

Jaakko Nuutinen

MAANMUOKKAUKSEN LAADUN
KEHITTÄMINEN
METSÄ GROUP
KUOPION PIIRI

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma


Joulukuu 2014



MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILELEHTI

		<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>3.12.2014</p>
<p>Tekijä</p> <p>Jaakko Nuutinen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous</p>	
<p>Nimeke</p> <p>Maanmuokkauksen laadun kehittäminen, Metsä Group Kuopion piiri</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Metsänuudistaminen on erittäin tärkeä työvaihe metsähoidossa. Maanmuokkauksella parannetaan maaperän, vesitalouden, maantiiviyden sekä ravinnetilan ominaisuuksia. Lisäksi maanmuokkauksella vähennetään kilpailua muuhun kasvillisuuteen nähden, vältetään tuhoja ja helpotetaan viljelytyötä. Muokkaus vaikuttaa uudistamisvaiheen lisäksi myös tuleviin metsähoitotöihin. Hyvin tehdyllä maanmuokkauksella saadaan taloudellista hyötyä tulevissa metsähoitotöissä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tehtiin tutkimus maanmuokkauksen laadusta. Tutkimus toteutettiin maastomittauksilla Pohjois-Savossa. Tutkimuksen tilaajan oli Metsä Group Kuopion piiri ja laatututkimus toteutettiin Metsä Groupin asiakkaiden tilaamalla maanmuokkauskohteilla. Aineiston keräämisessä keskityttiin kaivurimuokkauksella tehtyihin työmaihin. Työlajeina olivat laikutus sekä eri mätästysmenetelmät. Pääpaino oli laikkumätästys- sekä kääntömätästyskohteilla. Aineisto kerättiin koealamittauksilla sekä silmämääräisellä kuvion tarkastelulla. Koealamittauksissa mitattiin muokkausjälkien kokoja sekä tiheyttä. Koealoilta määriteltiin myös maalaji sekä laatutekijöitä. Kuvion silmämääräisessä tarkastelussa huomioitiin muokkauksen yleistä ilmettä sekä ympäristötekijöitä.</p> <p>Aineiston koko oli riittävä ja tavoite ylittyi reilusti. Vaihtelua työmaiden jakautumisessa eri muokkaajien välillä oli kuitenkin paljon. Muokkaajia tutkimuksessa oli kuusi. Kahdella muokkaajalla oli vain yksi muokattu ala, minkä vuoksi tuloksia pitää tarkastella varauksella. Maanmuokkausmenetelmäkään eivät jakaudu tasaisesti, mutta pääpaino onkin tässä tutkimuksessa kahdessa muokkausmenetelmässä. Pääsääntöisesti silmämääräisessä arvioinnissa ei tullut merkittäviä huomautuksia, lukuun ottamatta yhtä kuviota, jolla oli vakavia virheitä vesiensuojelussa. Kehittämistä on erityisesti laikkumätästykseen sekä oja- ja naveromätästykseen työtekniikoissa. Lisäksi maanmuokkausmenetelmän valinnassa on virheitä. Muokkausalueiden työnjäljen valvontaa pitäisi lisätä, jotta virheet saadaan korjattua.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>Maanmuokkaus, laatu, Metsä Group</p>		
<p>Sivumäärä</p> <p>57 s. + liit. 3 s.</p>	<p>Kieli</p> <p>Suomi</p>	<p>URN</p> <p>URN:NBN:fi:mamk-opinn2014B7581</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p> <p>.</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Pasi Pakkala</p>		<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p> <p>Metsä Group, Kuopion piiri</p>

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis December 3, 2014
Author Jaakko Nuutinen	Degree programme and option Forestry	
Name of the bachelor's thesis Improving the quality of soil preparation, Metsä Group Kuopio district		
Abstract Reforestation is really important part of forestry. Soil preparation is one part of reforestation. Soil preparation improves the soil, water management, soil tightness and nutrient quality. Soil preparation also reduces vegetation competition, forest damages and facilitates reforestation work. Soil preparation facilitates oncoming forestry work. In this thesis a study was made of the quality of the soil preparation. The study was conducted through field measurements in North Savo. It was assigned by Metsä Group of the Kuopio district. The data collection focused on areas where the work had been done with excavators. The main focus was on scalp mounding- and reversal mounding. The data was collected through plot measurements as well as visual observation of the compartments. The plot measurement involved measuring the sizes of the mounds, as well on their density. Plots were also identified by soil type and quality factors. The visual observation of the compartments paid attention to the overall appearance as well as environmental factors. The research data was sufficient. However, was a lot of variation in the distribution of soil preparation areas between excavator drivers. There were six excavator drivers in the study. Two of the drivers had only one area for and that is why the results must be considered with caution. The soil preparation methods were not evenly either distributed, but the main focus in this study was on two soil preparation methods. Visual observations did not result in many details to point out with the exception of one area which had serious problems in water protection. In particular the scalp mounding and ditch mounding working techniques should be developed. There were also errors in the selection of soil preparation method.		
Subject headings, (keywords) Soil prepare, quality, Metsä Group		
Pages 57 p. + app. 3 p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2014B7581
Remarks, notes on appendices .		
Tutor Pasi Pakkala	Bachelor's thesis assigned by Metsä Group, Kuopio district	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
1 MAANMUOKKAUKSEN TAVOITTEET.....	3
1.1 Maaperän ominaisuuksien parantaminen	3
1.1.1 Maaperä.....	3
1.1.2 Vesitalous.....	4
1.1.3 Maan tiiviys	5
1.1.4 Maan lämpötila	5
1.1.5 Ravinnetila	6
1.2 Metsänhoidon tuloksien varmistaminen	6
1.2.1 Kilpailun vähentäminen	7
1.2.2 Tuhojen välttäminen	8
1.2.3 Viljelytyön helpottaminen	9
2 MAANMUOKKAUSMENETELMÄT JA NIIDEN KÄYTTÖ	9
2.1 Äestys	9
2.2 Mätästyksen menetelmät	11
2.2.1 Kääntömätästyksen menetelmät	11
2.2.2 Laikkumätästyksen menetelmät	12
2.2.3 Navero- ja ojitusmätästyksen menetelmät.....	13
2.3 Laikutus	14
2.4 Muokkausmenetelmän valinta	16
2.5 Muokkausta helpottavat tekijät.....	17
3 KESTÄVÄ METSÄTALOUS MAANMUOKKAUKSESSA.....	18
3.1 Ekologinen kestävyys	18
3.2 Sosiaalinen kestävyys	20
4 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT.....	21
4.1 Tutkimusaineisto.....	21
4.2 Arviointimenetelmät	24

5	TULOKSET	27
5.1	Muokkauksen silmävarainen laatu	27
5.2	Muokkaustavat.....	30
5.3	Mittaustulokset	33
5.3.1	Laikutus.....	33
5.3.2	Laikkumätästys	34
5.3.3	Kääntömätästys	40
5.3.4	Oja- ja naveromätästys.....	44
5.4	Muokkausjälkien laatu	48
5.5	Muokkausjälkien ja taimien tiheys	51
6	POHDINTA	53
6.1	Tutkimuksen luotettavuus.....	53
6.2	Johtopäätökset.....	55
	LÄHTEET	57
	LIITTEET	58
1	Maastolomake.....	58
2	Maasto-ohje	59
3	Saatekirje	60

1 JOHDANTO

Maanmuokkauksella vaikutetaan maaperän ominaisuuksiin sekä tavoitellaan metsähoidollisia hyötyjä. Metsänuudistamisen yhteydessä on tärkeää tehdä kohteelle sopiva maanmuokkaus. Sopiva muokkaustapa edesauttaa hyvää uudistamistulosta. Muokausmenetelmän valintaan vaikuttaa kasvupaikan viljavuus, maaperän ominaisuudet sekä uudistettava puulaji. Taloudelliset hyödyt eivät näy muokkaushetkellä, vaan ne näkyvät tulevissa metsänhoitotöissä. Väärin valittu ja tehty muokkaus voi lisätä taimikonhoitotarpeita. On tärkeää valita oikea muokausmenetelmä kohteen mukaan. Eri-tyisesti viljavilla mailla kannattaa olla tarkkana, kun miettii uudistamisen kokonaiskustannuksia. Rehevällä kasvupaikalla edullinen, mutta huonosti valittu muokkaustapa voi nostaa koko uudistamisketjun hintaa reilusti. (Luoranen ym. 2012, 72; Luoranen ym. 2007, 7; Immonen ym. 2000, 3.)

Muokkauksella parannetaan taimikon alkukehitystä. Taimikon varhaiskehitys nopeutuu, kun metsän uudistaminen on onnistunut hyvin. Muokkaus parantaa siementen itämistä, taimien elossa säilymistä ja kasvua sekä maan ominaisuuksia, joilla on suuri vaikutus uudistamisen onnistumiselle. Maanmuokkaus vähentää tuhoja, helpottaa viljelytyöitä, nopeuttaa ravinteiden vapautumista ja parantaa luontaisen taimettumisen edellytyksiä, joten sillä on suuri merkitys koko uudistamisprojektissa. Muokkaus vaikuttaa myös maan rakenteeseen. Maa läpäisee paremmin vettä ja on ilmavampaa. (Luoranen ym. 2012, 72; Luoranen ym. 2007, 7; Mälkönen ym. 2003, 159–160, 165; Valkonen ym. 2001, 89–90, 124–125; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014, 133; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Maanmuokkauksesta on saatu myönteisiä tuloksia jo pitkältä ajalta. Muokatuilla alueilla on päästy selvästi parempiin tuloksiin kuin muokkaamattomilla alueilla. Muokatuilla alueilla viiden vuoden päästä istutuksista taimia on elossa keskimäärin 80 %. Muokkaamattomilla mailla ei taimia ole viiden vuoden päästä elossa kuin puolet, eli ero muokattuun on melko suuri. Aikaisemmin istutettiin paljon paljasjuuritaimia, mutta maanmuokkaus on mahdollistanut paakkutaimien käytön. Paakkutaimet ovat paljasjuurisiin taimiin verrattain paljon halvempia valmistaa ja istuttaa. Hyvät tulokset ovat vaikuttaneet tottumuksiin ja nykyään uudistusaloista muokataan yli 70 %. Maan-

muokkauksella helpotetaan istutustyötä ja parannetaan uudistamisen laatua. Muokatuilla mailla kokonaiskustannukset ovat pienemmät, sillä siellä voi käyttää pienempiä taimia sekä edesauttaa taimien parempaa kasvua ja elonjäämistä. Lisäksi muokatuilla aloilla heinimisen tarve on huomattavasti pienempi. (Luoranen ym. 2012, 72; Luoranen ym. 2007, 7; Valkonen ym. 2001, 125.)

Nykyään maanmuokkauksessa käytetään suurimmaksi osaksi kaivinkonetta. Äestyksestä on siirrytty yksittäisiin muokkausjälkiin, kuten laikku- ja kääntömätästykseen, joka pitkällä aikavälillä on todettu kustannustehokkaimmiksi menetelmiksi. Sen takia laadun merkitys on korostunut maanmuokkauksessa. Kaivinkoneen kuljettajan ammattitaito on tärkeässä roolissa. Muokkausjäljen tiheys ja laatu asettavat istutustiheyden ylärajan. Maanmuokkauksessa paljastuu aina kivennäismaata. Nykymenetelmillä ylimääräisen maan paljastamista pyritään välttämään, sillä se lisää uudistusalalle syntyvään lehtipuun määrää. (Luoranen ym. 2012, 74; Luoranen ym. 2007, 7.)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan maanmuokkauksen laatua ja toteutusta. Tutkimukseen on kerätty aineistoa Pohjois-Savosta. Tutkimuksessa selvitetään maanmuokkauksen laatua Metsä Group Kuopion hankinta piirin alueella. Tutkimukseen on kerätty aineistoa huhti- ja toukokuun aikana keväällä 2014. Aineiston kerääminen on toteutettu maastomittauksin ja kuvioiden silmämääräisellä tarkastelulla. Tutkimuksessa on keskitytty kaivurimuokkauksella tehtyihin kuvioihin. Muokkausmenetelminä on käytetty laikutusta sekä mätästyksen eri muotoja. Riittävän aineiston turvaamiseksi tavoitteena oli tarkastaa vähintään 20 aluetta. Tavoitteena oli selvittää muokkausjälkien koko sekä arvioida kuvioilta yleistä muokkauslaatua. Koaloilta mitattiin muokkausjälkien leveyttä, pituutta sekä korkeutta. Lisäksi mitattiin laikuista syvyys. Koaloilta määritettiin myös muokkausjälkien tiheys sekä niiden laatu. Tulosten analysoinnissa näkyvät selvästi puutteet laadussa. Pääsääntöisesti maanmuokkauksen laatu oli hyvää, mutta varsinkin laikkumätästyksen sekä oja- ja naveromätästyksen työtekniikassa on korjattavaa. Lisäksi muokkausmenetelmän valinta oli usealla kuviolla väärä.

1 MAANMUOKKAUKSEN TAVOITTEET

Jotta maanmuokkausta tehdään, pitää sillä olla tarkoitus. Sen vuoksi muokkaukselle on oltava jotain tavoitteita. Tavoitteet voidaan jakaa kahteen pääryhmään, maaperän ominaisuuksien parantamiseen sekä metsänhoitoon. Muokkauksella pyritään vähentämään metsänhoidon tarpeita ja vaikuttamaan maaperän ominaisuuksiin.

1.1 Maaperän ominaisuuksien parantaminen

1.1.1 Maaperä

Maannos kuvaa maan pintakerroksen ominaisuuksia ja paikan ympäristötekijöitä. Suomessa tyypillisin maannostyyppi kangasmailla on podsolimaannos. Siinä kangashumuskerroksen alla on ensin ohut huuhtoutumiskerros ja sen alla rikastumiskerros. Rikastumiskerroksen alta löytyy vielä muuttumaton pohjamaa. Ravinteikkailla kasvupaikoilla, joissa maa-aines on hienompaa, voi tavata myös ruskomaannosta. Ruskomaannoksessa karikkeen alla on multaa. Huuhtoutumiskerroksen tilalla tai sen yläpuolella ruskomaannoksessa voi olla humuksen sekainen kivennäismaakerros. Suomessa ruskomaannos on pysyvä vain hienorakeisilla savi-, hiesu- ja hietamailla. Karkeampien maiden ruskomaannos voi olla seurausta viljelystä, kaskeamisesta tai laiduntamisesta. Havupuuston vaikutuksesta nämä ruskomaannokset muuttuvat podsoleiksi. Turvekankailla on myös kerroksellinen rakenne. Kerrokset muodostuvat eriasteisesti maatuneista turvekerroksista. Turvekerrosten päällä on raakahumusta, jonka paksuus riippuu kuivatustehosta. Mitä syvemmälle kerroksissa mennään, sen maatuneempaa turve on. Muokkausta suunnitellessa täytyy ottaa huomioon metsämaan kerroksellisuus, sillä kerroksien ominaisuudet ovat erilaisia. Vedenpitävyys-, routimisekä ravinneominaisuudet vaihtelevat eri kerroksissa. (Luoranen ym. 2012, 13; Mälkönen ym. 2003, 133, 135–140.)

Kivennäismaan päällä olevan orgaanisen kerroksen tutkiminen on hyödyllistä suunnitellessa maanmuokkausta. Paksu orgaaninen kerros ja turve kertovat yleensä kuivatus-tarpeesta. Märkyymen indikaattorina toimii erityisesti rahkasammal. Erittäin kivisillä mailla maanmuokkaus voi olla todella hankalaa eikä sitä kannata tehdä kuin kevyesti.

Tällaisilla kohteilla ei kannata turhaa muokkausta tehdä, sillä puut löytävät tarvittavan kivennäismaan kivien ja lohkkareiden välistä ja alta. Se turvaa puille normaalin kasvun. Turvemaidella joilla pohjavesi on lähellä maanpintaa, turpeen huokokset täyttyvät vedellä. Huokosten ollessa veden vallassa on ilmanvaihto huonoa, minkä vuoksi puiden juuret kärsivät. Märillä kohteilla pitää huolehtia vesitaloudesta. (Luoranen ym. 2007, 17–18.)

1.1.2 Vesitalous

Taimen juuristo tarvitsee vettä ja happea kasvaakseen. Hapen ja veden suhde pitää olla sopiva. Siksi maanmuokkauksessa pitää ottaa vesitalous huomioon. Varsinkin hienorakeisilla kivennäismailla vesi voi olla ongelma. Tällaisilla mailla maan huokokset täyttyvät vedellä uudistushakkuun jälkeen ja maarakkeiden väliin jää liian vähän ilmatilaa. Ilmatilan puutteen vuoksi juuristo kärsii hapenpuutteesta. (Luoranen ym. 2012, 75; Luoranen ym. 2007, 19.)

Päätehakuussa uudistusosalta poistetaan haihduttava puusto. Tällöin maaperään jää enemmän vettä ja sen vuoksi pohjaveden pinta voi nousta. Varsinkin hienorakeisilla uudistusaloilla voi olla ongelmia vesitalouden kanssa. Kevään lumensulamisvesien kertyessä vesiongelmat kasvavat. Maanmuokkauksen yhteydessä kannattaa tällaisilla alueilla harkita ojitusta. Ojituksen ja maanmuokkauksen avulla pyritään luomaan taimelle paremmat olosuhteet, eikä taimi kärsi liiasta vedestä. (Luoranen ym. 2012, 75; Luoranen ym. 2007, 19.)

Kuivilla ja karuilla kangasmailla ei yleensä ole ongelmaa liian veden suhteen. Maalajit kuivilla ja karuilla kankailla ovat usein vettä läpäisevää karkeaa ja keskikarkeaa maata. Maanmuokkauksella parannetaan siementen itämisolosuhteita. Siemenet pääsevät muokatuilla alueilla paremmin kosketuksiin maaveden kanssa ja saavatkin imettyä itämiseen tarvittavan kosteuden maasta. Humuksella on hyvä vedenpidätyskyky ja sekoitettuna kivennäismaahan se luo hyvän itämisalustan siemenille. Kylvön yhteydessä voidaan parantaa itämisolosuhteita kylvökohdan pienkäsittelyllä. Pienkäsittelyssä tehdään maahan pieniä painaumia, jolloin kapillaariveden nousu paranee, haihdunta pienenee ja siemenen kontakti maahan paranee. (Luoranen ym. 2007, 19.)

Turvemailla uudistamisen kannalta merkittäviä ovat pohjavesi ja kangashumuksen paksuus. Turvemailla pohjaveden pinta on usein korkealla ja päätehakkuussa haihduttavan puuston poistuminen nostaa pohjaveden pintaa ennestään. Turvemailla maanmuokkauksen yhteydessä kannattaa miettiä ojituksen tarvetta. Kangashumuksen paksuus on myös merkittävää turvemailla. Paksu kangashumus kuivuu helposti ja estää kapillaarista vedennousua pohjavedestä. Maanmuokkauksen yhteydessä tulee tarkastaa tarvitseeko maita kuivattaa vai parantaa veden saantia. Turvemaallakin voi olla liian kuivaa ja silloin kannattaa harkita kangashumuksen kuorintaa. (Luoranen ym. 2007, 19–20.)

1.1.3 Maan tiiviys

Maan tiiviys vaikuttaa juuriston hapen saantiin, lämpöoloihin, juuriston kasvuun sekä taimien ankkurointi kykyyn. Tiiviissä maassa huokokset ovat pieniä, eivätkä ne johda ilmaa hyvin. Lisäksi tiiviissä maassa on pieni huokostila. Tiiviissä maassa juuristossa on huono hapensaanti. Kuohkea maa lämpenee nopeammin kuin tiivis maa, joten liian tiivis maa on lämpöoloiltaan huono. Tiiviissä kivennäismaassa juuriston mekaaninen kasvu voi heikentyä ja taimien ankkurointi kyky maahan heikkenee. (Luoranen ym. 2012, 76; Luoranen ym. 2007, 21.)

Maan tiiviys voi vaikuttaa pienien taimien kasvuun heikentävästi. Suomessa metsät ovat tiiviitä jo luonnostaan ja hakkuiden koneellistuminen tiivistää maata entisestään. Maanmuokkauksella voidaan tiiviyttä vähentää eli kuohkeuttaa maata lisäten maan ilmatilaa. Maata ei kuitenkaan voi kuohkeuttaa liikaa, sillä taimien kasvualusta voi jäädä liian löyhäksi, mikä vaikeuttaa taimen ankkuroitumista maahan. (Luoranen ym. 2012, 76; Luoranen ym. 2007, 21.)

1.1.4 Maan lämpötila

Paljastettu kivennäismaa lämpiää nopeammin kuin kasvillisuuden ja kuivan orgaanisen kerroksen peittämä pinta. Maanmuokkauksella voidaan siis kohottaa maan lämpötilaa. Mättäiden päällä oleva kivennäismaa lämpenee myös nopeammin kuin maan-

pinnan tasossa oleva. Maanmuokkauksella saavutetaan hyötyjä lämpötilan suhteen varsinkin keväisin. Nopealla maan lämpenemisellä saadaan juurten kasvulle sopiva lämpötila, joka aikaistaa viljelyä. (Luoranen ym. 2007, 21–22.) Keväisin juurten kasvu sekä ravinteiden ja vedenotto on hidasta. Muokkauksen yksi tärkeistä tavoitteista onkin nostaa lämpötilaa. Keväällä lämpötila kohoaa nopeammin muokatussa maassa ja kesällä lämpötila on korkeampi muokatussa maassa. Kohonnut lämpötila takaa paremmat kasvunedellytykset juuristolle. (Luoranen ym. 2012, 76.)

1.1.5 Ravinnetila

Kangasmailla suurin osa taimikolle käyttökelpoisista ravinteista on humuskerroksessa ja kivennäismaakerroksen pintaosassa. Taimille ravinteet ovat kasvun kannalta elintärkeitä. (Luoranen ym. 2007, 22.)

Päätehakuun jälkeen käyttökelpoisten ravinteiden määrä kasvaa hetkellisesti. Suurten puiden puuttuessa ravinteidenotto on vähäistä. Hakkuusta häiriintynyt muu kasvillisuus ei sido hakkuutähteistä vapautuvia ravinteita, joten taimille jää enemmän ravinteita. Taimilla on muutama vuosi aikaa nauttia tilanteesta, sillä häiriintynyt muu kasvillisuus elpyy ja alkaa taimikon kanssa sitoa ravinteita. Niissä muokkausmenetelmissä, joissa humus jää kivennäismaan alle, saavat taimet vielä muutaman vuoden etumatkaa ravinteiden käyttöön. Muokkausmenetelmissä, joissa paljastetaan maanpinta, ja joissa poistetaan vain humus- ja huuhtoutumiskerrokset, poistetaan myös ravinteita runsainten sisältävä kerros. Tällaisissa menetelmissä muut kivennäismaan paljastavan muokkaustavan edut puoltavat menetelmän käyttöä. (Luoranen ym. 2012, 77; Luoranen ym. 2007, 22.)

1.2 Metsänhoidon tuloksien varmistaminen

Maanmuokkauksella pyritään edistämään myös metsänhoitoa. Muokkauksella parannetaan taimien olosuhteita. Muokatussa maassa siemenet itävät paremmin ja taimet kasvavat paremmin. Taimikko saadaan vakiintumaan nopeammin muokatuilla alueilla kuin muokkaamattomilla. Maanmuokkaus vähentää myös kilpailua pintakasvillisuuden kanssa sekä vähentää tuhoriskejä. (Luoranen ym. 2007, 22.)

1.2.1 Kilpailun vähentäminen

Uudistusalalla taimilla on kilpailua pintakasvillisuuden kanssa valosta, ravinteista sekä vedestä. Taimet saattavat jäädä pintakasvillisuuden alle. Jos taimet jäävät toiseksi kilpailussa, ne kärsivät mekaanisia vaurioita tai jopa kuolevat pintakasvillisuuden alle. Muokkauksessa istutuspaikan ympäryys vapautetaan pintakasvillisuudesta. Riippuen muokkausmenetelmästä ja kohteen viljavuudesta, saadaan muokkauksella etumatkaa taimelle 1–3 vuodeksi Etelä- ja 3–5 vuodeksi Pohjois-Suomessa. (Luoranen ym. 2012, 76; Luoranen ym. 2007, 22–23.)

Rehevillä kasvupaikoilla pintakasvillisuus kasvaa nopeasti. Tällaisilla alueilla pyritään muokkauksella saamaan taimi ympäristöönsä korkeammalle. Taimen ollessa korkeammalla se ei jää niin helposti pintakasvillisuuden alle. Jos käytetään menetelmiä, joissa taimi on maanpinnan tasolla ja vain pintamaa poistetaan, on muokkauksen pintakasvillisuuden kasvua hidastava vaikutus heikompi. (Luoranen ym. 2007, 23.)

Kangashumuksen poistavissa muokkausmenetelmissä lehtipuut saavat hyvän itämisalustan. Tästä on hyötyä sekä lehti- että havupuille. Muokkauksella tavoitteena on rikkoa maanpintaa sen verran, että turvataan halutun puuston kehitys. Maanpintaa ei saa kuitenkaan rikkoa liikaa, sillä se lisää lehtipuun määrää. Rikottua maanpintaa syntyy eniten äestyksessä ja laikutuksessa. Kääntömätästyksessä sitä syntyy vähiten. (Luoranen ym. 2007, 23–24.) Maanmuokkaus voi myös lisätä pintakasvillisuuden määrää. Koivun, heinien sekä ruohojen siemenet säilyvät maaperässä itämiskykyisenä useita vuosia. Hakkuiden jälkeen uudistusala saa lisää valoa ja lämpöä, minkä seurauksena siemenet alkavat itää. Erityisesti rikottuun maanpintaan syntyy runsaasti koivun taimia. Kosteilla kivennäismailla ja turvemaille maanpintaa pitäisi rikkoa mahdollisimman vähän. (Luoranen ym. 2012, 76.)

Ojitetuille turvemaille syntyy paljon hieskoivua. Mitä runsasravinteisemmaksi turvekangastyypiksi muuttuu, sitä enemmän hieskoivua syntyy. Päätehakkuu poistaa haihduttavan puuston, mikä nostaa pohjaveden pintaa. Erityisesti siitä on hyötyä hieskoivuille. Hieskoivun leviämistä turvekankailla voidaan estää pitämällä vesitalous kunnossa. (Luoranen ym. 2007, 24.)

1.2.2 Tuhojen välttäminen

Tukkimiehentäi on yksi taimikon tuholaisista. Maanmuokkauksella voidaan vähentää tukkimiehentäin riskiä. Vähintään 15 cm leveä yhtenäinen kivennäismaa-alue vähentää syöntiriskiä. Muokkausjäljen pinnan ollessa humusta tai kivennäismaahan sekoitunutta humusta tukkimiehentäin riski kasvaa. Riski on kuitenkin pienempi kuin muokkaamattomassa maassa. Muokatun pinnan vanhentuessa ja peittyessä karikkeeseen, myös sen suojaava vaikutuskin vähenee. Istutus ja kylvä kannattaakin tehdä mahdollisimman nopeasti muokkauksen jälkeen, jotta suojaava vaikutus olisi mahdollisimman hyvä. (Luoranen ym. 2012, 75; Luoranen ym. 2007, 24.)

Maanmuokkauksella voidaan vähentää myyrätuhonriskiä. Myyrät viihtyvät pintakasvillisuuden suojissa. Myyrätuhojen synty on suurinta talvella, mutta lehtipuutaimikoissa tuhoja voi tulla myös keskikesällä. Etenkin pellonmetsityksessä kannattaa muokkaus tehdä huolella, sillä pintakasvillisuus kasvaa pellonmetsitysaluilla nopeasti. Pellonmetsityksessä myyriä joutuu usein torjumaan muokkauksen lisäksi myös kemikaaleilla. (Luoranen ym. 2012; 46; Luoranen ym. 2007, 25.)

Hallatuhoja voidaan vähentää muokkausmenetelmillä, joissa taimi saadaan maanpintaa korkeammalle. Kylmän ilman valuessa raskaampana painanteisin, jää taimi korkealla ollessaan parempaan suojaan. Taimen kasvaessa maanpinnan tasolla se on huomattavasti alttiimpi hallalle. (Luoranen ym. 2007, 25.)

Mättäät tai muut samankaltaiset kohoumat routaantuvat herkemmin. Maanpinnan tasolla olevat muokkausjäljet ei routaannu niin herkästi. Kohoumien päällä oleva lumi myös sulaa nopeammin. Sen vuoksi korkeammalla kasvava taimi on alttiimpi ahavatuhoille. (Luoranen ym. 2007, 25.)

Hienorakeisilla mailla maanmuokkauksella saatetaan lisätä rousteen riskiä. Maan jäätyessä ja sulaessa toistuvasti, saattavat huonosti juurtuneet taimet nousta maasta. Rousteen aiheuttamia tuhoja voidaan kuitenkin välttää istuttamalla taimet mättäissä normaalia syvempään. Syysistutuksia kannattaa välttää, sillä silloin rousteriski on suu-

rempi. Keväällä ja alkukesästä istutetut taimet kerkeävät juurtua ennen syksyä ja rous-
teen riski vähenee. (Luoranen ym. 2012, 42; Luoranen ym. 2007, 25.)

1.2.3 Viljelytyön helpottaminen

Maanmuokkauksella pyritään helpottamaan viljelytyötä. Maanmuokkauksen jälkeen istutus ja kylvö ovat huomattavasti helpompia toteuttaa ja sitä kautta myös uudistami-
nen on taloudellisempaa. Muokkauksen seurauksena myös istutustyön laatu on pa-
rempaa verrattuna muokkaamattomaan. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi maan-
muokkauksella on alentava vaikutus taimikon perustamiskustannuksiin. Taloudelli-
suutta lisää vielä, jos muokkaus ja istutus tehdään samalla koneella. (Luoranen ym.
2012, 107; Luoranen ym. 2007, 25.)

2 MAANMUOKKAUSMENETELMÄT JA NIIDEN KÄYTTÖ

Maanmuokkausmenetelmän valinnan määräävät kasvupaikan ominaisuudet. Karuim-
milla kasvupaikoilla, joilla on vesitalous kunnossa, on järkevintä käyttää äestystä tai
laikutusta. Rehevillä kasvupaikoilla, joiden vesitalous on kunnossa, valitaan muok-
kausmenetelmäksi kääntö-, laikku- tai naveromätästys. Valintaan vaikuttavat myös
kohteen muut ominaisuudet, kuten viljavuus, maan raekoostumus, kerroksellisuus ja
kaltevuus, sekä uudistettava puulaji ja uudistusmenetelmä. Mikäli kohteilla vesitalous
on huonossa kunnossa, käytetään muokkausmenetelmänä ojitusmätästystä. Muokkaus-
jälki vaihtelee ravinnetason mukaan. Viljavilla alueilla muokkausjäljen leveys ja pin-
ta-ala täytyy olla suurempi, kuin karuilla kohteilla. Kohteen maalaji määrittelee laik-
ku- ja ojamättäiden korkeuden. (Luoranen ym. 2012, 77–78; Luoranen ym. 2007, 55.)

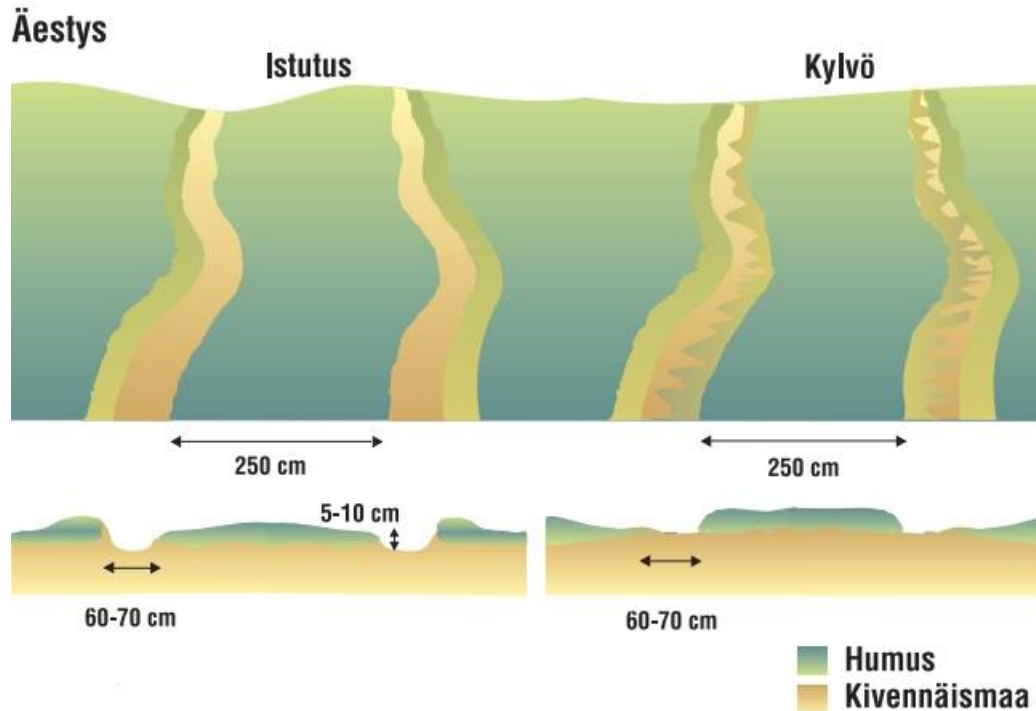
2.1 Äestys

Äestyksellä (kuva 1) tehdään jatkuvia kivennäismaata paljastavia uria. Muokkausjäl-
keen jätetään muokkaamattomia katkoja. Yleensä äestys tehdään metsätraktorin kyt-
kettävän äkeen avulla. Äkeessä on muokkauslautaset, joiden väliä, kulmaa, muok-
kaussyvyyttä sekä pyörimisnopeutta voidaan säätää. Äestys on kangasmailla erityises-

ti männyn uudistamisalueilla käytettävä muokkausmenetelmä eikä sitä käytetä turve-
mailla lainkaan. Muokkaus tehdään uudistustavan mukaan. Uudistettaessa luontaisesti
tai kylvämällä muokkausjälkeen on hyvä jättää hieman humusta, kun taas istutusko-
hteilla pyritään saamaan puhdas kivennäismaapinta. (Luoranen ym. 2012, 78–79; Luo-
ranen ym. 2007, 26; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014, 135; Metsätalou-
den kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Äestys muokkausmenetelmänä soveltuu hyvin varsinkin uudistaessa luontaisesti tai
kylvämällä. Kylvö ja luontainen uudistaminen ovat sopivimpia kuivahkoilla kuivilla
kankailla. Tällaisilla kohteilla pintakasvillisuuden rehevöityminen on vähäistä hakkui-
den jälkeen. Maalajin ollessa karkeaa tai keskikarkeaa ja vesitalouden ollessa kunnos-
sa, äestys on järkevä valinta muokkausmenetelmäksi. Äestyksen muokkausjälki paran-
taa siemenen yhteyttä kivennäismaahan. Näin saadaan enemmän kosteutta siemenen
itämiseen. (Luoranen ym. 2012, 79; Luoranen ym. 2007, 41.)

Äestys on paras tehdä viljelyvuonna juuri ennen viljelyä, mutta se voidaan tehdä myös
uudistamista edeltävänä syksynä. Keväällä konekylvö kohteet äestetään ennen muita
kohteita. Luontaisesti uudistaessa tulee ottaa huomioon siemensadot. Äestys tehdään
hyvää siemensatoa edeltävänä syksynä tai varhain keväällä. Äesvaon syvyys on 5–10
cm riippuen humuskerroksen paksuudesta. Vaon leveys vaihtelee 60–80 cm. Karuilla
mailla muokkausjälki on kapeampi kuin rehevillä mailla. Äesjälkeen on jätettävä kat-
koja varsinkin kohteilla, jotka sijaitsevat rinteillä. Katkoilla vähennetään veden vir-
taamista. Rinteissä olevilla uudistusaloilla äestetään hieman korkeuskäyriä leikaten.
Kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa muokkausjälkeä tulisi olla 4 000–5 000 m/ha,
äeslautasten väli tulisi olla 1,8–2 m ja ajourien väli pitää olla 4–5 m. Näillä säädöillä
pyritään uudistamistiheyteen 4000–5000 taimea hehtaarilla. Männyn istutuksessa pyri-
tään Etelä-Suomessa 2 000–3 000 kpl/ha ja Pohjois-Suomessa 2 000–2 500 kpl/ha
taimitiheyteen. Se tarkoittaa, että muokkausjälkeä pitää olla 5 000 m/ha, lautasvälin
pitää olla 1,8–2 m ja ajouraväli pitäisi olla 4 m. (Immonen ym. 2000, 7; Luoranen ym.
2012, 79; Luoranen ym. 2007, 42.)



KUVA 1. Äestysmalli istutukselle ja kylvölle (Immonen ym. 2000)

2.2 Mätästyksset

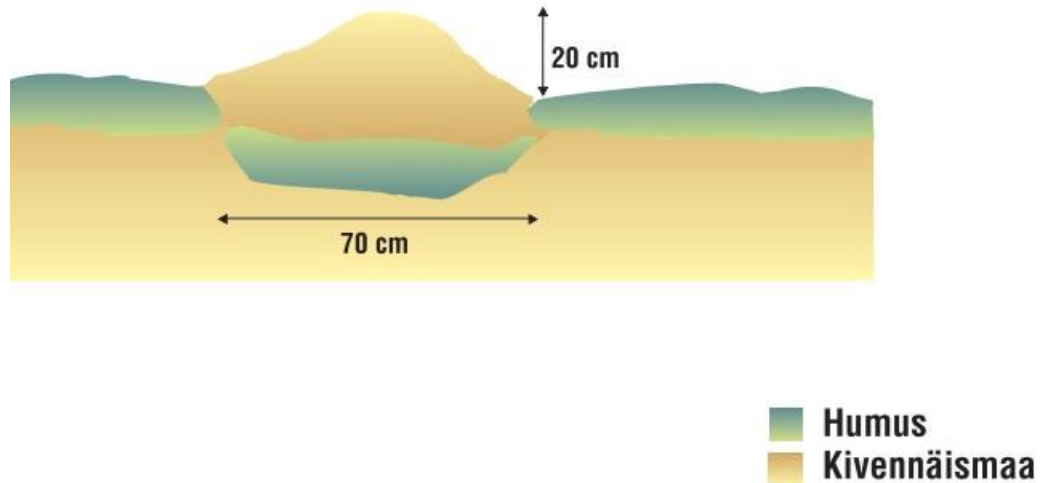
2.2.1 Kääntömätästys

Kivennäismailla kääntömätästys (kuva 2) tehdään menetelmään suunnitellulla kaivinkoneen kauhalla. Kaivinkone ottaa maata, jonka se pudottaa syntyneeseen kuoppaan ylösalaisin. Kivennäismaa jää pinnalle ja humus kuopan pohjalle. Turvemailla mätetään päälle jää osittain maaton turvetta ja kuopan pohjalle jää kangashumus sekä elävä sammalkasvusto. Kääntömätästyksessä maa kuohkeutuu ja mätäs jää hieman koholle. Mätät painuvat pian muokkauksen jälkeen maanpinnan tasalle. (Immonen ym. 2000, 9; Luoanen ym. 2012, 79; Luoranen ym. 2007, 32; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014, 137; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Uudistusalat joissa käytetään muokkausmenetelmänä kääntömätästystä, kannattaa muokata viljelyvuonna tai edellisenä syksynä. Helposti routivat kohteet on hyvä uudistaa viljelyä edeltävänä syksynä. Kääntömättään pintaan jää 5–10 cm:n yhtenäinen kivennäismaakerros. Taimi tulisi istuttaa keskelle mätästä ja niin syvään, että juuri- paakku on humuskerroksessa. Mätään tulisi olla 50–60 cm leveä ja 60–80 cm pitkä.

Muokkausjäljen tavoitetiheys on 1800–2200 mätästä hehtaarilla. Kääntömätästäystä käytetään lähinnä kuusen viljelyyn, joten muokkausjäljentiheydellä tähdätään kuusen-
viljelytiheyksiin. (Luoranen ym. 2007, 48.)

Kääntömätästäys



KUVA 2. Kääntömättään malli (Immonen ym. 2000)

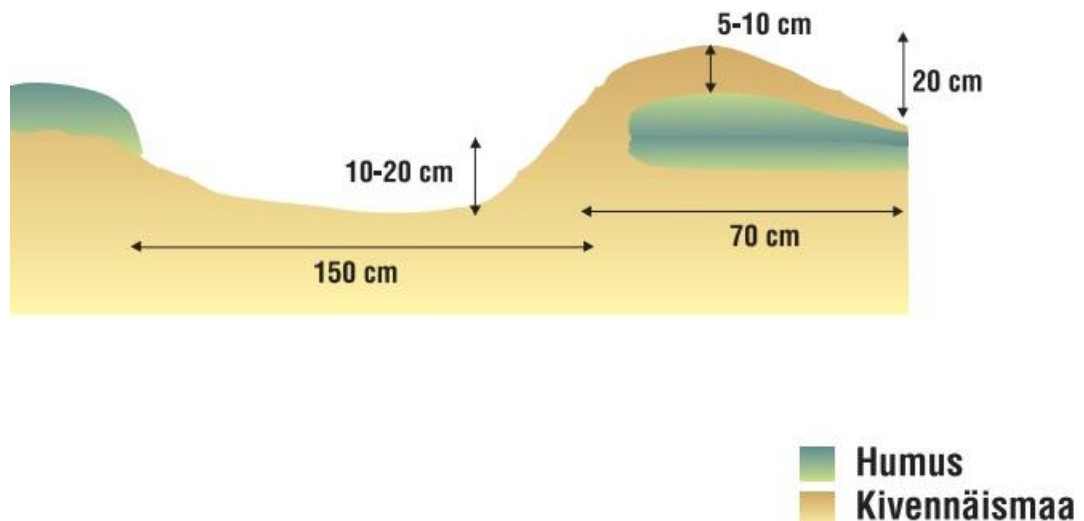
2.2.2 Laikkumätästäys

Laikkumätästäys (kuva 3) muistuttaa kääntömätästäystä. Kaivinkone vetää maata ja kääntää mättään ylösalaisin laikun viereen. Mättäät tehdään tasapohjaisella kauhalla tai muokkauslevyllä. Muokkauksessa käytettävät kauhat ja levyt eivät saa olla tarpeettoman suuria. Kangasmailla tarkoituksena on saada mättään pintaan kivennäismaata, aivan kuten kääntömätästyksessäkin. On tärkeää, että mättään kerrosten väliin ei jää hakkuutähteitä. Ne aiheuttavat mättääseen ilmakerroksia, jotka estävät kapillaarisen veden nousua, mikä taas nostaa mättään kuivumisriskiä. (Immonen ym. 2000, 9; Luoranen ym. 2012, 79; Luoranen ym. 2007, 34; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014, 136; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Laikkumätästäys tehdään edeltävänä syksynä tai viljelyvuoden keväänä. Kaivinkone vetää maata siten, että vain kauhaan jää vain kivennäismaan pintakerrokset ja humusta. Kauhaan jäänyt maa käännetään laikun viereen muokkaamattomalle maalle. Mät-

tään pinnalle jää 5–10 cm paksu kerros kivennäismaata ja mättään sisälle kaksinkertainen kerros humusta. Humuskerrosten väliin ei saa jäädä hakkuutähteitä. Lisäämällä laikun pituutta varmistetaan, että mättään päälle tulee riittävästi kivennäismaata. Laikkumätästyksestä on tavoitteena, että taimen juuret saadaan kaksinkertaiseen humuskerrokseen. Istutussyvyyteen vaikuttaa kivennäismaakerroksen paksuus. Laikkumätästyksessä pyritään 1800–2200 mättään tiheyteen hehtaarilla. Mättäiden korkeus vaihtelee maalajeittain. Keskiparkeilla mailla mättäät ovat 15–20 cm korkeita ja hienorakeisilla mailla 5–10 cm. Mättään leveys pitäisi olla 50–60 cm ja pituus 60–80 cm. Mättäiden laatua heikentävät kivet kannot sekä hakkuutähteet. (Immonen ym. 2000, 9; Luoranen ym. 2007, 46.)

Laikkumätästys



KUVA 3. Laikkumättään malli (Immonen ym. 2000)

2.2.3 Navero- ja ojitusmätästys

Naveromätästyksessä tehdään matalia noin 20–30 cm syviä vakoja. Muokkauksella ei pyritä ohjamaan vesiä pois uudistusalueelta, vaan sen tarkoituksena on kuivattaa aluetta. Kuivattava vaikutus on kuitenkin vähäinen. Naveroista kaivetusta maasta tehdään mättäät. Mättäisiin tarvittava maa pudotetaan muokkaamattomalle maalle. Yhdestä kauhallisesta saa tehtyä useamman mättään. Mättäät levitetään tasaisesti kummallekin puolelle naveroa. Mättäiden sijoittelussa pitää valita suotuisa paikka, eikä niitä saa

sijoittaa kantojen tai hakkuutähteiden päälle. Mättäitä nimitetään ojamättäiksi. (Immonen ym. 2000, 9; Luoranen ym. 2012, 81; Luoranen ym. 2007, 36; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014, 137–138; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Ojitusmätästyksellä pyritään parantamaan vesitaloutta ja ohjaamaan vesiä pois uudistusosalta, usein veden vaivaamilla ja soistuvilla kankailla ja turvemailloilla. Muokausalalle kaivetaan kuivatusojia, joilla ohjataan vedet alueelta pois. Jotta vedet saadaan ohjattua pois, ojien pitää olla riittävän syviä, mutta ei kuitenkaan liian syviä. Ojista tulevat valumavedet ohjataan pintavaluntana muokkaamattoman suodatusvyöhykkeen läpi. Riittävän mätäsmäärän saavuttamiseksi täytyy lisäksi tehdä naveroita. Ojista kaivettu maa käytetään mättäisiin. Mikäli maalaji on suotuisa, käytetään kaikki maa mättäisiin. Jos syvimpien kerrosten maalaji on savea tai hiesua, niin käytetään mättäisiin vaan pintamaata. Ojamaat levitellään mättäiksi tasaisesti kummallekin puolelle ojaa. Myös ojituksessa käytetään mättäistä nimitystä ojamätäs. (Luoranen ym. 2012, 81; Luoranen ym. 2007, 38; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Turvemailloilla mättäät tehdään kohteen ominaisuuksista riippuen. Ohutturpeisilla kohteilla pyritään saamaan mättään pinnalle kivennäismaata. Pohjamaan ollessa savea tai hiesua, mättään pintakerroksessa käytetään pintaturvetta. Mättäät pyritään tekemään niin, että sen pinnalle ei tulisi hienojakoisia maalajeja. Paksutturpeisilla aloilla mättäisiin pyritään saamaan mullan tapaista turvetta. Mättäitä ei tulisi tehdä kiinteistä ja sitkeistä tai kuitumaisista turvelajeista. (Luoranen ym. 2007, 38–39.)

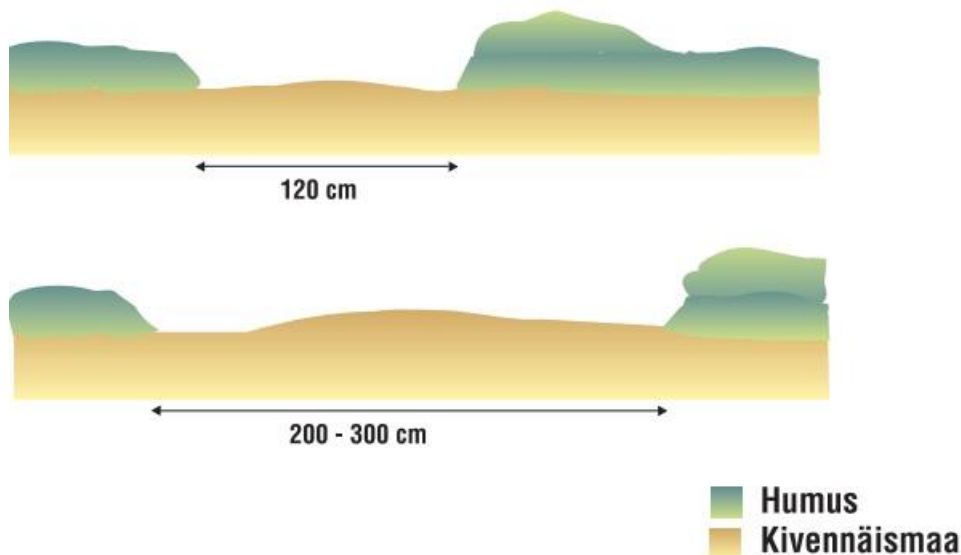
2.3 Laikutus

Laikutuksessa (kuva 4) paljastetaan kivennäismaata poistamalla humuskerros. Paljastunutta kivennäismaata kutsutaan laikuksi. Kylvökohteilla ja luontaisen uudistamisen aloilla laikkuihin voi jättää hieman humusta. Turvemailloilla maanpinnalta poistetaan elävä sammalkerros sekä suurin osa kangashumuksesta. Näin saadaan paljastettua taimettumisen kannalta tärkeä hyvä turvepinta. Laikutus ei sovellu veden vaivaamille tai alaville maille. (Immonen ym. 2000, 8; Luoranen ym. 2012, 78; Luoranen ym.

2007, 28; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014, 136; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 37.)

Kangasmailla laikut tehdään kaivinkoneen kauhan kärjellä tai muokkauslevyllä. Kangasmaiden laikutuksessa voidaan käyttää myös kynsillä varustettuja kauhoja, joilla saadaan hyvä muokkausjälki luontaisen uudistamisen ja kylvö alueille. Turvemaiilla laikut tehdään tasaisella kauhan kärjellä. Turvemaiilla laikun tekoon voidaan käyttää myös erityisesti turvemaille suunniteltua terävsärmäistä levyä. (Luoranen ym. 2007, 28.)

Laikutus



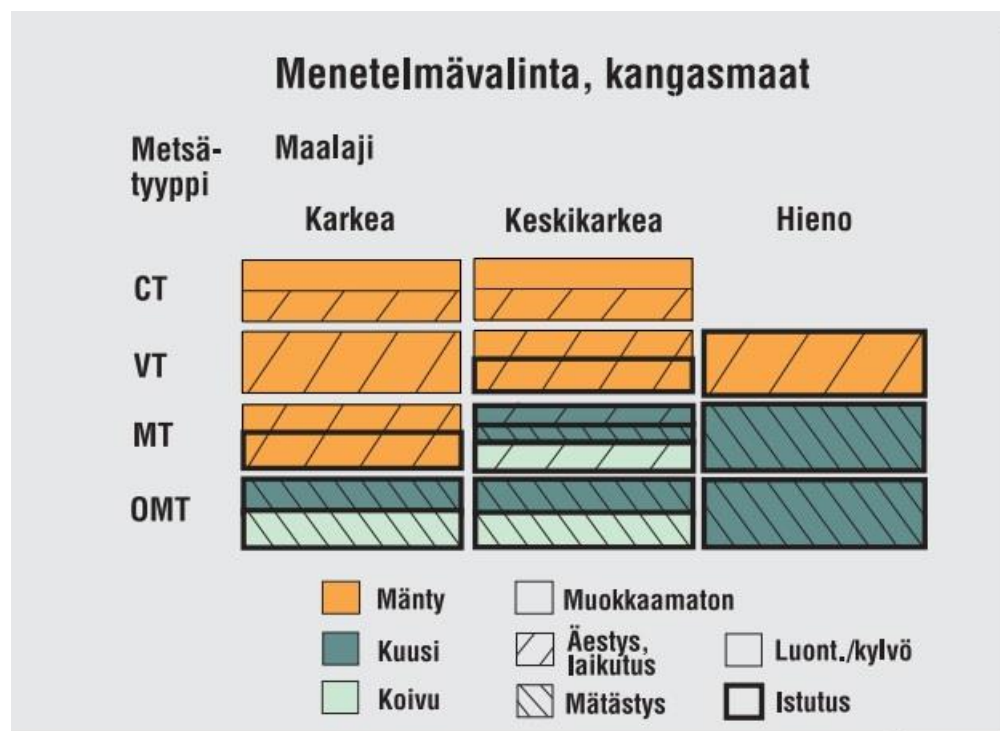
KUVA 4. Laikun pituus yhdelle ja kahdelle taimelle kpl/laikku (Immonen ym. 2000)

Laikutus on hyvä tehdä joko edeltävä syksynä tai viljely vuoden keväänä. Laikutus kohteet tehdään aina ennen muita muokkausmenetelmiä. Luontaista uudistamista suunniteltaessa maanmuokkaus pitää ajoittaa hyvää siemensatoa edeltävään syksyyn tai varhaiskevääseen. Laikkuja tehdessä tulisi välttää liiallista kivennäismaan tai turpeen poistamista. Laikkujen syvyys vaihtelee 5–10 cm riippuen kangas- ja humuskerroksen paksuudesta. Laikun pituuden ja leveyden pitäisi olla 60–70 cm. Luontaisesti uudistettaessa tai kylvökohteilla laikkuja pitäisi olla uudistusalalla 4 000 kpl hehtaarilla. 4 000 laikkua hehtaarilla luo edellytykset 4 000–5 000 taimelle. Istutuskohteilla laikkuja tehdään 2500 kpl hehtaarille. Laikkuun istutetaan 1–2 taimea riippuen laikun

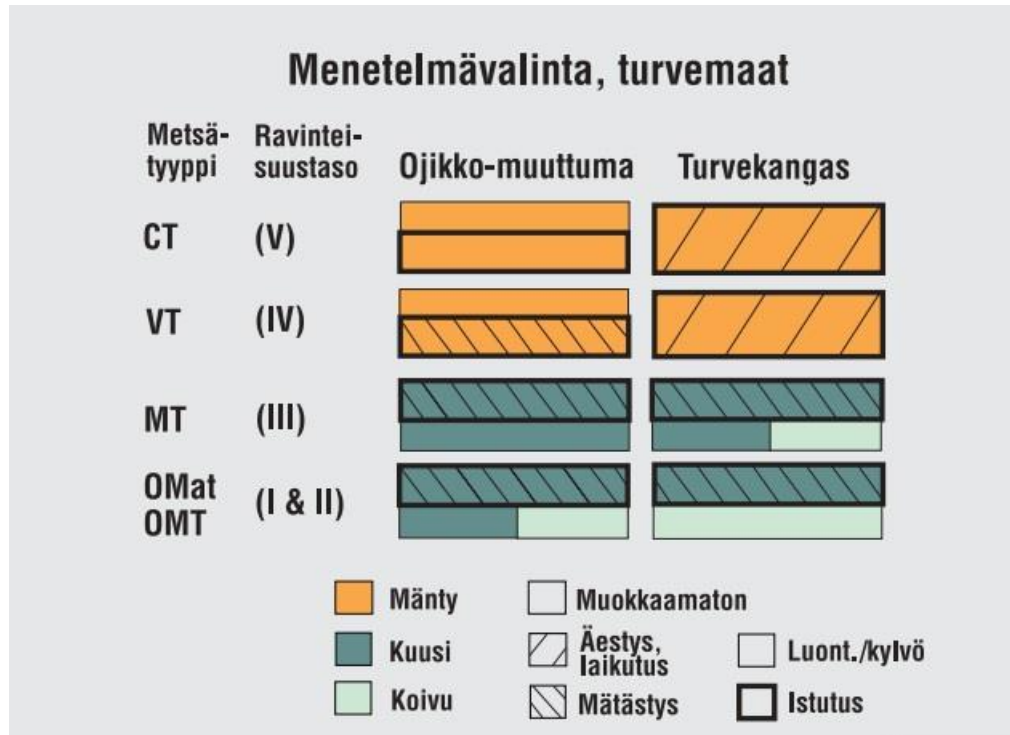
koosta. Pienet laikut olisivat parempia, koska silloin taimi voitaisiin istuttaa laikun keskelle. Tämä vähentäisi mm. tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja. Istutussyvyys on 2–3 cm. (Luoranen ym. 2012, 78; Luoranen ym. 2007, 44.)

2.4 Muokkausmenetelmän valinta

Muokkausmenetelmä valitaan kohteen ominaisuuksien mukaan (kuvat 5 ja 6). Vesitalouden ollessa kunnossa viljavilla kasvupaikoilla, käytetään muokkausmenetelmänä kääntö-, laikku, ja naveromätästystä riippuen kohteen muista ominaisuuksista sekä uudistettavasta puulajista. Mikäli kohteella on tarvetta vesitalouden korjaamiseen, niin muokkausmenetelmänä käytetään ojitusmätästystä. Muokkauksen tehoa säädelään kohteen viljavuudesta riippuen. Muokkausjälkien pinta-alan pitää olla suurempi viljavilla alueilla, kuin karuilla. Laikku- ja ojamättäiden korkeuteen vaikuttaa kohteen maalaji. (Immonen ym. 2000, 4; Luoranen ym. 2012, 38–40; Luoranen ym. 2007, 55; Mälkönen ym. 2003, 161–162.)



KUVA 5. Muokkausmenetelmä kangasmailla (Immonen ym. 2000)



KUVA 6. Muokkausmenetelmä turvemailla (Immonen ym. 2000)

Uudistusaloilla, joilla maastonmuodot vaihtelevat, on usein tarpeen käyttää useita muokkausmenetelmiä. Osalla kuviota voi olla niin kivistä, että vain laikutus onnistuu. Osa kuviosta voi olla taas niin märkää ja maa hienorakeista, että naveromätästyksellä voidaan edesauttaa kuivumista. Kohteilla joissa on vaihtelua, on kaivinkoneen kuljettajalla suuri rooli. Kuljettajan pitää tunnistaa kohteen muutokset ja valittava kalusto sekä muokkausmenetelmä tarpeen mukaan. (Immonen ym. 2000, 4; Luoranen ym. 2007, 55; Luoranen ym. 2012, 38–40)

2.5 Muokkausta helpottavat tekijät

Ennakkoraivauksella voidaan helpottaa muokkausta. Varsinkin rehevillä mailla vesakko sekä jätetuusto vaikeuttavat muokkaustyötä. Ennakkoraivauksessa poistetaan näkyvyyttä haittaava vesakko, mikä nopeuttaa muokkaustyötä ja parantaa työnlaatua. Hakkuissa ja ennakkoraivauksissa kohteelle on voinut jäädä kallellaan olevia puita. Tällaiset puut ovat muokkaajalle työturvallisuusriski ja ne onkin suositeltavaa kaataa maahan asti ennen muokkausta. (Immonen ym. 2000, 6.)

Uudistusalalla voi olla usein kasvatuskelpoisia luontaisia taimiryhmiä. Taimiryhmiä voi käyttää uudistamisessa hyödyksi. Muokkaajan työtä voi vaikeuttaa, mikäli taimiryhmät esiintyvät rinnan jätetuuston kanssa. Kaivinkoneen kuljettaja joutuu arvioimaan, mitä puita on varottava, ja mikäli taimiryhmiä ei ole selkeästi rajattu, tuhrautuu arviointiin aikaa. (Immonen ym. 2000, 6.)

Nykyaikana ympäristö- ja luontokohteet ovat tärkeässä roolissa. Ne ovat usein pienialaisia ja muokkaajan voi olla vaikea huomata niitä. Merkkaamalla selkeästi maastossa vaikeasti erottuvat luontokohteet, helpotetaan ja nopeutetaan muokkaustyötä. Kohteet tulee myös aina merkata työmaakarttaan. (Immonen ym. 2000, 6.)

Uudistusalalle jää paljon hakkuutähteitä, jotka hidastavat muokkaustyötä. Hakkuutähteiden korjuulla nopeutetaan ja helpotetaan selvästi muokkausta. Hakkuutähteissä on ravinteita, joten ne poistamalla vaikutetaan ravinnetasapainoon. (Immonen ym. 2000, 6.)

3 KESTÄVÄ METSÄTALOUS MAANMUOKKAUKSESSA

Maanmuokkauksen ensisijaisena tarkoituksena on parantaa uudistamisen onnistumista, mutta muokkausta suunniteltaessa ei pidä unohtaa muita kestävän metsätalouden tekijöitä. Kestävä metsätalous rakentuu taloudellisesta-, ekologisesta- sekä sosiaalisesta kestävydestä. Pääpaino maanmuokkauksessa on taloudellisen kestävyden puolella. Ekologinen- ja sosiaalinen kestävyys asettavat kuitenkin tiettyjä rajoitteita muokkaukselle. On tärkeää huolehtia, että kaikki kestävän metsätalouden osat saavat huomiota. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 10–14.)

3.1 Ekologinen kestävyys

Ekologinen kestävyys tarkoittaa sitä, että metsää käytetään ja hoidetaan huomioiden metsän, soiden sekä vesistöjen monimuotoisuus. Vesien puhtaudesta on myös huolehdittava. Metsissä täytyy olla edellytykset runsaalle ja elinvoimaiselle eliöstölle. Luonnon monimuotoisuus näkyy metsissä lajiston runsautena. Monimuotoisuudessa pitää

turvata lajistoille niiden elinmahdollisuudet ja elinympäristöt sekä huolehtia niiden ominaisuuksien runsaudesta. Metsien monikäyttö- ja virkistysarvot ovat myös osa sosiaalista kestävyyttä. Osalle metsänkävijistä, sienestys, marjastus, metsästys, ulkoilu tai maisema voi olla hyvin tärkeitä. Niiden merkitys pitää ottaa metsänkävijissä huomioon. Vesiensuojelussa pyritään välttämään pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan muutosta. Pohjavesissä vältetään kemiallisen tilan heikkenemistä ja määrän vähenemistä. Metsätaloudessa käytetään parhaita ja taloudellisimpia toimenpiteitä vesiensuojelussa. Maanmuokkauksen osalta tärkeimpänä ekologisen tekijänä ovat erilaiset vesistöt. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 11–12.)

Metsätalouden toimissa vesistöihin päätyy ravinteita sekä maa- ja eloperäisiä hiukkasia, jotka rehevöittävät vesistöjä. Rehevöitymistä aiheuttavat pääravinteet ovat fosfori ja typpi. Metsätalouden osuus kokonaiskuormituksesta on tällä hetkellä 5–8 %. Vesiensuojelun osalta merkittävimmät työajit metsätaloudessa ovat kunnostusajitus, maanmuokkaus sekä lannoitus. Merkitys korostuu varsinkin latvavesillä. Maanmuokkauksessa pitää huolehtia, ettei vesistöihin ja pohjavesiin pääse toimenpiteen yhteydessä huuhtoutumaan kiintoainesta. Kiintoaineksen huuhtoutumisen estämisen lisäksi ravinteiden pääsyä voidaan myös rajoittaa kaappaamalla liikkeelle lähteneet hiukkaset ja ravinteet vedestä. Alueilla joilla on olemassa huuhtoutumisriski, kannattaa muokkaus tehdä kevyemmin siten, että minimoidaan paljastuneen maanpinnan määrä. Mikäli maanmuokkauksen yhteydessä tehdään ojitusta, pitää ravinteiden huuhtoutuminen ottaa huomioon. Huuhtoutumista voidaan vähentää tekemällä pintavalutuskenttiä, kaivukatkoja, lietekuoppia, laskeutusaltaita sekä pohjapatoja. Tekemällä ojiin kaivukatkoja ja ohjaamalla vedet pintavalutuskenttiin, saadaan kiintoainesta jäämään maahan. Vedenvirtausta ojissa voidaan rajoittaa lietekuopilla, laskeutusaltailta sekä pohjapadoilla. Veden virratessa hitaammin laskeutuu kiintoainesta vedessä ja jää altainen ja ojien pohjalle. Pienempi rakeisten maa-ainesten ongelmana on hidas laskeutumisnopeus ja lietekuoppien kokoa pitää nostaa todella suuriksi. Hienojakoisilla mailla onkin hyvä käyttää lietekuopan sijasta kaivukatkoja ojissa ja pintavalutuskenttää. Pohjavesien laatu voi vaarantua maanmuokkauksen seurauksena. Maanmuokkaus voi häiritä luontaista sade- ja sulamisvesien suodattamismekanismia. Pohjavesialueilla vähennetään haittavaikutuksia tekemällä maanmuokkaus kevyemmin. Pohjavesialueilla ei käytetä muokkausmenetelmänä oja- ja naveromätästystä, eikä myöskään kääntömätästystä.

tä. Erittäin tärkeää on muistaa, että koneet ovat kunnossa. Jo pieni öljyvuohto voi olla kohtalokas pohjavesistölle. Koneet pitää tarkastaa päivittäin mahdollisten öljyvuohtojen varalta. (Saaristo ym. 2009, 104–117.)

Vesistöjen läheisyydessä suojavaohtyöhykkeiden leveys vaihtelee 5–30 metrin välillä. Suojavaohtyöhykkeen kokoon vaikuttavat maalaji ja maan kaltevuus. Käytettäessä muokkausmenetelmänä navero- ja ojitusmätästystä pitää muistaa tehdä riittävästi kaivukatkoja. Kaivukatkoja pitää tehdä vähintään 50 metrin välein. Luonnostaan sopivia paikkoja kaivokatkolle on hetteiköt, kivikot sekä maaston kaltevat kohdat. Ojien ja naveroiden laskua ei saa yhdistää suoraan puroihin tai muihin vesistöihin. Yhdistäminen pitää tehdä esimerkiksi lietekuoppien tai pintavalutus kenttien kautta. Maanmuokkauksen ulkopuolelle pitää jättää norot, painanteet ja vedenkulku-uomat, tihkupinnat, pienialaiset kosteikot ja suot, lähteet sekä karut suot. Edellä mainituilla kohteilla pyritään välttämään myös yliajamista. Muokkauksen ulkopuolelle jätetään myös arvokkaat elinympäristöt eikä niiden läpi tai yli ajeta. Säästöpuuryhmien ympärille jätetään muokkaamaton alue ja yksittäisiä säästöpuita ei vahingoiteta. Kuolleet tai lahot pystypuut jätetään pystyyn ja maapuut pyritään kiertämään. Luonnostaan syntyneet kasvupaikalle sopivat taimiryhmät pyritään myös säilyttämään. Muokkauksessa varotaan myös rajapyykkeitä, kiviröykkiöitä, polkuja, kalliokumpareita, lintujen pesiä sekä muurahaispesiä. Maanmuokkauksessa pitää aina valita kohteen kasvupaikalle sopiva muokkausmenetelmä. Oikealla menetelmällä ja mahdollisimman vähäisellä maanpinnanrikkomisella vähennetään eroosioriskiä ja ravinteiden huuhtoutumista. Muokkausjäljet tehdään rinteiden kaltevuutta vastaan. Rinnettä vasten tehty muokkaus vähentää eroosiota ja näkyvyyttä kaukomaisemassa. (Immonen ym. 2000, 12–13; Luoranen ym. 2007, 64–67.)

3.2 Sosiaalinen kestävyys

Sosiaalisessa kestävyudessa otetaan väestöryhmien hyvinvointitarpeet. Sosiaalinen kestävyys on hyvin lähellä taloudellista kestävyyttä, sillä sen keskeisimpiä tavoitteita ovat metsänomistajien, metsäyöntekijöiden sekä metsäyrittäjien toimeentulo. Metsätalous ja –teollisuus ovat perustana sosiaaliselle kestävyydelle. Ne ovat luoneet maaseudulle elinvoimaasuutta. Metsän hoidolla on merkittävä rooli maaseudun asuttami-

sen kannalta, sillä se luo paljon työllisyyttä. Sosiaalinen kestävyys on paljolti metsänomistajan mieltymyksistä kiinni. Metsien monikäyttö on saanut nykyään jo paljon kannatusta. Monikäytössä metsän eri käyttömuodot sovitetaan yhteen. Taloudellisen käytön yhteydessä huomioidaan metsän muut käyttömuodot, kuten jokamiehenoikeudet, luontoharrastukset, marjastus, sienestys, metsästys sekä luontomatkailut. Pohjois-Suomessa poronhoito on merkittävä monikäytön metsänkäyttömuoto. Metsän erikäyttömuodoilla on pitkä historia. Metsä on ollut osana suomalaisten elämää aina. Metsissä on merkittävä kulttuurinen arvo. Metsän perinteisiä käyttömuotoja ovat olleet keräily, metsästys, tervantuotanto, kaskeaminen ja laidunnus sekä puiden käyttö rakentamiseen. Metsällä on edelleen merkittävä rooli suomalaisten elämässä. Metsässä käytetään omatoimisiin metsänhoitotöihin sekä polttopuiden tekoon valtavasti aikaa. Erittäin merkittäväksi sosiaalisen kestävyuden kannalta on noussut mökkeily. Hyvin usealla suomalaisella perheellä löytyy pieni mökkitontti maaseudulta. Kesällä vietetään aikaa mökillä luonnon parissa. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 12–14.)

Sosiaalinen kestävyys on otettava huomioon maanmuokkauksessa. Ihmisillä on monenlaisia mieltymyksiä metsänkäytöstä. Merkitys korostuu työmaan ollessa asutusta lähellä. Myös yleiset tiet, polut sekä kulkuväylät on otettava huomioon siten, että niitä ei tuhota muokkauksen yhteydessä. Tiehen tai rantoihin rajoittuvissa työmaissa muokkausjälki on hyvä tehdä tien- tai rannansuuntaisesti. Tiensuuntainen muokkausjälki ei erotu niin selkeästi tielle. Maisemallisesti tärkeillä kohteilla muokkausta kevennetään ja erittäin aroilla kohteilla harkitaan onko muokkaus välttämätöntä. Muokkausta tehdessä vältetään suurien kivien nostamista pinnalle. (Immonen ym. 2000, 12–13; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006, 12–14.)

4 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tutkimusaineisto

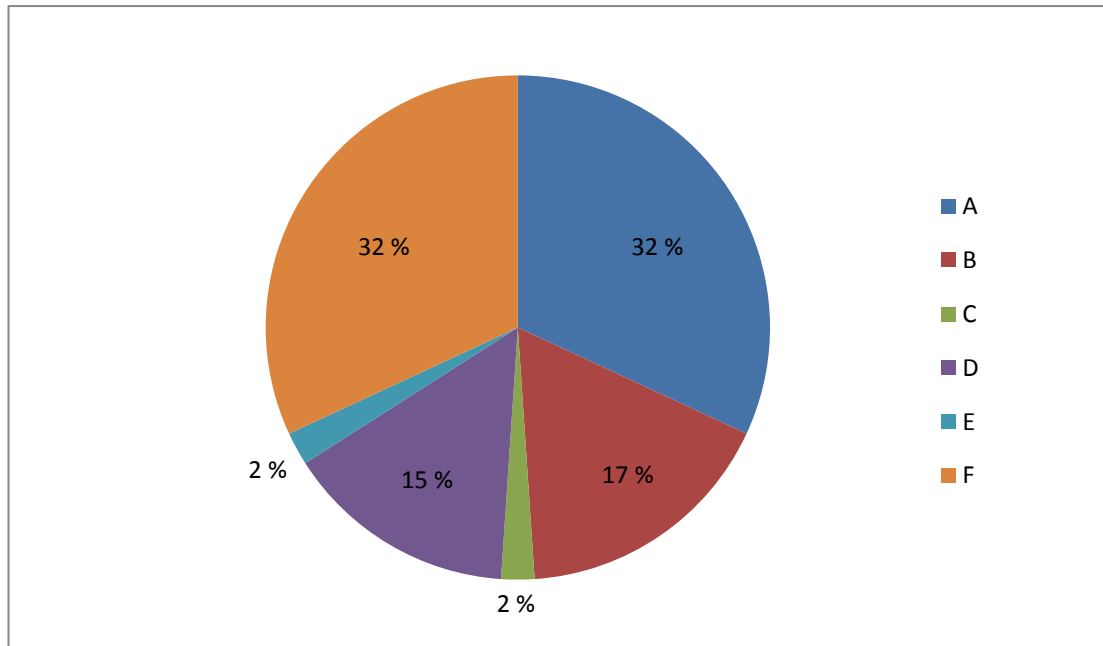
Tutkimuksessa oli tarkoituksena selvittää maanmuokkauksenlaatua. Kohteet oli rajattu siten, että tutkimukseen on otettu vain kaivurilla tehdyt työmaat. Työlajeina tutkimuksessa olivat laikutus sekä oja-, navero- laikku- ja kääntömätästys. Tutkimuksen ensisi-

jaisina kohteina olivat kääntö- ja laikkumätästyskohteet. Aineisto tutkimukseen oli kerätty Pohjois-Savossa. Työn tilaajana oli Metsä Group Kuopion piiri ja aineisto oli koko piirin alueelta. Alue oli melko suuri ja kattaa tutkimustietoa 9 eri kunnan alueelta. Aineiston keräämiseen oli varattu aikaa yksi kuukausi. Suurin osa aineistosta kerättiin huhtikuussa 2014. Osalla alueista oli vielä huhtikuussa niin paljon lunta, että aineistoa piti vielä kerätä toukokuun puolella.

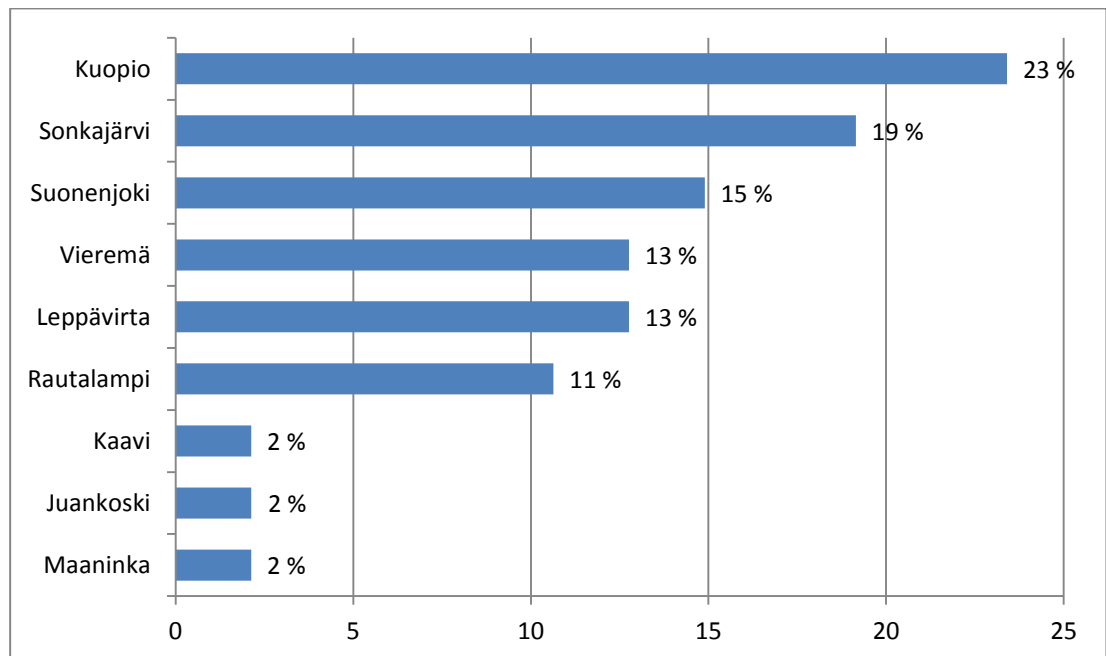
Riittävän aineiston takaamiseksi tavoitteeksi oli asetettu 20 mitattua aluetta. Lopulliseksi aineiston kooksi tuli 47 mitattua aluetta, joten asetettu tavoite täyttyi reilusti. Mitattuja koealoja tuli yhteensä 474 kappaletta. Tulokset jakautuvat kuuden eri aliuraakoitsijan kesken. Muokkausalat jakautuivat epätasaisesti muokkaajien kesken. Muokkaajien kesken vertailua vaikea on tehdä, koska aluejako ei ole tasainen ja yrityksillä voi olla useita eri kuljettajia. Muokkaajat on eritelty kirjaintunnuksilla A – F. Muokkaajilla C ja E on vain yksi muokattu kuvio. Muokkaajat A ja F ovat kummatkin muokanneet 15 kuviota, muokkaajalla B on 8 muokattua kuviota ja muokkaajalla D on muokattuja kuvioita 7 (kuvio 1). Aineisto jakautuu yhdeksän eri kunnan alueelle (kuvio 2). Aluejako on melko tasainen kuntien kesken, pois lukien Juankoski, Kaavi ja Maaninka, joilla ei ollut kuin 1 mitattava kuvio. Laadunarviointi toteutettiin koealamittauksilla sekä kuvion yleisellä tarkastelulla. Tiedot merkittiin maastolomakkeelle (liite 1).

Koealamittausten lisäksi kuviolta kerättiin yleistä tietoa. Kuviotietoihin kuuluvat tilan rekisteritiedot, pinta-ala, kasvupaikkatyypit sekä muokkaajatiedot. Aineisto on kerätty hyvin varhaisessa vaiheessa keväällä eikä kasvustoa vielä ollut paljoa, joten kasvupaikan määrittäminen oli hieman hankalaa. Muokkaustavat vaikuttivat selkeästi kasvupaikkajakaumaan (kuvio 3). Tuoreita kankaita oli selkeästi eniten, 43 kuviota. Kuvioita kankaita ei ollut kuin 1 kuvio ja lehtomaisia kankaita oli 3 kuviota. Kuviotiedoissa on otettu huomiin myös, onko hakkuutähteet korjattu tai onko kuviolla perkaamattomia oja sekä rajoittuuko kuvio vesistöön. Kuviot on myös kierretty läpi ja tarkasteltu silmämääräisesti. Mikäli kuviolla on ollut jotain huomauttamista, on siitä kirjoitettu maastolomakkeelle lyhyt kuvaus. Tarkastelussa otetaan huomioon vesistöt, ympäristötekijät, sähkölinjat sekä ym. muokkaukseen vaikuttavat tekijät (liite 2).

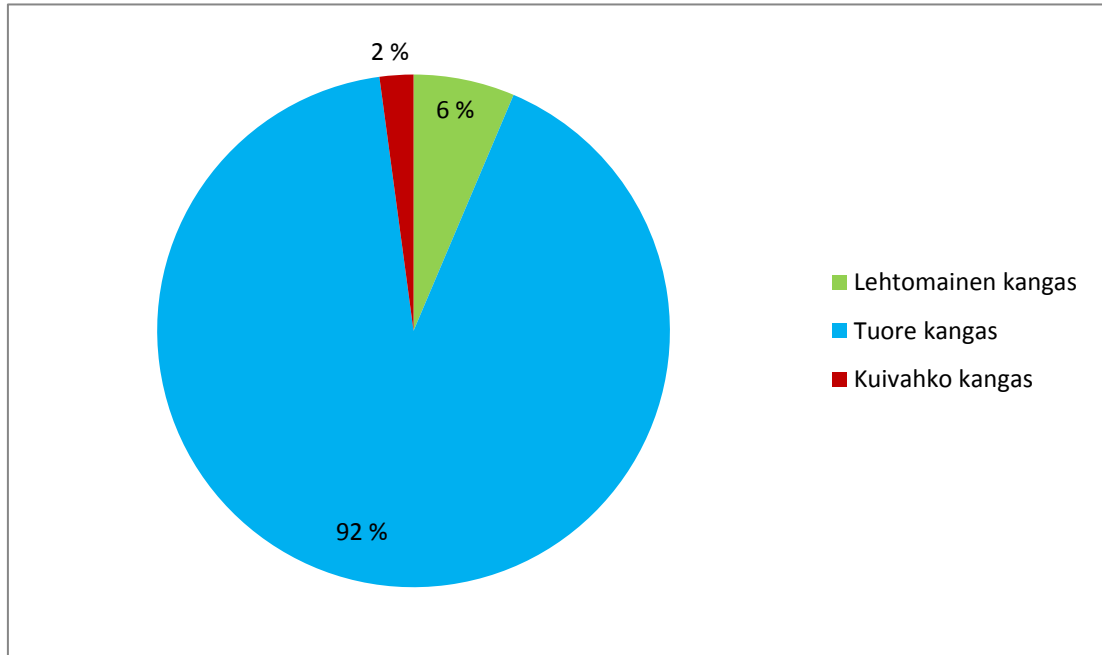
Mittaustulosten analysoitiin käytettiin IBM SPSS Statistics tilastolaskentaohjelmaa. Tulosten vertailuun on käytetty Metsä Groupin metsänomistajille lähettämää saatekirjettä (liite 3) sekä Metsä Groupin maanmuokkausohjetta. Saatekirje lähetetään maanmuokkauksen ostaneille asiakkaille.



KUVIO 1. Kuvioiden jakautuminen muokkaajien kesken. n = 47



KUVIO 2. Kuvioiden jakautuminen kunnittain. n = 47



KUVIO 3. Kasvupaikkajakauma kuviolla. n = 47

4.2 Arviointimenetelmät

Koealoja mitattiin jokaiselta kohteelta vähintään 6 kappaletta. Koealojen määrä riippui muokkausalueen koosta. Alle 1 ha aloille koealoja sijoitettiin 6 kpl. Hehtaaria suurempiin kohteisiin lisättiin 2 koealaa alkavaa puolta hehtaaria kohden. Koealoja ei mitattu maksimissaan kuitenkaan kuin 20. Koealasäteenä käytettiin 3,99 metriä, jolloin koealan kooksi tulee 50 m². Koealat edustavat n. 3 % koko alueesta. Alle 0,5 ha alueita ei tarkasteluun otettu mukaan ollenkaan.

Koealat pyrittiin sijoittamaan tasaisin välein yhdelle linjalle. Koealalinjaksi valittiin kuvion suurin läpimitta, josta laskettiin koealavälit. Mikäli kuvion muoto ei mahdollistanut koealojen sijoittelua yhdelle linjalle, ne aseteltiin kahdelle tai useammalle linjalle. Kuvionvaihtelu vaikutti myös koealojen sijoitteluun. Maalajin vaihtuessa kivennäismaasta turvemaaksi, piti koealat sijoitella siten, että alueen eri ominaisuudet tulivat koealoilla edustetuiksi. Myös muut selkeät erot vaikuttivat koealojen sijoitteluun, kuten selkeä muokkausmenetelmän vaihtelu tai maastonmuodot.

Koealoilta mitattiin muokkausjälkien koko. Muokkausjäljellä tarkoitetaan kaivinkoneen tekemään istutuskohtaa. Mittauksiin otettiin mukaan kolme koealan keskipistettä

lähinnä olevaa muokkausjälkeä. Näistä kolmesta muokkausjäljestä laskettiin keskiarvo, joka edusti koko koealaa. Laikutuksessa muokkausjäljestä mitattiin pituus, leveys sekä syvyys. Laikkumätästyksessä pituus ja leveys mitattiin mättäästä. Lisäksi mitattiin mättään korkeus (kuva 7) sekä laikun syvyys (kuva 8). Navero- oja- ja kääntömätästyksessä mitattavia arvoja olivat mättään korkeus, leveys sekä pituus. Muokkausjäljessä leveydellä tarkoitetaan kaivurin kauhan leveyttä ja pituudella kuljettajan säätelemää pituutta. Syvyys- ja korkeusarvot mitattiin maanpinnasta eikä niissä otettu humuskerroksen paksuutta huomioon. Mittaustulokset on mitattu 1 cm tarkkuudella. Haasteelliseksi mittaukset tekivät maaston kaltevuus sekä muokkausjälkien muoto.



KUVA 7. Korkeuden mittausta



KUVA 8. Syvyyden mittausta

Koaloilta määritettiin myös maalaji. Maalajin määrittelyssä käytettiin 4-asteista taulukkoa, jossa maalajeina olivat turve, hienojakoinen, keskikarkea ja karkea. Maalajin määrittely tehtiin silmävaraisesti sekä sormitestillä. Raekoon ollessa suuri ja selkeästi erotettavissa maalajiksi valitaan karkea, eli nämä ovat soramaita- ja karkea hiekkamaita. Keskikarkeaan maalajiin kuuluvat hieno hiekka sekä karkea hieta. Näissä raekoon voi nähdä, vaikkakin se on hieman hankalaa. Hienoihin maalajeihin kuuluvat hieno hieta, karkea ja hieno hiesu sekä savi. Hienoista maalajeista saa käsissä pyöritettyä pötköjä. Hienoissa maalajeissa ei raekkoa voi pelkällä silmällä erottaa.

Lisäksi koaloilta laskettiin myös muokkausjälkien lukumäärä. Alueilla, joilla muokkauksen lisäksi oli suoritettu istutus, laskettiin myös taimet. Koaloilta on myös määritetty, onko siinä muokkausta haittaavaa kivisyyttä. Kivisyys on määritetty silmävaraisesti. Lopuksi koaloilta määritettiin laatu. Laadussa laskettiin kaikki muokkausjäljet, joissa oli laatua heikentävä tekijä. Laatua heikentäviä tekijöitä ovat hakkuutähteet ja suuret kivet muokkausjäljessä sekä yliajetut ja kannonpäälle tehdyt muokkausjäljet.

5 TULOKSET

5.1 Muokkauksen silmävarainen laatu

Kuvioilla ei ollut suuria puutteita tai huomauttamista. Yhteensä huomautuksia tuli 9 kuviolle ja ne jakautuivat muokkaajien kesken melko tasaisesti. Yhdellä kuviolle oli niin vakavia puutteita vesistönsuojelussa, että muokkausjälki piti käydä korjaamassa. Kuvion ojat oli liitetty suoraan puroon, joka laskee järveen. Kiintoainesten huuhtoutumisen estämiseksi ennen puroon ohjausta ojiin olisi pitänyt tehdä vähintään liete-kuopat ja kaivukatko ennen puroa. Kyseisellä kuviolle tarvittavat toimenpiteet oli jätetty tekemättä. Kuvio rajoittui järveen. Järven läheisyys lisää vesiensuojelun merkitystä. Lisäksi kuviolle oli käytetty liian rajua muokkausta ja tuhottu muurahaispesä (kuva 9). Muokkaaja ei ollut vaihtanut ojituksen jälkeen kalustoa, vaan oli tehnyt koko kuvion ojakauhalla (kuva 10). Lisämausteen kuviolle toivat kevät tulvat, jotka lisäsivät vedenvirtausta. Muilla kuvioilla huomautukset olivat paljon vähäisempiä eikä korjaustoimenpiteille ollut tarvetta.



KUVA 9. Muokkauksen yhteydessä tuhottu muurahaispesä



KUVA 10. Ojakauhalla tehty mätäs

Mitattavista alueista 6 kuviota rajoittui vesistöön. Vesistöjen suojavyöhykkeitä ei saa muokata ja ennen suojavyöhykettä pitää jättää muokkaamatta vähintään 5 metriä leveä ala. Kaikilla kuviolla, jotka rajoittuivat vesistöön, oli jätetty vähintäänkin riittävä muokkaamaton ala ennen vesistöä. Perkaamattomia ojia oli seitsemällä mitatulla alalla. Uusien ojien ja naveroiden sekä vanhojen ojien perkauksessa ei ollut huomauttamista. Kaivukatkoja oli tehty riittävästi. Perkaamattomien ojien ympärille pitää jättää noin 1 metriä leveä kaistale muokkaamatta. Yhden kuvion reunaan oli jätetty perkaamaton oja ja muokkaus oli viety liian lähelle. Yhdellä kuviolla oli puro, joka täytti metsälain arvokkaan elinympäristön vaatimukset. Puron ympärille oli jätetty hakkuussa suojavyöhyke. Muokkaus oli suoritettu oikein eikä sitä ollut viety liian lähelle suojavyöhykettä.

Suurin osa huomautuksista liittyi muokkaamatta jätettyihin alueisiin. Kolmella kuviolla rinteessä oli jätetty muokkaamatta. Rinteet eivät olleet liian jyrkkiä muokkaukseen (kuva 11). Muokkaamatta jättämisen sijaan rinteisiin olisi voinut tehdä laikkuja. Yhdellä kuviolla oli jätetty noin yhden aarin kokoinen alue muokkaamatta (kuva 12).

Muokkaamatta jättämiselle ei löytynyt mitään syytä. Kahdella kuviolla oli tiivistetty mättäät. Mättäiden tiivistäminen ei ole haittaava tekijä, mutta se poikkeaa Metsä Groupin muokkausohjeesta. Yhdellä kuviolla oli osittain muokattu sähkölinjan alla. Yhdellä kuviolla oli selkeä suunnittelu/toteutus virhe. Kuviolla oli muokkausmenetelmänä ojitusmätästys. Kuvio oli muodoltaan pitkä ja kapea ja sille oli kaivettu 2 ojaa. Ojien kaivaminen oli aloitettu väärästä päästä, mikä aiheutti sen, että poistuessa kuviolta muokkaaja ajoi muokatun alueen läpi. Suuri osa mätäistä oli sen vuoksi yli-ajettuja.



KUVA 11. Muokkaamatta jätetty rinne



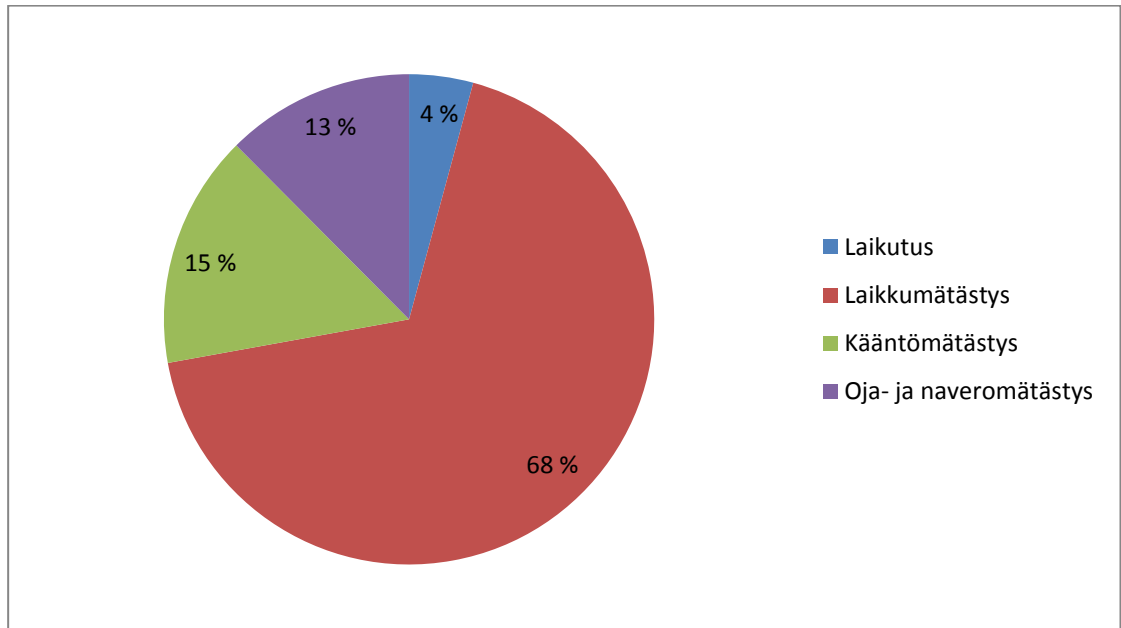
KUVA 12. Muokkaamaton alue ilman erityistä syytä

5.2 Muokkaustavat

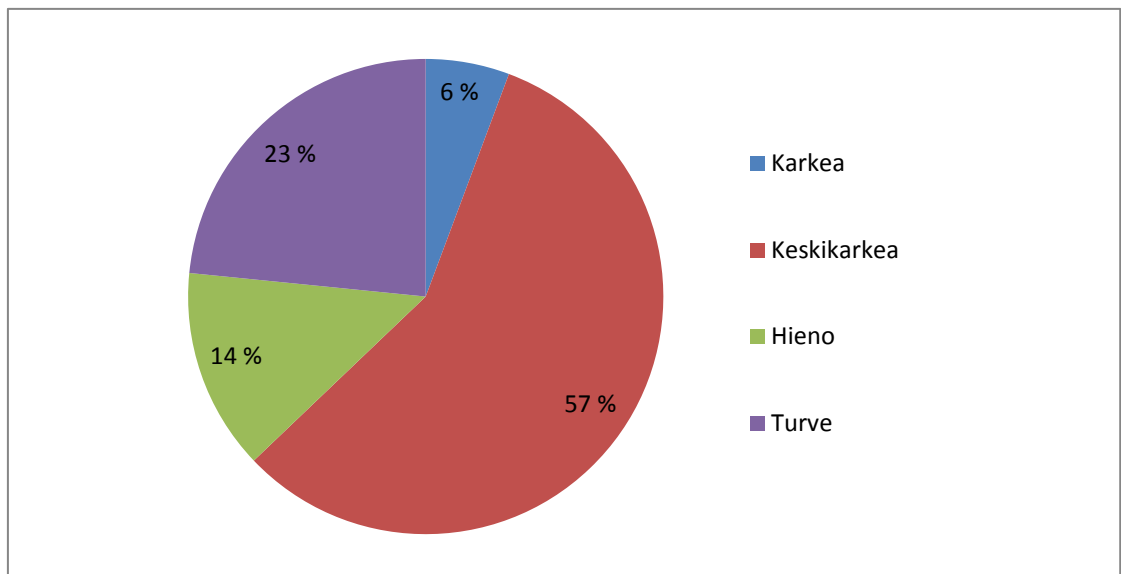
Metsä Groupin muokkaus ohjeessa neuvotaan käyttämään ensisijaisena muokkausmenetelmänä kivennäismailla kääntömätästystä, mikäli vesitalous on kunnossa. Kääntömätästystä voidaan käyttää myös turvemaiilla ojitusmätästyksen yhteydessä tai, jos vesitaloudesta on huolehdittu ojittamalla. Laikkumätästystä käytetään hienojakoisilla kivennäismailla. Myös laikkumätästystä voidaan käyttää turvemaiilla ojituksen yhteydessä. Laikutus on tarkoitettu pienialaisille työmaille. Laikutusta käytetään myös rinneilla, kivikoissa sekä maisemallisesti aroilla kohteilla. Laikutus ei sovellu paksukunttaisille tai veden vaivaamille maille.

Tutkimuksessa muokkaustapa määritettiin jokaiselta koealalta. Koealoja oli yhteensä 474 kappaletta. Selkeästi eniten käytetty muokkaustapa oli laikkumätästys (kuvio 4) ja sen osuus oli 322 kpl eli 67,9 %. Kääntömätästyksen osuus oli 73 kpl eli 15,4 %. Ojajajaveromätästystä oli tehty 59 koealalla eli sen osuus on 12,4 %. Laikutus oli vähiten käytetty menetelmä. Sitä oli käytetty 20 koealalla ja sen osuus on 4,2 %. Koealat,

joilla oli käytetty laikutusta, olivat pääosin rinteitä. Suurimmalla osalla koealoista oli keskikarkeamaalaji (kuvio 5), eikä vesitaloudessa ollut ongelmia.

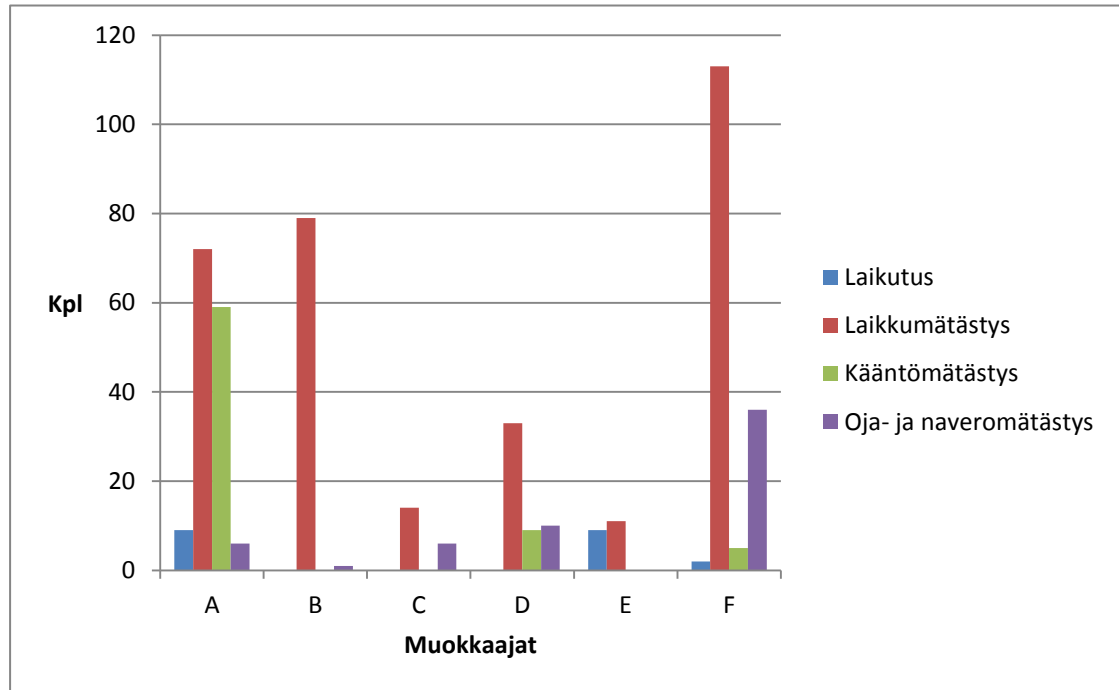


KUVIO 4. Muokkaustapojen jakaantuminen koealoilla. n = 474



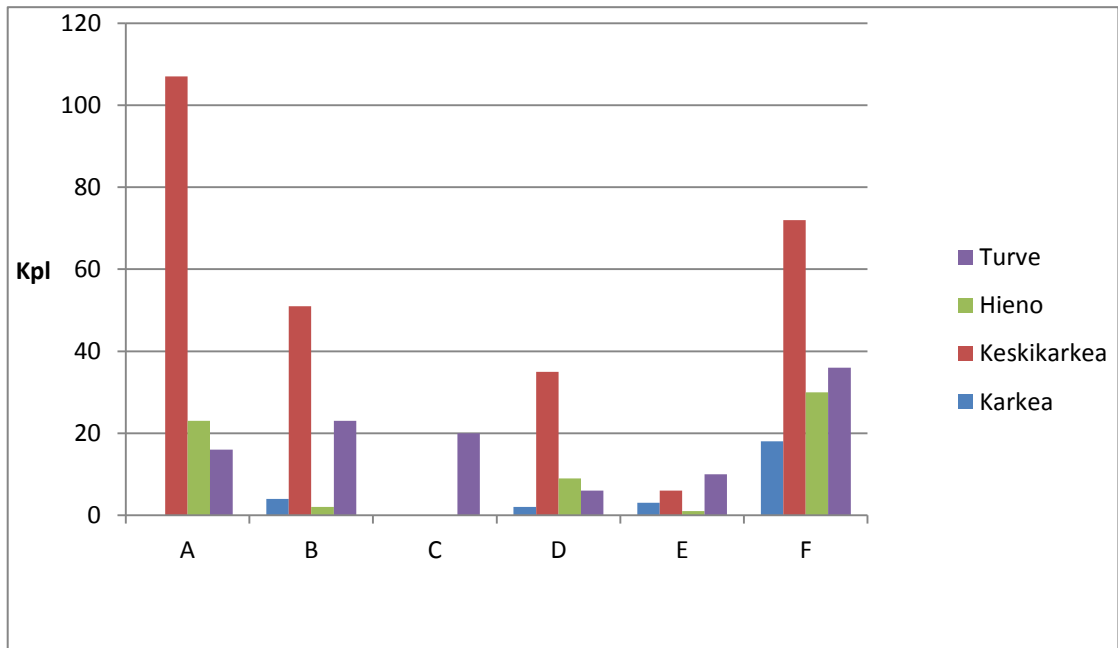
KUVIO 5. Maalajien jakautuminen koealoilla. n = 474

Muokkaajien kesken muokkaustavat vaihtelivat suuresti (kuvio 6). Vaihteluun vaikutti eniten muokkausalojen jakautuminen epätasaisesti. Laikutusta ja kääntömätästystä oli tehnyt kolme eri muokkaaja, oja- ja naveromätästystä oli viidellä eri muokkaajalla ja laikkumätästystä olivat tehneet kaikki muokkaajat.



KUVIO 6. Muokkaustapojen jakautuminen muokkaajien kesken. n = A = 146, B = 80, C = 20, D = 52, E = 20 ja F = 156

Keskikarkea maalaji oli lähestulkoon kaikilla muokkaajilla yleisin maalaji (kuvio 7). Ainoastaan muokkaajalla C ei keskikarkea ollut yleisin maalaji. Muokkaajalla C oli vain yksi työmaa ja kaikille koaloille on määritetty maalajiksi turve. Keskikarkea maalaji korostuu eritoten muokkaajilla A ja F. Muokkaajalla F karkeita ja keskikarkeita maalajeja oli yhteensä 90 kpl. Se on n. 58 % muokkaajan koaloista. Muokkaaja F oli käyttänyt suurimmaksi osaksi laikkumätästystä. Maalaji olisi mahdollistanut kääntömätästyksen käytön näillä koaloilla. Myös muokkaajalla B korostuu keskikarkean maalajin osuus. Muokkaajalla B keskikarkeita maalajeja oli n. 64 % muokatuista koaloista. Muokkaaja oli käyttänyt lähes jokaisella koalalla muokausmenetelmänä laikkumätästystä, vaikka kääntömätästyksen olisi ollut maalajin puolesta mahdollisuus. Muilla muokkaajilla koaloja oli huomattavasti vähemmän, eikä merkittävää vaihtelua maalajien tai muokkaustavan suhteen ole nähtävissä.



KUVIO 7. Maalajien jakautuminen muokkaajien kesken. n = A = 146, B = 80, C = 20, D = 52, E= 20 ja F = 156

5.3 Mittaustulokset

5.3.1 Laikutus

Tässä kappaleessa tarkastellaan laikkujen pituutta, leveyttä sekä syvyyttä. Taimen istutuskohdan ympärille pitää jäädä vähintään 15 cm säde. Jättämällä vähintään 15 cm matkaa humukseen vältetään tukkimiehentäin tuhoja. Liiallista kivennäismaan paljastamista pitää kuitenkin välttää, joten laikku ei saa olla liian pitkä/leveä. Tässä tutkimuksessa oli leveys ja pituus luokiteltu kolmeen luokkaan. Tavoitteena leveydellä oli 40–80 cm ja pituudessa tavoitteena oli 40–100 cm. Kaksi muuta luokkaa olivat tavoitteen alle- ja yli menevät. Syvyyden luokittelussa oli myös 3 luokkaa. Tavoite oli alle 10 cm, tyydyttävä 10–15 cm ja huono yli 15 cm. Laikutusta oli käytetty 20 koealalla, mikä vastaa 4,2 % kaikista koealoista. Laikutus koealat olivat jakautuneet usealle kuviolle, eli laikutusta oli käytetty koealoilla, joilla ei voinut käyttää kääntö- tai laikku-mätätystä.

Laikutusta oli käytetty vain 20 koealalla, joten tulosten analysointi on hankalaa. Laikkujen pituudessa tulokset jakoutuivat siten, että alle tavoite pituuden ei ollut yhtään laikkuja, tavoite pituudessa oli 12 laikkuja ja yli tavoite pituisia laikkuja oli 8. Lyhin

laikku tuloksissa oli 68 cm ja pisin 300cm. 300cm pitkä laikku oli tuplalaikku, eli muokkaaja oli tehnyt yhden pitkän laikun, johon tarkoitus istuttaa 2 taimea. Tuplalaikkuja sattui koelohjelmalle ainoastaan yksi kappale. Laikkujen pituuden keskiarvoksi tuli 110 cm ja keskihajonta oli 52 cm. Leveyden luokittelussa 16 laikku sijoittui tavoiteluokkaan ja 4 laikku liian leveisiin. Laikkujen leveyden keskiarvo oli 68 cm ja keskihajonta 11 cm. Pienin mitattu laikku oli 51 cm ja suurin 85 cm. Laikun leveyteen vaikuttaa merkittävästi käytetty kalusto. Kaivurin kauhan leveys määrittää pitkälti laikun leveyden, eikä vaihtelu laikkujen leveydessä ole paljoa.

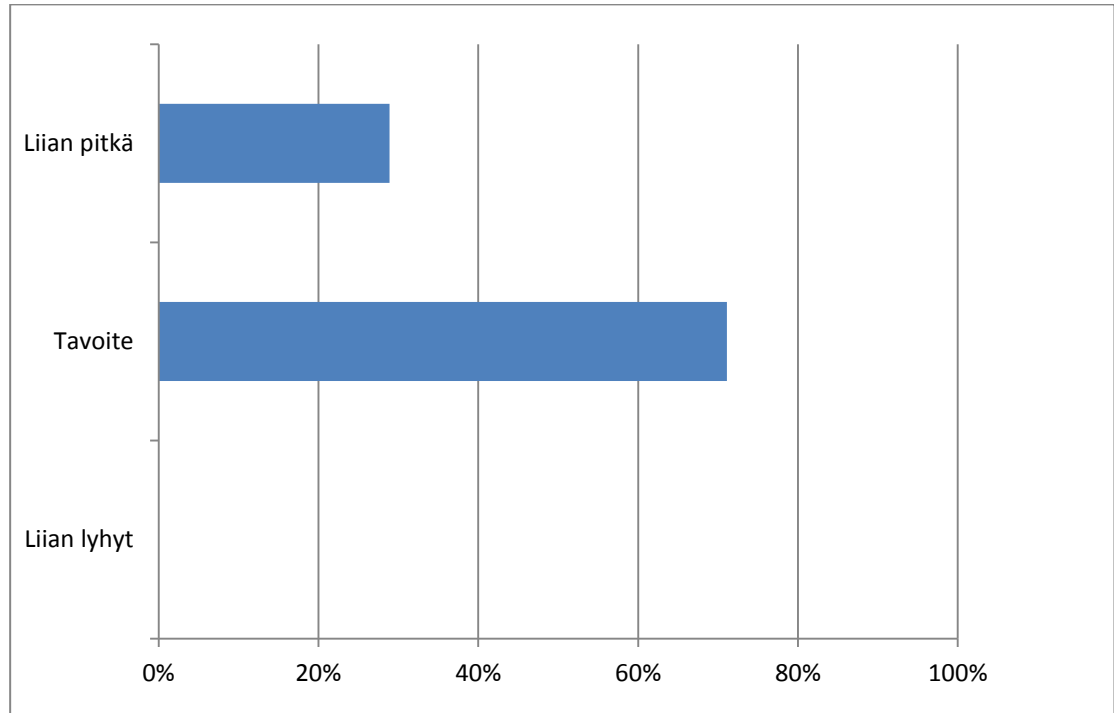
Laikkujen syvyydessä 17 laikku oli hyvässä luokassa ja 3 laikku jäi tyydyttävään luokkaan. Laikun syvyydessä suurin arvo oli 12 cm ja pienin 5cm. Keskiarvo syvyydessä oli 8,5 cm ja keskihajontaa oli 1,8 cm. Laikutusta oli tehnyt vain yksi muokkaaja, joten vertailua muokkaajien kesken ei voi tehdä. Laikutuksessa suurin osa mittaus-tuloksista saavutti tavoitteet. Vähäisten havaintojen vuoksi tulokset eivät vaihtele paljon. Laikutuksen merkitys tässä tutkimuksessa on vähäinen.

5.3.2 Laikkumätästys

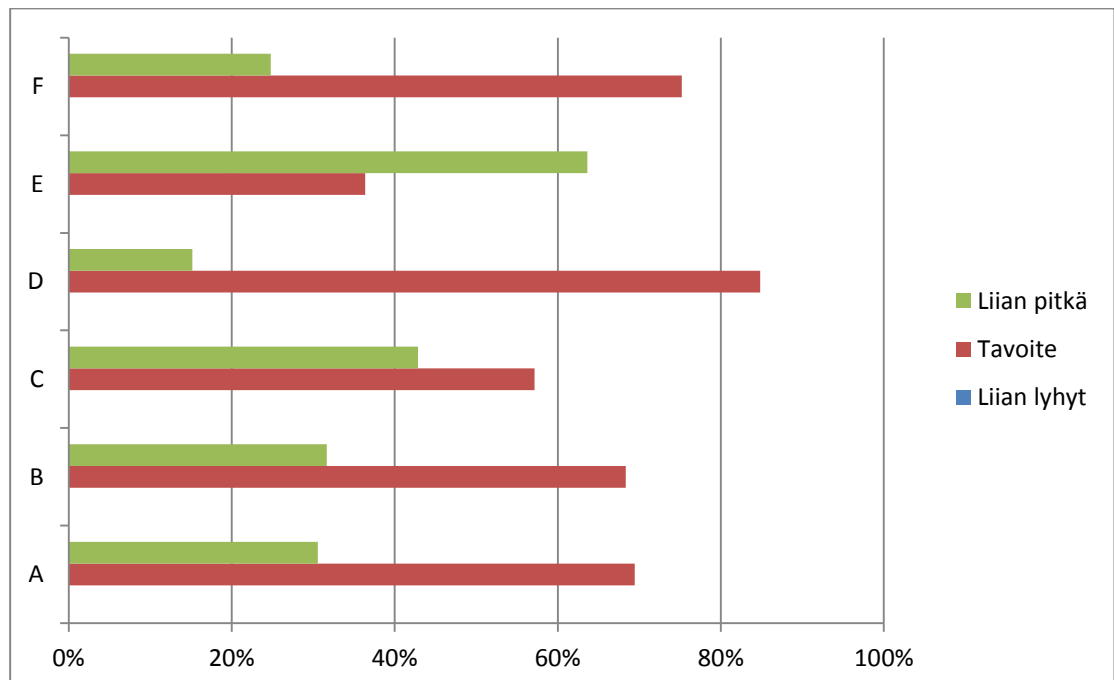
Laikkumätäistä oli mitattu mättään pituus, leveys sekä korkeus. Laikusta oli mitattu myös syvyys. Laikun pituutta ei ole mitattu, sillä laikun pituudella säädellään mättään kokoa. Myös mätäissä minimi vaatimuksena oli 15 cm:n säde taimen ympärillä. Mätään tavoite koko oli 40–80 cm * 40–80 cm. Myös tässä oli kolmen luokan jaottelu, tavoite, yli sekä alle menevät. Mätään korkeuden tavoitteena oli 15–20 cm ja myös tässä oli luokat yli ja alle tavoitteen. Laikun syvyydessä käytettiin samoja luokituksia kuin laikutuksessa.

Tässä tutkimuksessa eniten käytetty muokkaustapa oli laikkumätästys. Laikkumätästyksessä suuri osa mitatuista mätäistä oli pituuden osalta tavoiteluokassa. Tavoiteluokkaan mitatuista mätäistä sijoittui 229 kappaletta. Liian lyhyitä mätäitä ei ollut ollenkaan ja liian pitkiä oli 93 kappaletta (kuvio 8). Laikkumätäisten pituuden keskiarvo oli 72 cm ja keskihajonta oli 12 cm. Pienin mitattu mätäs oli 44 cm ja suurin 110 cm. Laikkumätäisten pituuteen vaikuttaa kaivinkoneen kuljettaja. Lähes kaikilla

muokkaajilla suurin osa pituuksista sijoittui tavoiteluokkaan (kuvio 9). Ainoastaan muokkaaja D on poikkeus. Muokkaajalla D suurin osa mättäistä oli liian pitkiä.

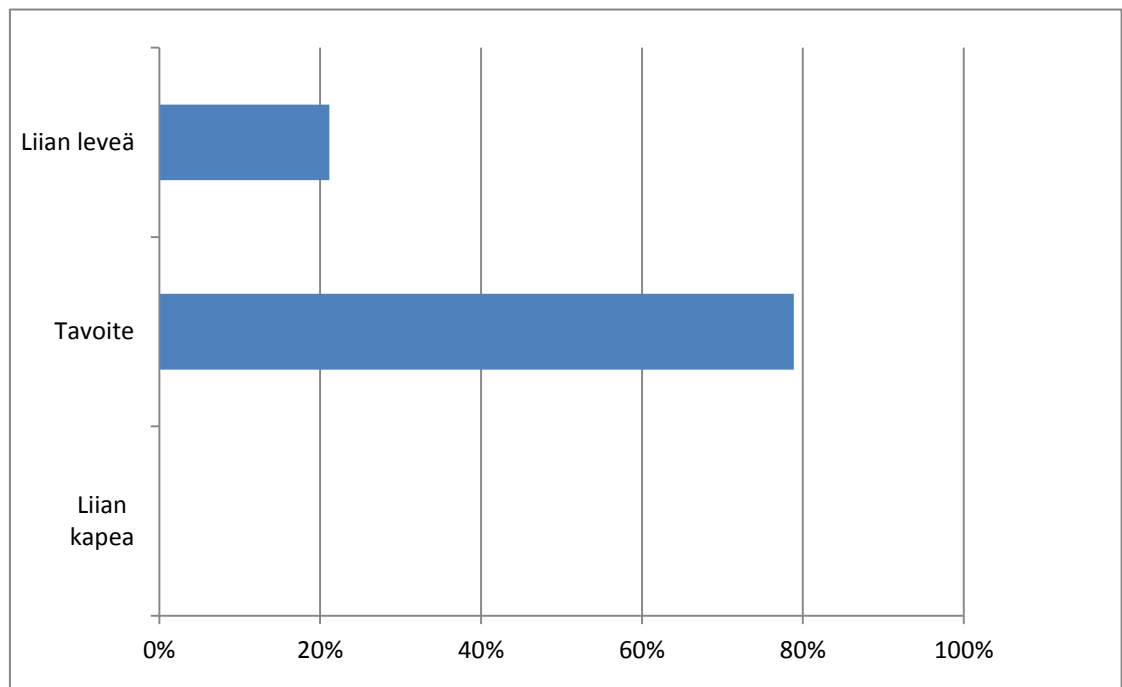


KUVIO 8. Laikkumätästysten pituuden jakautuminen luokittain. n = 322



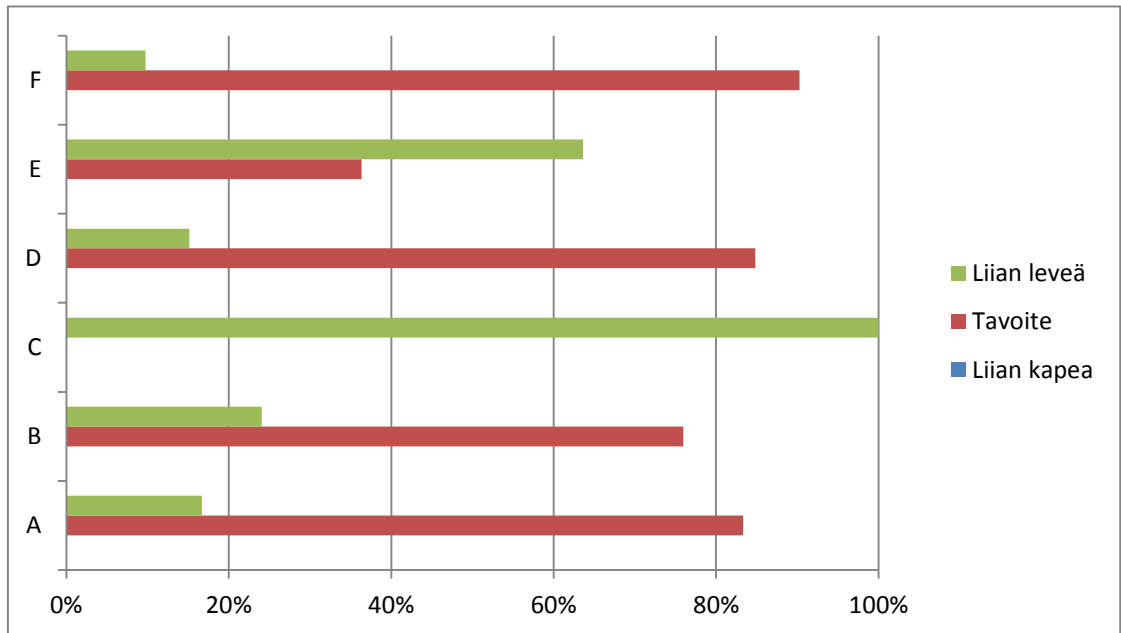
KUVIO 9. Laikkujen pituuden luokittelu muokkaajilla. n = A = 72, B = 79, C = 14, D = 33, E = 11 ja F = 113

Laikkumätästyksessäkin leveyteen vaikuttaa hyvin merkittävästi käytetty kalusto. Kauhan leveys säätelee paljon mättään leveyttä. Liian kapeita mättäitä ei ollut ollenkaan ja liian leveitä mättäitä oli 68 mätästä. Tavoiteluokan saavutti 254 laikkumätästä (kuvio 10). Mättäiden leveyden keskiarvo oli 75 cm ja keskihajonta 7 cm. Suurin arvo leveydessä oli 112 cm ja pienin 62 cm. Myös leveyden osalta muokkaajat olivat suurimmaksi osaksi päässeet tavoiteluokkaan (kuvio 11). Muokkaajilla C ja F oli enemmän liian leveitä mättäitä.

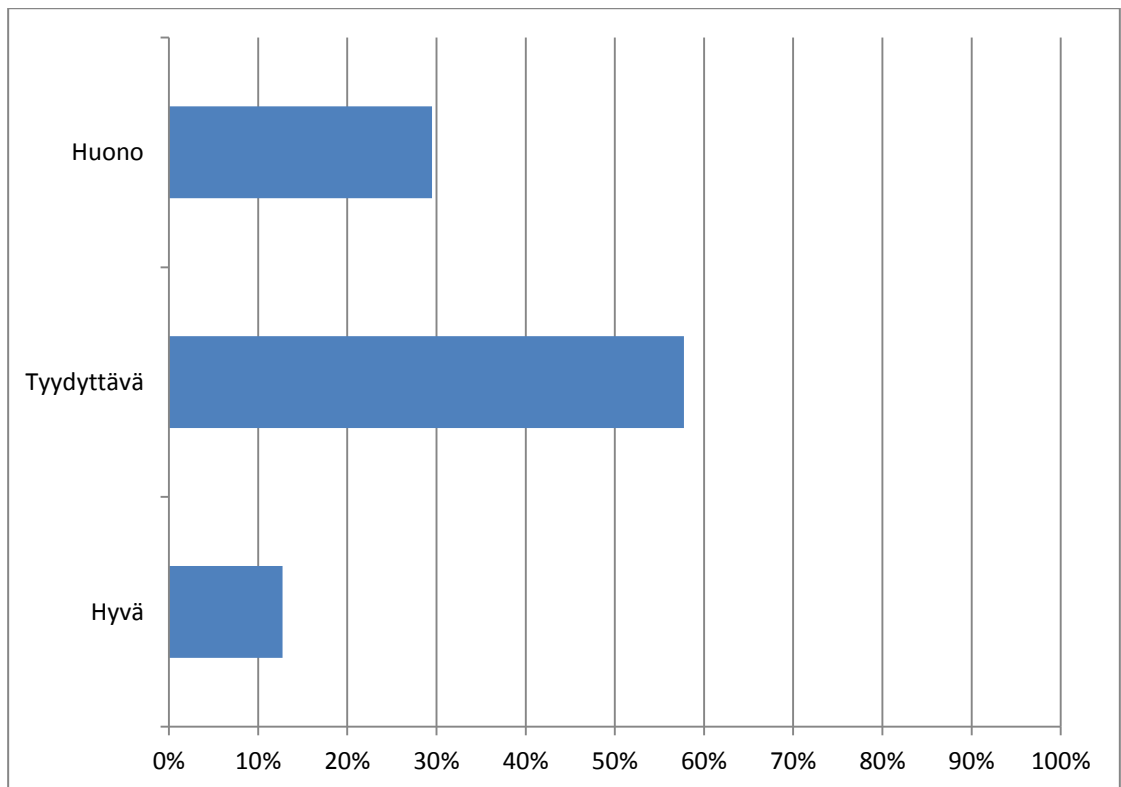


KUVIO 10. Laikkumättäiden leveyden jakautuminen luokittain. n = 322

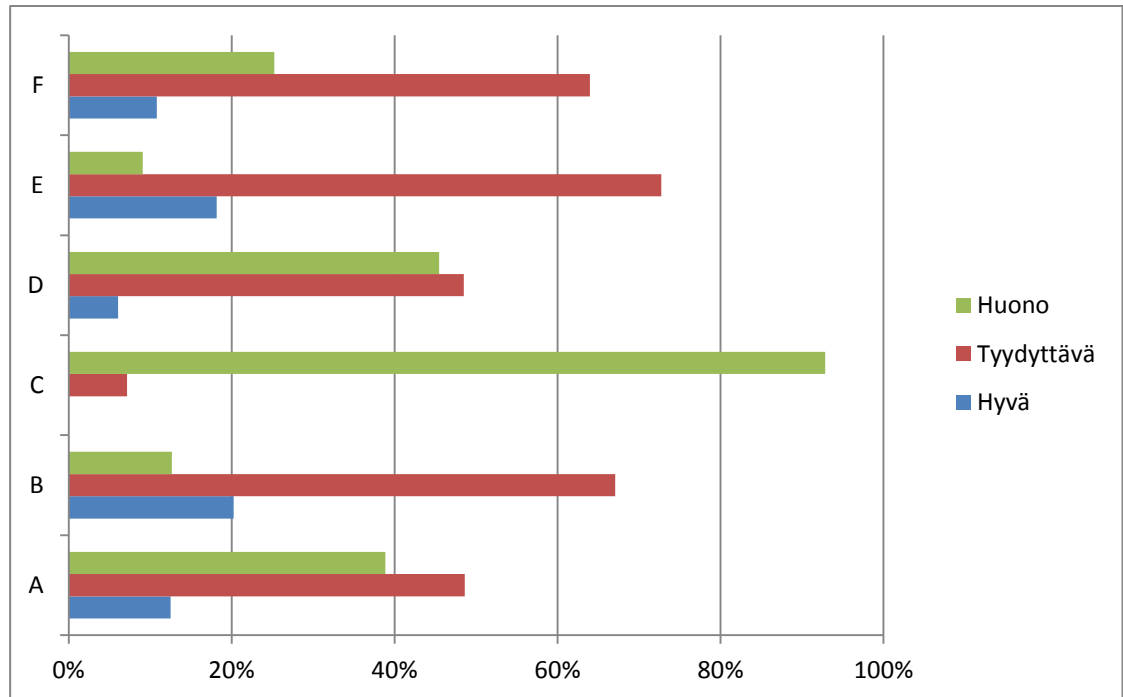
Laikkumätästykseen laikkujen syvyydessä oli paljon vaihtelua. Suurin osa laikuista kuului tyydyttävään luokkaan ja niitä oli 186 kappaletta. Huonoon luokkaan sijoittui 95 laikkua ja tavoiteluokkaan tuli vain 41 laikkua (kuvio 12). Keskiarvo laikkujen syvyydessä oli 14,3 cm eli hyvin lähellä tyydyttävän ja huonon luokan rajaa. Keskihajonta laikkujen syvyyden välillä oli 3,5 cm. Suurin mitattu arvo laikun syvyydessä oli 30 cm ja pienin 8 cm. Muokkaajien välisessä vertailussa muokkaaja C oli tehnyt selkeästi huonointa jälkeä (kuvio 13).



KUVIO 11. Mättäiden leveyden jakautuminen muokkaajilla. n = A = 72, B = 79, C = 14, D = 33, E = 11 ja F = 113

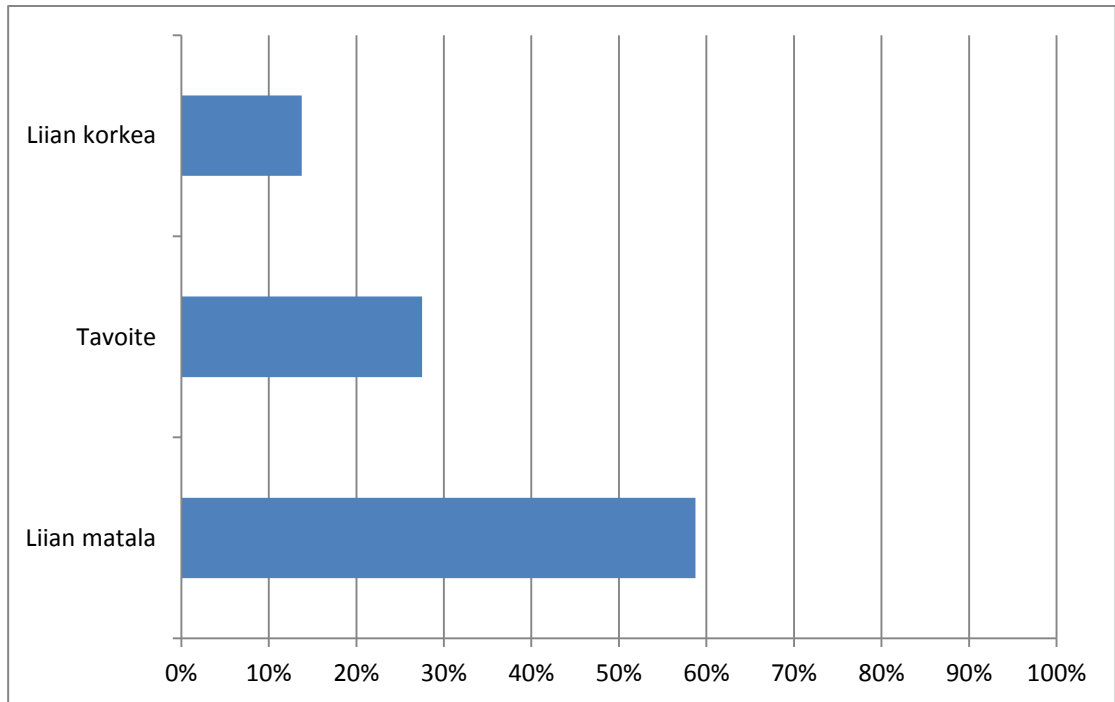


KUVIO 12. Laikkujen syvyyden jakautuminen laikkumätästyksessä. n = 322

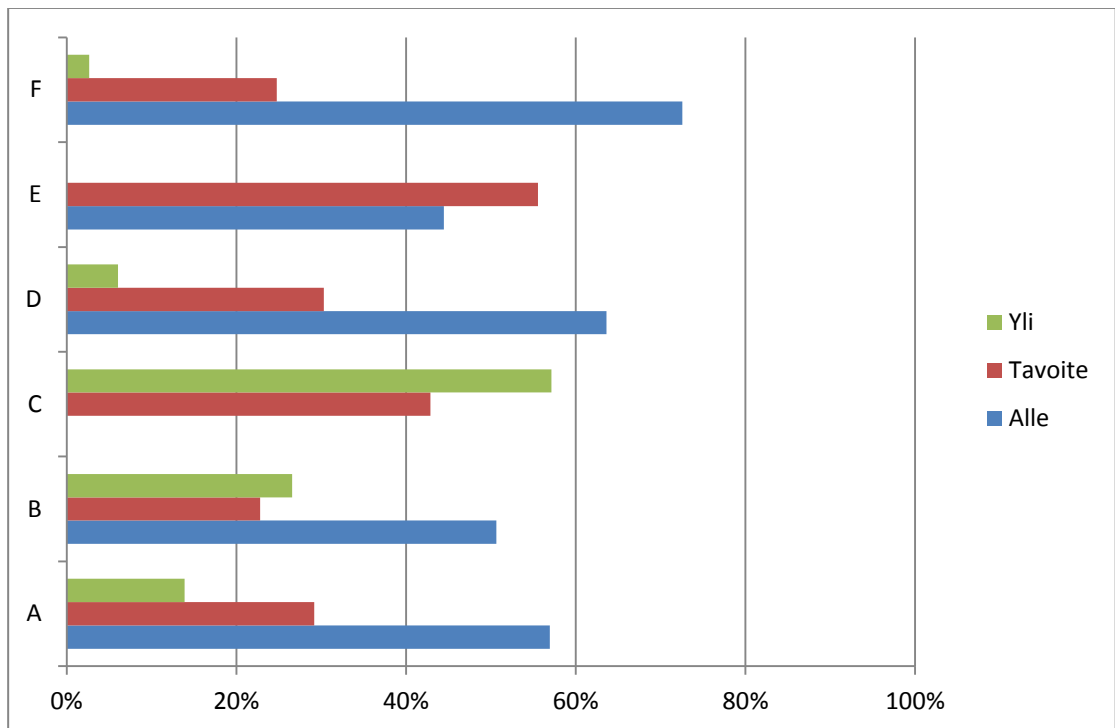


KUVIO 13. Laikkujen syvyys laikkumätästyksessä muokkaajilla. n = A = 72, B = 79, C = 14, D = 33, E = 11 ja F = 113

Mättäiden korkeus riippuu siitä kuinka paljon muokkaaja on ottanut laikusta maainesta, eli kaivinkoneen kuljettaja vaikuttaa paljon mättään korkeuteen. Mättäiden korkeudet jakautuivat siten, että tavoiteluokkaan sijoittui 88 mätästä, alle tavoitteen oli 188 mätästä ja liian korkeita mättäitä oli 44 (kuvio 14). Keskimäärin laikut olivat 15 cm korkeita. Korkein mätäs laikkumätästyksessä oli 30 cm ja matalin 7 cm. Keskihajonta korkeudessa oli 4 cm. Muokkaajien kesken korkeuden vaihteluissa eroja ei ollut paljon (kuvio 15). Melkein kaikilla on liian korkeita mättäitä. Ainoastaan muokkaaja C on poikkeus. Muokkaajalla C ei ollut yhtään liian matalaa mätästä.



KUVIO 14. Mättäiden korkeus jakauma laikkumätästyksessä. n = 322

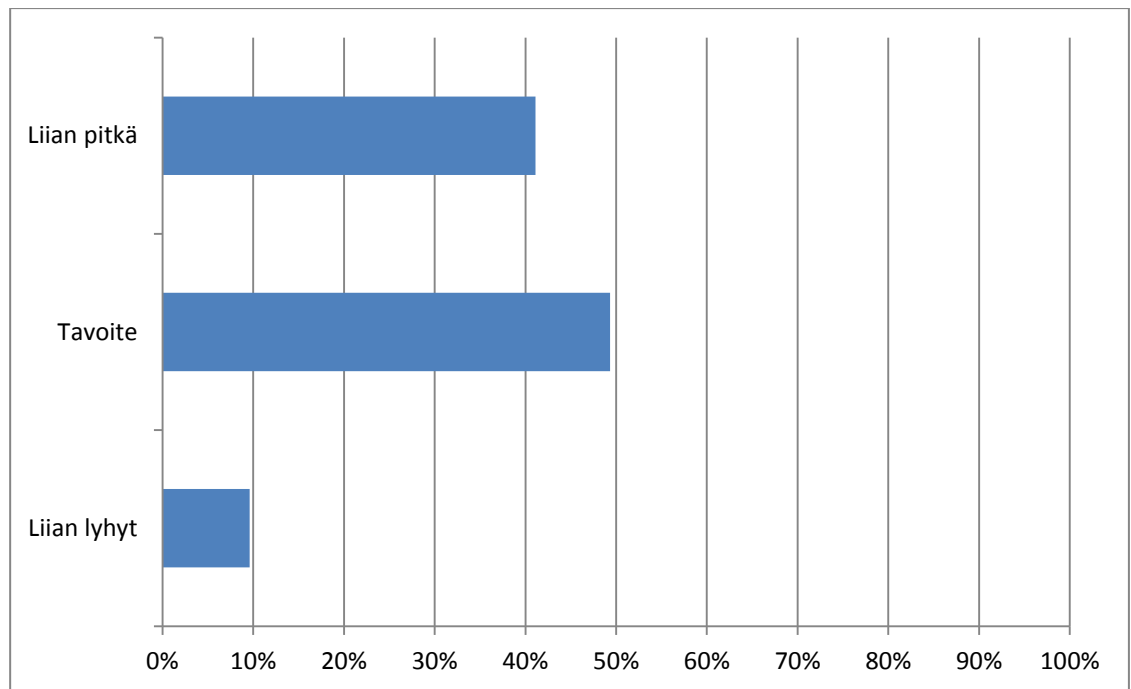


KUVIO 15. Korkeuden luokittelu muokkaajilla. n = A = 72, B = 79, C = 14, D = 33, E = 11 ja F = 113

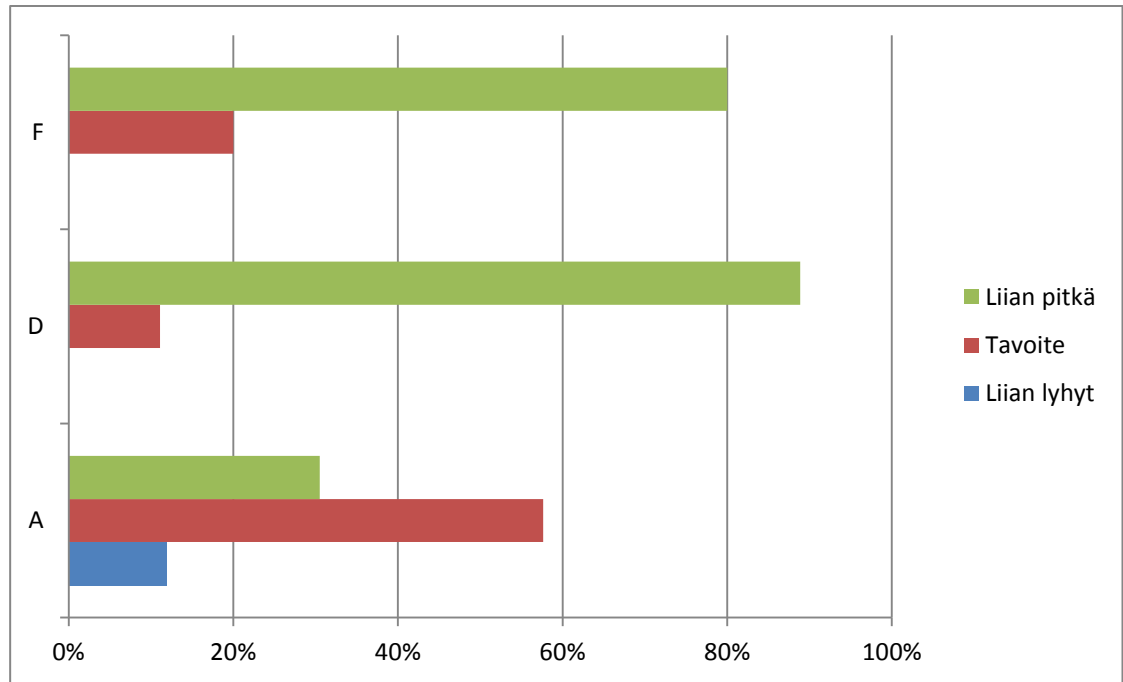
5.3.3 Kääntömätästys

Kääntömätästyksessä mitattuja arvoja olivat mättään pituus, leveys ja korkeus. Mättään tavoitekoko oli 60–80 cm * 60–80 cm. Mättään korkeuden tavoite oli 10–20 cm. Sekä mättään koossa, että korkeudessa käytettiin lajitteluun kolmea luokkaa. Luokat ovat tavoite sekä yli ja alle tavoitteen.

Kääntömätästyksessä mittaus tuloksia leveydestä ja pituudesta oli 73 koealalta. Pituuden osalta tulokset jakoutuivat siten, että tavoitearvon saavutti 36 mätästä, liian lyhyitä oli 7 ja liian pitkiä 30 (kuvio 16). Mättäät olivat keskimäärin 78 cm pitkiä. Lyhyin mätäs oli 55 cm pisin 120 cm. Keskihajonta kääntömätästyksen mättään pituuksissa oli 15 cm. Kääntömätästystä oli tehnyt 3 muokkaajaa. Muokkaajalla A oli 59 koealaa, muokkaajalla D 9 ja muokkaajalla F 5. Kahdella muokkaajalla on mättäät liian pitkiä (kuvio 17).

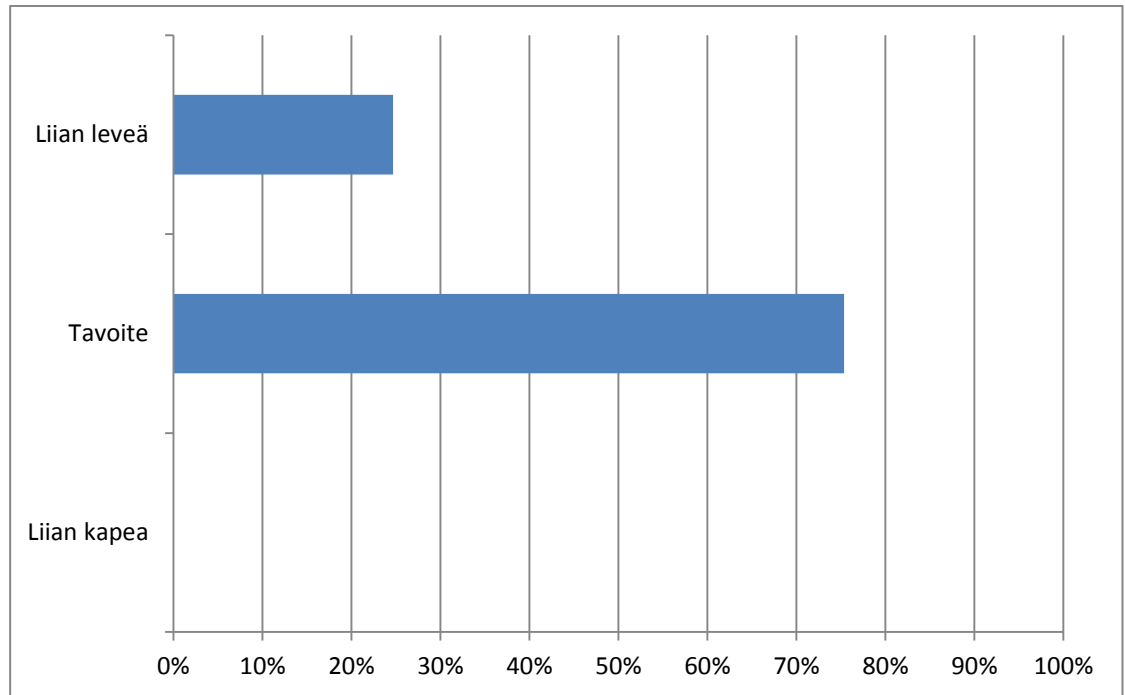


KUVIO 16. Mättäiden pituuden jakauma kääntömätästyksessä. n = 73

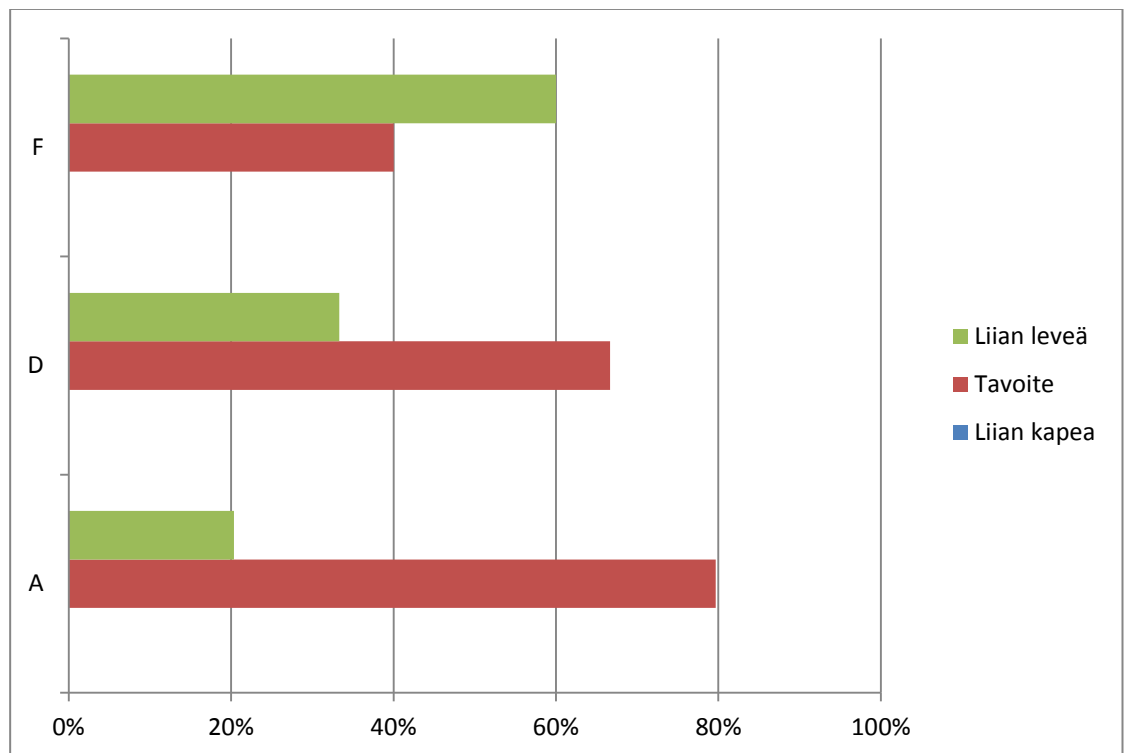


KUVIO 17. Kääntömätteen pituuden jakautuminen muokkaajilla. $n = A = 59$, $D = 9$ ja $F = 5$

Leveyden osalta kääntömätästyksessä tavoite luokassa oli 55 mätästä. Liian kapeita mättäitä ei ollut ollenkaan ja liian leveitä oli 18 (kuvio18). Keskimäärin mättäät olivat 76 cm leveitä. Leveydeltään suurin mätäs oli 120 cm ja pienin 60 cm. Keskihajonta kääntömätästyksessä leveyden osalta oli 8,5 cm. Muokkaajien välisessä vertailussa parhaiten tavoitteen oli saavuttanut muokkaaja A ja huonoiten muokkaaja F (kuvio19).

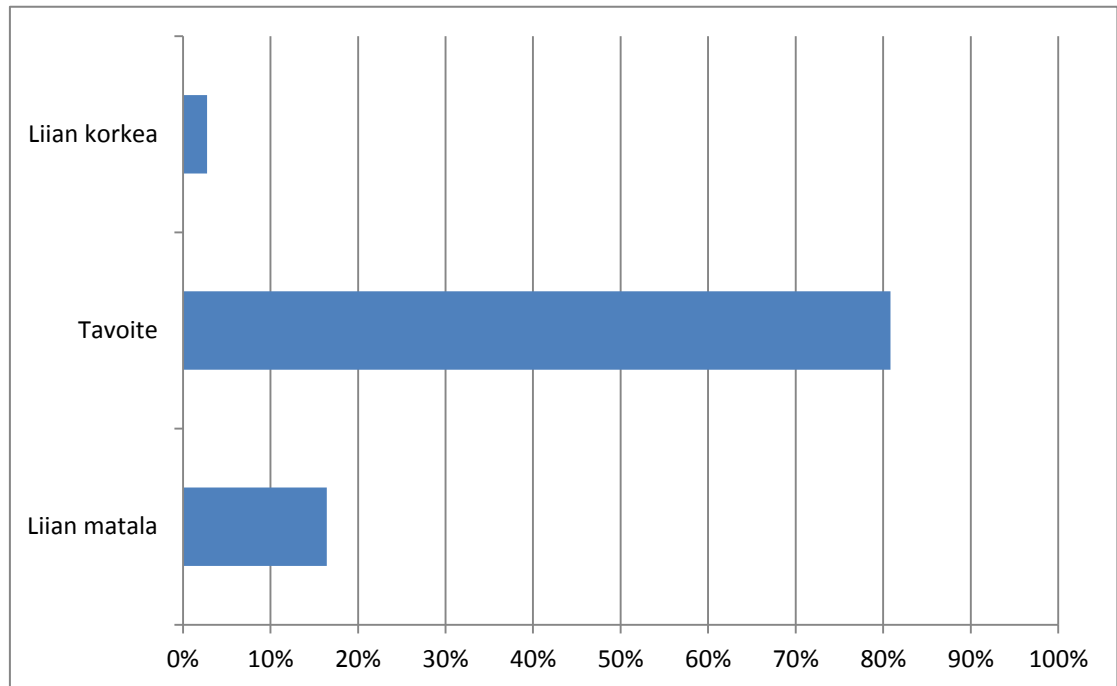


KUVIO 18. Käntömättäiden jakauma luokittain. n = 73

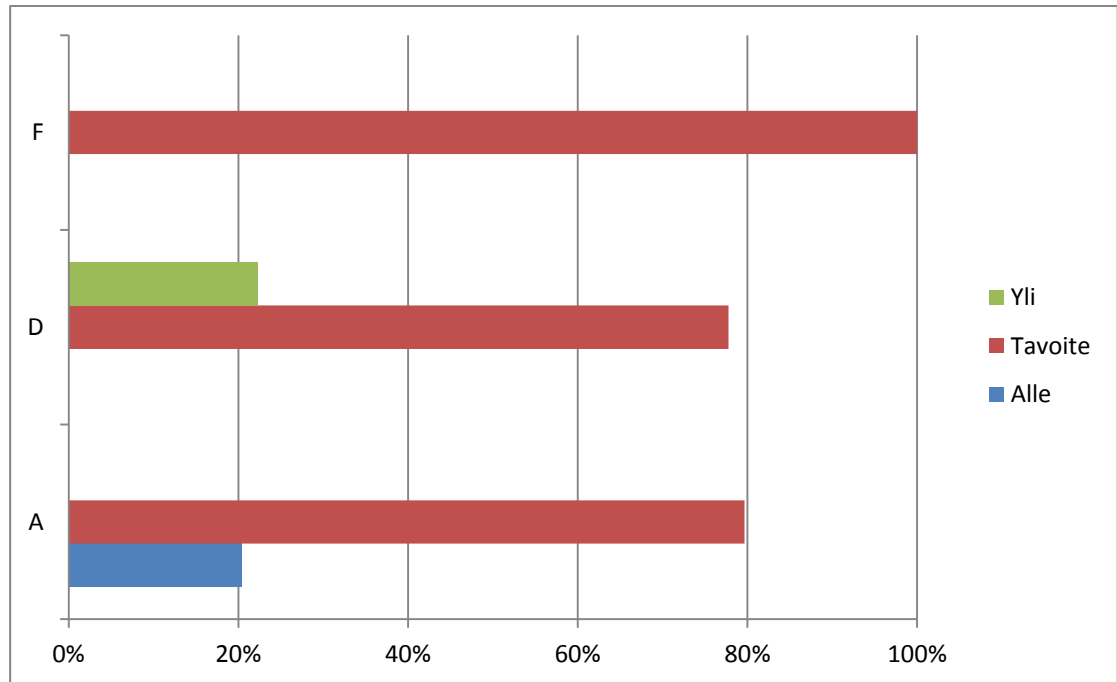


KUVIO 19. Käntömättäiden leveysjakauma muokkaajilla. n = A = 59, D = 9 ja F = 5

Mättäiden korkeudessa suurin osa mätistä sijoittui tavoiteluokkaan. Tavoiteluokassa oli 59 mätistä, liian matalia mätitä oli 12 ja liian korkeita 2 (kuvio 20). Keskimäärin mätit olivat 13 cm korkeita. Korkein mitatuista kääntömätistä oli 30 cm ja matalin 7 cm. Keskihajontaa kääntömätiden korkeudessa oli 4 cm. Kaikilla kolmella muokkaajalla suurin osa mätistä oli tavoite luokassa (kuvio 21). Suurimman osan kääntömätistuksen koaloista oli tehnyt muokkaaja A.



KUVIO 20. Kääntömätiden korkeuden luokkajakauma. n = 73

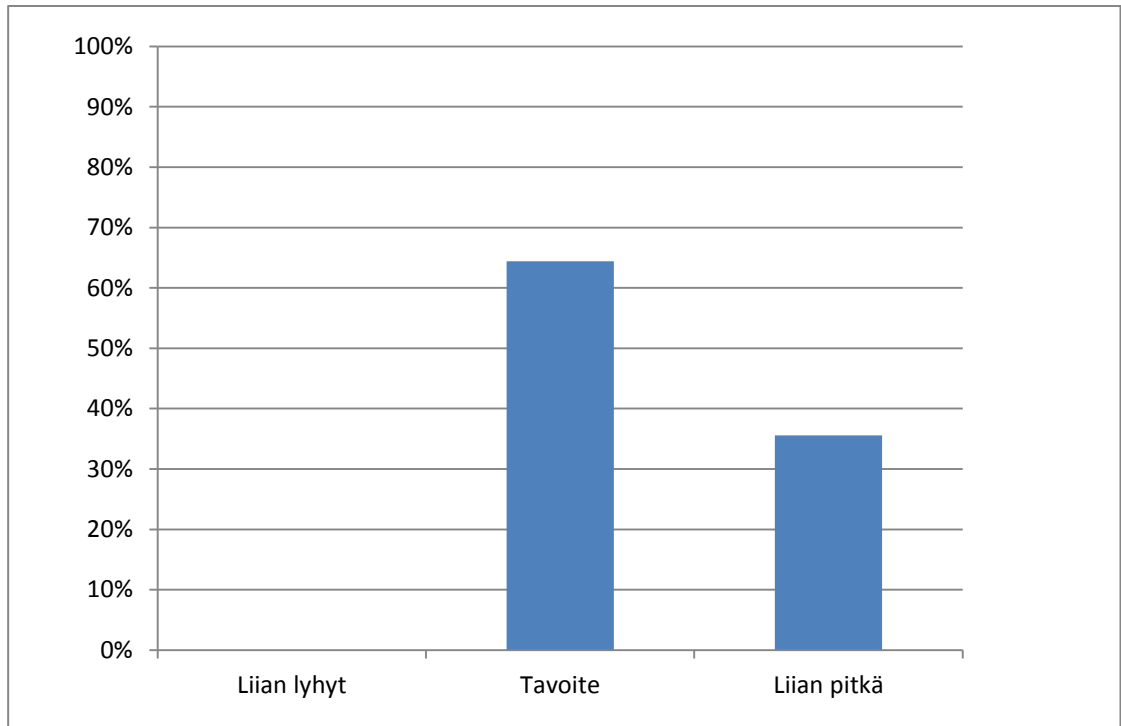


KUVIO 21. Käntömättäiden korkeusjakauma muokkaajilla. $n = A = 59$, $D = 9$ ja $F = 5$

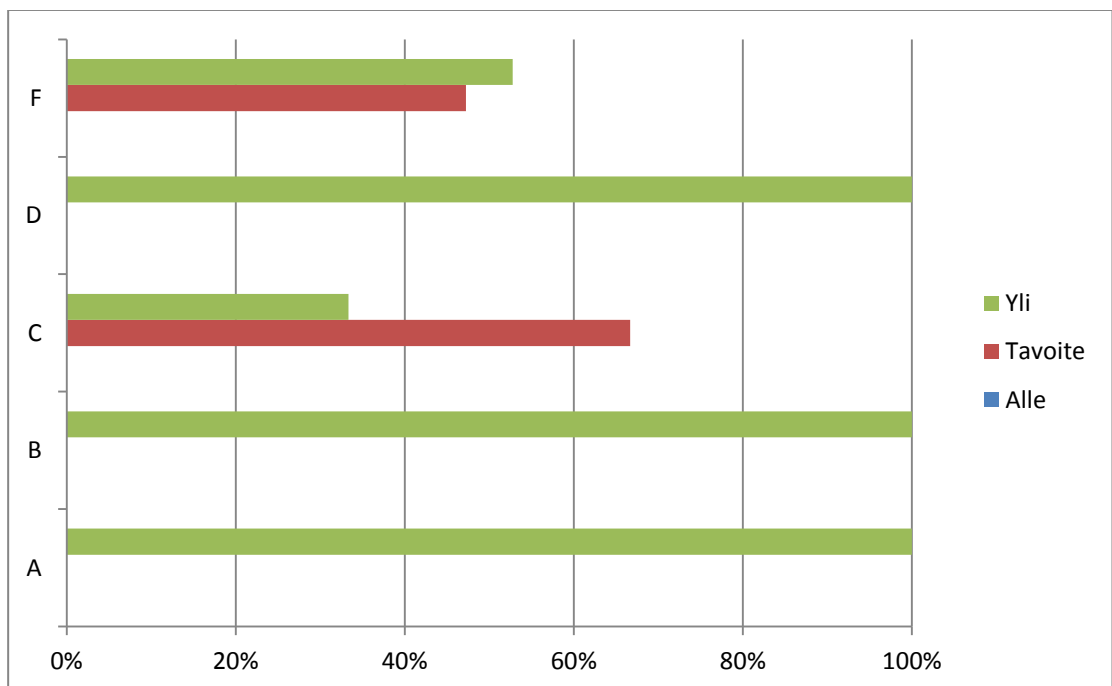
5.3.4 Oja- ja naveromätästys

Oja- ja naveromätästysten mitattavia arvoja olivat mättään pituus, leveys ja korkeus. Mättäiden koon luokittelussa käytettiin laikkumätästysten arvoja. Mättään tavoitekorkeus oli 10–15 cm ja myös tässä oli luokat yli ja alle tavoitteen.

Oja- ja naveromätästystä oli yhteensä 59 koealalla. Mittaustuloksia oli viiden eri muokkaajan muokkausaloilta. Tulokset jakautuivat luokkiin siten, että tavoiteluokassa oli 21 mätästä ja liian pitkiä mättäitä oli 38 kappaletta. Liian lyhyitä mättäitä ei ollut ollenkaan (kuvio 22). Mättäiden keskipituus oli 92 cm. Mittausarvolta suurin mätäs oli 153 cm pitkä ja lyhin 58 cm. Keskihajonta oja- ja naveromätästyksessä oli 22 cm. Ainoastaan kaksi muokkaaja oli päässyt tavoitepituuteen (kuvio 23). Muilla muokkaajilla kaikki mättäät olivat liian pitkiä.



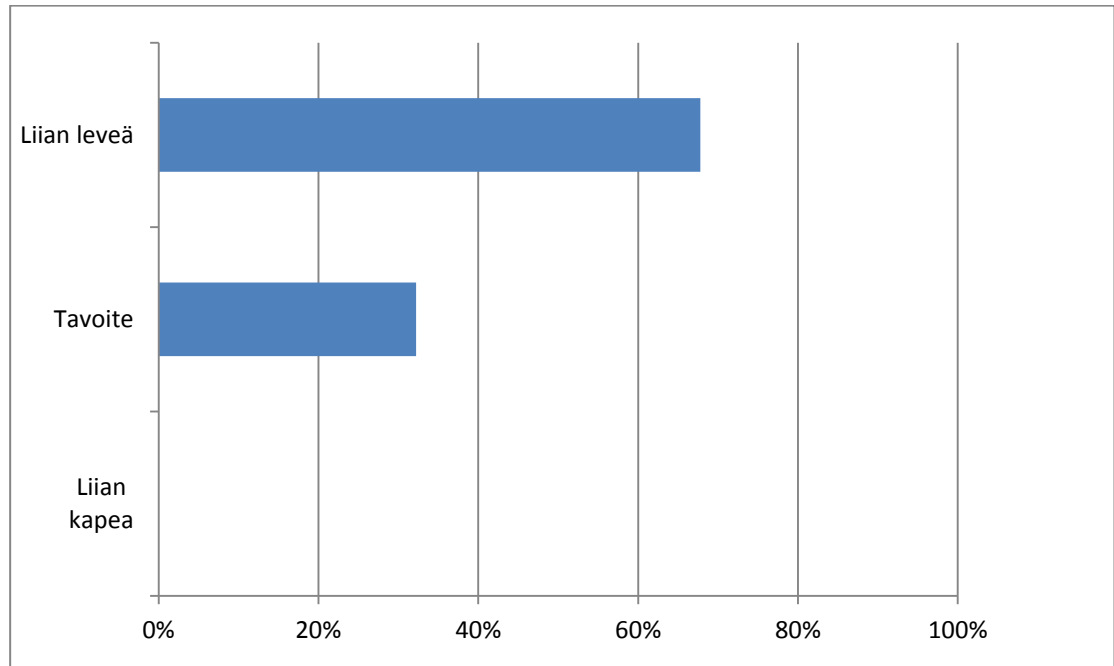
KUVIO 22. Mättään pituusjakauma luokittain oja- ja naveromätästyksessä. n = 59



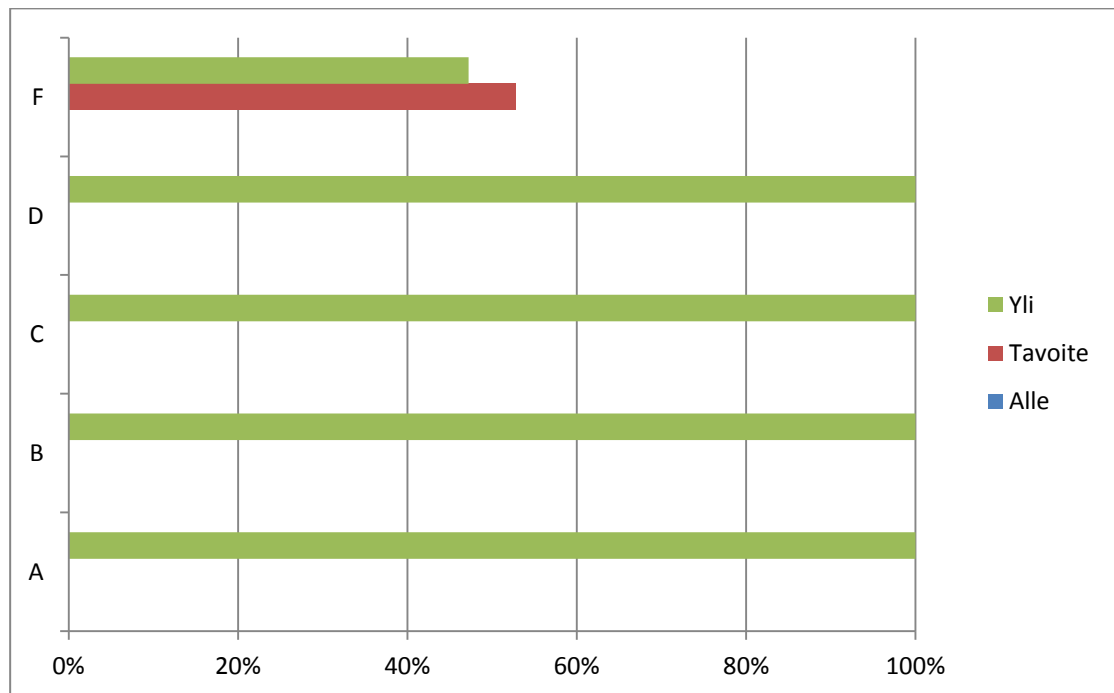
KUVIO 23. Oja- ja naveromättäiden pituuden jakauma muokkaajilla. n = A = 6, B = 1, C = 6, D = 10 ja F = 36

Oja- ja naveromättäiden leveyden luokittelussa ei yksikään mätäs ollut liian kapea. Liian leveitä mättäitä oli 40 ja tavoite leveyteen oli sijoittunut 19 mätstä (kuvio 24).

Mättäiden leveyden keskiarvo oli 90 cm. Leveydeltään suurin mitattu mätäs oli 150 cm ja pienin 58 cm. Keskihajonta mättäiden leveydessä oli 14 cm. Ainoastaan yhdellä muokkaajalla oli tuloksia tavoiteluokassa (kuvio 25).

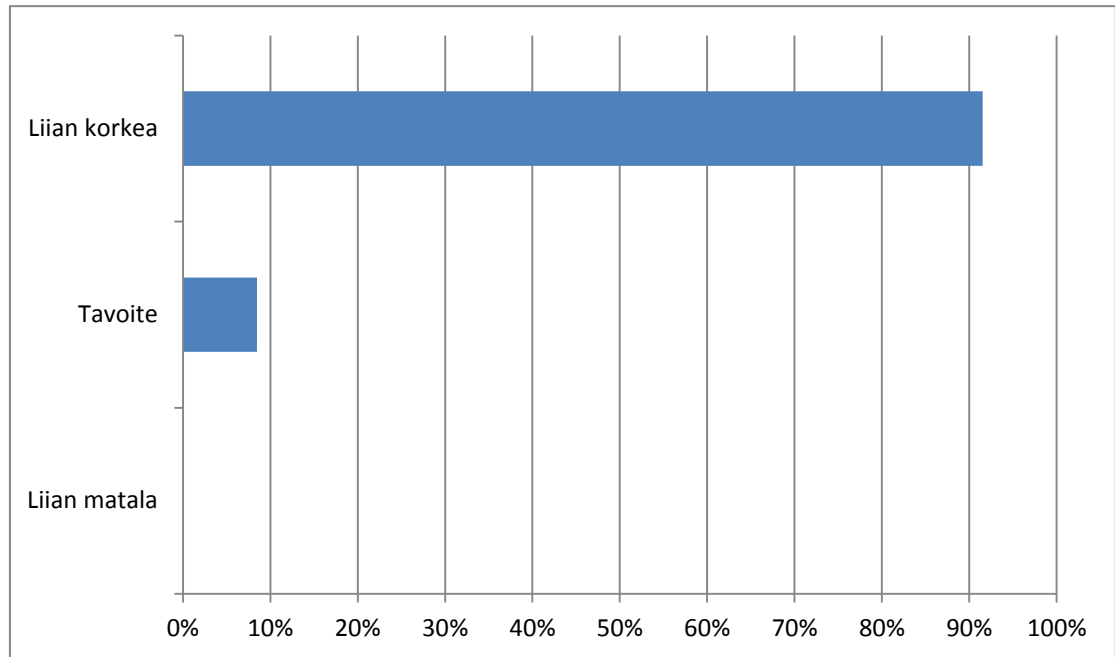


KUVIO 24. Oja- ja naveromättäiden leveyden luokkajakauma. n = 59

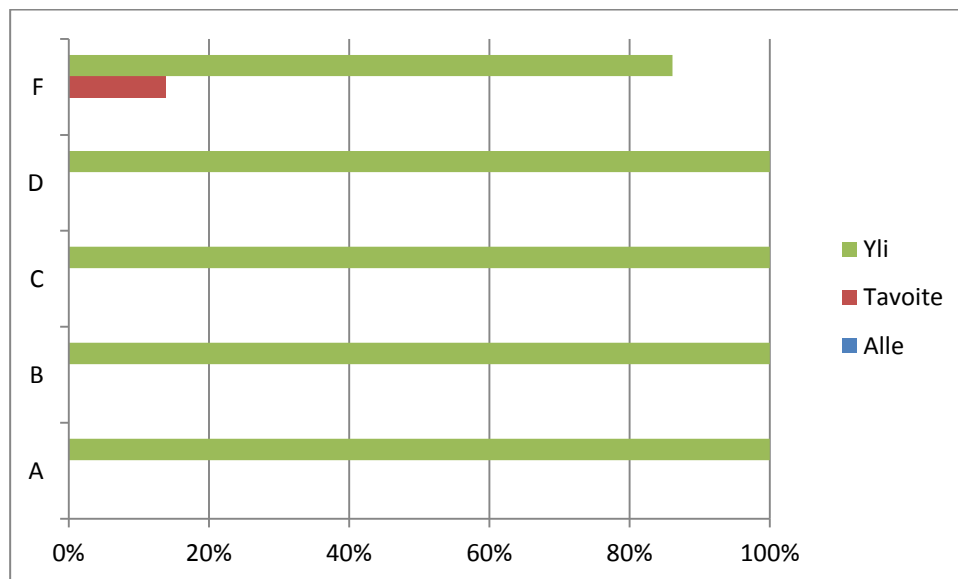


KUVIO 25. Oja- ja naveromättäiden leveyden jakauma muokkaajilla. n = A = 6, B = 1, C = 6, D = 10 ja F = 36

Oja- ja naveromättäiden korkeus luokittelussa suurin osa tuloksista sijoittui liian korkeisiin mätäisiin. Liian korkeissa mätäissä oli 54 mätästä ja tavoitekorkeuden luokkaan sijoittui vain 5 mätästä. Liian matalia mätäitä ei ollut ollenkaan (kuvio 26). Keskimäärin oja- ja naveromättäät olivat 23 cm korkeita. Korkein mitattu mätäs oli 39 cm ja matalin 10 cm. Keskihajonta mätäillä oli 6 cm. Muokkaajista ainoastaan yhdellä oli tavoite luokassa tuloksia. Muokkaaja F:n tuloksista 5 mitattua mätästä täytti tavoitekorkeuden. Muilla muokkaajilla kaikki mätäät olivat liian korkeita (kuvio27).



KUVIO 26. Oja- ja naveromättäiden korkeuden luokkajakauma. n = 59



KUVIO 27. Oja- ja naveromättäiden korkeusjakauma muokkaajilla. n = A = 6, B = 1, C = 6, D = 10 ja F = 36

5.4 Muokausjälkien laatu

Koaloilla tarkastettiin kaikki muokausjäljet ja niistä määritettiin laatu. Muokausjäljet, joissa oli laatua heikentävä tekijä, laskettiin ja eriteltiin laatua heikentävä tekijä. Laatua heikentäviä tekijöitä tässä tutkimuksessa olivat hakkuutähteet ja suuret kivet muokausjäljessä sekä kannonpäälle tehdyt ja yliajetut muokausjäljet (kuvat 13, 14, 15 ja 16).



KUVA 13. Suuria kiviä muokausjäljessä



KUVA 14. Hakkuutähteitä muokkausjäljessä

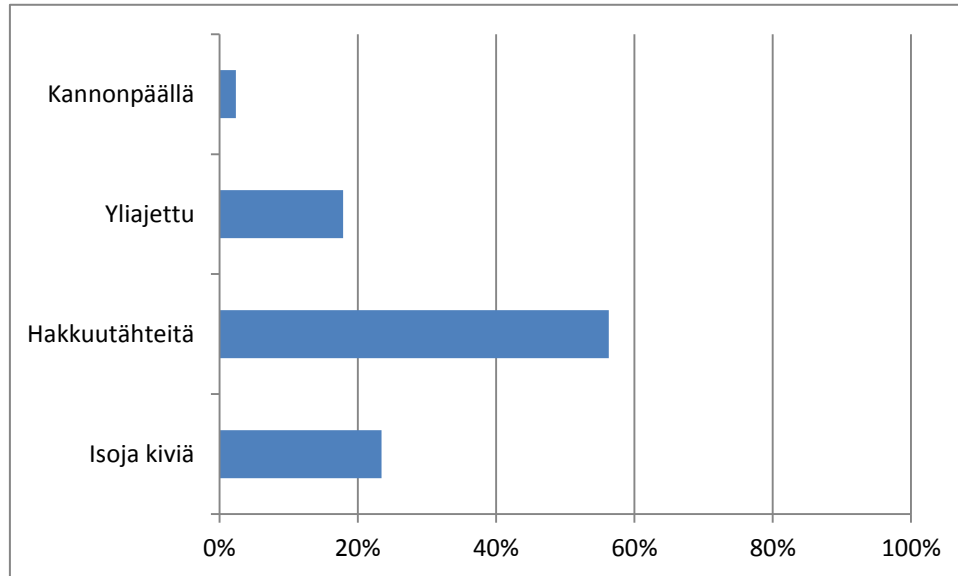


KUVA 15. Kannonpäälle tehty mätäs



KUVA 16. Yliajettu muokkausjälki

Laatua heikentäviä tekijöitä oli yhteensä 380 muokkausjäljessä. Laadultaan huonopien muokkausjälkien osuus oli noin 9 %. Muokkaustiheyden ollessa 2000 muokkausjälkeä/ha, laadultaan huonojen muokkausjälkien osuus on siinä tapauksessa n. 200 muokkausjälkeä/ha. Suurimmaksi laatua heikentäväksi tekijäksi tutkimuksessa osoittautuivat hakkuutähteet muokkausjäljessä (kuvio28), joita oli 214 muokkausjäljessä. Isoja kiviä oli 89 muokkausjäljessä. Yliajettuja muokkausjälkiä oli 68 ja kannonpäälle tehtyjä muokkausjälkiä oli 9.



KUVIO 28. Laatu heikentävien tekijöiden jakautuminen. n = 380

5.5 Muokkausjälkien ja taimien tiheys

Tässä kappaleessa tutkitaan muokkausjälkien sekä istutuksen tiheyttä. Koealan koko oli 50 m^2 , joten koealakertoimenä käytettiin 200. Tulokset on suhteutettu hehtaarille. Suurin osa kohteista oli vielä istuttamatta. Metsä Groupin ohjeistuksessa muokkaustiheys vaihtelee istutettavan puulajin suhteen. Kuusen istutusaloilla tavoitteena on 1 800 muokkauskohtaa/ha, männyllä tavoite on 2 000/ha ja rauduskoivulla 1 600/ha. Suurimmalla osalla kohteista olisi voinut viljellä kaikkia edellä mainittuja puulajeja. Tässä tutkimuksessa tavoitetiheydeksi oli sen vuoksi asetettu 1 600–2 000 muokkausjälkeä/ha. Kaikkien koealojen keskiarvo oli 1 808 muokkausjälkeä/ha.

Laikutuksessa muokkausjälkien keskitiheys oli 1 640 muokkauskohtaa/ha. Se on aivan tavoite tiheyden alarajalla. Keskihajonta on 392 muokkausjälkeä/ha eli vaihtelua on ollut melko paljon. Enimmillään laikutuksen tiheys oli ollut 2 000/ha ja vähimmillään 1 200/ha. Laikutuskoealoja oli vain 20 kappaletta, joten tulosten keskihajonta on melko suurta. Laikutusaloilla ei ollut istutettuja taimia.

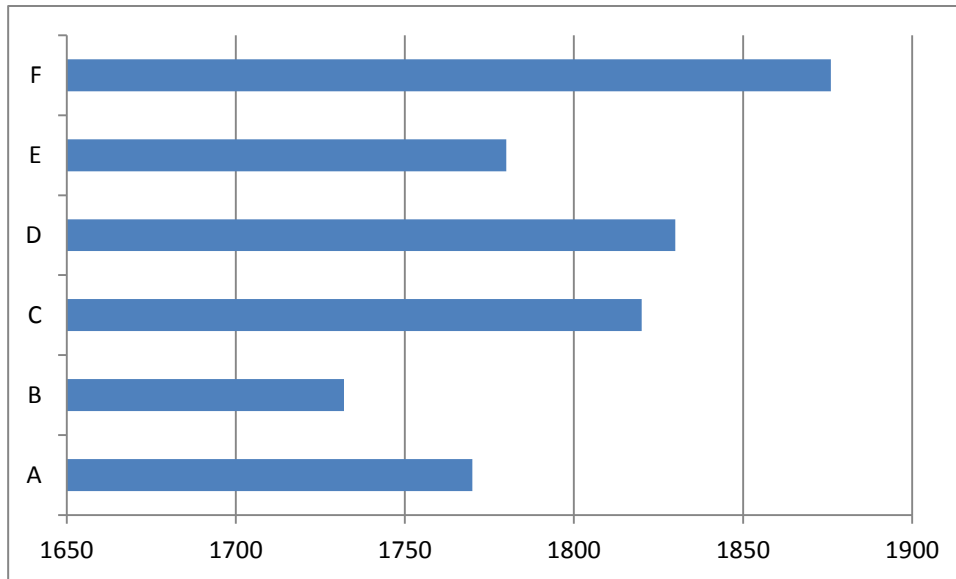
Laikkumätästyksessä koealoja oli 322. Keskimäärin muokkauskohtia laikkumätästyksessä oli 1 790/ha. Tulos sattuu tavoite rajojen keskivaiheille. Keskihajonta laikkumätästyksessä oli 230 muokkausjälkeä/ha. Koealoilla pienin tiheys oli 1 200 muokkaus-

jälkeä/ha ja suurin mitattu tiheys oli 2 600/ha. Laikkumätästyskohteista oli istutettu 65 koealalla. Kuusentaimien istutustiheyden keskiarvo oli 1 960 taimea/ha. Taimia oli siis istutettu jokaiseen muokkauskohtaan. Taimitiheyden keskihajonta laikkumätästyskohteilla oli 143 taimea/ha. Suurin koealoilla mitattu taimitiheys oli 2 000 taimea/ha ja pienin 1 600/ha.

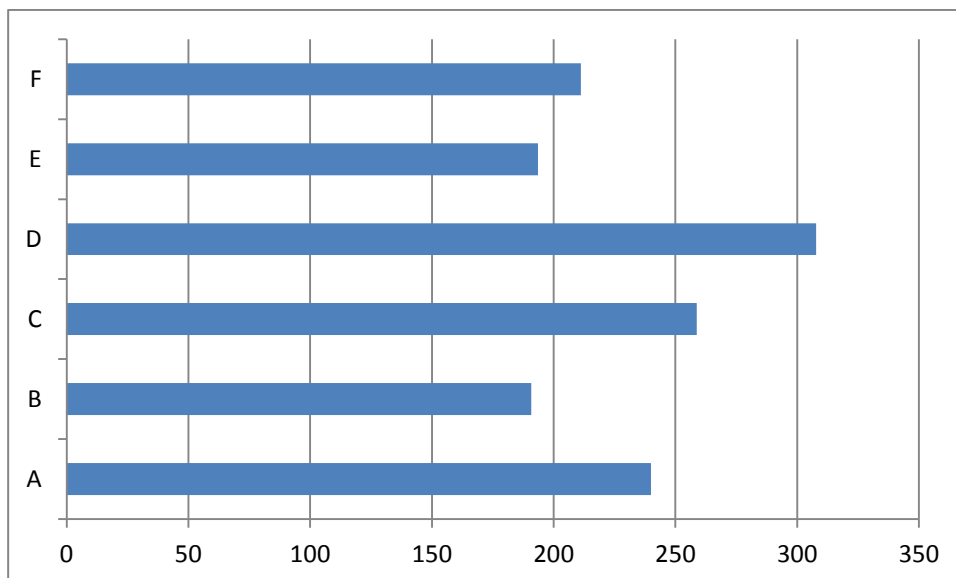
Kääntömätästyksessä koealoja oli 73. Koealojen muokkausjälkien tiheyden keskiarvo oli 1 830 muokkausjälkeä/ha. Muokkaustiheys täyttää tavoitteet. Keskihajonta kääntömätästyksen tiheyksissä oli 210 muokkausjälkeä/ha. Mitatuilla koealoilla pienin tiheys oli 1 400 muokkausjälkeä/ha ja suurin 2 200/ha. Kuusentaimia oli istutettu kuudella koealalla. Taimitiheyden keskiarvo oli 1 800 taimea/ha. Suurimmillaan taimitiheys oli 2 000 taimea/ha ja pienimmillään 1 600/ha. Keskihajonta taimitiheydessä oli 126 taimea/ha. Tulosten perusteella voidaan päätellä, että taimia oli istutettu kaikkiin muokkauskohtiin.

Oja- ja naveromätästyksessä koealoja oli 59 kappaletta. Muokkausjälkien keskitiheys koealoilla oli 1 932 muokkausjälkeä/ha. Suurin mitattu tiheys koealoilla oli 2 600 muokkausjälkeä/ha ja pienin 1 400/ha. Keskihajonta tiheydessä oli 245 muokkausjälkeä/ha. Taimia oli istutettu 11 koealalla. Taimien keskimääräinen tiheys oli 1 836 taimea/ha. Keskihajonta taimitiheyksissä oli 150 taimea/ha. Koealoilla mitatuista taimitiheyksistä suurin oli 2 000 taimea/ha ja pienin 1 800/ha. Tuloksista näkee, että istuskohdat on käytetty.

Kaikkien muokkaajien muokkausjälkien keskitiheydet täyttivät tavoitearvot. Muokkaajien tulokset sijoittuvat 1 700–1 900 muokkausjälkeä/ha (kuvio 29). Muokkaajien välillä ei ollut suuria eroja. Keskihajonta vaihteli 190–307 muokkausjäljen/ha välillä (kuvio 30). Muokkaajilla C ja E oli vain yksi muokattava kuvio. Varsinkin muokkaajalla C koealojen vähyys korostui keskihajonnassa. Muokkaajalla A oli huomattavasti enemmän koealoja, joten tuloksista voi päätellä, että muokkaajaan työpöytä vaihtelee enemmän kuin muilla.



KUVIO 29. Muokkaajien muokkausjälkien keskiarvot/ha. n = A = 146, B = 80, C = 20, D = 52, E = 20 ja F = 156



KUVIO 30. Muokkaajien muokkausjälkien keskihajonta/ha. n = A = 146, B = 80, C = 20, D = 52, E = 20 ja F = 156

6 POHDINTA

6.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tässä tutkimuksessa on tuloksia sekä silmämääräisestä arvioinnista että mittauksista. Silmämääräisessä arvioinnissa korostuu mittaajan pätevyys. Kuviokohtaisissa tiedois-

sa mittajaan pitää pystyä määrittämään kuviotiedot ja huomautusta vaativat tekijät. Mittaukset suoritettiin varhain keväällä. Mittausajankohdan vuoksi kasvupaikan määrittäminen oli hankalaa, sillä kasvillisuus ei ollut herännyt vielä kunnolla. Lähes kaikki mitatut alat olivat mätästyskohteita, joten kasvupaikka suurella todennäköisyydellä on tuorekangas.

Syvyys- ja korkeus arvot on mitattu maanpinnasta. Maanpinnan määrittäminen on todella hankalaa maastonmuotojen vuoksi. Syvyydessä ja korkeudessa mittaja joutuu arvioimaan keskimääräisen korkeuden/syvyyden. Laikut ja mätät eivät ole säännöllisen muotoisia, mikä vaikeuttaa huomattavasti arvioimista. Muokkausjälkien leveyttä ja pituutta mitatessa mittaja joutuu arvioimaan muokkausjäljen reunat. Reunat voivat usein olla hankala hahmottaa. Tiheyden mittauksessa pitää arvioida mukaan laskettavat muokkausjäljet. Muokkausjälki lasketaan tiheyteen, mikäli sen keskikohta jää koealan sisäpuolelle. Muokkausjäljet eivät ole tasamittaisia, joten keskikohta voi olla hankala määrittää. Maalajinmäärittäminen on tehty hyvin karkealla kenttäanalyysillä. Silmävarainen tarkastelu ja sormien välissä pyörittely ei anna tarkkaa tulosta maalajista. Maalajit on myös luokiteltu vain neljään luokkaan.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa sen otantakoko. Tässä tutkimuksessa oli asetettu tavoitteeksi mitata vähintään 20 aluetta. Tavoite täyttyi reilusti. Kuitenkin eri työlajien välillä otantakoko vaihtelee. Laikutukseen ei tullut kuin 20 koealaa, mikä ei vielä riitä riittäväksi aineistoksi. Muilla työlajeilla on riittävä otanta. Muokkaajien välillä on suuria eroja otannan suhteen. Kahdella muokkaajalla on vain 1 muokattu alue.

Vaikka tutkimuksen toteutuksessa oli haasteita, niin tulokset ovat luotettavia. Tulosten perusteella voi kehittää toimintamalleja. Varsinkin laikkumätästyskohteiden tarkasteluun on riittävä aineisto. Vaikka kääntö- sekä oja- ja naveromätästyksessä on vähemmän aineistoa, on niissäkin riittävä aineisto.

6.2 Johtopäätökset

Pääsääntöisesti muokkaukseen vaikuttavat tekijät oli hyvin hoidossa vaikka osalla kohteista olikin hieman huomauttamista. Huomautukset olivat pääsääntöisesti hyvin vähäisiä. Ainoastaan yhdellä kohteella oli merkittäviä puutteita/virheitä. Alueen veiensuojelua ei ollut otettu tarpeeksi huomioon ja kohde jouduttiinkin muokkaamaan uudelleen. Muokkausjälkien pituuden ja leveyden osalta minimi vaatimus on 30 cm * 30 cm. Istutuskohdan ympärille jäävä 15 cm säde vähentää tukkimiehentäin tuhoja. Suosituksissa on lisätty hieman muokkauskohdan kokoa. Tuloksissa näkyy, että liian pieniä muokkausjälkiä oli hyvin vähän. Suurin osa tuloksista on tavoitemitoissa. Liian suurella muokkausjäljellä paljastetaan turhaan kivennäismaata. Liiallinen kivennäismaan paljastaminen lisää taimikonhoitotarpeita sekä rumentaa maisemaa. Liian suuria muokkausjälkiä ei ollut merkittävästi, poikkeuksena oja- ja naveromätästys. Yhteenvetotaulukossa voi verrata keskiarvoja muokkaustavoittain (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Muokkausjälkien koko.

MUOKKAUS TAPA	Pituus		Leveys		Korkeus		Syvyys	
	Ta- voite	Kes- kiarvo	Ta- voite	Kes- kiarvo	Ta- voite	Kes- kiarvo	Ta- voite	Kes- kiarvo
Laikutus	40 - 100	110,2	40 - 80	68,15	Ei	0	Alle 10	8,45
Laikkumätäs- tys	40 - 80	72,46	40 - 80	74,98	15 - 20	14,62	Alle 10	14,33
Kääntömätäs- tys	60 - 80	78,64	60 - 80	76,15	10 - 20	12,96	Ei	0
Oja- ja nave- romätästys	40 - 80	92,2	40 - 80	89,95	10 - 15	22,71	EI	0

Oja- naveromätästyksessä näkyi selkeästi liian raju muokkaus. Mättäät olivat hyvin suuria. Tutkimukset tukivat jo maastossa tehtyjä havaintoja. Mättäiden suuruus hankaloittaa tulevia metsänhoitotöitä merkittävästi. Lisäksi raju muokkaus vaikuttaa todella merkittävästi maisemaan. Suuret mättäät näkyvät kauaksi maisemassa.

Tutkimuksen analysointi tuki hyvin jo maastossa tehtyjä huomioita. Silmään pistävää mittauksia suorittaessa oli laikkumätästyksessä laikkujen syvyys. Koelaille ei sattu-

nut kaikkein rajuimmat muokkauskohdat. Osassa laikkuja mittaaja oli reilusti polvia myöten laikussa. Työtekniikassa oli selvästi puutteita. Laikkumätästyksessä mättään maa-aineksen määrä tulisi säädellä laikun pituudella. Maastomittauksia suorittaessa kuitenkin huomasi, että maa-aineksen määrä oli säädelty laikun syvyydellä. Laikut olivat usein hyvin syviä ja jyrkkäreunaisia. Edellä mainitut tekijät lisäävät eroosion vaikutusta ja hankaloittavat tulevia metsähoitotöitä. Lisäksi syvät laikut voi osaltaan vaikuttaa maisemaan. Vaikka laikut olivat syviä, niin ne eivät nostaneet mättäiden korkeutta. Mättäät olivat pääsääntöisesti hieman liian matalia. Liian matalat mättäät heikentävät istutetun taimen etulyöntiasemaa muuhun kasvillisuuteen nähden.

Aineiston analysoinnissa ei ollut tietoa siitä millä puulajilla kuviot uudistetaan. Todennäköisesti kuusi on suurimmalla osalla kuvioista uudistettava puulaji. Kaikkien koealojen muokkausjälkien tiheyden keskiarvo oli noin 1 800/ha, mikä täyttää vaatimukset. Kolmella muokkaajalla tiheyden keskiarvo jää kuitenkin hieman alle 1800 muokkauskohtaa/ha, joka on kuusen tavoitetiheys maanmuokkauksessa.

Metsä Groupin ohjeessa neuvotaan kangasmailla ensisijaisena muokausmenetelmänä käyttämään kääntömätästystä. Sekä kääntö-, että laikkumätästykseen vaatimuksena on kunnossa oleva vesitalous. Niillä on siis samat lähtökohdat ja ne soveltuvat samoille kohteille. Laikkumätästykseen osuus tässä tutkimuksessa oli noin 68 %, kun kääntömätästykseen osuus oli vain noin 15 %. Kääntömätästys olisi sopinut samoille kohteille kuin laikkumätästys. Karkeita ja keskikarkeita maalajeja oli 298 koealalla eli noin 63 % mitatuista koealoista. Näille koealoille kääntömätästys olisi ollut sopiva vaihtoehto. Muokausmenetelmän valintaan vaikuttavat myös käytettävissä olevat muokausresurssit. Tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon minkälainen kalusto muokkaajilla on ollut käytössä. Siksi ei voi sanoa kuinka suuri vaikutus resursseilla on ollut tuloksiin.

Tulosten perusteella voi sanoa, että valvonta on ollut puutteellista. Tutkimuksen mukaan muokkaustapa on valittu ohjeen vastaisesti. Huomiota pitäisi kiinnittää laikkumätästys- sekä oja- ja naveromätästys kohteisiin. Edellä mainituilla kohteilla on muokkaustapojen tekniikoissa puutteita.

LÄHTEET

- Immonen, Kari., Kauppinen, Antero., Kuru, Kari., Tamminiemi, Mauri., Kallonen, Jarno & Strandström, Markus. 2000. Maanmuokkauksen koulutusaineisto. WWW-dokumentti.
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Maanmuokkauksen_koulutusaineisto_vihko.pdf. Ei päivitetty. Luettu 8.11.2014.
- Immonen, Kari., Kauppinen, Antero., Kuru, Kari., Tamminiemi, Mauri., Kallonen, Jarno & Strandström, Markus. 2000. Metsäteho: Maanmuokkauksen koulutusaineisto. Helsinki: Oy Kirjapaino tt tryckeri Ab
- Luoranen, Jaana., Saksa, Timo., Finêr, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan Muokausopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Luoranen, Jaana., Saksa, Timo. & Uotila Karri. 2012. Metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset: Metsänhoito.
 Porvoo: Paino Bookwell.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki: F.G Lönberg.
- Mälkönen, E., Derome, J., Heiskanen, J., Helmisaari, H-S., huhta, V., Lehto, T., Lindroos, P., Makkonen, K., Martikainen, P., Priha, O., Smolander, A. & Tamminen, P. 2003. Metsämaa ja sen hoito.
 Hämeenlinna: Karisto.
- Saaristo, L., Kuusinen, M & Nieminen, M. 2009. Talousmetsien Luonnonhoito: Metsäammattilaisen käsikirja.
 Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. 2001. Metsätutkimuslaitos & Metsälehti Kustannus: Onnistunut metsänuudistaminen.
 Hämeenlinna: Karisto Oy.

LIITE 2. Maasto-ohje

MAANMUOKKAUKSEN LAADUNTARKASTUS OHJE

Yläsarake: Tähän kirjataan kohteen perustiedot

Maalaji: karkea = 1, keskikarkea = 2, hieno = 3, turve = 4

Kasvupaikka: lehtomainen kangas = 2, tuore kangas = 3, kuivahko kangas = 4

kpl = koealan mättäiden/laikkujen määrä (3,99m säde). Ympyrän säteen on kuljettava vähintään muokkausjäljen keskeltä, jotta se luetaan mukaan.

Muokkaus = laikutus = 1 laikkumätästys = 2 kääntömätästys = 3 oja-/naveromätästys = 4

*Koealat pyritään sijoittamaan yhdelle linjalle kuvion suurimmalle halkaisijalle. Jos koealaväli käy liian ahtaaksi, voidaan koealat sijoittamaan useammalle linjalle. Jos kuviolla on selkeää vaihtelua pitää koealoja sijoitella tasaisesti, niin että kaikki ominaisuudet on edustettuna (esim. maalaji).

* Laikun/mättään koko ilmoitetaan senttimetreinä. Koealalta mitataan keskiarvo kolmesta lähimmästä muokkausjäljestä. Syvyys/korkeus mitataan muokkausjäljen arvioidusta keskiarvosta. Laikkumätästyksessä mitataan sekä mättäät että laikut.

* Koealalta määritetään myös laatu. Kaikki koealalla olevat muokkausjäljet tarkastetaan. Muokkausjäljen heikentäviä tekijöitä ovat mm. suuret kivet ja hakkuutähteet muokkausjäljessä. Myös yliajetut mättäät sekä kannon päälle tehdyt mättäät heikentää laatua. Huonot muokkausjäljet lasketaan ja niille määritetään laatua heikentävä syy.

* Kuviolle pitää tehdä myös yleinen tarkastelu. Tarkastelussa otetaan huomioon puutteen/virheet kuviolla. Huomautukset kirjataan lomakkeelle.

Tarkastettavia kohteita:

- Vesistöjen rajat, perkaamattomat ojat, kaivukatkot ojissa, muut vesistö tekijät ympäristö, maisemalliset arvot, säästöpuut, arvokkaat elinympäristöt, sähkölinjat, jyrkät ja kallioiset kohdat, muurahaispesät, lintujen pesät, ym muokkauksessa huomioon otettavat seikat.

- Kirjaa huomautuksiin myös kaikki normaalista poikkeava esim. muokkaamattomat alat.

pinta-ala	kpl
alle 1 ha	6
1 - 1,5 ha	8
1,5 - 2 ha	10
2- 2,5 ha	12
2,5 - 3 ha	14
3- 3,5 ha	16
3,5- 4 ha	18
yli 4 ha	20

LIITE 3 (1). Saatekirje

Maanmuokkauksen infokirje 2014

<SUKUNIMI> <ETUNIMI>
 <ASIOIDENHOITAJA>
 <Lähiosoite>
 <Postinumero> <Postitoimipaikka>
 <Maa>

Hyvä metsänomistaja

Olet tilannut meiltä maanmuokkauksen, kiitos siitä. Ohessa lisätietoa maanmuokkauksesta ja kuinka toteutamme sen.

TARKOITUKSENA PARANTAA TAIMIEN KASVUA

Laadukas maanmuokkaus on edellytys onnistuneelle metsänuudistamiselle ja samalla yksi koko metsänkasvatusketjun tärkeimmistä töistä. Maanmuokkaus helpottaa viljelytöitä, parantaa taimien kasvuun lähtöä, ehkäisee tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja ja vähentää tulevaa taimikonhoidon tarvetta. Laadukas maanmuokkaus parantaa puuntuotannon kannattavuutta pitkälle tulevaisuuteen.

ISTUTUS HETI MUOKKAUKSEN JÄLKEEN

Kangasmailla maanmuokkauksessa muodostetaan kohoumia, joiden pintakerros on kivennäismaata kuten hiekkaa, hietää tai hiesua. Ravinteikas humusmaa jää kohouman sisään. Turvemilla kohouman pinta muodostuu maatuneesta turpeesta.

Teemme maanmuokkauksen kaivinkoneella (mätästykset ja laikutukset) tai metsätraktorilla (äestykset ja säätöauraukset). Turhaa maanpinnan rikkomista vältämme kaikissa menetelmissä.

Kun maa on muokattu, alueelta löytyy suunniteltua viljelytiheyttä vastaava määrä muokkauskohtia pois lukien kivikot, ojat ja muut muokkaukseen soveltumattomat alueet.

Oikea istutuspaikka taimelle on kohouman keskellä, yleensä korkeimmalla kohdalla. Taimi tulee istuttaa niin syväälle, että taimipaakun päälle jää noin 5 cm maakerros.

Istutus kannattaa tehdä tuoreeseen muokkausjälkeen mahdollisimman nopeasti. Kylvytöt on hyvä tehdä keväällä heti lumien sulettua. Syksyllä muokatut kohteet ehtii viljellä myös seuraavan kasvukauden aikana.

OJAT JA NAVEROT OHJAAVAT LIIAN VEDEN POIS

Jos uudistusalue tai osa siitä on taimien kasvun kannalta liian märkä, kaivamme 20–30 cm syviä naveroita ja kunnostamme vanhoja ojia osana maanmuokkausta. Naveroilla ohjataan pintavesiä, kun taas ojien kunnostuksella saadaan aikaan pysyvämpi kuivatusvaikutus.

Teemme vesien ohjaamisen niin, että ympäristö ei kärsi. Esimerkiksi naveroihin teemme kaivukatkoja ja jätämme kiviä hidastamaan veden virtausta ja siten maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumista.

Metsäisin terveisin,

<Yhteyshenkilön Etunimi Sukunimi>
 Oma metsäasiantuntijasi
 Puhelin <puhelinnumero>
 Sähköposti <etunimi.sukunimi@metsagroup.com>

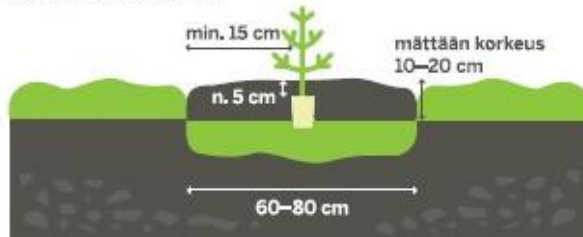


LIITE 3 (2). Saatekirje

ISTUTUSPAIKAT MUOKKAUSJÄLJISSÄ

Hyvä maanmuokkaus luo perustan onnistuneelle metsäviljelylle ja taimikon kehitykselle. Maanmuokkauksesta ei kuitenkaan ole hyötyä, jos istutus- tai kylvötyöt tehdään virheellisesti. Alla on kuvattu oikeat viljelykohdat eri maanmuokausmenetelmissä helpottamaan työn laadun arviointia ja omatoimisesti suoritettavaa viljelytyötä.

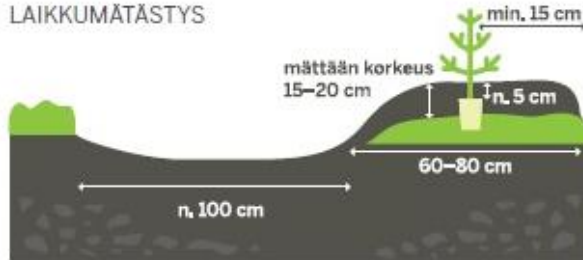
KÄÄNTÖMÄTÄSTYS



ISTUTUSPAIKKA KÄÄNTÖMÄTÄÄSSÄ:

- Korkeimmalle kohdalle mahdollisimman keskelle mätästä.
- Taimen etäisyys humuksen reunasta vähintään 15 cm.
- Riittävän syvälle eli paakun pohja humuskerrokseen asti.
- Istutettaessa mätäs tiivistetään kevyesti taimipaakun ympäriltä.

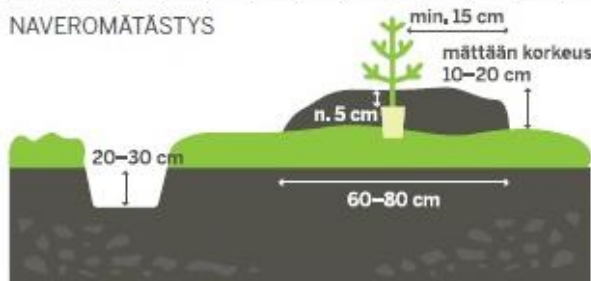
LAIKKUMÄTÄSTYS



ISTUTUSPAIKKA LAIKKUMÄTÄÄSSÄ:

- Korkeimmalle kohdalle mahdollisimman keskelle mätästä.
- Taimen etäisyys humuksen reunasta vähintään 15 cm.
- Riittävän syvälle eli paakun pohja humuskerroksen alareunaan asti.
- Istutettaessa mätäs tiivistetään kevyesti taimipaakun ympäriltä.

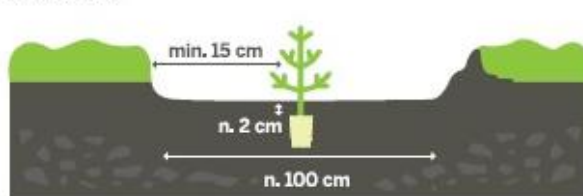
NAVEROMÄTÄSTYS



ISTUTUSPAIKKA NAVEROMÄTÄÄSSÄ:

- Korkeimmalle kohdalle mahdollisimman keskelle mätästä.
- Taimen etäisyys humuksen reunasta vähintään 15 cm.
- Riittävän syvälle eli paakun pohja humuskerrokseen asti.
- Istutettaessa mätäs tiivistetään kevyesti taimipaakun ympäriltä.

LAIKUTUS



VILJELYPAIKKA LAIKUSSA:

- Istutuksessa mahdollisimman korkea kohta ja etäisyys humuksen reunasta vähintään 15 cm.
- Pitkään laikkuun voi istuttaa kaksi taimea.
- Kylvökohteilla kylvetään noin 5–10 cm etäisyydelle humuksen reunasta ja vaihdellaan kylvösyvyyttä 0,5–1 cm välillä.

ÄESTYS



VILJELYPAIKKA ÄESJÄLJESSÄ:

- Istutuksessa mahdollisimman korkea kohta ja etäisyys humuksen reunasta vähintään 15 cm.
- Istutusväli 1,5–2 metriä. Hyvä istutuspaikka on tärkeämpi kuin täsmällinen istutusväli, taimien minimietäisyys toisistaan 1 metri.
- Kylvökohteilla ei kylvetä korkeimpaan, eikä matalimpaan kohtaan.
- Kylvössä pyritään siementen päälle saamaan ohut (0,5–1 cm) maakerros.