

METLA

SUOPOHJIEN METSITTÄMINEN



Jorma Issakainen & Noora Huotari 2007



ALKUSANAT

Nämä ohjeet on tuotettu osana Metlan Muhoksen toimintayksikön ja Vapo Oy:n yhteistyönä vuosina 2001-2006 toteutettua ”Metsähiisi” –hanketta ja ne on tarkoitettu avuksi suopohjien metsityksen suunnitteluun ja toteuttamiseen. Työ toteutettiin Metlan Muhoksen toimintayksikössä hankkeessa ”Turvetuotannosta vapautuvien suopohjien metsittämisen ympäristövaikutukset” (7073), jota myös Tekes on rahoittanut. Hankkeen tavoitteeksi asetettiin nopean, tehokkaan ja taloudellisen menetelmän kehittäminen turvetuotannosta vapautuvien suopohjien metsittämiseksi ympäristövaikutukset halliten. Hankkeessa on tutkittu erilaisten metsitysmenetelmien ja lannoitusvaihtoehtojen käyttökelpoisuutta peittävän metsäkasvillisuuden syntymiseen ja alkukehitykseen turvesuopohjalla.

Hankkeessa ovat olleet mukana Noora Huotari, Jorma Issakainen, Samuli Kemppainen, Eero Kubin, Jorma Pasanen, Juha Piispanen ja Eila Tillman-Sutela Metlan Muhoksen toimintayksiköstä, Reijo Kilpeläinen, Veijo Klemetti, Olli Reinikainen, Pirkko Selin ja Petri Tähtinen Vapo Oy:stä sekä Veijo Leiviskä Thule instituutista, Oulun yliopistosta.

Muhoksella 31.1.2007 Jorma Issakainen ja Noora Huotari


Yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen toimintayksikkö
Kirkkosaarentie 7, 91500 Muhos
Puh: 010 2111
Fax: 010 211 3701
e-mail: etunimi.sukunimi@metla.fi

Vapo Oy
PL 22, 40101 Jyväskylä
Yrjönkatu 42, 40100 Jyväskylä
Puh: 014 623 623
Fax: 014 623 5601
e-mail: etunimi.sukunimi@vapo.fi

Kansikuvat Jorma Issakainen: Turvesuopohja ennen toimenpiteitä vuonna 1999 sekä viisi vuotta kunnostusojituksen ja puutuhkalannoituksen jälkeen vuonna 2006. Alueelle on syntynyt luontaisesti hieskoivumetsikkö.

Kuvat: Jorma Issakainen ja Noora Huotari

Taitto: Tuula Aspegren



SUOPOHJIEN METSITTÄMINEN

Jorma Issakainen & Noora Huotari

Sisällys

ALKUSANAT.....	2
TAUSTA.....	4
KASVUPAIKAN VALMISTAMINEN.....	4
Vesitalous.....	4
Ravinnetalous.....	5
Muokkaus.....	5
<i>Naveromätästys</i>	5
<i>Jyrsintä, kyntö, auraus</i>	5
Lannoitus.....	6
METSITYSMENETELMÄT.....	6
Hies- ja rauduskoivu.....	6
<i>Luontainen metsittäminen</i>	6
<i>Viljely</i>	7
Mänty.....	7
<i>Luontainen metsittäminen</i>	7
<i>Viljely</i>	7
Kuusi.....	8
Metsitysmenetelmät erilaisilla suojojilla.....	8
PUUNTUOTANNON TAVOITTEET.....	9
YMPÄRISTÖN HUOMIOIMINEN.....	10
Suo pohjien metsitykseen liittyviä ympäristönäkökohtia.....	10
KIRJALLISUUS.....	11

TAUSTA

Turvetuotannosta poistunut paljas suopohja on eroosioaltis ja kuormittaa vesistöjä, minkä vuoksi se on syytä saada kasvipeitteiseksi mahdollisimman pian. Suopohjan uuteen käyttöön tähtääviä toimenpiteitä on hyvä suunnitella mahdollisuuksien mukaan jo etukäteen. Ratkaisun uudesta käytöstä tekee maanomistaja ajankohtaisten etujensa ja suopohjan sopivuuden mukaan. Valintaa rajoittavat mm. alueen vesitalous, jäljelle jääneen turvekerroksen paksuus sekä pohjamaan laatu. Näistä tekijöistä riippuen suopohjia on metsitetty, otettu viljelyskäyttöön, täytetty vedellä järviksi tai ennallistettu soiksi.

Turvetuotannon lopettamisessa noudatetaan tuottajan ja suon vuokralle antaneen maanomistajan välisen vuokrasopimuksen ehtoja. Usein sopimuksessa on ehto vuokra-alueen palauttamisesta vesitaloudeltaan metsänkasvatukseen soveliaassa kunnossa. Metsänkasvatus onkin ollut tavallisin maankäyttömuoto. Tämän vuoksi myös Vapo Oy:n käytössä olevaa vuonna 1989 laadittua suopohjien metsitysohjetta päätettiin päivittää ja tarkentaa. Viimeaikaisten tutkimusten, kokeiden ja kokemusten perusteella suopohjien metsityksessä suositellaan seuraavia menettelytapoja.

KASVUPAIKAN VALMISTAMINEN

Metsitystä suunniteltaessa tarkastellaan kohteen vesitaloutta sekä rajataan toimenpidekuviot turpeen paksuuden ja pohjamaan laadun perusteella. Suopohjan vesitalouden järjestely peruskuivatuksen ja pintavesien poisjohtamisen avulla on ehdoton vaatimus metsänkasvatukselle. Tämän lisäksi onnistunut metsitys edellyttää yleensä suopohjan muokkausta tai lannoitusta tai molempia yhdessä. Lannoituksessa voidaan käyttää sekä kaupallisia lannoitteita että niin sanottuja kierrätysravinteita, kuten esim. tuhkaa, kaivosjätteitä tai erityyppisiä jätelietteitä.

Vesitalous

Vesitalouden järjestelyn tarkoituksena on huolehtia peruskuivatuksesta ja pintavesien poisjohtamisesta. Vesitalouden kannalta puuntuotantoon soveltuvat parhaiten suopohja-altaan yläpuoliset ja reuna-alueet. Altaan keskialueet, samoin kuin tiiviit pohjamaalajit, kuten savi ja hiesu, ovat pulmallisia ja ns. pumppauskohteet eivät yleensä sovellu metsitykseen. Karkeajakoisilla pohjamaalajeilla taas on varottava maan liiallista kuivumista, etenkin, jos turvekerros on kovin ohut, alle 10 cm. Jos alueella on lisäkuivatustarvetta, noudatetaan yleensä metsäojoituksen normien mukaista 40 m:n tai savipohjilla 30 m:n sarkaleveyttä.

- Sarkaojitus suunnataan painanteiden kautta, tilanteen mukaan paikoin jopa entisten kuivatusojojen poikki. Puut eivät siedä seisovaa vettä.
- Ojapenkkoihin jätetään aukkoja, jotta pintavedet pääsevät valumaan ojiin.
- Laskuojaa syvennetään tarvittaessa suopohja-altaan kynnyskohdista.
- Jos alueella on hienolajitteinen pohjamaa, ojien auki pysymisessä saattaa esiintyä ongelmia. Tällaisilla kohteilla ojaluisikat kaivetaan loiviksi.

Ravinnetalous

Ravinnetalouden järjestelyn tarkoituksena on varmistaa puiden kivennäisravinteiden saanti. Suopohjilla turvekerroksen paksuus ja pohjamaan laatu voivat vaihdella. Riittävänä typpivarastona pidetään suopohjalle jäävää 15-30 cm:n turvekerrosta. Tällöin myös puiden juuristo ulottuu aikaan pohjamaan ravinteisiin.

Turpeessa on pulaa fosforista (P) ja etenkin kaliumista (K) sekä joskus myös boorista (B). Suopohjan kivennäisravinnetaloutta voidaan parantaa muokkaamalla eli nostamalla pohjamaata turpeen alta kasvualustaan. Pohjanmaan ravinteisuus riippuu sen laadusta. Hienojakoista ainesta sisältävät maalajit, kuten savi, hiesu ja hieta, ovat parhaita sekä lajittuneista että moreenimaista.

Karkeat maalajit, esim. hiekka ja sora, ovat puolestaan niukkaravinteisimpia. Muokkaus on metsityksessä välttämätöntä myös, jos alue on ehtinyt pahoin heinittyä ja pensoittua viivästyneiden toimenpiteiden vuoksi. Lannoitus on muokkauksen vaihtoehto. Muokkaus ja lannoitus yhdessä takaavat taimien nopean alkukehityksen.



Jorma Issakainen

Suopohjan pystyleikkauksessa erottuu tumma 25 cm:n turvekerros ja sen alla vaalea ravinteikas hienolajitteinen moreeni. Edellytykset puuntuotannolle ovat hyvät.

Muokkaus

Naveromätästys

- Soveltuu parhaiten ohutturpeisille kohteille, joilla turvepaksuus on 10-30 cm ja kivennäismaata saadaan pintaan.
- 50-60 cm syvät navero-ojat 13-15 m välein. Osa ojista voi olla 70-100 cm syviä sarkaojia, jos alueen kuivatus sitä edellyttää.
- Ojamaat tehdään joko 20-30 cm korkuisiksi mätäiksi tai levitetään saralle juoteiksi. Turvesekoiteisissa kivennäismätäissä tai juoteissa on monenlaisia taimettumiskohtia. Yhtenäisen kivennäismaapinnan muodostumista on syytä välttää, sillä siellä taimien alkukehitys on heikkoa ja tyypeistä on pulaa.
- Huolehditaan, että pintavesien valunta ojiin on esteetön.
- Ei sovellu auma-alueille, sarkojen päihin tai kivisille pohjille.

Jyrsintä, kyntö, auraus

- Soveltuu ohutturpeisille ja vähäkivisille alueille.
- Muokkauksen jälkeen turpeen hajoaminen nopeutuu, mutta tyypeä saattaa vapautua aluksi liikaa männylle.
- ”Pellonraivausjyrsin” voisi olla yksi mahdollisuus.

Lannoitus

- Lannoitettu turvetasapinta on hyvä kasvualusta.
- Metsityslannoituksena annetaan fosforia, kaliumia ja booria, mutta ei typpeä.
- Alkulannoitus laikkuina ripottelemalla 30-40 g Rauta PK-lannosta (0-8-16, B 0,3) kehään kylvö- ja istutustaimien ympärille, 10-15 cm etäisyydelle. Hidasliukoisia ravinteita, esim. biotiittia, voidaan sirotella koko laikkuun.
- Jos kasvatetaan koivua tiheikkönä, annetaan hajalevityksenä (aukoton lannoitepeitto) Rauta PK-lannosta 500 kg /ha.
- Hajalannoitukseen suositellaan myös kierrätysravinteiden käyttöä, kuten puu- ja turvetuhkaa, biotiittia, kompostia. Ravinnepitoisuudet on selvitettävä annostusta varten. Annostuksena suositellaan: P 50, K 150 ja B 1,5 kg/ha. Turvetuhkan kanssa on annettava kaliumia, esim. biotiittina tai kalisuolana ja boorinpuutoskohteissa lisäksi booria.
- Laikkulannoituksen vaikutusaika on 5-10 vuotta, jonka jälkeen täydennetään hajalannoituksella PK:lla tai kierrätysravinteilla.
- Ohutkin turvekerros on lannoitettava, jos sitä ei muokata.
- Karkeilla pohjamailla tehdään lannoitus aina muokkauksen lisäksi.



Jorma Issakainen

Kahden vuoden ikäisiä laikkulannoitettuja rauduskoivun taimia. Lannoitekehään on syntynyt runsaasti hieskoivun taimia.

Jos turvekerros on alle 10 cm:n paksuinen, riittää todennäköisesti vain yksi alkulannoituskerta. Paksummilla turvekerroksilla (10-40 cm) tarvitaan mahdollisesti 1 - 2 jatkolannoitusta ja yli 40 cm:n kerroksilla ehkä vielä lisälannoituksia puuston myöhemmissä kehitysvaiheissa. Kun turvetta on alle 30 cm, puut saavat aikaa myöten kivennäisravinteita pohjamaasta, jolloin ravinnelisäyksiä ei tarvita.

METSITYSMENETELMÄT

Metsitysmenetelmän valinta riippuu metsitettävästä kohteesta. Aukeilla ja tuulisilla alueilla luontainen metsittyminen on yleensä vaivatonta, kun siementävä puusto on riittävän lähellä. Jos alue on ehtinyt heinittyä tai pensoittua, luontainen taimettuminen on yleensä hyvin hidasta ja epätaisaista. Tällöin on pohdittava kylvön tai istutuksen mahdollisuutta.

Hies- ja rauduskoivu

Luontainen metsittäminen

- Koivu metsittyy luontaisesti, kun siementävä puusto on enintään 200 m:n etäisyydellä. Ravinnetalous hoidetaan hajalannoituksena.
- Jos halutaan koivuryhmiä, käytetään laikkulannoitusta.
- Koivun sekaan voi tulla paikoitellen runsaastikin mäntyä.
- Ilman lannoitusta ja/tai muokkausta koivutiheikkö syntyy hyvin hitaasti.

Viljely

- Viljely on tarpeellista vain, jos siementävää puustoa ei ole riittävän lähellä.
- Hajakylvö: 200-250 g/ha puhdistamatonta koivun siementä, jonka itävyys vähintään 50 %. Siemenet kylvetään lumettomaan maahan mahdollisimman varhain keväällä, jonka jälkeen tehdään hajalannoitus.
- Laikkukylvö ja laikkulannoitus.
- Konekylvö muokkauksen yhteydessä ja tarvittaessa hajalannoitus.
- Pelkällä kivennäismaapinnalla koivu taimetuu huonosti. Mätästystä ei sen vuoksi suositella ohutturpeisilla kohteilla koivun luontaisen metsittämisen ja kylvön yhteydessä.
- Istutus toteutetaan paakkutaimilla 2000-2500 kpl/ha joko mätästettyyn maahan tai tasapintaan ja lisäksi laikkulannoitus.



Jorma Issakainen

Suopohjalle istutettua 21-vuotiasta rauduskoivikkoa, jonka alle voidaan viljellä kuusta seuraavaksi puusukupolveksi.

Mänty

Luontainen metsittäminen

Voidaan käyttää pienialaisilla kapeahkoilla kohteilla ja suon reunoilla, joissa siementävää puustoa on lähellä.

- Muokkaus ja lannoitus edistävät männyn luontaista metsittämistä.
- Kivennäismaata sisältävät ojanpenkat ovat herkkiä taimettumaan.
- Luontainen metsittäminen sopii myös ns. massansiirtokohteisiin.
- Usein männyn sekaan syntyy koivun ja kuusen taimia.



Jorma Issakainen

Turpeennoston päättymisen jälkeen luontaisesti syntynyttä 6-8 vuoden ikäistä mäntytaimikkoa.

Viljely

Laikkukylvö tehdään mättäiden rakoihin tai painanteisiin. Tasapinnoille on hyvä tehdä matalia kapeita kylvöuria. Kivennäismaapinnalla taimettuminen on epävarmempaa kuin turvepinnalla. Sitä vastoin mättäät, joissa turve ja kivennäismaa ovat sekoittuneet, ovat hyviä taimettumisalustoja laikkulannoituksella varmistettuna.



Jorma Issakainen

Mänty taimetuu herkästi ojanpenkoille, joilla kivennäismaa on sekoittunut turpeeseen.

- Kylvökohtia on oltava 4000-5000 kpl/ha, jos tavoitellaan laatupuuta. Suunnattu hajakylvö sopii hajalannoituskohteisiin tai silloin kun ei ole lannoitustarvetta.
- Koneellinen kylvö toteutetaan muokkauksen yhteydessä ja tarvittaessa lisätään hajalannoitus.
- Istutukseen ja laikkulannoitukseen suositellaan samoja ohjeita kuin koivulla.

Kuusi

- Suopohjien hallaisuuden vuoksi kuusta ei ole yleensä käytetty metsitykseen.
- Myöhemmin kuusta voidaan istuttaa sopivan verhopuuston suojaan, jonne kuusentaimia saattaa nousta aikaa myöten myös luontaisesti. Sittemmin kuusialikasvoksesta kehittyvä suopohjalle toinen puusukupolvi.



Jorma Issakainen

Metsityskohteen tausta- ja toteutus-tiedot kirjataan. Tarkat perustamis-tiedot ovat pohja jatkotoimille. Al-kuvaiheen seurannassa tarkkaillaan erityisesti taimikon ravinnetilaa (ka-lium) ja tuhoja sekä niiden syitä.

Kaliumin puutosoireena männyllä on etenkin toi-sen neulasvuosikerran neulasten keltäkärkisyy-s.

Metsitysmenetelmät erilaisilla suopohjilla

Turpeen pak-suus, cm	Saavatko puut juuriyhteyden pohja-maahan ³⁾	Pohjamaan laatu							
		Hieno				Karkea			
		Muok-kaus	Lannoi-tus	Puulaji	Hyv. lk.	Muok-kaus	Lannoi-tus	Puulaji	Hyv. lk.
< 10 ¹⁾	+	-	(±)	Mä, Ko, Ku, Le	2	(+)	(+)	Mä, (Ko) ⁴⁾	3
10 - 30	+	+	(+)	Mä, Ko, Ku	1	+	+	Mä, Ko	2
30 - 50	(+)	(+)	+	Mä, Ko	3	(+)	+	Mä, Ko	3
> 50 ²⁾	-	-	+	Mä, (Ko) ⁴⁾	4	-	+	Mä, (Ko) ⁴⁾	4

Selitys

- ¹⁾ rinnastettavissa kivennäismaihin, paljasta kivennäispintaa esiintyy joskus laikuittain
- ²⁾ nykyisin harvinainen, paitsi auma-alueilla ja kivisissä kohteissa
- ³⁾ ilman muokkausta ja/tai lannoitusta ohutkin turvekerros voi estää pienten taimien juuriyhteyden pohjamaahan
- ⁴⁾ hieskoivu

+ kyllä
- ei
() tilanteen mukaan

Hyvyysluokka

- 1 soveltuu useille puulajeille, kivennäisravinteet pohjamaasta
- 2 soveltuu useille puulajeille, kivennäisravinteiden lisäyksen tarvetta voi olla
- 3 vain männylle ja koivulle, kivennäisravinteita annettava
- 4 vain männylle (ja hieskoivulle), kivennäisravinteita toistuvien (1-2) lannoituksin

PUUNTUOTANNON TAVOITTEET

Kasvatettavan puulajin valintaan vaikuttavat metsitettävän alueen ominaisuudet sekä se, onko tavoitteena tuottaa energia- vai ainespuuta. Ensimmäisenä puusukupolvena voidaan kasvattaa mäntyä tai hies- ja rauduskoivua.

- Puulaji valitaan pohjamaan laadun mukaan, kun turvetta alle 30 cm. Hienojakoisille maille sopivat mänty, koivu ja kuusi. Kuuselle on oltava hallansuoja, esim. viivästyneen metsityksen vuoksi syntynyt pensaikko. Karkeille pohjamaille suositellaan mäntyä ja mahdollisesti hieskoivua.
- Raudus- ja hieskoivu sekä mänty kasvavat hyvin suopohjaturpeilla, mikäli vesi- ja ravinnetalous ovat kunnossa. Rauduskoivu on hieskoivua suositeltavampi, jos turvetta on vähemmän kuin 40 cm ja pohjamaa on hienojakoinen.
- Suopohjaa saatetaan käyttää perinteiseen ainespuutuotantoon, jolloin rauduskoivukin voidaan kasvattaa suotuisissa oloissa vaneripuuksi saakka.
- Koivua voidaan kasvattaa myös tiheikköinä, joista on mahdollista saada korkeita biomassatuotoksia energiapuuna. Toisaalta tuotantotavoitetta pystytään haluttaessa muuttamaan ainespuun suuntaan harvennusten avulla.
- Koivun etuna on sen helppo luontainen metsittyminen ja nopea alkukehitys sekä tiheikön uudistuminen korjuun jälkeen kantovesoista 20-30 vuoden kasvatuskierrolla. Koivu hyötyy turvekerroksen tpestä ja suopohja saadaan nopeasti muutettua hiilinieluksi.
- Männyn laatukasvatus tukkipuuksi edellyttää riittävää kasvatustiheyttä ja laatuharvennuksia. Tällöin männyn kylvö tai hyvin onnistunut luontainen metsittäminen ovat kelvollisia vaihtoehtoja. Sopiva luontainen koivusekoitus saattaa parantaa männyn laatua.
- Kuusi soveltuu hienojakoisille pohjamaille, mutta hallanarkuuden vuoksi vasta toiseksi puusukupolveksi 2-jaksoisessa kasvatuksessa. Myös kuusi hyötyy turpeen typpivaroista ja kasvaa ilman laatuongelmia tukkipuuksi.
- Mikäli siementävää puustoa on lähetyvillä, voi kivennäismaapinnoille nousta leppää.



Jorma Issakainen

Syksyinen näkymä suopohjalta 18 vuotta metsityksen jälkeen. Kasvuista puustoa saa kivennäisravinteita pohjamaasta.



Jorma Issakainen

Kaadon jälkeen koivun kantaan syntyy vesoja, joiden kasvu on nopeaa, koska niillä on käytettävissä emokannon juuristo. Koivun kasvullista uudistumista voidaan hyödyntää energiapuun tuotannossa.

YMPÄRISTÖN HUOMIOIMINEN

Ympäristönhoidollisesti on tärkeää saada suopohja mahdollisimman nopeasti kasvillisuuden peittoon. Pintakasvillisuus sitoo irtonaista maa-ainesta paikoilleen ja ehkäisee näin ollen pinta-kerroksesta irtoavan hienoaineksen ja ravinteiden kulkeutumista vesistöihin. Lisäksi kasvillisuuden kehittyminen edistää karikkeen muodostumista ja suopohjan eliöstön monimuotoisuutta. Pitkällä aikavälillä pintakasvillisuus edistää puun taimien kasvua pitämällä yllä maan ravinteisuutta ja muodostamalla orgaanista ainesta. Suopohjan metsitys on myös tehokas ja eri jälkikäyttömuodoista nopein tapa sitoa ilmakehän hiilidioksidia ennestään kasvittomalla alueella.

Suopohjien metsitykseen liittyviä ympäristönäkökohtia

- Vesien suojele (saostuskuopat, -altaat ojituksessa ja muokkauksessa).
- Painanteisiin syntyy vesilammikoita eläinten juomapaikoiksi.
- Varataan riistapeltojen paikkoja.
- Suopohjan muutosprosessilla on myönteinen vaikutus eliöstön elinympäristöihin.
- Riistaeläimistä ainakin hirvi, jänis, teeri ja lehtokurppa viihtyvät monipuolisissa suopohjametsissä. Valtaojissa ja palokaivoissa oleilee vesilintuja ja jopa kalojakin. Saaliseläinten lisääntymisen myötä suopohjille hakeutuu myös petoja.
- Nopea kasvittaminen on tärkeää eroosion ja ravinteiden huuhtoutumisen vähentämiseksi.
- Kasvittamisen seurauksena paljas suopohja muuttuu hiilen lähteestä hiilen sitojaksi.
- Vältetään tarpeetonta muokkausta, ojitusta ja lannoitusta, jotka voivat lisätä eroosiota ja huuhtoutumista.
- Ohutturpeisilla alueilla kookas puusto saa kivennäisravinteet ensisijaisesti pohjamaasta.
- Turvetuhkan sisältämä rauta ja alumiini sitovat fosforia samoin kuin PK-lannokseen lisätty rauta.
- Tuhkan ja muiden kierrätysravinteiden käyttö edistää kestävästä luonnonhoitoa.
- Hidasliukoisilla ravinteilla, kuten biotiitilla, on pitkä vaikutusaika ja vähän huuhtoutumia.
- Puulajien vaihtelu, sekapuustot, koivu- mänty- ja kuusikujat esim. teiden ja valtaojien varsilla ja joutokuvioilla lisäävät maiseman monimuotoisuutta ja edistävät samalla luontaista uudistumista. Maiseman vaihtelua lisäävät myös pienialaiset yksittäiset metsittämättä jätetyt alueet.



Noora Huotari

Pioneerisammalilla on merkittävä rooli irtonaisen maa-aineksen sitojana metsityksen alkuvaiheessa. Kuvassa päärynäsammal (*Leptobryum pyriforme*).




Noora Huotari

Lannoitus lisää merkittävästi ruohovartisten kasvien peittävyttä suopohjalla. Kuvassa suo-orvokki (*Viola palustris*).



KIRJALLISUUS

- Aro, L. & Kaunisto, S. & Saarinen, M. 1997: Suopohjien metsitys, hankeraportti 1986-1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 634.
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Kauppi, A. and Kubin E. 2007: Fertilization ensures rapid formation of ground vegetation on cut-away peatlands. *Canadian Journal of Forest Research*, painossa.
- Hytönen, J. ja Aro, L. 2005: Suopellot ja suonpohjat puiden kasvualustoina. – Julkaisussa: Ahti, E. ym. (toim.) Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947.
- Issakainen, J., Moilanen, M., Pasanen, J., Piironen M-L., Savilampi, P. 1996: Tuhka ja muut jäteaineet metsän ravinteina. Muhoksen tutkimusaseman kenttäkokeet.
- Issakainen, J. 2002: Tuhka metsänlannoitteena ja suonpohjan metsityskokeissa. –Julkaisussa: Kempainen, S. (toim.) Metsätalouden vesistökuormituksen hallinta suonpohjilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 856.
- Issakainen, J. 2003: Turvetuhkasta ja biotiitistä ravinnepellettejä. Tiedote. 1 s. Metla, Muhoksen toimintayksikkö.
- Kaunisto, S. 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. *Suo* 32(3):53-60.
- Kaunisto, S. & Aro, L. 1998: Suopohjat metsätaloudessa. –Julkaisussa Vasander, H. (toim.) Suomen suot. Suoseura ry.
- Kaunisto, S. Saarinen, M. & Kilpeläinen, R. 1989: Turpeennostoalueiden metsitys. Moniste, Metla, Parkanon toimintayksikkö.
- Näsi, N., Kubin, E. & Tillman-Sutela, E. 2005. Revegetation of a cut-away peatland by recycling of ash. In: Asplund, D. (ed.). *Bioenergy in Wood Industry 2005, 12.-15.9.2005 - Book of Proceedings*. FINBIO Publications 32: 499-503.
- Selin, P. 1999: Turvevarojen teollinen käyttö ja suonpohjien hyödyntäminen Suomessa. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.
- 



METLA



Suopohjien metsittäminen. Jorma Issakainen & Noora Huotari 2007

