

# Painomaan vaikutus metsitetyn turvepellon ravinnemääriin

## Effect of mineral soil admixture on the nutrient amounts of afforested peat fields

Antti Wall & Jyrki Hytönen

*Antti Wall & Jyrki Hytönen, The Finnish Forest Research Institute, Kannus Research Station, P.O. Box 44, FIN-69101 Kannus, Finland (e-mail antti.wall@metla.fi)*

The effect of mineral soil, applied during the cultivation of fields, on the nutrient amounts of afforested peat fields was studied. 36 afforested peat fields (peat layer > 40 cm) from Central Ostrobothnia (western Finland) and North Savo (central Finland) were sampled. Fields were divided into two groups on the basis of mineral soil addition. Volumetric soil samples (0–10, 10–20, 20–30, 30–40-cm layers) were taken and analyzed for their total and ammonium acetate extractable nutrient concentrations (P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn). Kjeldahl nitrogen and boron in  $H_3PO_4-H_2SO_4$  were also analyzed. Nutrient amounts in different soil layers were calculated. Mineral soil, mainly silt, had been added on average  $230\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  in Central Ostrobothnia and  $630\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  in North Savo. Mineral soil was clearly detectable in the plough layer (0–20 cm) but seldom in the 30–40-cm layer as an increased bulk density and ash content. Mineral soil admixture increased most of the total nutrient amounts, but not nitrogen, calcium and boron. In the amounts of extractable nutrients the effect of mineral soil admixture was smaller.

Key words: afforestation, mineral soil, nutrition, peat fields

### JOHDANTO

Laajamittainen peltojen metsitys alkoi Suomessa 1960-luvun lopussa. Peltoja on metsitetty tähän mennessä yli 200 000 ha. Vuonna 1993 peltoja metsitettiin 17 700 ha, mikä oli 20% kyseisen vuoden metsänistutuslatasta (Metsätilastollinen ... 1995). Peltojen maalajit vaihtelevat hyvin paljon maan eri osissa. Suomen pelloista on runsaat 30% maalajiltaan hietoja, noin 20% savia ja 20% eloperäisiä maita (Urvas 1995). Eloperäisten maiden (turpeet, multamaat ja liejut) osuus Suomen peltoalasta on vuosien mittaan vähentynyt humuksen hajoamisen vuoksi. Turve- ja multamaapelloista yli puolet on Pohjanmaalla ja Lapissa. Metsitettyjen turvepeltojen määrää ei ole tiedossa, mutta niitä lienee met-

sitetty huomattavasti enemmän kuin niiden osuus on Suomen peltoalasta.

Peltojen metsittämiseen liittyvissä päätöksissä on otettava huomioon kasvualustan fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Peltojen ravinnetila, erityisesti turvepelloilla, poikkeaa monin tavoin metsämaiden ravinnetilasta (Urvas 1985). Peltoviljelyssä muokkaus, lannoitus, kalkitus ja muut maanparannustoimenpiteet sekä koneiden käyttö ovat muuttaneet maan fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Turvepeltojen pintakerroksessa on yleensä runsaasti typpeä, fosforia ja kaliumia (Kaunisto 1991, Hynönen 1992, Hytönen & Ekola 1993) verrattuna ojitettuihin soihin (Kaunisto & Paavilainen 1988, Laiho & Laine 1994). Turvepeltoille perustetuissa taimikoissa on esiintynyt mel-

ko runsaasti kaliumin ja boorin puutosta neulas-analyysien perusteella arvioituna (Kaunisto 1991, Hynönen 1992, Hytönen & Ekola 1993, Hytönen 1995). Boorinpuutos oli Suomessa yleinen myös maatalouskasvien viljelyssä ennen boorin lisäämistä lannoitteisiin vuonna 1972 (Saarela 1985). Pellonmetsitysinventointien mukaan ravinneperäiset kasvuhäiriöt ovat pellonmetsitysalueilla yleinen ongelma (Hytönen 1991, Valtanen 1991, Hynönen 1992, Hytönen & Ekola 1993).

Painomaaksi kutsutun kivennäismaan käyttöä turvepeltojen maanparannusaineena suositeltiin aiemmin yleisesti (Isotalo 1952) ja sen käyttö oli varsin tavallista turvemaiden viljelyssä Suomessa (Pessi 1953, 1962a, Valmari 1983). Kivennäismaata on lisätty turvepelloille jo 1700-luvulla (Valmari 1983). Maatalouden koetoiminnassa painomaata lisättiin turvemaille 100–400 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> (Anttinen 1957b, Pessi 1960, 1961a–c). Painomaan tarkoituksena oli parantaa peltojen ravinnetilaa ja lämpöoloja sekä lujittaa muutoin liian löyhää maata (Vesikivi 1933, Pessi 1953, 1961a, b, 1962a). Painomaa sekoituu pellon muokkauskerrokseen (0–20 cm), eikä sitä esim. Kauniston (1991) tutkimilla Alkkian turvepelloilla ollut juurikaan kulkeutunut 30–40 cm kerrokseen. Painomaan vaikutus maan ravinnevaroihin ja fysikaaliseen koostumukseen on hyvin pitkäaikainen (Anttinen 1957b, Pessi 1960, 1961a, b). Painomaan on yleensä havaittu kohottaneen kohottaneen heinä- ja viljasatoja turvepelloilla sitä enemmän mitä enemmän sitä on käytetty, mutta runsas saveus (300 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) voi jo pienentää satoja (Anttinen 1957a, b, Pessi 1961b). Painomaan positiivisen vaikutuksen on arveltu johtuvan kivennäismaan sisältämästä kaliumista sekä maan fysikaalisten ominaisuuksien parantumisesta (Pessi 1962a). Kivennäismaan määrän lisäksi sen lajitekoostumus vaikuttaa sadon lisäykseen ja ravinteiden määrään. Savi lisää satoja enemmän kuin hieta ja sora-moreeni (Takala 1961) tai hiekka (Pessi 1961b, c). Painomaan käytöllä turvepelloilla voitiin vähentää tai kokonaan korvata kaliumlannoitus (Anttinen 1957a, b, Pessi 1960, 1961b). Painomaa saattaisi siten vaikuttaa myös turvepellon ominaisuuksiin puiden kasvu-alustana. Erityisesti mikäli painomaa vaikuttaa merkittävästi turvepellon kaliumin määrään, se voisi parantaa turvepeltojen metsänkasvatuskelpoisuutta.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää painomaan laatua, määrää ja vaikutusta metsitettyjen pak-

saturpeisten peltojen ravinne-, erityisesti kaliummäärään Keski-Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa.

## AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen maanäytteet kerättiin Keski-Pohjanmaalta ja Pohjois-Savosta paksaturpeisille (turvepaksuus > 40 cm) peltomaille istutetuista taimikoista. Taimikot sisältyivät metsälautakuntien arkistoista arpomalla valittuihin metsitysten onnistumista selvittävien tutkimusten aineistoihin (Hytönen 1991, Hynönen 1992). Keski-Pohjanmaan otokseen sisältyi kaikkiaan 14 kpl vuosina 1973–1974 tai 1981–1982 männylle metsitettyä turvepeltoa. Pohjois-Savon aineistoon kuului 22 kpl vuosina 1971–1986 männylle tai kuuselle metsitettyä turvepeltoa. Tutkittujen taimikoiden kokonaispinta-ala oli 50 ha. Taimikoihin perustettiin vuonna 1991 kaikkiaan 54 ympyräkoelaa (100 m<sup>2</sup>). Kuhunkin taimikkoon perustettiin yksi tai taimikon ollessa epätasainen kaksi koelaa, siten että toinen koelaloista sijoitettiin hyväpuustoiseen ja toinen huonopuustoiseen kohtaan. Painomaan käyttö todettiin koelaloille kaivetuista profiilikuopista aistinvaraisesti ja maan tuhkapitoisuuden perusteella.

Maanäytteet koostettiin viidestä määrätilavuudesta (292 cm<sup>3</sup>) osanäytteestä, jotka otettiin kerroksista 0–10, 10–20, 20–30 ja 30–40 cm. Näytteet säilytettiin pakastettuina. Ennen analysointia ne sulatettiin huoneenlämmössä ja niitä kuivatettiin vuorokausi 70°C:ssa. Näytteet homogenoitiin hiertämällä 2 mm seulan läpi. Näytteen tuhkapitoisuus määritettiin tuhkimalla (550°C, 8 h). Maanäytteen tiheys laskettiin kuivamassan (105°C) ja tuoretilavuuden suhdelukuna. Maanäytteen sisältämän kivennäisaineksen ja orgaanisen aineen määrä laskettiin maan tiheyden ja tuhkapitoisuuden perusteella. Painomaan raekoostumus määritettiin 30 koelalan kerroksien 0–10 ja 10–20 cm yhdistetystä näytteestä pipettimenetelmällä (Elo-nen 1971, Heiskanen & Tamminen 1992). Maalajit nimettiin d<sub>50</sub>-menetelmällä (Korhonen ym. 1974). Painomaan määrä kussakin maakerroksessa laskettiin vähentämällä koelalan kivennäisaineksen massasta kivennäisaineksen keskimääräinen massa niillä koelaloilla, joilla painomaata ei ollut käytetty. Painomaan massa muunnettiin tilavuudeksi käyttäen maan tiheyden arvona 1,1 kg dm<sup>-3</sup> (Erviö 1970).

Kuivattujen maanäytteiden pH määritettiin tilavuussuhteessa 1:2,5 valmistetusta maavesilietoksesta. Maanäytteistä määritettiin kokonaistyyppi Kjeldahlin menetelmällä. Muiden ravinteiden (fosfori, kalium, kalsium, magnesium, mangaani, rauta, ja sinkki) ns. kokonaispitoisuudet määritettiin tuhkan suolahappouutoksesta. Boori määritettiin  $H_3PO_4-H_2SO_4$ -uutoksesta (Halonen ym. 1983). Lisäksi näytteistä määritettiin happamaan (pH 4,65) ammoniumasetaattiin uuttuva P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, ja Zn (Halonen ym. 1983), joista jatkossa käytetään nimitystä uuttuvat ravinteet. Ravinteiden määrät esitetään pitoisuuksina kuivamassasta ja kokonaismäärinä ( $kg\ ha^{-1}$ ) 10 cm paksuisissa maa-kerroksissa.

Kivennäismaalisäyksen vaikutusta maan koostumukseen ja ravinemääriin tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä sekä korrelaatio- ja regressioanalyysillä. Toistotekijänä varianssimalleissa oli turvekerros. Korrelaatioanalyysissä käytettiin Spearmanin ja Kendallin eiparametrisia järjestyskorrelaatiokertoimia, koska muuttujien jakaumia ei saatu muunnoksilla normaaliksi.

## TULOKSET

### Painomaan määrä ja maalaji

Painomaan käyttö havaittiin Keski-Pohjanmaalla 15:llä tutkituista 19:sta koealasta ja Pohjois-Savossa 16:lla tutkituista 35:stä koealasta. Painomaata oli keskimäärin 0–40 cm:n kerroksessa Keski-Pohjanmaalla  $248\ t\ ha^{-1}$  ( $230\ m^3\ ha^{-1}$ ) ja Pohjois-Savossa  $690\ t\ ha^{-1}$  ( $630\ m^3\ ha^{-1}$ ). Valtaosa lisätystä kivennäismaasta oli muokkauskerroksessa (0–20 cm) ja kerroksessa 30–40 cm painomaata oli harvoin.

Painomaan maalaji oli hiesu 64%:lla, hieno hieta 27%:lla ja karkea hieta 9%:lla Keski-Pohjanmaan koealoista. Pohjois-Savon koealoista hiesun osuus maalajijakaumasta oli 47%, hienon hiedan 26%, karkean hiedan 16% ja saven 11%. Saven osuus raekoostumuksesta oli Keski-Pohjanmaalla alhaisempi ja hiesun osuus suurempi kuin Pohjois-Savossa. Karkeajakoisten lajitteiden osuus raekoostumuksesta oli yleensä pieni ja hienoaineksen (raekoko  $< 0,06\ mm$ ) osuus oli huomattavan suuri kummallakin alueella (Taulukko 1).

Taulukko 1. Lisätyn kivennäismaan keskimääräinen raekoostumus. Suluissa vaihteluväli.

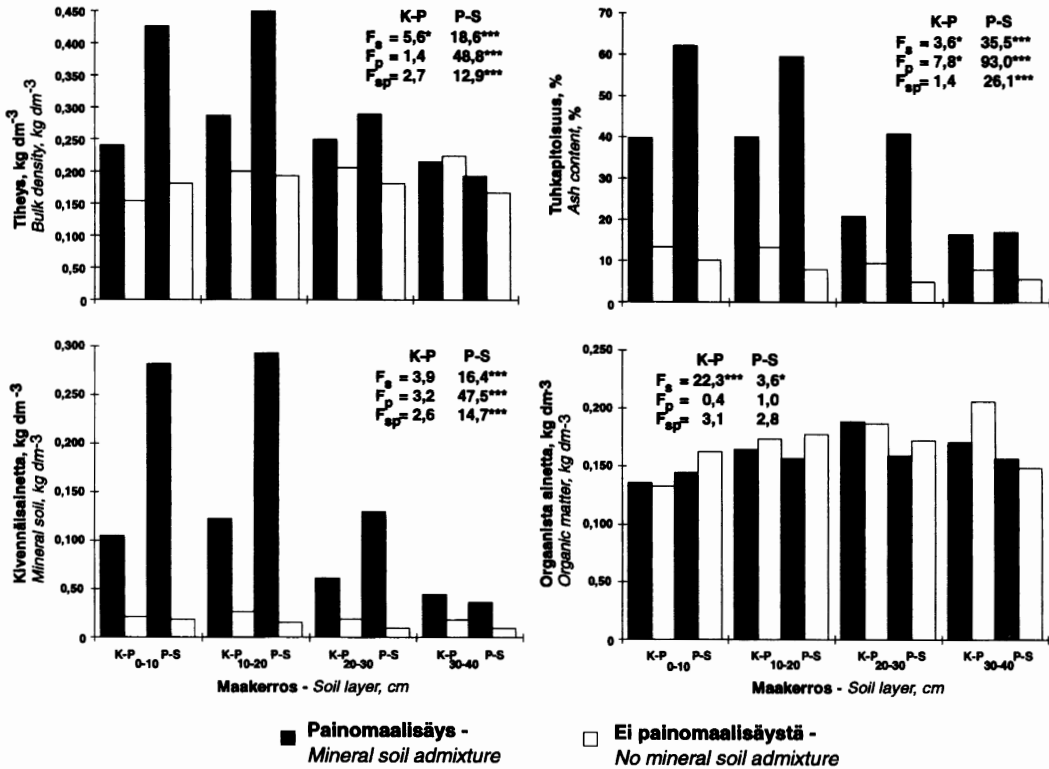
Table 1. The mean particle size distribution of mineral soil admixture. Range in parentheses.

Lajite Particle size fraction	Lajitteen osuus, % – Fraction, %	
	Keski-Pohjanmaa Central Ostrobothnia	Pohjois-Savo North Savo
$< 2\ \mu m$	11.2 (4.2–18.3)	18.2 (2.7–31.9)
2–20 $\mu m$	40.9 (2.7–57.4)	33.5 (17.5–56.1)
20–63 $\mu m$	21.3 (9.2–87.2)	20.2 (11.1–74.3)
63–200 $\mu m$	15.7 (3.6–28.2)	20.0 (1.1–41.3)
200–630 $\mu m$	8.9 (1.8–27.2)	7.3 (0.3–18.8)
630–2000 $\mu m$	1.9 (0.0–4.8)	0.7 (0.1–2.0)

### Painomaan vaikutus maan tiheyteen, tuhkapitoisuuteen ja happamuuteen

Painomaan vaikutus maan fysikaaliseen koostumukseen näkyi selvimmän muokkauskerroksessa (0–20 cm): maan tiheys, tuhkapitoisuus, ja kivennäisaineksen määrä olivat suurempia kuin pelto- maissa, joihin kivennäismaata ei oltu lisätty (Kuva 1). Pohjois-Savossa oli painomaan ja maakerrosten välillä maan tiheydessä, tuhkapitoisuudessa ja kivennäisaineksen määrässä myös tilastollisesti erittäin merkitsevä yhdysvaikutus: mitä syvemmälle maassa siirryttiin sitä pienempi oli painomaan vaikutus. Painomaa ei vaikuttanut maan orgaanisen aineen määrään. Painomaapeltojen muokkauskerroksen tiheys oli Keski-Pohjanmaalla  $0,150\text{--}0,470\ kg\ dm^{-3}$  ja Pohjois-Savossa  $0,140\text{--}0,760\ kg\ dm^{-3}$ . Vertailupelloilla tiheys oli Keski-Pohjanmaalla  $0,100\text{--}0,240\ kg\ dm^{-3}$ , Pohjois-Savossa  $0,130\text{--}0,250\ kg\ dm^{-3}$ . Eräillä pelloilla muokkauskerroksen tiheys oli alhainen painomaan käytöstä huolimatta. Tämä johtui paitsi painomaan pienistä käyttömääristä, myös siitä että kivennäismaa esiintyi linsseinä turpeen seassa. Muokkauskerroksen tuhkapitoisuudet olivat painomaa- ja vertailupelloilla Keski-Pohjanmaalla 17–73% ja 10–17%, ja Pohjois-Savossa vastavasti 8–82% ja 3–16%.

Muokkauskerroksen ja pohjamaan (30–40 cm) pH oli Keski-Pohjanmaalla keskimäärin 4,5, kun painomaata oli käytetty. Vertailupeltojen pH oli 0,4 yksikköä korkeampi, mutta se ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi painomaapeltoista suuren hajonnan takia. Pohjois-Savon painomaapeltojen pH oli koko tutkitun profiilin syvyydellä 4,5,



Kuva 1. Painomaan vaikutus maan tiheyteen, tuhkapitoisuuteen, kivennäisaineksen ja orgaanisen aineen määrään Keski-Pohjanmaan (K-P) ja Pohjois-Savon (P-S) metsitetyillä pelloilla. Varianssianalyysin F-arvojen tilastollinen merkitsevyys:  $p_s$  = p-arvo maakerroksen vaikutukselle,  $p_p$  = p-arvo painomaan vaikutukselle,  $p_{sp}$  = p-arvo maakerroksen ja painomaan yhdysvaikutukselle.

Fig. 1. Effect of mineral soil application on the bulk density, ash content, amount of mineral and organic matter in the afforested fields of Central Ostrobothnia (K-P) and North Savo (P-S). Statistical significance of F values:  $p_s$  = p-value for soil layer,  $p_p$  = p-value for mineral soil application,  $p_{sp}$  = F-value for interaction of soil layer and mineral soil application.

mutta vertailupeltojen pH oli pohjamaassa alhaisempi (pH 4,2).

### Painomaan vaikutus maan ravinnepitoisuuksiin ja -määriin

Kivennäismaan lisääminen vaikutti tilastollisesti merkitsevästi useimpien maan kokonaisravinteiden pitoisuuksiin ja määriin sekä niiden syvyys-suuntaiseen jakaantumiseen Pohjois-Savossa (Taulukko 2, Kuvat 2 ja 3). Keski-Pohjanmaalla painomaa- ja vertailupeltojen kokonaisravinnepitoisuudet ja -määrät eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi ravinnearvojen suuren hajonnan takia. Painomaapeltojen kokonaisfosfori, -kalium, -magnesium, -mangaani, -rauta ja sinkkipitoisuu-

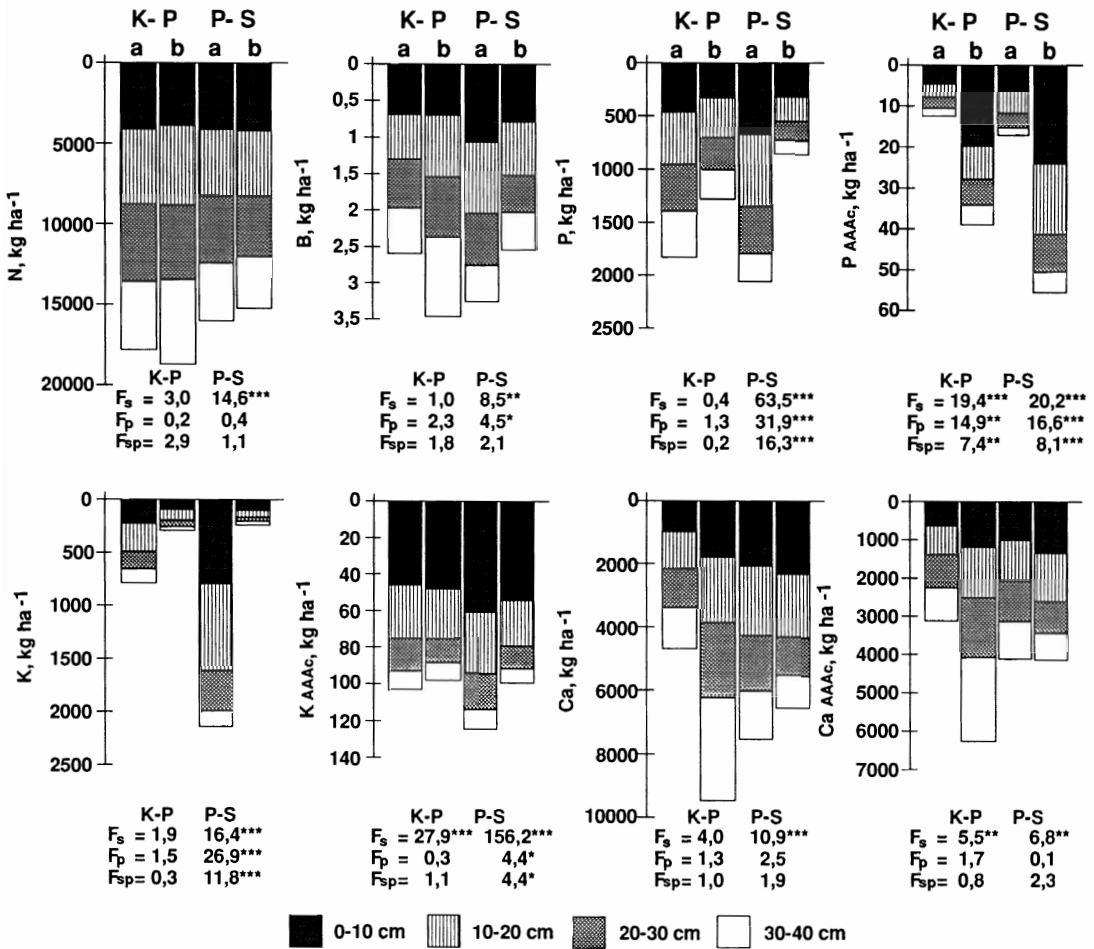
det sekä määrät olivat suuremmat kuin vertailupeltojen. Painomaa nosti muokkauskerroksen (0–20 cm) kokonaisfosforin ja -kaliumin määrää Keski-Pohjanmaalla keskimäärin 250 kg ha<sup>-1</sup> ja 295 kg ha<sup>-1</sup> ja vastaavasti Pohjois-Savossa 804 kg ha<sup>-1</sup> ja 1 390 kg ha<sup>-1</sup>. Pienimmillään kaliumia oli vertailupelloilla muokkauskerroksessa noin 100 kg ha<sup>-1</sup>.

Pohjois-Savossa painomaapeltojen muokkauskerroksen typpipitoisuus oli alempi kuin vertailupeltojen (Taulukko 2). Sen sijaan typen määrään painomaa ei vaikuttanut, koska kivennäismaa lisää maan tiheyttä. Peltojen muokkauskerroksessa oli tyyppiä Keski-Pohjanmaalla 5 070–11 740 kg ha<sup>-1</sup> ja Pohjois-Savossa 3 400–11 650 kg ha<sup>-1</sup>. Pohjois-Savossa painomaapeltojen booripitoisuus oli hiukan alhaisempi ja boorimäärä suurempi kuin vertailupelloilla (Taulukko 2, Kuva 2).

Taulukko 2. Maan ravinnepitoisuudet kerroksittain painomaa- (a) ja vertailupelloilla (b) Keski-Pohjanmaalla (KP) ja Pohjois-Savossa (PS). Varianssianalyysien F-arvojen tilastollinen merkitsevyys:  $p_s$  = p-arvo maakerroksen vaikutukselle,  $p_p$  = p-arvo painomaan vaikutukselle,  $p_{sp}$  = p-arvo tyvyyden ja painomaan yhdysvaikutukselle. – =  $p \geq 0,05$ , \* =  $p < 0,05$ , \*\* =  $p < 0,01$ , \*\*\* =  $p < 0,001$ . AAAC = uutettu happamalla ammoniumasetatilla.

Table 2. Soil nutrient concentrations by soil layer on afforested peatland fields in Central Ostrobothnia (KP) and North Savo (PS). A = mineral soil application, b = no mineral soil application. Statistical significance of F-values:  $P_s$  = p-value for soil layer,  $P_p$  = p-value for mineral application,  $P_{sp}$  = p-value for interaction of soil layer and mineral soil application. – =  $p \geq 0.05$ , \* =  $p < 0.05$ , \*\* =  $p < 0.01$ , \*\*\* =  $p < 0.001$ . AAAC = Acid ammoniumacetate extraction.

Maakerros		N, %		P, g kg <sup>-1</sup>		K, g kg <sup>-1</sup>		Ca, g kg <sup>-1</sup>	
Soil layer		KP	PS	KP	PS	KP	PS	KP	PS
0–10 cm	a	1.8	1.1	2.0	1.7	1.0	1.8	3.9	5.2
	b	2.5	2.3	2.1	1.7	0.6	0.6	11.6	13.2
10–20 cm	a	1.7	1.1	1.7	1.5	1.0	1.7	3.9	5.3
	b	2.5	2.1	1.9	1.2	0.5	0.3	12.1	10.2
20–30 cm	a	2.1	1.5	1.7	1.5	0.5	1.1	4.6	6.3
	b	2.3	2.0	1.4	1.0	0.3	0.2	12.4	6.4
30–40 cm	a	2.1	1.9	1.8	1.4	0.5	0.7	5.8	7.5
	b	2.3	1.9	1.3	0.8	0.2	0.2	12.2	5.5
$P_s$	–	–	**	*	**	–	***	–	–
$P_p$	–	–	***	–	*	–	***	–	**
$P_{sp}$	–	–	***	–	*	–	***	–	**
		B, mg kg <sup>-1</sup>		$P_{AAAC}$ , mg kg <sup>-1</sup>		$K_{AAAC}$ , mg kg <sup>-1</sup>		$Ca_{AAAC}$ , g kg <sup>-1</sup>	
0–10 cm	a	3	3	22	18	207	157	2.7	2.6
	b	4	4	154	139	317	317	7.7	7.6
10–20 cm	a	2	2	13	14	110	84	2.7	2.7
	b	4	4	44	91	138	136	7.4	6.5
20–30 cm	a	3	3	12	12	71	71	3.3	3.8
	b	4	3	33	51	65	69	7.9	4.4
30–40 cm	a	3	3	11	10	47	55	4.1	4.9
	b	4	3	19	33	43	55	8.4	3.8
$P_s$	–	–	**	*	***	***	***	–	–
$P_p$	–	–	**	***	***	*	**	–	***
$P_{sp}$	–	–	*	*	***	*	***	–	***
		Mg, g kg <sup>-1</sup>		Mn, mg kg <sup>-1</sup>		Fe, g kg <sup>-1</sup>		Zn mg kg <sup>-1</sup>	
0–10 cm	a	2.2	4.5	164	349	13.3	19.6	24	38
	b	1.4	2.3	197	162	11.5	6.1	24	25
10–20 cm	a	1.9	4.3	107	277	13.1	19.5	18	34
	b	1.3	1.5	91	71	12.7	5.1	13	13
20–30 cm	a	1.3	2.8	103	220	13.0	14.9	12	22
	b	1.2	1.3	89	73	10.5	4.9	8	8
30–40 cm	a	1.3	1.6	95	190	11.3	10.7	8	11
	b	1.3	1.0	129	79	10.0	4.2	6	5
$P_s$	–	–	***	*	***	–	***	**	***
$P_p$	–	–	***	–	**	–	***	–	***
$P_{sp}$	–	–	**	–	**	–	**	–	**
		$Mg_{AAAC}$ , g kg <sup>-1</sup>		$Mn_{AAAC}$ , mg kg <sup>-1</sup>		$Fe_{AAAC}$ , mg kg <sup>-1</sup>		$Zn_{AAAC}$ , mg kg <sup>-1</sup>	
0–10 cm	a	0.5	0.4	91	151	315	355	5	5
	b	1.1	1.4	131	110	314	130	7	10
10–20 cm	a	0.4	0.4	42	92	313	386	2	3
	b	1.0	1.2	53	49	269	125	2	5
20–30 cm	a	0.6	0.6	50	98	305	310	2	3
	b	1.1	1.0	61	50	243	109	1	3
30–40 cm	a	0.7	0.9	52	117	279	212	1	2
	b	1.2	1.0	97	55	209	94	1	2
$P_s$	**	**	*	***	–	**	**	**	***
$P_p$	*	**	–	*	–	*	–	–	–
$P_{sp}$	–	**	–	–	–	–	–	–	**



Kuva 2. Kokonaistypen ja -boorin, kokonais- ja uuttuvan (AAAc) fosforin, kaliumin ja kalsiumin määrä Keski-Pohjanmaalla (K-P) ja Pohjois-Savossa (P-S) painomaapelloilla (a) ja vertailupelloilla (b) maakerroksessa 0–40 cm. Selitykset katso Kuva 1.

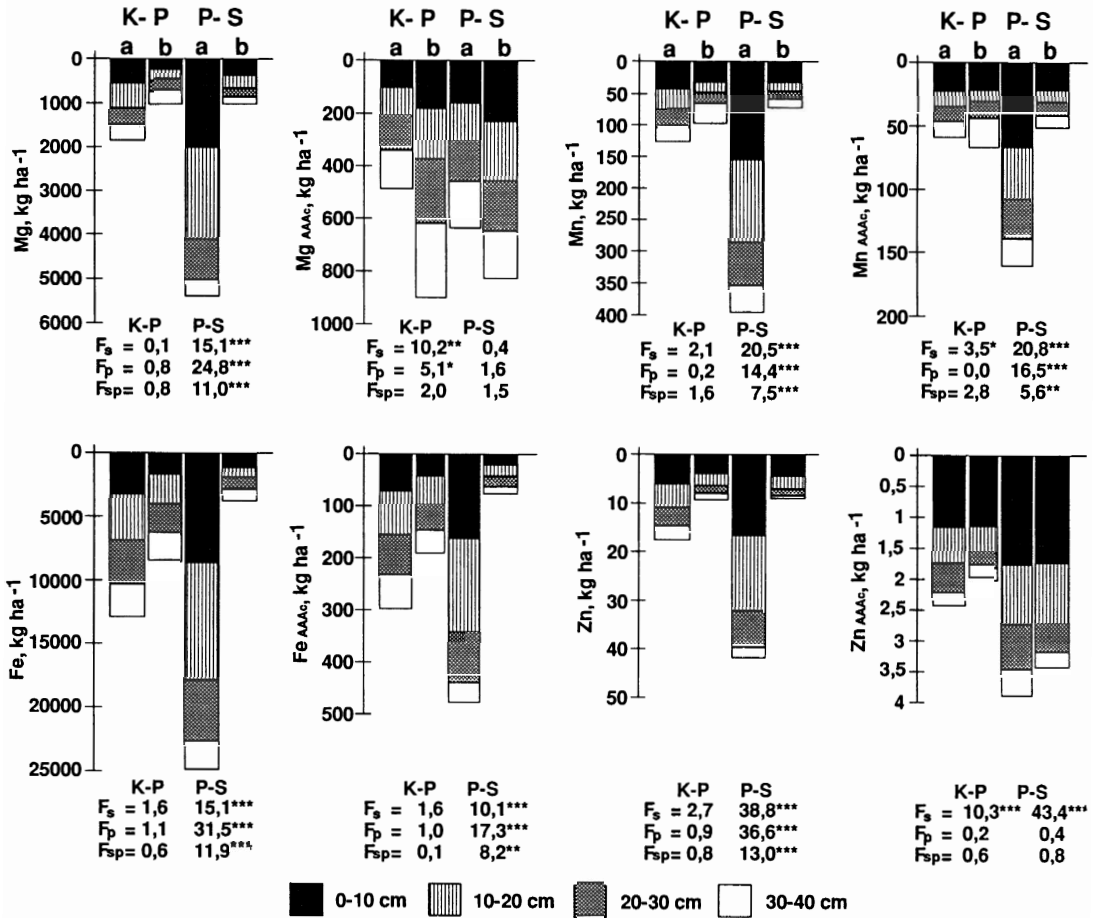
Fig. 2. The amount of total nitrogen and boron, total and acid ammonium acetate extractable (AAAc) phosphorus, potassium and calcium in Central Ostrobothnia (K-P) and North Savo (P-S) in peat fields with (a) and without (b) mineral soil admixture in 0–40 cm soil layer. For legends, see Fig. 1.

Keski-Pohjanmaalla uuttuvan fosforin ja magnesiumin pitoisuudet sekä määrät olivat alhaisempia painomaapelloilla. Painomaalla ei ollut vaikutusta uuttuvan kaliumin, kalsiumin, mangaanin, raudan ja sinkin pitoisuuksiin eikä määriin (Taulukko 2, Kuvat 2 ja 3).

Pohjois-Savossa painomaa lisäsi uuttuvan mangaanin ja raudan pitoisuutta ja määrää (Taulukko 2, Kuva 3). Uuttuvan kalsiumin ja magnesiumin pitoisuus oli matalampi painomaapelloilla kuin vertailupelloilla, mutta ravinteiden määrät eivät eronneet. Uuttuvan fosforin pitoisuus ja määrä oli alempi kuin vertailupelloilla. Uuttuvan kaliumin pitoisuus oli pai-

nomaapelloilla alempi, mutta määrä lievästi suurempi kuin vertailupelloilla. Uuttuvan sinkin pitoisuuteen ja määrään painomaalla ei ollut vaikutusta.

Maan tuhkapitoisuus korreloi voimakkaasti kokonaisravinteiden pitoisuuksien kanssa. Typen, kalsiumin ja boorin korrelaatiot olivat negatiivisia, muiden ravinteiden positiivisia (Taulukko 3). Uuttuvien ravinteiden pitoisuuksien ja tuhkapitoisuuden väliset korrelaatiot olivat heikompia kuin kokonaisravinteiden pitoisuuksien korrelaatiot lukuunottamatta fosforia, kalsiumia ja magnesiumia. Näiden ravinteiden korrelaatiot olivat lisäksi muista ravinteista poiketen negatiivisia.



Kuva 3. Kokonais- ja uuttuvan (AAAc) magnesiumin, mangaanin, raudan ja sinkin määrä Keski-Pohjanmaalla (K-P) ja Pohjois-Savossa (P-S) painomaapelloilla (a) ja vertailupelloilla (b) maakerroksessa 0–40 cm. Selitykset katso Kuva 1.

Fig. 3. The amount of total and acid ammonium acetate extractable (AAAc) magnesium, manganese, iron and zinc in Central Ostrobothnia (K-P) and North Savo (P-S) in peat fields with (a) and without (b) mineral soil admixture in 0–40 cm soil layer. For legends, see Fig. 1.

Maan tuhkapitoisuus selitti hyvin myös maan kokonaisravinteiden määriä tyypeä, kalsiumia ja booria lukuunottamatta. Tuhkapitoisuuden ja tyypen määrän välinen heikko korrelaatio johtui siitä, että tuhkapitoisuus ja maan orgaanisen aineen määrä korreloivat heikosti keskenään ( $r = -0,262$ ) ja typpimäärä korreloi voimakkaasti orgaanisen aineen määrän kanssa ( $r = 0,652$ ). Maan kivennäisaineksen määrä selitti tuhkapitoisuutta paremmin maan kokonaisravinteiden määriä (Taulukko 4). Maan tiheys selitti ravinemääriä hiukan huonommin kuin kivennäisaineksen määrä. Maan tiheyden ja tuhkapitoisuuden välinen korrelaatio ( $r = 0,776$ ) oli heikompi kuin tiheyden ja kivennäisaineksen määrän välinen korrelaatio ( $r = 0,847$ ). Maan ki-

Taulukko 3. Maan kokonais- ja uuttuvien (AAAc) ravinteiden pitoisuuksien ( $\text{mg g}^{-1}$ ) ja maan tuhkapitoisuuden väliset Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroimet ( $n = 114$ ).

Table 3. Spearman rank correlation coefficients between ash content and total and acid ammonium acetate extractable (AAAc) nutrient concentrations ( $\text{mg g}^{-1}$ ) of soil ( $n = 114$ ).

N	-0.598***		
P	0.384***	$P_{AAAc}$	-0.427***
K	0.801***	$K_{AAAc}$	0.130
Ca	-0.205**	$Ca_{AAAc}$	-0.426***
Mg	0.588***	$Mg_{AAAc}$	-0.582***
Mn	0.549***	$Mn_{AAAc}$	0.323***
Fe	0.701***	$Fe_{AAAc}$	0.494***
Zn	0.681***	$Zn_{AAAc}$	0.001
B	-0.282***		

vennäisaineksen määrä selitti uuttuvista ravinteista tyydyttävästi vain kaliumin, mangaanin ja raudan määriä (Taulukko 4). Kivennäisaineksen määrän lisäksi sen raekoostumus vaikutti maan joidenkin ravinteiden pitoisuuksiin ja määriin. Kivennäisaineen keskiraekoon suuretessa kokonaiskaliumin, -magnesiumin, -mangaanin, -raudan ja -sinkin pitoisuus ja määrä väheni (Taulukko 5). Uuttuvien ravinteiden määrän ja kivennäisaineksen keskiraekoon väliset korrelaatiot olivat heikkoja.

## TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksen pellot olivat otos Keski-Pohjanmaan ja Pohjois-Savon metsitetyistä paksuturpeisista pelloista. Keski-Pohjanmaan osalta tulosten luotettavuutta heikentää se, että otoksessa oli vain neljä peltoa, joilla ei ollut käytetty painomaata. Kivennäismaa esiintyi linssimäisesti turpeen seassa erityisesti silloin, kun painomaata oli käytetty vähän. Näiden peltojen poisjättäminen aineistosta olisi suurentanut peltoryhmien välisiä eroja. Ver-

Taulukko 4. Maan kokonais- ja uuttuvien (AAAc) ravinnemäärien ( $y$ ,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) riippuvuus kivennäisaineksen määrästä ( $x$ ,  $\text{kg dm}^{-3}$ ) 10 cm paksuisissa maakerroksissa.  $R^2$  = selitysaste, RMSE = regressiomallin jäännöshajonta.

Table 4. Dependence of total and extractable (AAAc) nutrient amounts ( $y$ ,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) on the mineral soil amount ( $x$ ,  $\text{kg dm}^{-3}$ ) in the 10 cm thick soil layers.  $R^2$  = coefficient of determination, RMSE = standard error of estimate.

Ravinne Nutrient		$R^2$	RMSE
N	$y = 4101.2700 + 0.2831 x$	0.001	1128.9
P	$\ln y = 4.213 + 0.420 \ln x$	0.670***	0.4
K	$\ln y = 1.799 + 0.811 \ln x$	0.799***	0.5
Ca	$\ln y = 6.431 + 0.200 \ln x$	0.152***	0.6
Mg	$y = 4.5606 + 2.223 x$	0.755***	7.1
Mn	$y = 1.389 + 0.571 x$	0.658***	2.3
Fe	$y = 15.990 + 4.501 x$	0.774***	13.6
Zn	$y = 1.162 + 0.049 x$	0.800***	3.5
B	$y = 0.584 + 0.002 x$	0.221***	0.4
$P_{AAAc}$	$\ln y = 1.983 - 0.126 x$	0.031**	0.9
$K_{AAAc}$	$\ln y = 1.915 + 0.302 x$	0.262***	0.7
$Ca_{AAAc}$	$\ln y = 6.341 + 0.102 x$	0.050**	0.6
$Mg_{AAAc}$	$\ln y = 5.021 - 0.026 x$	0.003	0.7
$Mn_{AAAc}$	$y = 1.814 + 0.292 x$	0.431***	1.9
$Fe_{AAAc}$	$y = 2.314 + 0.597 x$	0.523***	3.1
$Zn_{AAAc}$	$y = 0.579 + 0.024 x$	0.080***	0.5

tailpeltojen ja painomaapeltojen alkuperäiset suotyypit saattavat myös olla erilaisia. Painomaan vaikutusten arviointia vaikeuttaa myös se, että eri peltojen viljelymenetelmät (lannoitukset, viljelykasvit, maanmuokkaustavat) ovat voineet poiketa toisistaan merkittävästi. On lisäksi huomattava, että painomaa vaikuttaa myös maan fysikaalisiin ominaisuuksiin, kuten lämpö- (Vesikivi 1933, Pessi 1953, 1956) ja luultavasti myös vesioloihin, joita ei tässä tutkimuksessa selvitetty. Nämä vaikutukset lienevät puiden kasvun kannalta positiivisia.

Keski-Pohjanmaan ja Pohjois-Savon turvepelloilla oli kivennäismaata käytetty maanparannusaineena usein, mikä vastaa aiempaa käsitystä painomaan käytön yleisyydestä (Valmari 1983). Painomaan määrä vastasi tuhkapitoisuuden perusteella suunnilleen maatalouden koetoiminnassa turvepelloilla käytettyjä määriä (Anttinen 1957b, Pessi 1960, 1961a–c). Rungas kivennäismaan lisääminen muutti entisten turvepeltojen koostumusta jopa siinä määrin, että muokkauskerroksen maalaji oli muuttunut turvemaasta multamaaksi.

Painomaan on havaittu nostavan turvepeltojen pH:ta ja maan vaihtuvan kalsiumin määrää (mm. Anttinen 1957a, b, Pessi 1962b). Tämän tutkimuksen peltoja on luultavasti kalkittu vaihtelevasti, jolloin pelkän kivennäismaalisäyksen vaikutusta maan happamuuteen ei saatu luotettavasti selville.

Taulukko 5. Kivennäismaan keskiraekoon ( $\mu\text{m}$ ) ja maan ravinnepitoisuuksien ja -määrien väliset Kendallin osittaiskorrelaatiokertoimet, kun tuhkapitoisuuden vaikutus on poistettu ( $n = 30$ ).

Table 5. Kendall partial correlation coefficients between the median grain size ( $\mu\text{m}$ ) and nutrient concentrations and amounts of the soil when the effect of ash content has been eliminated ( $n = 30$ ).

Ravinne Nutrient	$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1}$	Ravinne Nutrient	$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1}$
N	0.026	-0.025			
P	-0.159	-0.151	$P_{AAAc}$	-0.055	-0.004
K	-0.606	-0.405	$K_{AAAc}$	0.012	-0.057
Ca	-0.199	-0.109	$Ca_{AAAc}$	-0.062	-0.078
Mg	-0.426	-0.298	$Mg_{AAAc}$	-0.053	-0.077
Mn	-0.356	-0.286	$Mn_{AAAc}$	-0.212	-0.199
Fe	-0.409	-0.313	$Fe_{AAAc}$	-0.078	-0.073
Zn	-0.395	-0.248	$Zn_{AAAc}$	0.131	0.118
B	-0.027	-0.057			



Tutkittujen peltojen, myös niiden joilla painomaata ei ollut käytetty, kokonaistypen, -fosforin, -kaliumin, -kalsiumin, -magnesiumin, -mangaanin, -sinkin ja -boorin määrät olivat suuremmat kuin ojitetuissa suometsissä (Kaunisto & Paavilainen 1988, Laiho & Laine 1994). Painomaa lisäsi fosforin ja kaliumin määrää, kuten Kauniston (1991) tutkimilla Alkkian turvepelloilla, sekä magnesium-, mangaani-, rauta- ja sinkkivarjoja. Sen sijaan uuttuvien ravinteiden määrään painomaan vaikutus oli vähäinen mangaania ja rautaa lukuunottamatta. Samansuuntaisia tuloksia on saanut Anttinen (1957a, b) fosforin ja kaliumin osalta. Painomaan määrän lisäksi myös raekoostumus vaikutti joidenkin ravinteiden määrään, joskaan raekoostumuksen vaikutusta ei voitu täsmällisesti määrittää painomaan määrän vaihtelun takia. Savella oli Pessin (1961b) kokeessa hiekkaa suurempi kaliumlannoitusvaikutus, mikä oli yhdenmukaista saatujen tulosten kanssa. Painomaan ravinnemääriä lisäävä vaikutus johtui suureksi osaksi kivennäismaan mukana tulleista ravinteista. Tähän viittasivat kivennäismaan määrän sekä maan tuhkapitoisuuden ja maan ravinnemäärien väliset korrelaatiot sekä painomaan raekoostumuksen vaikutus ravinnemääriin.

Koska painomaa ei lisännyt maan boorin määrää se ei myöskään kohottane puiden booripitoisuuksia ja vähennä boorin puutteesta johtuvaa kasvuhäiriöriskiä. Esimerkiksi Alkkian metsitetyillä turvepelloilla on esiintynyt paikoin hyvin runsaasti kasvuhäiriöitä painomaan käytöstä huolimatta (Kaunisto 1991). Kalkitus voi heikentää pelloilla puiden boorinsaantia, sillä se voi sitoa booria kasveille vaikeasti saatavaan muotoon (Lipas 1990, Lehto & Mälkönen 1994). Painomaan vaikutus puuston kaliumin saantiin on luultavasti merkittävämpi kuin painomaan vaikutus uuttuvan kaliumin määrään antaisi olettaa. Painomaassa on jäljellä runsaasti suolahappoon uuttuvaa kaliumia (Kaunisto 1991), mistä johtuneen maatalouden koikeissa havaittu painomaan pitkäaikainen kalilannoitusvaikutus (Isotalo 1953, Anttinen 1957a, b, Pessi 1960, 1961b, c).

Painomaan määrän selvittäminen voi antaa hyödyllisiä viitteitä erityisesti maan fosfori-, kalium- ja sinkkivarojen riittävydestä puuston kasvatusta varten. Painomaapelloilla ei voida tehdä luotettavia päätelmiä pellon ravinnetaloudesta yksinomaan ympäröivien suometsien perusteella.

Painomaan käyttö olisikin tarkastettava lannoitus päätöstä tehtäessä (Hytönen 1995). Tässä ja Kauniston (1991) tutkimuksessa painomaata ei ollut juurikaan kulkeutunut syvempiin maakerrokseen. Siksi paksuturpeisilla pelloilla, joilla on käytetty painomaata maanparannusaineena, kannattaa metsityksessä käyttää matalaa vaotusta, jotta muokauskerroksen alapuolinen vähäravinteinen turve ei nouse pintaan.

## KIITOKSET

Kaisa Jaakola, Reetta Kolppanen, Riitta Miettinen ja Arja Sarpola tekivät ravinneanalyysit Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen tutkimusaseman laboratoriossa. MMK Elina Ekola suunnitteli näytteenoton, jonka toteuttivat Soini Alakuusisto, Jari Jääskä, Eija Myllykangas, Timo Saaranen ja Eero Saari. Englanninkielisen tekstin kieliasun tarkasti FK Elva Nurmi. Käsikirjoituksen lukivat prof. Seppo Kaunisto ja toimituksen valitsevat kaksi ennakkotarkastajaa tehden siihen monia varteenotettuja parannusehdotuksia. Kiitämme kaikkia tutkimuksen toteutumisessa avustaneita henkilöitä.

## KIRJALLISUUS

- Anttinen, O. 1957a. Rahkasuon lannoitus- ja maanparannuskokeen tuloksia (Referat: Ergebnissen eines Düngungs- und Bodenverbesserungsversuches auf Sphagnum-Moor). Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja 155: 1–30.
- Anttinen, O. 1957b. Saraturvesuon saveus- ja lannoituskokeen tuloksia (Referat: Ergebnisse eines Lehmfuhr- und Düngungsversuchs auf Seggentorfmoor). Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja 163: 1–20.
- Elonen, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Acta Agralia Fennica 122. 122 s.
- Erviö, R. 1970. The importance of soil bulk density in soil testing. Annales Agriculturae Fenniae 9: 278–286.
- Halonen, O., Tulkki, H. & Derome, J. 1983. Nutrient analysis methods. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 121. 28 s.
- Heiskanen, J. & Tamminen, P. 1992. Maan fysikaalisten ominaisuuksien määrittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 424. 32 s.
- Hytönen, T. 1992. Maan ominaisuuksien vaikutus turve- maapeltojen metsittämiseen. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Tutkielma maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten. 181 s.
- Hytönen, J. 1991. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. Teoksessa: Ferm, A. & Polet, K. (toim.), Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 22–28.
- Hytönen, J. 1995. Turvepeltojen mäntytaimikoiden lannoituskokeiden tuloksia Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalta.

- Teoksessa: Nurmi, J. & Heino, E. (toim.), Metsäntutkimuspäivä Kalajoella 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 570: 46–53.
- Hytönen, J. & Ekola, E. 1993. Maan ja puuston ravinnetila Keski-Pohjanmaan metsitetyillä pelloilla (Summary: Soil nutrient regime and tree nutrition on afforested fields in central Ostrobothnia, western Finland). *Folia Forestalia* 822. 32 s.
- Isotalo, A. 1952. Rahkasoiden viljelystä (Summary: Cultivation of Sphagnum peat). *Suo* 2: 13–16.
- Isotalo, A. 1953. Suoviljelysten lannoitustarpeesta. *Maatalous ja koetointi* 8: 26–33.
- Kaunisto, S. 1991. Maa-analyysin käyttö kasvupaikan ravinnetilan arvioimiseksi eräillä Alkkian metsitetyillä suopelloilla (Summary: Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields of Alkkia). *Folia Forestalia* 778. 32 s.
- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 145. 39 s.
- Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maaluokitus. Geotekniikan laboratorio, Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedonanto 14. 20 s.
- Laiho, R. & Laine, J. 1994. Nitrogen and phosphorus stores in peatlands drained for forestry in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 251–260.
- Lehto, T. & Mälkönen, E. 1994. Effects of liming and boron fertilization on boron uptake of *Picea abies*. *Plant and Soil* 163: 55–64.
- Lipas, E. 1990. Kalkituksen aiheuttama boorinpuute kangasmaan kuusikoissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 352. 22 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1995. Statistical yearbook of forestry. SVT. Maa- ja metsätalous 1995: 5. Metsäntutkimuslaitos. 354 s.
- Pessi, Y. 1953. Kivennäismaan vaikutuksesta suoviljelyksen lämpöoloihin (Summary: On the influence of mineral soil upon the temperature on the cultivated peat area). *Suo* 4: 67–60.
- Pessi, Y. 1956. Studies on the effect of the admixture of mineral soil upon the thermal conditions of cultivated peat lands. *Valtion Maatalouskoetointinnan Julkaisuja* 147. 89 s.
- Pessi, Y. 1960. Kivennäismaan merkityksestä mutasuon maanparannusaineena Leteensuon koemasman pitkäaikaisten kenttäkokeiden perusteella (Summary: On the significance of mineral soil as a soil improving agent on fens on the basis of prolonged field tests at Leteensuo Experimental Station). *Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisuja* 95(3): 1–26.
- Pessi, Y. 1961a. The ash content of the plough layer of peat lands cultivated by different methods. *Maataloustieteellinen aikakauskirja* 33: 215–222.
- Pessi, Y. 1961b. Results from a soil improvement and fertilizing test on fen land at Leteensuo. *Maataloustieteellinen aikakauskirja* 33: 223–228.
- Pessi, Y. 1961c. Suoviljelyksen niitonurmen perustamisesta ja hoidosta (Summary: Observations at Leteensuo on the laying down to grass of peat lands and on the tending of the grass leys). *Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisuja* 97(2): 1–28.
- Pessi, Y. 1962a. Rahkasoiden viljelystä (Summary: On plant cultivation on Sphagnum bog). *Suoviljely-yhdistyksen vuosikirja* 67: 21–26.
- Pessi, Y. 1962b. The pH-reaction of the peat in long-term soil improvement and fertilizing trials at the Leteensuo experimental station. *Maataloustieteellinen aikakauskirja* 34(1): 44–54.
- Saarela, I. 1985. Plant-available boron in soils and the boron requirement of spring oilseed rapes. *Annales Agriculturae Fenniae* 24: 183–265.
- Takala, M. 1961. Erilaisten maanparannusaineiden vaikutuksesta mutasuolla (Summary: On the effects of the various kinds of soil improving agents of fen). *Suoviljely-yhdistyksen vuosikirja* 65: 23–27.
- Urvas, L. 1985. Viljelyn vaikutus turpeen ravinnepitoisuuteen (Summary: Effect of cultivation on the nutrient status of peat soils). *Suo* 36: 61–64.
- Urvas, L. 1995. Suomen peltojen maalajit, ravinnetaso ja maaluokitus. Teoksessa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.), Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 123–132.
- Valmari, A. 1983. Suon viljely. Suomen suot ja niiden käyttö. Suoseura ry. IPS:n Suomen kansallinen komitea. Helsinki. s. 42–48.
- Valtananen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 381. 52 s.
- Vesikivi, A. 1933. Suomaan lämpötilamittausten tuloksia (Referat: Ergebnisse von Temperaturbeobachtungen im Moorboden). *Suomen Suoviljelysyhdistys. Tieteellisiä julkaisuja* 15. 19 s.

## SUMMARY:

### Effect of mineral soil admixture on the nutrient amounts of afforested peat fields

In Finland, some 200 000 ha of agricultural fields have been afforested since 1969. Organic fields account for 20% of the total field area but their proportion of afforested fields is substantially larger.

The afforestation of fields has often faced problems that are connected with nutritional status of soil. Deficiency of potassium and boron, indicated by foliar analyses, have been found particularly

common in peat fields. The use of mineral soil as a soil improvement agent in peat fields has been a common practice during the cultivation of fields. Mineral soil admixture has been found to have a positive effect on agricultural crops. The purpose of this study was to examine the frequency, amount and quality of mineral soil admixture and to examine its effect on nutrient amounts of afforested peat fields.

Altogether 36 peat fields (peat layer > 40 cm) planted with Scots pine or Norway spruce from Central Ostrobothnia and North Savo were sampled. The fields were divided into two groups on the basis of mineral soil admixture. The occurrence of mineral soil admixture was detected visually from the soil profiles and from the ash content of soil samples. Volumetric soil samples (0–10, 10–20, 20–30, 30–40 cm layers) were taken from circular sample plots 100 m<sup>2</sup> in size. Soil samples were dried at 70°C and ground to pass through a 2 mm sieve. The ash content was determined as a loss of ignition. Soil samples were analyzed for their total (HCl extraction of ignition residue) and acid ammonium acetate (pH 4.65) extractable nutrient concentrations (phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, iron, zinc). Kjeldahl nitrogen and boron in H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>–H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were also analyzed. Soil acidity was measured from dried soil-water 1:2.5 (v/v) suspension. The particle size distribution was determined by the pipette method (Elonen 1971, Heiskanen & Tamminen 1992).

Mineral soil had been added in most of the afforested peat fields. Mineral soil, mainly fine

silt had been added on average 230 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> in Central Ostrobothnia and 630 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> in North Savo. Mineral soil admixture was clearly detectable in the plough layer (0–20 cm) but seldom in the 40 cm layer as an increased bulk density and ash content (Fig. 1). Mineral soil admixture increased the amounts of most nutrients, but not N, Ca and B (Figs. 2 and 3, Table 2). The increase in the total K amounts due to mineral soil admixture in 0–20 surface layer was on average 295 kg ha<sup>-1</sup> in Central Ostrobothnia and 1 390 kg ha<sup>-1</sup> in North Savo. Also the increase of the total P amounts was distinct. However, in the amounts of the extractable nutrients the effect of mineral soil admixture was smaller. The ash content of soil correlated strongly with the total amounts of K, P, Mg, Mn, Fe and Zn. The amount of mineral soil (kg dm<sup>-3</sup>) explained the variation of these nutrient amounts better than the ash content (Table 4). In addition to the amount of mineral soil the median particle size correlated with nutrient amounts (Table 5).

Mineral soil admixture hardly decreases the occurrence of growth disturbances in plantations since it does not affect the amount of soil B. However, plantations established on peatlands often suffer from K deficiency and the amount of K may affect the suitability of peat field for timber production. It is thus recommended to examine the use of mineral soil admixture in agricultural peat fields in order to find out suitable procedures for timber production.

*Received 15.2.1996, accepted 19.8.1996*