

Tommi Kainulainen

LAIKKU- JA
KÄÄNTÖMÄTÄSTYKSEN VAIKUTUS
KUUSEN ALKUKEHITYKSEEN

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma


Toukokuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 4.5.2011				
Tekijä Tommi Kainulainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous				
Nimeke Laikku- ja kääntömätästyksen vaikutus kuusen alkukehitykseen.					
Tiivistelmä <p>Maanmuokkaus on välttämätön toimenpide metsää uudistettaessa, sillä se helpottaa istutusta ja auttaa taimia hyvään kasvuun. Työn tavoitteena oli selvittää muokkausmenetelmän vaikutuksia uudistamisen onnistumiseen ja taimien alkukehitykseen. Tutkimuksessa selvitettiin laikku- ja kääntömätästyksen vaikutuksia taimien alkukehitykseen. Laikkumätästyksestä on tehty useita tutkimuksia, mutta kääntömätästyksestä tutkimustuloksia on vain vähän, koska kääntömätästys on melko uusi muokkausmenetelmä.</p> <p>Tutkimukseen kuului kaksi koealuetta Pieksämäellä Tulilammella ja Nenonpellolla, jotka laikku- ja kääntömätästettiin vuonna 2005 ja istutettiin 2006. Maastomittaukset suoritettiin syksyllä 2007 ja keväällä 2009. Työ tehtiin toimeksiantona Metsäntutkimuslaitokselle.</p> <p>Taimista tarkasteltiin niiden pituutta, kasvua, kuntoa ja pensastumista. Lisäksi istutuspaikkojen muokkaus- ja istutusjäljen laatu arvioitiin. Jokaiselta koealalta halkaistiin myös yksi mätäs, josta määriteltiin mm. taimen istutussyvyys.</p> <p>Kääntömätästys antoi paremmat tulokset taimien kasvuissa, pituuksissa, kuntoluokissa ja pensastumisissa Nenonpellon koealueella. Tulilammen koealueella laikkumätästetyt taimet sen sijaan saivat kääntömätästettyjä taimia paremmat tulokset pituuksissa ja kasvuissa. Maanmuokkaus ja istutustyöt tehtiin huolellisesti, siksi istutuspaikan laatu oli hyvä.</p> <p>Kääntömätästettyjen mättäiden mataluus voi olla yksi selittävä tekijä taimien hyvälle kunnolle. Taimi kasvaa laikkumättäällä korkeammalla ja osaksi siksi se altistuu keväisin herkemmin ahavalle.</p> <p>Tällä tutkimuksella ei voida osoittaa kummankaan maanmuokkausmenetelmän paremmuutta. Muutaman vuoden koe ei selvitä taimien tulevaisuuden menestymisestä paljoa. Tutkimus vaatisi lisäkokeita, jolloin varsinkin taimien elinvoimaisuus saataisiin todettua jatkossa.</p>					
Asiasanat (avainsanat) Kuusi, maanmuokkaus, muokkausjälki, laikkumätästys, kääntömätästys, istutus, kasvupaikat					
Sivumäärä 27 s. + liitteet 4 s.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td>NBN:fi:mamk-opinn201130831</td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	NBN:fi:mamk-opinn201130831
Kieli	URN				
Suomi	NBN:fi:mamk-opinn201130831				
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Pasi Pakkala	Opinnäytetyön toimeksiantaja Metsäntutkimuslaitos				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 4 May 2011
Author Tommi Kainulainen	Degree programme and option Degree Programme in Forestry Forestry	
Name of the bachelor's thesis Effect of Spot Mounding and Reversal Mounding on the Early Stages of Development of Picea Abies Seedlings		
Abstract <p>Soil preparation is an essential part of forest regeneration, because it facilitates the planting of seedlings and helps them to grow well. The aim of this thesis was to see what kind of effect soil preparation had to early development of seedlings and in general to forest regeneration. The main target of this research was to solve the effect of spot mounding and reversal mounding on the early development of seedlings. There is much research on spot mounding but only some about reversal mounding. This is because it is a fairly new method.</p> <p>There were two test grounds in Pieksämäki: Tulilampi and Nenonpelto, which were spot mounded and reversal mounded in 2005 and then planted in 2006. The test site was inventoried in the autumn 2007 and the second time spring 2009. This work was commissioned by the Finnish Forest Research Institute.</p> <p>The seedlings were examined by their length, growth, condition and tillering. In addition the quality of the cultivation spot and plantation spot were evaluated. Also one tussock was split from each experimental plot and for example planting depth of the seedling was measured.</p> <p>In Nenonpelto reversal mounding gave better results in growth, length, condition category and tillering. On the other hand in Tulilampi area spot mounding gave better results in growth and length. Soil preparation and planting were made carefully, and that is why the quality of the planting spot was good.</p> <p>Flattness of the tussocks in reversial mounded seedlings might be one explanatory factor to the good condition of the seedlings. A spot mounded seedling grows higher from the ground and partly that is why it can weather-beaten more easily than reversal mounded seedlings.</p> <p>Based on this study you can not say that either method of soil preparation was better than the other. A longer experiment period is required to show the difference between the methods of soil preparations.</p>		
Subject headings, (keywords) Picea abies, spot mounding, reversal mounding, soil preparation, tussock		
Pages 27 p. + app 4 p.	Language Finnish	URN NBN:fi:mamk-opinn201130831
Remarks, notes on appendices 		
Tutor Pasi Pakkala	Bachelor's thesis assigned by Finnish Forest Research Institute	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1	JOHDANTO	1
2	KUUSEN PAAKKUTAIMI UUDISTAMISESSA	2
2.1	Maaperä	2
2.1.1	Maaperän viljavuus ja maalaji	2
2.1.2	Vesitalous.....	3
2.1.3	Ilmavuus ja maan lämpötila	4
2.2	Taimimateriaali.....	5
2.2.1	Paakkutaimi.....	5
2.2.2	Taimen elinvoimaisuus	6
2.2.3	Juurten kasvu	6
2.3	Uudistusalan olosuhteet.....	7
2.3.1	Säteilyolot ja pienilmasto.....	7
2.3.2	Pintakasvillisuus	8
2.3.3	Tuhot	8
2.4	Maanmuokkaus.....	10
2.4.1	Valintaan vaikuttavat tekijät	10
2.4.2	Maanmuokkauksen tavoitteet	11
2.4.3	Laikkumätästys	12
2.4.4	Kääntömätästys	13
3	TUTKIMUSAINEISTO JA- MENETELMÄT.....	14
3.1	Koealatiedot.....	14
3.2	Maastomittaukset.....	17
4	TULOKSET	18
4.1	Taimien vuosittainen kasvu	18
4.2	Kokonaiskasvu.....	19
4.3	Pensastuminen	20
4.4	Taimen kunto, asento ja istutuskuopan laatu	21
4.5	Taimien etäisyys humukseen	22
4.6	Mättään laatu ja taimen istutussyvyys	22

5	POHDINTA	23
5.1	Tutkimuksen luotettavuus.....	23
5.2	Taimien kehitys ja mättäiden ominaisuudet	24
5.3	Johtopäätöksiä.....	25
	LÄHTEET	26
	LIITTEET.....	27

1 JOHDANTO

Kuusen uudistamisen onnistumisessa ratkaisevana tekijänä on maanmuokkaus. Hyvänä metsänhoitona suositellaan vain sellaisia menetelmiä, joilla on käytännön ja tutkimusten mukaan saatu hyviä tuloksia. Kuuselle paras tulos saadaan mätästämällä. Mätäs voi olla laikku-, kääntö- tai ojamätäs ja tässä työssä tarkastellaan vain kahta ensimmäistä. Kokemukset kääntömätäistä ovat vähäisiä, eikä niiden soveltuvuutta erilaisille kasvupaikoille tunneta vielä hyvin. (Luoranen & Kiljunen 2006, 29.) Laikkumätästys tiedetään hyväksi muokkausmenetelmäksi, mutta myös kääntömätästyksestä on saatu hyviä tuloksia (Heiskanen & Rantala 2003).

Kaksi koealuetta jaettiin neljään lohkokon, joihin arvottiin laikku- ja kääntömätästys. Alueet istutettiin pottiputkella vuonna 2006 ja inventointiin vuosina 2007 ja 2009. Jokaiseen muokkausmenetelmään perustettiin kaksi ympyräkoelaa. Kaikki taimet olivat istutettaessa kaksivuotiaita. Taimista mitattiin pituuskehitystä, kunto ja pensastumista. Myös muokkausjälki arvioitiin. Molemmat koealueet sijaitsevat Pieksämäellä.

Tavoitteena oli selvittää, kummalla muokkausmenetelmällä saadaan parempi tulos metsänuudistamiselle. Onnistunut maanmuokkaus turvaa taimen alkukehityksen. Maan läpäisevyys, ilmavuus, routivuus, lämpösumma ja ravinteet ovat taimien kasvun avaintekijät. Niillä on merkitystä taimikon varhaiskehitykselle ja tuhojen kestävyydelle. (Hartikainen ym. 2003, 10.)

Tämä opinnäytetyö tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimintayksikön toimeksiantona.

2 KUUSEN PAAKKUTAIMI UUDISTAMISESSA

2.1 Maaperä

2.1.1 Maaperän viljavuus ja maalaji

Puulajin menestymiseen vaikuttavat kasvupaikan ominaisuudet, joista tärkeimmät ovat viljavuus ja maalaji (Hartikainen 2003, 5). Metsämaan viljavuudella tarkoitetaan maaperätekiöistä johtuvaa puuntuotoskykyä. Maaperä voi tarjota puustolle suotuisat kasvuedellytykset, vaikkei kasvupaikan puuntuotoskyky epäedullisen ilmaston vuoksi olisikaan hyvä. (Mälkönen 2003, 141.) Kuusi menestyy parhaiten viljavilla kasvupaikoilla, joita ovat tuoreet ja lehtomaiset kankaat sekä vastaavan ravinteisuustason turvemaat (Luoranen & Kiljunen 2006, 14).

Taimet tarvitsevat kasvaakseen ravinteita. Taimille käyttökelpoisia ravinteita on kangasmailla eniten humuskerroksessa ja aivan kivennäismaakerroksen pintaosassa. (Luoranen ym. 2007, 22.) Maan viljavuus alenee selvästi, kun juuristolle käyttökelpoisen maakerroksen tilavuus pienenee esimerkiksi kallion läheisyyden, kivisyyden lisääntymisen tai hapettoman pohjaveden esiintymisen vuoksi. Kivisyyden vaikutus viljavuuteen on karuilla mailla ilmeisesti suurempi kuin viljavilla. (Mälkönen 2003, 144.)

Kuuselle soveliaita maita ovat maalajiltaan keskikarkeat ja hienot tuoreet kankaat sekä kaikki lehtomaiset kankaat ja lehdot. Tuoreen ja lehtomaisen kankaan hienojakoisimmat maat soveltuvat vain kuuselle. (Hartikainen ym. 2003, 5.) Kangasmaistamme noin 80 % on moreeneja, joiden maa-aineksissa on kaikkia raekokoja sekaisin. Tämän vuoksi moreenimailla saattaa esiintyä monenlaisia metsätyyppejä, vaikka vallitseva maalajite on sama. Lajittuneilla mailla metsätyypin riippuvuus maalajista on yleensä voimakkaampi kuin moreenimailla. Mitä enemmän maassa on vettä ja ravinteita pidättäviä hienoja lajitteita, sitä viljavampaa maa yleensä on. Korkea savi- ja hiesulajitteiden osuus kuitenkin heikentää maan ilmavuutta ja saattaa alentaa viljavuutta. (Mälkönen 2003, 142.)

2.1.2 Vesitalous

Taimettuminen edellyttää sopivia lämpöoloja siementen itämiselle ja siementen sekä sirkkataimen riittävää vedensaantia, joten maan vesi- ja lämpöolot ovat taimettumisen avaintekijöitä. Lisäksi pintakasvillisuudesta ja juuristokilpailusta ei saa aiheutua haittaa. Pitempiaikainen puuntuotoskyvyn paraneminen riippuu ensisijaisesti maaperän vesiolosta ja ravinteiden vapautumisesta puuston käyttöön. (Mälkönen 2003, 161.)

Maan vesitalous riippuu maan vedenpidätyskyvystä sekä vallitsevista olosuhteista, kuten ilmastosta, maan pinnan muodoista ja pohjaveden pinnasta. Vedenpidätyskyky riippuu ennen kaikkea maan raakoosta. (Luoranen & Kiljunen 2006, 14.) Moreenimaat sisältävät yleensä vedenpidätyskyvyn kannalta riittävästi hienoja aineksia ja ovat siten vesiolojensa puolesta metsän kasvatukselle suotuisia (Mälkönen 2003, 61).

Kasvupaikan vesitalous ei määräydy pelkästään maan raakoon perusteella, vaan siihen vaikuttavat useat seikat. Pintamaa voi olla kuiva ennen päätehakkuuta, mutta hieman syvemmällä voi olla runsaasti hienoja, vettä pidättäviä maalajeja. Hakkuun jälkeen isojen puiden aiemmin haihduttama vesimäärä jää maahan, joten tietyillä kohteilla tulee vesitalous hoitaa kuntoon ennen istuttamista. Märkyysongelmia esiintyy varsinkin tasaisilla alueilla, kun keväisin lumen sulamisvedet kertyvät hienojakoisen maakerroksen päälle (kuva 1). Rinnemailla vesitalousongelmia ei yleensä esiinny. (Luoranen & Kiljunen 2006, 15.)



KUVA 1. Syksyllä laikut keräävät vettä.

2.1.3 Ilmavuus ja maan lämpötila

Maan ilmanvaihto riippuu ennen kaikkea ilmalla täyttyneen huokostilan osuudesta (Mälkönen 2003, 61). Maan huokostila on vaihtelevassa määrin veden ja ilman täyttämä (Mälkönen 2003, 46). Tiiviissä maassa on pieni huokostila. Lisäksi huokokset ovat pieniä ja heikosti ilmaa johtavia, jolloin juuriston hapen saanti on huonoa. Tiivis maa lämpenee kuohkeaa maata hitaammin. Hyvin tiivis kivennäismaa estää myös mekaanisesti juuriston kasvua heikentäen taimien ankkuroitumista maahan. (Luoranen ym. 2007, 21.)

Taimen menestymiseen liittyy usein myös kylmyys. Juurten kasvun alkaminen edellyttää lähes $+10^{\circ}\text{C}$:n lämpötilaa, joka routaisen talven jälkeen saatetaan ylittää Etelä-Suomessakin vasta toukokuun loppupuolella. Kylminä keväänä istutusta kannattaa yrittää siirtää myöhemmäksi. (Rikala 2002, 60.) Suomessa kangasmetsien rajoittavin tekijä on alhainen lämpötila. Lämpimämmän ilmaston johdosta etelässä juuristokerroksen on paksumpi kuin pohjoisessa. (Mälkönen 2003, 148.)

2.2 Taimimateriaali

2.2.1 Paakkutaimi

Taimia tilattaessa on tärkeintä kiinnittää huomiota siihen, että taimet ovat alkuperältään, taimilajiltaan ja kehitysvaiheeltaan istutuskohteelle ja istutusajankohtaan sopivia (Luoranen & Kiljunen 2006, 41).

Paakkutaimet kestävät kuivuutta paljasjuurisia taimia paremmin. Tanakoilla, lyhyehköillä, hyvin puutuneilla ja hyvän juuriston omaavilla paakkutaimilla on parempi kuivuudenkesto kuin pitkillä, heinämäisillä taimilla. (Rikala 2002, 60.) Juurten suojana olevan turvepaakun vesivarasto on hyvin kasteltunakin suhteellisen pieni ja se tyhjenee varsin nopeasti istutuksen jälkeen ympäröivään maahan, etenkin hienojakoisessa maassa. (Helenius ym. 2001, 32.)

Hallanaroille kohteille kannattaa valita pakkasvarastoituja, lepotilassa olevia taimia ja istuttaa ne vasta kesäkuun alussa, jolloin hallanriski alkaa pienentyä. Kesä- ja syyistuksessa kannattaa käyttää hallankestäviä lyhytpäiväkäsiteltyjä kuusen taimia. (Rikala 2002, 62.)

Taimilajivalinnalla voidaan vaikuttaa tuhoriskiin. Kookkaat ja suuriläpimittaiset taimet kestävät tukkimiehintäin syöntiä selvästi pieniä taimia paremmin. Tukkimiehintäin aiheuttama taimikuolleisuus tosin näyttää vähenevän selvästi vasta kun taimien ikä on kolme vuotta ja läpimitta ylittää 7 mm. Käytännössä on kuitenkin havaittu, että jo kaksivuotiset kuusen paakkutaimet kärsivät selvästi pieniä yksivuotisia vähemmän tukkimiehintäin tuhoista. (Rikala 2002, 64.)

Kotimaisessa inventoinnissa on todettu kuusitaimikoiden pituuskasvun kokonaisvaihteluista suurimman osan (>60 %) johtuvan taimikon sisällä yksittäisen taimen ja sen istutuskohdan ominaisuuksista, kuten ravinteisuus, vesiolot, tuhot yms. Lopun selitti vuosi- ja kasvupaikkatekijöiden vaihtelut. (Heiskanen 2005, 5.)

2.2.2 Taimen elinvoimaisuus

Taimen verson tulee olla suora, vailla lenkoutta ja voimakkaita tyvimutkia. Verson on oltava yksilatvainen. Kilpalatvat voivat muodostaa poikaoksia ja hidastaa pituuskehitystä. Taimitarhalla hyönteiset ja halla voivat aiheuttaa silmuhäiriöitä, monilatvaisuutta tai pensastumista. Lievät viat eivät kuitenkaan yleensä vaikuta taimen kehittymiseen, mutta voimakkaana esiintyessään pituuskehitys hidastuu alkuvuonna.

Terveet havupuuntaimien neulaset ovat lepotilassa tasaisen vihreitä ja lujasti rankaan kiinnittyneitä. Kellertävyys neulasten värissä kertoo usein maaperän alhaisesta typpi- tai rautapitoisuudesta. Myös muiden ravinteiden puutokset tai yliannostukset voivat aiheuttaa samantyyppisiä oireita taimessa.

Ravinnehäiriöiden lisäksi värivikoja voivat aiheuttaa myös esimerkiksi voimakas muutos säteilytilanteessa, pakkanen, veden puute tai liika vesi sekä eräät tuholaiset, kuten punkki ja juurilahosieni. Olipa neulasten värin muutoksen syy mikä tahansa niin se kertoo yleensä vauriosta neulasten rakenteessa. Kylmien öiden seurauksena syksyllä taimien latvoissa esiintyy viininpunaista väriä. Tämän värimuutoksen ei ole havaittu vaikuttavan taimien laatuun. (Rikala 2002, 27-30.)

Suuren taimen etuja on suurempi neulasmassa ja yhteyttämisalaa, koska suuri taimi on pienempiä taimia vahvempi muuta kasvillisuutta vastaan uudistusalalla. Suuri taimi kestää pieniä paremmin myös erilaiset tuhot, esimerkiksi hallan tai hyönteiset. Yksittäisen taimen pituuden mittaaminen laatua kuvaavana tunnuksena ei ole aina luotettava, sillä pitkä ja hento taimi voi olla lyhyempää ja tanakampaa tainta heikompi. Käyttökelpoisuus paranee, kun pituustieto yhdistetään taimen läpimittaan ja yleiseen rakenteeseen. Parhaana taimen rakennetunnuksena pidetään läpimittaa. Läpimitta kuvaa välillisesti taimen kestävyttä ja juuriston kokoa. Paakkutaimilla läpimitan on havaittu ennustavan taimien istutuksen jälkeistä kasvua. (Rikala 2002, 34.)

2.2.3 Juurten kasvu

Terve, rakenteeltaan tasapainoinen, tuuhea juuristo pystyy oikein istutettuna turvaamaan parhaiten taimen veden ja ravinteiden saannin. Puun kasvaessa taimi ankkuroi-

tuu täten vahvasti maahan. Paakkutaimella on olennaista, että juuristo ei ole kiertynyt tai muuten epämuodostunut. Liian pitkä kasvatusaika paakun kokoon nähden heikentää taimien menestymistä istutuksen jälkeen.

Paakkutaimilla juuripaakun eheys on tärkeää. Juuripaakku voi rikkoutua, jos juuret eivät ole kasvatuksen aikana ehtineet sitoa turvetta tarpeeksi syvältä. Huonosti kehittyneen tai rikkoutuneen juuriston veden ja ravinteiden ottokyky on huono.

Paakkutaimen juuristoa uhkaavat paitsi juuristotaudit myös syksyn ja talvenaikaiset paleltumisvauriot, jos taimia on varastoitu ulkona ja siksi erityisesti paakkutaimien juurten terveys on syytä tarkastaa. Varsinkin varhaiset syyspakkaset ennen lumen samentamista saattavat vaurioittaa juuristoja. Paakkutaimen täytyy ensin kasvattaa uudet juuret paakusta ulos istutusmaahan ennen kuin vedensaanti on turvattu. Suurimpana juurten kasvua rajoittavana tekijänä pidetään paakun ja istutusmaan rajapintaa, eikä niinkään paakussa olevien juurien määrää. (Rikala 2002, 41 - 44.)

Kuusen pinnallinen juuristo kasvaa pääosin humuskerroksessa ja maanpinnan lähellä kivennäismaassa. Tämän takia kuusi kestää huonosti kuivuutta. Maaperän on oltava riittävän kostea, mutta kuitenkin ilmava. (Luoranen 2006, 14.)

2.3 Uudistusalan olosuhteet

2.3.1 Säteilyolot ja pienilmasto

Maan lämpeneminen riippuu maalajista, maan kosteudesta ja ilmapuudesta. Keväällä ja alkukesällä, kun valoisa aika on pitkä ja auringon säteily voimakasta, hiekka lämpeene nopeammin ja lämpö johtuu siinä syvemmälle kuin hienojakoisemmilla lajitteilla. Kuivan maan lämpökapasiteetti on alhaisempi kuin kostean maan, minkä seurauksena kostea maa lämpee hitaammin, mutta vastaavasti myös viilenee hitaammin. Säteily- ja lämpöolot muuttuvat äärevämmiksi päätehakkuun jälkeen. Uudistusosalalla säteilyä pääsee maanpinnalle asti enemmän. Lämpötila maassa seuraa ilman lämpötilaa etenkin, kun maan pintaa on rikottu. (Luoranen 2006, 16.)

2.3.2 Pintakasvillisuus

Viljavalla uudistusalalla syntyy usein rehevä pintakasvillisuus, joka aiheuttaa taimikossa epätasaista kehittymistä ja aukkoisuutta (Heiskanen 2005, 4). Muokkaus ja metsänviljely on tehtävä nopeasti hakkuun jälkeen, muuten pintakasvillisuus rehevöityy jo ennen istutusta (Riikilä 2007, 12). Pintakasvillisuus häiritsee taimen kasvua kahdella eri tavalla. Se kilpailee taimien kanssa kasvutilasta, valosta, ravinteista ja vedestä, mikä näkyy taimien pituuden ja erityisesti taimen läpimitassa. Pintakasvillisuus voi aiheuttaa myös taimille mekaanisia vaurioita. (Luoranen & Kiljunen 2006, 77.)

Pintakasvillisuus saattaa tukehduttaa taimet alleen tai vaurioittaa niitä mekaanisesti kaatuessaan taimien päälle. (Luoranen ym. 2007, 22.) Maanalainen kilpailu, joka käydään lähinnä typestä ja vedestä, on ilmeisesti kovempaa kuin maanpäällinen valokilpailu. Maanmuokkaus ja kemiallinen heinäntorjunta ovat istutusta edeltävät keinot vähentää pintakasvillisuuden kilpailua. (Rikala 2002, 62.)

Päätehakkuuun jälkeen taimille käyttökelpoisten ravinteiden määrä uudistusalalla lisääntyy, kun puuston ravinteidenotto on vähäistä ja hakkuusta häiriintynyt muu kasvillisuus ei sido hakkuutähteistä vähitellen vapautuvia ravinteita. (Luoranen ym. 2007, 22.)

2.3.3 Tuhot

Halloja esiintyy keväällä toukokuussa ja kesäkuun alkuvuikoilla sekä syksyllä yleensä elokuun puolivälistä eteenpäin. Alhaisimmat lämpötilat esiintyvät alavissa maastokohdissa, kuten laaksoissa ja supissa, mutta myös kuivien kankaiden laakeissa painanteissa. Kasvussa olevat taimet vaurioituvat jo $-3 - -5$ °C:n lämpötilassa. Kuusentaimen uudet kasvut ovat herkkiä paleltumaan. (Rikala 2002, 62.)

Kevätahava vahingoittaa erityisesti kuusen taimia. Taimi kärsii, kun auringonpaisteelta suojaava lumi sulaa, mutta maa on yhä jäässä, eikä juuristo kykene korvaamaan neulasista haihtuvaa vettä. (Rikala 2002, 31.) Tyypillisesti ahavaa esiintyy hienojakoisilla, voimakkaasti routivilla mailla, joilla on niukalti tai ei ollenkaan lunta. Kanada-

laisten tutkimusten mukaan lyhyehköt, mutta suuriläpimittaiset taimet kestävät ahavaa paremmin kuin pitkät taimet. (Rikala 2002, 62.)

Rousteella tarkoitetaan keväisin ja syksyisin esiintyvää yön ja päivän lämpötilanvaihtelusta johtuvaa maanpinnan liikkumista, minkä aiheuttaa maan jäätyminen ja sulaminen. Roustetuhot ovat tyypillisiä hiesu- ja savilajitteita sisältävillä mailla, joilla rouste katkoo taimien juuria ja nostaa taimia maasta. Juurtumattomat pienet paakkutaimet ovat erityisen alttiita roustetuhoille. Tästä syystä paakkutaimia ei kannata istuttaa loppukesällä tai syksyllä rousteherkille istutusaloille. Istuttamalla paakkutaimet normaalia syvempään voidaan roustevaurioita lieventää. (Rikala 2002, 61.)

Tukkimiehentäi on Suomen eteläosissa suurin yksittäinen tuhonaiheuttaja istutus- taimikoissa. Tukkimiehentäituhot ovat pahimmat hakkuun jälkeisenä vuonna, mutta ne voivat jatkua 2-3 vuotta hakkuusta. Istuttamisen lykkääminen muutamalla vuodella vähentää tuhoja, edellyttäen ettei läheisyydessä ole uusia aukkoja. (Rikala 2002, 63.) Mättäessä kivennäismaakerroksen on oltava vähintään 2 cm paksu ja riittävän leveä vähentääkseen tehokkaasti tukkimiehentäin syöntiriskiä (Luoranen & Nuutinen 2006, 33).

Halla ja ahava voivat olla paikoittain eniten kuusen kasvua ja uudistamistulosta rajoittavien tekijä. Eräässä Suomenjoella tehdyssä (Timo Saksa, julkaisematon aineisto) kuusen viljelykokeessa suurimmat kuolleisuutta (yht. 17,7 %) aiheuttavat tuhot olivat 9 vuoden kuluttua istutuksesta halla (3,7 %), pintakasvillisuus (3,0 %) ja hyönteiset (2,5 %). Eniten kuitenkin oli tunnistamattomia tuhoja, ehkä osin taimimateriaalista ja käsitelyvirheistä johtuvia (8,4 %). (Heiskanen 2005, 4.)

Taimilajivalinnalla on käytännössä melko vähäiset vaikutukset nisäkkäiden ja lintujen tuhoille. Kookkaat taimet kestävät yleensä pieniä taimia paremmin syöntivaurioita, mutta yleensä voimakkaan tuhon sattuessa taimilajilla ei ole lopputulokseen vaikutusta. Voimakkaasti lannoitetut taimet voivat olla eläimille maukkaampia, mutta niiden toipumiskyky on toisaalta parempi. (Rikala 2002, 64.)

2.4 Maanmuokkaus

2.4.1 Valintaan vaikuttavat tekijät

Kuusen uudistamisaloilla on suosittu mätästämistä. Mätäs voi olla laikku-, oja- tai kääntömätäs. Mättäillä aluskasvillisuuden kehitys on hitaampaa ja vähäisempää kuin muissa maanmuokkausjäljissä tai muokkaamattomalla maalla. Taimien pituuskasvu mättäessä on nopeampaa kuin äesjäljessä. (Luoranen & Kiljunen 2006, 23.) Uudistamisessa tehdyillä oikeilla ratkaisuilla on taloudellisesti merkittävät ja kauaskantoiset vaikutukset uuden metsikön tuottoon. (Luoranen ym. 2007, 7.) Esimerkiksi mätästykseen suuremmat kustannukset on säästetty jo muutaman vuoden jälkeen alhaisemman taimikuolleisuuden, pienemmän täydennysviljelytarpeen ja paremman kasvun ansiosta. (Luoranen & Kiljunen 2006, 23.)

Uudistusalan muokkaustavan valintaan vaikuttavat kallioperän päällä olevan maakerroksen paksuus, kangashumus- tai turvekerroksen paksuus, maan kivisyys, maalaji ja kasvupaikan kosteus (vesitalous) sekä uudistamistapa (Luoranen ym. 2007, 8). Kasvupaikan ahavaherkkyys olisi huomioitava mätätystapaa ja mättään korkeutta määrittäessä (Luoranen 2006, 29). Käytettävän muokkausmenetelmän on oltava oikeassa suhteessa kasvupaikan potentiaaliseen puuntuotoskykyyn (Mälkönen 2003, 162).

Hienorakeisilla hiesu- ja savimailla muokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat maan vesiolot. Vesitalouden järjestelytarpeen toteamiseksi kannattaa käydä keväällä uudistettavalla kuviolla tarkastamassa jäävätkö sulamisvedet maahan. Toinen merkki vesitalousongelmista on rahkasammalien esiintyminen. Kun kohteella ei ilmene vesitalouden järjestelytarvetta, niin muokkausmenetelmäksi soveltuu laikkumätästys, muttei kääntömätästys. Laikkumättäistä tehdään kuitenkin matalampia kuin maalajiltaan keskikarkeilla kohteilla. Tavoitteena on vähentää taimien roustevaurioriskiä. (Luoranen ym. 2007, 47.)

2.4.2 Maanmuokkauksen tavoitteet

Maanmuokkauksen tavoitteena on turvata metsänuudistamisen onnistuminen ja parantaa pitkäaikaisesti taimiko kehitystä (Mälkönen 2003, 161). Maanmuokkaus parantaa siementen itämisen ja taimien alkukehityksen kannalta oleellisia maan ominaisuuksia, jolloin metsänuudistaminen onnistuu varmemmin ja taimikon varhaiskehitys nopeutuu. Lisäksi maanmuokkaus vähentää tuhoja, helpottaa istutustyötä ja parantaa luontaisen taimettumisen edellytyksiä. (Luoranen ym. 2007, 7.)

Päätehakuussa uudistusosalta poistetaan haihduttava puusto joko kokonaan tai osittain, jolloin maaperään jää aiempaa enemmän vettä ja pohjavesipinta voi nousta. Alavilla, hienorakeisilla uudistusaloilla vesitalousongelmia saattaa esiintyä etenkin keväisin lumensulamavesien kertyessä maahan. Näillä aloilla maanmuokkauksella varmistetaan, että istutettujen taimien juuristo ei kärsi liiallisesta märkydestä.

Kuivilla ja karuilla kangasmaiden kasvupaikoilla maanmuokkauksen tavoitteena on saada taimen siemenille hyvät itämisolot. Paljaalla kivennäismaapinnalla siemenet pääsevät muokkaamatonta maata paremmin kosketukseen maaveden kanssa, jolloin ne pystyvät imemään itämisessä tarvittavan kosteuden maasta.

Metsämaan tiiviys voi rajoittaa pienten taimien kasvua. Suomalaiset metsämaat ovat luonnostaan tiiviitä ja päätehakuun koneellisen korjuun yhteydessä maa voi tiivistyä entisestään. Maanmuokkauksella tiiviyttä voidaan vähentää, mutta on varottava, ettei taimen kasvualusta jää liian löyhäksi ja taimi ei pysty ankkuroitumaan maahan. (Luoranen ym. 2007, 19–21.)

Maanmuokkauksella voidaan lieventää hallan vaikutusta. Mättäillä on yleensä hallaöinä lämpimämpää kuin matalimmissa kohdissa. Myöhäisten syyskallojen aikana tilanne voi olla päinvastainen erityisesti pienialaisilla, mutta korkeilla mättäillä. (Rikala 2002, 62.)

Maanmuokkaus kohottaa maan lämpötilaa, sillä paljastettu kuiva kivennäismaapinta lämpiää nopeammin kuin kasvillisuuden ja kuivan tumman orgaanisen kerroksen peittämä pinta. Korkeammalla oleva kivennäismaapinta lämpiää maanpinnan tasolla ole-

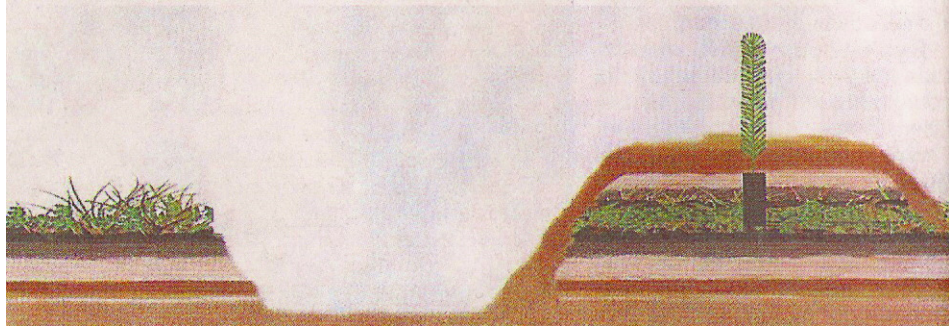
vaa pintaa nopeammin. Suurin hyöty tästä saadaan keväällä, sillä mitä nopeammin maa lämpenee, sitä nopeammin saavutetaan juurten kasvulle suotuisa lämpötila. (Luoranen ym. 2007, 19–21.)

Viljavilla kasvupaikoilla pintakasvillisuuden kasvu on päätehakkuun jälkeen nopeaa. Näillä aloilla muokkauksen tavoitteena on saada taimet ympäristöään korkeammalle, jolloin ne eivät jää niin helposti pintakasvillisuuden alle. Muokkausjäljessä taimia ympäröivä alue on vapautettu pintakasvillisuudesta, jonka aiheuttamat haitat vähenevät muokkausmenetelmästä ja kohteen viljavuudesta riippuen. Muokkauksen tavoitteena on rikkoa maanpintaa riittävästi uuden halutun puuston kehityksen turvaamiseksi, mutta kuitenkin rikkoa mahdollisimman vähän liiallisen lehtipuusto syntymisen estämiseksi. Äestyksessä rikottua pintaa syntyy eniten, laikutuksessa ja kääntömätästyksessä vähiten. (Luoranen ym. 2007, 22–24.)

Tukkimiehintäin tuhoriskiä voidaan vähentää myös maanmuokkauksella. Paljastamalla taimen ympäriltä vähintään 15–20 cm:n säteeltä puhdasta kivennäismaata vähenee syöntiriski huomattavasti. (Rikala 2002, 63.)

2.4.3 Laikkumätästys

Laikkumätäs soveltuu kohteille, joilla ei ole selvää vesitalouden järjestelytarvetta. Laikkumätäs soveltuu hienojakoisia lajitteita sisältäville kasvupaikoille, joilla on odotettavissa lieviä ongelmia vesitalouden kanssa, mutta joilla ei ole vielä ojitustarvetta. Jos hienolajitteinen kasvupaikka on alueella, jolla lumipeite on ohut tai ei lunta lainkaan, se routaantuu voimakkaasti ja on herkkä ahavalle. Tällaisilla paikoilla tulisi mätäistä tehdä mahdollisimman matalia. (Luoranen & Kiljunen 2006, 32.)

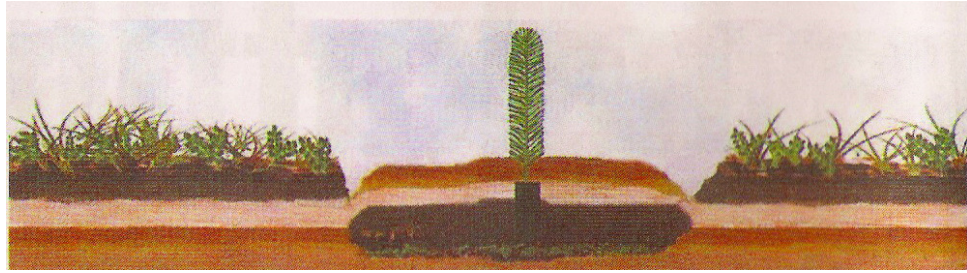


KUVA 2. Laikkumättään pinta on kivennäismaata ja sen sisällä on humuskerros, joka hajotessaan tuottaa ravinteita taimelle. (Riikilä 2007).

Laikkumätästykseen vedetään humuksen ja kivennäismaan sekaista pintamaata noin 15–20 cm syvyydeltä ja noin 1,5 metrin matkalta, käännetään ja yleensä tiivistetään 10–20 cm korkeaksi mättääksi, jossa kunnat ovat vastakkain ja kivennäismaa pinnassa (kuva 1). Tavoitteena on noin 50 x 70 cm kokoinen laakea mätäs. Mätästykseen etuja ovat mm. maan lämpö- ja ilmavuusominaisuuksien paraneminen, pintakasvillisuuden haitan väheneminen, istutusvirheiden väheneminen sekä edulliset istutuskustannukset. Mätäs antaa suojaa hallaa ja tukkimiehentäin tuhoja vastaan. Laikkumätästykseen taimella on kaksinkertaisen kunnan ansiosta alkuvaiheessa enemmän ravinteita käytettävissä, ja menetelmällä voidaan ohjata lehtipuun määrää ja sijoittumista istutus-taimiin nähden. (Schildt 2001, 13.)

2.4.4 Kääntömätästys

Kääntömätästys on melko uusi menetelmä, jossa kivennäismaa käännetään mättääksi samaan kuoppaan, josta maa on otettu (kuva 3) (Rikala 2002, 59). Hyvän kääntömätään ominaisuuksia on mättään pinnalle jäävä yhtenäinen 5–10 cm paksu kivennäismaakerros ja mättään leveys tulisi olla 50–60 cm ja pituus 60–80 cm. Mättääseen jää yksinkertainen humuskerros ja mättään keskelle istutetun taimen juuripaakku olisi saatava humuskerrokseen (Luoranen ym.2007, 58). Mättäät ovat laakeita, matalia ja painuvat nopeasti, siksi kääntömätästys miellyttää metsänomistajia. (Riikilä 2007, 13.)

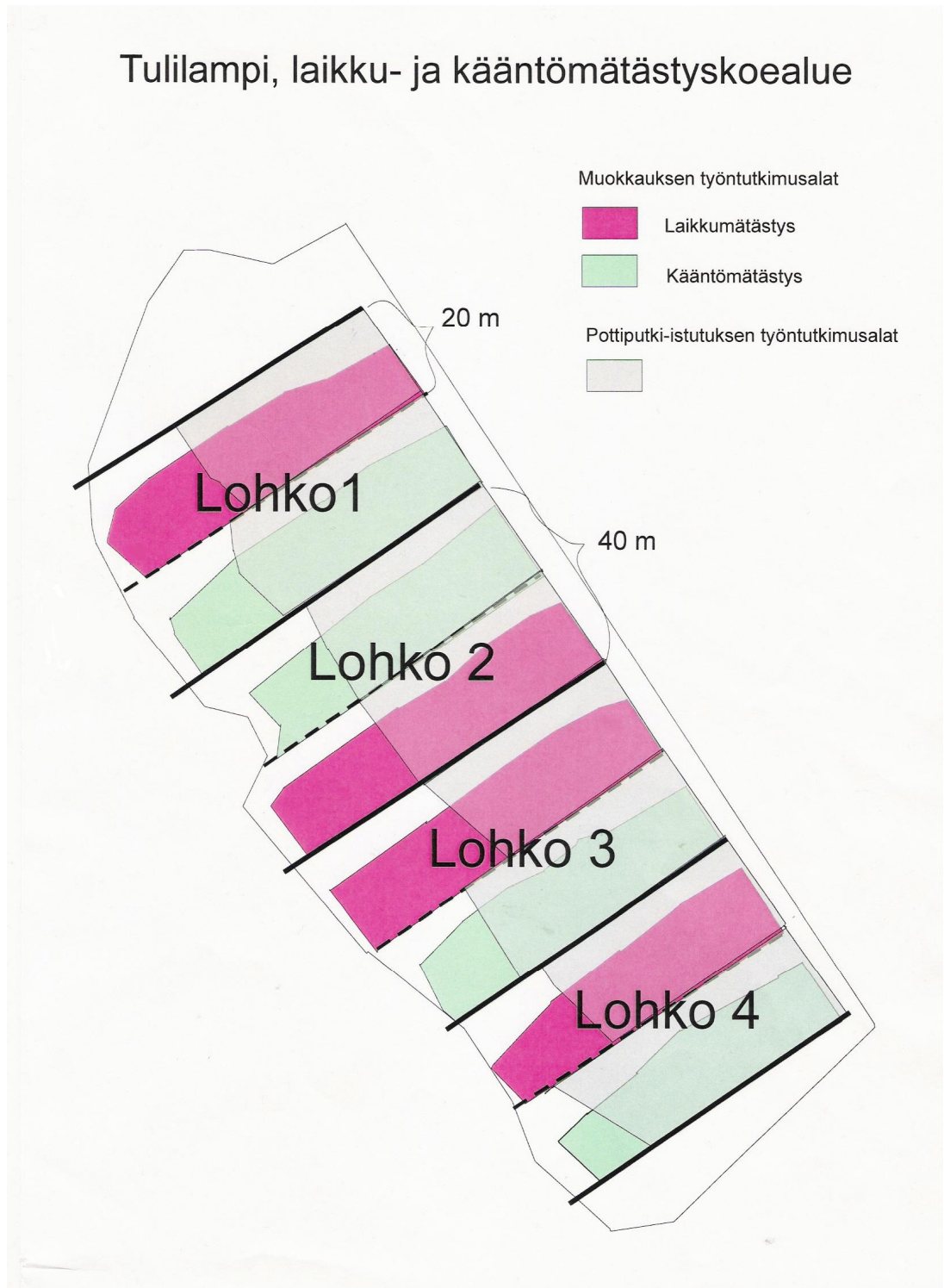


KUVA 3. Kääntömätäs tehdään kääntämällä maa ylösalaisin samaan kuoppaan, josta se on otettu. Mättään pintaan jää kivennäismaakerros ja sisälle humusta. (Riikilä 2007.)

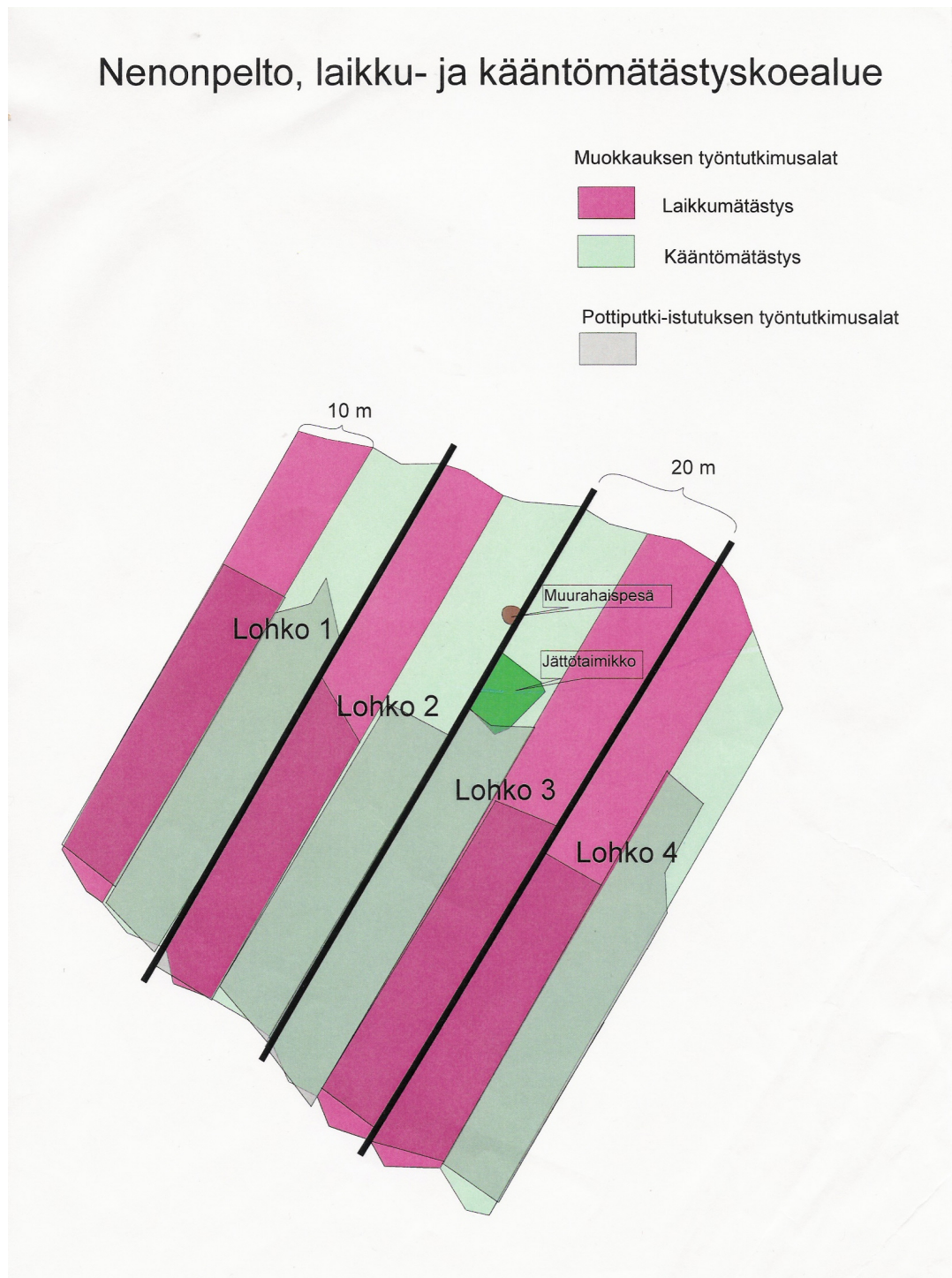
3 TUTKIMUSAINEISTO JA- MENETELMÄT

3.1 Koealatiedot

Koealat perustettiin Nikkarilan opetusmetsään Tulilammelle ja Nenonpeltoon (kuvat 4 ja 5). Koealueet jaettiin neljään lohkokon, joille muokkausmenetelmät arvottiin. Muokkauksissa käytetty kaivinkone oli Daewoo 150 LC-V. Alueet muokattiin loka- marras- kuussa 2005. Kääntömätästyksset tehtiin ojakauhalla ja laikkumätästyksessä ojakauhan tilalle vaihdettiin mätäslevy. Sama henkilö toteutti molemmat muokkaukset. Alueet istutettiin pottiputkella keväällä 2006. Tulilammen koealan istutti ammattimetsuri ja Nenonpellon koealan opiskelija.



KUVA 4. Tulilammen koealueen kartta.



KUVA 5. Nenonpellon koealueen kartta.

Jokaiseen muokkausmenetelmään perustettiin kaksi ympyräkoalaa, siten molemmille koealueille tuli 16 koalaa. Yhden koalan säde oli 5,64 metriä, joten yhden koalan pinta-ala on 100 m^2 . Tulilammen koalalla lohkon yhden muokkausmenetelmän leveys oli 20 metriä ja Nenonpellon muokkausmenetelmän leveys oli 10 metriä.

Taimimateriaalina käytettiin 2-vuotiasta kuusentaimea. Taimet oli viljelty Metsätutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimustaimitarhalla. Ne oli suojattu tukkimiehentäitä vastaan Decis Ec 25 tuholaissuojavalmisteen avulla.

3.2 Maastomittaukset

Ympyräkoekalan taimien sijainti määritettiin mittaamalla jokaisen taimen suunta ja etäisyys koekalan keskipisteestä. Näin jokainen taimi pystyttiin paikallistamaan eri vuosien inventoinneissa. Koekalan taimet merkittiin juoksevalla numeroinnilla. Myös kuolleet taimet ja taimettomat mätät merkittiin lomakkeelle. Ympyräkoekalat sijoitettiin siten, että ensimmäinen koekala oli 10 metrin päässä palstan reunasta ja koekalojen välimatka oli 25 metriä.

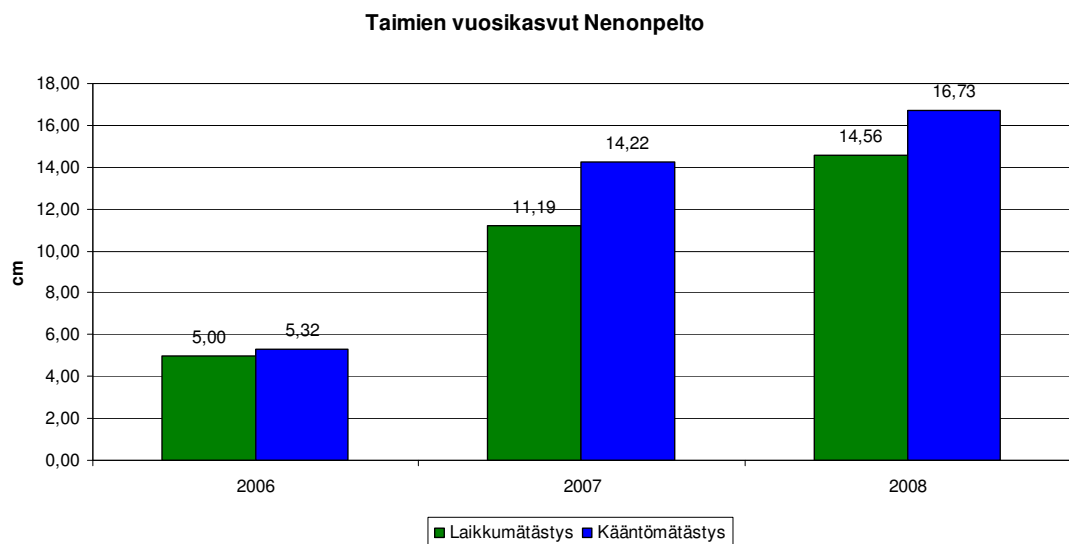
Ensimmäisen kerran taimet inventoitiin ensimmäisen kasvukauden jälkeisenä syksynä 2007. Inventointi tehtiin opiskelijatyönä. Taimen sijaintitietojen kirjausten lisäksi arvioitiin muokkausjälki ja istutusjälki. Istutuspaikan mätäästä mitattiin pituus, leveys ja korkeus. Lisäksi jokaisella ympyräkoekalalla lähimpänä pohjoissuuntaa oleva ympyrän ulkopuolinen mätäs halkaistiin, jolloin saatiin mitattua taimen istutussyvyys, mätään korkeus, kivennäismaan paksuus ja mätään humuskerroksen paksuus. Istutussyvyys otettiin mittaamalla väli mätään pinnasta paakun yläpintaan. Mätään korkeus on väli mätään pinnasta maan pintaan. Kivennäismaan paksuus käsittää kivennäismaakerroksen paksuuden mätään päällä. Humuskerroksen paksuus käsittää sekä maanpinnan humuksen, että käännetyn maa-aineksen. Taimen tiedoista mitattiin näkyvän osan pituus, kasvut vuosilta 2006 ja vuodelta 2007. Taimista mitattiin myös etäisyys humukseen ja pensastuminen. Lopuksi taimesta arvioitiin sen kuntoluokka ja syy mahdolliseen huonoon kuntoon. Muuttujalista on liitteessä 1 ja tiedonkeruulomake liitteessä 2.

Seuraavan kerran taimet inventoitiin keväällä 2009 ja mittaukset suorittivat kaksi ammattimetsuria. Taimista mitattiin näkyvän osan pituus, kasvu vuodelta 2008 ja pensastuminen viimeisimmän vuoden kasvusta. Lisäksi taimista määritettiin kuntoluokka ja syy mahdolliseen huonoon kuntoon. Muuttujalista on liitteessä 3 ja tiedonkeruulomake liitteessä 4.

4 TULOKSET

4.1 Taimien vuosittainen kasvu

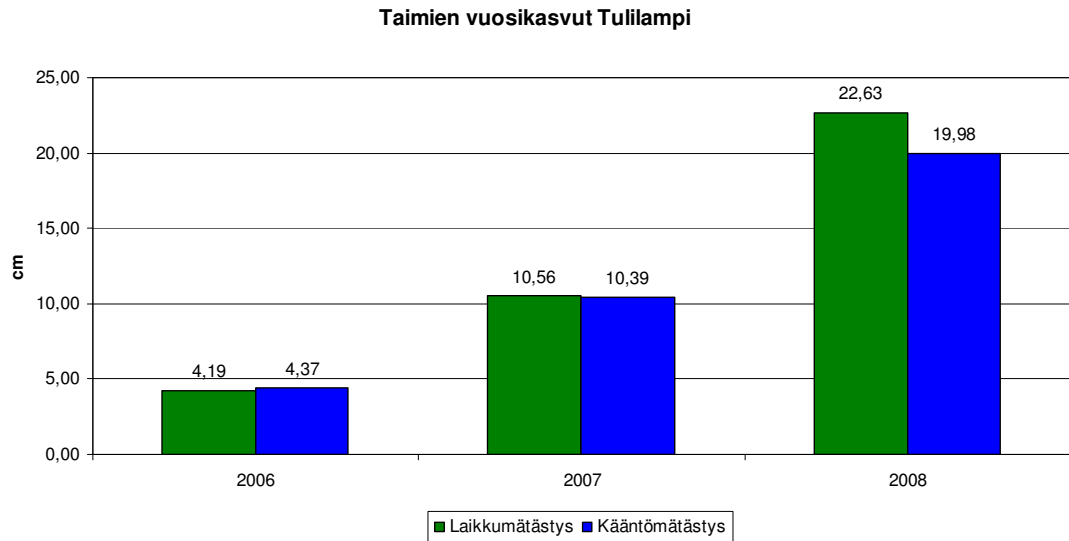
Tässä tarkastellaan taimien kasvuja ensimmäiseltä, toiselta ja kolmannelta kasvukaudelta. Luvut ovat vuosikasvujen keskiarvoja. Nenonpellon koalueella kääntömätästetyt taimet kasvoivat nopeammin kuin laikkumätästetyt taimet. Ensimmäisenä kasvukautena kasvussa ei ollut suurta eroa, mutta seuraavalla kasvukaudella kääntömätästetyt taimet kasvoivat noin 3 senttimetriä enemmän kuin laikkumätästetyt. Kasvukautena 2008 kääntömätästetyt taimet kasvoivat 2 senttimetriä keskimäärin paremmin kuin laikkumätästetyt (kuvio 1).



KUVIO 1. Nenonpellon koalan taimien kasvu vuosittain.

Tulilammen koalueella kääntömätästys ja laikkumätästys tuottivat ensimmäisellä ja toisella kasvukaudella lähes yhtä suuret kasvut. Kolmantena kasvukautena eroa syntyi, kun laikkumätästetyt taimet kasvoivat miltei 3 senttimetriä paremmin kuin kääntömätästetyt taimet. (kuvio 2.)

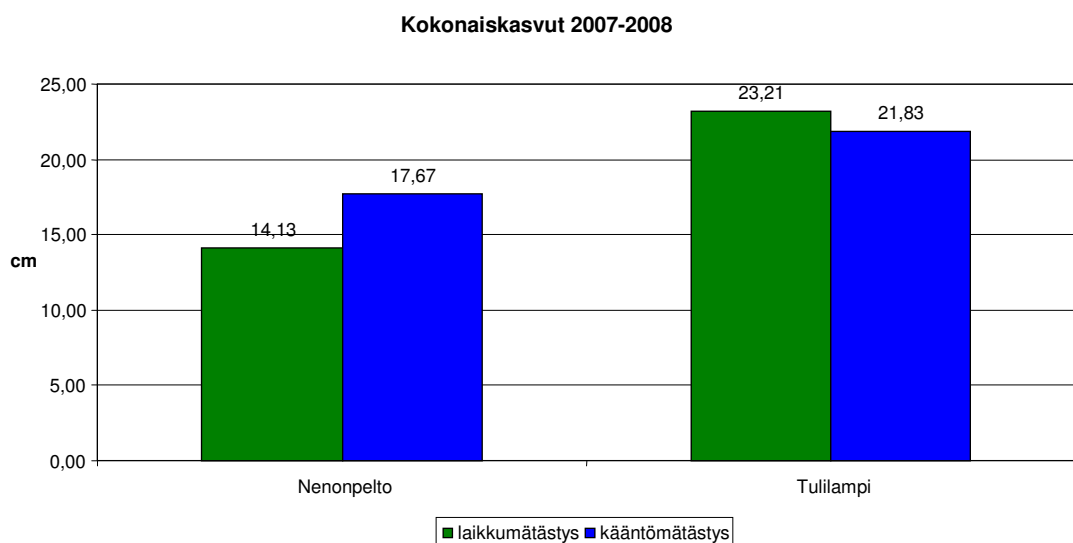
Molemmilla koalueilla ja muokkausmenetelmillä on yhteisvaikutus vuoden 2006 taimen kasvuun ($p=0,800$). Yhteisvaikutus oli myös taimien kasvuun erikseen koalueille ja muokkausmenetelmillä.



KUVIO 2. Tulilammen koealan taimien kasvu vuosittain.

4.2 Kokonaiskasvu

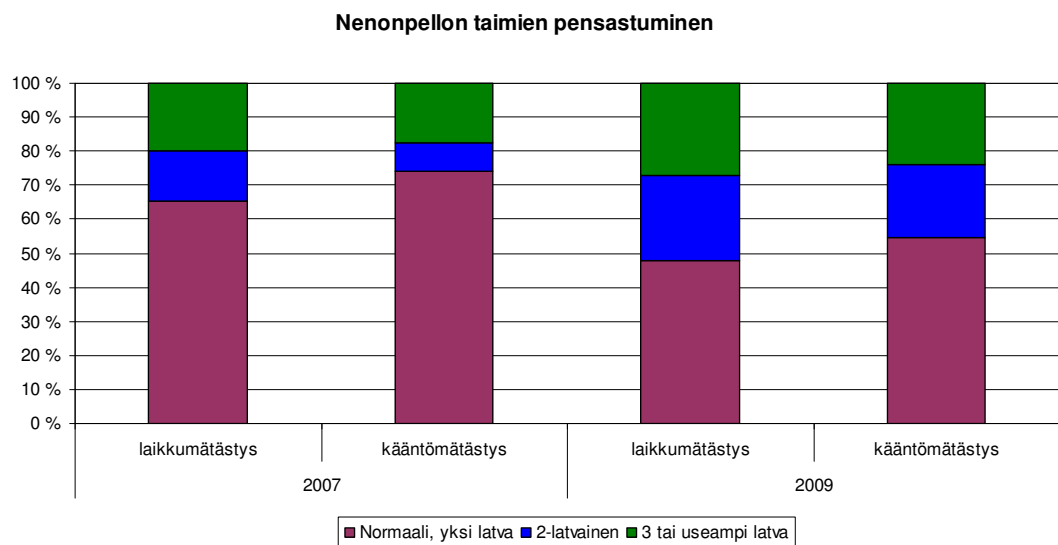
Taimista mitatut pituudet ovat näkyvän osuuksien erotus vuosilta 2007 ja 2008. Ne-nonpellon koealalla kääntömätästys antoi tutkimuksen ajanjaksolla 3,5 senttimetriä paremman kasvun kuin laikkumätästys. Tulilammen koealueella taas laikkumätästys tuotti hieman paremman kasvun. (kuvio 3.)



KUVIO 3. Molempien koealueiden taimien kokonaiskasvut tutkimuksen aikana.

4.3 Pensastuminen

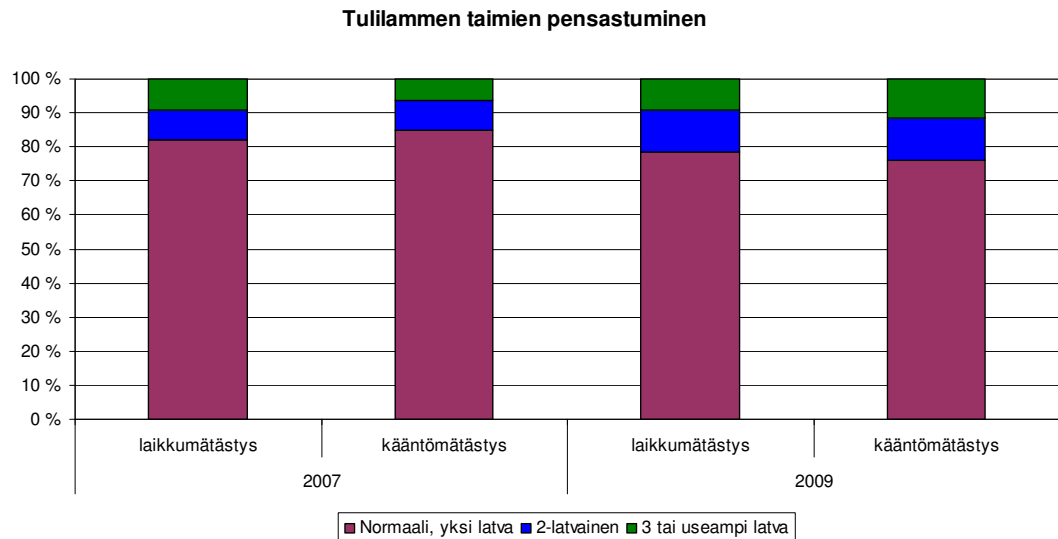
Kokeessa tutkittiin taimien pensastumista mittausta edeltävältä kasvukaudelta. Nenonpellon koalueella vuonna 2007 normaalilatvaisia taimia oli laikkumätästyksellä istutetuista taimista 65 %, 15 % kaksilatvaisia taimia ja 20 % 3 tai useampi latvaisia. Kääntömätästyksellä oli enemmän normaalilatvaisia taimia, joita oli 74 % koaloista, 8 % kaksilatvaisia ja 18 % 3 tai useampilatvaisia. (kuvio 4.)



KUVIO 4. Nenonpellon taimien pensastuminen 2007 ja 2009.

Vuoden 2009 mittauksissa Nenonpellon koalueen laikkumätästetyistä taimista normaalilatvaisia oli 48 %, kaksilatvaisia taimia 25 % ja 3 tai useampilatvaisia 27 %. Jälleen kääntömätästetyillä koaloilla normaalilatvaisia taimia oli enemmän kuin laikkumätästetyillä. Taimista normaalilatvaisia oli kääntömätästetyillä muokkausjäljillä 55 %, kaksilatvaisia 22 % ja 3 tai useampilatvaisia 24 %. (kuvio 4.)

Normaalilatvaisten taimien osuus Tulilammella oli suurempi kuin Nenonpellon koalueella. Vuonna 2007 normaalilatvaisten osuus oli laikkumätästetyillä aloilla 82 %, kaksilatvaisia taimia 9 % ja 3 tai useampilatvaisia 9 %. Kääntömätästetyillä aloilla päästiin samankaltaisiin tuloksiin. Normaalilatvaisia taimia oli 85 %, kaksilatvaisia taimia 9 % ja 3 tai useampilatvaisia 7 %. (kuvio 5.)



KUVIO 5. Tulilammen koealueen taimien pensastuminen 2007.

Tulilammella taimien pensastumisien suhteet muokkaustapojen välillä pysyivät samoina vuonna 2009. Laikkumätästetyillä aloilla normaalilatvaisia taimia oli 78 %, kaksilatvaisia 13 % ja 3 tai useampilatvaisia 9 %. Kääntömätästetyillä aloilla normaalilatvaisia taimia oli 76 %, kaksilatvaisia 12 % ja 3 tai useampilatvaisia 12 %. (kuvio 5.)

4.4 Taimen kunto, asento ja istutuskuopan laatu

Nenonpellon koealueen taimista valtaosa oli hyviä vuoden 2007 mittauksissa. Laikkumätästetyillä muokkausmenetelmällä hyviä taimia oli 91 % ja kääntömätästetyillä 97 %. Vuoden 2009 inventoinnissa vastaavat tulokset olivat laikkumätästetyille taimille 79 % ja kääntömätästetyillä taimille 84 %.

Tulilammella hyviä taimia oli laikkumätästetyillä (88 %) ja kääntömätästetyillä (87 %) koealueilla yhtä paljon inventointivuonna 2007. Vuonna 2009 kääntömätästetyt taimet olivat keskimäärin parempia kuin laikkumätästetyt taimet. Laikkumätästetyillä koealoilla hyviä taimia oli 83 % ja kääntömätästetyillä 91 %.

Mitatuista taimista asento oli yhtä taimea lukuun ottamatta suora ja istutuskuopan laadun arvioinnissa kaikkien paakkujen yläpinta oli peitossa yhtä taimea lukuun ottamatta. Tästä voidaan päätellä, että taimet olivat huolellisesti istutettu.

4.5 Taimien etäisyys humukseen

Nenonpellon koealueella laikkumätästettyjen taimien keskimääräinen etäisyys humukseen oli $21,1 \pm 9,9$ cm ja kääntömätästettyjen taimien etäisyys humukseen oli $18,7 \pm 10,7$ cm. Muokkausmenetelmä ei tuonut tilastollisesti merkitsevää eroavaisuutta taimien etäisyydessä humukseen ($p=0,090$). Tulilammella laikkumätästettyjen taimien keskimääräinen etäisyys humukseen oli $30,1 \pm 8,2$ cm ja kääntömätästettyjen taimien etäisyys $26,1 \pm 9,2$ cm. Tulilammen koealueella muokkausmenetelmällä oli merkitsevä vaikutus taimen etäisyydelle humukseen ($p=0,000$).

4.6 Mättään laatu ja taimen istutussyvyys

Nenonpellon koealueen laikkumätästettyjen istutuspaikkojen mättäiden pituus oli keskimäärin $46,16 \pm 7,34$ cm ja kääntömätästettyjen mättäiden pituus $44,61 \pm 9,38$ cm. Mättäiden pituuksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroavaisuutta 95 % luottamusvälillä ($p= 0,1659$). Mättäiden leveys oli laikkumätästetyillä keskimäärin $45,63 \pm 8,14$ cm ja kääntömätästetyillä $41,52 \pm 7,77$ cm. Tämä tulos on tilastollisesti merkitsevä ($p=0,000$). Mättäiden korkeus oli laikkumätästetyillä istutusaloilla keskimäärin $11,79 \pm 3,34$ cm ja kääntömätästetyillä $10,45 \pm 2,97$ cm. Tämä tulos on tilastollisesti merkitsevä ($p=0,002$).

Tulilammen koealueen laikkumätästettyjen istutuspaikkojen mättäiden pituus oli keskimäärin $61,61 \pm 9,10$ cm ja kääntömätästetyillä mättäillä $58,75 \text{ cm} \pm 9,64$ cm. Laikkumätästettyjen mättäiden leveys oli keskimäärin $56,62 \pm 8,25$ cm ja kääntömätästetyillä mättäillä leveys $49,89 \pm 9,82$ cm. Mättäiden korkeus oli laikkumätästetyillä istutusaloilla keskimäärin $13,52 \pm 3,18$ cm ja kääntömätästetyillä mättäillä $12,64 \pm 3,70$ cm. Tulilammen mättäiden pituuksien, leveyksien ja korkeuksien tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$).

Tulilammella mättäät olivat kookkaampia kuin Nenonpellon koealueella ja täyttivät hyvän mättään ominaisuudet. Kääntömätästetyt mättäät ovat muokkausmenetelmästä johtuen matalampia kuin laikkumätästetyt mättäät, mutta toisaalta kääntömätästetyt

mättäät ovat tiiviimpiä. Tämä voi olla yksi selitys sille, että vuoden 2009 inventoinnissa kääntömätästettyjen taimien kunto oli laikkumätästettyjä parempi.

Nenonpellolla taimien keskimääräinen istutussyvyys halkaistuista mättäistä oli laikkumätästetyillä aloilla 7,9 cm ja kääntömätästetyillä 7,3 cm. Korkeus mättään pinnasta maan pintaan oli halkaistuilla laikkumättäillä keskimäärin 12 cm ja kääntömättäillä 16,9 cm. Kivennäismaakerroksen paksuus laikkumättäillä oli keskimäärin 10,1 cm ja kääntömättäillä 17,2 cm. Humuskerroksen paksuus yhteensä käännetyistä maa-aineksesta ja maanpinnalta oli laikkumättäillä keskimäärin 17,6 cm ja kääntömättäillä 13,2 cm.

Tulilammella taimien keskimääräinen istutussyvyys oli laikkumätästetyillä aloilla 5,3 cm ja kääntömätästetyillä 6,3 cm. Korkeus mättään pinnasta maan pintaan oli halkaistuilla laikkumättäillä keskimäärin 13,8 cm ja kääntömättäillä 13,1 cm. Kivennäismaakerroksen paksuus laikkumättäillä oli keskimäärin 12,4 cm ja kääntömättäillä 15,9 cm. Humuskerroksen paksuus yhteensä käännetyistä maa-aineksesta ja maanpinnalta oli laikkumättäillä keskimäärin 12,3 cm ja kääntömättäillä 17,9 cm.

Nenonpellolla taimet olivat istutettu syvemmälle kuin Tulilammen koalueella ja siellä kasvu oli nopeampaa tutkimuksen kahtena ensimmäisenä vuotena. Syvemmällä humuskerroksessa taimet saavat paremmin vettä ympäröivästä maasta. Nenonpellolla humuskerroksen paksuus oli suurempi laikkumätästetyssä, koska siinä humuskerrokset ovat toisiaan vasten. Tulilammella toisaalta saatiin kääntömättäille paksumpi humuskerros.

5 POHDINTA

5.1 Tutkimuksen luotettavuus

Näin nuorissa taimissa luotettavia muuttujia on vähän. Oleellisimmat tiedot olivat vuosikasvut, kokonaispituudet tutkimusajanjaksolla ja taimien pensastuminen. Tärkein muuttuja tutkimuksessa oli silmämääräisesti arvioitu taimen kunto.

Tulilammen koealue mitattiin myöhään syksyllä lokakuussa 2007 ja Nenonpellon koealue marraskuussa. Nenonpellolla työskentelyä haittasi pakkassää ja lumisade. Mittaukset tulisi suorittaa heti kasvukauden jälkeen, ettei tule vaaraa lumisateista. Tulosten luotettavuus kyseenalaistuu, kun maa on mittausten aikana luminen.

Monet mitattavista suureista, esimerkiksi taimien kunto suoritettiin silmävaraisesti, joten mittaajan kokemus vaikutti oleellisesti saatuihin arvoihin. Taimien määrityksessä tulee aina mittaajasta johtuvia virheitä, koska jokaisella mittaajalla on mitattaville arvoille omat kriteerit. Varsinkin taimien sijainnin määrittämisessä on tärkeää yhdenmukaiset työskentelymenetelmät mittaajien välillä. Tarkat taimien sijaintien merkitsemiset lisäävät tutkimuksen luotettavuutta ja nopeuttavat inventointeja tulevana kertoina. Samat mittaajat molempina vuosina olisivat tuoneet yhdenmukaisemmat tulokset.

Luotettavuus kärsi, koska vuoden 2008 mittaukset jäivät tekemättä. Nyt mittausten väliin tuli kaksi talvea, jolloin tuhoriskit kasvoivat. Vuosittaiset mittaukset antaisivat luotettavimmat tulokset.

5.2 Taimien kehitys ja mättäiden ominaisuudet

Taimien vuosittainen pituuskasvu ja kokonaiskasvu olivat Nenonpellon koealueen kääntömätästetyillä koealoilla huomattavasti parempia kuin laikkumätästetyillä taimilla tutkimusajanjaksolla. Myös pensastuminen oli vähäisempää kääntömätästetyillä taimilla. Taimien kunto oli kääntömätästetyillä taimilla parempaa kuin laikkumätästetyillä. Nenonpellon koealueella kääntömätästys voidaan katsoa menestyksekkäämmäksi muokkausmenetelmäksi kuin laikkumätästys.

Tulilammen koealalla taimien vuosittaisissa kasvuissa ei ollut merkittävää eroa vuosina 2006 ja 2007, mutta vuonna 2008 paremman kasvun toi laikkumätästys. Taimien pensastuminen oli hyvin samankaltaista molemmilla muokkausmenetelmillä molempina mittaavuosina. Myös taimien kunto Tulilammella oli tasaista vuonna 2007, mutta vuonna 2009 kääntömätästetyt taimet olivat huomattavasti parempikuntoisia.

Taimet istutetaan niin, että ympärille jää 10–20 cm yhtenäinen kivennäismaapinta. Tämä vähentää kilpailua pintakasvillisuuden kanssa ja taimen riskiä tulla tukkimie-

hentäin syömäksi. (Luoranen & Kiljunen 2006, 67.) Kääntömätästetyt taimet olivat parempikuntoisia siitä huolimatta, että niiden etäisyys humukseen oli pienempi kuin laikkumätästetyillä taimilla. Kääntömättäiden pituudet, leveydet ja korkeudet olivat laikkumättäitä pienemmät, jolloin taimet olivat lähempänä maanpintaa. Korkeammalla mättäällä olevat taimet altistuvat keväällä ahavalle.

Taimet olivat istutettu huolellisesti suoraan ja halkaistuista mättäät osoittivat, että taimet olivat istutettu tarpeeksi syväälle. Halkaistuja mättäitä olisi voitu mitata enemmän tutkittaessa istutussyvyyskäsiä ja humuskerroksen paksuutta.

5.3 Johtopäätöksiä

Taimen pituuden merkitys yksittäisenä taimen laatua kuvaavana tunnuksena on vaatimaton, sillä pitkä, mutta esimerkiksi suuresta kasvutiheydestä johtuen hento taimi on yleensä lyhempää, mutta tanakampaa taimea heikompi. (Rikala 2002, 34.) Tässä tutkimuksessa laatua kuvaavana tunnuksina olivat myös taimien pensastuminen ja taimen kunnan silmämääräinen arviointi. Kuolleita taimia oli yllättävän vähän.

Tulokset osoittavat, että molemmilla muokkausmenetelmillä taimen alkukehitys oli hyvä, joten ei ainakaan tältä tutkimusajanjaksolta voida osoittaa kummankaan maanmuokkausmenetelmän paremmuutta taimen alkukehitykseen. Pienet erot luultavasti selittyvät maanmuokkauksen toimintaperiaatteella, jossa kääntömättästä tulee kiinteämpi ja matalampi mätäs kuin laikkumätästetyistä. Taimi lujittuu maahan paremmin ja se sijaitsee lähempänä maanpintaa. Taimen kuivumista aiheuttavan ilmataskun jääminen kääntömättäeseen on vähäisempää kuin laikkumättäeseen. Mättään humuskerroksen paksuudella ei ilmennyt vaikutusta taimen alkukehitykselle.

Laikkumätästyksestä on olemassa paljon erilaisia tutkimuksia, mutta kääntömätästys on melko uusi menetelmä ja siksi siitä oli niukasti tietoa saatavilla. Kääntömätästys antoi monilta osin paremman tuloksen kuin laikkumätästys, esimerkiksi vuosittaiset kasvut Nenonpellon koealueella, siksi kääntömätästys muokkausmenetelmänä vaatii enemmän ja pitkäkestoisempia tutkimuksia.

LÄHTEET

Hartikainen, Seppo, Matila, Airi, Niemelä, Hannu & Ruotsalainen, Matti 2003. Kuusen uudistaminen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki: F.G. Lönnberg

Heiskanen, Juha & Rantala, Juho. 2003. Mätästykseen ja jyrsinän vaikutus kuusentaimien kasvuun ja kuolleisuuteen. Taimiuutiset 3/2003.

Heiskanen, Juha 2005. Jurovatko kuusentaimet? Taimiuutiset 4/2005. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema Suonenjoki. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino.

Helenius, Pekka, Luoranen, Jaana & Rikala, Risto 2001. Teoksessa Poteri, Marja (toim). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2001. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Suonenjoen kirjapaino.

Luoranen, Jaana & Kiljunen, Nuutti 2006. Kuusen paakkutaimen viljelyopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Luoranen, Jaana, Saksa, Timo & Finér, Leena, Tamminen, Pekka 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Mälkönen, Eino 2003. Maan kunnostaminen metsän uudistamiseksi. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.) Metsämaa ja sen hoito. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Riikilä, Mikko 2007. Mätästä, kun istutat kuusia! Metsälehti N:o 24. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisu. Savon paino Oy

Rikala, Risto 2002. Metsätaimiopas – taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusallalle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 881. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino Oy.

Schildt, Jyri 2001. Mätästys on kuusen muokkausmenetelmä. Taimiuutiset 1/2001.

LIITTEET

LIITE 1. Muuttujat 2007.

Alue 1 = Nennonpelto
Alue 2 = Tulilampi

Muokausmenetelmä
1=Laikkumätästys
2=Kääntömätästys

MUUTTUJIEN SELITYKSET VERSIO 14.9.2007.

Koeala Koealan säde on 5.64 m (100 m²). Koealaan luetaan vain sisäpuolella olevat taimet ja muokkausjäljet*. Ns. rajalla olevat VILJELEMÄTTÖMÄT muokkausjäljet otetaan mukaan silloin, mikäli muokkausjäljen todennäköisempi (parempi) istutuspaikka on koealan sisällä.

Taimi nro

Suunta, astetta Kompassisuunta koealan keskipaalusta taimeen

Etäisyys, cm Etäisyys koealan keskipaalusta taimeen

Muokkausjälki **Muokkausjälki** voi olla viljelty tai viljelemätön. Laikkumätästyksessä se käsittää mättään ja laikun.

Muokkausjäljen tyyppi (päätyyppi, alatyppi)

Päätyyppi 1 Mätäs (laikkumättään mättäässä)

2 Laikku (laikkumättään laikussa)

6 Muokkaamaton maa (humuskerros pääsääntöisesti jäljellä)

Alatyppi (1-5), arvioidaan istutuspaikan pintakerroksen perusteella (ilmakuvaperspektiivistä)

1 yhtenäinen kivennäismaakerros päällä

2 hieman humusta kivennäismaan seassa

3 pääosin turvetta/humusta ja sisältää vähän kivennäismaata

4 turvetta/humusta, mutta ei sisällä kivennäismaata

5 pinta muodostuu lähes yksinomaan oksista, humuksesta, kävyistä tms.

Istutuskelpoisuus

0 Hyvä

1 Tyydyttävä

2 Heikko

Muokkausjäljen sijainti

0 Normaali

2 kanto, maapuu haktähde juuret heikentää

1 pintakivet/kallio heikentää

3 märkä painanne heikentää

Taimen pituus, cm

Istutustaimen näkyvän versonosan pituus, pyöristys lähimpään täyteen senttiin

Taimen kasvu, cm, 2008

Taimen asento (0-4)

0 suorassa (0-15 astetta)

2 46-90 astetta

1 15-45 astetta

4 paakku makaa maan pinnalla

Istutuskuopan laatu (0,1,2)

0 paakun yläpinta peitossa

1 paakun yläpinta osittain peitossa

2 paakun yläpinta paljaana

Lähin etäisyys humukseen, cm

Pensastuminen (viimeisen vuoden kasvusta)

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/pakkanen

6=nisäkästuhö

11=

2=kuivuus

7=sienituhö

12=

3=märkyys

8=pintakasvillisuus

13=tunnistamaton

4=tukkimiehentäi

9=rouste

5=juuriniluri

10=istutusvirhe

MÄTTÄÄN HALKAISU (1. mätäs pohjoisesta alkaen)

Mätäs halkaistaan pituussuunnassa aivan paakun vierestä. Käytä aluksi pientä lapiota ja mittaa IS, KK halkaisupinnasta.

Halkaisussa on varottava paakun liikuttelua. Tämän jälkeen ota käyttöön iso lappio.

tarkkuus em. mittauksissa 1 cm (normaali pyöristysääntö). Ohut kerros merkitään luvulla 0,5

IS	istutussyvyys mättään pinnasta paakun yläpintaan
MK	korkeus mättään pinnasta maan pintaan
KK	kivennäismaakerroksen paksuus mättään päällä
HK	humuskerroksen paksuus (yhteensä maanpinta ja käännetty)

LIITE 3. Muuttajat 2009

Koealue:	Muokkausmenetelmä:
1 = Nenonpelto	1 = Laikkumätästys
2 = Tulilampi	2 = Kääntömätästys

MUUTTUJIEN SELITYKSET VERSIO 12.5.2009

Koeala Koealan säde on 5.64 m (100 m²).
Koealaan luetaan vain sisäpuolella olevat taimet

Taimi nro

Suunta, astetta Kompassisuunta koealan keskipaalusta taimeen

Etäisyys, cm Etäisyys koealan keskipaalusta taimeen

Taimen pituus, cm

Istutustaimen näkyvän osan pituus,
pyöristys lähimpään täyteen senttiin

Taimen kasvu, cm, 2008

Pensastuminen (viimeisen vuoden kasvusta)

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

Myyränsyöti

- 0 ei syöntiä
- 1 syöty alle 50%
- 2 syöty 50-100%

Kuntoluokka

- 3 hyvä
- 2 heikko
- 1 kituva
- 0 kuollut

Syy, kuntoluokan alenemiseen

- | | | |
|------------------|---------------------|------------------|
| 1=halla/pakkanen | 6=nisäkästuhu | 11=myyrä |
| 2=kuivuus | 7=sienituho | 12= |
| 3=märkyys | 8=pintakasvillisuus | 13=tunnistamaton |
| 4=tukkimiehentäi | 9=rouste | |
| 5=juuriniiluri | 10=istutusvirhe | |

Myyränsyöntiluokka

0 = ei syöntiä

1 = taimea syöty alle 50% ympärystä JA/TAI pelkkä latva katkaistu taimen puolivälin yläpuolelta

2= 50-100% taimen ympärystä syöty JA/TAI taimi katkaistu puolenvälin alapuolelta

Taimesta mitataan yhtenäisen vaurioitumattoman osuuden pituus.

Ts. jos tuholuokka 1, mitataan jäljellä olevan latvan kärkeen tai mikäli jokin sivuoksista jo ylittäisi suoristettuna korkeammalle kuin katkaistu latva, niin sen ojennettuun kärkeen.

Jos tuholuokka 2, mitataan joko katkaisukohtaan alapuoliseen ehjän kuoren tai korkeimmalle yltävän vauriokohdan alapuolisen ehjän sivuoksan kärkeen

