

# ***Metsämaan muokkausopas***

***Jaana Luoranen, Timo Saksa,  
Leena Finér ja Pekka Tamminen***





# Metsämaan muokkausopas

Jaana Luoranen, Timo Saksa, Leena Finér ja Pekka Tamminen

Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

**Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007.**  
Metsämaan muokkausopas.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö

Hyväksynyt: Pasi Puttonen 20.9.2007

Kannen kuvat: Metla/Erkki Oksanen

Taitto: Eija Lappalainen

Julkaisua myy:	yksittäiskappaleet	yli 10 kpl tilaukset
	Metsäkustannus Oy	Metla, Suonenjoen yksikkö
	Puh. 02077 29136	Juntintie 154
	Internet:	77600 Suonenjoki
	<a href="http://www.metsalehti.fi/kauppa">www.metsalehti.fi/kauppa</a>	faksi: 010 211 4801
		sähköposti: <a href="mailto:su@metla.fi">su@metla.fi</a>

ISBN 978-951-40-2059-9

Gummerus Kirjapaino Oy  
Jyväskylä 2007



Ville Kankaanhuhta

Professori Eino Mälkönen (1938 – 2006) tutkimassa mätätään rakennetta alkukesällä 2005 lounaissuomalaisella kuusen istutuslallalla. Tämän oppaan alkuvalmistelut ja jäsentely jäivät yhdeksi viimeisistä hänen töistään. Omistamme oppaan professori Mälkösen työlle, jossa hän tutkijana, soveltajana ja opettajana on ollut meille esimerkkinä.

# Lukijalle

---

Opaskirja perehdyttää metsämaan muokkauksen perusteisiin, tavoitteisiin, muokausmenetelmän valintaperusteisiin sekä käytännön muokkaustyöhön ja sen laadun seurantaan osana metsänuudistamista. Oppaassa annetaan kriteerit hyvälle muokkausjäljelle kylvöä, istutusta ja luontaista uudistamista varten sekä selkeytetään maanmuokkauksen termistöä ja käsitteitä.

Oppaassa lähdetään liikkeelle metsämaan rakenteesta, kerrotaan mitä erilaisilla muokkausjäljillä tavoitellaan ja millainen muokkausjälki kullekin kasvupaikalle ja puulajille nykytiedon perusteella soveltuu parhaiten. Tavoitteena on opettaa muokkaajaa tulkitsemaan maaperää työn edetessä niin, että hän osaa tarvittaessa muuttaa työjälkeä kuhunkin uudistusalan osaan parhaiten sopivaksi. Tavoitteena on myös, että käytännön toimijat pystyvät oppaan avulla valitsemaan kullekin puulajille ja kasvupaikalle soveltuvimman muokausmenetelmän ja näin varmistamaan nopean ja hyvän metsän uudistumisen. Toiveena on edistää muokkausurakoitsijoiden, metsäammattilaisten ja metsänomistajien välistä keskustelua metsämaan muokausmenetelmistä ja antaa virikkeitä muokkauksen edelleen kehittämiseen.

Oppaan luvun 2 kangasmaaosuudet kirjoitti Pekka Tamminen, luvun 7 Leena Finér, ja luvut 6 ja 8 Timo Saksa, muut luvut Jaana Luoranen ja Timo Saksa yhdessä. Luorasan vastuulla oli myös oppaan toimittaminen. Opasta sen erivaiheissa kommentoivat Metlan tutkimusjohtaja Pasi Puttonen, professori Pertti Harstela, toimintayksikön johtaja Heikki Smolander, tutkijat Juha Heiskanen, Pekka Helenius, Mikko Hyppönen, Marja-Liisa Juntunen, Ville Kankaanhuhta, Nuutti Kiljunen, Kaarlo Kinnunen, Markku Nygren, Risto Rikala, Markku Saarinen, Veli-Matti Saarinen, Aino Smolander ja mti Leo Tervo sekä metsänhoitoesimies Timo Halme, metsätalospäällikkö Tenho Hynönen, laatupäällikkö Kari Kuru, metsänhoitaja Timo Makkonen, toiminnanjohtaja Jari Neero, metsänhoitopäällikkö Janne Soimasuo ja metsätalospäällikkö Eero Väisänen. Piirrookset ovat Eija Lappalaisen ja Pekka Voipion tekemiä. Valokuvat ovat pääosin Erkki Oksasen ottamia ja Pekka Voipion painokuntoon viimeistelemiä. Kiitokset kaikille työhön vaikuttaneille.

*Arjan päivänä 2007*

*Jaana Luoranen   Timo Saksa   Leena Finér   Pekka Tamminen*

# Sisällysluettelo

---

Lukijalle .....	4
Sisällysluettelo .....	5
1. Miksi metsämaata muokataan? .....	7
2. Mitä maaperästä on tiedettävä? .....	8
2.1 Maaperän rakenne kangasmailla .....	8
2.2 Yleisimmät maalajit .....	9
2.3 Kivennäismaalajien luokitus .....	11
2.4 Maalajitteiden aistinvarainen määrittely .....	11
2.5 Raekoostumuksen vaikutus kivennäismaiden ominaisuuksiin .....	13
2.6 Turvemaiden rakenne ja yleisimmät turvelajit .....	14
2.7 Turpeen maatuneisuusasteen määrittely maastossa .....	16
2.8 Muut maaperän ominaisuudet maanmuokkauksen kannalta .....	17
3. Mihin muokkauksella pyritään? .....	19
3.1 Maankunnostuksen tavoitteet .....	19
3.2 Metsänhoidolliset tavoitteet .....	22
4. Tavallisimmat muokkausmenetelmät .....	26
4.1 Maanpintaa paljastavat menetelmät .....	26
4.2 Kohoumia muodostavat menetelmät .....	32
5. Hyvän muokkausjäljen kriteerit ja muokkausmenetelmän valinta .....	40
5.1 Valintakriteerit .....	40
5.2 Kuivahkot ja kuivat kankaat sekä vastaavat turvemaat - männyn uudistaminen .....	41
5.3 Tuoreet ja lehtomaiset kankaat sekä vastaavat turvemaat - kuusen uudistaminen .....	46
5.4 Pohjois-Suomen korkeiden maiden uudistaminen .....	53
5.5 Muut puulajit .....	54
5.6 Muokkausmenetelmän valintaperusteet lyhyesti .....	55
6. Muokkausjäljen laadunvarmistus .....	58
7. Ympäristöstä huolehtiminen .....	64
8. Maanmuokkauksen kustannukset - osa uudistamiskustannuksia .....	68
9. Maanmuokkauksen kehitysnäkymiä .....	70
Kirjallisuus .....	72
Hakemisto .....	74





# 1. Miksi metsämaata muokataan?

---

Yksi tärkeimmistä tekijöistä hyvän uudistamistuloksen varmistamisessa on muokkausmenetelmän valinta. Siihen vaikuttavat kasvupaikan viljavuus, maaperän ominaisuudet ja uudistettava puulaji. Uudistamisessa tehdyillä oikeilla ratkaisuilla on taloudellisesti merkittävät ja kauaskantoiset vaikutukset uuden metsikön tuottoon.

Maankunnostuksen tavoitteena on turvata metsänuudistamisen onnistuminen ja parantaa taimikon alkukehitystä. Maanmuokkaus parantaa siementen itämisen ja taimien alkukehityksen kannalta oleellisia maan ominaisuuksia, jolloin metsänuudistaminen onnistuu varmemmin ja taimikon varhaiskehitys nopeutuu<sup>3, 7, 10, 16, 19</sup>. Sen lisäksi muokkaus vähentää tuhoja, helpottaa istutustyötä ja parantaa luontaisen taimettumisen edellytyksiä<sup>17</sup>.

Metsämaan muokkauksesta on jo pitkältä ajalta myönteisiä käytännön kokemuksia. Kun samassa koejärjestelyssä on verrattu erilaisia muokkausmenetelmiä, viiden vuoden kulluttua istutuksesta muokatussa maassa taimia on elossa keskimäärin 80 % ja muokkaamattomassa maassa vain puolet<sup>3, 7, 10, 16, 19</sup>. Maanmuokkaus on mahdollistanut tuotanto- ja istutuskustannuksiltaan paljasjuurisia taimia halvempien paakkutaimien käytön yleistymisen. Nykyään yli 70 % kaikista metsänuudistusaloista muokataan<sup>9</sup> ja istutusmateriaalista yli 99 % on paakkutaimia<sup>23</sup>.

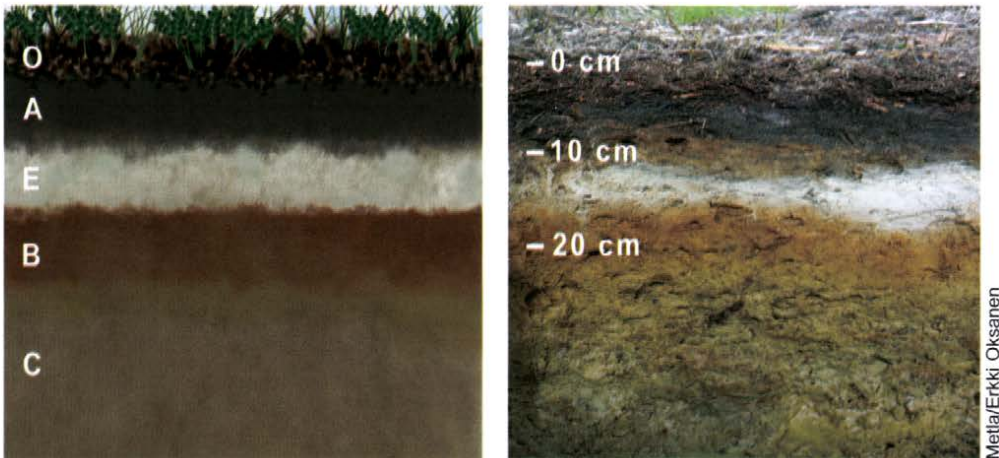
Maanmuokkauksen laadun merkitys on viime vuosina korostunut, kun on siirrytty äestyksestä kaivinkonepohjaisiin, yksittäisiä muokkausjälkiä tekeviin muokkausmenetelmiin. Kaivinkonepohjaisissa menetelmissä muokkausjälkien tiheys ja laatu määräävät käytettävän viljelytiheyden ylärajan. Muokkauksessa paljastuva kivennäismaan pinta-ala vaikuttaa uudistusalueelle syntyvän lehtipuuston määrään, luontaiseen täydennykseen ja edelleen taimikhoidon tarpeeseen ja ajoitukseen.

## 2. Mitä maaperästä on tiedettävä?

### 2.1 Maaperän rakenne kangasmailla

Uudistusalan muokkaustavan valintaan vaikuttavat kallioperän päällä olevan maakerroksen paksuus, kangashumus- tai turvekerroksen paksuus, maan kivisyys, maalaji ja kasvupaikan kosteus (vesitalous) sekä uudistamistapa. Maaperä voi olla niin kivinen ja lohkarainen, että maanmuokkaus ei onnistu tai se onnistuu vain osittain. Maaperä voi olla myös niin kostea, että muokkaukseen on yhdistettävä ojitus.

Metsämaat jaetaan orgaanisen eli eloperäisen kerroksen paksuuden mukaan kangas- tai turvemaihin. Ohutturpeiset kasvupaikat ovat soistuneita kankaita tai ohutturpeisiä soita,



**Kuva 1.** Tyypilliset kangasmaan maakerrokset ovat eloperäinen (orgaaninen) O, huuhtoutumis- E, rikastumiskerros B ja muuttumaton pohjamaa C<sup>2</sup>. Viljavilla kasvupaikoilla E-kerroksen tilalla tai sen yläpuolella voi esiintyä humuspitoinen A kerros. Piirros on pohjana erilaisten muokkausmenetelmien periaatepiirroksissa, joissa eri kerroksien kirjainlyhenteitä ei enää käytetä. Käytännössä kerrosten paksuudet ja värisävyt vaihtelevat kasvupaikoittain ja maannostyypeittäin.

joilla on molempien päätyyppien ominaisuuksia. Tyypillisellä kangasmaalla kivennäismaan päällä on kangashumuskerros (O, kuva 1), sen alla vaalean harmaa huuhtoutumiskerros (E) ja sen alla tummempi ja värikkäämpi rikastumiskerros (B), joka vaihtuu vähitellen harmaaksi pohjamaaksi (C)<sup>12</sup>. Etelä- ja Keski-Suomen viljavilla kasvupaikoilla kangashumuskerroksen alla on usein humuksen ja hiilen tummaksi värjäämä kerros (A), joka on syntynyt mm. kaskeamisen ja metsälaiduntamisen seurauksena. Kasvien juuret sijaitsevat pääasiassa maan pintakerroksissa, mutta ne voivat ulottua pohjamaahan saakka.

## 2.2 Yleisimmät maalajit

Kivennäismaista lajittumattomia, useasta maalajitteesta koostuvia moreenimaita on 80 % ja lajittuneita, vain 2 – 3 lajitteesta koostuvia maita 20 %<sup>12</sup>. Lajittumattomilla metsämailla yleisin keskiraekoko eli vallitseva lajiteluokka on hieno hiekka ja lajittuneilla mailla karkea hieta tai hieno hiekka (taulukko 1).

Kangasmaat ovat jossain määrin kivisiä tai kallioisia. Valtaosa kangasmaista on normaalikivisiä eli kivien ja kallion osuus pintamaan (0 – 30 cm kerros) tilavuudesta on keskimäärin 33 %. Kivettömiä maita on vain alle kymmenesosa kangasmaista. Viidesosa kasvupaikoista on erittäin kivisiä, jolloin kivien osuus on vähintään 50 % pintamaan tilavuudesta.

**Taulukko 1.** Maalajien osuudet (%) 8. valtakunnan metsien inventoinnin pysyvillä kangasmaiden koaloilla.<sup>20</sup>

Lajittuneisuus	Hienot maat			Vallitseva lajite Keskikarkeat maat		Karkeat maat		Yht.
	Savi	Hiesu	Hieno hieta	Karkea hieta	Hieno hiekka	Karkea hiekka	Sora	
Lajittumaton	0,4	1	2	25	44	6	2	80
Lajittunut	2	1	3	6	6	1	0,4	20
Yhteensä	3	2	5	31	50	7	2	100

Maalajia ei voi määrittää luotettavasti ottamatta maasta näytettä. Näyte otetaan kangasmailla 10...30 cm:n syvyydestä, jotta pintamaan orgaaninen aines ei vaikuta tulokseen. Näyte voidaan ottaa lapiolla, kuokalla tai kairalla. Maastossa maalaji voidaan määrittää silmävaraisesti tarkastelemalla rakeiden erottumista (kuva 2) ja rullaustestillä (kuva 3).



Mettli/Erkki Oksanen

**Kuva 2.** Hienorakeisella maalla (kaksi vasemman puoleista kuvaa) maarakeet eivät erotu paljain silmin. Keskikarkealla maalla (kaksi oikeanpuoleista kuvaa) pääosa rakeista on paljain silmin havaittavia.

## 2.3 Kivennäismaalajien luokitus

Metsänuudistamisen ja muokkauksen kannalta riittää, kun kivennäismaat jaetaan kolmeen ryhmään, hienot, keskikarkeat ja karkeat. Hienot maat tarkoittavat metsämaita, joiden keskiraekoko eli vallitseva lajite on savi, hiesu tai hieno hieta. Keskikarkeilla mailla keskiraekoko on karkea hieta tai hieno hiekka ja karkeilla mailla karkea hiekka tai sora.

## 2.4 Maalajitteiden aistinvarainen määrittäminen

*Savi* on kosteana muovailtavaa, siitä voi kierittää kämmenellä noin 1 mm paksun langan (kuva 4), jonka voi taivuttaa renkaaksi. Savimaalla ojien reunat eivät sorru ja savi on kuivana erittäin kovaa. Kuivaa savikokkareta ei saa sormin rikkottua täydellisesti.

*Hiesusta* voi kosteana kierittää kädessä noin 2 – 4 mm paksun pötkön, josta ei saa yleensä muotoiltua rengasta (kuva 4). Puhdas hiesu ei ole muovailtavaa kuten savi. Hiesu on kuivana kovaa, mutta kokkareet voi rikkoa sormivoimin. Ojien reunat valuvat ojaan ja pelloilla kynnösten harjat eivät pysy muodossaan talven jälkeen kuten savipelloilla. Hiesu on kuivana savea vaaleampaa. Hiesun rakeet tuntuvat hampaissa toisin kuin saven rakeet, mutta eivät juuri sormissa.

*Hienosta hiedasta* voi rullata kosteana 3 – 6 mm paksun pötkön, jota ei voi juurikaan taivuttaa (kuva 4). Rakeet tun-

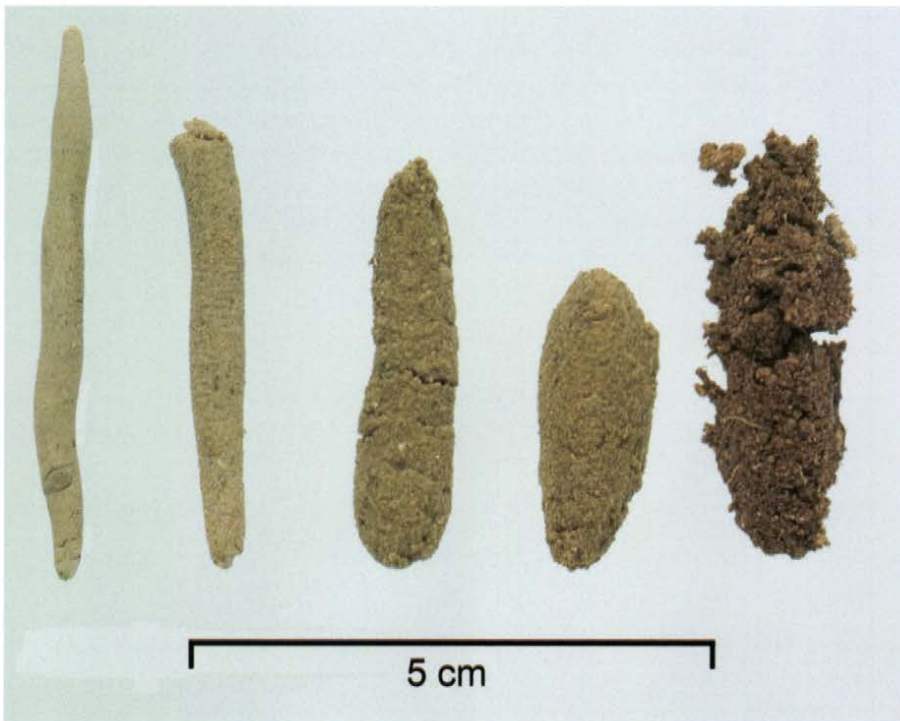


**Kuva 3.** Maalajitteiden määrittämisessä kannattaa tunnustella maata ja tehdä rullauskoe. Kuvassa on kyseessä savi, josta saadaan helposti noin 1 mm paksu lanka.

tuvat sormissa. Karkeimmat rakeet ovat jopa paljain silmin nähtävissä. Kuivan hienon hiedan kokkareet voi rikkoa helposti käsin. Ojaluisikat voivat sortua kuten hiesumailla.

*Karkeassa hiedassa* pääosa rakeista on paljain silmin nähtävissä. Karkeasta hiedasta ei saa rullattua kosteana pötköä kuten hienommista lajitteista, mutta jos siinä on kohtalaisesti hienoja lajitteita, siitä voi muotoilla pallon tai kuution (kuva 4).

*Hienossa hiekassa* rakeet erottuvat paljain silmin. Hienosta hiekasta ei voi muotoilla kosteana palloa tai kuutiota (kuva 4). Kuivana se ei pölyä yhtä paljon kuin karkea hiea, koska siinä on vähemmän hienoja lajitteita kuin karkeassa hiedassa. Maat, joiden keskiraekoko on hieno hiekka, routivat yleensä harvoin.



Mellai/Erkki Oksanen

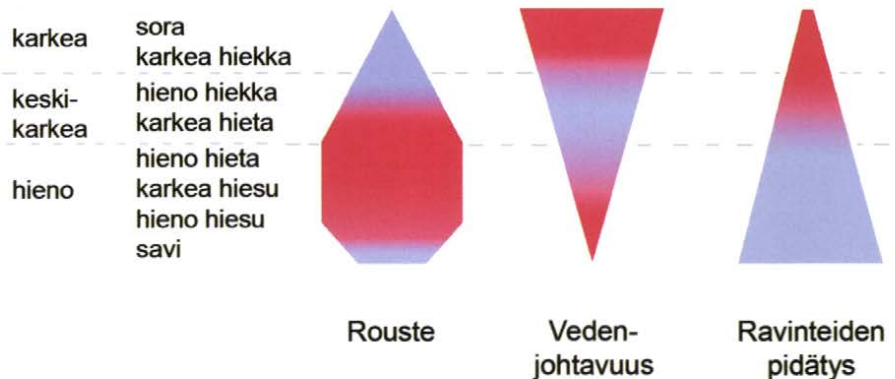
**Kuva 4.** Maalajitteet muovautuvat eri tavalla. Hienommat maalajit rullautuvat helposti, karkeammat eivät. Näytteet vasemmalta oikealle ovat: savi, hiesu, hieno hiea, karkea hiea ja hieno hiekka.

Karkeimmat maat, joiden keskiraekoko on *karkea hiekka* tai *sora*, sisältävät vähän tai eivät lainkaan hienoja lajitteita, mutta sen sijaan usein runsaasti kiviä (läpimitta yli 2 cm). Ne ovat kantavia ja routimattomia. Kaikki rakeet ovat paljain silmin nähtävissä.

## 2.5 Raekoostumuksen vaikutus kivennäismaiden ominaisuuksiin

Raekoostumus vaikuttaa mm. maan kantavuuteen, lämpö-oloihin, vedenjohtavuuteen, veden- ja ravinteiden pidätyskykyyn ja routivuuteen (kuva 5). Vedenjohtavuus kuvaa veden liikkumista maassa aikayksikköä kohden ja pidätyskyky sitä, kuinka tiukasti tai löyhästi vesi on maahan sitoutunut. Karkearakeiset maat ovat kantavia, eivät roudi, mutta toisaalta niillä on puutetta vedestä ja ravinteista.

Hienorakeiset maat ovat kantavia vain kuivina tai jäätyneinä, mutta routivat voimakkaasti, voivat olla haitallisen tiiviitä ja kovettuvat kuivuessaan. Esimerkiksi savimaalla paksun mättään pinta voi kovettua kivikovaksi kuivuessaan. Hienorakeiset maat johtavat huonosti vettä, sitä huonommin, mitä enemmän niissä on savilajitetta, mutta ne pidättävät tehokkaasti vettä ja ravinteita. Puiden juuristot ovat mo-



**Kuva 5.** Kivennäismaan ominaisuuksien vaihtelu raekoon mukaan. Vaalean sininen väri kuvaa sitä, että ominaisuudesta ei ole ongelmaa taimien menestymiselle ja punainen, että ominaisuus vaikeuttaa taimien menestymistä. Kuvion leveys kuvaa ominaisuuden suuruutta, esim. ravinteita pidätetty enemmän hienojakoisiin savimaihin kuin soraan.

nesti pinnallisia hienojen maiden tiivyyden takia. Savi- ja hienoilla hiesumailla suurin ongelma on maan tiiviyys, jolloin parhaat olosuhteet puiden juurille ovat aivan maan pintaosissa, joissa on eniten eloperäistä ainetta.

Karkeilla hiesumailla ja hienoilla hietamailla pahin ongelma on voimakas routiminen ja liettyminen. Rouste eli pintarouta aiheuttaa paljastetun kivennäismaan puikkoontumisen ja nostaa usein taimia maasta. Rouste on yleistä karkeassa hiesussa ja hienossa hiedassa. Kokemuksen kartuttamiseksi kannattaa arvioida rousteen vaivaaman maan maa-laji.

Keskikarkeiden maiden ominaisuudet riippuvat hienoimpien ja karkeimpien lajitteiden osuuksista. Jos keskikarkea maa sisältää runsaasti savilajitetta, siitä saa muotoiltua pallon, kuution tai jopa paksun pötkön. Tällainen maa todennäköisesti routii, pidättää runsaasti vettä ja johtaa sitä heikosti.

Maan lajiteluokka vaikuttaa merkittävästi vedenjohtokykyyn. Vedenjohtokyky kymmenkertaistuu aina siirryttäessä yhtä luokkaa karkeampaan lajiteluokkaan. Puhtaan savilajitteen vedenjohtokyky on likimain nolla. Tämän takia moreenin vedenjohtokyky, vedenpidätyskyky ja routiminen riippuvat olennaisesti savilajitteen osuudesta.

## 2.6 Turvemaiden rakenne ja yleisimmät turvelajit

Metsämaasta (ei sisällä kitu- ja joutomaita) 24 % on soita<sup>21</sup>. Näistä joka neljäs luokitellaan ohutturpeiseksi, joilla turvekerroksen paksuus on alle 30 cm. Soiden lisäksi veden vaivaamia soistuneita kankaita on 5 – 10 % kangasmaista. Turvemaiden luokittelussa käytetään kangasmetsätyyppeihin rinnastettavia turvekangastyyppejä (taulukko 2).

Turvemaiden eri kerrosten rakenne vaihtelee ojitus- ja vesitaloustilanteen mukaan. Jos ojitus on ollut tehoton tai ojituksen jälkeen on vain vähän aikaa, kasvillisuus koostuu suokasveista, erityisesti rahkasammalista, joiden alla alkaa turve. Suon kuivuessa rahkasammalet alkavat väistyä kangaskasvillisuuden tieltä ja turpeen päälle kerrostuu kangashumusta puiden ja pintakasvillisuuden karikemassasta. Kangas- eli raakahumuksen alla on paksuudeltaan ja maatumisasteel-



taan vaihteleva turvekerros. Mitä syvemmälle turpeessa mennään, sitä maatuneempaa se on (kuva 6). Maatumisen seurauksena kasvinosien rakenne vähitellen katoaa, kun kuolleet kasvisolukot hajoavat. Täysin maatuneessa turpeessa kasvinosat ovat tunnistamattomia. Maatumisaste osoittaa, kuinka suuri osa kasviraakenteesta on muuttunut tunnistamattomaksi massaksi. Maatuneisuusaste vaikuttaa turpeen ominaisuuksiin, mm. kuivumiseen ja ravinteisuuteen.

Turpeet luokitellaan kasvin jäännösten perusteella turvelajeiksi (taulukko 2). Puuvaltaiset turpeet, rahka- ja sarapuuturve, sisältävät rahkasammalien lisäksi puiden ja varpujen jäännöksiä. Ne ovat yleensä pitkälle maatuneita, väriltään tummia ja rakenteeltaan multamaisen murenevia ja hyviä

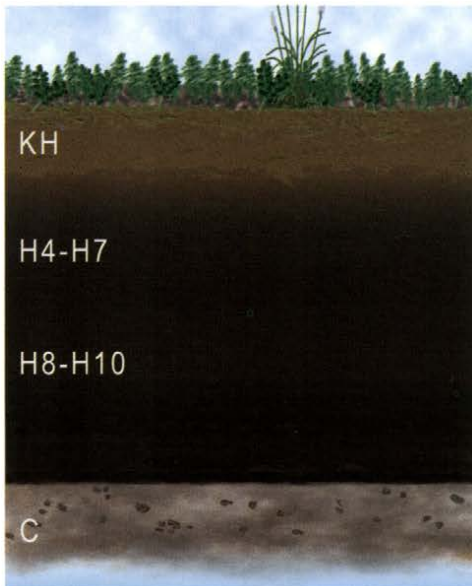
**Taulukko 2.** Metsätaloustaloudessa olevien turvemaiden turvekangastyypit ja niiden yleisimmät turvelajit. Turvekankaan lisäksi on annettu siihen rinnastettavissa oleva metsätyyppi ja luonnontilaisen suon suotyyppi.<sup>11</sup>

Turvekangastyyppi	Luonnontilaisen suon suotyyppi	Metsätyyppi	Turvelaji
ruohoturvekangas	lehto-, ruoho-, varsinainen letto- ja ruohoinen sarakorpi	OMaT, OMT	verrattain pitkälle maatunut, tummahko, mureneva sarapuuturve
mustikkaturvekangas I	mustikka- ja kangaskorpi	MT	melko pitkälle maatunut, tumma rahkapuuturve
mustikkaturvekangas II	ruohoinen sararäme ja -neva, varsinainen sarakorpi	MT	keskinkertaisesti maatunut rahkasaraturve
puolukkaturvekangas I	puolukkakorpi, korpi- ja kangasräme	VT	keskinkertaisesti maatunut rahkapuu- tai puurahkaturve
puolukkaturvekangas II	varsinainen sararäme ja -neva, tupasvillasararäme	VT	rahkasara- tai sararahkaturve
varputurvekangas	isovarpu-, tupasvilla- ja lyhytkorsiräme	CT	tupasvillarahkaturve
jäkäläturvekangas	rahka- ja keidasräme, rahka- ja lyhytkorsineva	CIT	lähes maatumaton rahkaturve

alustoja uudistamisen kannalta. Saraturpeet muodostuvat saravaltaisilla soilla sarojen juurista, juurakoista ja tyvitupista. Huonosti maatuneena ne ovat kuitumaisia ja siten uudistumisalustana ongelmallisia. Maatuneena saraturve on harmahtavan ruskehtavaa, ei muovailtavaa eikä liukasta. Kuivana se on huopamaista ja hajoaa hienoksi jauheeksi. Rahkasammalvaltaisilla soilla muodostuvissa rahkaturpeissa on puolestaan rahkasammalien lehtiä ja varsia sekä varpujen ja usein myös tupasvillan jäännöksiä. Heikosti maatuneena ne ovat oljenkeltaisia, maatuneena tummanruskeita, liukkaita ja muovailtavia. Kuivuessaan maatunut rahkaturve kovettuu ja kutistuu, mikä aiheuttaa ongelmia uudistamisessa.

## 2.7 Turpeen maatuneisuusasteen määrittäminen maastossa

Turpeen maatuneisuus vaikuttaa maanmuokkausmenetelmän valintaan turvemaidilla. Maatuneisuus voidaan maastossa määrittää käyttämällä von Postin kymmenluokkaista maa-



Mettälä/Erkki Oksanen

**Kuva 6.** Periaatepiirros ja valokuva turvemaiden kerroksista von Postin maatuneisuusasteen mukaan luokitettuna: KH = kangashumus, H4-H10 = maatumisasteet ja C = pohjamaa<sup>11</sup>.

tuneisuusasteluokitusta. Määrittämisessä turvetta puristetaan kädessä ja maatumisaste määritetään näytteestä erkanevan veden värin ja sameuden, kasvinjäännösten tunnistettavuuden, puristejäännöksen kimmoisuuden ja sormien välistä pusertuvan massan perusteella. Menetelmä on kehitetty maastokosteudessa olevien rahkaturpeiden tarkasteluun, mutta sitä käytetään myös muiden turvelajien maatumisasteen luokituksessa<sup>15</sup>. Maanmuokkausta suunniteltaessa riittää, että turpeet luokitellaan maatumisasteen perusteella maatumattomiin, kohtalaisesti maatumisiin ja hyvin tai pitkälle maatumisiin. Näiden ryhmien tunnusmerkit ovat<sup>11, 15</sup>.

*Maatumattomat* (von Postin luokat H1 – H3). Kasvinosat tai niiden jäännökset ovat täysin tai osittain tunnistettavissa, osa jäännöksistä voi olla väriltään tummuneita. Puristettaessa lähtee kirkasta tai sameaa vettä, mutta puristeneste ei ole puuromaista.

*Kohtalaisesti maatumet* (von Postin luokat H4 – H7). Kasvirakenne voi olla vielä jonkin verran tunnistettavissa tai se on epäselvää. Puristettaessa turve hajoaa osin tai suurimaksi osaksi puuromaiseksi massaksi ja alle puolet turveaineesta menee sormien välistä. Jäännöksen kasvirakenne on selvempi kuin puristamattoman turpeen.

*Pitkälle maatumet* (von Postin luokat H8 – H10). Kasvirakennetta ei voi juurikaan erottaa. Puristettaessa valtaosa tai kaikki turveaineesta menee sormien välistä. Jos vettä erotuu, se on vellimäistä ja hyvin tummaa.

## 2.8 Muut maaperän ominaisuudet maanmuokkauksen kannalta

Metsänuudistamisen ja maanmuokkauksen kannalta on hyödyllistä tarkastella minkälainen orgaaninen kerros on kivennäismaan päällä. Jos orgaaninen kerros on kangasmaalla paksu ja paikalle on syntynyt turvetta, kasvupaikka on yleensä kuivatuksen tarpeessa. Erityisesti rahkasammalien runsaus sekä turve- että kangasmailla viittaa puiden kannalta haitalliseen märkyyteen. Veden vaivaamalla kangasmailla kivennäismaan värisävy on yleensä harmaa myös muilla kuin hienoilla mailla.

Erittäin kivisillä kasvupaikoilla puiden juuret löytävät yleensä kivien ja lohkareiden välistä ja alta riittävästi irtomaata kasvaakseen normaalisti. Näillä kasvupaikoilla maanmuokaus on vaikeaa ja edellyttää usein maan siirtelyä tai jopa käsityövälinein tehtävää kevyttä muokkausta.

Ojitetuilla soilla, joilla ojat ovat huonokuntoisia, pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa. Tällaisilla kohteilla turpeen huokokset täyttyvät vedellä ja ilmanvaihto on huonoa, mikä rajoittaa puiden juurten kasvua. Märillä kohteilla on maanmuokkauksen yhteydessä huolehdittava myös vesitalouden järjestelystä.

# 3. Mihin muokkauksella pyritään?

---

## 3.1 Maankunnostuksen tavoitteet

### Vesitalous

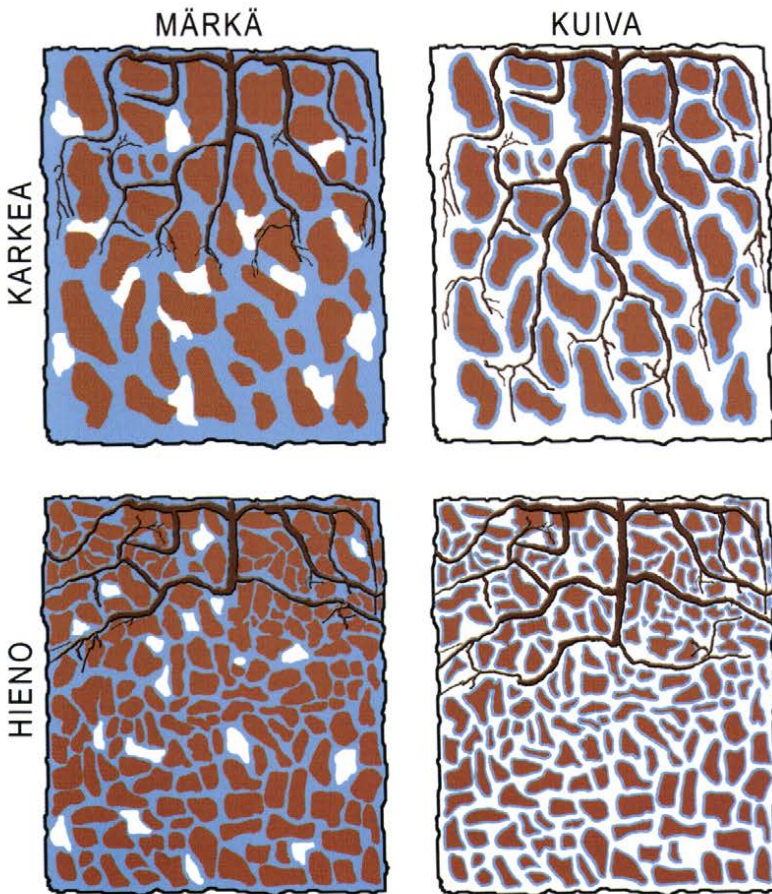
Taimen juuristo tarvitsee vettä ja happea toimiakseen ja kasvaakseen. Hienorakeisella kangasmaalla maarakeiden väliin jää vain vähän ilmatilaa, kun maan huokokset täyttyvät vedestä (kuva 7). Tällaisissa oloissa taimien juuret kärsivät helposti hapenpuutteesta.

Päätihakkuussa uudistusosalta poistetaan haihduttava puusto joko kokonaan tai osittain, jolloin maaperään jää aiempaa enemmän vettä ja pohjavesipinta voi nousta. Alavilla, hienorakeisilla uudistusaloilla vesitalousongelmia saattaa esiintyä etenkin keväisin lumensulamisesien kertyessä maahan. Tällaisilla aloilla ojituksella ja maanmuokkauksella taataan, että istutettujen taimien juuristo ei kärsi liiallisesta märkyydestä.

Kuivilla ja karuilla kangasmaiden kasvupaikoilla maalaji on usein hyvin vettä läpäisevää karkeaa ja keskikarkeaa maata. Näillä kohteilla maanmuokkauksen tarkoituksena on saada siemenille hyvät itämisolot. Paljaalla kivennäismaapinnalla siemenet pääsevät muokkaamatonta maata paremmin kosketukseen maaveden kanssa, jolloin ne pystyvät imemään itämisessä tarvittavan kosteuden maasta. Toisaalta kivennäismaahan sekoitettu humus lisää kasvualustan vedenpidätyskykyä ja parantaa näin siementen itämisolosuhteita. Kylvössä taimien itämisolosuhteita voidaan parantaa myös kylvökohdan pienkäsittelyllä. Siinä maahan tehdään pieniä painumia, jolloin kapillaariveden nousu paranee, haihdunta pienenee sekä siemenen kontakti maahan paranee<sup>1</sup>.

Turvemailla uudistamisen kannalta oleellista on paitsi pohjaveden pinnan taso, myös kangashumuskerroksen paksuus<sup>15</sup>. Pohjaveden pinta nousee haihduttavan puuston poiston seu-

rauksena. Ojien kuivatusteho voi olla heikko uudistuskyp-  
 sissä turvekankaan metsissä. Vuosikymmeniä sitten ojite-  
 tuille turvekankaille on kertynyt paksu kangashumuskerros.  
 Kangashumus kuivuu helposti ja se myös katkaisee kapil-  
 laarisen vedennousun pohjavedestä. Tämä on ongelmallista  
 siementen itämisen tai taimien alkukehityksen kannalta.  
 Vanhoilla ojitusalueilla maanmuokkauksen tavoitteena on  
 varmistaa siemenille ja taimille toisaalta riittävä kuivatus,  
 mutta samalla riittävä veden saatavuus pohjavedestä myös  
 kuivina kausina. Menetelmän valintaan vaikuttaa silloin se,  
 tarvitseeko vain vedennousua estävä kangashumuskerros  
 poistaa vai tarvitaanko myös lisäkuivatusta.



**Kuva 7.** Ilmatilan määrä karkeilla ja hienojakoisilla mailla, kun maa on märkää (vas.) ja kuivaa (oik.).

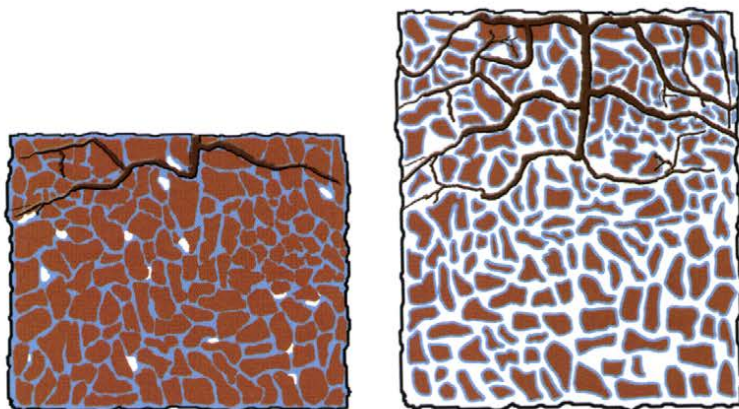
## Maan tiiviys

Tiiviissä maassa on pieni huokostila. Lisäksi huokokset ovat pieniä ja heikosti ilmaa johtavia (kuva 8), jolloin juuriston hapen saanti on huonoa. Tiivis maa lämpenee kuohkeaa maata hitaammin. Hyvin tiivis kivennäismaa estää myös mekaanisesti juuriston kasvua heikentäen taimien ankkuroitumista maahan.

Metsämaan tiiviys voi rajoittaa pienten taimien kasvua. Suomalaiset metsämaat ovat luonnostaan tiiviitä ja päätehakkuun koneellisen korjuun yhteydessä maa voi tiivistyä entisestään. Maanmuokkauksella tiiviyttä voidaan vähentää, joskin on varottava, ettei taimen kasvualusta jää liian löyhäksi ja taimi ei pysty ankkuroitumaan maahan.

## Maan lämpötila

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



**Kuva 8.** Periaatekuva huokosten jakautumisesta tiivistyneessä (vas.) ja kuohkeassa maassa (oik.). Tiivistyneessä maassa on samankokoiset maarakeet, mutta pienemmät huokokset, vähemmän tilaa ilmalle ja pinnallisempi juuristo kuin kuohkeassa maassa.

tyä etenkin keväisin, sillä mitä nopeammin maa lämpenee, sitä nopeammin saavutetaan juurten kasvulle suotuisa lämpötila.

## Ravinnetila

Taimet tarvitsevat kasvaakseen ravinteita. Taimille käyttökelpoisia ravinteita on kangasmailla eniten humuskerroksessa ja aivan kivennäismaakerroksen pintaosassa<sup>12</sup>.

Päätehakuun jälkeen taimille käyttökelpoisten ravinteiden määrä uudistuslalla lisääntyy, kun puuston ravinteidenotto on vähäistä ja hakkuusta häiriintynyt muu kasvillisuus ei sido hakkuutähteistä vähitellen vapautuvia ravinteita. Tämä vaihe kestää muutaman vuoden, minkä jälkeen pintakasvillisuus ja kehittyvä taimikko sitovat vapautuvia ravinteita. Niissä muokkausmenetelmissä, joissa humuskerros tai joissain tapauksissa kaksoishumuskerros jäävät kivennäismaan alle, muokkaus lisää paikallisesti taimien käytettävissä olevia ravinteita muutaman vuoden ajan<sup>12</sup>. Maanpintaa paljastavissa menetelmissä, joissa poistetaan vain humus- ja huuhoutumiskerrokset, ravinteita runsaimmin sisältävä kerros poistetaan. Näissä menetelmissä kivennäismaan paljastamisen muut taimien alkukehitystä nopeuttavat ja uudistamistulosta varmistavat edut puoltavat niiden käyttöä.

## 3.2 Metsänhoidolliset tavoitteet

Maanmuokkauksella luodaan suotuisat olosuhteet taimien alkukehitykselle. Muokkausjäljessä siementen itäminen on varmempaa ja taimien kasvu on parempaa kuin muokkaamattomassa maassa, jolloin taimikko vakiintuu nopeasti. Maanmuokkaus vähentää myös pintakasvillisuuden kilpailua ja muita tuhoriskejä.

### Pintakasvillisuuden kilpailun vähentäminen

Taimet kilpailevat pintakasvillisuuden kanssa kasvutilasta, valosta, vedestä ja ravinteista. Pintakasvillisuus saattaa tukahduttaa taimet alleen tai vaurioittaa niitä mekaanisesti kaatuessaan taimien päälle. Muokkausjäljessä taimia ym-



päröivä alue on vapautettu pintakasvillisuudesta, jonka aiheuttamat haitat vähenevät muokkausmenetelmästä ja kohteen viljavuudesta riippuen 1 – 3 vuodeksi Etelä- ja 3 – 5 vuodeksi Pohjois-Suomessa.

Viljavilla kasvupaikoilla pintakasvillisuuden kasvu on päätehakkuun jälkeen nopeaa. Näillä aloilla muokkauksen tavoitteena on saada taimet ympäristöään korkeammalle, jolloin ne eivät jää niin helposti pintakasvillisuuden alle. Menetelmät, joissa vain pintamaa poistetaan ja taimen kasvupaikka on ympäristön tasolla tai sitä alempana, jää muokkausjäljen pintakasvillisuuden kasvua ehkäisevä vaikutus lyhytaikaisemmaksi.

Muokkausjälki, jossa kangashumuskerros on poistettu, on hyvä siementen itämisalusta. Tästä hyötyvät sekä havu- että lehtipuut. Muokkauksen tavoitteena on rikkoa maanpintaa riittävästi uuden halutun puuston kehityksen turvaamiseksi, mutta rikkoa kuitenkin mahdollisimman vähän liiallisen leh-



**Kuva 9.** Äestyksessä (vas.) paljastuu kivennäismaata enemmän kuin esim. laikumätästyksessä (oik.). Äesvakoon syntyy enemmän lehtipuuvesakkoa kuin laikumätästysjälkeen.

**Taulukko 3.** Esimerkkilaskelma rikotun maanpinnan osuudesta eri muokkausmenetelmissä ja erilaisilla viljelytiheyksillä. Laikkumätästyksessä syntyneen laikun pinta-ala on oletettu samaksi kuin mättään. Navero- ja ojitusmätästyksessä rikottua pintaa on myös naveroissa ja ojissa, samoin kuin äestyksessä ja laikutuksessa käännettyä humus- ja kivennäismaa pintaa, mutta niitä ei ole huomioitu laskelmassa.

Menetelmä	Muokkausjäljen		Viljelytiheys kpl/ha		
	leveys, m	pituus, m	2000	2500	4000
Äestys, kylvö	0,6	4500 m/ha			27*
Laikutus	0,7	0,7	10	12	20
Kääntömätästys	0,8	0,6	10	12	
Laikkumätästys	0,8	0,6	19	24	
Navero- ja ojitusmätästys	0,8	0,8	13	16	

\*rikotun pinnan osuus ei riipu viljelytiheydestä

tipuuston syntymisen estämiseksi (kuva 9). Äestyksessä rikottua pintaa syntyy eniten, laikutuksessa ja kääntömätästyksessä vähiten (taulukko 3).

Hieskoivuja syntyy ojitetuille turvekankaille sitä helpommin mitä runsasravinteisempi turvekangastyyppejä on kyseessä<sup>15</sup>. Turvemaidella haihduttavan puuston poiston seurauksena pohjavesipinnan taso nousee ja siitä hyötyvät erityisesti hieskoivut. Turvekankailla hieskoivuvesakon syntymistä ehkäistään parhaiten hoitamalla vesitalous kuntoon. Lisäksi kohoumille, joiden pinta kuivahtaa, hieskoivua syntyy vähemmän.

## Tuhot

Maanmuokkauksella vähennetään taimien alttiutta *tukkimiehentäin* tuhoille. Tukkimiehentäin syöntiriski vähenee, kun taimen ympärillä on vähintään 15 cm leveä yhtenäinen kivennäismaa-alue<sup>14</sup>. Jos muokkausjäljen pinta on humusta tai kivennäismaahan on sekoittunut runsaasti humusta, tukkimiehentäin syöntiriski kasvaa, mutta se on silti pienempi kuin muokkaamattomalla maalla<sup>14</sup>. Muokkauksen tukkimiehentäin tuhoilta suojaava vaikutus vähenee, kun muokattu pinta vanhenee ja peittyy karikkeella ja pintakasvillisuudella<sup>14</sup>. Siksi istutus tai kylvö on tehtävä tuoreeseen muokkausjälkeen.

*Myyrätuhojen* riski vähenee myös maanmuokkauksen seurauksena. Maanmuokkauksen hyödyt korostuvat pellonmetsityksessä, kun myyrätuhoriski ja pintakasvillisuuden kilpailu vähenevät. Pellonmetsityksessä tarvitaan maanmuokkauksen lisäksi usein kemiallista pintakasvillisuuden torjuntaa sekä turvemaapelloilla ravinnetalouden hoitoa<sup>15</sup>.

Kohoumia tekevällä maanmuokkauksella voidaan vähentää jonkin verran *hallatuhoja*. Kylmä ilma valuu raskaampana painanteisiin ja mättäällä oleva taimi on paremmin suojassa lievilta haloilta. Muokkausjäljissä, joissa taimi on ympäristön tasalla tai sitä alempana, hallalta suojaavaa vaikutusta ei ole.

Kohoumat routaantuvat helpommin ja syvemmältä kuin maanpinnan tasalla olevat muokkausjäljet. Lisäksi lumi sulaa kohoumilta nopeammin kuin maanpinnan tasalta tai kuopista. Näiden seurauksena taimi altistuu *ahavatuhoille* sitä herkemmin, mitä korkeammalla muusta ympäristöstä se on.

Hienorakeisilla mailla maanmuokkaus saattaa lisätä *roustetuhoja*. Maan toistuva jäätyminen ja sulaminen voi nostaa huonosti juurtuneet taimet ylös maasta. Roustetuhoja voidaan välttää istuttamalla taimet mättäillä syvempään<sup>22</sup> ja välttämällä syysistutuksia roustealttiilla kasvupaikoilla. Alkukesällä istutetut taimet ehtivät juurtua ennen syksyä, jolloin roustetuhojen riski pienenee.

### Työn helpottuminen

Maanmuokkaus helpottaa viljelytyötä. Sekä istutus että kylvö helpottuvat, kun maanpintaa on rikottu. Istutustyön laatu on myös parempaa muokatulla kuin muokkaamattomalla maalla. Nämä tekijät yhdessä alentavat taimikon perustamiskustannuksia, kun tarkastellaan kokonaisuutta taimikon perustamisesta taimikonhoitoon saakka.

# 4. Tavallisimmat muokkausmenetelmät

---

## 4.1 Maanpintaa paljastavat menetelmät

### Äestys

Äestyksessä tehdään jatkuvaa kivennäismaata paljastavaa muokkausjälkeä, johon jätetään muokkaamattomia katkoja. Äestys tehdään yleensä metsätraktoriin kytkettävän äkeen muokkauslautasilla, joiden väliä, lautasten kulmaa, muokkaussyvyyttä sekä pyörimisnopeutta voidaan säätää (hydraulisesti pyörivät lautaset) (kuva 10). Äestystä käytetään vain kangasmailla. Kylvään ja luontaisesti uudistettavilla kohteilla humusta on hyvä jättää jonkin verran äesjälkeen. Sen sijaan istutuskohteilla tavoitteena on puhdas kivennäismaapinta.

Metta/Erkki Oksanen



Metta/Erkki Oksanen



**Kuva 10.** Äestystä metsätraktorin vetämillä muokkauslautasilla (yllä) ja valmiita äesvakoja, joissa paljastettuun kivennäismaapintaan on jätetty jonkin verran humusta (alla).

## Laikutus

Laikutuksessa humus poistetaan laikuttain kivennäismaan pinnalta (kuva 11). Kylväen ja luontaisesti uudistettavilla kohteilla humusta voi joissain kohdissa jäädä laikkuun. Turvemailla laikutuksella poistetaan elävä sammalkasvusto ja suurin osa kangashumuskerroksesta ja paljastetaan taimettumisen kannalta hyvä turvepinta (kuva 12).

Kangasmaalla laikkuja voidaan tehdä kaivinkoneella kauhan kärjellä, muokkauslevyllä tai jatkuvatoimisilla laikku-reilla. Kylvöä ja luontaista uudistumista varten kynsillä varustetulla kauhalla saadaan itämisen kannalta hyviä laikkuja. Turvemailla laikut on tehtävä tasaisella kauhan kärjellä tai erikseen turvemaille tehdyllä terävsärmäisellä levyllä.

Metta/Erkki Oksanen



Metta/Erkki Oksanen



**Kuva 11.** Laikutusta kaivinkoneen kauhan kärjellä (yllä) ja valmiita laikkuja, joissa humus on poistettu kivennäismaan pinnalta (alla).



Markku Saarinen

**Kuva 12.** Turvekankaalle tehty laikku, jonka pinnassa on jonkin verran kangashumusta.



## Säätöauraus

Säätöaurauksessa (vaotuksessa) poistetaan humus ja osa pinta-  
tamaasta, jolloin muokkausjälki muistuttaa piennaraurausta  
(kuva 13). Säätöaurauksessa ei aina synny palleauraukselle  
tyypillistä kohoumaa, joka sisältäisi kaksinkertaisen humus-  
kerroksen. Säätöaurausta käytetään Pohjois-Suomessa istu-  
tettaessa korkeiden alueiden soistuneita, paksuhumuksia ja  
tiivispohjaisia viljavia maita.



Timo Saksa

**Kuva 13.** Valmis säätöaurausvako Kuusamossa. Taimet istutetaan palteeseen, ja jos palletta ei synny, pientareelle (jätkänpolku) mahdollisimman kauas vaosta.

## 4.2 Kohoumia muodostavat menetelmät

### Kääntömätästys

Kivennäismaiden kääntömätästyksessä muokkaus tehdään tarkoitusta varten tehdyllä kaivinkoneen kauhalla (kuva 15). Kauhalla otetaan maata, joka pudotetaan kääntäen samaan kuoppaan, josta se on otettu. Näin tehden kivennäismaa muodostaa pinnan ja humus jää pääosin kuopan pohjalle (kuva 15). Vastaavasti turvemaiilla turve käännetään ylösalaisin samaan kuoppaan niin, että elävä sammalkasvusto ja kangashumus jäävät kuopan pohjalle ja muokkausjäljen pintaan tulee syvempien kerrosten osittain maatunutta turvetta. Kääntömätästyksessä syntyvä 'kohouma' painuu pian muokkauksen jälkeen maanpinnan tasolle (kuva 14).



Miettä/Erkki Oksanen

**Kuva 14.** Valmiita kääntömättäitä heti muokkauksen jälkeen kuvattuna.



**Kuva 15.** Kääntömätästyksen työvaihteita. Yläkuvassa kääntömätästyksen kehitetyn kauhan kärjellä otetaan tarvittava maakerros. Alakuvassa kauha kääntää otetun maan ylösalaisin samaan kuoppaan, jolloin humus tulee pohjalle ja kivennäismaa pinnalle.

## Laikkumätästys

Laikkumätästyksessä kohouma tehdään kääntämällä kaivinkoneen tasapohjaisella kauhalla tai muokkauslevyllä vedetty maa muokkaamattoman maan pinnalle (kuva 16 ja 17). Laikkumätästyksessä käytettävät kauhat ja levyt eivät saa olla tarpeettoman leveitä. Kangasmaiden istutuksiin tavoitteena on saada mättään pinta kivennäismaasta. Mättääseen ei saa jäädä hakkuutähteitä. Mättään kerrosten välissä oleva hakkuutähde jättää helposti humuskerrosten väliin ilmakerroksen, joka estää veden kapillaarisen nousun pohjamaasta mättään pintaosiin ja lisää mättään kuivumisriskiä. Hyvissä olosuhteissa (esim. kannonnosto- ja hakkuutähteen keruualueet) myös jatkuvatoimisilla mätästäjillä voidaan tehdä laikkumättäitä.



Metta/Erkki Oksanen

**Kuva 16.** Muokkauslevyllä tehtyjä laikkumättäitä heti muokkauksen jälkeen.



**Kuva 17.** Laikkumätästystä muokkauslevyllä. Yläkuvassa maakerros irroteaan levyllä maasta. Alakuvassa irrotettu maakerros käännetään koskemattomalle maalle siten, että humuskerros jää alle ja kivennäismaa pinnalle.

## Naveromätästys

Naveromätästyksessä syntyy matala 20 – 30 cm syvä vako, jonka maaperää kuivattava vaikutus on vähäinen eikä sillä johdeta vettä pois uudistusosalta (kuva 18). Mättäät tehdään naverosta otetusta maasta pudottamalla mättääseen tarvittava määrä maata koskemattoman maan päälle. Yhdestä kauhallisesta tulee useimmiten useita mättäitä. Mättäät sijoitetaan tasaisesti naveron molemmin puolin suotuisiin kohtiin (ei kantojen tai hakkuutähdekasojen päälle). Syntyvistä mättäistä käytetään nimitystä ojamätäs.

Meitla/Erkki Oksanen



Meitla/Erkki Oksanen



**Kuva 18.** Naveromätästystä kaivinkoneen kauhalla (yllä) sekä matala navero ja siitä tehtyjä ojamättäitä (alla).

## Ojitusmätästys

Ojitusmätästyksen tavoitteena on parantaa kohteen vesitaloutta ja tehdä metsänuudistamiseen tarvittava maanmuokkaus (kuva 19). Kuivatusojilla vedet johdetaan uudistusosalta pois, jolloin niiden on oltava riittävän, mutta ei liian syviä. Ojituksessa koottavat valumavedet johdetaan pintavaluntana muokkaamattoman suodatusvyöhykkeen läpi pois uudistusosalta. Kuivatusojien lisäksi tarvitaan matalampia navenoita, jotta saadaan maata riittävään mätäsmäärään. Maalajista riippuen ojamättäitä tehdään joko vain ojan pintamaasta tai koko ojan syvyydeltä otetusta maasta. Jos syvempien kerrosten maalajina on hiesu tai savi, matalat ojamättäät tehdään vain pintamaasta ja syvempien kerrosten ylimääräinen taimien menestymisen kannalta huono maa läjitetään. Mättäät tehdään pudottamalla mättäaseen tarvittava määrä maata koskemattoman maan päälle. Myös ojitusmätästyksessä syntyvistä mättäistä käytetään nimitystä ojamätäs.

Turvemailla ojamättäät tehdään kivennäismaasta tai turpees-  
ta riippuen turvekerroksen paksuudesta, turvelajista, sen  
maatuneisuusasteesta ja turpeen alla olevan kivennäismaan



Metta/Erkki Oksanen

**Kuva 19.** Ojitusmätästystä turvemaalla, matala oja ja siitä tehtyjä ojamättäitä.



raekoostumuksesta. Ohutturpeisilla kohteilla (turpeen paksuus alle 30 cm) ojamättäät pyritään tekemään niin, että niiden pinta on kivennäismaata (kuva 20). Jos pohjamaa on savea tai hiesusavea, ojamättäät tehdään pintaturpeesta niin, että mättään pinnalle tulee mahdollisimman vähän hienoja maalajeja. Paksuturpeisilla kohteilla ojamättäät pyritään tekemään multamaisen mururakenteisista turpeista ja välttämään kiinteitä ja sitkeitä tai kuitumaisia turvelajeja.



Markku Saarinen

**Kuva 20.** Turvekerroksen paksuudesta riippuen ojamättäät tehdään pintaturpeesta tai niin, että ojamättään pintaan tulee turpeen alla olevaa kivennäismaata.

# 5. Hyvän muokkausjäljen kriteerit ja muokkausmenetelmän valinta

---

## 5.1 Valintakriteerit

Yhtä kaikille uudistusaloille sopivaa maanmuokkausjälkeä ja muokkausmenetelmää ei ole olemassa. Hyvän muokkausjäljen vaatimukset vaihtelevat kasvupaikan, maaperän, kaltevuuden, uudistusalan vesitalouden, kohteen maantie-



Mettli/Erkki Oksanen

**Kuva 21.** Maanmuokkausmenetelmä on valittava uudistusalan ominaisuuksiensa mukaan. Vasemmalla muutaman vuoden ikäinen äestysala, keskellä navetromätästystä ja oikealla laikkumätästystä. Vaaleat laikut keskellä olevassa kuviossa ovat ojamättäitä.

teellisen sijainnin, uudistamismenetelmän ja puulajin mukaan (kuva 21).

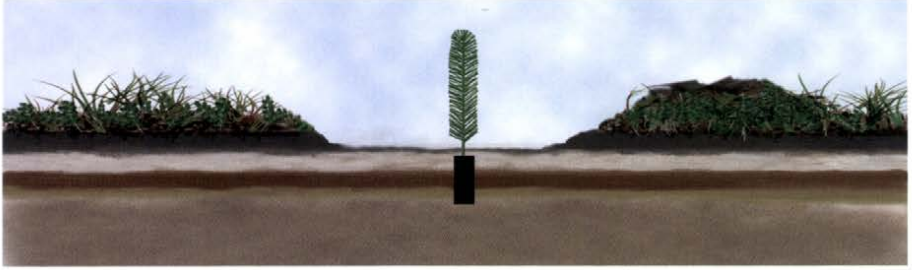
Hakkuun jälkeen maanmuokkaus on hyvä tehdä mahdollisimman nopeasti. Viivästyttämisen seurauksena pintakasvillisuuskilpailu lisääntyy<sup>13</sup>. Vaikka tukkimiehentäikanta on suurimmillaan parin ensimmäisen hakkuun jälkeisen vuoden aikana, pystytään niiden tuhoja vähentämään hyvällä maanmuokkauksella ja taimien kemiallisella torjunta-ainekäsittelyllä<sup>14</sup>. Useimmat uudistusalat voidaan muokata juuri ennen viljelyä tai sitä edeltävänä vuonna. Erityisesti hiesuja savimailla ojitusmätästys on hyvä tehdä viljelyä edeltävänä syksynä, jotta mättäät ehtivät painua ja tasoittua talven aikana.

## 5.2 Kuivahkot ja kuivat kankaat sekä vastaavat turvemaat - männyn uudistaminen

Kuivahkot ja kuivat kankaat ovat pääasiassa männyn kylvön tai luontaisen uudistamisen kohteita, joilla pintakasvillisuuden rehevöityminen on vähäistä hakkuun jälkeen. Kun kohteen maalaji on karkeaa tai keskikarkeaa ja maaperän vesiolot ovat kunnossa, suositeltavin maanmuokkausmenetelmä on *äestys*<sup>18</sup>. Äestys ei sovellu muokkausmenetelmäksi turvemaille. Muokkausjäljellä parannetaan siemenen yhteyttä kivennäismaahan kosteuden lisäämiseksi siementen itämisen ja taimien alkukehityksen turvaamiseksi. Muokkausjälkeen syntyvien tai erillisillä lisälaitteella tehtävien kolojen (pienmuotojen) avulla kosteusoloja voidaan edelleen parantaa<sup>1</sup>. Jos alue istutetaan, maanmuokkauksella helpotetaan istutustyötä.

## Hyvän äesjäljen kriteerit

- Paras muokkausajankohta on viljelyvuonna, mutta se voidaan tehdä jo edeltävänä syksynä.
- Äestyskohteista konekylvökohteet muokataan keväällä ensin, muut kohteet äestetään niiden jälkeen.
- Luontaiseen uudistamiseen tähtäävässä ketjussa maanmuokkaus on ajoitettava hyvää siemensatoa edeltävään syksyyn tai varhaiskevääseen.
- Äestyksessä poistetaan humuskerros ja paljastetaan kivennäismaan pinta (kuva 22).
- Kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa äesjälkeen tulisi jäädä osin myös humusta.
- Äesvaon syvyys on 5 – 10 cm, mitä paksumpi humuskerros, sitä syvempi vako.
- Äesvaon leveys on 60 – 80 cm, karummalla kasvupaikalla riittää kapeampi jälki.
- Äestysjälkeen tulee jättää veden virtausta vähentäviä katkoja erityisesti rinteissä.
- Rinteessä äestys tehdään mahdollisimman vähän korkeuskäyriä leikaten.
- Kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa pyritään 4000 – 5000 taimen perustamistiheyteen hehtaarilla. Tämä edellyttää
  - 4000 – 5000 metriä äesjälkeä hehtaarille (etäisyys taimesta toiseen 1 m äesjäljessä)
  - 1,8 – 2 m äesvakojen (äeslautasten) välimatkaa
  - 4 – 5 m ajolinjaväliä
- Siemenet kylvetään tuoreeseen muokkausjälkeen keväällä tai jos alue on muokattu syksyllä, siemenet kylvetään seuraavana keväänä heti lumen sulamisen jälkeen
- Männyn istutuksessa kuivahkolla kankaalla pyritään Etelä-Suomessa 2000 – 3000 ja Pohjois-Suomessa 2000 – 2500 taimen perustamistiheyteen. Tämä edellyttää
  - 5000 metriä äesjälkeä hehtaarille (etäisyys istutustaimesta toiseen 1,7 – 2 m äesjäljessä)
  - 1,8 – 2 m äesvakojen välimatkaa
  - 4 m ajolinjaväliä



Metsä/Erkki Oksanen

**Kuva 22.** Periaatepiirros (yllä) ja poikkileikkauskuvat (alla) äesjäljestä. Taimi istutetaan 2 – 3 cm syvyyteen vaon keskelle, jolloin sen riski tuhoutua tukkimiehentäin syöntein tai kaatuvan pintakasvillisuuden alla pienenee. Siemenet taas kylvetään noin 10 cm päähän äesvaon reunasta.

Kuivahkon ja kuivan kankaan kohteita voidaan myös *laikuttaa*. Laikutuskohteilla maalajin tulee olla keskikarkeaa tai karkeaa ja maaperän vesiolosuhteiden kunnossa<sup>18</sup>. Laikutus on mahdollista kivisemmissä kohteissa kuin äestys. Samoin kohteilla, joissa osalla aluetta tarvitaan kaivinko-

### Hyvän laikutusjäljen kriteerit

- Kangasmailla paras muokkausajankohta on viljelyvuonna, mutta muokkaus voidaan tehdä jo edeltävänä syksynä.
- Työmaita ketjutettaessa konekylvökohteet on laikutettava ensimmäisenä keväällä, muut kohteet myöhemmin.
- Luontaiseen uudistumiseen tähtäävässä uudistamisessa maanmuokkaus on ajoitettava hyvää siemensatoa edeltävään syksyyn tai varhaiskevääseen.
  
- Laikutuksessa poistetaan
  - kangasmailla humuskerros ja paljastetaan kivennäismaan pinta (kuva 23).
  - turvemailla elävä sammalkasvusto ja paljastetaan turvepinta.
- Laikun pintaan voi kylvön ja luontaisen uudistamisen aloilla osittain jäädä
  - kangasmaalla rikottua humuspintaa.
  - turvemailla kangashumusta.
- Kivennäismaan/turpeen turhaa poistamista on vältettävä.
- Laikun syvyys on 5 – 10 cm riippuen humus/kangashumuskerroksen paksuudesta.
- Laikun pituus ja leveys kaivinkoneella tehtäessä 60 – 70 cm.
- Laikun pituus ja leveys jatkuvatoimisella laitteella noin 50 x 50 cm.
  
- Kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa pyritään 4000 – 5000 taimen perustamistiheyteen hehtaarilla, jolloin tavoitteena on
  - kaivinkoneella 4000 laikkua hehtaarille.
  - jatkuvatoimisella laikkurilla 4000 – 5000 laikkua hehtaarille.
- Siemenet kylvetään tuoreeseen muokkausjälkeen keväällä tai syysmuokkauksessa seuraavana keväänä heti lumen sulamisen jälkeen.
- Käsin kylvössä laikkupinta rikotaan (pienkäsittely) ja siemenet kylvetään noin 10 cm päähän laikun eteläisestä humusreunasta suojaan paahteelta Etelä-Suomessa ja pohjoisreunaan mahdollisimman lämpimään kohtaan Pohjois-Suomessa.
  
- Istutusta varten tavoitteena on 2500 laikkua hehtaarille.
  - Yhteen laikkuun istutetaan yksi taimi.
  - Taimi istutetaan laikun keskelle 2 – 3 cm syvyyteen.

netta vesitalouden järjestelyyn ja muokkaukseen, on järkevää muokata kohteen kuivempikin osa samalla laitteella. Turvemailla laikutus sopii puolukka- ja varputurvekankaille. Niillä laikutus tehdään kunnustusojituksen yhteydessä kaurilaikutuksena. Liian suurien laikkujen tekemistä tulee välttää siemensyntyisen lehtipuuston syntymisen minimoimiseksi.

Maaperältään hienoilla, vettä huonosti läpäisevillä kohteilla tai muutoin soistuneilla tai vedenvaivaamilla kuivahkon tai kuivan kankaan kohteilla tarvitaan laikku-, ojitus- tai naveromätästystä ja silloin kohde yleensä istutetaan männylle. Muokkauksen tavoitteena on valmistaa 2500 – 3000 viljelypistettä hehtaarille.



Metta/Erkki Oksanen

**Kuva 23.** Yläkuva on periaatepiirros laikutusjäljestä sivusuunnassa. Alakuvassa on laikun poikkileikkaus kauhan vetosuunnasta kuvattuna. Taimi istutetaan laikkuun vähintään 15 cm etäisyydelle laikun reunasta, jolloin sen riski tuhoutua tukkimiehentäin syöntiin tai pintakasvillisuuden alle pienenee.

### 5.3 Tuoreet ja lehtomaiset kankaat sekä vastaavat turvemaat - kuusen uudistaminen

Tuoreet kankaat ja sitä viljavammat kangasmaat, joiden maalaji on keskikarkeaa ja sitä hienompaa, ovat kuusen kasvupaikkoja. Maalajiltaan karkeat viljavat kangasmaat pidättävät huonosti vettä, eivätkä siten yleensä sovellu juuristoltaan pinnalliselle kuuselle. Näillä kohteilla voi vaihtoehtoisesti viljellä mäntyä, jolloin maa muokataan äestäen tai laikuttaen. Kuusen kasvupaikoilla pintakasvillisuuden kilpailusta, maan vesiolosta ja tukkimiehentäin syönnistä aiheutuvat ongelmat ovat suurimmat taimien menestymistä uhkaavat tekijät. Turvemaista ruoho- ja mustikkaturvekankaat ovat kuusen kasvupaikkoja. Niillä turvelajeina ovat eriasoisesti maatuneet puu- ja saraturpeet.

#### Hyvän laikkumättään kriteerit

- Paras muokkausajankohta on viljelyvuonna, mutta se voidaan tehdä jo edeltävänä syksynä.
- Tehdään kääntämällä maa muokkaamattomalle maalle (kuva 24).
  - Laikkumätäs tehdään vain humuksesta ja kivennäismaan pintaosista (5 – 10 cm).
- Mättään sisälle jää kaksinkertainen humuskerros, mutta sen sisään ei saa jäädä hakkuutähteitä.
- Mättään pinnalla on 5 – 10 cm paksu ja koko mättään peittävä kivennäismaakerros.
  - Mättään peittävän kivennäismaamäärän saamiseksi laikun pituutta lisätään, ei syvyyttä.
  - Tavoitteena on saada taimen juuristo kaksinkertaiseen humuskerrokseen, jolloin kivennäismaakerroksen paksuus vaikuttaa istutussyvyyteen; istutussyvyys on kuitenkin aina vähintään 5 cm.
- Mättään korkeus on 15 – 20 cm keskikarkeilla mailla ja 5 – 10 cm hienorakeisilla mailla.
- Mättään leveys 50 – 60 cm ja pituus 60 – 80 cm.
- Tavoitteena on 1800 – 2200 mätästä hehtaarille
- Kivet, kannot ja hakkuutähte heikentävät mättäiden laatua, joten jatkuvatoimisilla mätästäjillä muokattaessa mättäiden tavoitemäärän on oltava suurempi riittävän istutuskelpoisten mättäiden saamiseksi.
- Yhteen mättääseen istutetaan vain yksi taimi.



Kuusen uudistusaloilla maanmuokkausmenetelmäksi soveltuvat parhaiten erilaiset mätätysmenetelmät, joissa taimien kasvualusta on hieman ympäristöönsä korkeammalla. Keskkikarkeilla maalajeilla, joilla ei ole vesitalouden järjestelytarvetta, muokkausmenetelmiksi soveltuvat *laikku-* tai *kääntömätätys*. Laikkumätätystä ei yleensä käytetä turvemailla.

Hienorakeisilla hiesu- ja savimailla muokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat maan vesiolot. Vesitalouden järjestelytarpeen toteamiseksi uudistettavalla kuviolla on hyvä käydä keväällä; jos lumen sulamisvedet kertyvät maahan, vesitalousongelmia esiintyy varmasti päätehakkuun jälkeen. Toinen merkki vesitalousongelmista sekä kangas- että turvemailla on rahkasammalien esiintyminen. Kun kohteella ei ole vesitalouden järjestelytarvetta, muokkausmenetelmäksi soveltuu *laikkumätätys*, muttei *kääntömätätys*.



Mettlä/Erkki Oksanen

**Kuva 24.** Periaatepiirros (yllä) ja poikkileikkauskuva (alla) laikkumätätystä. Poikkileikkauskuvassa paakku on merkitty punaisella lapulla.

## Hyvän kääntömättään kriteerit

- Paras muokkausajankohta kivennäismailla on viljelyvuonna, mutta se voidaan tehdä jo edeltävänä syksynä.
- Routivat maat kannattaa muokata edeltävänä syksynä.
- Kääntömättäs tehdään kääntämällä maa ylösalaisin samaan kuoppaan, josta se otetaan (kuva 25).
- Mättään pinnalla on yhtenäinen 5 – 10 cm paksu kivennäismaakerros.
- Mättääseen jää yksinkertainen humuskerros; mättään keskelle istutetun taimen juuripaakku olisi saatava humuskerrokseen.
- Mättään leveys 50 – 60 cm ja pituus 60 – 80 cm.
- Tavoitteena on 1800 – 2200 muokkausjälkeä hehtaarille.



Metta/Erkki Oksanen

**Kuva 25.** Periaatepiirros (yllä) ja poikkileikkauskuva (alla) kääntömättästä.

Laikkumättäistä tehdään kuitenkin matalampia (korkeus vain 5 – 10 cm) kuin maalajiltaan keskikarkeilla kohteilla. Ta-  
voitteena on vähentää taimien roustevaurioriskiä.

Hienorakeisilla hiesu- ja savimailla veden liikkuvuus on yleensä hyvin heikkoa, ja vesitalouden järjestely on usein tarpeen. Näillä kohteilla muokkausmenetelmäksi soveltuvat *navero- ja ojitusmätästys*. Viljavimmat turvemaat ovat kuusen kasvupaikkoja, jolloin niillä tarvitaan kohoumia teke-  
viä muokkausmenetelmiä pintakasvillisuuskilpailun vähen-  
tämiseksi. Ojitetuilla turvemailla uudistamisen yhteydessä on usein kunnostettava kuivatusojat ja tarvittaessa tehtävä täydentävää vesitalouden järjestelyä. Soveltuvin muokkausmenetelmä on *ojitusmätästys*.

Kivisillä kuusen kasvupaikoilla käytetään maan vesiolojen mukaan joko navero-, ojitus- tai laikkumätästystä. Kivisyys vaikeuttaa muokkausta ja heikentää usein muokkausjäljen laatua. Kaikkein kivisimmillä kohteilla, joilla vesitalous on kunnossa, joudutaan muokkaus tekemään usein laikuttaen. Viljavimmilla lehtomaisilla kankailla ja lehdoissa maanmuokkausta ei tarvita, jos pintakasvillisuuden torjunta hoidetaan tehokkaasti muulla tavoin (esim. kemiallinen heinätorjunta), käytetään kookkaita istutustaimia eikä uudistus-  
alalla ole suurta tukkimiehentäin syöntiriskiä. Luonnollisesti kohteen vesitalouden tulee tällöin olla kunnossa.

## Hyvän ojamättään kriteerit kangasmailla

- Paras muokkausajankohta on viljelyä edeltävänä syksynä (kuva 27).
- Navero- ja ojitusmätästyksessä maa otetaan vaosta tai ojan pintamaasta ja mätäs tehdään humuspitoisesta pintamaasta, kuitenkin niin, että mättään pinta on kivennäismaata (kuva 26).
- Erityisesti, jos ojitusmätästyksessä syvemmät maakerrokset ovat pintamaata hienorakeisempaa (esim. savea), mättäät tehdään ainoastaan pintamaasta ja syvempien kerrosten ojamaa läjitetään, mutta läjiin ei istuteta taimia.
- Naverovaon syvyys on yleensä 20 – 30 cm.
- Ojitusmätästyksessä kuivatustarve ja kuvion maanpinnan muodot sanelevat ojien syvyyden.
- Mättään korkeus 5 – 20 cm (mitä hienorakeisempi maalaji sitä matalampi mätäs).
- Mättään pituus ja leveys 60 – 80 cm.
- Hienorakeisella maalla taimen juuripaakun tulisi istutettaessa yltää mättään alla olevaan humuskerrokseen, muilla maalajeilla olevilla kohteilla vähimmäisistutussyvyys on 5 cm.
- Tavoitteena on 1800 – 2200 mätästä hehtaarilla.

## Hyvän ojamättään kriteerit turvemilla

- Paras muokkausajankohta on viljelyä edeltävänä syksynä.
- Ohutturpeisilla kohteilla, joilla turpeen paksuus on korkeintaan 30 cm pyritään mättään pinnalle saamaan kivennäismaata tai turpeen ja kivennäismaan sekoitusta.
- Paksuturpeisilla kohteilla mätäs on tehtävä puuainesta sisältävästä multamaisen mururakenteisesta pintaturpeesta.
- Jos paksuturpeisen turvemaan uudistamisen kannalta hyvä pintaturvekerros on ohut, voidaan harkita laikkumätästystä ja erillistä kuivatusojien kunnostusta.
- Mättään korkeus 5 – 15 cm.
- Mättään pituus ja leveys 60 – 80 cm.
- Tavoitteena on 1800 – 2200 mätästä hehtaarilla.



Metsä/Erkki Oksanen

**Kuva 26.** Periaatepiirros (yllä) ja poikkileikkauskuva (alla) ojamättästä.



Mettia/Erkki Oksanen



Mettia/Erkki Oksanen

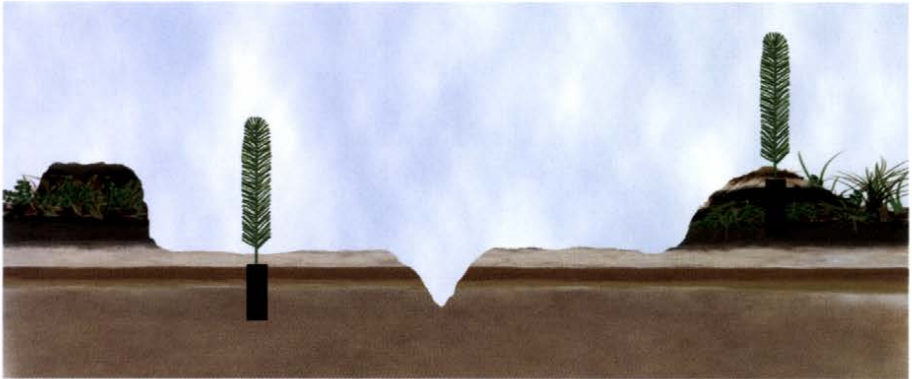
**Kuva 27.** Savimaalla ojamättäät näyttävät heti muokkauksen jälkeen korkeilta ja osin maa voi jäädä savimöykkyksi (yläkuva). Seuraavaan kevääseen mennessä savimättäät kuitenkin murenevät ja madaltuvat (alakuva). Hienorakeiset maat on muokattava syksyllä ja istutettava seuraavana keväällä heti lumen sulamisen jälkeen, jotta ojamättään pinta ei ehdi kovettua.

## 5.4 Pohjois-Suomen korkeiden maiden uudistaminen

Pohjois-Suomen korkeat, paksukunttaiset, tiiviit ja viljavat maat uudistetaan istuttaen mäntyä ja kuusta<sup>6</sup>. Näillä alueilla metsän luontainen uudistuminen on hidasta ja epävarmaa, mikä johtuu ilmaston viileydestä, pitkään pysyvästä lumesta ja siementen heikosta tuleentumisesta. Muokkausmenetelmiksi soveltuvat mätästys ja säätöauraus. Mätästykseen sopivat edellä (kappale 5.3) kuvatut kriteerit.

### Säätöaurauksen käyttö

- Paras muokkausajankohta on viljelyä edeltävänä syksynä.
- Kivennäismaa käännetään metsäauralla 10 – 20 cm:n paksuisiksi palteiksi ja palteen ja vaon väliin jää kivennäismaapintainen piennar.
- Vaon keskisyvyys alle 25 cm.
- Muokkausjäljen syvyyttä ja leveyttä säädetään uudistettavan kohteen ominaisuuksien mukaan.
- Taimi istutetaan palteelle tai palteen puuttuessa pientareelle (kuva 28).



**Kuva 28.** Periaatepiirros säätöaurauksesta.

## 5.5 Muut puulajit

*Rauduskoivulle* soveltuvat parhaat tuoreiden ja lehtomais-ten kankaiden vettä hyvin läpäisevä hiekka- ja hietamoree-nit sekä lajittuneista maista hienot hiekkamaat ja karkeat hietamaat. Karkeat maalajit ovat liian kuivia ja karuja; hie-not maalajit (hieno hieta, hiesu ja savi) taas ovat liian kos-teita ja vähähappisia kasvupaikkoja rauduskoivulle. Turve-maat eivät sovellu rauduskoivun kasvupaikoiksi.

Rauduskoivun kasvupaikoilla pintakasvillisuuden kilpailu on voimakasta, joten luontainen uudistaminen ja kylvö antavat harvoin hyviä uudistamistuloksia. Rauduskoivun uudistamis-menetelmäksi soveltuukin parhaiten istutus ja muokkaus-menetelmiksi *laikku- ja kääntömätästys* sekä *laikutus*. Rau-duskoivikon perustamistiheys on 1600 – 1800 tainta heh-taarille kohteen viljavuudesta riippuen. Maanmuokkauksen tavoitteena on tehdä vähintään perustamistiheyttä vastaava määrä istutuskoh- tia (mätästä/laikkua).

*Haapaa* voidaan istuttaa viettäville lehtomaisille ja sitä ravinteikkaammille kankaille ja pelloille, joiden vesitalous on kunnossa<sup>5</sup>. Maaperä ei saa olla savi- tai turvemaata. Vilja- villa metsämailla muokkausmenetelmäksi soveltuu *laikku- ja kääntömätästys*. Jos metsämaalla on ohut humuskerros tai pelto on ollut viljelyksessä välittömästi ennen istutusta, ja maa on riittävän ilmavaa, maanmuokkausta ei tarvita. Eten- kin pelloilla tarvitaan yleensä lisäksi kemiallista pintakas- villisuuden torjuntaa.

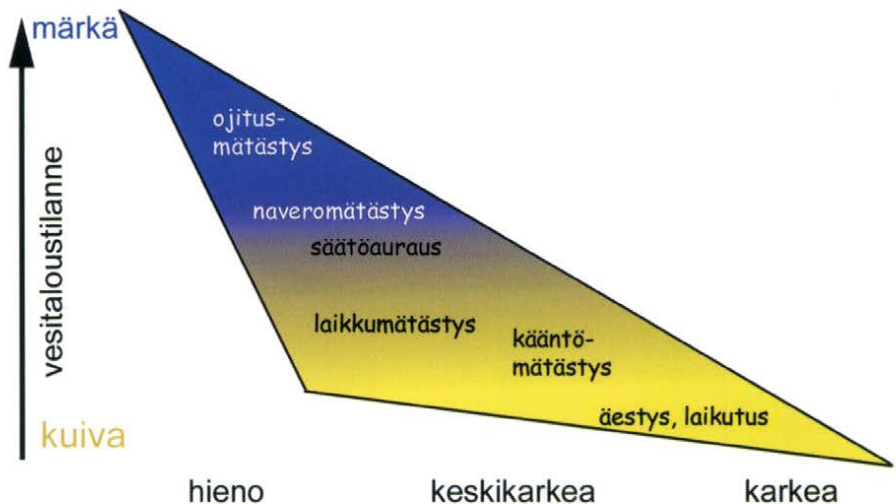
*Siperian lehtikuuselle* soveltuvimpia kasvupaikkoja ovat runsasravinteiset ja tuoreet loivan rinteiden kasvupaikat, joil- la vesitalous on kunnossa. Savi- ja turvemaille lehtikuusi ei sovellu. Maanmuokkausmenetelmäksi lehtikuuselle sovel- tuu *laikku- ja kääntömätästys*. Lehtikuusen istutustiheys on 1300 tainta hehtaarilla.



## 5.6 Muokkausmenetelmän valintaperusteet lyhyesti

Muokkausmenetelmä on valittava kasvupaikan ominaisuuksien mukaan (taulukko 4). Karuimmilla kasvupaikoilla, joissa vesitalous on kunnossa, käytetään äestystä ja laikutusta etenkin luontaisen uudistamisen ja kylvön yhteydessä (kuva 29). Viljavilla kasvupaikoilla, joilla vesitalous on kunnossa, käytetään kääntö-, laikku- ja naveromätästystä kohteen muista ominaisuuksista ja uudistettavasta puulajista riippuen (kuva 29). Jos kohteella tai sen osalla on vesitalouden järjestelytarvetta, käytetään ojitusmätästystä. Muokkausjäljen leveys ja pinta-ala on valittava kohteen viljavuuden mukaan, viljavammilla kohteilla jälkien on oltava suurempia kuin karuimmilla (taulukko 5). Laikku- ja ojamättäiden korkeus riippuu uudistusalan maalajista.

Maastonmuodoiltaan vaihtelevalla uudistusallalla on usein tarpeen käyttää samalla alalla sen eri osissa erilaista muokkausmenetelmää. Esimerkiksi kuvion kuivimmassa maalajiltaan keskikarkeissa osissa voidaan käyttää laikku- tai kääntömätästystä. Osa kuviosta voi olla niin kivistä, että menetelmistä vain laikutus onnistuu. Osassa kuviota maalaji voi taas olla hienorakeista ja maaperä veden vaivaamaa, jolloin tarvitaan naveromätästystä. Esimerkin kaltaisilla uudistus-



**Kuva 29.** Periaatekuva maanmuokkausmenetelmän valinnasta uudistushakkuun jälkeisen kangasmaan vesitaloustilanteen ja maan raekoon perusteella.

aloilla paras uudistamistulos saavutetaan, kun muokkaus tehdään kaivinkoneella, jolloin muokkauskoneen kuljettaja vaihtaa menetelmän olosuhteisiin sopivaksi. Kuljettajan kyky tunnistaa maalajin, kivisyyden ja vesitaloustilanteen muutokset on avainasemassa, kun uudistusalalla vaihdetaan muokkausmenetelmästä toiseen. Kuljettajien kannattaa tarkkailla, kuinka erilaiset maalajit käyttäytyvät maanmuokkauksen yhteydessä erilaisissa kosteusoloissa. Esimerkiksi runsaasti hienoja maalajitteita sisältävä maa todennäköisesti tarttuu kauhaan, mutta keskikarkea ja karkea maa ei.

**Taulukko 4.** Muokkausmenetelmien soveltuvuus erilaisille kasvupaikoille. Merkeistä – tarkoittaa, että menetelmä ei sovellu kyseiselle kohteelle tai riski on suuri ja +, että menetelmä soveltuu tai riskiä pystytään vähentämään. Mitä useampi +/- merkki, sitä paremmin/huonommin menetelmä sopii tai suurempi/pienempi riski on olemassa.

	Äes- tys	Laiku- tus	kääntö-	Mätästys laikku-	navero-	ojitus-	Säätö- auraus*
<b>Kasvupaikka</b>							
Karu	+++	+++	+	–	–	–	–
Viljava	–	–	++	+++	+++	+++	++
Kuiva	+++	+++	+	+	–	–	–
Märkä	–	–	–	+	++	+++	++
Kivinen, viljava	–	–	++	++	++	+	+
Kallioinen	+	++	–	–	–	–	–
Turvemaa	–	+++	++	–	+	+++	–
<b>Tuhoriskit</b>							
Pintakasvillisuus	--	--	+	++	++	++	++
Tukkimiehentäi	+	++	++	+++	+++	+++	+
Halla	+	+	+	++	++	++	+
Ahava	++	++	++	+	+	+	+
Rouste	--	--	–	++	+	+	+**
Vesakoituminen	--	–	++	++	++	++	–

\*Pohjois-Suomeen korkeille maille soveltuva maanmuokkausmenetelmä.

\*\*Istutettaessa taimi palteeseen.

**Taulukko 5.** Eri menetelmillä tehtyjen muokkausjälkien koko ja ominaisuudet erilaisilla kasvupaikoilla.

	Äesjälki	Laikku	Mätäs			Säätö- auraus*
			kääntö-	laikku-	oja-	
Maalaji	Muokkausjäljen korkeusero maanpinnasta, cm					
Karkea	-5	-5	-	-	-	-
Keskikarkea	-5...-10	-5...-10	0...+5	+15...+20	+10...+20	-
Hieno	-	-	-	+5...+10	+5...+15	<-25
Turve	-	-5...-10	0...+5	-	+5...+15	-
Kasvupaikka	Muokkausjäljen leveys tai pituus x leveys, cm					
Karu	60...80	60x60	60x50	60x50	60x60	
Viljava	-	70x70	80x60	80x60	80x80	200...250

\*Pohjois-Suomeen korkeille maille soveltuva maanmuokkausmenetelmä.

## 6. Muokkausjäljen laadunvarmistus

---

Maanmuokkauksen laatu vaikuttaa aina uudistamistulokseen. Hyvän uudistamistuloksen takaamiseksi muokkauksen laatua on seurattava jatkuvasti työn edetessä. Lisäksi on hyvä tehdä säännöllisesti tarkempia mittauksia muokkausjäljen ominaisuuksista. Oma- ja ulkovalvontana tehty mittaus auttaa muokkaajaa varmistumaan siitä, miltä hyvä muokkausjälki kulloisissakin olosuhteissa näyttää. Jatkuva muokkaustyöhön kuuluva laadunvarmistus luo edellytykset muokkaajan ammattitaidon ja muokkaustyön kehittämiseksi. Laadunvarmistuslomakkeelle merkitty muokkausjäljen laadun mitaustulos on dokumentti työmaalla tehdyn muokkauksen laadusta työn tilaajalle.

Käytännön toimijat yhdessä tutkijoiden kanssa ovat laatiineet viime vuosina useisiin metsänhoitotöihin oma- ja ulkovalvontamenetelmiä. Alla esitettävät muokkausjäljen laadunvarmistusmenetelmät pohjautuvat pitkälti UPM-Metsässä, Länsi-Suomen metsänomistajien liitossa sekä Metsäntutkimuslaitoksessa<sup>4</sup> kehitettyihin oma- ja ulkovalvontamalleihin.

### Äestysjäljen laadun mittaus

Äestysjäljen laadunvarmistus koostuu uudistusalalle tehdyn äesjäljen tiheyden mittauksesta sekä äesjäljen ominaisuuksien tarkastamisesta (Mallilomake A). Äesjäljen tiheys saadaan laskettua muokkauksessa ajatun matkan (muokkausajomatka) ja kohteen pinta-alan perusteella. Muokkauskohteen ajomatkan ja muokkauskohteen todellisen pinta-alan mittaukseen voidaan käyttää esim. muokkauskohteessa olevaa gps-laitteistoa. Tavoitteena on tehdä äesjälkeä 4000 – 5000 metriä hehtaaria kohtia uudistamismenetelmästä riippuen.

## ÄESTYSJÄLJEN LAADUNVARMISTUS

Työmaa	
Hankenumero	
Urakoitsija	
Pinta-ala	
Ajolinjaväli (tavoite)	
Äeslautasten välimatka	
Muokkausajomatka kuviolla	
Äesjälkeä/ha = 2 x muokkausajomatka/pinta-ala	

Mittauspiste	Äesjäljen leveys		Äesjäljen syvyys		Ajolinjaväli		Huomioita
	Jälki 1	Jälki 2	Jälki 1	Jälki 2	Vasen	Oikea	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
<b>Keskimäärin</b>							
<b>Tavoite</b>	<b>80 cm / 60 cm</b>		<b>10 cm / 5 cm</b>		<b>4 m</b>		
	Istutus / Kylvö- ja luontaisen uudistaminen						

Päiväys ja mittajaan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimen selvennys \_\_\_\_\_

### Ohjeet mittaukseen ja lomakkeen täyttöön

Koealoja mitataan ja lomake täytetään työn aikana. Ensimmäinen koeala on 500 m ajomatkan kohdalla ja sen jälkeen 1000 ajometrin välein.

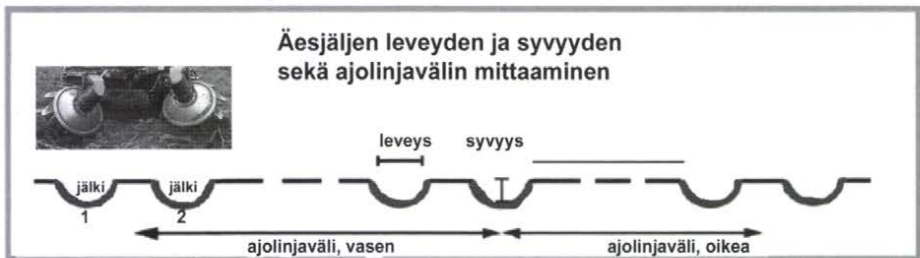
Mittauslinja sijoitetaan kohtisuoraan muokkausjälkeä vastaan muokkuskoneen viereiselle äesjäljelle. Metrin kaistalta mitataan mittanauhalla muokkausvakojen keskileveys (cm) ja keskisyvyys (cm) sekä ajolinjojen etäisyys (10 cm tarkkuus) rinnakkaisiin ajolinjoihin (ks. piirros).

Mittaustulos huomioidaan työn aikana. Kun kaikki koealat on mitattu, lasketaan koealojen keskiarvo.

Huomioita – kohtaan voi kirjoittaa havaintoja maalajista, kivisyystä, hakkuutähteiden määrästä, muokkauskatkoista ym. Mittaaja varmistaa tuloksen allekirjoituksellaan.

Muokkausjälki on *hyvä*, kun äesjäljen pituus (m/ha), syvyys, leveys tai ajolinjaväli poikkeaa alle 20 % tavoitteesta.

Muokkausjälki on *tydyttävä*, kun äesjäljen pituus (m/ha), syvyys, leveys tai ajolinjaväli poikkeaa yli 20 %, mutta vähemmän kuin 40 % tavoitteesta.



Mallilomake A

Äesjäljen laatuominaisuuksien tarkastamista varten otetaan erillisiä koealoja, joilta mitataan äesjäljen leveys, syvyys sekä ajolinjojen välimatka. Ensimmäinen koeala on 500 m ajomatkan kohdalla ja sen jälkeen 1000 ajometrin välein, jolloin hehtaaria kohti tulee 4 – 5 mittauspistettä. Mittauslinja sijoitetaan kohtisuoraan muokkausjälkeä vastaan muokkaus-koneen viereiselle äestysjäljelle. Noin metrin kaistalta mitataan mittanauhalla muokkausvakojen keskileveys ja keskisyvyys sekä ajolinjan etäisyys rinnakkaisiin ajolinjoihin. Hyvän äesjäljen syvyys ja leveys eivät poikkea yli 20 % tavoitteesta (Mallilomake A).

### Laikutus- ja mätästysjäljen laadun mittaus

Kaivinkonepohjaisilla muokkauslaitteilla kuljettaja valitsee muokkauspisteen ja periaatteessa näkee karkeasti kunkin mättään laadun. Muokkauspisteiden tiheyden mittausta voidaan tehdä kaivinkoneen puomia hyväksikäyttäen, mittanauhalla tai vaijerilla erillisiltä koealoilta. Sopiva koealan koko on 50 m<sup>2</sup> tai 100 m<sup>2</sup> (säde 3,99 m tai 5,64 m). Koealalta lasketaan hyvien ja tyydyttävien mättäiden ja laikkujen lukumäärä (Mallilomake B). Laskettavien mättäiden ja laikkujen tulisi sijaita mahdollisimman tasaisesti koealalla. Muokkausjälkien keskipisteiden tulee olla vähintään yhden metrin päässä toisistaan, jottei taimia istutettaisi liian lähelle toisiaan. Laatumittaus voidaan tehdä, kun työmaa tai kuvio on saatu valmiiksi tai koealoja voidaan mitata myös työn aikana esim. 2 tunnin välein.

Muokkausjälkien tiheyden lisäksi mittauksissa on kiinnittävä huomiota mättäiden laatuun: mättään kokoon, korkeuteen sekä rakenteeseen (mättään pintakerroksen paksuuteen ja laikun syvyyteen). Viljelykelpoiset mättäät ja laikut arvioidaan joko hyväksi tai tyydyttäväksi. Hyväksi luokitellun yksittäisen mättään tai laikun ominaisuudet (korkeus tai syvyys, leveys ja pituus) eivät saa poiketa yli 20 % tavoitteesta. Tyydyttäväksi luokitellun mättään tai laikun ominaisuudet voivat poiketa 20 – 40 % tavoitteesta, mutta muokkausjäljen on silti oltava viljelykelpoinen. Jatkuvatoimisten laikureiden ja mätästäjien muokkauksen laatua mitataan samoin perustein kuin kaivinkonepohjaisilla laitteilla tehdyissä muokkauksissa.

Muokkausjäljen laatu pohjana koko uudistamisketjun laadulle

Uudistusalan olosuhteet, kuten kivisyys, kantojen ja hakkuutähteiden määrä sekä siemenpuiden tiheys vaikuttavat muokkauksen lopputulokseen. Aina ei tavoitteen mukaiseen muokkausjälkien tiheyteen päästä. Normaaleissakin olosuhteissa muokkaustulos vaihtelee tavoitteen molemmin puolin, vaikka pyrkimyksenä on mahdollisimman tasainen laatu. Esimerkiksi hyvien mättäiden määrässä voidaan sallia kohteiden välillä  $\pm 10\%$  vaihtelu ja silti muokkauksen laatua voidaan pitää hyvänä. Erityisen vaikeissa kohteissa muokkausjäljen laadun alenemisen syytä kirjataan ylös esim. laadunvarmistuslomakkeelle. Samoin kirjataan ympäristöhoidossa, maisemanhoidossa ja vesiensuojelussa työmaalla huomioon otetut asiat.

Maanmuokkauksen laatu antaa pohjan koko uudistamisketjun kokonaislaadulle. Jos uudistusalan maanmuokkauksessa esim. mättäiden määrä jää vähäiseksi, ei istuttajalla ole edellytyksiä saavuttaa tavoiteltua viljelytiheyttä. Tämä puolestaan saattaa johtaa jatkossa joko vajaapuustoisuuteen tai halutun puulajin pienentyneeseen osuuteen tulevassa kasvatusmetsässä.

## MÄTÄSTYKSEN JA LAIKUTUKSEN LAADUNVARMISTUS

Työmaa			
Hankenumero			
Urakoitsija			
Pinta-ala		ha	
Koealan säde	3,99 m	5,64 m	tai puomin ulottuvuus, mitat ks. taulukko
Koeala	50 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	Esim. kun 3,99 m säteisen ympyrän sisään jää
Hehtaarkerroin	200	100	11 tainta, niin hehtaarilla on 200 x 11 = 2200

Koeala	Mättäitä		Laikkuja		Yhteensä	Huomioita
	Hyviä	Tyydyttäviä	Hyviä	Tyydyttäviä		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
<b>Yhteensä</b>						
				<b>Koealoja</b>		
				<b>Muokkausjälkiä/koeala</b>		
				<b>Muokkausjälkiä keskimäärin kpl/ha</b>		

Päiväys ja mittaaajan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimen selvennys \_\_\_\_\_

Mukaan laskettavan muokkausjäljen on oltava viljelykelpoinen.

Niiden laatu arvioidaan hyväksi tai tyydyttäväksi.

Muokkausjälki on

- *hyvä*, kun mättään korkeus tai laikun syvyys, niiden leveys tai pituus poikkeavat alle 20 % tavoitteesta.

- *tyydyttävä*, kun mättään korkeus tai laikun syvyys, niiden leveys tai pituus poikkeavat yli 20 %, mutta vähemmän kuin 40 % tavoitteesta

Muokkausjäljen kokotavoitteet				
Maalaji	Laikku	Kääntömätäs	Laikkumätäs	Ojamätäs
	Syvyys, cm		Mättään korkeus, cm	
Karkea	5	-	-	-
Keskikarkea	5 – 10	0 – 5	15 – 20	10 – 20
Hieno			5 – 10	5 – 15
Turve				5 – 15
Kasvupaikka	Laikun tai mättään pituus x leveys, cm			
Karu	60x60	60x50	60x50	60x60
Viljava	70x70	80x60	80x60	80x80

Mallilomake B



## Ohjeet mittaukseen ja lomakkeen täyttöön

Koealoja mitataan ja lomake täytetään työn aikana tai kun työmaa tai kuvio on saatu valmiiksi.

Koeala rajataan mittakepin tai mittanauhan avulla (säde 3,99 m tai 5,64 m; hehtaarikerroimet sivun 1. taulukosta). Se voidaan rajata myös kaivinkoneen puomilla (ks. puomin pituuden mukainen hehtaarikerrointaulukko alla).

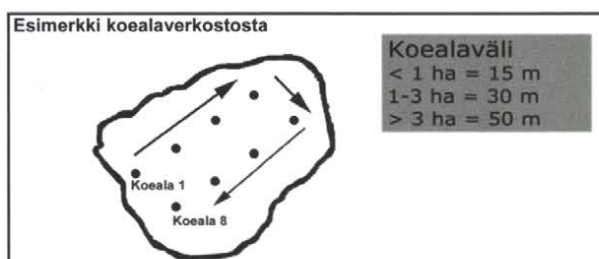
Taulukon avulla muokausjälkien määrä voidaan tarkentaa halutulle tavoitetasolle työn aikana. Jos mittaus tehdään puoliympyrältä

(esim. traktorikaivurit), on muokausjälkien tavoitemäärä puolet taulukon arvoista.

Kun valvonta tehdään muokkaustyön jälkeen, mitataan 8 koealaa kuviolta (ks. kuva). Ensimmäinen koeala otetaan puolen koealavälin etäisyydeltä kuvion reunasta. Koealojen väli mitataan askelparilla.

Huomioita -kohtaan voi kirjoittaa havaintoja maalajista, kivisyydestä, hakkuutähteiden määrästä, sääoloista ym.

Mittaja varmistaa tuloksen allekirjoituksellaan.



Puomin ulottuvuus, m	Hehtaari- kerroin	Tavoitetiheys (mättäitä tai laikkuja), kpl/ha				
		1600	1800	2000	2200	2500
4,0	199	8	9	<b>10</b>	11	13
4,5	157	10	11	<b>13</b>	14	16
5,0	127	13	14	<b>16</b>	17	20
5,5	105	15	17	<b>19</b>	21	24
6,0	88	18	20	<b>23</b>	25	28
6,5	75	21	24	<b>27</b>	29	33
7,0	65	25	28	<b>31</b>	34	38
7,5	57	28	32	<b>35</b>	39	44
8,0	50	32	36	<b>40</b>	44	50
8,5	44	36	41	<b>45</b>	50	57
9,0	39	41	46	<b>51</b>	56	64
9,5	35	45	51	<b>57</b>	62	71
10,0	32	50	57	<b>63</b>	69	79
10,5	29	55	62	<b>69</b>	76	87
11,0	26	61	68	<b>76</b>	84	95

## 7. Ympäristöstä huolehtiminen

---

Metsillä on suuri vaikutus veden kiertoon ja aineiden kulkeutumiseen vesistöihin ja pohjavesiin. Metsät tasaavat tulvia sekä vähentävät eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista. Päätehakkuun jälkeen valunta ja ravinteiden, kuten typen, fosforin ja kaliumin huuhtoutuminen vesistöihin voi lisääntyä. Samoin pohjaveden nitraattipitoisuus voi nousta. Nämä muutokset ovat seurausta maasta vettä haihduttavan ja ravinteita ottavan puuston poistamisesta, pintakasvillisuuden muutoksista ja ravinteiden vapautumisesta hakkuutähteistä ja maaperästä. Päätehakkuuta seuraava maanmuokkaus voimistaa vaikutusta sitä enemmän mitä voimakkaammin maanpintaa käsitellään. Maanpinnan rikkoutuminen puunkorjuun yhteydessä ja maanmuokkaus voivat lisätä myös eroosiota. Hakkuiden ja maanmuokkauksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen on yleensä voimakkaimmillaan toisena ja kolmantena vuotena toimenpiteiden jälkeen, mutta se voi jatkua jopa yli 10 vuotta.

Päätehakkuun ja maanmuokkauksen vesistövaikutukset voivat olla haitallisia erityisesti latvavesistöissä eli pienissä puroissa, lammissa ja järvissä, joihin ei tule muuta kuormitusta sekä vedenoton kannalta tärkeillä pohjavesialueilla, jotka sijaitsevat pääosin metsäalueilla. Päätehakkuu ja maanmuokkaus voivat vaarantaa arvokkaiden luonnontilaisten norojen, lähteiden ja pienten lampien ranta- ja vesiluonnon monimuotoisuuden. Toimenpiteiden jäljet voivat näkyä myös rumentavasti maisemassa. Haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää useilla eri toimenpiteillä.

Metsät ovat tärkeitä myös maiseman ja luonnon monimuotoisuuden kannalta. Vesien ja monimuotoisuuden suojeleminen sekä maisemalliset tekijät otetaan huomioon jo työmaata suunniteltaessa. Maanmuokkauksen yhteydessä vesiensuojelulla voidaan vähentää erityisesti eroosiota. Työmaasuunnitelmaa laadittaessa on tarkasteltava seuraavia asioita ja

tarvittaessa laadittava niitä koskeva yksityiskohtainen toimenpidesuunnitelma.

Vesistöjen varrelle on jätettävä maaston kaltevuuden ja eroosioherkkyyden mukaan vaihtelevan levyinen suojakaista, jossa ei tehdä maanmuokkausta. Suojakaistan tulee olla vähintään 5 m leveä<sup>8</sup>. Suojakaista vähentää eroosiota. Vedden mukana kulkevien liukoisten ravinteiden pidättämiseen tarvitaan leveämpi suojavyöhyke. Leveällä, puustoisella maastonmuotoja myötäilevällä suojavyöhykkeellä on myös maisemallinen merkitys (kuva 30).

Maanmuokkauksessa käytetään kasvupaikalle sopivaa mahdollisimman vähän maapintaa rikkovaa muokkausmenetelmää. Näin pienennetään eroosio- ja ravinteiden huuhtoutumisriskiä. Äestyksessä, säätöaurauksessa ja naveromätästyksessä muokkausjälkiin tehdään katkoksia. Muokkausjäljet suunnataan rinteillä kohtisuoraan tai vinosti pääkaltevuutta vastaan, eikä niitä tehdä pääkaltevuuden suuntaisesti. Jos rinne on niin jyrkkä, että siinä ei voi turvallisesti ajaa, muokkausjäljet tehdään pääkaltevuuden suuntaisesti, mutta silloin muokkausjälkiin on jätettävä katkoksia. Nämä toimet



Metta/Erkki Oksanen

**Kuva 30.** Hakkuaalan reunaan on jätettävä suojavyöhyke, jos uudistusala rajoittuu vesistöön.

ehkäisevät eroosiota ja vähentävät muokkausjälkien näky- mistä kaukomaisemassa. Soistuneilla kankailla ja turvemailla huolehditaan juuristokerroksen riittävästä kuivatuksesta oj-ituksen avulla. Ojiin tehdään kaivukatkoja, lietekuoppia ja pohjapatoja veden virtauksen hidastamiseksi ja eroosion pysäyttämiseksi. Pintavedet johdetaan laskeutusaltaiden tai pintavalutuskenttien (kuva 31) tai molempien yhdistelmien kautta pois muokkausalueelta. Toimenpiteet vähentävät sekä eroosiota että jossakin määrin ravinteiden huuhtoutumista.

Pintavesiä ja niiden mukana kulkeutuvaa kiintoainetta ei johdeta maanmuokkausalueelta erityisen arvokkaisiin luon- tokohteisiin eikä suojelualueille. Kiintoaine on pysäytettä- vä suojakaistojen tai pintavalutuskenttien avulla ennen näi- tä kohteita. Maanmuokkauksella ei saa kuivattaa arvokkaita luontokohteita, eikä vaurioittaa luontokohteiden kasvillisuut- ta tai muita ominaispiirteitä.

Uuden puusukupolven nopea kehitys turvataan tekemällä muokkaus- ja uudistamistoimet pian päätehakkuun jälkeen.



Martti Vuollekoski

**Kuva 31.** Ojitusalueelta vedet johdetaan pintavalutuskentälle, eroosion ja ra- vinteiden huuhtoutumisen vähentämiseksi.

Samalla kehittyvä puusto sitoo kasvupaikalta vapautuvia ravinteita. Mikäli mahdollista, samalla metsäisellä latvavaluma-alueella ei toteuteta yhtä aikaa laajoja vesistökuormitusta aiheuttavia toimenpiteitä, vaan ne pyritään jaksottamaan useille eri vuosille. Tämä vähentää vastaanottavan vesistön kokonaiskuormitusta.

Tärkeille pohjavesialueille (luokkiin I ja II kuuluvat pohjavesialueet) sopivat vain humuspinnan rikkovat maanmuokausmenetelmät, kuten äestys ja laikutus. Näin pienennetään mahdollista nitraatin huuhtoutumista pohjaveteen. Kulotusta ja kannon nostoa on vältettävä pohjavesialueilla.

Maanmuokkaajalle annettavasta työmaasuunnitelmasta on selvittävä vähintään seuraavat vesiensuojelua koskevat tekijät:

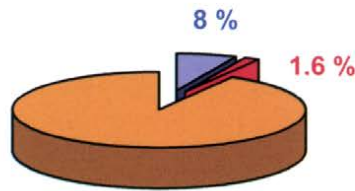
- onko kohde eroosioherkkä
- tarvitaanko muokkauksen lisäksi myös vesien johtamista pois alueelta juuristokerroksen riittävän kuivatuksen takaamiseksi
- eri vesiensuojelutoimenpiteiden (suojakaistat, suojavyöhykkeet, kaivukatkot, pintavalutuskentät, lietekuopat, laskeutusaltaat) sijoitus ja mitoitus
- onko kohde tärkeällä pohjavesialueella
- maanmuokkausalueen läheisyydessä sijaitsevien kuormitukselle herkkien norojen, lähteiden, vesistöjen ja luonnon monimuotoisuuden vuoksi suojeltavien alueiden (suoja-alueet, vahvistettuihin suojeluohjelmiin kuuluvat kohteet, uhanalaisten lajien elinympäristöt, metsälain 10§ mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt, luonnonsuojelulain 29§ luontotyyppikohteet, metsäsertifioinnin mukaiset harvinaiset tai harvinaistuneet ympäristöt ja muut arvokkaat kohteet) sijainti.

Vesiensuojelutoimenpiteet tulee toteuttaa huolella ja toimenpiteiden tehoa tulee tarkkailla.

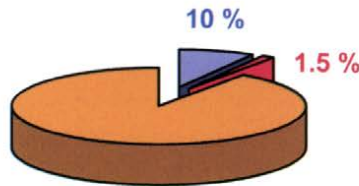
# 8. Maanmuokkauskustannukset - osa uudistamiskustannuksista

Metsänuudistamisen kokonaiskustannukset muodostuvat uudistusalan raivauksesta, maanmuokkauksesta, viljelystä, taimikon varhaishoidosta ja varsinaisesta taimikonhoidosta. Niiden suuruus on 5 – 15 % metsikön tulevista hakkuutuloista (kuva 32). Maanmuokkauksen kustannus on 1 – 2

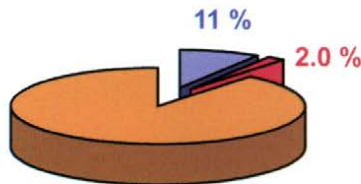
**Luontainen uudistaminen, mänty**  
Kuivahko kangas  
Maanmuokkausmenetelmänä äestys  
Uudistamiskustannukset : 806 euroa/ha  
Hakkuutulot: 9 560 euroa/ha



**Kylvö, mänty**  
Kuivahko kangas  
Maanmuokkausmenetelmänä äestys  
Uudistamiskustannukset: 989 euroa/ha  
Hakkuutulot: 9 845 euroa/ha



**Istutus, kuusi**  
Tuore kangas  
Maanmuokkausmenetelmänä mätästys  
Uudistamiskustannukset: 1 521 euroa/ha  
Hakkuutulot: 13 827 euroa/ha



**Kuva 32.** Metsänuudistamisen suorat kustannukset odotettavissa oleviin hakkuutuloihin suhteutettuna männyn luontaisessa uudistamisessa ja kylvössä sekä kuusen istutuksessa. Sininen kuvaa uudistamiskustannusten (raivaus-, taimi/siemen-, istutus- ja taimikonhoito-) ja punainen maanmuokkauskustannusten osuutta hakkuutuloista. Tarkastelussa on käytetty keskimääräisiä uudistamiskustannuksia ja hakkuutulot on laskettu Motti-ohjelmistolla hyvän metsänhoidon ohjeiden (v. 2006) mukaan Väli-Suomen alueelle korokannalla 0 %.

%:a metsikön koko kiertoajan tuloista. Metsänuudistamiskustannuksista maanmuokkauksen osuus vaihtelee eri uudistamisketjuissa 10 – 20 % välillä.

Maanmuokkaukuskustannukset olivat yksityismetsissä vuoden 2006 kustannustason mukaan koko maan keskiarvoina äestyksessä 152 euroa, laikutuksessa 239 euroa ja mätästyksessä 270 euroa hehtaarilla (ilman ALV:a<sup>9</sup>). Jatkuvatöimisten laikkureiden ja mätästäjien kustannukset asettunevat äestuksen ja laikutuksen väliin.

Keskimääräisten uudistamiskustannusten tarkastelu ei anna oikeaa kuvaa koko uudistamisketjun kustannustehokkuudesta. Muokkauksessa paljastuneen kivennäismaapinnan ominaisuudet ja pinta-ala (ks. taulukko 3) vaikuttavat oleellisesti syntyvän luontaisen lehtipuuston määrään ja myöhemmin tarvittavan taimikonhoidon tarpeeseen, ajoitukseen ja kustannuksiin. Mättäiden äärevä (kuuma, kuiva) kivennäismaapinta ei ole kilpailevalle lehtipuustolle yhtä hyvä itämisalusta kuin laikku, joten mätästysaloilla taimikonhoidon kustannukset jäävät pienemmiksi kuin vastaavien kohteiden laikutus- tai äestysaloilla. Mätästysaloilla taimien alkukehitys niin elossaolon kuin pituuskehityksenkin kannalta on parempaa kuin äestys- tai laikutusalloilla. Taimien parempi alkukehitys ja pienemmät taimikonhoidon kustannukset kompensoivat välittömissä muokkaukuskustannuksissa olevan eron. Esimerkiksi kuusen istutuksessa kallein muokkausmenetelmä, mätästys, on osoittautunut kustannustehokkaimmaksi muokkausmenetelmäksi.

## 9. Maanmuokkauksen kehitysnäkymiä

---

Koneellinen istutus, jossa maanmuokkaus tehdään istutuksen kanssa samanaikaisesti (kuva 33), on antanut hyviä tuloksia. Koneellisessa istutuksessa muokkausjäljelle asetettavat vaatimukset vastaavat normaaleja muokkausjäljen vaatimuksia. Hakkuutähteiden korjuu helpottaa maanmuokkausta ja koneellista istutusta. Koneellinen istutus ei vaikuta maanmuokkausmenetelmän valintaan, vaan kullakin kasvupaikalla ja puulajilla noudatetaan normaaleja maanmuokkauksen vaatimuksia.

Kantojen korjuu on yleistymässä. Kantojen noston yhteydessä rikottua maanpintaa syntyy normaalia maanmuokkausta enemmän. Nämä kivennäismaapinnat eivät kuitenkaan riitä määrältään ja laadultaan maanmuokkaukseksi,



Pertti Harstela

**Kuva 33.** M-Planter istutuskone, jossa on kaksi muokkaus- ja istutus päätä.



vaan aina tarvitaan täydentävää muokkausta riittävän tiheään ja hyvän muokkausjäljen aikaansaamiseksi. Eriyisen suuri tarve varsinaiseen maanmuokkaukseen on hienorakeisilla uudistusaloilla.

Tulevaisuudessa taimikonhoidon koneellistaminen asettaa omat vaatimuksensa myös maanmuokkausmenetelmille. Jos lehtipuut syntyvät aivan kasvatettavan taimen lähelle, kuten äes-, laikku- ja kääntömätäs jäljissä usein tapahtuu, taimikon koneellinen perkaus voi olla hankalaa. Jo lähitulevaisuudessa uudistamispäätöstä tehtäessä on mietittävä jo kaista uudistamisketjun vaihetta päätehakuusta taimikonhoitoon saakka ja pyrittävä tekemään koko ketjun kannalta kustannustehokkaimmat menetelmävalinnat.

# Kirjallisuus

---

- 1 Bergsten, U., Sahlén, K., Charlesworth, E., Fredriksson, M. & Wilhelmsson, O. 2003. Forest regeneration of pine and spruce from seeds. Handbook. Skog & Trä 2003:2. 40 s.
- 2 FAO 1990. Guidelines for soil profile description. Rome. 70 s.
- 3 Hallsby, G. & Örlander, G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. Forestry 77: 107-117.
- 4 Harstela, P., Helenius, P., Rantala, J., Kanninen, K. & Kiljunen, N. 2006. Tehokkaan toimintakonseptin kehittäminen metsänhoitopalveluun. Hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö. 67 s.
- 5 Holm, S. 2000. Haavan kasvatusta ja käyttöä. Metsälehtikustannus. Pihlaja-sarja nro 5. 123 s.
- 6 Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalkanen, R. (toim.). 2005. Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Karisto Oy, Hämeenlinna. 225 s.
- 7 Johansson, K. 2005. Billigare planteringar med rätt kombination av planta och markberedning. Fakta Skog 1. 4 s.
- 8 Joensuu, S., Makkonen, T. & Matila, A. 2007. Metsätalouden vesien suojeleminen. TAPIO. Metsäkustannus Oy. 48 s.
- 9 Juntunen, M.-L. & Herrala-Ylinen, H. 2007. Metsätalostatistiset tiedot. Metsänhoito- ja perusparannustyöt. 36 s.
- 10 Kinnunen, K. 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Folia Forestalia 727. 23 s.
- 11 Laine, J. & Vasander, H. 1990. Suotyypit. Kirjayhtymä Oy. Karisto Oy, Hämeenlinna. 80 s.
- 12 Mälkönen, E. (toim.). 2003. Metsämaa ja sen hoito. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Karisto Oy, Hämeenlinna. s. 159-174.

- 13 Nilsson, U., Bergquist, J., Langvall, O., Nordborg, F., Petersson, M. & Örlander, G. 2004. Föryngring. Teoksessa: Web-boken om gran. 37 s. <http://www-gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/Forykap.pdf> Tulostettu 26.9.2007.
- 14 Nordlander, G., Örlander, G., Petersson, M. & Hellqvist, C. Skogsskötselåtgärder mot snytbagge. Webbhandbok. Versio 1.2. [www2.ekol.slu.se/snytbagge/](http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/) Tulostettu 27.8.2007
- 15 Päivänen, J. 2007. Suot ja suometsät – järkevän käytön perusteet. Metsäkustannus Oy. Karisto Oy, Hämeenlinna. 368 s.
- 16 Raulo, J. & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyillä viljelyaloilla. *Folia Forestalia* 462. 12 s.
- 17 Saarinen, M. 2005. Metsänuudistaminen turvemailla. Teoksessa: Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947: 177-193.
- 18 Saksa, T. & Kankaanhuhta, V. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. Metsänuudistamisen laadun hallinta –hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 90 s.
- 19 Söderström, V. 1974. Markberedning. Särtryck ur Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1: 157-166.
- 20 Tamminen, P. & Starr, M. 2007. Kangasmaiden ominaisuudet Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, käsikirjoitus.
- 21 Tomppo, E., Henttonen, H. & Tuomainen, T. 2001. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin menetelmä ja tulokset metsäkeskuksittain Pohjois-Suomessa 1992-94 ja tulokset Etelä-Suomessa 1986-92 ja koko maassa 1986-94. Metsätieteen aikakauskirja 1B/2001: 99-248.
- 22 Örlander, G., Gemmel, P. & Hunt, J. 1990. Site preparation: A Swedish overview. B.C. Ministry of Forests. FRDA Report 105: 1-61.
- Elektroniset lähteet:
- 23 [www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/metsanviljely/tilastot/](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/metsanviljely/tilastot/) Tulostettu 23.8.2007.

# Hakemisto

---

## A

Ahava 25, 56

## E

Eroosio 64, 65, 66, 67

## H

Haapa 54

Hakkuutähde 22, 34, 36, 46, 61, 64

Halla 25, 56

Hiekka 9, 11, 12, 13, 54

Hieskoivu 24

Hiesu 9, 11, 12, 14, 38, 39, 41, 47, 49, 54

Hieta 9, 11, 12, 14, 54

## I

Istutus 7, 24, 25, 26, 31, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 52, 53, 54, 68, 69, 70

Istutussyvyys 25, 43, 44, 46, 50

Itäminen 7, 19, 20, 22, 28, 41

Itämisalusta 23, 69

## J

Jatkuvatoiminen 28, 34, 44, 46, 60, 69

Juuristo 13, 16, 18, 19, 21, 46, 66, 67

## K

Kaivinkone 7, 28, 29, 32, 34, 37, 44, 56, 60

Kaivukatko 66

Kangashumus 8, 9, 14, 16, 19, 20, 23, 28, 30, 32, 44

Kantojen korjuu 34, 67, 70

Keskiraekoko 9, 11, 12, 13

Kivinen 8, 9, 18, 44, 49, 55, 56

Kivisyys 8, 49, 56, 59, 61

Koneellinen istutus 70

Konekylvö 42, 44

Kuiva kangas 41, 44, 45

Kuivahko kangas 41, 44, 45, 68

Kuivatusoja 38, 49, 50

Kuivuminen 11, 13, 14, 15, 16, 20, 24, 34

Kulotus 67

Kunnostusojitus 45

Kuusi 46, 47, 49, 53, 68, 69

Kylvö 19, 24, 25, 26, 28, 41, 42, 43, 44, 54, 55, 68

Kääntömätästys 24, 32, 33, 47, 48, 54, 55, 56, 62, 71

## L

Laadunvarmistus 58, 61, 62

Laikkumätästys 23, 24, 34, 35, 40, 45, 46, 47, 49, 54, 55, 56, 62, 71

Laikutus 24, 28, 29, 44, 45, 46, 49, 54, 55, 56, 60, 62, 67, 69

Laskeutusallas 66, 67

Latvavaluma-alue 67

Lehtikuusi 54

Lehto 49

Lehtomaiset kankaat 46, 49, 54

Lietekuoppa 66, 67

Luontainen uudistaminen 26, 28, 41, 42, 44, 53, 54, 55, 68

## M

Maalaji 8, 9, 10, 11, 12, 14, 19, 38, 39, 41, 44, 46, 47, 49, 54, 55, 56, 57

Maan lämpötila 21

Maatumisaste 14, 15, 16, 17, 38

Maisema 64, 66

Metsätraktori 26, 27

Muokkausajankohta 42, 44, 46, 48, 50, 53

Muokkauslevy 28, 34, 35

Mustikkaturvekangas 15, 46

Myyrä 25

Mänty 41, 42, 45, 46, 53, 68

Märkyys 17, 19, 56

**N**

Navero 24, 36, 37, 38, 50  
Naveromätästys 24, 36, 37, 40, 45, 49, 50, 55, 56, 65

**O**

Ohutturpeinen 8, 14, 39, 50  
Ojamätäs 36, 37, 38, 39, 40, 50, 51, 52, 55, 62  
Ojitusmätästys 24, 38, 41, 45, 49, 50, 55, 56

**P**

Paksurpeinen 39, 50  
Pellonmetsitys 25  
Pienkäsittely 19, 44  
Pintakasvillisuus 22, 23, 25, 41, 43, 45, 46, 49, 54, 56, 64  
Pintavalutuskenttä 66, 67  
Pintavesi 66  
Pohjavesi 18, 19, 20, 24, 64, 67  
Pohjavesialue 64, 67  
Puolukkaturvekangas 15, 45

**R**

Raakahumus (ks. kangashumus) 14  
Raakoostumus 13, 39, 55  
Rahkasammal 14, 15, 16, 17, 47  
Rauduskoivu 54  
Ravinteet 13, 22, 64, 67  
Ravinteiden huuhtoutuminen 64, 65, 66  
Rouste 13, 14, 25, 49, 56  
Routivuus 12, 13, 14, 25, 48  
Ruohoturvekangas 15, 46

**S**

Savi 9, 11, 13, 14, 38, 39, 41, 47, 49, 50, 52, 54  
Soistunut kangas 8, 14, 31, 45, 66  
Sora 9, 11, 13  
Suojakaista 65, 66, 67  
Suojavyöhyke 65, 67  
Säätöauraus 31, 53, 56, 57, 65

**T**

Taimikonhoito 7, 25, 68, 69, 71  
Taimikon perkaus 71  
Tiiviyys 14, 21  
Tukkimiehentäi 24, 41, 43, 45, 46, 49, 56  
Tuorekangas 46, 54, 68  
Turvekangas 14, 15, 20, 24, 30  
Turvelaji 14, 15, 17, 38, 39, 46

**V**

Vaotus (ks. säätöauraus) 31  
Varputurvekangas 15, 45  
Vedenjohtavuus 13, 14  
Vedenpidätyskyky 13, 14, 19  
Vesakko 23, 24, 56  
Vesiensuojelu 61, 64, 67  
Vesistövaikutus 64  
Vesitalous 8, 14, 18, 19, 24, 38, 40, 45, 47, 49, 54, 55, 56

**Y**

Ympäristö 64, 67

**Ä**

Äestys 7, 23, 24, 26, 27, 40, 41, 42, 44, 46, 55, 56, 58, 59, 60, 65, 67, 68, 69













# Nimekkeen nidetiedot

## Nimeketiedot

ISBN: 978-951-40-2059-9

Pääsana: METSÄMAAN

Tekijät: Jaana Luoranen, Timo Saksa, Leena Finér, Pekka Tamminen

Nimeke: Metsämaan muokkasuopas

Julkaisutiedot: Suonenjoki : Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö, 2007

Ulkoasu: 75 s.

Huomautus: Kirja omistettu Eino Mälkösen työlle.

Kirjastokohtaiset asiasanat: muokkaus; metsämaa; maaperä; maalajit; kangasmaat; oppaat; metsänuudistus; turvemaat; kasvupaikka; äestys; laikutus; auraus; mätästys; ojitus; muokkausmenetelmät; laatu

Avainsanat: Mälkönen Eino

Julkaisun kielet: fin

Julkaisumaa: FI

Tallennettu: 12.12.2007 9:05:00

Päivitetty: 12.12.2007 10:02:00

## Nidetiedot

Toimipiste	Hankintanro	Luett.päivä	Sijaintipaikka	Signum	Muuta
KIR	1907049	12.12.2007	Mt KIR	KIR:6 MET	
KIR	1907049/2	12.12.2007	Mt KIR	KIR:METLA MET	





ISBN 978-951-40-2059-9

METLA