

EERO PAAVILAINEN

TYPPI JA HIVENRAVINTEET OJITETTUIEN RÄMEIDEN JATKOLANNOITUKSESSA

NITROGEN AND MICRONUTRIENTS IN THE REFERTILIZATION OF DRAINED PINE SWAMPS

Paavilainen, E. 1984. Typpi ja hivenravinteet ojitetun rämeen jatkolannoituksessa. (Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps). *Suo* 35: 98—101. Helsinki.

The report is part of the refertilization project started in 1972 in the Department of Peatland Forestry, the Finnish Forest Research Institute.

Nitrogen, as well as phosphorus and potassium, are required in the refertilization of oligotrophic pine bogs. The need for nitrogen is less on fertile pine swamps, although in some experiments moderate fertilization with nitrogen in addition to PK gave the greatest stand growth increment. The use of micronutrients, especially boron, is recommended in the refertilization of fertile pine swamps. Methods for determining the need for nitrogen and micronutrients in refertilization should be further developed.

E. Paavilainen, Department of Peatland Forestry, The Finnish Forest Research Institute, PL 18, SF-01301 Vantaa 30, Finland.

KOKEET

Seuraavassa esitetään yhdistelmä tuloksista, jotka on saatu Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston yhteistoiminnassa A. Ahlström Oy:n ja Metsähallituksen kanssa vuosina 1972—1978 perustamista kokeista (ks. Paavilainen 1984). Aineisto kerättiin 16:lta kokeelta. Mitattuja koelohja oli kaikkiaan 378 kpl (taulukko 1).

Sonkajärven ja Rautavaaran kokeet perustettiin verraten vähäravinteisille tupasvilla-piensaratasen rämeille. Liesnevan, Köhisevän ja Vesikkosuon kokeet sijaitsivat niistä selvästi viljavimmilla soilla. Katosojalla suotyyppi on ruohoinen sararäme.

NPK-jatkolannoitus antoi Sonkajärven ja Rautavaaran kokeissa keskimäärin n. 1 m³/ha vuotuisen kasvunlisäyksen 6—10 vuoden pituisen tutkimusjakson aikana (taulukko 2).

Turpeen (0—20 cm) typpipitoisuus oli Liesnevan tutkimusalueella runsaat 2 % eli huomattavasti suurempi kuin Sonkajärven ja Rautavaaran kokeissa. Liesnevalla lisäkin pelkkä PK-jatkolannoitus ensimmäisten lannoitusta seuranneiden 7 vuoden aikana eniten puuston tilavuuskasvua, kuten seuraavasta jaotelmasta nähdään:

Jatkolannoitus Refertilization

N	P	K	NP	NK	PK	NPK
tilavuuskasvun lisäys m ³ /ha/a						
<i>increase in volume growth</i>						
0,14	0,15	0,83	0,29	0,48	1,03	0,85

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Sonkajärven ja Rautavaaran vähäravinteisillä rämeillä PK-jatkolannoitus vaikutti puuston tilavuuskasvuun joko vain vähän tai ei ollenkaan. Typpi yksinään lisäsi puuston kasvua jatkolannoituksessa, mutta vähemmän kuin muiden pääravinteiden kanssa käytettynä.

Tällä alueella oli n. 15 vuotta ensimmäisen PK-lannoituksen jälkeen suurin puute kaliumista, kuten on usein asianlaita Liesnevan kal-

Taulukko 1. Kokeet. *Table 1. Experiments.*

Koe <i>Experiment</i>	Koealoja <i>Sample plots</i>	Suotyypit ¹⁾ <i>Peatland site type</i>	Turpeen paksuus, m <i>Thickness of peat, m</i>	Ojitusvuosi <i>Year of ditching</i>	Peruslannoitus vuonna <i>Primary fertilization in the year</i>	Jatkolannoitus vuonna (kk) <i>Refertilization in the year (month)</i>	Puuston tilavuus jatkolannoitettaessa <i>Stand volume at fertilization</i>
Sonkajärvi	54	TR oj.	1+	1957, 1972	1960	1972 (VI)	15
Rautavaara I	46	IRmu	0,6—1+	1939	1956	1973 (V)	35
Rautavaara II	16	TR-PsRmu, P+K	1+	1935—38, 1977	1962	1977 (VI)	20
Rautavaara III	24	TR-PsRmu	0,2—1,0	1966	1967	1976 (XII)	30
Rautavaara IV	32	IR-PsRmu	0,5—1+	1971	1970	1976 (XII)	20
Liesneva I	32	Ptk, Vatk	1+	1934—36, 1949—51	1958, 1961—62	1976 (IV)	40
Liesneva II	38	PTK	1+	1934—36, 1949—51	1961, 1962	1976 (IV)	60
Köhisevä I	24	TR-SsRmu	0,6—1,0	1935, 1950	1964	1978 (VI)	5
Köhisevä II	24	PsR-SsRmu	0,5—0,8	1935, 1950	1964	1978 (VI)	20
Köhisevä III	16	PsR-SsRmu	0,4—0,8	1935, 1950	1961, 1963	1978 (VI)	80
Köhisevä IV	8	PsRmu	0,3—0,5	1935, 1950	1964	1978 (VI)	125
Vesikkosuon I	16	TR oj.	1+	1930, 1975	1962—65	1978 (VI)	40
Vesikkosuon II	16	TR-PsRmu	1+	1930, 1975	1962—65	1978 (VI)	85
Vesikkosuon III	16	SsRmu	1+	1930, 1975	1962—65	1978 (VI)	160
Katosoja I	8	RhRmu	1+	1934, 1970	1961—62	1978 (V)	30
Katosoja II	8	RhRmu	0,9—1+	1934, 1970	1961—62	1978 (V)	100

¹⁾ Ks. — See Huikari (1952)

taisilla entisillä avosoilla kasvavissa männiköissä (esim. Kaunisto ja Tukeva 1984, Moilanen 1984).

Liesnevalta saatuun tulokseen nähden on yllättävää PK-lannoituksen heikohko vaikutus Köhisevän ja Vesikkosuon runsasravinteisillä rämeillä. Näillä tutkimusalueilla kohtuullinen typpilannoitus (50-200 kg N/ha) PK:n ohella antoi selvästi suuremman puuston tilavuuskasvun lisäyksen kuin pelkkä PK-lannoitus (taulukko 3).

Ylisuuria typpimääriä (400-600 kg N/ha) käytettäessä tilavuuskasvun lisäys jäi pienemmäksi kuin parhailla käsittelyillä. Korkeiden typpimäärien epäedullinen vaikutus Köhisevän ja Vesikkosuon alueella on jo aiemmin todettu tutkittaessa neulasten ravinnesuhteiden muutoksia jatkolannoituksen jälkeen (Paavilainen ja Pietiläinen 1983).

Taulukko 2. Jatkolannoituksella aikaansaatu keskimääräinen puuston tilavuuskasvun lisäys 6 vuoden aikana Rautavaaran kokeissa II, III ja IV.

Table 2. The mean increase in volume growth during 6 years caused by refertilization in the Rautavaara experiments II, III and IV.

Lannoitus <i>Fertilization</i>	Rautavaara		
	II	III	IV
	Kasvunlisäys — <i>Increase in growth</i> m ³ /ha.a — m ³ /ha.a		
N	0,41	0,73	0,96
P	-	0,14	0,25
K	0,21	0,17	0,12
NP	1,21	0,91	0,78
NK	0,19	1,02	1,33
PK	-	0,60	0,40
NPK	1,01	0,90	0,94

Etsittäessä syitä Liesnevalta ja toisaalta Köhisevältä sekä Vesikkosuolta saatujen tulosten väliseen eroon joudutaan kiinnittämään huomiota ilmaston mahdolliseen vaikutukseen. On tutkimustuloksia, joiden mukaan typpilannoituksen tarve turvemaidella lisääntyy etelästä pohjoiseen päin siirryttäessä (Seppälä ja Westman 1976, Möller 1978, Heikurainen ym. 1983). Äskettäin on myös todettu Köhisevää ja Vesikkosuota vastaavissa oloissa Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa tehdyissä tutkimuksissa, että tyyppiä tarvittaneen jatkolannoitusvaiheessa fosforin ja kaliumin lisäksi suhteellisen runsasravinteisillakin rämeillä (Moilanen 1984).

Eräiden aikaisempien tutkimustulosten mukaan taas typen käyttö peruslannoituksessa ei vaikuttanut puuston kasvuun suursaraisilla ja niitä ravinteisemmilla rämeillä Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapin eteläosissa (Paavilainen ja Simpanen 1975). Lapin runsasravinteisten rämeiden jatkolannoituksessa typen vaikutus on samoin ollut vähäinen (Paavilainen ja Penttilä 1983, Penttilä 1984).

Vaikka typen tarve turvemaiden jatkolannoituksessa olisi Pohjanmaalla ja Kainuussa yleensä suurempi kuin Etelä-Suomessa, on tämän tarpeen arvioimiseen soveltuvia menetelmiä kehitettävä nykyisestäään. Voitiin näet todeta, ettei turpeen ja neulasten ravinnepitoisuutta tai lannoitushetken puuston tilavuutta ja kasvua koskevien tietojen perusteella voitu ennustaa typpilannoituksen voimakasta vaikutusta Vesikkosuon tutkimusalueella Köhisevään verrattuna. Neulasten ravinneanalyysi ei kyennyt osoittamaan typen tarvetta Etelä-

Suomessa sijainneissa Rautavaarankaan kokeissa. Typen tarpeen oikea määrittäminen jatkolannoitusvaiheessa on erityisen tärkeitä siksi, että tämän ravinteen käyttö pohjoisissa ilmasto-oloissa lisää helposti turvemaiden puustojen kasvuhäiriöitä (mm. Paavilainen 1978, Moilanen 1982, Penttilä 1984).

Hivenravinteilla ei voitu lisätä puuston tilavuuskasvua Rautavaaran ja Liesnevan kokeissa. Sen sijaan esimerkiksi yhdessä Köhisevän kokeessa, jossa puusto oli saavuttanut suurimaksi osaksi tukkipuun mitat, oli tilavuuskasvun lisäys 5 vuoden aikana keskimäärin seuraava:

Jatkolannoitus — *Refertilization*

PK NPK NPK + hivenseos
 NPK + micronutrients

tilavuuskasvun lisäys
increase in volume growth m³/ha/a
 0,33 0,53 0,91

NPK+hivenlannoitus antoi siis tässä samoin kuin kahdessa muussakin Köhisevän ja Vesikkosuon kokeista (ks. taulukko 3) parhaan tuloksen. Hivenlannoitus on voinut lisätä puuston kasvua Katosojan tutkimusalueellakin, joka on suotyypiltään ruohoista sararämettä. Hivenravinteiden puuston kasvua lisäävä, joskin verraten vähäinen vaikutus viljavilla rämeillä, on todettu aikaisemmin Lappiin perustetuissa jatkolannoituskokeissa (Paavilainen ja Penttilä 1983). Männyn kasvuhäiriötutkimusten yhteydessä on samoin todettu, että

hivenlannoitus voi parantaa puuston kasvua turvemaidella (esim. Veijalainen 1983).

Tulokset tukevat käsitystä, jonka mukaan hivenravinteiden käyttö on perusteltua viljavien rämeiden jatkolannoituksessa. On näin ollen suositeltavaa, että uusittaessa lannoitus näillä kasvupaikoilla käytetään booripitoista PK-lannosta, kuten nykyisin yleisesti tapahtuukin. Saatujen tulosten valossa olisi mielenkiintoista selvittää myös kaliumia ja booria sekä sen lisäksi vähän kuparia sisältävän seoslannoitteen käyttöä paksuturpeisten ja runsasravinteisten rämeiden jatkolannoituksessa.

Myös hivenravinteiden tarpeen määritysmenetelmiä tulisi kehittää. Neulasanalyysin käyttömahdollisuuksia on jo jonkin verran tutkitukin (Veijalainen 1977). Tämän lisäksi tarvitaan entistä syvällisempää turpeen ominaisuuksien ja puiden hivenravinteiden oton välistä riippuvuutta sekä suometsien hivenravintasetta koskevaa tutkimustyötä. Liesnevan tutkimusalueelta kerätty suppea aineistokin osoitti, että mm. turpeen pH:lla ja typpipitoisuudella voi olla merkitystä puiden hivenravinteiden käytölle. Tämä on pääteltävissä myös aikaisempien turvemaiden lannoitus- ja kalkituskokeiden tuloksista (mm. Veijalainen 1977, Paavilainen 1980, Raitio 1981, Kaunisto 1982, Mannerkoski ja Miyazawa 1983).

Taulukko 3. Lannoituksella aikaansaatua keskimääräinen puuston tilavuuskasvun lisäys 5 vuoden aikana Köhisevän ja Vesikkosuon kokeissa.

Table 3. The mean increase in volume growth in five years caused by refertilization at the Köhisevä and Vesikkosuon experiments.

Lannoitus — <i>Fertilization</i>			Kasvunlisäys m ³ /ha/a — <i>Increase in growth m³/ha/a</i>				
			Köhisevä		Vesikkosuon		
N kg/ha	PK- lannoite <i>fertilizer</i>	Hiven- seos <i>Micro- nutrient mixture</i> kg/ha	Nuori kasvat- usmetsikkö <i>Young thinning stand</i>	Varttunut kas- vatusmetsikkö <i>Old thinning stand</i>	Taimikko <i>Seedling stand</i>	Nuori kasvat- usmetsikkö <i>Young thinning stand</i>	Varttunut kasvatusmetsikkö <i>Old thinning stand</i>
0	500	0	0,24	0,41	0,69	0,63	-
50	500	0	0,51	0,65	1,69	1,60	0,68
100	500	0	0,65	0,35	2,39	1,10	1,58
100	500	100+1,4 B	0,85	-	2,15	1,07	1,80
200	500	0	0,75	1,18	2,25	1,46	1,22
400	500	0	0,65	0,90	1,44	1,15	0,96
600	500	0	0,42	0,25	1,69	0,34	0,31

KIRJALLISUUS

- Heikurainen, L., Laine, J. & Lepola, J. 1983: Lannoitus- ja sarkaleveyskokeita karujen rämeiden uudistamisessa ja taimikoiden kasvatuksessa. (Summary: Fertilization and ditch spacing concerned with regeneration and growing of young Scots pine stands on nutrient poor pine bogs.) — *Silva Fenn.* 17 (4): 359—379.
- Huikari, O. 1952: Suotyyppin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöä silmällä pitäen. (Summary: On the determination of mire types especially considering their drainage value for agriculture and forestry.) — *Silva Fenn.* 75 (1): 1—22.
- Kaunisto, S. 1982: Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. — *Commun. Inst. For. Fenn.* 109: 1—56.
- Kaunisto, S. & Tuveva, J. 1984: Kalilannoituksen tarve avosoidille perustetuissa riukuasteen männiköissä. (Summary: Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs.) — *Folia For.* 585: 1—40.
- Mannerkoski, H. & Miyazawa, T. 1983: Growth disturbances and needle and soil nutrient contents in a NPK-fertilized Scots pine plantation on a drained small-sedge bog. — *Commun. Inst. For. Fenn.* 116: 85—91.
- Moilanen, M. 1982: Tuloksia lannoituksen vaikutuksesta varttuneen suomännikön kehitykseen Pohjois-Pohjanmaalla. — *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70: 1—13.
- Moilanen, M. 1984: Tuloksia suursararämeen männikön jatkolannoituksesta Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. (Summary: Results on refertilization of large sedge swamp pine stands in the North Ostrobothnia and Kainuu area.) — *Suo* 35: x—x
- Möller, G. 1978: Femåriga effekter av gödsling på tallris-mossar. *Inst. f. Skogsförbättring. — Årsbok* 1978: 57—78.
- Paavilainen, E. 1978: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. (Summary: PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.) — *Folia For.* 343: 1—17.
- Paavilainen, E. 1980: Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. — *Commun. Inst. For. Fenn.* 98.5: 1—71.
- Paavilainen, E. 1984: Typpi ja hivenravinteet ojitettujen rämeiden jatkolannoituksessa. (Summary: Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps.) — *Folia For.* 589: 1—28.
- Paavilainen, E. & Penttilä, T. 1983: Alustavia tuloksia turvemaiden jatkolannoituksesta Lapissa. — *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 47—56.
- Paavilainen, E. & Pietiläinen, P. 1983: Foliar responses caused by different nitrogen rates at refertilization of fertile pine swamps. — *Commun. Inst. For. Fenn.* 116: 91—104.
- Paavilainen, E. & Simpanen, J. 1975: Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. (Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements on drained pine swamps in North Finland.) — *Commun. Inst. For. Fenn.* 86.4: 1—70.
- Penttilä, T. 1984: Jatkolannoitus Lapin viljavilla rämeillä. (Summary: Refertilization on mesotrophic pine swamps in northern Finland.) — *Suo* 35: x—x.
- Raitio, H. 1981: Pääravinne-lannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetuilla lyhytkorsinevalla. (Summary: Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.) — *Folia For.* 456: 1—10.
- Seppälä, K. & Westman, C.J. 1976: Results of some fertilization experiments in drained peatland forests in North-Eastern Finland. — *Proc. 5th Int. Peat Congress. Poznan, Poland*, 3: 199—210.
- Veijalainen, H. 1977: Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. — *Commun. Inst. For. Fenn.* 92 (4): 1—32.
- Veijalainen, H. 1983: Preliminary results of micronutrient fertilization experiments in disordered Scots pine stands. — *Commun. Inst. For. Fenn.* 116: 153—159.