



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# MAANMUOKKAUKSEN TAKSARAKENTEEN KEHITTÄMINEN JA METSÄNUUDISTAMISEN LAATU METSÄ GROUPIN RAUMAN HANKIN- TAPIIRIN ALUEELLA

Juho Laurila

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2017  
Metsätalous



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Metsätalous

LAURILA, JUHO:

Maanmuokkauksen taksarakenteen kehittäminen ja metsänuudistamisen laatu Metsä Groupin Rauman hankintapiirin alueella

Opinnäytetyö 42 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Toukokuu 2017

---

Maanmuokkaus on olennainen osa metsänuudistamista. Koneyrittäjille maksettava taksa on normaalisti pinta-alaan perustuva hehtaaritaksa. Laikutuksessa ja mätästyksessä tehdään kuitenkin yksittäisiä muokkauspisteitä viljelykohdiksi. Opinnäytetyön tilaajana toimi Metsä Group, joka on ottanut maanmuokkauksissa käyttöön kaivinkoneisiin asennettavan dokumentointijärjestelmän, joka mm. kertoo muokkaustiheyden. Järjestelmä mahdollistaisi siirtymisen yksikkötaksaan maanmuokkauksessa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Metsä Groupille tietoa mahdollista yksikkötaksan käyttöönottoa varten.

Tavoitteena oli selvittää, millaisiksi yksikköhinnat muodostuisivat, ja vertailla hehtaaritaksan ja yksikkötaksan kustannuksia Metsä Groupin ja urakoitsijoiden näkökulmista. Aineistona oli 129 uudistustarkastusta ja tilitystiedot. Kustannusten vertailu suoritettiin 21 kohteen tiedoilla, mutta johtopäätöksiä tehtiin koko aineiston pohjalta. Työn toisena tavoitteena oli arvioida metsänuudistamisen ja etenkin maanmuokkauksen laatua Rauman hankintapiirin alueella.

Tutkituilla 21 kohteella muokkauksen kustannukset olivat lähes samat molemmilla taksosilla. Kaikilla 129 kohteella muokkauksen keskimääräinen tiheys jäi 40 kpl/ha tavoitetiheydestä. Tällöin muokkauksen kustannukset yksikkötaksalla olisivat olleet Metsä Groupille hieman nykyistä pienemmät. Maanmuokkauksen laatu oli pääsääntöisesti hyvää, eikä työljäljessä ollut huomauttamista. Metsänuudistamisessa oli puutteita, mutta ne eivät johtuneet muokkauksesta tai istutustyön laadusta.

Tutkimuksen perusteella suoraan mättäiden lukumäärään perustuvaan yksikkötaksaan siirtyminen olisi melko neutraali Metsä Groupin ja urakoitsijoiden näkökulmasta. Muokkauksessa harvoin päästään täsmälleen tavoitetiheyteen, mutta dokumentaatiojärjestelmän on tarkoitus helpottaa sitä. Yksikkötaksaa käytettäessä voitaisiin sallia esimerkiksi enintään 5 %:n vajuus tavoitetiheydestä, jolloin muokkauksesta saisi vielä täyden taksan.

---

Asiasanat: maanmuokkaus, mätästys, taksa, metsänuudistaminen

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Forestry

Laurila Juho:  
Development of Fees in Soil Preparation and Quality of Forest Regeneration at Metsä Group Rauma District

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 2 pages  
May 2017

---

Soil preparation is a very important part of forest regeneration. Machine entrepreneurs are usually paid based on the hectares of the soil preparation area even though soil is prepared in spots. The thesis was commissioned by Metsä Group. They have started to use a documentation system that is installed in excavators. Among other things, it records the density of soil preparation spots. That would allow them to pay unit price for the machine entrepreneurs. The purpose of the thesis was to produce information of unit prices for Metsä Group.

The aim was to find out how the unit prices would be formed and to compare them with the hectare based prices. Material for the research was data of 129 forest regeneration inspections and data of accounts for machine entrepreneurs. The comparison of prices was made by using data of 21 soil preparation areas but all of the data was used for conclusions. The other aim of the thesis was to analyze the quality of soil preparation and the success of forest generation.

The result based on the data of 21 soil preparation areas was that the cost was nearly the same with unit prices and hectare prices. At all 129 areas, the average density of soil preparation spots was 40 spots per hectare lower than the aim density. In that case the usage of unit prices would have reduced the cost of soil preparation. In general, the quality of soil preparation was good and no complaints were found with the technique. In forest regeneration, some deficiency was found but that was not due to bad quality of soil preparation.

Based on the research using unit prices would be neutral for both Metsä Group and machine entrepreneurs. For getting the full account 5 % deficiency at density of soil preparation could be accepted when using unit prices. The documentary system is supposed to make it easier to make enough soil preparation spots per hectare.

---

Key words: soil preparation, soil preparation spots, fee, forest regeneration

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	MAANMUOKKAUS KAIVINKONEELLA .....	8
2.1	Laikutus .....	8
2.2	Mätätysmenetelmät .....	9
2.2.1	Kääntömätätys .....	9
2.2.2	Laikkumätätys .....	10
2.2.3	Navero- ja ojitusmätätys .....	11
2.3	Muokkaustyön helpottaminen.....	12
2.4	Muokkauksen ajankohta .....	13
2.5	Muokkausmenetelmän valinta .....	14
3	MAANMUOKKAUKSEN TAVOITTEET JA VAIKUTUKSET .....	15
3.1	Maaperän ominaisuudet.....	15
3.1.1	Maan vesitalous.....	16
3.1.2	Maan tiiviys.....	17
3.1.3	Lämpöolot .....	17
3.1.4	Ravinetila .....	17
3.2	Uudistamistuloksen varmistaminen .....	18
3.2.1	Kilpailuetu.....	18
3.2.2	Tuhoriskit .....	19
3.2.3	Viljelytyö .....	20
4	YMPÄRISTÖN HUOMIOINTI.....	21
4.1	Vesiensuojelu.....	21
4.2	Luonnonhoito .....	22
4.3	Muun ympäristön huomioiminen.....	22
5	TAVOITTEET JA AINEISTO.....	23
5.1	Uudistamisen arviointi .....	23
5.2	Taksarakenteen kehittäminen.....	24
6	TULOKSET .....	26
6.1	Maanmuokkaus .....	26
6.2	Uudistaminen .....	27
6.2.1	Mänty .....	30
6.2.2	Kuusi .....	31
6.2.3	Mänty-kuusi kohteet.....	32
6.2.4	Koivu.....	33
6.3	Taksarakenne .....	34
6.3.1	Yksikkötaksat ja kustannukset eri muokkaustiheyksillä.....	34

6.3.2 Taksojen vertailu tutkittavilla kohteilla .....	35
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	36
7.1 Maanmuokkaus ja uudistaminen.....	36
7.2 Taksarakenne .....	37
LÄHTEET.....	40
LIITTEET .....	41
Liite 1. Ohje uudistustarkastusten maastomittausten tekemiseen .....	41
Liite 2. Laadunvarmistusohjeen mukaiset arviointikriteerit.....	42

## 1 JOHDANTO

Maanmuokkaus on tärkeä osa tasarakenteisen metsän uudistamisketjua. Muokkauksella pyritään luomaan siemenille ja taimille hyvät kasvuolosuhteet ja antamaan niille kilpailuetua pintakasvillisuuteen nähden. Muokkaus parantaa taimien kasvuolosuhteita useaksi vuodeksi ja pienentää joidenkin taimituhojen riskiä huomattavasti. Muokkaus myös helpottaa viljelytyötä ja parantaa sen laatua merkittävästi. Muokkausmenetelmiä on monia. Tämän työn aineisto on kerätty kohteilta, jotka on uudistettu istuttamalla ja muokkausmenetelmänä on käytetty eri mätästysmenetelmiä. Joissain tapauksissa istutuskohdeilla voidaan käyttää myös laikutusta. Mätästys ja laikutus tehdään pääsääntöisesti kaivinkoneella. Tämän vuoksi laikutuksen ja mätästysten lisäksi ei käsitellä muita muokkausmenetelmiä.

Edellä mainituissa muokkausmenetelmissä tehdään selkeitä muokkauspisteitä/viljelykohtia ja muokkaustiheyttä mitataan niiden määrällä hehtaaria kohden. Muokkauksen teki- jälle työstä maksetaan yleensä muokattavan alueen pinta-alan mukaan tiettyä hehtaarihin- taa tai muokkaus teetetään tuntityönä. Tämän työn toimeksiantaja on Metsä Group, tar- kemmin Metsä Forest Rauman hankintapiiri, jonka alueelta työn aineisto on kerätty. Metsä Group on ottanut maanmuokkauksissa käyttöön kaivinkoneisiin asennettavan ASTA -dokumentointijärjestelmän, joka mm. mahdollistaa muokkaustiheyden reaaliai- kaisen seurannan ja näyttää muokkauspisteiden sijainnin kartalla. ASTA:n tuottamaa tie- toa on mahdollista käyttää muokkauksen maksuperusteena, mikä mahdollistaisi siirtymi- sen hehtaarikohtaisesta taksasta muokkauspisteiden määrän mukaan maksettavaan yksik- kötaksaan. Taksoja vertaillaan kesällä 2016 tehdyissä uudistusalojen tarkastuksissa saa- tujen muokkaustiheyksien pohjalta.

Tarkastusten tietojen perusteella arvioidaan myös maanmuokkausten laatua ja metsänuu- distamisen laatua kokonaisuudessaan. Tärkeimpänä asiana on arvioida maanmuokkauk- sen roolia uudistamistuloksessa. Muokkauksella on suuri merkitys istutuksen onnistumi- seen ja se on myös suhteellisen kallis osa uudistamisketjua, joten laadun tulisi hyvällä tasolla. Tavoitteena on löytää mahdollisia kehittämiskohteita metsänuudistamiseen liit- tyen.

Metsä Group on suomalainen metsäteollisuuskonserni. Konsernin emoyhtiö on Metsä- liitto Osuuskunta, johon kuuluu 104000 metsänomistajaa. Konsernin liikevaihto on noin

4,7 miljardia euroa. Toimintaa on 30 maassa, joista tuotantoa 7:ssä. Henkilöstöä on 9300. Liiketoiminnan ydintä ovat pehmo- ja ruoanlaittopaperit, kartonki, sellu, puutuotteet sekä puunhankinta ja metsäpalvelut. Metsä Forest vastaa Metsä Groupin puunhankinnasta ja metsäpalveluista eli palvelee metsänomistajia ja puuta käyttävää teollisuutta. Metsä Forest hankkii kaiken Metsä Groupin käyttämän puun. Puuta ostetaan noin 30 miljoonaa kuutiometriä vuosittain. Valtaosa puusta hankitaan suomalaisilta metsäomistajilta ja Metsäliitto Osuuskunnan jäsenten puu on ostossa etusijalla. Puunhankinnassa ja metsäpalveluissa työskentelee Suomessa noin 600 henkeä. Lisäksi työllistetään noin 3500 yrittäjää ja kuljettajaa puunkorjuussa ja -kuljetuksissa sekä metsänhoidossa. (Metsä Group; Metsä Forest)

ASTA-dokumentointijärjestelmä on Risutec Oy:n tuote. Järjestelmä voidaan asentaa kaikkiin metsässä liikkuviin koneisiin. Järjestelmä kertoo muokkauspisteiden sijainnin, työmaan pinta-alan ja muokkaustiheyden. Tarkkuudeksi on ilmoitettu +-1 metri. ASTA:n tuottamaa tietoa voidaan käyttää muokkauksen maksuperusteena pinta-alan tai kappalemäärän mukaan. ASTA:n avulla päästään kustannussäästöihin, koska koealojen mittausta työmaalla ei tarvita ja oikeaan muokkaustiheyteen pääseminen helpottuu. (Risutec Oy, ASTA -dokumentointijärjestelmä)

## 2 MAANMUOKKAUS KAIVINKONEELLA

### 2.1 Laikutus

Laikutus tehdään kaivinkoneen kauhalla tai muokkauslevyllä. Laikutus voidaan tehdä myös jatkuvatoimisilla laikkureilla, jotka on asennettu esimerkiksi metsäkoneeseen. Laikutuksessa poistetaan aluksi hakkuutähteet muokattavasta kohdasta, jonka jälkeen humus poistetaan kivennäismaan pintaa myöden kauhalla raapimalla. Humusta voidaan jättää laikkuun uudistettaessa luontaisesti tai kylväen. Turvemaiilla paljastetaan turvepinta poistamalla elävä sammalkasvusto ja suurin osa kangashumuskerroksesta. Jotta pintavesi ei haittaa taimien kasvua, on laikut tehtävä korkeille kohdille eikä niistä saa tehdä liian syviä. Laikun tavoite koko on noin 80-120 cm. (Immonen ym. 2000, 2,8; Luoranen ym. 2007, 28.)



KUVA 1. Laikutuksen periaatekuva (Tapio 2014)

Laikutusta käytetään pääasiassa luontaiseen uudistamiseen ja kylvöön, mutta myös istutuskohdeilla. Sopivat kohteet ovat karuja moreenimaita ja lajittuneita hiesua karkeampia maita. Turvemaiilla kohteet ovat puolukka- ja varputurvekankaita. Laikutus soveltuu kivisille maille ja rinnemaille, joissa äestys ja mätästys eivät onnistu. Laikutus ei sovellu reheville, hienojakoisille, alaville, kunttaisille ja vedenvaivaamille maille. (Immonen ym. 2000, 8; Luoranen ym. 2007, 45.)

Laikkujen tavoitemäärä luontaisen uudistamisen kohteilla ja kylvökohteilla on 3000-5000 laikkua/ha. Istutuskohdeilla laikkujen määrä voi vaihdella 1600:n ja 2200:n välillä riippuen puulajista ja organisaatiosta. Uudistusalan pinta-alasta paljastetaan kivennäis-



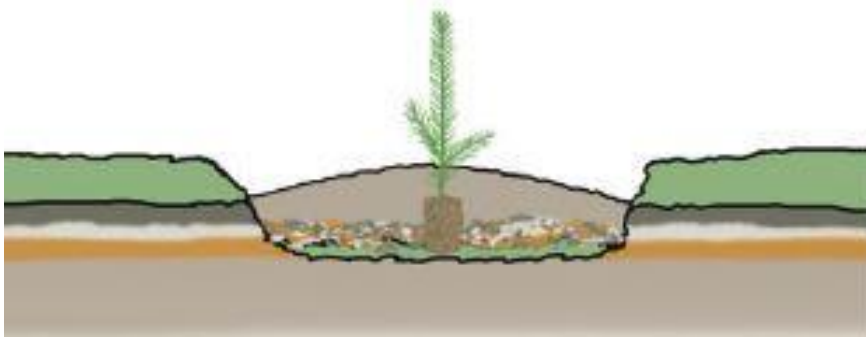
maata noin 20–25 %. Tarpeetonta muokkausta ja liian suuria laikkuja pitää välttää siemensyntyisen lehtipuuston vähentämiseksi. Laikutus on parasta tehdä viljelyvuonna, mutta se voidaan tehdä edeltävänäkin syksynä. Luontaisessa uudistamisessa laikutus kannattaa ajoittaa niin, että siemenet varisevat mahdollisimman tuoreeseen muokkausjälkeen. (Immonen ym. 2000, 8; Luoranen ym. 2007, 44–45; Äijälä ym. 2014, 49.)

## **2.2 Mätästysmenetelmät**

Eri mätästysmenetelmissä viljelykohdiksi tehdään kohoumia kääntämällä maata kaivinkoneen kauhalla. Mätästystä käytetään pääsääntöisesti rehevillä ja märillä istutuskohteilla. Menetelmiä ovat kääntö-, laikku-, navero- ja ojitusmätästys. Monesti samalla kohteella käytetään useampaa mätästysmenetelmää sekaisin vesitalouden järjestelytarpeesta ja maastonmuodoista riippuen.

### **2.2.1 Kääntömätästys**

Kääntömätästyksessä aluksi puhdistetaan muokattava paikka hakkuutähteistä, jonka jälkeen kaivetaan maata, joka käännetään pudottaen takaisin samaan paikkaan. Tarkoituksena on muodostaa mätäs, jossa kivennäismaa on päällä ja kuopan pohjalle jää yksinkertainen humuskerros. Humuksen päälle pitäisi jäädä noin 5–10 cm kivennäismaata. Turvemaalla kuopan pohjalle jäävät sammalkerros ja kangashumus maatuneemman turpeen jäädessä mättään pintaan. Aluksi mätäs jää hieman koholle ympäristöstään, mutta painuu melko nopeasti samalle tasalle. Mättään tavoitekoko on noin 70·70 cm, mutta rehevimmillä kasvupaikoilla se voi olla suurempikin. (Immonen ym. 2000, 9–10. Luoranen ym. 2007, 32; Äijälä ym. 2014, 86.)



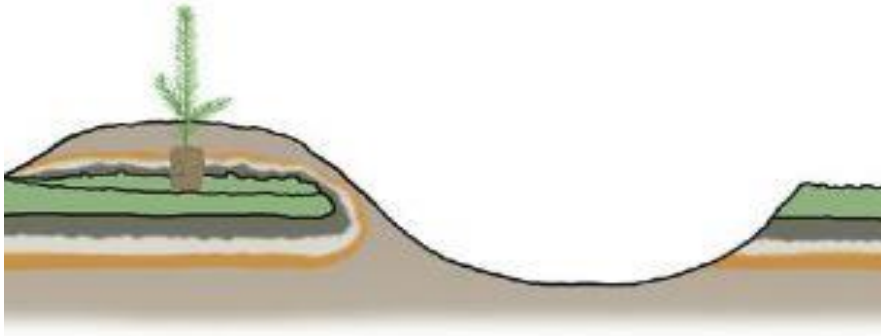
KUVA 2. Kääntömätästysperiaatekuva. (Tapio 2014)

Kääntömätästys sopii muokkausmenetelmäksi keskikarkeille kivennäismaille ja turvemaille, joissa vesitalous on kunnossa. Ensisijaisesti kääntömätästystä käytetään istutuskohteilla, mutta myös männyn kylvökohteilla turvemaille. Mätästysmenetelmistä kääntömätästys on vähiten maanpintaa rikkova, joten se sopii parhaiten rinnepaikkoihin ja kohteille, jotka ovat maisemallisesti arkoja. Vähäinen maanpinnan rikkoontuminen vähentää myös siemensyntyisen lehtipuuston määrää. (Immonen ym. 2000, 9–10; Luoranen ym. 2007, 24.)

Mättäitä tehdään puulajista ja organisaatiosta riippuen 1600–2200 hehtaaria kohden. Paras ajankohta mätästykseksi on viljelyvuonna, mutta myös edeltävä syksy on sopiva ajankohta etenkin kohteille, joissa on routimisen riski. (Immonen ym. 2000, 9–10; Luoranen ym. 2007, 48.)

### 2.2.2 Laikkumätästys

Laikkumätästyksessä syntyy samanaikaisesti laikku ja mätäs. Aluksi työnnetään hakkuutähteet pois muokattavasta kohdasta. Tämän jälkeen vedetään kauhalla maata noin 10–20 cm:n syvyydestä noin puolentoista metrin matkalta ja käännetään mättääksi syntyneen laikun viereen. Tavoitteena on muodostaa laakea kooltaan noin 50–70 cm:n mätäs, jossa pinnalla on 5–10 cm:n kivennäismaakerros ja sen alla kaksinkertainen humuskerros. Tavoite korkeus mättäällä on noin 15–20 cm, mutta hienojakoisimmilla mailla 5–10 cm roustevaurioiden vähentämiseksi. Mättään sisään ei saisi jäädä hakkuutähteitä, koska ne muodostavat ilmataskuja, jotka estävät veden kapillaarisen nousun ja mätäs kuivuu helpommin. Mättäitä ei myöskään saa tehdä kantojen ja kivien päälle. (Immonen ym. 2000, 9–10; Luoranen ym. 2007, 34, 46.)

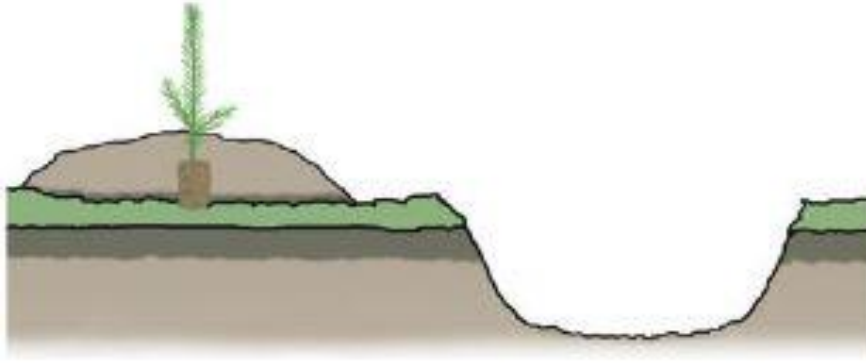


KUVA 3. Laikkumätästyksen periaatekuva. (Tapio 2014)

Laikkumätästystä käytetään kivennäismaiden istutuskohteilla. Turvemaille menetelmä soveltuu huonosti, joten siellä sitä ei yleensä käytetä. Mätäitä tehdään puulajista ja organisaatiosta riippuen 1600–2200 hehtaaria kohden. Mätään viereen syntyvä laikku edistää luontaista taimettumista täydentäen syntyvää taimikkoa ja luoden lehtipuusekoitusta, mutta saattaa myös lisätä perkaustarvetta. Mätästys on paras tehdä istutusvuonna, mutta sen voi tehdä myös edeltävänä syksynä. (Immonen ym. 2000, 9–10; Valkonen ym. 2001, 126; Luoranen ym. 2007, 24, 46–49.)

### 2.2.3 Navero- ja ojitusmätästys

Navero on matala noin 20–30 cm syvä vako, jonka tarkoituksena ei ole johtaa vettä pois uudistusosalta, niinpä sen kuivattava vaikutus ei ole suuri. Navero- ja ojitusmätästyksessä mätäs tehdään muokkaamattomalle maalle naverosta tai ojasta otetusta humuspitoisesta pintamaasta. Mätäiden tavoitekoko on noin 70.70 cm ja korkeus noin 20 cm eikä niiden tiivistäminen ole tarpeen. Hienojakoisimmilla routivilla mailla mätäästä tehdään matalampi siten, että istutustaimen paakun alareuna ylittää mätään alla olevaan humuskerrokseen. Paksuturpeisilla kohteilla mätäs tehdään pintaturpeesta, mutta ohutturpeisilla kohteilla (turpeen paksuus enintään 30 cm) mätään pintaan pyritään saamaan kivennäismaata. Mätäitä ei saa tehdä hakkuutähteiden, kivien tai kantojen päälle. Istutettavasta puulajista ja organisaatiosta riippuen mätäitä tehdään 1600–2200 hehtaaria kohden. Paras ajankohta mätästykselle on istutusta edeltävä syksy. (Immonen ym. 2000, 11; Luoranen ym. 2007, 36, 49–50.)



KUVA 4. Naveromätästyksen periaatekuva (Tapio 2014)

Navero- ja ojitusmätästystä käytetään hienojakoisilla, tasaisilla ja vedenvaivaamilla kivennäismailla sekä turvemailla, joissa vesitalouden järjestelyt ovat tarpeen. Kaivettavien ojien syvyys määräytyy maastonmuotojen ja kuivatustarpeen mukaan. Kuivatusojia on syytä kaivaa kohteilla, joilla pohjaveden pinta uudistushakkuun jälkeen on jatkuvasti lähellä maanpintaa (alle 30 cm). Jos kivennäismaalla kunnan alla on kerroksellinen podsoli-maannos, ei ojitusta yleensä tarvita. Naveromätästys riittää kohteilla, joissa kuivatustarve on vähäinen ja pelkkä pintavesien ohjaus on tarpeen. Myös kivisillä kohteilla, joissa laikumätästys onnistuu huonosti, voidaan käyttää naveromätästystä. Navero- ja ojitusmätästystä ei tule käyttää kohteilla, joissa se ei ole välttämätöntä. Vesiensuojeluun on kiinnitettävä huomiota. (Immonen ym. 2000, 11; Luoranen ym. 2007, 49–50; Äijälä ym. 2014, 86–87.)

### 2.3 Muokkaustyön helpottaminen

Ennen maanmuokkausta voidaan tehdä uudistusalan raivaus, jos uudistamista haittaavaa pienpuustoa on runsaasti. Rehevillä ja märillä kasvupaikoilla haittaavaa pienpuustoa on usein paljon. Pienpuuston poistaminen nopeuttaa muokkaustyötä ja parantaa sen laatua. Raivauksessa poistetaan vain uudistamista ja viljelytöitä haittaava puusto ja kehityskelpoisia taimia ja taimiryhmiä voidaan säästää. Muokkaustyön näkökulmasta säästettävien taimien olisi hyvä olla ryhmissä ja muun pienpuun kaadettuna, jotta kuljettajan työ olisi selkeää eikä säästettäviä puita tarvitsisi erikseen arvioida. Kuljettajan työn helpottamiseksi on myös syytä merkitä luontokohteet ja muut säästettävät kohteet. (Immonen ym. 2000, 6; Äijälä ym. 2014, 82.)

Hakkuutähteet hidastavat maanmuokkausta ja huonontavat sen laatua. Latvusmassan kerääminen energiapuukäyttöön ennen maanmuokkausta parantaa maanmuokkauksen laatua ja tuottavuutta. Istutuskohtien määrä lisääntyy ja laatu paranee, kun hakkuutähteitä ei esimerkiksi jää mättäiden sisään. (Immonen ym. 2000, 6; Rantala. 2008, 431.)

Oikeanlaiset työtavat ja työn suunnittelu helpottavat ja nopeuttavat muokkaustyötä. Työ pyritään suunnittelemaan siten, että turhaa edes takaisin ajamista, mutkittelua ja pistoja vältetään. Työskentelyssä pyritään systemaattisuuteen ja työpistettä kohden tehdään tietty määrä muokkausjälkiä. Tämä parantaa työn tuottavuutta, kun turhat liikkeet vähenevät ja helpottaa istutuskohtien tavoitemäärään pääsemistä. Koko puomin mittaa hyödynnetään koneen turhan siirtelyn välttämiseksi. Hakkuutähteiden turhaa siirtelyä vältetään. Rinnepaikoissa pyritään liikkumaan rinteensuuntaisesti niin paljon kuin mahdollista. (Immonen ym. 2000, 7.)

## **2.4 Muokkauksen ajankohta**

Pääsääntöisesti maanmuokkaus pyritään tekemään mahdollisimman pian uudistushakkuun jälkeen, jotta taimet saisivat etumatkaa ennen pintakasvillisuuden rehevöitymistä. Muokkauksen lykkääminen lisää pintakasvillisuuden kilpailua. Suurin osa kohteista muokataan viljelyvuonna tai edeltävänä syksynä. Keväällä muokataan vain ne kohteet, jotka samana vuonna viljellään. Hienojakoisimmilla mailla muokkaus kannattaa tehdä viljelyä edeltävänä syksynä, jotta mättäät painuvat ja tasoittuvat talven aikana. (Immonen ym. 2000, 5; Mälkönen. 2003, 166; Luoranen ym. 2007, 41.)

Muokkausta voidaan lykätä, jos kohteella on erityisen paljon hakkuutähteitä, jolloin odotetaan, että hakkuutähteet painuvat ja neulaset muuttuvat ruskeiksi. Jos kohteelta korjataan hakkuutähteitä tai kantoja, kannattaa muokkaus tehdä niiden keräämisen jälkeen, koska palstalla ajaminen huonontaa muokkausjälkeä. Muokkauksen lykkääminen vähentää tukkimiehentäituhoja. (Immonen ym. 2000, 5; Rantala. 2008, 432.)

Luontaisesti tai kylvään uudistettavilla kohteilla maanmuokkaus kannattaa ajoittaa siten, että siemenet putoavat mahdollisimman tuoreeseen muokkausjälkeen. Muokkausjälki säilyy taimettumiskelpoisena 3–4 vuotta Etelä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa jopa kymmenenkin vuotta. Luontaisessa uudistamisessa hakkuu ja muokkaus kannattaa ajoittaa

hyvän siemenvuoden edelle, jolloin siemensato pystytään hyödyntämään mahdollisimman hyvin. Koivun luontaisen uudistamisen kohteet muokataan ennen elokuun alkua. (Immonen ym. 2000, 5; Valkonen ym. 2001, 77; Mälkönen. 2003, 166.)

## 2.5 Muokkausmenetelmän valinta

Oikein valittu ja tehty maanmuokkaus on onnistuneen uudistamisen edellytys. Muokkausmenetelmä valitaan uudistettavan puulajin ja uudistustavan sekä uudistusalan ominaisuuksien perusteella. Valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat kasvupaikan viljavuus, maaperä, maastonmuodot, vesitalous ja maantieteellinen sijainti. Samalla kohteella saatetaan joutua käyttämään useampaa muokkausmenetelmää. (Luoranen ym. 2007, 40–41; Äijälä ym. 2014, 83.)

Karkeilla ja keskikarkeilla kuivan ja kuivahkon kankaan kohteilla uudistaminen tapahtuu monesti luontaisena uudistamisena tai kylvönä, joskus myös istuttamalla. Tällöin maanmuokkaukseksi riittää maanpinnan paljastaminen eli äestys tai laikutus. Maanpintaa paljastavien menetelmien käyttö edellyttää, että kohteen vesitalous on kunnossa. Turvemaiilla ei käytetä äestystä, mutta laikutus sopii varpu- ja puolukkaturvekankaille kunnostusojituksen yhteyteen. Äestys ei myöskään onnistu kivisillä kohteilla, jolloin käytetään laikutusta. Kuivan tai kuivahkon kankaan kohteilla voidaan joutua käyttämään myös mätästystä, jos kohde on soistunut tai vedenvaivaama. (Valkonen ym. 2001, 125; Luoranen ym. 2007, 41–45.)

Tuoreen kankaan ja sitä rehevämät kohteet ja vastaavat turvemaat uudistetaan pääsääntöisesti istuttamalla. Karkeimmat rehevät kohteet, jotka ovat kuivia, voidaan uudistaa myös kylväen tai luontaisesti. Tällöin voidaan käyttää äestystä tai laikutusta. Pääsääntöisesti käytetään kuitenkin mätästystä. Kääntö- ja laikkumätästystä voidaan käyttää kohteilla, joissa vesitalous on kunnossa. Hienojakoisimmilla mailla tarvitaan usein myös navero- ja ojitusmätästystä vesitalouden kuntoon saamiseksi. Turvemaiilla voidaan käyttää kääntömätästystä ja vesiolojen järjestelemiseksi ojitusmätästystä. Laikkumätästys ei sovellu turvemaille. (Luoranen ym. 2007, 46–49.)

### 3 MAANMUOKKAUKSEN TAVOITTEET JA VAIKUTUKSET

Maanmuokkauksen tavoitteena on parantaa siementen ja taimien kasvuolosuhteita vaikuttamalla maaperän ominaisuuksiin. Samalla luodaan kilpailuetua muuhun kasvillisuuteen nähden. Maanmuokkauksella helpotetaan viljelytyötä ja vaikutetaan tuleviin metsänhoitotoimenpiteisiin.

#### 3.1 Maaperän ominaisuudet

Kivennäismaat jaetaan lajittumattomiin ja lajittuneisiin maalajeihin. Lajittumattomat eli moreenimaat sisältävät kaikkia raekokoja kivistä savihiukkasiin. Lajittuneet maalajit sisältävät yleensä yhtä tai kahta päälajitetta. Kivennäismaista noin 80 % on lajittumattomia ja 20% lajittuneita. Karkeuden perusteella maalajit voidaan metsänuudistamisen ja maanmuokkauksen näkökulmasta jakaa karkeisiin, keskikarkeisiin ja hienojakoisiin maihin. Karkeisiin maihin voidaan lukea soramoreeni, sora ja hiekka. Keskikarkeisiin luetaan hiekka- ja hietamoreenit sekä karkea hieta. Hienojakoisin kuuluvat hiesu- ja savimoreenit, hieno hieta, hiesu ja savi. Maan raekoko vaikuttaa sen vedenläpäisevyyteen, lämpöoloihin, ravinteiden pidätykseen ja routimiseen, joilla on merkitystä metsänuudistamisen kannalta. (Valkonen ym. 2001, 66–67; Luoranen ym. 9–14.)

Kivennäismaan päällä on kangasmailla tyypillisesti podsolimaannos. Päällimmäisenä on kangashumuskerros, jonka alla on vaaleanharmaan huuhtoutumiskerros ja sen alla rikastumiskerros, joka vaihtuu syvemmälle mentäessä muuttumattomaksi pohjamaaksi. Ruskomannosta, jossa on multaa, tavataan kaikista rehevimmillä kasvupaikoilla. (Mälkönen. 2003, 139; Luoranen ym. 2007; 8–9.)

Turvemailla turpeen päällä olevaan kasvillisuuskerrokseen vaikuttaa ojitus- ja kuivatus-tilanne. Kohteilla, joissa ojituksen vaikutus on jäänyt vähäiseksi tai siitä on vasta vähän aikaa, on kasvillisuus pääasiassa suokasvillisuutta ja rahkasammalta on runsaasti. Turvekerros on heti kasvillisuuden alla. Kuivuneilla soilla suokasvillisuus ja rahkasammaleet väistyvät ja tilalle tulee kangaskasvillisuutta. Tällöin turpeen päälle muodostuu kangashumuskerros puiden ja pintakasvillisuuden karikkeesta. (Luoranen ym. 2007, 14.)

### 3.1.1 Maan vesitalous

Siemenet tarvitsevat vettä maan pintakerroksesta itääkseen ja taimien juuristo vettä ja happea kasvaakseen. Taimelle on suotuisinta, että maan tilavuudesta on kiintoainesta ja huokostilaa puolet kumpaakin ja huokostila on puoliksi täyttynyt vedellä. Suurempi vesimäärä saa taimien juuret helposti kärsimään hapenpuutteesta. Uudistushakkuussa poistetaan haihduttava puusto osittain tai kokonaan, jolloin maaperään jää aiempaa enemmän vettä ja pohjaveden pinta saattaa nousta. Etenkin hienojakoisilla ja alavilla mailla sekä turvemailla vesitalousongelmat lisääntyvät uudistushakkuun jälkeen. Tällaisilla kohteilla ojituksella ja maanmuokkauksella hoidetaan vesitalous kuntoon, jotta taimien juuristo ei kärsi liiallisesta märkyydestä. (Valkonen ym. 2001, 99; Luoranen ym. 2007, 19; Luoranen ym. 2012, 75.)

Karkeilla ja keskikarkeilla mailla maa on usein hyvin vettä läpisevää. Tällaisilla kohteilla liika vesi ei yleensä ole ongelma ja muokkaus tehdään luontaista uudistamista tai kylvöä varten, jolloin tarkoituksena on saada siemenille hyvät itämisolosuhteet. Paljastetulla kivennäismaalla siemenet pääsevät muokkaamatonta maata paremmin kosketukseen maaveden kanssa ja imemään kosteutta maasta. Kivennäismaahan sekoittunut humus parantaa kasvualustan vedenpidätyskykyä ja siementen itämisolosuhteita. (Luoranen ym. 2007, 19; Äijälä ym. 2014, 83.)

Turvemailla pohjaveden pinta nousee, kun hakkuussa poistetaan haihduttava puusto. Myös ojien kuivatusteho saattaa olla heikko uudistuskypsissä metsissä. Myös kangashumuskerroksen paksuus on uudistamisen kannalta oleellinen tekijä, koska se kuivuu helposti ja katkaisee kapillaarisen veden nousun pohjavedestä. Kangashumus on siis huono viljelyalusta. Maanmuokkauksen tarkoituksena on poistaa liikaa märkyys, mutta myös varmistaa siemenille ja taimille riittävä vedensaanti pohjavedestä. (Luoranen ym. 2007, 19–20.)



### 3.1.2 Maan tiiviys

Tiiviissä maassa huokostilaa on vähän ja se johtaa huonosti ilmaa, jolloin juuriston hahensaanti on huonoa. Tiivis maa myös lämpenee kuohkeaa hitaammin. Maanmuokkauksella kuohkeutetaan maata ja lisätään huokostilaa varsinkin hienojakoisilla mailla. Kuohkeassa maassa juuriston kasvu maarakeiden väliin on helpompaa, jolloin taimi ankkuroituu maahan paremmin ja kasvuedellytykset paranevat. (Luoranen ym. 2007, 21; Luoranen ym. 2012, 76–77.)

### 3.1.3 Lämpöolot

Maanmuokkaus nostaa maan lämpötilaa, koska paljastettu kivennäismaa lämpiää paremmin kuin eristävä humuskerros. Myös kohoumat lämpiävät nopeammin kuin tasamaa. ”Kohoumissa tehoisan lämpötilan summa on ollut 5 cm:n syvyydessä 30–60 % korkeampi kuin muokkaamattomassa maassa.” (Mälkönen. 2003, 165.)

Maan lämpötilan nousu edistää taimien juurtumista ja alkukehitystä, ja etenkin keväisin juurten kasvuun vaadittava lämpötila saavutetaan aikaisemmin. Maan lämpötilan nousulla on suurin merkitys pohjoisissa tai muuten viileissä oloissa. Kivennäismaakohoumat voivat nostaa maanläheisen ilmakerroksen minimilämpötilaa 2–3 astetta muokkaamattomaan maahan nähden, joten muokkaus vähentää jossain määrin hallavaurioiden riskiä. (Mälkönen. 2003, 165; Luoranen ym. 2007, 21–22; Luoranen ym. 2012, 76.)

### 3.1.4 Ravinnetila

Eniten taimille käyttökelpoisia ravinteita kangasmailla on humuskerroksessa ja kivennäismaan pintaosassa. Taimille käyttökelpoisten ravinteiden määrä lisääntyy, kun puusto hakataan pois ja hakkutähteistä vapautuu ravinteita vähitellen. Muokkauksen aiheuttamat lämpötilan nousu, maan ilmavuuden paraneminen sekä kivennäismaan ja humuksen sekoittuminen edistävät mikrobitoimintaa, jolloin ravinteiden vapautuminen nopeutuu. (Mälkönen. 2003, 165; Luoranen ym. 2007, 22.)

Mätästyksessä kivennäismaan alle jäävä humuskerros lisää paikallisesti taimelle käyttökelpoisten ravinteiden määrää muutaman vuoden ajan. Taimi istutetaan mättääseen siten, että sen juuristo ylittää kivennäismaan alla olevaan humuskerrokseen. Hienojakoisesta maasta tehdyssä mättäässä taimi saattaa juroa vuosia, jos juuristo ei yllä humuskerrokseen. (Mälkönen. 2003, 166; Luoranen ym. 2007, 22.)

## **3.2 Uudistamistuloksen varmistaminen**

### **3.2.1 Kilpailuetu**

Muu pintakasvillisuus kilpailee taimien kanssa ravinteista, vedestä, valosta ja kasvutilasta. Pintakasvillisuuden varjostus ja juuristokilpailu saattavat tukahduttaa taimet alleen ja syksyllä ja talvella lakoontuva kasvillisuus voi painaa taimet maahan. Tämä lisää myös myyrä- ja tukkimiehentäituhojen riskiä. Varsinkin rehevillä kasvupaikoilla pintakasvillisuuden kasvu on päätehakuun jälkeen erittäin nopeaa. (Luoranen ym. 2007, 22–23; Luoranen ym. 2012, 75–76.)

Maanmuokkaus vähentää pintakasvillisuuden kilpailua ja parantaa taimien kasvuedellytyksiä. Muokatusta maasta pintakasvillisuus on poistettu, mikä vähentää sen aiheuttamia haittoja muokkausmenetelmästä ja kohteen rehevyydestä riippuen Etelä-Suomessa 1–3 vuodeksi ja Pohjois-Suomessa 3–5 vuodeksi. Kohoumia muodostavissa menetelmissä taimet saadaan ympäristöstään korkeammalle, mikä on tärkeää etenkin rehevillä kohteilla. Maanpintaa paljastavissa menetelmissä pintakasvillisuuden haittoja ehkäisevä vaikutus on vähäisempi, koska muokkausjälki on ympäristön tasalla tai sen alapuolella. (Luoranen ym. 2007, 22–23; Luoranen ym. 2012, 75–76.)

Maanmuokkaus saattaa toisaalta myös lisätä pintakasvillisuuden kilpailua, koska muokattu maa on hyvä itämisalusta siemenille. Heinien, ruohojen ja lehtipuiden siemenet voivat säilyä maassa itämiskykyisinä vuosia ja muokattuun maahan syntyy yleensä paljon siemensyntyistä koivua. Muokkauksessa maanpintaa ei pidä rikkoa enempää kuin on tarpeen kasvatettavan puuston kehityksen kannalta varsinkaan rehevillä ja märillä kohteilla. (Luoranen ym. 2007, 22–23; Luoranen ym. 2012, 75–76.)

Turvemaille syntyy päätehakkuun jälkeen helposti hieskoivuvesakkoa, koska hakkuun jälkeen pohjaveden pinta nousee. Vesakkoa syntyy helpoiten reheville kasvupaikoille. Paras tapa ehkäistä hieskoivuvesakon syntymistä on hoitaa kuivatus kuntoon ja rikkoa maanpintaa mahdollisimman vähän. Mätästetyillä aloilla mättäiden pinnoille syntyy vähemmän vesakkoa, koska mättäiden pinnat kuivuvat. (Luoranen ym. 2007, 22–23; Luoranen ym. 2012, 75–76.)

### 3.2.2 Tuhoriskit

Taimikon perustamiseen liittyy useita riskejä, joista osaan maanmuokkauksella voidaan vaikuttaa. Enimmäkseen muokkaus pienentää tuhoriskejä, mutta voi joissain tilanteissa lisätäkin niitä.

Tukkimiehentäi on yksi merkittävimmistä syistä taimien kuolemiseen ensimmäisinä vuosina. Maanmuokkaus vähentää tuhojen riskiä, koska tukkimiehentäi välttää paljaalla kivennäismaalla liikkumista. Paljasta kivennäismaata on oltava taimen ympärillä yhtenäisesti yli 15 senttimetriä, jotta syöntiriski vähenee oleellisesti. Syöntiriski kasvaa, kun taimen ympärillä on hakkutähteitä, kariketta ja pintakasvillisuutta tai kun muokkausjälki on humusta tai sitä on sekoittunut siihen. Tuore muokkausjälki antaa parhaan suojan tukkimiehentäitä vastaan, koska muokkausjälki vanhenee ja peittyy, jolloin suojaava vaikutus vähenee. Suojaavalla vaikutuksella on suuri merkitys erityisesti istutustaimille, koska tukkimiehentäikanta on suurimmillaan tuoreella uudistusalalla. Siemensyntyiset taimet eivät ole riittävän suuria tukkimiehen täille kannan ollessa suurimmillaan. (Valkonen ym. 2001, 102; Luoranen ym. 2007, 24; Äijälä ym. 2012, 83.)

Myyrätuhojen torjuminen on vaikeaa, mutta maanmuokkauksella tuhoriskiä voidaan pienentää. Myyrätuhoja esiintyy voimakkaimmin heinittyneillä kohteilla ja varsinkin peltojen metsityksessä. Myyrät hyötyvät korkeasta heinikosta saaden suojaa ja ravintoa, joten myyräkanta kasvaa heinittyneillä alueilla ympäristöönsä korkeammaksi. Muokkauksella estetään taimien jääminen lakoavan heinikon alle ja vähennetään myyrien ravintokasveja ja suojapaikkoja. Peltojen metsityksen yhteydessä on suositeltavaa tehdä täyskyntö ennen istutusta. (Valkonen ym. 2001, 108; Luoranen ym. 2007, 25; Huuskonen ym. 2012, 170.)

Kohoumia muodostavilla muokkausmenetelmillä vähennetään jossain määrin hallan aiheuttamia tuhoja. Kylmän ilman laskeutuessa painanteisiin mättäillä olevat taimet ovat paremmin turvassa lieviltä halloilta. Mättäiden läheinen ilmakerros voi olla 2–3 astetta lämpimämpi kuin muokkaamattoman maan. (Mälkönen. 2003, 165; Luoranen ym. 2007, 25.)

Ahavatuhoja kohoumia muodostavat muokkausmenetelmät lisäävät. Ahavaa eli kevätkuivuutta ilmenee, kun maa on vielä jäässä eikä puu saa maasta vettä haihdunnan ollessa latvuksesta voimakasta auringon säteilyn, korkean lämpötilan tai tuulen takia. Mitä korkeammalla taimi on, sitä herkemmin se kärsii ahavatuhoista, koska mättäät routaantuvat helpommin ja syvemmältä, mutta lumi sulaa niiden pinnalta nopeammin kuin tasamaalta. (Luoranen ym. 2007, 25; Luonnonvarakeskus. Metsätuho-opas.)

Maanmuokkaus voi lisätä myös roustevaurioita hienojakoisilla kohteilla. Heikosti juurtuneet taimet saattavat nousta maasta ylös maan jatkuvan sulamisen ja jäätyamisen seurauksena. Vaurioita voidaan ehkäistä välttämällä syysistutuksia riskikohteilla ja istuttamalla taimet riittävän syväälle mättäisiin. (Luoranen ym. 2007, 25.)

### **3.2.3 Viljelytyö**

Riittävä ja oikein tehty maanmuokkaus on edellytyksenä kylvön ja istutuksen onnistumiselle. Viljelytyö helpottuu, kun maanpinta on rikottu ja hakkuutähteet on poistettu viljelykohdista. Istutustyötä helpottaa myös, kun istutuskohtia on tavoiteltua tiheyttä vastaava määrä. (Luoranen ym. 2007, 25; Äijälä ym. 2014, 90.)

## 4 YMPÄRISTÖN HUOMIOINTI

Hyvin suunniteltuna ja toteutettuna maanmuokkaus on ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä. Muokkauksessa otetaan huomioon vesiensuojelu, arvokkaat luontokohteet, säästö- ja lahoppuusto sekä maisema.

### 4.1 Vesiensuojelu

Maanmuokkauksella saatetaan aiheuttaa vesistöihin ravinne- ja kiintoainekuormitusta, jos vesiensuojelua ei oteta kunnolla huomioon. Uudistushakkuun jälkeen pohjaveden pinta uudistusalueella nousee, kun haihduttava puusto poistetaan, mikä lisää valuntaa. Samalla ravinteet ovat alttiita huuhtoutumiselle, koska niitä käyttävä puusto on poistettu ja hakkuutähteistä vapautuu lisää ravinteita. Myös eroosio voi lisääntyä, kun maanpintaa rikotaan uudistamisen yhteydessä. Huuhtoumat ja kiintoaineen kulkeutuminen ovat turvemaidella voimakkaampia kuin kivennäismailla. (Luoranen ym. 2012, 82–83.)

Vesistöjen kuormituksen välttämiseksi järvien, jokien ja pienvesistöjen ympärille jätetään aina vähintään viiden metrin suojavyöhyke. Maalajista ja maaston kaltevuudesta riippuen suojakaistaa on tarvittaessa syytä levenittää. Myös arvokkaiden elinympäristöjen ympärille voi olla syytä jättää leveämpiä suojavyöhykkeitä. Suojavyöhykkeeltä voidaan poimia yksittäisiä puita, mutta pintakasvillisuus pidetään koskemattomana. (Immonen ym. 2000, 12; Luoranen ym. 2012, 83–84.)

Muokkaustavaksi valitaan kohteelle sopiva maanpintaa mahdollisimman vähän rikkova menetelmä. Naveroihin, äesjälkeen ja auraukseen tehdään katkoja eikä muokkausjälkeä tehdä rinnepaikoilla rinteensuuntaisesti. Näin vähennetään huuhtoutumista ja eroosioriskiä. Ojituksessa kaivuukatkoilla, suodatinpadoilla ja lietekuopilla parannetaan vesiensuojelua. Pohjavesialueilla maanpintaa rikotaan mahdollisimman vähän ja esimerkiksi naveromätästys ei sovellu pohjavesialueille. (Immonen ym. 2000, 12; Luoranen ym. 2007, 65–67.)

## 4.2 Luonnonhoito

” Erityisen tärkeissä elinympäristöissä ei saa tehdä uudistushakkuuta, metsätietä, kasvu- paikalle ominaista kasvillisuutta vahingoittavaa maanpinnan käsittelyä, ojitusta, purojen ja norojen perkausta eikä käyttää kemiallisia torjunta-aineita.” (Metsälaki 10 a §) Metsälain erityisen tärkeillä elinympäristöillä ei siis tehdä maanmuokkausta eikä niiden yli ajeta. Tällaisten kohteiden ympärille voi olla syytä jättää myös leveä suojavyöhyke kohteen ominaispiirteiden turvaamiseksi. (Immonen ym. 2000, 13; Luoranen ym. 2012, 83.)

Maanmuokkauksessa tulee ottaa huomioon myös uudistusalalla olevat muut säästettävät kohteet. Sertifiointikriteerien mukaan jätettyjä säästöpuita ja säästöpuuryhmiä ei vahingoiteta. Säästöpuuryhmiä ei muokata vaan niiden ympärille jätetään vähintään kahden metrin suojavyöhyke. Pystylahopuita tai pökkelöitä ei kaadeta, ja järeät maalahopuut säilytetään koskemattomina. Muurahaispesiä ja pesimäaikaan lintujen pesiä ei vahingoiteta. (Immonen ym. 2000, 13.)

## 4.3 Muun ympäristön huomioiminen

Maisemallisesti aroilla kohteilla maanmuokkausta on syytä keventää tai jopa luopua siitä kokonaan. Varsinkin asutuksen ja tiestön läheisillä kohteilla muokkauksen jälkeen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Muokkauksessa tulee välttää teiden, polkujen ja muiden maastossa olevien kulkureittien vahingoittamista. Myös rajapyykkejä on varottava rikkomasta tai siirtämästä. (Immonen ym. 2000, 13–14.)

Ympäristö on otettava huomioon myös työn toteuttamisessa. Työmaalta lähdetessä on kerättävä kaikki jätteet ja roskat. Koneissa on oltava tarvittavat välineet öljyntorjuntaa varten esim. imeytysturvetta ja öljyntorjuntamatto. Jos öljyvahinko sattuu, on varmistettava, ettei öljyä pääse maaperään tai vesistöihin. Pohjavesialueilla koneiden huolto on kielletty. (Immonen ym. 2000, 13–15.)

## 5 TAVOITTEET JA AINEISTO

### 5.1 Uudistamisen arviointi

Tämän työn toisena tarkoituksena oli arvioida maanmuokkauksen ja metsänuudistamisen laatua Rauman hankintapiirin alueella. Tarkasteltavat kohteet olivat istutuskohteita, jotka oli muokattu kaivinkoneella eri mätästysmenetelmillä. Erityistä huomiota kiinnitettiin maanmuokkauksen laatuun ja sen vaikutukseen uudistamisen lopputulokseen.

Aineistona laadun arviointiin oli Rauman hankintapiirin alueella kesällä 2016 tehdyt uudistusalojen tarkastukset. Tarkastelussa oli siis vuonna 2015 uudistetut kohteet, ja mukana oli sekä kevät- että syysistutuksia. Työn tekijä osallistui aineiston keräämiseen harjoittelijana, ja keräsi aineistosta arviolta vähän yli puolet. Tarkastustuloksia oli yhteensä 129 kuvioita. Näistä männylle oli istutettu 18, kuuselle 93 ja koivulle 7. Kuvioita, joille oli istutettu sekä mäntyä, että kuusta oli 11. Todellisuudessa useammallekin kohteelle oli istutettu molempia puulajeja, mutta toisen määrä oli niin pieni, että ne luokiteltiin valtaapuun mukaan. Mänty-kuusi sekakohteiksi laskettiin sellaiset kohteet, joilla molempia puulajeja oli vähintään 400 kappaletta hehtaaria kohden.

Uudistustarkastukset tehtiin Metsä Groupin tarkastusohjeen mukaan (liite 1). Mittaukset tehtiin ympyräkoaloilta, joiden säde oli 3,99 metriä käyttäen koealavapaa. Alle hehtaarin kokoisilta kuvioilta koealoja mitattiin vähintään neljä ja sen jälkeen aina +1 koeala jokaista alkavaa puolta hehtaaria kohden. Koealat sijoitettiin kuvion pisimmälle halkaisijalle siten, että koealojen väli oli halkaisijan pituus jaettuna koealojen määrällä ja ensimmäinen koeala otettiin puolen koealavälin päästä kuvion reunasta. Jos puolella koealan pinta-alasta oli pysyvä este metsän kasvulle (kivi, kallio, oja), siirrettiin koealaa 5 metriä eteenpäin. Jos koealat näyttivät antavan selvästi väärän kuvan kuvion tilanteesta, mitattiin uusi koealalinja 30-50 metriä pisimmän halkaisijan jommalta kummalta puolelta.

Koealoilta luettiin mukaan istutetut taimet sekä luontaisesti syntyneet kasvatuskelpoiset taimet. Havupuiden istutusaloilla kasvatuskelpoisiksi luontaisiksi taimiksi luettiin 0,3–1,5 metriset havupuut, mutta myös lehtipuiden määrä otettiin ylös. Jokaiselta koealalta laskettiin myös istutuskohdat, joiksi laskettiin istutuskelppoiset muokkauspisteet. Jos taimi oli istutettu muokkaamattomaan maahan, ei siitä laskettu istutuskohtaa, mutta muokkauspisteet laskettiin istutuskohdiksi, vaikka niihin ei olisikaan istutettu tainta.

Tässä työssä maanmuokkauksen ja uudistamisen arvioinnissa käytettiin Metsä Groupin metsänhoitotöiden laadunvarmistusohjeen 2.11.2016 (liite 2) mukaisia kriteerejä (taulukko 1) tavoitetiheyden osalta. Samaa ohjetta sovelletaan maanmuokkaukseen, kylvöön, istutukseen ja taimikonhoitoon. Ohjeen mukaan tavoitetiheyden liiallinen ylittäminen voi laskea arvosanaa, mutta sitä ei tässä tarkastelussa otettu huomioon. Tavoitetiheyksinä käytettiin männynistutuskohteilla 2000 tainta/ha, ja kuusenistutusaloilla 1800 tainta/ha, kuten ne oli tarkastustiedoissa ilmoitettukin. Osalle kuvioista oli istutettu mäntyä ja kuusta molempia, ja niillä käytettiin tavoitetiheytenä 1800 tainta/ha. Koivun istutukselle ei ollut ilmoitettu tavoitetiheyttä tarkastustiedoissa, joten tavoitetiheytenä käytettiin Tappion hyvän metsänhoidon suositusten mukaista tiheyttä 1600 tainta/ha. Maanmuokkauksen osalta käytettiin tavoitetiheyttä 1800 muokkauspistettä/ha kaikilla kuvioilla, koska tilitystiedoissa se oli niin budjetoitu.

TAULUKKO 1. Metsä Groupin ohjeen mukaiset arviointikriteerit

	Tavoite 1600	Tavoite 1800	Tavoite 2000
Erittäin hyvä	väh. 1520	väh. 1710	väh.1900
Hyvä	1519-1440	1709-1620	1899-1800
Välttävä	1439-1280	1619-1440	1799-1600
Heikko	alle 1280	alle 1440	alle 1600

## 5.2 Taksarakenteen kehittäminen

Työn tärkein tavoite oli tutkia maanmuokkauksen vaihtoehtoista taksarakennetta. Nykyisin yrittäjälle maksettava taksa on hehtaariperusteinen tai joissain tapauksissa tuntitaksa. Tarkoituksena oli tutkia taksarakennetta, jossa yrittäjälle maksettaisiin yksikkötaksaa muokkauspisteiden määrän mukaan eli euroa/mätäs. Tarkoituksena oli selvittää millaiseksi mätäsکوhtainen taksoitus muodostuisi, jotta se oli mahdollisimman neutraali nykyiseen taksoitukseen nähden niin yrittäjän kuin Metsä Groupinkin näkökulmasta.

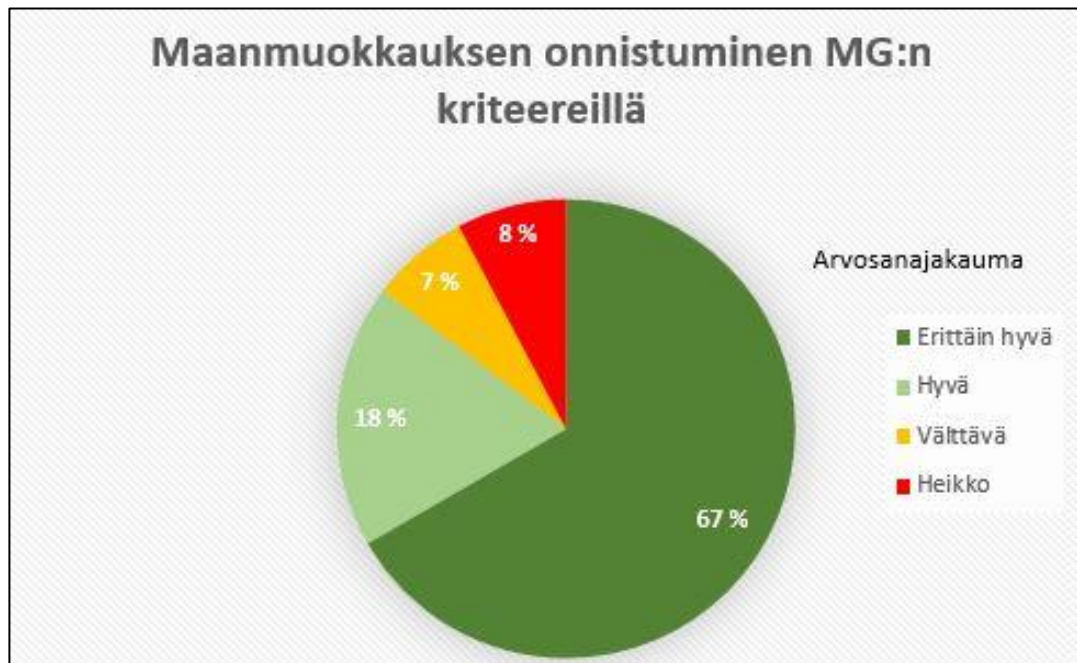


Taksarakenteen tutkimista varten aineistona olivat vuoden 2015 maanmuokkausten tilitystiedot ja 2016 tehdyt uudistustarkastukset. Näistä aineistoista etsittiin kaikki kohteet, joille löytyi tilitystieto ja maastotarkastustulos. Taksarakenteen tarkasteluun soveltuvia kohteita löytyi 21. Näistä 4 oli kääntömätästyskohteita, 16 laikkumätästyskohteita ja 1 naveromätästyskohde. Yhtään tarkasteluun soveltuvaa laikutuskohteita ei löytynyt, joten laikutuksen tutkiminen jäi tästä työstä pois. Jokaiselta kohteelta tiedossa oli kuvion pinta-ala, toteutunut muokkaustiheys, yrittäjälle maksettava hinta euroa/ha ja yrittäjälle tilitetty hinta. Kohteisiin sisältyi viittä erisuuruista hehtaarikohtaista taksaa. Toteutunut istutuskohtien määrä/hehtaari kohteilla vaihteli 1450:n ja 2013:sta välillä ja keskiarvo oli 1760. Kohteiden pinta-alat vaihtelivat 0,2:n ja kuuden hehtaarin välillä ja kohteiden keskikoko oli 2,4 hehtaaria. Yhteensä kohteiden pinta-ala oli 50,2 hehtaaria.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Maanmuokkaus

Tarkastuksia tehtäessä maanmuokkauksen laatu näytti pääsääntöisesti olevan hyvää. Silmä määräisesti muokkaustiheys oli kohdillaan eikä suuria muokkaamattomia alueita löytynyt muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Muokkauspisteet olivat oikein tehtyjä ja istutuskelpoisia, joten edellytykset uudistamiselle olivat maanmuokkauksen osalta kunnossa. Vesitalouden järjestelyistä ei myöskään löytynyt huomautettavaa. Tarkastustulosten perusteella maanmuokkaukset Rauman hankintapiirin alueella olivat onnistuneet hyvin. 85 prosentilla kohteista maanmuokkauksen arvosana oli joko erittäin hyvä tai hyvä. Heikosti onnistuneista kohteista kaksi oli sellaisia, jotka oli jätetty jostain syystä kokonaan muokkaamatta.

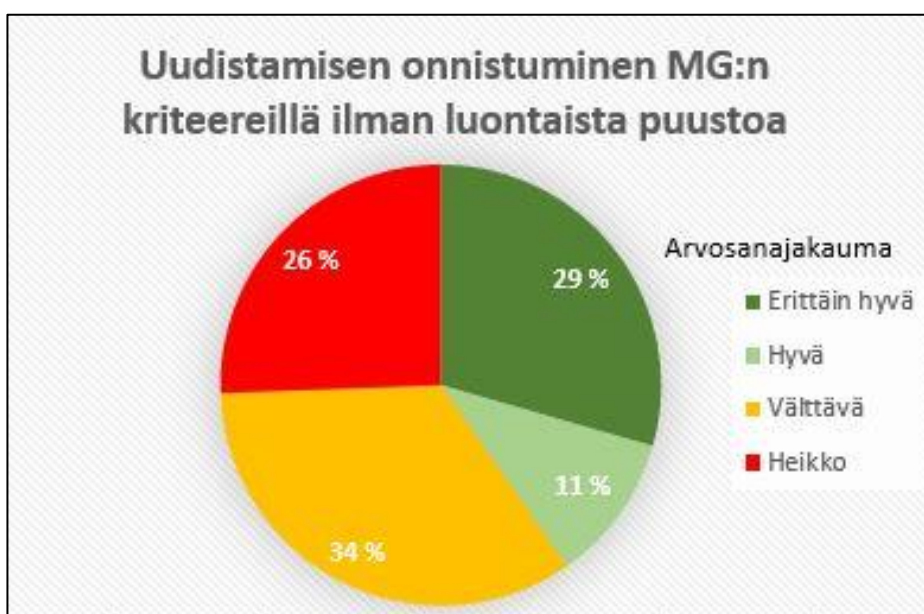


KUVIO 1. Maanmuokkauksen arvosanjakauma Metsä Groupin kriteereillä

## 6.2 Uudistaminen

Uudistaminen kokonaisuudessaan ei ollut onnistunut yhtä hyvin kuin maanmuokkaus. Silmämääräisesti istutustyön laadussa ei kuitenkaan ollut havaittavissa suuria puutteita. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta suuria aukkoja istutuksessa ei ollut, ja taimet oli istutettu riittävän syväälle mättäisiin. Rousteen maasta nostamia taimia näkyi vain siellä täällä lähinnä savisilla kohteilla. Uudistustyön välttävät tai heikot arvოსanat johtuivat suurimmalla osalla kohteista taimien syönnistä tai taimia oli kuivunut/kuollut poikkeuksellisen paljon. Rehevimmillä kohteilla korkea heinikko ja vadelma olivat myös tukahduttaneet taimia.

Uudistamisen onnistumista tarkasteltiin kohteelle istutetun puulajin osalta ja erikseen luontaisen täydentävän puuston huomioon ottaen. Kokonaisuuden arvioinnin lisäksi tarkasteltiin eri puulajeille istutettuja kohteita myös erikseen.



KUVIO 2. Uudistamisen onnistuminen ilman täydentävän luontaisen puuston huomioimista Metsä Groupin kriteereillä.

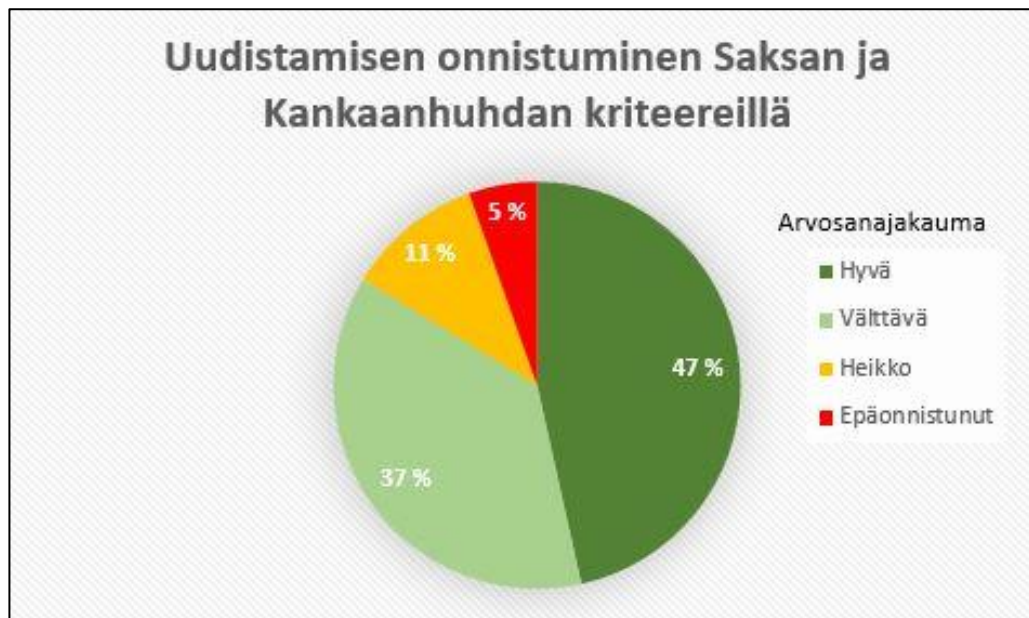
Vertailun vuoksi uudistamisen onnistumista tarkasteltiin myös Saksan ja Kankaanhuhdan (2007, 27.) kriteerien (taulukko 2) mukaan, joita käytettiin Metsänuudistamisen laadun hallinta –hankkeen loppuraportissa. Uudistamisen laatuluokat on jaoteltu sen mukaan, mikä uudistamistuloksen vaikutus on puuntuotantoon. Hyvän arvოსanan saavat kohteet,

joilla taimikon keskitiheys saavuttaa kyseiselle uudistamisketjulle asetetun hyvän uudistamistuloksen tavoitteen. Kohteilla, joissa uudistamistuloksesta aiheutuu lievä puuntuotoksellinen aleneminen, ovat välttäviä. Kohteet, joilla puuntuotoksen aleneminen on merkittävää, ovat heikkoja. Epäonnistuneet kohteet katsotaan sellaisiksi, joissa uudistamistoimet on syytä aloittaa kokonaan alusta. Kriteereissä havupuiden istutusaloilla mukaan lasketaan vain kasvatettavat havupuut, ja koivun aloilla kasvatettavat taimet.

TAULUKKO 2. Saksan ja Kankaanhuhdan (2007, 27) laatukriteerit

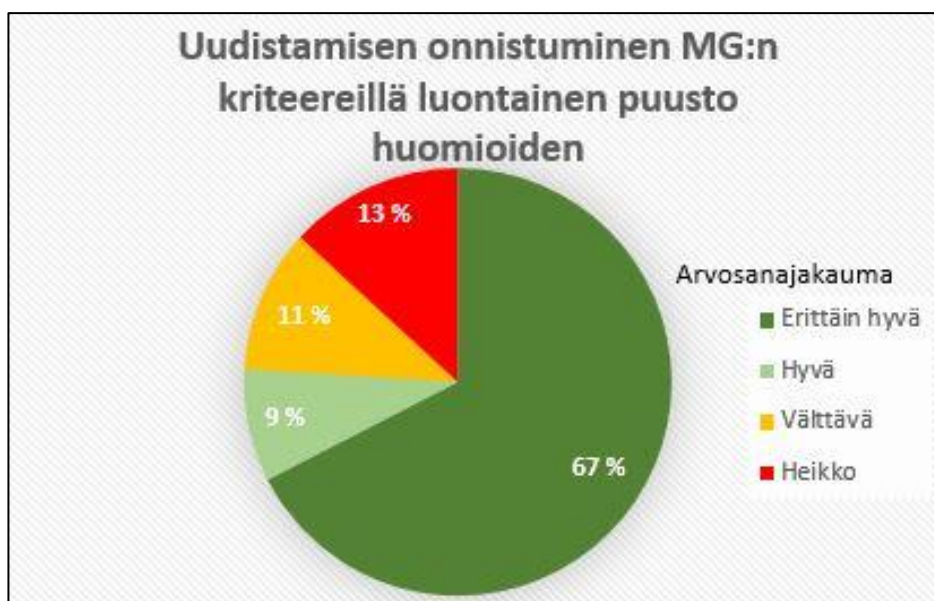
Uudistamismenetelmä/ puulaji	Uudistamistuloksen sanallinen kuvaus			
	Hyvä	Välttävä	Heikko	Epäonnistunut
Istutus, mänty *	-1800	1799-1400	1399-1000	< 1000
Istutus, kuusi *	-1600	1599-1200	1199-800	< 800
Istutus, rauduskoivu**	-1400	1399-1000	999-600	< 600
Kylvö (mänty/ kuusi/ koivu)***	-3000	2999-2000	1999-1000	< 1000
Luontainen uudistaminen***	-3000	2999-2000	1999-1000	< 1000

\* taimikon keskitiheys, kasvatettavaa havupuuta ha<sup>-1</sup>  
 \*\* taimikon keskitiheys, kasvatettavaa tainta ha<sup>-1</sup>  
 \*\*\* taimikon keskitiheys, mäntyä/ kuusta/ koivua ha<sup>-1</sup>



KUVIO 3. Uudistamisen onnistuminen Saksan ja Kankaanhuhdan (2007, 27) kriteerien mukaan

Kun luontaisesti syntynyt lehtipuusto lasketaan mukaan, näyttää uudistamisen kokonaisuonnistuminen huomattavasti paremmalta.



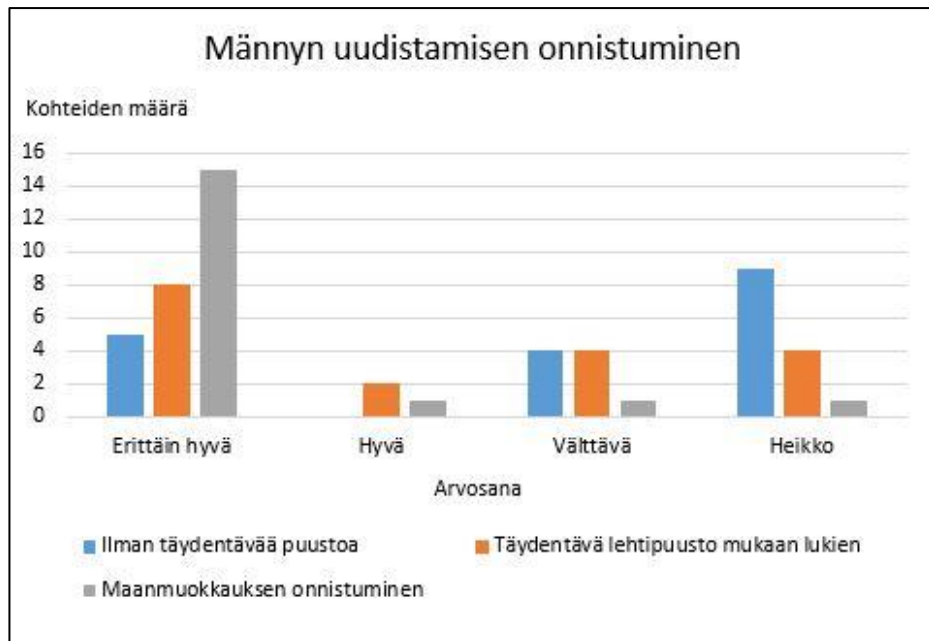
KUVIO 4. Uudistamisen onnistuminen Metsä Groupin kriteereillä, kun täydentävä luontainen puusto lasketaan mukaan.

Metsä Groupin uudistustarkastusohjeessa määritettiin hyvin onnistuneen kohteen kriteeriksi, että mitatun taimitiheyden on oltava vähintään 85 % tavoitetiheydestä. Tiheyden ollessa alempi eli arvosanan ollessa välttävä tai heikko, tuli joko suositella täydennysistutusta tai merkitä täydennys Metsä Groupin tehtäväksi siinä tapauksessa, että huono arvosana johtui huonosta työjäljestä. Kaikista kohteista 47:llä tiheys jäi alle 85 % tavoitetiheydestä, mikä on noin 36 % kaikista tarkastetuista kohteista. Luontaisesti syntynyttä lehtipuustoa ei ohjeistuksen mukaan otettu huomioon täydennystarpeen määrittelyssä.

Luorasen ym. (2012, 117) mukaan täydennysviljely on taloudellisesti kannattavaa tehdä, kun taimikon hehtaartiheys kasvatuskelpoisten taimien osalta jää männikössä alle 1500:n, kuusikossa alle 1300:n ja rauduskoivikossa alle 1200:n. Jos luontaisesti syntyneitä lehtipuita ei lasketa kasvatuskelpoisiksi taimiksi, olisi tarkastetuista kohteista taloudellisesti kannattavaa täydennysistuttaa 27 kohdetta, mikä on noin 21 % tarkastetuista kohteista.

### 6.2.1 Mänty

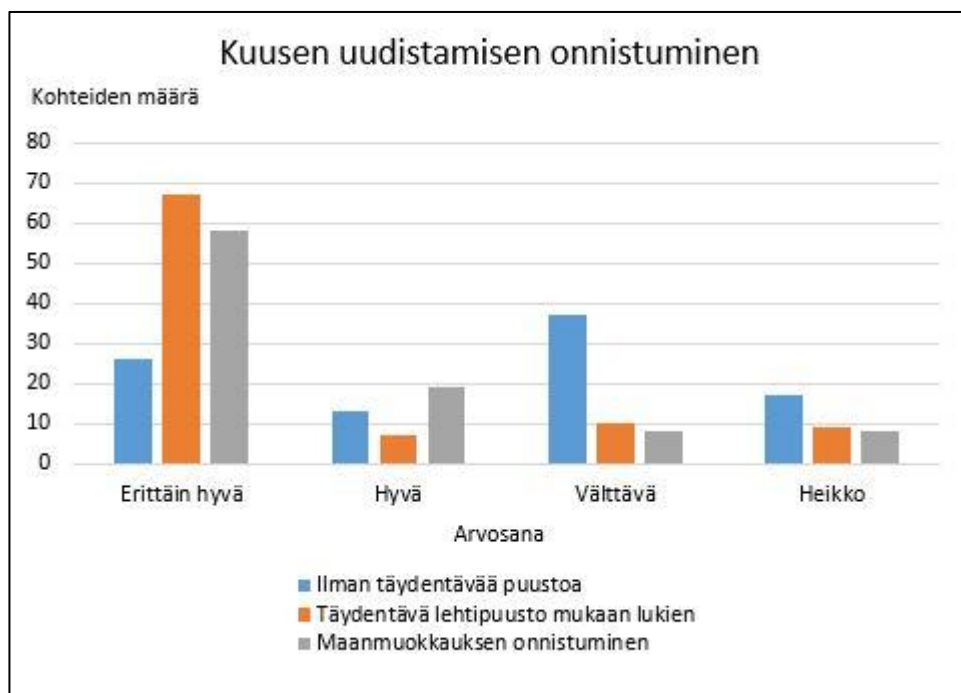
Männyn istutuskohteita oli tarkastetuista kohteista 18 kpl. 16 kohteella maanmuokkaus oli onnistunut erittäin hyvin tai hyvin, ja välttävästi tai heikosti onnistuneita oli molempia yksi kohde. Männyn kohteiden kohdalla maanmuokkauksessa oli kuitenkin epäkohtana se, että muokkaustiheydeksi oli budjetoitu 1800 kpl/ha, vaikka istutustiheys oli 2000 kpl/ha. Tiheämpi maanmuokkaus olisi saattanut parantaa uudistamisen kokonaisuonnistumista, mutta se ei olisi poistanut syitä taimikoiden harvuuteen. Välttävästi tai heikosti onnistuneilla kohteilla taimikot olivat epätasaisia, koska taimia oli syöty tai niitä oli kuollut monesti tietyistä osista kuvioita. Istutustyön laadussa ei ollut havaittavissa juurikaan puutteita.



KUVIO 5. Männyn uudistamisen onnistuminen Metsä Groupin kriteereillä

## 6.2.2 Kuusi

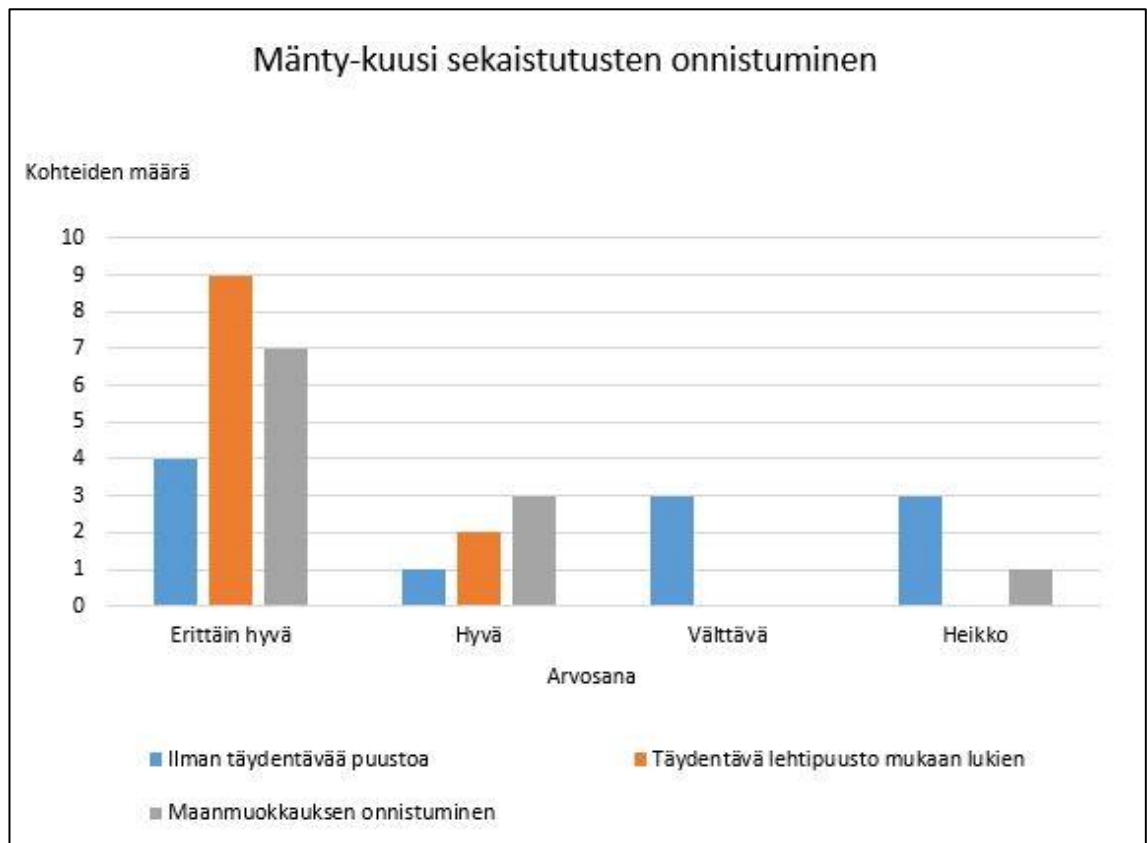
Kuuselle istutettuja kohteita oli 93. Kuusen uudistamisen voidaan sanoa onnistuneet hie-  
man paremmin kuin männyn, vaikka eniten löytyikin välttävästi onnistuneita kohteita.  
Kun luontainen lehtipuusto lasketaan mukaan, näyttää kuusen uudistaminen onnistuneen  
pääsääntöisesti erittäin hyvin. Myöskään kuusen istutusaloilla syy välttävään tai heikkoon  
tulokseen ei löydy maanmuokkauksesta. Kuuselle istutetuilla kohteilla taimikot olivat sil-  
mämääräisesti huomattavasti tasaisempia kuin männyn kohteilla. Kuolleita ja syötyjä tai-  
mia näkyi enemmänkin yksittäin siellä täällä, kun männyn kohteilla esiintyi enemmän  
suuria aukkoja. Kuusen kohteilla esiintyi myös pintakasvillisuuden kilpailusta johtuvaa  
harvuutta rehevimmillä kohteilla sekä savisilla kohteilla vähäisiä roustevaurioita, joita ei  
juurikaan esiintynyt männyn kohteilla.



KUVIO 6. Kuusen uudistamisen onnistuminen Metsä Groupin kriteereillä

### 6.2.3 Mänty-kuusi kohteet

Selvästi parhaaseen uudistamistulokseen päästiin kohteilla, joissa mäntyä ja kuusta oli istutettu molempia, varsinkin kun täydentävä lehtipuusto lasketaan mukaan. Pienin havupuiden tiheys oli 1240 per hehtaari eli mikään kohde ei ollut täysin epäonnistunut. Sekaistutuskohteet olivat maastonmuodoiltaan ja maalajiltaan selvästi vaihtelevampia kuin puhtaasti kuuselle tai männylle istutetut kohteet. Mäntyä oli istutettu maalajiltaan karkeampiin rinnepaikkoihin, ja kuusta alaville alueille. Sekaistutuskohteita tarkastetuista kohteista oli 11.

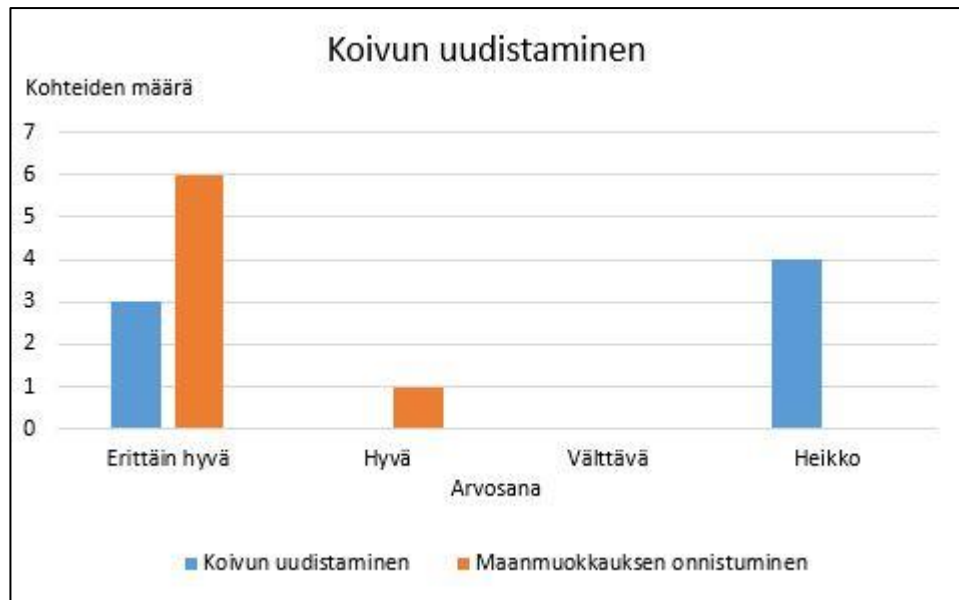


KUVIO 7. Mänty-kuusi sekaistutusten onnistuminen Metsä Groupin kriteereiden mukaan



#### 6.2.4 Koivu

Tarkastetuista kohteista koivulle oli uudistettu vain 7 kappaletta. Maanmuokkaus oli kaikilla kohteilla kunnossa, mutta uudistamistulos oli hyvin kaksijakoinen. Erittäin hyvin onnistuneita kohteita oli 3, kun taas heikosti onnistuneita oli 4. Lisäksi tarkastustulosten ulkopuolelle jäi yksi erikseen tarkastettu koivun istutuskohde, jossa suuri osa taimista oli kuollut. Myös kahdella tarkastuskohteella syy heikkoon laatuun oli taimien kuoleminen. Näillä kohteilla käytetyissä taimissa oli ilmeisesti ollut laadullisia puutteita. Kahdella kohteella syy heikkoon laatuun oli hirvituho.



KUVIO 8 Koivun uudistamisen onnistuminen Metsä Groupin kriteereillä

## 6.3 Taksarakenne

### 6.3.1 Yksikkötaksat ja kustannukset eri muokkaustiheyksillä

Työn tilaajan vaatimuksesta maanmuokkauksen taksoja ei saa esittää julkaistavassa opin-  
näytetyössä. Tulossiossa oikeat taksat on muutettu suhdeluvuiksi euromäärien sijaan.

Taksarakenteen tutkimisessa oli mukana viittä erisuuruista hehtaaritaksaa. Kaikilla tut-  
kittavilla kohteilla maanmuokkauksen tavoitetiheys oli 1800 kpl/ha. Jos yksikkötaksat  
laskettaisiin suoraan jakamalla nykyiset hehtaaritaksat tavoitetiheydellä 1800 kpl/ha, oli-  
sivat ne seuraavan suuruiset:

Kohteilla, joissa nykyinen hehtaaritaksa on 930, olisi yksikkötaksa 0,517/mätäs.

Kohteilla, joissa nykyinen hehtaaritaksa on 980, olisi yksikkötaksa 0,544/mätäs.

Kohteilla, joissa nykyinen hehtaaritaksa on 1000, olisi yksikkötaksa 0,556/mätäs.

Kohteilla, joissa nykyinen hehtaaritaksa on 1014, olisi yksikkötaksa 0,563/mätäs.

Kohteilla, joissa nykyinen hehtaaritaksa on 1070, olisi yksikkötaksa 0,594/mätäs.

Jos muokkauksessa siirryttäisiin suoraan edellä mainittuihin yksikkötaksoihin, olisivat  
hehtaarikustannukset taulukon 3 osoittamat.

TAULUKKO 3. Muokkauksen hehtaarikustannukset eri muokkaustiheyksillä, käytettä-  
essä yksikkötaksaa.

Muokkauksen kustannus/ha eri yksikkötaksoilla					
Muokkaustiheys, kpl/ha	Yksikkötaksa/mätäs				
	0,517	0,544	0,556	0,563	0,594
2400	1240,8	1305,6	1334,4	1351,2	1425,6
2300	1189,1	1251,2	1278,8	1294,9	1366,2
2200	1137,4	1196,8	1223,2	1238,6	1306,8
2100	1085,7	1142,4	1167,6	1182,3	1247,4
2000	1034,0	1088,0	1112,0	1126	1188,0
1900	982,3	1033,6	1056,4	1069,7	1128,6
1800	930,6	979,2	1000,8	1013,4	1069,2
1700	878,9	924,8	945,2	957,1	1009,8
1600	827,2	870,4	889,6	900,8	950,4
1500	775,5	816,0	834,0	844,5	891,0
1400	723,8	761,6	778,4	788,2	831,6

### 6.3.2 Taksojen vertailu tutkittavilla kohteilla

Maastotarkastustietojen perusteella muokkaustiheys kpl/ha vaihteli kohteilla 1450:n ja 2013:n välillä. Keskimääräinen muokkaustiheys oli 1760 kpl/ha, mikä on hyvin lähellä tavoiteltua. Neljällä kohteella istutuskohtia oli tavoitetta suurempi määrä, neljällä tasan tavoitteen mukainen määrä ja 13 kohteella määrä jäi tavoitteen alle. Tästä huolimatta nykyisten hehtaaritaksojen ja edellisessä kappaleessa esitettyjen yksikkötaksojen vertailussa kokonaiskustannukset menevät käytännössä tasan. Eroa kaikkien kohteiden kustannuksissa on vain 0,5 yksikköä. Tämä selittyy sillä, että kaksi kohdetta, joilla muokkaustiheys oli suuri, olivat myös pinta-alaltaan selvästi suurimmat kohteet. Jos nämä kohteet jättää pois laskuista, olisivat hehtaaritaksan kustannukset 1349 yksikköä suuremmat kuin yksikkötaksan. Kohteiden tiedot ja taksojen vertailu on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Tutkittavien kohteiden tiedot ja taksojen vertailu

Työlaji	Taksa, yksikköä/ha	Yksikkötaksa/mätäs (nyk. taksa/1800)	Pinta-ala	Mättäiden lkm/ha	Toteutunut kustannus/mätäs	Urakoitsijalle tilitetty hinta	Kustannus/työmaa, jos käytettäisiin yksikkötaksaa	Nykyisen taksan kustannusero yksikkötaksaan
Kääntömätästys	930	0,517	0,6	1760	0,528	558	545,6	12,4
Laikkumätästys	980	0,544	2,4	1714	0,572	2352	2240,0	112,0
Naveromätästys	1000	0,556	3,3	1800	0,556	3300	3300,0	0,0
Laikkumätästys	1000	0,556	1,4	1800	0,556	1400	1400,0	0,0
Kääntömätästys	1000	0,556	1,1	1800	0,556	1100	1100,0	0,0
Laikkumätästys	1000	0,556	1,8	1733	0,577	1800	1733,3	66,7
Laikkumätästys	1000	0,556	2,6	1733	0,577	2600	2503,7	96,3
Laikkumätästys	1000	0,556	4,9	1750	0,571	4900	4763,9	136,1
Laikkumätästys	1000	0,556	1,8	1767	0,566	1800	1766,7	33,3
Laikkumätästys	1000	0,556	1,3	1720	0,581	1300	1242,2	57,8
Kääntömätästys	1000	0,556	1,7	1633	0,612	1700	1542,6	157,4
Kääntömätästys	1000	0,556	6	2000	0,500	6000	6666,7	-666,7
Laikkumätästys	1000	0,556	1,2	1780	0,562	1200	1186,7	13,3
Laikkumätästys	1000	0,556	0,5	1950	0,513	500	541,7	-41,7
Laikkumätästys	1000	0,556	3	1450	0,690	3000	2416,7	583,3
Laikkumätästys	1000	0,556	2,8	1733	0,577	2800	2696,3	103,7
Laikkumätästys	1014	0,563	1,8	1800	0,563	1825,2	1825,2	0,0
Laikkumätästys	1014	0,563	3,5	1778	0,570	3549	3505,2	43,8
Laikkumätästys	1070	0,594	2,9	1825	0,586	3103	3146,1	-43,1
Laikkumätästys	1070	0,594	5,4	2013	0,532	5778	6460,1	-682,1
Laikkumätästys	1070	0,594	0,2	1650	0,648	214	196,2	17,8

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

### 7.1 Maanmuokkaus ja uudistaminen

Uudistustarkastusten tulokset olivat aineistona melko suurpiirteiset, ja käytännössä maanmuokkausten ja uudistamisen tutkiminen oli mahdollista vain toteutuneiden hehtaari-heyksien osalta. Tarkastuksia tehtäessä ei kohteilta määritelty esimerkiksi maalajia tai kasvupaikkatyyppiä, joten näiden tekijöiden huomioiminen kohteiden tarkastelussa jäi mittajaan näköhavaintojen varaan. Syy uudistamisen välttävään tai heikkoon laatuun merkittiin tarkastuksissa ylös, mutta käytössä olleessa aineistossa se ei ollut näkyvissä.

Tarkastukset tehtiin pääasiassa touko-syyskuun välisenä aikana. Muutama yksittäinen tarkastus oli tehty vielä myöhemmin syksyllä. Mittaustuloksia voidaan suurimmalta osin pitää luotettavina ja todenmukaisina, koska mittausmenetelmä oli mittaajalle yksinkertainen ja suurella osalla kohteista näkyvyys oli hyvää. Rehevimmillä kohteilla pitkä ja tiheä vadelma- ja heinäkasvusto häirtasivat oleellisesti mittausten tekemistä, ja on mahdollista, että joitain taimia on jäänyt lukematta tuloksiin. Korkea kasvusto teki myös koko uudistusalan silmämääräisen arvioinnin käytännössä mahdottomaksi. Työn tekijän tarkastamista kohteista tällaisia oli arvioilta 10–15, ja ne kaikki oli istutettu kuuselle. Muutama kohde kehoitettiin käydä tarkastamassa uudelleen seuraavana keväänä, koska tarkastuksen tulosta ei voitu pitää luotettavana juuri näkyvyyttä haittaavan kasvuston takia. Pientä virhettä tuloksiin saattaa aiheuttaa myös koealavavan käyttö. Koska koealavapaa ei lukittu kiinteästi mittauksia tehtäessä, on mahdollista, että koealojen todelliset koot ovat vaihdelleet muutamia senttejä. Kokonaisuudessaan mittaustulosten voidaan sanoa antavan hyvän kuvan maanmuokkauksen ja uudistamisen onnistumisesta.

Mittaustuloksista ja silmämääräisestä tarkastelusta päätellen maanmuokkauksen laatu on hyvää ja työtekniikka on muokkaajilla kunnossa. Maanmuokkauksen osalta onnistuneen uudistamisen edellytykset olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta täysin kunnossa. Kahdella pienialaisella kohteelle muokkaus oli jostain syystä jäänyt kokonaan tekemättä, ja useilla muilla heikosti onnistuneilla kohteilla oli suurehkoja kokonaan muokkaamattomia alueita, joten kyseessä on ollut todennäköisesti inhimillinen virhe muokkaustyössä. Heikosti onnistuneita kohteita 129:stä oli kuitenkin vain 10. Myöskään istutustyön jäljessä ei löytynyt suuria puutoksia ja istutustiheydet vaikuttivat olevan lähellä tavoitetti-

heyksiä. Heikosti ja välttävästi onnistuneilla kohteilla syyt huonoon laatuun olivat suurimmaksi osaksi joko taimien syönte tai taimien kuivuminen/kuoleminen. Taimia oli syöty poikkeuksetta siten, että niistä oli syöty latvakasvain ja oksien kasvaimia, mutta ei kuorta. Taimien kuolemiseen syytä on vaikea sanoa, mutta muutamalla kohteella oli epäilyksenä taimien huono laatu/jokin tauti. Tarkastetuissa kohteissa oli mukana kevät- ja syysistutuskohteita, mutta aineistossa niitä ei ollut jaoteltu erikseen, joten istutusajankohdan yhteydestä taimien kuolemiseen ei voi ottaa kantaa. Yksi syy taimien kuolemiseen saattaisi olla taimien vääränlainen tai liian pitkäaikainen varastointi ennen istutusta.

Epäkohta muokkauksissa oli kohteille budjetoitu muokkaustiheys, joka oli kaikilla kohteilla sama eli 1800 kpl/ha. Muokkaustiheyden pitäisi vastata istutustiheyttä, joka on männyllä 2000 kpl/ha, kuusella 1800 kpl/ha ja koivulla 1600 kpl/ha. Ongelma heikentää edellytyksiä päästä suositusten mukaisiin tiheyksiin männyn istutuksessa ja aiheuttaa turhaa työtä koivun istutusta varten muokattavilla kohteilla.

## 7.2 Taksarakenne

Yksikköhintoihin perustuvaa taksarakennetta tutkittaessa oli lähtökohtana, että taksat olisivat mahdollisimman lähellä nykyisiä hehtaarihintoihin perustuvia taksoja. Yksikköhintoihin perustuvan taksoituksen tulisi olla neutraali niin Metsä Groupin kuin urakoitsijoidenkin näkökulmasta. 21 kohteella, joiden tietojen perusteella vertailua suoritettiin, menivät kustannukset käytännössä tasan. Tämä on kuitenkin erittäin pieni aineisto asian tutkimiseen ja kaksi suurialaista kohdetta, joissa muokkaustiheys oli suuri, vääristivät tulosta. Ilman näitä kahta kohdetta tulos olisi ollut Metsä Groupin näkökulmasta selvästi edullisempi yksikkötaksalla. Yksikkötaksan edullisuutta Metsä Groupin näkökulmasta puoltaa myös koko maastotarkastusaineiston tarkastelu, johon taksojen vertailussa käytyt 21 kohdetta myös kuuluvat. 129 maastotarkastuskohteesta, 66:lla muokkauspisteitä oli alle 1800, 17:lla tasan 1800 ja 46:lla yli 1800. Kohteilla, joilla tavoitetiheydestä jäätin, jäätin siitä keskimäärin 226 muokkauspistettä/hehtaari. Kohteilla, joilla tavoitetiheys ylittyi, ylittyi se keskimäärin 138 muokkauspistettä/ hehtaari.

Muokatessaan kohteita, joilta aineisto on kerätty, urakoitsijoilla ei ollut käytössään ASTA-dokumentointijärjestelmää kuten nykyään. On vaikea sanoa, millaiset kohteiden muokkaustiheydet olisivat olleet, jos järjestelmä olisi ollut käytössä. Todennäköisimmin järjestelmä olisi kuitenkin tukenut yksikkötaksan käyttöä urakoitsijoidenkin näkökulmasta, koska tavoitetiheyteen pääseminen olisi helpottunut.

Täsmälleen tavoitetiheyteen pääseminen on todennäköisesti hankalaa dokumentaatiojärjestelmän käytöstä huolimatta. Pienet poikkeamat muokkaustiheydessä eivät kuitenkaan oleellisesti vaikuta istutustyön toteutukseen tai uudistamisen lopputulokseen. Näin ollen taksoituksessa voisi olla käytössä jonkinlainen ikkuna/väli, jonka sisään tavoitetiheyden osuessa maksettaisiin urakoitsijalle tavoitetiheyden mukainen taksa yksikköhinta-tavoitetiheys. Tällöin muokkaajan ei esimerkiksi tarvitsisi lähteä korjaamaan työnjälkeään taksan nostamiseksi, jos muokkaustiheys työmaan valmistuessa jäisi jonkin verran tavoittelusta tiheydestä, eikä työskentelyssä tarvitsisi liiaksi keskittyä täsmälleen oikeaan tiheyteen pääsemiseen. Toisaalta jatkuva tavoitetiheyden ylittäminen ei aiheuttaisi Metsä Groupille ylimääräisiä kustannuksia. Muokkaustiheyden jäädessä tietyn rajan alle maksettaisiin urakoitsijalle toteutuneen tiheyden mukaan yksikköhinta-muokkaustiheys. Muokkausjäljen ollessa selvästi tavoitetta tiheämpää, olisi perusteltua maksaa urakoitsijalle joka tapauksessa tavoitetiheyden mukainen taksa. Tavoiteltua tiheämmästä muokkausjäljestä ei käytännössä ole juurikaan hyötyä, tosin istuttajan työtä se saattaa helpottaa. Jos tiheämmän muokkausjäljen seurauksena myös istutustiheys kasvaa, nousevat myös istutuskustannukset, mutta metsänkasvatuksen kannattavuutta se ei paranna. Lisäksi tiheämpi muokkaus paljastaa enemmän kivennäismaata, mikä voi johtaa vesakon määrän lisääntymiseen ja sitä kautta metsänhoidon kustannusten nousuun. Turhan muokkaustyön välttämiseksi urakoitsijalla on apunaan ASTA-dokumentointijärjestelmä.

Tiheysikkunan tai tiheyden vähimmäisrajan, jonka perusteella tavoitetiheyden mukainen taksa maksettaisiin, tulisi perustua sellaisiin muokkaustiheyksiin, joilla onnistuneen istutustyön ja metsänuudistamisen edellytykset varmistetaan. Tämä tarkoittaisi, että männyllä, kuusella ja koivulla tulisi olla erilaiset rajat erilaisista istutustiheyksistä johtuen. Männyin ja koivun muokkaustiheyksillä ei aineistosta johtuen pystynyt tekemään vertailuja hehtaari- ja yksikkötaksojen välillä, koska kaikilla kohteilla budjetoitu muokkaustiheys oli 1800 kpl/ha. Käytännössä korkeampien tiheyksien käyttäminen männylle istutettavien alueiden muokkauksissa nostaisi muokkaukustannuksia. Koivulle uudistettaessa kustannukset pienenisivät.

Metsä Groupin omien kriteerien sekä Saksan ja Kankaanhuhdan kriteerien pohjalta saa hyvän suunnan vähimmäisrajan määrittelyyn. Tavoitteella 1800 kpl/ha hyvän vähimmäisvaatimus on Metsä Groupin kriteereillä 1620 kpl/ha ja Saksan ja Kankaanhuhdan kriteereillä 1600 kpl/ha. Tarkastetuista 129 kohteesta 110:llä muokkaustiheys ylitti 1620 rajan. Kohteilla, joilla tiheys jäi alle 1620:n oli erisuuruisia muokkaamattomia alueita, jotka ovat todennäköisesti johtuneet muokkaajan huolimattomuudesta tai huonosta reittivalinnasta kohteella. ASTA-dokumentaatiojärjestelmällä tällaiset virheet pystytään todennäköisesti välttämään, joten vähimmäisrajan voisi hyvin asettaa lähelle tavoitetiheyttä, koska 1600 kpl/ha muokkaustiheys ei suurella todennäköisyydellä riitä hyvän uudistamistuloksen saavuttamiseen.

Esitys mahdolliseksi taksamalliksi edeltävien pohdintojen ja johtopäätösten pohjalta: Kun muokkaustiheys on erittäin hyvää arvosanaa vastaava eli tavoitetiheydestä jäädyään enintään 5 %, maksetaan yrittäjälle yksikkötaksa-tavoitetiheys. Mänylle istutettavilla kohteilla tämä tarkoittaisi vähintään tiheyttä 1900 kpl/ha, kuusella 1710 kpl/ha ja koivulla 1520 kpl/ha. Tiheyden jäädessä yli 5 % tavoitellusta, maksetaan yksikkötaksa-toteutunut tiheys. Tavoitetiheyden ylittyessä maksettaisiin tavoitetiheyden mukainen taksa, koska liiallinen muokkaus on turhaa työtä. Koska tutkituilla kohteilla keskimääräinen muokkaustiheys oli 1760 kpl/ha ja tavoite oli kaikilla kohteilla 1800 kpl/ha, ei erittäin hyvään muokkaustiheyteen pääseminen todennäköisesti tule olemaan ongelma.

## LÄHTEET

- Immonen, K., Kauppinen, A., Kuru, K., Tamminiemi, M., Kallonen, J. & Strandström, M. 2000. Maanmuokkauksen koulutusaineisto. Metsäteho. PDF-dokumentti. Luettu 18.1.2017  
[http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Maanmuokkauksen\\_koulutusaineisto\\_vihko.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Maanmuokkauksen_koulutusaineisto_vihko.pdf)
- Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö. Gummerus kirjapaino, Jyväskylä.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.
- Rantala, S. (toim.) 2008. Tapion taskukirja, 25. uudistettu painos. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.
- Mälkönen, E. (toim.) 2003. Metsämaa ja sen hoito. Metsäntutkimuslaitos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. (toim.) 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos. Metsäkustannus Oy.
- Luonnonvarakeskus. Metsätuho-opas.  
[http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/abahav-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/abahav-n.htm). Luettu 14.2.2017
- Huuskonen, S., Hynynen, Jari. & Valkonen, S. (toim.) 2012. Metsän kasvatus, menetelmät ja kannattavuus. Metsäntutkimuslaitos. Metsäkustannus Oy.
- Metsälaki 12.12.1996/1093
- Saksa, T. & Kankaanhuhta, V. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. Metsänuudistamisen laadun hallinta –hankkeen loppuraportti. PDF-dokumentti.
- Metsä Group. 2017. Yhtiö. Metsä Groupin internet-sivut.  
<http://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default>. Luettu 14.5.2017
- Metsä Forest. 2017. Yritys. Metsä Forestin internet-sivut.  
<https://www.metsaforest.com/fi/Yritys/Pages/default.aspx>. Luettu 14.5.2017
- Risutec Oy. 2017. ASTA -dokumentointijärjestelmä. Risutecin internet-sivut.  
<http://www.risutec.fi/tuotteet/istutuslaitteet/asta>. Luettu 14.5.2017



## LIITTEET

### Liite 1. Ohje uudistustarkastusten maastomittausten tekemiseen


#### 1. Siirry koealat välilehdelle ja suorita mittaukset.

- Koealoja mitataan alle 1 ha:n kuviolta vähintään 4 kpl ja sen jälkeen +1 koeala jokaista alkavaa 0,5 ha:a kohden. Esimerkiksi 2,1 ha:n kuviolta mitataan siten vähintään 7 koealaa.
- Koealat sijoitetaan kuvion pisimmälle halkaisijalle siten, että koealojen väli on halkaisijan pituus jaettuna koealojen määrällä ja ensimmäinen koeala puolen koealavälin päässä kuvion reunasta. Jos halkaisija on 210 m ja koealoja tulee 7 kpl, niin koealaväli on 30 metriä ja ensimmäinen koeala 15 metriä kuvion reunasta.
- Mittaukset tehdään koealavapaa tai keskipaalua + mittanaruua käyttäen ympyräkoeloilta, joiden säde on 3,99 m.
- Jos yli puolella koealan pinta-alasta on pysyvä este metsän kasvulle (kivi, kallio tai oja), niin koealaa siirretään 5 metriä eteenpäin. Hakkuutähteet ja kannot eivät ole pysyviä esteitä.
- Jos kuvion pisimmällä halkaisijalla olevien koealojen tulos näyttää antavan selvästi väärän kokonaisarvion kuvion tilanteesta, mitataan uusi koealalinja 30-50 metrin etäisyydeltä keskilinjaa jommalta kummalta puolelta. Lisämittauksissakin on tärkeää, että koealojen paikat valitaan systemaattisella satunnaisotannalla ennalta määriteltyä koealaväliä käyttäen.

2. 'Kpl' -kohtaan merkitään koealalle istutettujen ja kasvatuskelpoisten luontaisesti syntyneiden taimien yhteiskappalemäärät puulajeittain. Havupuiden istutusaloina kasvatuskelpoisia luontaisesti syntyneitä taimia ovat pituudeltaan 0,3-1,5 metriset havupuut. 'Istutuskohtiin' merkitään istutuskelpoisten muokkausasteiden lukumäärä koealalla.

Tunnisteet	Koealat	Tarkastukset	Kuvat	Yhteenveto		
Sijainti <input type="text"/> <input type="button" value="Hae sijainti"/>						
Koeala	Mä	Ku	Le	Yht.	Ist.koht.	
1	0	9	0	9	9	
2	0	8	0	8	9	
3	0	10	0	10	10	
4	0	7	0	7	8	
5	0	9	0	9	9	
6	0	6	0	6	9	
7	0	5	0	5	7	
8	0	7	0	7	7	
ka	0.0	7.6	0.0	7.6	8.5	
kpl/ha	0	1520	0	1520	1700	
Koeala (3.99m) 9						
	Mänty	Kuusi	Lehti	Yht.		
Kpl	<input type="text"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="9"/>		
Istutuskohtia	<input type="text" value="9"/>					
<input type="button" value="Ok"/>					<input type="button" value="Peruuta"/>	

## Liite 2. Laadunvarmistusohjeen mukaiset arviointikriteerit

	Ohjeen nimi		sivu
	Metsänhoitotöiden laadunvarmistusohje		4(5)
Laatija	Pvm	<input checked="" type="checkbox"/> korvaa ohjeen 17.10.2016 <input type="checkbox"/>	Ohje
metsänhoitopäällikkö	2.11.2016		käytössä

**Nettitarkastuksen yhteydessä arvioitava työjäljen kokonaisarvosana määritellään seuraavasti:**

**Erinomainen:** Muokkauskohtien / kylvökohtien / istutettujen taimien / taimikonhoidossa kasvatettavaksi jätettyjen puiden keskimääräinen tiheys vastaa lähtötilanteen niin salliessa asetettua tavoitetiheyttä (max. poikkeama +10 % tai -5 %) ja työjälki vastaa kokonaisuudessaan annettuja ohjeita. Myös vesitalouden järjestelyistä, vesiensuojelusta, ympäristöasioista ja sertifiointin asettamista vaatimuksista on huolehdittu moitteettomasti.

**Hyvä:** Muokkauskohtien / kylvökohtien / istutettujen taimien / taimikonhoidossa kasvatettavaksi jätettyjen puiden keskimääräinen tiheys vastaa lähtötilanteen niin salliessa suurimmalla osalla kuviota ja koelohja asetettua tavoitetiheyttä (max. poikkeama +15 % tai -10 %) ja työjälki vastaa kokonaisuudessaan annettuja ohjeita. Myös vesitalouden järjestelyistä, vesiensuojelusta, ympäristöasioista ja sertifiointin asettamista vaatimuksista on huolehdittu moitteettomasti.

**Välttävä:** Muokkauskohtien / kylvökohtien / istutettujen taimien / taimikonhoidossa kasvatettavaksi jätettyjen puiden keskimääräinen tiheys eroaa *virheellisestä työsuorituksesta johtuen* selvästi (yli +15 % tai -10 %) asetetusta tavoitteesta tai työjäljessä on muilta osin huomautettavaa. Myös puutteet vesitalouden järjestelyissä, vesiensuojelussa, ympäristöasioiden tai sertifiointin asettamien vaatimusten huomioon ottamisessa voivat johtaa välttävään arvosanaan. Yleensä välttävä työkohde vaatii korjaavia toimenpiteitä ja saattaa johtaa korvausvelvollisuuteen.

**Heikko:** Muokkauskohtien / kylvökohtien / istutettujen taimien / taimikonhoidossa kasvatettavaksi jätettyjen puiden keskimääräinen tiheys eroaa *virheellisestä työsuorituksesta johtuen* selvästi (yli  $\pm 20\%$ ) asetetusta tavoitteesta tai työjäljessä on muilta osin huomautettavaa. Myös selvät ja *etenkin tahalliset tai huolimattomuudesta johtuvat laiminlyönnit* vesitalouden järjestelyissä, vesiensuojelussa, ympäristöasioiden tai sertifiointin asettamien vaatimusten huomioon ottamisessa voivat johtaa heikkoon arvosanaan. Heikko työkohde vaatii korjaavia toimenpiteitä ja saattaa johtaa korvausvelvollisuuteen. **Heikon arvosanan saaneista kohteista tehdään LYT –tapahtuma.**