming shrub-like and soil compaction around the seedling. Soil compaction around the seedling seems to be the biggest problem in peatlands when using machine planting.

Language
Finnish

Pages 35 + 3

Keywords

Machine planting, peatlands, planting machine Bracke

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto..... | 5 |
| 2 | Turvemaat kasvupaikkana..... | 6 |
| 2.1 | Taustaa..... | 6 |
| 2.2 | Metsänkasvatuksen edellytykset turvemaalla..... | 6 |
| 2.3 | Ongelmat turvemailla..... | 7 |
| 2.3.1 | Yleiset ongelmat..... | 7 |
| 2.3.2 | Ravinteet..... | 8 |
| 2.3.3 | Tuhot turvemailla..... | 8 |
| 2.4 | Maanmuokkaus | 10 |
| 2.4.1 | Uudistuminen ilman maanmuokkausta..... | 10 |
| 2.4.2 | Kylvö tai luontainen uudistaminen..... | 11 |
| 3 | Istuttaminen | 12 |
| 3.1 | Maanmuokkaus istutusta käytettäessä | 12 |
| 3.2 | Onnistuneen istuttamisen edellytykset..... | 13 |
| 3.3 | Konetyö vai miestyö?..... | 15 |
| 4 | Istutuskoneet | 16 |

| | | |
|----------------------|---|----|
| 5 | Työn tavoitteet | 17 |
| 6 | Aineistot ja menetelmät | 18 |
| 6.1 | Kohteiden valinta | 18 |
| 6.2 | Koealaverkoston sijoittelu | 19 |
| 6.3 | Koealamittaukset | 19 |
| 6.4 | Istutusajankohdan lämpötilat | 20 |
| 7 | Tulokset | 22 |
| 7.1 | Taimimäärä ja taimien pituus | 22 |
| 7.2 | Taimien kasvu ja pensastuminen | 24 |
| 7.3 | Taimien kunto, asento, istutuskuopan laatu ja tuhot | 26 |
| 8 | Pohdinta | 28 |
| 8.1 | Luotettavuus ja virhelähteet | 28 |
| 8.2 | Istutuskoneiden tulevaisuus | 29 |
| 8.3 | Johtopäätökset | 30 |
| 8.4 | Aikaisemmat tutkimukset | 31 |
| LÄHTEET | | 34 |
| LIITTEET | | 36 |
| Muuttajat 2011. | | 36 |
| Mittauslomake | | 38 |

1 Johdanto

Alkuosan teoriassa käsitellään soita ja turvemaita. Tästä saa jonkinasteisen käsityksen turvemaiden ominaisuuksista, kehityksestä ja soveltuvuudesta metsätalouden toimenpiteisiin. Samalla käsitellään myös turvemaihin liittyviä ongelmia ja tuhoja. Käsittelyssä on myös vesitalouden järjestely, joka tulee joka tapauksessa eteen turvemaiden uudistamista suunnitellessa. Teorian loppuosassa esitellään tässä tutkimuksessa käytössä ollut Bracke- istutuskone.

Ohutturpeiset turvemaat ovat suhteellisen helppoja koneistutuskohteita tasaisuutensa ja vähäkivisyytensä takia. Märkyys voi haitata istutustyötä. Erilaisten turvemaiden uudistamisesta on kuitenkin vähän kokemusta. Tämän takia ei voida olla varmoja istutuksen onnistumisesta. Koneelliseen istutukseen turvemaiilla liittyy vielä paljon selvitettäviä asioita. Toimintatavat ja tekniikat kehittyvät vähitellen ja tehokkuuden lisääntyessä se varmasti kasvattaa osuuttaan lähivuosina. Yhtenä syynä tähän on myös puute istutustyövoimasta.

Koneellinen istutus on hyvin todennäköisesti tulevaisuutta metsäalalla, ja se on vuosien määrätietoisen kehittämisen tulosta. Konetyyppien tehokkuuden lisääntyessä ja istutuskokeilujen onnistuessa koneistutus luultavasti lisää suosiotaan vähitellen. Tämän vuoksi koneellinen istutus turvemaiilla kuten kivennäismaillakin tulee mitä todennäköisimmin olemaan arkipäivää tulevaisuudessa. Jos koneellinen korjuu osoittautuu toimivaksi, voidaan tulevaisuudessa tehdä suurempia pinta-aloja ja näin saadaan tehokkuutta. Kivennäismailla koneistutuksen laatu on todettu hyväksi (Luoranen, Rikala, Smolander 2011).

Tässä raportissa pyritään selvittämään onko istutusalueiden alkukehityksessä eroja, ja mistä tämä ero mahdollisesti voisi johtua. Lähtökohtana on vertailla koneella ja miestyönä tehtyjä turvemaiden istutusalueita. Tutkimuksessa selvitetään, onko koneella tapahtuva istutus laadullisesti kilpailukykyistä miestyönä tehtyyn istutukseen verrattuna.

2 Turvemaat kasvupaikkana

2.1 Taustaa

Suomen pinta-alasta noin kolmannes on suota tai turvemaata. Tämä johtuu suurelta osin Suomen ilmastosta, joka haihduttaa varsin vähän sateiden tuomasta vesimäärästä. Lisäksi maaperä on pääosin tasaista, mikä lisää soistumisen todennäköisyyttä. Olosuhteet ovat olleet suotuisat soiden synnylle viimeisen jääkauden jälkeen (Päivänen 2007.)

Soita ryhdyttiin alkuaan ojittamaan viljelytarkoituksessa, ja suuri osa varsinkin ravinteisimmistä suotyypeistä on ojitettu lähes kokonaan. Soita ryhdyttiin ojittamaan 1900-luvun alkupuolella myös metsätalouden käyttöön, johtuen pääasiassa teollisuuden suuresta puun tarpeesta ja huonosti hoidettujen kangasmaiden heikosta puuntuotoskyvystä. Uudisojituksia tehtiin suuremmassa mittakaavassa 1950-luvulta aina 1990-luvun alkuun saakka. Sen jälkeen keskityttiin lähinnä ylläpitämään ja täydentämään jo olemassa olevia ojituksia (Päivänen 2007.)

Nämä kymmenien vuosien aikana ojitetut suot ovat pääosin muuttuneet turvekankaiksi ja tuottavat puuta kohtalaisen hyvin. Tulevina vuosina turvemaita tulee hakkuuseen yhä enemmän, koska suuri osa ojitetuista soista on jo harvennusiässä. Vanhimmat ojitusalueet ovat mahdollisesti jo saavuttaneet uudistuskypsyyden. Hakkuun jälkeen tuleva uudistustyö voi tuottaa päänvaivaa, koska turvemaiden uudistamisesta ja onnistumisesta on toistaiseksi kokemusta varsin niukasti (Päivänen 2007.)

2.2 Metsänkasvatuksen edellytykset turvemaalla

Turvemaiden metsänkasvatuksessa tärkein edellytys on suon onnistunut kuivattaminen. Ojituksen seurauksena maa kuivuu vähitellen ja turve alkaa

maatua. Hajotustoiminta käynnistyy, koska maaperään pääsee happea. Suoksi määritellään alue, jonka kasvillisuudesta vähintään kolme neljäsosaa on suokasvillisuutta ja jossa turvetta on enemmän kuin 30 cm. Turve määritellään maalajiksi joka koostuu epätäydellisesti hajonneista kasvinosista. Turvekerros paksunee vähitellen, koska rahkasammal ei hajoa kylmissä ja hapettomissa oloissa vaan rahkasammal kasvaa yläosastaan nopeammin kuin alaosa ehtii hajota. Turvekerros kasvaa muutaman millimetrin vuodessa (Päivänen 2007, 15–16.)

Heti toimenpiteen jälkeen ojitusaluetta kutsutaan ojikoksi, koska siellä ei vielä ole tapahtunut muutoksia kasvillisuuden määrässä tai puustossa (Metsäntutkimuslaitos 2008). Muutamien vuosien kuluttua ojitusalueen ilme alkaa vähitellen muuttua kohti turvekangasta. Suokasvillisuus vähenee vähitellen, ja kankaan kasvillisuus yleistyy. Kankaan kasvillisuuden lisääntyessä alue muuttuu vähitellen muuttumaksi.

Turvekankaalla tarkoitetaan suota, joka on ojituksen seurauksena kuivunut ja suokasvillisuus on hävinnyt. Turvekankaan vallitseva kasvillisuus muistuttaa paljon saman ravinteisuustason omaavan kivennäismaan kasvillisuutta. Ojituksella on saavutettu puuston kasvun elpyminen, ja rahkasammal on alkanut maatumaan. Myöhemmin puuston kasvaessa haihduttaminen lisääntyy, jolloin oijen kuivatustehon ei tarvitse olla optimaalinen (Metsäntutkimuslaitos 2008.)

2.3 Ongelmat turvemaidella

2.3.1 Yleiset ongelmat

Turvemaiden uudistaminen on paljon haasteellisempaa kuin uudistaminen kivennäismaakohteilla. Ominaisuuksiltaan maaperä on erilainen, tästä syystä metsänkasvatuksen käytännöt ja menetelmät voivat poiketa toisistaan. Erityisesti uudistusmenetelmien soveltaminen poikkeaa kivennäismaiden käytännöistä. Lisäksi turvemaiden uudistamisesta on niin vähän kokemusta,

johtuen uudistuskypsien metsien pienestä määrästä. Suometsät ovat yleensä luonnostaan epätasaisia kooltaan kuin iältäänkin, johtuen ojituksen seurauksena syntyneestä uudesta puustosta. (Päivänen 2007, 198). Puut ovat useimmiten ryhmissä ja ojien varsilla. Tästä johtuen puunkorjuu turvemaidella on usein varsin haasteellista.

2.3.2 Ravinteet

Turvemaiden ravinnetalouteen vaikuttaa suuresti turvelaji ja suon syntymekanismi. Turvemaidella hyvin yleinen ongelma on ravinteiden puutos tai epätasapaino. Soilla on usein runsaasti typpeä, mutta muista tärkeistä ravinteista on puutetta. Karuilla soilla voi olla puutetta myös tpeestä. Vaikka suolla olisikin typpeä, mutta puiden kannalta se voi olla vaikeasti saatavissa. Fosforin, kaliumin ja boorin niukkuus on yleistä turvemaidella, jotka ovat syntyneet avosoiden ojitusten seurauksena. Vähiten ravinnepuutoksia on ojitusalueilla, joissa turpeen määrä oli vähäinen ennen ojitusta. Tässä tapauksessa puiden juuristot usein yltävät kivennäismaahan, jolloin ravinnepuutoksia ei yleensä esiinny (Päivänen 2007, 76.)

2.3.3 Tuhot turvemaidella

Turvemaidella esiintyy monenlaisia tuhoja aivan kuten kivennäismaillakin. Normaalisti tuhoja aiheuttavat nisäkkäät, sienitaudit ja halla. Nisäkkäistä tuhoja aiheuttavat esimerkiksi hirvi ja metsäkauris. Pienistä jyrsijöistä tuhoja aiheuttavat erityisesti metsämyyrä ja lapinmyyrä. Myös kanadanmajavan voidaan ajatella epäsuorasti aiheuttavan tuhoja, koska turvemaat ovat yleensä alavilla mailla. Majava aiheuttaa sen että vesi nousee suolle, kun se patoaa jokia tai suuria vetäviä ojia (Metinfo 2011.)

Soilla aiheuttavat tuhoja ja kasvitappioita myös erilaiset sieni- ja kasvitaudit. Ojitusalueiden männiköt ovat alttiita männynversosurmalle erityisesti jos siellä

esiintyy ravinteiden epätasapainoa. Tuhoille altistaa varsinkin tyven suuri määrä suhteessa muihin ravinteisiin. Kuusella satunnaisesti esiintyvä sienitauti on kuusensuopursuruoste. Sitä esiintyy soilla ja turvekankailla, koska se tarvitsee väli-isännäkseen suopursun. (Kurkela 1999, 179–183.)

Turvemaat sijaitsevat alavilla mailla, sen takia myös halla aiheuttaa tuhoja taimikkovaiheessa. Pienet kuusentaimet ovat herkkiä vaurioitumaan alkukesän kylminä öinä. Varsinkin jos ympärillä ja päällä ei ole riittävää verhopuustoa. Kuusi on paljon herkempi alkukesän hallatuhoille kuin mänty. Siksi kuusi aloittaa kasvunsa myöhemmin. Kesähalla taas vaurioittaa enemmän mäntyä. Alkukesän hallayöt ovat lähes jokavuotisia. Taimi ei yleensä kuole hallan aiheuttamiin tuhoihin, mutta vioituksista syntyy kasvutappioita. Taimi saattaa kasvattaa yhden tai useamman uuden latvan (Päivänen 2007, 264–266.)

Tukkimiehentäin aiheuttamista tuhoista turvemaiden mailla ei ole paljon tutkittua tietoa. Toisaalta tukkimiehentäin torjunnassa kivennäismaapintaisen mättään on todettu olevan hyvä suoja tukkimiehentäitä vastaan. Tukkimiehentäiltä parhaiten suojaavia mättäitä näyttäisivät olevan tavallista korkeammat kivennäismaamättäät (Saksa 2011). Yhtenäinen kivennäismaakerros näyttäisi suojaavan mättäässä sijaitsevaa tainta tukkimiehentäin aiheuttamilta tuhoilta (Petersson 2005). Tällä perusteella tummapintaiset turvemaiden uudistusalojen mättäissä sijaitsevat taimet olisivat alttiimpia tuhoille kuin kivennäismaamättäissä sijaitsevat taimet. Ohutturpeisilla alueilla mättään pintaan olisi hyvä saada edes ohut kerros kivennäismaata. Tällä toimenpiteellä tukkimiehentäin tuhojen riski alentuu merkittävästi (Luoranen 2009.)

Taimen koolla on myös merkitystä kun vertaillaan taimiin kohdistuneita tuhoja. Erityisesti tyven paksuudella on suuri merkitys taimen selviämisen kannalta. Taimen tyven ollessa paksu tukkimiehentäi saa pienemmällä todennäköisyydellä syötyä sen kokonaan ympäri. Jos tukkimiehentäi saa syötyä taimen ympäriinsä, taimen nestevirtaukset loppuvat ja taimi kuolee (Nordlander 2011.)

Ruotsissa tukkimiehentäin torjuntaan on kehitetty erityinen joustava hiekkapeite eli Conniflex. Tällöin istutettavien taimien tyveen ruiskutetaan kiinnitysaine ja

tämän jälkeen hiekkaa. Hiekka kiinnittyy tiukasti puun tyvelle ja hiekan sopiva raekoko estää käytännössä tukkimiehentäin ruokailun. Conniflex käsiteltyjen taimien tuhoriski on vain murto-osa normaalilla tavalla käsiteltyihin taimiin verrattuna kivennäismaamättäissä (Nordlander, Hellqvist, Johansson & Nordenheim 2011). Samantapaisen suojan taimi saa myös luonnostaan, kun sade räiskyttää mättäistä hiekkaa. Hiekka tarttuu taimen tyveen ja vaikeuttaa tain ruokailua. Tämä ei tosin auta turvemaiden uudistusaloilla mättäiden ollessa pääosin turvepintaisia.

Istutusajankohdan säällä näyttäisi myös olevan vaikutusta tukkimiehentäin tuhojen esiintymiseen. Lämmin kesä ja varsinkin kuiva loppukesä näyttäisi suosivan tukkimiehentäin lisääntymistä (Örlander & Nilsson, 1999.)

2.4 Maanmuokkaus

Maanmuokkaus on tärkeä osa uudistamisketjua niin kivennäismailla kuin turvemaillakin. Maanmuokkauksen tavoitteena on helpottaa viljelytyötä, parantaa maan kasvuominaisuuksia, varmistaa uudistamistulos, nopeuttaa taimien alkukehitystä ja estää tuhoja. Maanmuokkauksesta seuraa paljon positiivisia vaikutuksia alueelle kuten maan lämpötila kohoaa ja ilmavuus lisääntyy merkittävästi. Tämä vaikuttaa taimien alkukehitykseen ja kuolleisuus vähenee merkittävästi muokkaamattomaan maahan verrattuna (Mälkönen 2001, 124–125.)

2.4.1 Uudistuminen ilman maanmuokkausta

Turvemaat ovat joskus hyviä taimettumaan ja erityisesti kapeat korpikaistaleet taimettuvat herkästi jopa ilman maanmuokkausta. Heti ojituksen jälkeen rahkasammalpinna on herkkä taimettumaan. Rahkasammalpinna taimettuu lähes aina hyvin.

Karujen turvemaiden uudistuminen luontaisesti ilman maanmuokkausta on heikkoa. Paksu humuskerros ja seinäsammal varputurvekankailla käytännössä estävät uudistumisen ilman maanmuokkausta. Jos taimiainesta ei ole tarpeeksi ojituksen jälkeen, alue joudutaan muokkaamaan, erityisesti silloin jos siinä on paksu kumttakerros ja rahkasammal on pitkälle kuivunutta (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2007.)

2.4.2 Kylvö tai luontainen uudistaminen

Turvemaat voidaan myös uudistaa siemenpuita tai reunametsän siemennystä apuna käyttäen, myös kylvämällä on saatu hyviä tuloksia. Luontaista uudistamista ja kylvöä käytetään yleensä puolukkaturvekankailla ja sitä karummilla turvekankailla. Maanmuokkauksena käytetään laikutusta tai mätästystä.

Nuoremmat ojitusalueet ovat herkimpiä taimettumaan luonnostaan. Tämä johtuu lähinnä rahkasammalesta ja sopivasta vesitilanteesta. Luontaisen taimettumisen edellytykset heikentyvät, mitä enemmän alue kehittyy kohti turvekangasta (Saarinen 2002.)

Luontaisessa uudistamisessa käytetään yleensä maanmuokkauksena laikutusta. Kylvettäessä voidaan käyttää joko laikutusta tai mätästystä riippuen tilanteesta. Luontaisella uudistumisella on tärkeä osa myös viljellyillä aloilla. Luontaiset taimet täydentävät viljeltyä uudistusala. Kapeita uudistusaloja uudistettaessa voidaan turvautua reunametsän siemennykseen (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006.)

3 Istuttaminen

Turvemaat uudistetaan pääasiassa kuuselle tai männylle, riippuen maaperän viljavuudesta. Kuusi sopii viljavimmille kasvupaikoille, kuten mustikkaturvekankaille ja ruohoturvekankaille. Hieskoivua tulee luontaisesti sekapuuksi lähes kohteella kuin kohteella. Tämä vaikeuttaa taimikon kehitystä erityisesti, jos taimikon varhaishoito jää tekemättä (Luoranen, Saksa, Finer & Tamminen 2007).

3.1 Maanmuokkaus istutusta käytettäessä

Maanmuokkausmenetelmän valinta on tärkeää, jotta saadaan varmistettua uudistuminen. Maanmuokkausmenetelmää valittaessa otetaan huomioon uudistusalan viljavuus, maaperän ominaisuudet ja uudistamisessa käytettävä puulaji. (Luoranen & Kiljunen 2006.)

Maanmuokkaus on onnistuneen viljelyn edellytys. Sillä saadaan parannettua maan ominaisuuksia. Tämä edistää taimien nopeaa kasvuunlähtöä ja vähentää tuhoriskiä ja tätä kautta kuolleisuutta. Maanmuokkaus alentaa istutustyön kustannuksia ja parantaa metsänkasvatuksen tuotosta (Luoranen ym. 2006).

Laikkumätästystä käytetään yleensä kivennäismaan uudistusaloilla, joilla ei ole tarvetta vesitalouden järjestelylle tai järjestely on toteutettu muulla tavalla. Mätäät tehdään kaivinkoneen kauhalla tai mätästyslevyllä. Mätäs käännetään muokkaamattomalle maalle, jolloin muodostuu kaksinkertainen humuskerros ja pinnalle jää yhtenäinen kivennäismaakerros. Mätään pitää olla tiivis ja alla ei saa olla hakkuutähteitä (Luoranen ym. 2006.)

Kääntömätästystä ei voida käyttää alavilla mailla, koska muokkauksessa ei synny varsinaisesti kohoumaa. Kääntömätästyksessä kaivinkone ottaa kauhalla maata ja kääntää sen samaan kuoppaan. Kääntömätäessä taimi saa enemmän

kosteutta verrattuna laikkumättääseen. Toisaalta taimi tuhoutuu herkemmin pintakasvillisuuden paineessa.

Ojitusmätästyksessä tehdään mättäät kaivinkoneella. Mättäiden tekemiseen käytetään ojien pintamaata. Ojitusmätästystä käytetään, kun uudistusalalla on ongelmia veden kanssa. Ojat kuivattavat alueen ja taimet pääsevät hyvään kasvuun mättäissä. Pohjamaata ei tulisi käyttää mättäissä, koska se hyvin vähäravinteista ja se ei tarjoa taimille tarpeeksi ravinteita hyvää kasvua varten (Luoranen ym. 2007.)

Naveromätästys on hyvin samantapainen maanmuokkausmenetelmä kuin ojitusmätästys. Naveromätästyksessä kaivetaan 20–30 cm syvyinen vako. Tämän kuivattava vaikutus on vähäinen ja tarkoituksena ei ole johdattaa vesiä pois uudistusalalta. Mättäät tehdään naveroista saatavasta maa-aineksesta (Luoranen ym. 2007.)

Kuusen istutuksen yhteydessä maanmuokkauksena käytetään mätästystä tai ojitusmätästystä tarpeen mukaan. Tällöin ne lähtevät mättäässä hyvään kasvuun ja eivät ole niin herkkiä tuhoutumaan pintakasvillisuuden vaikutuksesta.

Mätästystä voidaan käyttää myös männyn uudistamisen yhteydessä keskiravinteisilla kasvupaikoilla. Kuuselle uudistettavat turvemaat ovat yleensä ravinteikkaita ja pintakasvillisuus tukahduttaa helposti taimet. Laikkumättäissä tai ojamättäissä taimilla on parhaat mahdollisuudet selviytyä. Puolukkaturvekankaita karummilla kasvupaikoilla käytetään yleensä laikutusta ja kylvöä (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006.)

3.2 Onnistuneen istuttamisen edellytykset

Turvemaiden uudistamisessa suurin ongelma on vesi, tavalla tai toisella. Liian korkealla oleva vedenpinta aiheuttaa hapenpuutteen taimen juuristolle. Normaalisissa tilanteissa ojitus laskee vedenpintaa ja alue kuivuu voimakkaasti.

Rahkasammal on hyvin äärevä materiaali eli se kuivuu nopeasti hyvin kuivaksi, ja tämä vaikeuttaa taimien eloonjäämistä.

Istutettaessa turvekankaiden uudistusaloja, tulisi kiinnittää huomiota taimen istutussyvytyteen. Taimi tulisi istuttaa syvemmälle kuin kivennäismailla kuivumisen välttämiseksi. Kivennäismaapintaisissa mätäissä alle jäävä humuskerros pysyy kosteana kun kivennäismaan pinta on yhtenäinen. Mättään tulee olla tiivis, eikä välissä saa olla hakkuutähteitä. Turvekankailla istuttaminen on hieman ongelmallisempaa kuin kivennäismailla, koska mätät ovat kokonaan tai osittain turvetta ja tällöin taimella ei ole suojaavaa kivennäismaata. (Luoranen ym. 2006.)

Istutettaessa tarvitaan sopiva maanmuokkaus, joka oikein toteutettuna tarjoaa hyvän kasvualustan taimelle. Hyvän mätään korkeus on noin 10–20 cm. Kivennäismaamättään pinnalla tulisi olla 5–10 cm kivennäismaata. Kivennäismaata tulisi olla vähintään 20 cm leveydellä taimen ympärillä, jotta tukkimiehentäituoja pystytään torjumaan (Petersson 2005.) Istutuskohteelle taimia hankittaessa olisi hyvä kiinnittää huomiota niiden alkuperään ja sopivuuteen kyseiselle kohteelle. Rehevimmille kohteille tarvitaan usein suurimmat taimet. Tällöin taimilla on kokoa jo istuttaessa ja ne pystyvät kilpailemaan ympäröivän kasvillisuuden kanssa.

Yksi tärkeä vaihe istuttamisen yhteydessä on taimihuolto. Taimet tulee säilyttää varjossa. Riittävä kasteleminen on ehto taimille, ja paakku ei saisi kuivahtaa missään vaiheessa. Kastelemisen tarpeen voi todeta helposti puristamalla paakku kevyesti. Jos paakusta tulee vettä, kastelu on riittävä. Taimilaatikot on helppo varastoida paikkaan, jossa ne ovat varjossa ja maa niiden alla on märkä.

Taimi istutetaan parhaaseen kohtaan mätäässä, joka yleensä on mättään keskellä. Kun taimen paakku yltää kaksinkertaiseen humukseen, sen veden ja ravinteiden saanti on taattu (Luoranen ym. 2006.) Kohoumassa kasvaessa taimen juuret saavat hyvin lämpöä ja kehitys on nopeaa. Istuttajan vastuulla on se että taimi on suorassa ja paakku on varmasti peitossa. Taimi istutetaan

vähintään 5–10 cm syvyyteen mättääseen. Oikein istutettu taimi ei lähde mättäästä kevyesti vetämällä.

Istuttamisen jälkeinen heinätorjunta on tärkeä osa taimikon varhaishoitoa. Ilman heinätorjuntaa osa taimista saattaa kuolla tai vaurioitua heinien alla. Tämä aiheuttaa kasvatappioita. Pahimmassa tapauksessa koko uudistamiseen käytetty rahallinen panos menee hukkaan ja joudutaan lähtemään puhtaalta pöydältä.

3.3 Konetyö vai miestyö?

Onnistunut istutustyö on tärkeä osa uudistamisen ketjua ja vaatii osaavan tekijän tavasta riippumatta. Hyvä kone ei takaa hyvää istutusjälkeä eikä hyvät taimet ja hyvä maanmuokkaus takaa mitään ilman osaavaa istuttajaa. Nämä ovat kuitenkin asioita ja tekijöitä, joiden avulla istutuksesta tulee helpompaa.

Miestyönä tehtävässä istutuksessa taimen istutussyvyys vaihtelee enemmän. Tällöin osa taimista jää liian pintaan ja taas osa menee tarpeettoman syvälle. Istuttajan vireystaso vaikuttaa istutuksen laatuun. Metsureilla on voi olla kiire istuttaessa urakkatahtia ja työ on fyysisesti raskasta. Työpäivän aikana laatu voi vaihdella. Taimet jäävät usein vinoon ja tämä lisää kuolleisuutta ja aiheuttaa laatutappioita. Toisaalta pienet taimet ovat sopeutuvaisia, ja on mahdollista että pieni istutusvirhe ei vaikuta puun lopulliseen laatuun. Ainakaan männyn laatuun ei ole todettu olevan suurta merkitystä pienellä istutusvirheellä (Warensjö & Rune 2004).

Taimen ympäryksen tiivistäminen voi helposti jäädä vaillinaiseksi ja tällöin taimen paakku on vaarassa paljastua. Tällöin taimen kuivuminen kesällä on todennäköistä. Kivennäismaiden istutuksilla näyttäisi olevan vähemmän ongelmia tiivistyksen kanssa. Molemmilla istutustavoilla operoitaessa ei voi liikaa korostaa huolellisuuden merkitystä.

Miestyönä tehtävässä istutuksessa piilee samoja ongelmia kuin koneistutuksessa. Metsuri voi toisaalta valita paremmin istutuspaikan ja hän näkee virheet heti istutuksen jälkeen ja voi pienellä vaivalla esimerkiksi suoristaa vinoon jääneen taimen. Toisaalta väsyneenä istuttajan työnjälki voi olla paljonkin koneen jälkeä heikompi. Koneesta operoitaessa kuljettaja ei aina välttämättä huomaa tehneensä virhettä. Myös koneella istutettaessa laatu mitä luultavimmin vaihtelee päivänmittaan jonkin verran. Kaiken kaikkiaan koneistutuksilla istutuksen laatu ei heittele niin paljon kuin miestyöistutuksella (Luoranen, Rikala & Smolander 2011.)

4 Istutuskoneet

Nykyisin on käytettävissä useita erilaisia koneita ja näistä tunnetuimmat ovat ruotsalainen Bracke ja suomalainen M-planter. Muita tunnettuja istutuskoneita ovat esimerkiksi Eco-planter, Risutec ja Lännen istutuskone. Istutuskoneet ovat varsin raskaita ja siksi niissä käytetään alustakoneena kaivinkonetta.

Istutustyön koneellistaminen on ollut hidasta, mutta kehitystä on tapahtunut. Nykyään noin 2-3 % uudistusaloista istutetaan koneellisesti. Metsäyhtiöiden mailla vastaava luku on jopa 30 % (Hämäläinen 2010). Metsähallituksen mailla vain 1 % alasta on istutettu koneellisesti vuosina 2010 ja 2011.

Ruotsissa kehitetty kone joka tekee yhden laikkumättään kerrallaan. Taimi istutetaan säädetylle syvyydelle. Alustakoneena toimii kaivinkone. Brackessa on vain yksi istutus pää toisin kuin kilpailijalla M-planterilla. Brackessa on levy, jolla laikkumätäs tehdään.

Brackella taimenistutus mättääseen onnistuu istutuslevyn läpi. Taimikasettiin sopii 72 tainta ja täyttäminen hoidetaan käsin. Bracken tuottavuus on keskimäärin 174 tainta tunnissa (Strandström, Hämäläinen & Pajuoja 2009.)

Alustakoneena näissä koneistutuksissa oli New Holland. Koneen työpaino on noin 14,5 t. Koneita on muokattu niin että sen alavaunua on levennetty ja teloja on pidennetty. Vuosi 2010 oli yrittäjän ensimmäinen vuosi koneistutuksen parissa, mutta hänellä on pitkäaikainen kokemus maanmuokkauksesta ja kaivinkonetyöskentelystä.

5 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on selvittää miestyöistutuksen ja koneistutuksen eroja ja onnistumista turvemaidilla. Toiseksi verrataan turvemaiden ja kivennäismaiden koneistutusta.

Tässä työssä selvitetään turvemaidilla tehtyjen koneistutusten laatua miestyötä suoritettuihin istutuksiin verrattuna. Tavoitteena on saada selville mahdollinen ero perustamismenetelmien välillä. Tutkimuksessa selvitetään onko taimikoihin iskenyt tuholaisia tai ovatko taimikot muuten heikentyneitä.

Tuhoja analysoimalla saadaan selville onko koneellisesti turvemaidille istutetuilla taimilla suurempi tuhoriski. Tulosten vertailu tehdään taimitiheyden, taimien kunnon, tuhojen, taimien kasvun, pensastumisen, taimen asennon ja istutuskuopan laadun suhteen. Huomioon otetaan myös istutuskesän lämpötilat ja sademäärät.

Tutkimuksen avulla saadaan tietoa turvemaiden uudistamisen tueksi. Metsähallituksen tavoitteena on saada istutettua suurempia alueita koneellisesti, jolloin saadaan kustannustehokkuutta. Turvemaakuvioita voitaisiin ottaa samalta kohteelta istutukseen kivennäismaakuvioiden lisäksi. Tällä tutkimuksella saadaan viitteitä siitä onnistuuko koneellinen istutus turvemaidilla.

6 Aineistot ja menetelmät

6.1 Kohteiden valinta

Kohteet sijaitsevat Metsähallituksen mailla Nurmeksen metsätiimin alueella. Alueella on istutettu turvemaita sekä koneellisesti että miestyönä. Alueet istutettiin vuonna 2010. Miestyökohteet istutettiin keväällä, ja konetyökohteet pitkin kasvukautta. Tältä alueelta valittiin työkohteita. Samoilta koneistutuksen työkohteilta mitattiin turvemaakuvioiden lisäksi kivennäismaakuviota. Vertailukohtina olleet miestyökohteet poimittiin läheisiltä työkohteilta. Tällöin saatiin tietoa myös turvemaan koneistutuksen ja kivennäismaan koneistutuksen eroista. Kaikki mitatut kuviot kuuluvat Metsähallituksen käyttämässä luokituksessa kasvillisuusluokkaan 3, joka vastaa viljavuudeltaan tuoretta kangasta.

Miestyönä istutetut kuviot muokattiin käyttäen ojitusmätästystä tai naveromätästystä. Koneistutuskohteilla maanmuokkaus ja istutus on tehty Bracke istutuskoneella. Uudistusalat istutettiin kuuselle. Vertailtavat kohteet sijaitsevat lähekkäin ja alueet on istutettu lähes samaan aikaan. Koneistutukset ovat jatkuneet pidemmälle kesään ja pari kuviota istutettiin syksyllä lyhytpäiväkäsitellyillä taimilla. Koneellisesti istutetuilla alueilla käytettiin yksivuotiaita tyyppin PL81 taimia. Miestyönä istutetuilla alueilla käytettiin yksivuotiaita tyyppin PL121 taimia.

Turvemaiden mitattujen koneistutusten pinta-ala oli 51,9 ha. Turvemaiden miestyönä tehtyjä istutuksia mitattiin 27,7 ha. Kivennäismaiden koneistutuksia mitattiin 19,9 ha. Yhteensä mitattujen alueiden pinta-ala oli 99,5 ha.

6.2 Koealaverkoston sijoittelu

Kuviolle sijoitettiin pisin suora linja ja koealat sijoitettiin tasaisin välimatkoin linjalle. Koealoja mitattiin 7 kpl kuviolta. Yhdeltä kivennäismaakuviolta mitattiin vain 5 koealaa, johtuen kuvion pienestä koosta.

Jos kuviolle sijoitettu linja ei tarpeeksi hyvin edustanut koko kuviota, sijoitettiin koealoja tarpeen mukaan 90 asteen kulmassa sivulle, jolloin kuviolta saatiin riittävä mittaustulos. Koealaväli laskettiin linjan pituuden mukaan, ja määritettiin maastolla lankamittaa apuna käyttäen. Koealan sijaintia siirrettiin, mikäli se osui merkittävästi taimikosta poikkeavaan kohtaan, kuten valtaoja, tie tai säästöpuuryhmä.

6.3 Koealamittaukset

Koealoilta mitattiin useita erilaisia muuttujia, joiden avulla saatiin kokonaiskäsitys istutuksen onnistumisesta. Koealamittausten suunnittelussa ja mittauslomakkeen laadinnassa käytettiin apuna aikaisempaa opinnäytetyötä.

Koealan joka toisesta taimesta ja muokkauskohdasta mitattiin kaikki tiedot. Koetaimiksi valittiin koealalta joka toinen taimi alusta lukien. Välitaimista arvioitiin vain kuntoluokka ja sitä heikentävät tekijät. Nämä tekijät on listattu eri numerokoodilla. Koetaimista mitattiin taimen näkyvän osan pituus. Taimen kasvu mitattiin kasvukausilta 2010 ja 2011. Pyöritys tehtiin lähimpään täyteen senttiin.

Koealoilta mitattiin taimitiheys käyttäen mittakeppiä. Koealan säde tässä tapauksessa oli 3.99 metriä. Tällöin koealan pinta-alaksi tuli 50 m². Koealalta laskettiin kaikki taimet, mukaan lukien kehityskelpoiset luonnontaimet. Tällöin luonnontaimien minimivälinä käytettiin metriä. Kehityskelvottomat luonnontaimet jätettiin huomioimatta. Lisäksi mukaan laskettiin tyhjät muokkausjäljet, jotka jäivät koealan sisään. Rajalla olevat muokkausjäljet otettiin mukaan siinä tapauksessa, mikäli muokkausjäljen paras istutuskohta tuli koealan sisälle.

Muokkausjäljestä arvioitiin päätyyppi. Oletuksena oli mätäs, mutta joissain tapauksissa muokkausjälki voi olla laikku. Kolmantena vaihtoehtona on muokkaamaton maa. Muokkausjäljestä pinnan perusteella arvioitiin myös alatyypin. Luokkia alatyypin arvioinnissa oli 5. Luokittelut löytyvät liitteenä olevasta Muuttajat 2011- lomakkeesta.

Mättäästä arvioitiin istutuskelpoisuus kolmiportaisella asteikolla. Lisäksi muokkausjäljestä arvioitiin istutuskelpoisuutta heikentäviä tekijöitä. Näitä voivat olla esimerkiksi pintakivet, kallio, kannot/maapuut jne.

Taimen asento arvioitiin neliportaisella asteikolla silmämääräisesti. Taimet sijoitettiin luokkiin asteluvun mukaan. Koetaimista arvioitiin istutuskuopan laatu. Tällä arvioitiin paakun yläpinnan peittymistä. Jos kyseessä oli kivennäismaamätäs, mitattiin myös taimen etäisyys humukseen. Tämän tarkoituksena oli selvittää onko turve/humuspinnoissa mättäissä sijaitsevilla taimilla suurempi tuhoriski verrattuna kivennäismaamättäissä sijaitseviin taimiin.

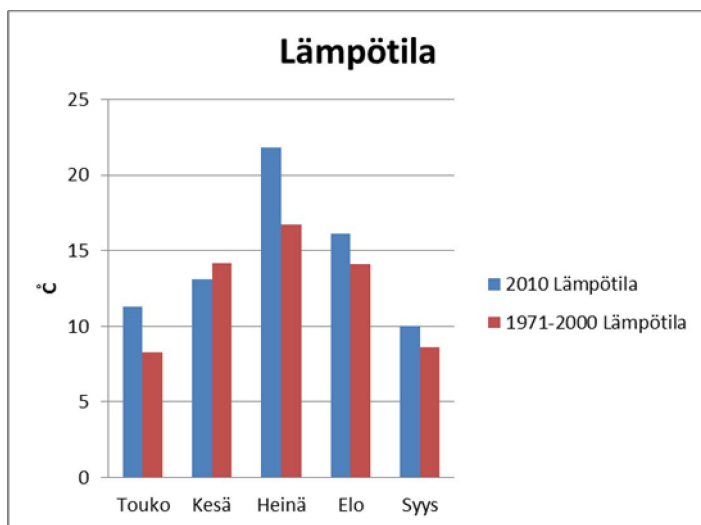
Koetaimista arvioitiin myös pensastuminen. Maastomittauksissa merkittiin ylös latvojen määrä. Käytössä oli kolme luokkaa kuvaamaan pensastumista. Kaikista koealan taimista arvioitiin kuntoluokka neliportaisella asteikolla. Lisäksi viimeiseksi arvioitiin syy kuntoluokan heikkenemiseen. Tiedot otettiin Joensuun mittausasemalta.

6.4 Istutusajankohdan lämpötilat

Ajanjakson lämpötilat ja sademäärät saatiin Ilmatieteen laitokseen kuukausittaisesta ilmastokatsauksesta. Vuoden 2010 lämpötilat ja vuosien 1971–2000 keskilämpötila otettiin mukaan toukokuusta syyskuuhun.

Kesä 2010 oli poikkeuksellisen lämmin ja tällä on varmasti ollut vaikutusta taimien kehityksen kannalta. Korkeat lämpötilat toisaalta ovat edullisia taimen juuriston kehitykselle, mutta vähäinen sademäärä lisää taimien kuolleisuutta. Kuolleisuus lisääntyy varsinkin jos taimen istuttamisessa on tapahtunut virhe.

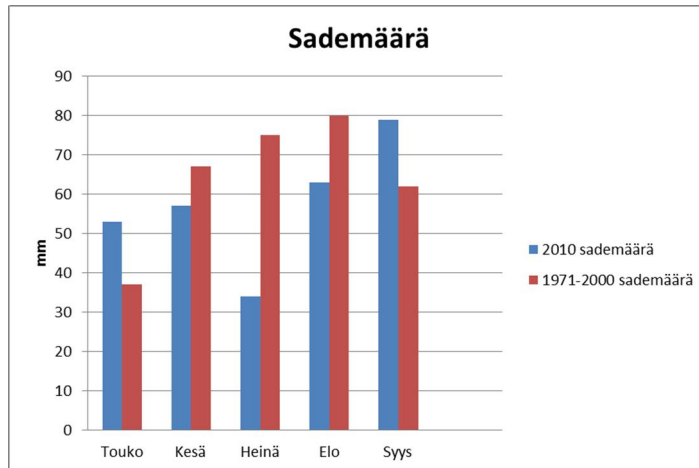
Erityisesti heinäkuu oli huomattavasti pitkän aikavälin keskiarvoa lämpimämpi. Ainoastaan kesäkuu oli keskimääräistä viileämpi (Kuvio 5.)



Kuvio 1. Kesän 2010 lämpötilat verrattuna pitkän aikavälin keskiarvoon (Ilmatieteen laitos 2010.)

Lämpötilan ohella kesä 2010 oli poikkeuksellinen sademäärän suhteen. Kesä-, heinä- ja elokuun sademäärät olivat keskiarvoa pienempiä. Huomiota herättävän alhainen sademäärä oli heinäkuussa, jolloin sademäärä jäi noin puoleen vuosien 1971–2000 keskiarvosta.

Heinäkuun vähäinen sademäärä vaikuttaa erityisesti koneistutuksilla, koska niitä tehtiin pitkin kesää. Osa alueista on siis istutettu kuumimpaan aikaan kesästä. (Kuvio 2.)



Kuvio 2. Kesän 2010 sademäärä verrattuna pitkän aikavälin keskiarvoon (Ilmatieteen laitos 2010.)

7 Tulokset

7.1 Taimimäärä ja taimien pituus

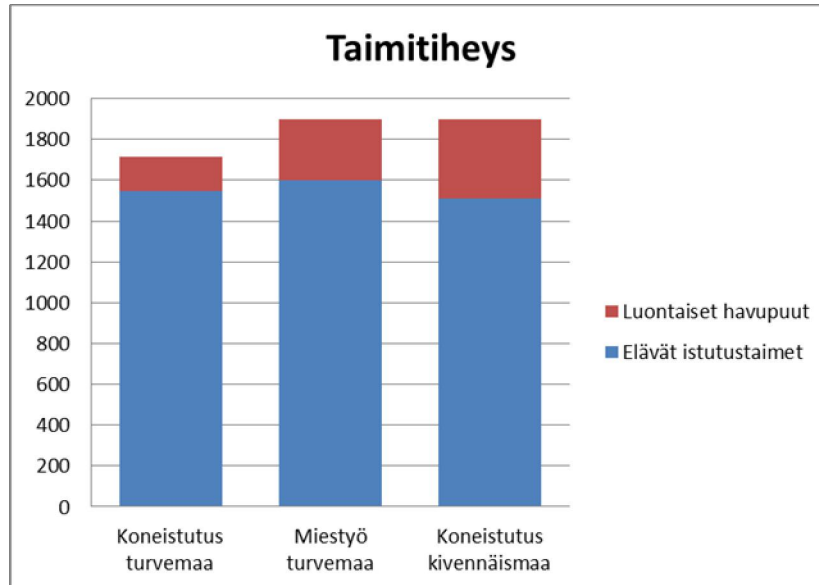
Tuloksia laskettaessa on käytetty pinta-alalla painotettuja keskiarvoja. Taimen pituuksista on laskettu keskihajonta. Kuvioissa on käytetty painotettuja keskiarvoja.

Koneistutetuilla turvemailede elossa olevia istutustaimia oli 1549 kpl / ha ja luontaisesti syntyneitä 167 kpl / ha. Yhteensä taimimäärä koneistutetuilla turvemailede on 1716 kpl /ha.

Miestyönä istutetuilla turvemailede oli 1597 tainta / ha ja luontaisesti syntyneitä havupuun taimia 301 kpl /ha. Yhteensä taimia löytyi 1900 kpl / ha.

Koneistutetuilla kivennäismaillede oli taimia 1508 kpl / ha ja luontaisia havupuun taimia 389 kpl / ha. Yhteensä taimia oli 1897 kpl / ha.

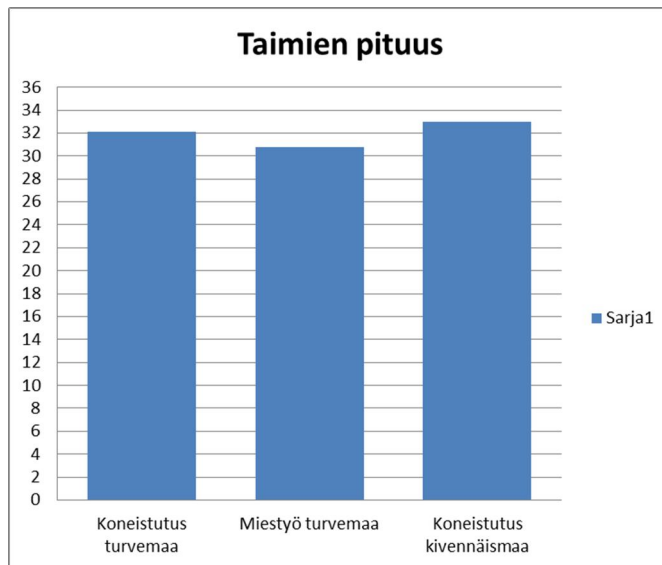
Taimia mitattiin turvemaiden koneistutusaloilta 427 kpl. Turvemaiden miestyöistutusaloilta mitattiin taimia 557 kpl. Kivennäismaiden koneistutusaloilta mitattiin taimia 191 kpl. (Kuvio 3.)



Kuvio 3. Taimimäärä

Tässä luvussa tarkastellaan taimien pituutta. Pituuden lisäksi on merkitty myös keskihajonta. Taimien pituuksissa ei ollut havaittavissa suurta eroa. Pisimpiä taimet olivat koneistutetuilla kivennäismaakuvioilla $32,94 \pm 7,9$ cm. Seuraavaksi pisimmät taimet löytyivät koneistutetuilta turvemaakuvioilta $32,13 \pm 8,75$ cm. Lyhimpiä taimet olivat miestyönä istutetuilla turvemaakuvioilla $30,8 \pm 6,49$ cm (Kuvio 4.)

Luvut ovat painotettuja keskiarvoja ja avuksi on laskettu myös keskihajonta. Kivennäismaiden koneistutuksilla ja turvemaiden miestyöistutusten välinen ero on 2 cm. Turvemaiden miestyöistutusten keskipituus oli 93,5 % ja turvemaan koneistutusten keskipituus oli 97,5 % verrattuna kivennäismaan koneistutuksiin. (Kuvio 4.)

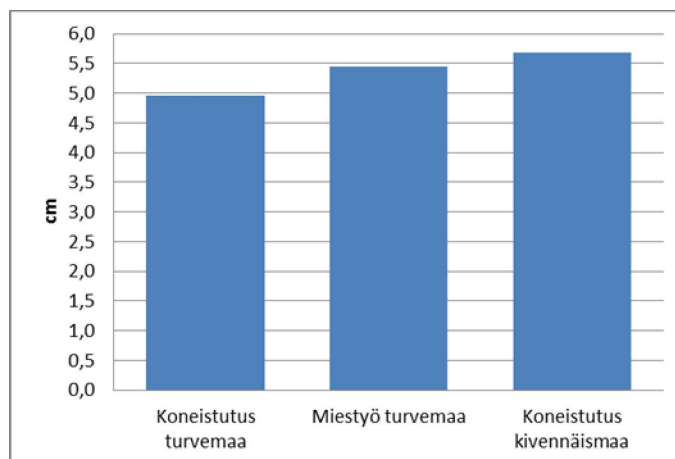


Kuvio 4. Taimien pituus syksyllä 2011

7.2 Taimien kasvu ja pensastuminen

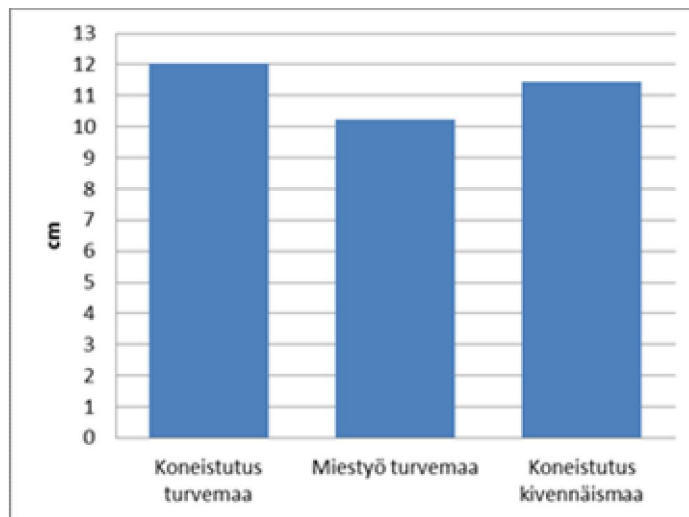
Taimista mitattiin 2010 kasvu niiltä osin kun taimista löytyi. Osa kuvioista oli istutettu lyhytpäiväkäsitellyillä yksi- tai puolitoistavuotiailla taimilla syksyllä 2010. Tällöin mitattiin vain 2011 vuoden kasvu.

Pisimpiä taimet olivat koneistutetuilla kivennäismailla $5,68 \pm 2,68$ cm. Miestyönä istutetuilla turvemilla kasvu oli $5,45 \pm 2,61$ cm. Koneistutetuilla turvemilla kasvu vastaavasti oli $4,96 \pm 2,39$ cm. Laskentaan ei ole otettu mukaan kuvioita, jotka istutettiin syksyllä 2010. (Kuvio 5.)



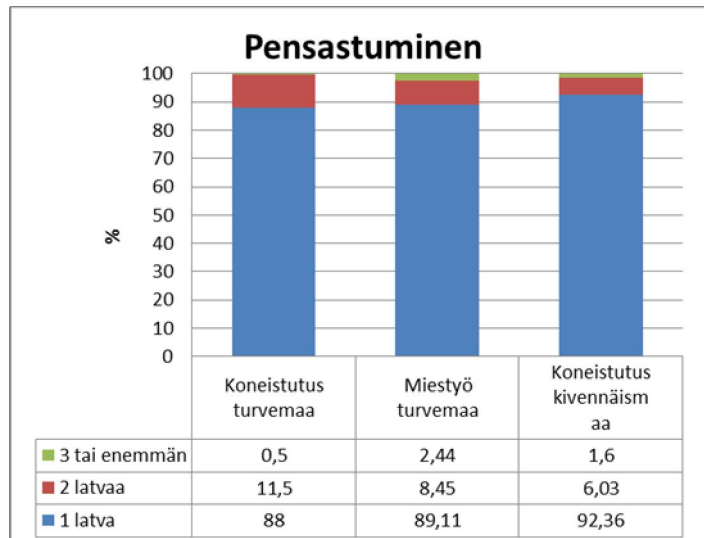
Kuvio 5. Taimien kasvu kesällä 2010

Uudistusalojen taimista mitattiin vuoden 2011 kasvu. Eniten kasvoivat koneistutettujen turvemaiden taimet $12,05 \pm 6,31$ cm. Koneistutettujen kivennäismaiden taimet kasvoivat $11,43 \pm 5,96$ cm. Miestyönä istutettujen turvemaiden taimet kasvoivat $10,25 \pm 4,77$ cm. Keskihajonta näyttäisi olevan suurempi koneellisesti istutetuilla uudistusaloilla. (Kuvio 6.)



Kuvio 6. Taimien kasvu kesällä 2011

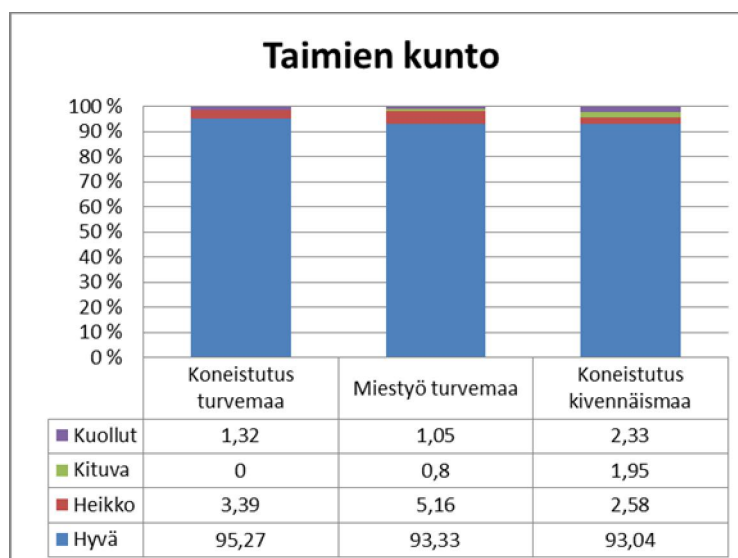
Taimista mitattiin pensastumista. Luokittelussa taimet jaettiin kolmeen eri luokkaan latvojen määrän mukaan. Koneistutetuilla turvemaiden normaalilatausluokkaan oli 88 %, kaksilatausluokkaan 11,5 % ja kolme tai useampi latva 0,5 %. Miestyönä istutetuilla turvemaiden luvut olivat 89,11 %, 8,45 % ja 2,44 %. Koneistutetuilla kivennäismaiden vastaavat luvut olivat 92,36 %, 6,03 % ja 1,6 %. (Kuvio 7.)



Kuvio 7. Taimien pensastuminen

7.3 Taimien kunto, asento, istutuskuopan laatu ja tuhot

Taimista mitatut kuntoluokat jakautuivat seuraavasti. Koneistutetun turvemaaan taimista oli hyviä 95,27 %, heikkoja 3,39 %, kituvia 0 %, kuolleita 1,32 %. Miestyönä istutettujen turvemaiden taimista oli hyviä 93,33 %, heikkoja 5,16 %, kituvia 0,8 %, kuolleita 1,05 %. Koneistutettujen kivennäismaiden taimista oli hyviä 93,04 %, heikkoja 2,58 %, kituvia 1,95 %, kuolleita 2,33 %. (Kuvio 8.)

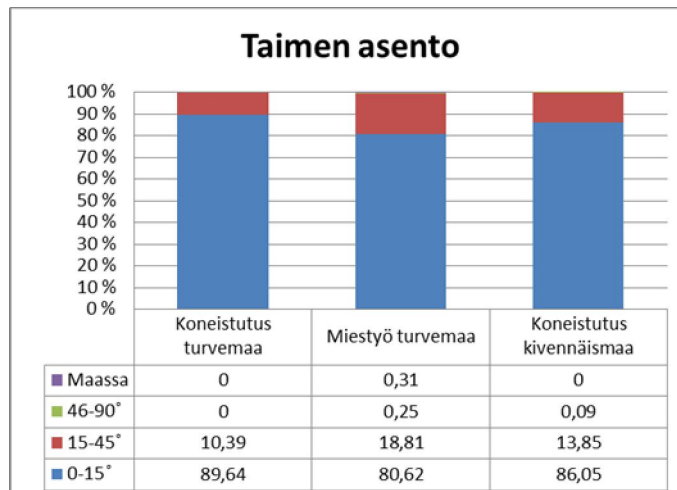


Kuvio 8. Taimien kunto

Taimen asennon arviointi tehtiin neljään luokkaan. Luokat olivat suorassa (0–15°), 15–45°, 46–90°, paakku makaa maassa.

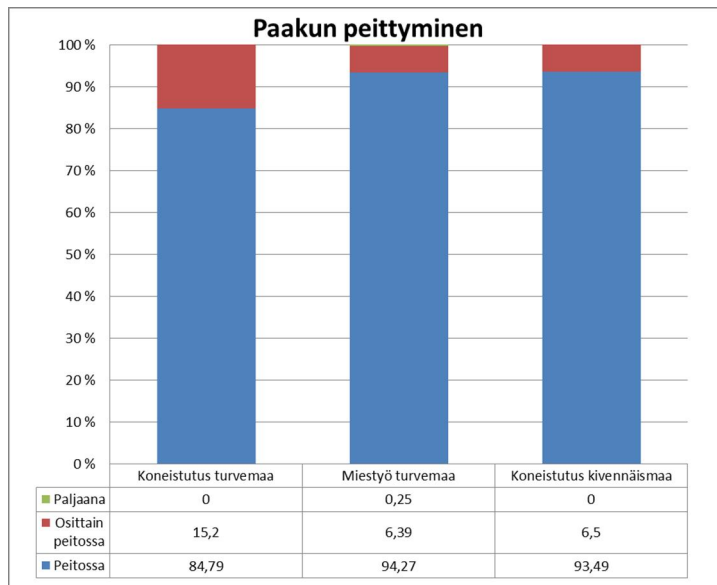
Heikoin tulos oli miestyönä istutetuilla turvemaidilla ja näiltä alueilta löytyi myös kokonaan maassa olevia taimia. Koneistutetuilta alueilta kahta alinta luokkaa löytyi hyvin vähän tai ei ollenkaan.

Koneistutetuilla turvemaidilla taimista 89,64 % oli suorassa, Miestyönä turvemaidilla tehdyissä istutuksissa 80,62 % oli suorassa. Koneistutetuilla kivennäismailla suorassa oli 86,05 % taimista. (Kuvio 9.)



Kuvio 9. Taimen asento

Koneistutetuilla turvemaidilla paakuista oli peitossa 84,79 % ja osittain peitossa 15,2 %. Miestyönä istutetuilla turvemaidilla peitossa oli 94,27 %, osittain peitossa 6,39 % ja paljaana 0,25 %. Koneistutetuilla kivennäismailla paakuista peitossa oli 93,49 %, osittain peitossa 6,5 %. (Kuvio 10.)



Kuvio 10. Istutuskuopan laatu

Tuhot olivat suhteellisen pienet sekä koneistutuksessa että miestyöistutuksessa. Tukkimiehentäin tappamia taimia oli turvemaiden koneistutuksilla 0,16 %, turvemaiden miestyöistutuksilla 0,53 %. Kivennäismaiden koneistutuksilta ei löytynyt yhtään tukkimiehentäin tappamaa tainta.

Tuhojen kokonaismäärä oli koneistutetuilla turvemilla 4,72 %, miestyöistutetuilla turvemilla 7,01 % ja koneistutetuilla kivennäismailla 6,64 %. Tuhoihin laskettiin erilaisten tekijöiden aiheuttamat kuntoluokan alenemat.

8 Pohdinta

8.1 Luotettavuus ja virhelähteet

Tämänkin aineiston suurimmat virhelähteet löytyvät luultavasti maastomittauksista. Maastossa kerätyn aineiston laatuun vaikuttaa monenlaiset asiat. Kyseeseen voi tulla sattumasta johtuvat virheet tai systemaattiset virheet.

Yksittäisiä virheitä sattuu esimerkiksi tietojen kirjaamisen yhteydessä. Systemaattisia virheitä voi tulla esimerkiksi, jos muistaa ohjeistuksen väärin. Tämän takia maastomittauksia varten tehtiin muuttujista lomake.

Väsyneenä mittaaminen ja huonot sääolosuhteet todennäköisesti lisäävät virheiden esiintyvyyttä. Työvälineiden vääränlaisesta käytöstä voi seurata systemaattista virhettä. Välineiden käytössä tapahtuva virhe voi olla esimerkiksi taimitiheyden mittaaminen taimikepin avulla liian suurelta tai liian pieneltä alalta. Rungas pintakasvillisuus vaikeuttaa mittaamista ja taimia saattaa jäädä huomaamatta. Erityisen vaikeata on kuolleiden taimien löytäminen pintakasvillisuuden seasta. Tämä vaikuttaa mittauksessa saatuihin tuloksiin. Tässä tapauksessa mittaukset tehtiin syksyllä. Tämä helpotti huomattavasti työtä, koska pintakasvillisuus oli jo pääosin kuollut. Mahdollisesti paras aika mittauksille olisi kevät. Tässä tapauksessa keväällä mittaaminen ei ollut mahdollista, koska tulokset tarvittiin jo talven aikana.

Virheitä voi tulla myös epäselvistä merkinnöistä maastolomakkeella ja huonosta käsialasta. Tällaiset virheet syntyvät tietojen tallennuksen yhteydessä. Tallennuksen yhteydessä voi syntyä näppäilyvirheitä. Tietojen analysointivaiheessa voi syntyä erilaisia virheitä, kuten laskuvirheitä ja huolimattomuusvirheitä tietojen kopioinnissa.

Osa arvioitavista asioista arvioitiin silmämääräisesti. Tällöin on mahdollista että kriteerit vaihtelevat mittausten edetessä. Mittaustulosten oikeellisuus riippuu täysin mittaajan kokemuksesta. Tässä nimenomaisessa tutkimuksessa oli vain yksi mittaaja. Tämän takia mittaajien välistä virhettä ei ole.

8.2 Istutuskoneiden tulevaisuus

Istutuskoneita kehitetään eteenpäin kovaa vauhtia ja markkinoille tulee varmasti uusia erilaisia koneita. Koneiden tekniikkaan ja toimintaan kiinnitetään huomiota ja tuottavuuden parantaminen on ensimmäinen lähtökohta. Koneiden tuottavuuden lisääntyessä myös kiinnostus niitä kohtaan lisääntyy.

Toinen tärkeä asia on koneistutuksen laatu. Tavoitteena on saada taimi istutettua tarpeeksi syvälle mättääseen ja tiivistää hyvin. Jos mättään laatu on hyvä ja taimi on suorassa, edellytykset taimen selviämiseen ovat hyvät. Voidaan olla tyytyväisiä jos istutuksen laatu saadaan pidettyä hyvällä tasolla vaihtelevilla istutusalueilla.

Tähän on nykyään vielä matkaa ja tulos vaihtelee voimakkaasti kivisyydestä, kannoista ja kuljettajan ammattitaidosta riippuen. Tulevaisuudessa varmasti pyritään koneisiin, jotka voisivat työskennellä pidempiä aikoja ilman taimikasettien täyttöä. Juuri kasettien täyttö vie nykyään turhan paljon aikaa ja heikentää tehokkuutta.

8.3 Johtopäätökset

Turvemaiden miestyöistutusta ja turvemaiden koneistutusta vertailtaessa ei löytynyt kovin suuria eroja. Suurimmat poikkeamat löytyivät taimen tiivistämisestä ja asennosta. Taimen tiivistäminen näyttäisi olevan heikompaan koneella (Kuvio 10.) Miestyössä taimi jää tulosten perusteella useammin vinoon kuin koneella (Kuvio 9.) Taimien pituus oli samaa tasoa, mutta koneistutettujen turvemaiden taimet kasvoivat paremmin kesällä 2011. Tämä voisi johtua istutussyvyydestä, koska molemmat kesät olivat poikkeuksellisen kuivia ja kuumia. Oletuksena olisi että syvemmälle istutettu taimi ei kärsisi vedenpuutteesta.

Koneistutuksia vertailtaessa keskenään merkittävät erot syntyvät vain pensastumisessa ja tiivistämisessä. Turpeen tiivistämisongelmat havaittiin jo aiemmin ja kivennäismaalla suurempia ongelmia tiivistämisen kanssa ei havaittu. Suurempi pensastuneiden taimien osuus turvemaidella johtuu luultavasti hallasta, joka on aiheuttanut latvasilmujen kuolemista. Tällöin syntyy usein useampia kilpalatvoja.

Vuoden 2010 kasvu oli heikointa koneistutetuilla turvemaidella, mutta seuraavana kesänä ne kasvoivat parhaiten. Koneistutus näyttäisi toimivan yhtä hyvin kuin

miestyöistutus ja joillain osa-alueilla tulokset ovat parempia. Suurin ero löytyi taimien tiivistämisestä. Koneistutuksen suurin ongelma turvemaidella näyttäisi olevan paakun peittäminen. Kone kyllä tiivistää turpeen, mutta kuiva turve ilmeisesti vetäytyy takaisin, jolloin paakku jää näkyviin. Koneistutuksessa turvemaidella taimen tiivistäminen voi olla haasteellista.

Tässä täytyy kuitenkin muistaa virhelähteiden vaikutus. Vasta analysointivaiheessa selvisi, että käytössä on ollut 2 eri taimilajia. Tämäkin varmasti vaikuttaa tuloksiin jollakin tavalla. Koneistutus näyttäisi onnistuvan myös turvemaidella. Koneistutuksessa käytetään laikkumätästystä muokkausmenetelmänä. Muutamissa eri lähteissä on mainittu laikkumätästysten sopivan heikosti turvemaiden uudistamiseen. Koneistutukset jatkuivat pitkin kasvukautta ja tämäkin vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin.

Tukkimiehentäin tuhojen vähäinen määrä oli suurin yllätys maastomittauksissa. Tukkimiehentäituhoja löytyi hyvin vähän ja ne kaikki olivat turvemaidella, joten tässä mielessä alkuolettamus pitää paikkansa. Turvemaiden mättäät ovat tummapintaisia ja niiden oletettiin olevan alttiimpia tukkimiehentäin tuhoille. Tuhoja ylipäättään oli enemmän miestyönä istutetuilla turvemaidella kuin koneellisesti istutetuilla turvemaidella. Syy tähän ei selvinnyt. Kyseessä voi olla puhdas sattuma.

Kokonaisuutena voidaan todeta että koneistutus on kilpailukykyinen vaihtoehto miestyöistutukselle turvemaidella. Aihealue tarvitsee kuitenkin lisätutkimusta. Tulevaisuudessa koneistutus tulee siirtymään jossain määrin myös yksityismaille. Tosin tehokkaaseen toimintaan tarvitaan suuria pinta-aloja.

8.4 Aikaisemmat tutkimukset

Aikaisemmissa tutkimuksissa on turvemaiden istutusaloilta löytynyt huomattavan suuria tukkimiehentäin tuhoja. Joillakin uudistusaloilla jopa 50 % taimista oli kuollut tai heikentynyt tukkimiehentäin syönnin seurauksena. Tuhojen esiintymiseen vaikuttaa mm. maanmuokkauksen onnistuminen, taimien

koko, uudistusalan sijainti. Yksi tärkeä tekijä on myös lähialueiden hakkuut. Tukkimiehentäi on voinut lisääntyä läheisellä uudistusallalla aikaisempina kesinä. Sen on helppo löytää tuoreelle hakkuualalle, jos välimatkaa ei ole paljon. Läheisten hakkuualojen suuret tukkimiehentäituhot tulisikin ottaa huomioon uudistamista suunnitellessa, jos se vain on mahdollista. Tämän tutkimuksen yhteydessä mitatuilla alueilla tuhojen määrä oli hyvin vähäinen.

Metsäntutkimuslaitos on tutkinut Nurmeksen alueella toteutettuja vuoden 2010 koneistutuksia. Uudistusalat mitattiin syksyllä 2010. Kyseessä on toistaiseksi julkaisematon tutkimus. Kohteet sijaitsivat pääosin kangasmailla, mutta muutamia uudistusaloja oli myös turvemailla. Tutkimuksissa havaittiin että suurinta kuolleisuus oli kesä- ja heinäkuun aikana istutetuilla uudistusaloilla. Tuhoriskin todettiin olevan yhteydessä uudistusalan kivisyyden kanssa. Kivisyyden lisääntyessä istutuksen laatu voi heikentyä, ja tämän takia kuolleisuus saattaa nousta.

Omassa tutkimuksessa havaitut tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot olivat turvemailla. Monissa tutkimuksissa aikaisemmin on todettu tukkimiehentäin välttävän paljasta kivennäismaata liikkeessään. Toisaalta myös osa turvemaiden mättäistä on kivennäismaapintaisia, koska turvekerros on usein ohut. Kun taimi istutetaan mättääseen, tukkimiehentäin liikkuminen on huomattavasti hankalampaa, koska sen vaikeampi kiivetä mättään päälle. Vaikka tukkimiehentäillä onkin siivet, se liikkuu uudistusallalla yleensä maata pitkin.

Taimen asennon vaikutusta puun tulevaan laatuun on tutkittu esimerkiksi Ruotsissa. Mats Warensjö ja Göran Rune ovat tutkineet vinoon istutettujen taimien myöhempää laatua vuonna 2004 valmistuneessa tutkimuksessa. Tosin tässä tapauksessa puulaji oli mänty. Tutkitut istutusalueet olivat vuonna 1979 istutettuja. Alueet sijaitsivat Keski-Ruotsissa.

Tulosten mukaan kallistuman ollessa vähäinen, taimi pystyy suoristamaan itsensä ajan myötä suhteellisen helposti. Toisaalta jos taimen kallistuma on enemmän kuin 45°, taimi ei kykene täysin suoristamaan runkooaan. Tutkimuksessa on todettu, että taimet kykenevät lähes aina korjaamaan

istutuksessa tapahtunutta virhettä. Omassa tutkimuksessani havaitut pienet kallistumat eivät siis olisi merkityksellisiä myöhemmälle puutavaran laadulle. Oletuksena on että myös kuusi pystyy suoristamaan runkonsa, aivan kuten mäntykin.

LÄHTEET

Ilmatieteen laitos. 2010. Ilmastokatsaus.

Kainulainen, T. 2011. Opinnäytetyö. Laikku- ja kääntömätästyksen vaikutus kuusen alkukehitykseen.
<https://publications.theseus.fi/handle/10024/27976>

Kurkela, T. 1999. Kauhajoen metsien ja soiden kirja. Sienet ja sienitaudit.
<http://kauhajokinyt.fi/metsiensoidenkirja/pilkotut/179-183.pdf>
21.9.2011

Luoranen, J., Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas.
Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

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
<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf45/sf453341.pdf> 26.11.2011

Metsähallitus. 2008. Itä-Suomen luonnonvarasuunnitelma.
http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Luonnonvarat/Suunnittelutapa/Luonnonvarasuunnittelu/ItaSuomi/Documents/890384_taitto_net.tif
29.11.2011

Metsäntutkimuslaitos. 2010. Metinfo.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/castsp-n.htm
13.11.2011

Metsäntutkimuslaitos. 2009. A techno-economic evaluation of Bracke and M-Planter tree planting device.
<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf43/sf434659.pdf> 19.9.2011

Metsäntutkimuslaitos. 2008. Metsävarat metsäkeskuksittain ja suuralueittain - VMI9-VMI11:n tuloksia.
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/vmi-metsavarat.htm>
21.9.2011

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2007. Turvemaiden metsien käsittely ja hoito.
http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/Taustaraportti_lopullinen.pdf 19.9.2011

- Mälkönen, E. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti
- Nordlander, G. Hellqvist, C. Johansson, C. Nordenheim, H. 2011. Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine Weevil *Hylobius Abietis* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112711005251> 17.10.2011
- Peterson, M. 2005. Snytbagge. <http://www-gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/Snytbagge,%20Magnus%20Pettersson.pdf> 24.11.2011
- Päivänen, J. 2007. Suot ja suometsät- järkevän käytön perusteet. Hämeenlinna: Karisto.
- Rantala, J. Taimiuutiset 2 / 2010. Istutuksen koneellistaminen edellyttää logistiikan kehittämistä. <http://www.metla.fi/taimiuutiset/2010/taimi-2-10.pdf> 28.11.2011
- Rune, G. 2003. Doctoral thesis. Sveriges lantbruksuniversitet. Instability on plantations of container-grown Scots pine and consequences of stem form and wood properties. <http://pub.epsilon.slu.se/344/> 22.11.2011
- Saarinen, M. 2002. Metsänuudistamisen tutkimukselle uusia haasteita ojitusalueilla. http://www.metla.fi/hanke/3341/saarinen_raportti.pdf 2.12.2011
- Saksa, T. 2011. Kuusen istutustaimien menestyminen ja tukkimiehentäin tuhot eri tavoin muokatuilla uudistusaloilla. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff112091.pdf> 12.12.2011
- Warensjö, M. & Rune, G. 2004. Stem Straightness and Compression Wood in a 22-Year-Old Stand of Container-Grown Scots Pine Trees. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf38/sf382143.pdf> 28.11.2011
- Örlander, G & Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14:341–35

LIITTEET

Muuttujat 2011.

Muokkausmenetelmä

1: Koneistutus 2: Naveromätästys / Ojitusmätästys

Muuttujien selitykset

Koeala Koealan säde on 3.99 m. Koealaan luetaan vain sisäpuolella olevat taimet ja muokkausjäljet. Rajalla olevat tyhjät mättäät otetaan huomioon, jos muokkausjäljen paras istutuskohta on koealan sisällä.

Taimi numero

Muokkausjälki Joko mätäs tai laikku

Muokkausjäljen tyyppi

Päätyyppi 1 Mätäs 2 Laikku 3 Muokkaamaton

Alatyyppi (arvioidaan pintakerroksen mukaan)

- 1 Yhtenäinen kivennäismaakerros
- 2 Humusta kivennäismaan seassa
- 3 Pääosin turvetta ja humusta ja sisältää vähän kivennäismaata
- 4 Turvetta ja humusta, mutta ei sisällä kivennäismaata
- 5 Pinta muodostuu oksista ja humuksesta

Istutuskelpoisuus 0 Hyvä 1 Tyydyttävä 2 Heikko

Muokkausjäljen sijainti 0 Normaali 1 Pintakivet/kallio heikentää

2 Kanto, maapuu tai hakkuutähde heikentää

3 Märkä painanne heikentää

Taimen pituus (cm) Istutustaimen näkyvän osan pituus. Pyöristys lähimpään täyteen senttiin.

Taimen kasvu (cm) Kasvukausina 2010 ja 2011

Taimen asento 0 Suorassa (0–15 astetta) 2 46–90 astetta 3 Paakku makaa maassa

Istutuskuopan laatu 0 Paakun yläpinta peitossa 3 Yläpinta osittain peitossa
2 Paakun yläpinta paljaana

Lähin etäisyys humukseen (cm)

Pensastuminen (viimeisen vuoden kasvu)

1 Normaali, yksi latva 2 2-latvainen
3 3 tai useampi latva

Kuntoluokka

3 Hyvä 2 Heikko 1 Kituva 0 Kuollut

Syy kuntoluokan alenemiseen

1=Halla 2=Kuivuus 3=Märkyys 4=Hyönteistuho

6=Nisäkäs 7=Sienituho 8=Kasvillisuus

9=Rouste 10=Istutusvirhe 13=Tunnistamaton

