

SEPPÖ KAUNISTO

METSÄOJITETTUIJEN TURVEMAIDEN RAVINNEVAROISTA JA NIIDEN RIITTÄVYYDESTÄ

On nutrient amounts and their sufficiency for wood production on drained peatlands

Kaunisto, S. 1988: Metsäojitettujen turvemaiden ravinnevaroista ja niiden riittävydestä. (Summary: On nutrient amounts and their sufficiency for wood production on drained peatlands.) — Suo 39:1-7. Helsinki. ISSN 0039-5471

Generally in peat soils but especially in the old forest drainage areas the amount of potassium is low compared with that of nitrogen (ab. 1:100) and phosphorus (ab. 1:4). However, the amount of potassium fixed in tree biomass is about four times the amount of phosphorus. When estimating the future sufficiency of potassium for wood production in old drainage areas after one rotation (drainage 75 years earlier), it seems that on nitrogen-rich deep-peat pine mires potassium stores become exhausted during the second rotation after drainage if potassium is not applied.

Key words: Fertilization, peat nutrient stores, potassium, transformed mires

S. Kaunisto, The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, SF-39700 Parkano, Finland

JOHDANTO

Käytännön metsäojitustoiminnan eräs peruserä on, että veden valuminen suolle ympäröiviltä kivennäismailta estetään. Koska kivennäisravinteita ei voi turpeessa vapautua kasvien käyttöön kiviaineksen mekaanisen tai kemiallisen rapautumisen kautta, voi näitä ravinteita tulla alueelle vain joko ilmasta tai turpeen alla olevasta kivennäismaasta. Ainakin paksu- turpeisilla rämeillä männyin juuristo on verrattain pinnallinen hyvissäkin kuivatusaloissa (Heikurainen 1955, Paavilainen 1966), eivätkä kivennäismaiden ravinteet ole välittömästi puuston juuriston ulottuvilla.

Kivennäisravinnelaskeuman ja huuhtouman määrien arvioiminen on verrattain vaikeaa, mutta fosforin ja kaliumin

osalta näitä voitaneen ainakin suuruusluokaltaan pitää suunnilleen samanlaisina (Karsisto ja Ravela 1971, Ahti 1983, Järvinen 1986).

Kun ojitusalueet ikääntyvät ja tulevat yhä suuremmassa määrin ja useammin hakkuiden piiriin ja ravinteita näin poistuu alueelta, on tärkeätä selvittää, mitkä ovat ne kasvualustan ravinneresurssit, joiden varassa ojitusalueiden puustoja kasvatetaan eri tilanteissa. Tämä esitys perustuu osittain aikaisemmin julkaistuun materiaaliin, osittain käsikirjoitusvaiheessa olevaan alkuperäiseltä suotyypiltään erilaisten kasvupaikkojen ravinnevaroja selvittävään tutkimukseen, jossa ojitukset on suoritettu n. 55-80 vuotta ennen ravinnemäärityksiä ja joiden puustoja on toistuvasti mitattu ja käsitelty hakkuin jo useita kertoja (Kaunisto ja Paavilainen 1988).

METSÄOJITUKSEN VAIKUTUS TURPEEN TIHEYTEEN

Ojituksessa poistetaan alueelta vettä, jonka seurauksena turvekerros painuu kokoon. Samalla kuitenkin kasvualustan aerobisuus lisääntyy ja sen myötä mikrobiston hajotustoiminta. Ojituksen seurauksena elpymään puuston paino lisääntyy ja painaa turvetta kokoon mekaanisesti. Taulukossa 1 on esitetty tiheyslukuja erilaisilla ojittamattomilta (Westman 1981) ja 75 vuotta ojitetuina (Kaunisto ja Paavilainen 1988) olleilta rämeiltä, jotka havainnoimishetkellä olivat kaikki turvekankaita. Taulukon 1 luvut osoittavat, että turvekankailla pintaturpeiden tiheys oli kaksin-kolminkertainen ojittamattomien rämeiden pintaturpeiden tiheyteen verrattuna. Tosin luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska havainnot on tehty eri suoalueilta.

TURPEEN RAVINNEVARAT

Ravinteiden määrään pinta-alayksikköä kohden vaikuttaa stabiilissa tilanteessa ensisijaisesti ravinnekonentraatio ja turpeen tiheys. Metsäojitetuilla turvemailla ollaan kuitenkin dynaamisessa, koko ajan muuttuvassa ympäristössä, jolloin ravinteiden määrään turpeen pintakerroksessa lisäksi vaikuttaa mm. mikrobien hajotusaktiiviteetti, ravinnekonstraatioiden erot profiilissa sekä luonnollisesti erilaiset ravinne-lisäykset ja -poistumat havaintokohdassa.

Kuvassa 1 on esitetty turpeen typen, fosforin ja kaliumin määrät em. West-

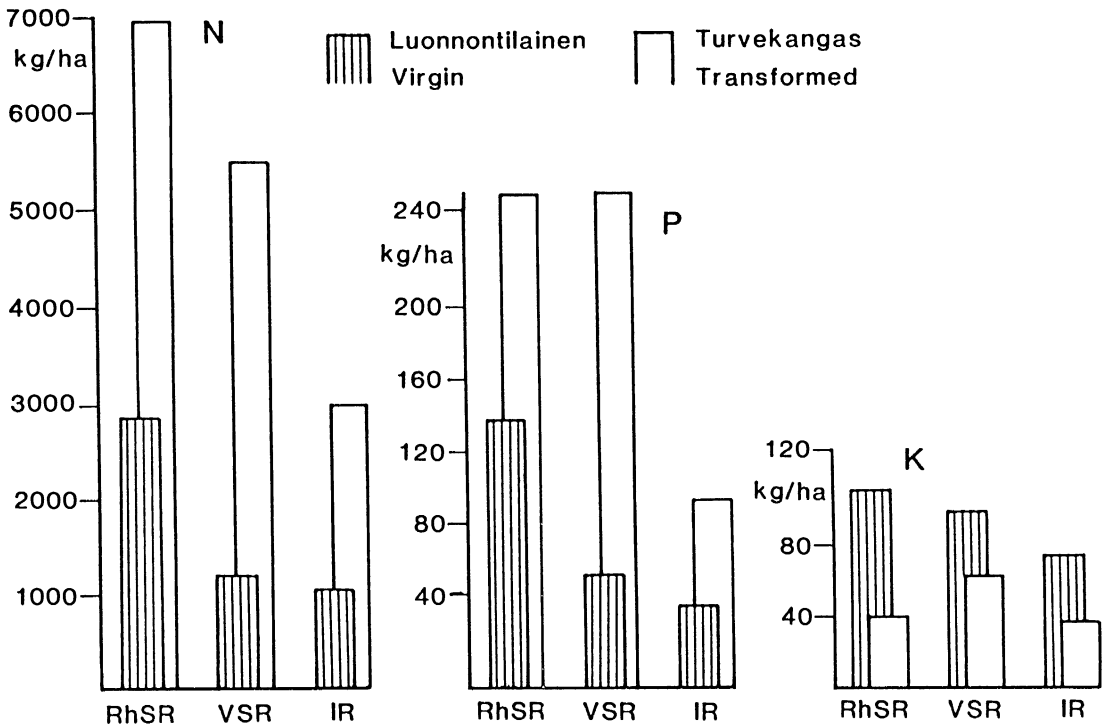
manin (1981) rämeaineistossa ja Kauniston ja Paavilaisen (1988) alkuperäisiltä suotyypeiltään vastaavilta suotyypeiltä, mutta havainnointihetkellä turvekangasvaiheessa olevasta aineistosta. Kuvasta 1 havaitaan, että sekä typpeä että fosforia on turvekankaiden pintaturvekerroksissa huomattavasti enemmän kuin vastaavilla ojittamattomilla kasvupaikoilla, mutta kaliumia on vähemmän.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että kaliumpitoisuudet ovat korkeimmat aivan turpeen pinnassa ja että pitoisuudet alenevat erittäin jyrkästi profiilissa alaspäin siirryttäessä (esim. Holmen 1964, Pakarinen ja Tolonen 1977, Westman 1981, Kaunisto ja Paavilainen 1988). Yleensä myös fosforin on havaittu konsentroituvan pintaan, mutta konsentroituminen on selvästi vähäisempää kuin kaliumilla (Holmen 1964, Pakarinen ja Tolonen 1977, Kaunisto ja Paavilainen 1988). Luonnon-tilaisilla rämeillä on todettu tilanteen voivan olla jopa päinvastainen, varsinkin mitä tulee fosforin määrään pinta-alayksikköä kohden laskettuna (Westman 1981). Turpeen typpipitoisuuden ja myös typen määrän on yleensä todettu lisääntyvän profiilissa alaspäin siirryttäessä (esim. Holmen 1964, Westman 1981). On näin ollen luonnollista, että pintaturpeen hajotessa ja turpeen painuessa turpeeseen orgaanisesti sidottujen typen ja fosforin määrät lisääntyvät suhteessa kaliumiin, koska näitä on syvemmillä turveprofiilissa kaliumia enemmän. Myös kaliumin alttius huuhtoutumiselle saattaa vaikuttaa asiaan (Ahti 1983, Malcolm ja Cuttle 1983).

Taulukko 1. Turpeen tiheys (g/cm^3) luonnon-tilaisilla rämeillä ja turvekankailla.

Table 1. Peat density (g/cm^3) on virgin pine mires and transformed mires.

Tekijä – Author	Kerros – Layer (cm)	Suotyyppi – Site type			
		RhSR	VSR	LkSR	IR
Westman (1981)	0–10	0,062	0,032	0,037	–
	10–20	0,087	0,054	0,055	–
Kaunisto & Paavilainen (1988)	0–10	0,169	0,155	–	0,094
	10–20	0,166	0,189	–	0,124



Kuva 1. Typen, fosforin ja kaliumin määrät ojittamattomilla rämeillä (Westman 1981) ja vastaavista suotyypeistä kehittyneillä turvekankailla (Kaunisto ja Paavilainen 1988) 0–20 cm:n turvekerroksessa. Turvekankaat ojitettu n. 75 v. ennen turvenäytteiden ottoa.

Figure 1. Nitrogen, phosphorus and potassium rates on undrained pine mires (Westman 1981) and transformed peatlands (Kaunisto and Paavilainen 1988) developed from corresponding peatland site types. The transformed peatland sites had been drained about 75 years before peat samples were taken.

Taulukko 2. Ravinnemäärät (kg/ha) 0–20 cm:n turvekerroksessa (Kaunisto ja Paavilainen 1988).

Table 2. Nutrient amounts (kg/ha) in the 0–20 cm peat layer (Kaunisto and Paavilainen 1988).

Suotyyppi – Site type	Määrä – Amount (kg/ha)		
	N	P	K
RhK	5 500	225	64
MK	6 300	210	58
PK	4 300	180	46
RhSR	7 000	240	37
VSR	5 600	250	60
IR	3 000	90	34

Kuvassa 1 on esitetty eräiden rämeistä kehittyneiden turvekankaiden typpi-, fosfori- ja kaliummääriä 0–20 cm:n pintaturvekerroksessa. Rämeturvekankaiden ravinnemäärät eroavat verrattain vähän vas-

taavien paksuturpeisten korpjen turvekankaiden ravinnemääristä, kuten taulukon 2 luvut osoittavat. Taulukossa havaittava varsinaisten sararämeiden pintaturpeen verrattain korkea kaliummäärä saattaa selittyä alueen ohutturpeisuudella (keskisyvyys < 40 cm).

PUUSTON RAVINTEIDEN TARVE JA RAVINTEIDEN RIITTÄVYYS

Turpeen ravinnemäärät sellaisenaan eivät anna oikeata kuvaa ravinteiden riittävyydestä. Tietoa tarvitaan lisäksi laskeumasta, huuhtoumasta sekä pintakasvillisuuteen ja puustoon sitoutuneiden ravinteiden määristä. Seuraavassa tarkastelussa oletetaan, että laskeuman ja huuhtouman arvot ovat samaa suuruusluokkaa (ks. Karsisto ja Ra-

Taulukko 3. Puuston eri osiin sitoutuneet typen, fosforin ja kaliumin määrät eräiden tutkimusten mukaan.

Table 3. Nitrogen, phosphorus and potassium rates fixed to different parts of trees according to some investigations.

Tekijä ¹⁾ – Author ¹⁾	Puulaji – Species	Tilavuus – Volume (m ³ /ha)	Osa ²⁾ – Part ²⁾	Ravinne – Nutrient (kg/ha)			
				N	P	K	
Holmen (1964)	Mänty, <i>Pine</i>	65,5	Runko, <i>Stem</i>	28,6	3,2	12,9	
			Latvus, <i>Crown</i>	83,9	9,1	31,1	
	Kuusi, <i>Spruce</i>	312,1	Runko, <i>Stem</i>	131,6	16,4	50,1	
			Latvus, <i>Crown</i>	402,3	54,0	117,5	
Mälkönen (1974)	Mänty, <i>Pine</i>	30,2	Runko, <i>Stem</i>	12,3	1,6	7,4	
			Muut, <i>Others</i>	62,1	8,8	31,2	
				75,5	32,2	3,3	16,3
		148,5	Muut, <i>Others</i>	97,7	11,5	43,7	
				148,5	56,9	5,2	30,6
				129,4	16,0	65,6	
Paavilainen (1980)	Mänty, <i>Pine</i>	136,6	Runko, <i>Stem</i>	34,1	5,0	19,7	
			Muut, <i>Others</i>	169,2	16,4	56,1	

1) Holmen ja Paavilainen suopuustoja, Mälkönen VT – *Holmen and Paavilainen peatland stands, Mälkönen mineral soil site*

2) Runko sisältää myös kuoren – *Stem includes also bark*

vela 1971, Ahti 1983, Järvinen 1986) ja että pitkällä aikavälillä, puuston kiertoajan tietyssä vaiheessa pintakasvillisuuteen sitoutunut ravinteiden määrä olisi vakio.

Taulukossa 3 on esitetty eri lähteistä koottuja erikokoisiin puustoihin sitoutuneiden ravinteiden määriä. Verrattaessa taulukon 3 ja taulukon 2 lukuja keskenään, todetaan, että vanhojen turvekankaiden turpeessa oli tyypeä yleensä monikymmenkertainen ja fosforiakin, karuimpia rämeitä lukuunottamatta, noin kymmenkertainen määrä koko puustoon sitoutuneisiin määriin verrattuna. Sen sijaan kaliumia oli kaikissa yli 100 km³:n puustoisissa sitoutuneena enemmän kuin 0–20 cm:n turvekerroksessa oli jäljellä.

Turpeen ravinnemäärien ja puustoon sitoutuneiden ravinnemäärien välistä tilannetta kuvaavat havainnollisemmin taulukon 4 luvut, johon on laskettu taulukoiden 2 ja 3 perusteella typen, fosforin ja kaliumin suhteet turpeessa ja puustossa. Taulukosta 4 nähdään, että kaliumia on turvekankaan turpeessa vain n. 1% turpeen ty-

pen määrästä ja n. 25–30% turpeen fosforin määrästä. Sen sijaan mäntypuustoon kaliumia on sitoutuneena lähes 40% puuston sitomasta typen määrästä ja n. 3–4-kertaisesti puustoon sitoutuneeseen fosforin määrään verrattuna. Määrällisesti kalium näyttäisi siis olevan minimiravinne turvekankailla. Toisaalta on muistettava, että turpeen tyyppi ja fosfori ovat pääasiallisesti sitoutuneina, kun taas kalium on lähes täysin vaihtuvassa tai vesiliukoisessa muodossa ja siis välittömästi kasvien käytettävissä (Kaila 1956, Kaila ja Kivekäs 1956, Holmen 1964, Westman 1981, Kaunisto ja Paavilainen 1988).

Karkean kuvan saamiseksi kaliumin riittävydestä turvekankailla, on seuraavassa laskettu em. Kauniston ja Paavilaisen aineiston turpeen ravinnemäärien sekä toisaalta kangasmaiden toistuvien harvennuskäsitteltyjen männiköiden kehityssarjojen (Nyyssönen 1954, 1978) ja Paavilaisen (1980) esittämien puuston eri osien sisältämien ravinnemäärien perusteella arvio kaliumin riittävydestä varsinaisista sararä-

Taulukko 4. Taulukkoiden 2 ja 3 perusteella lasketut typen, fosforin ja kaliumin suhteet turpeessa (0–20 cm) ja puustossa.

Table 4. Nitrogen, phosphorus and potassium ratios in peat (0–20 cm) and stand, calculations based on Tables 2 and 3.

Suotyyppi – Site type	N	Ravinne – Nutrient P	K
Osuus maassa – Percentage in peat			
RhK (Kaunisto & Paavilainen 1988)	100	4	1
MK (– " –)	100	3	1
PK (– " –)	100	4	1
RhSR (– " –)	100	3	1
VSR (– " –)	100	4	1
IR (– " –)	100	3	1
Osuus puustossa – Percentage in stand			
MK (Holmen 1964)	100	13	32
IR (– " –)	100	11	39
IR (Paavilainen 1980)	100	11	37

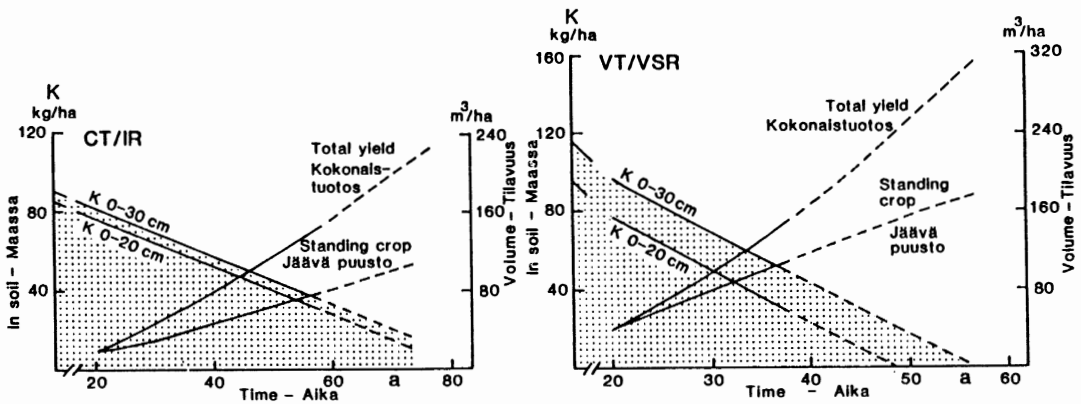
meistä ja isovarpuisista rämeistä kehittyneillä turvekankailla. Puuston kehityssarjat on valittu siten, että kangasmaan puolukkatyyppin männikkö vastaa varsinaista sararämettä ja kanervatyyppin männikkö isovarpuista rämettä. Laskennassa on otettu alkuketkeksi avohakkuun jälkeinen tilanne, jolloin on oletettu, että vain runkopuuhun ja kuoreen sitoutunut kalium poistuu alueelta ja että muihin puuston osiin sitoutunut kalium palautuu täysimääräisenä puuston ravinnekiertoon. Tähän on lisätty maassa 20 tai 30 cm:n kerroksessa oleva kaliumin määrä. Tästä alkupääomas- ta on vähennetty kymmenvuotiskausittain hakkuupoistuman runkopuussa ja kuoreessa ollut sekä jäävään puustoon sitoutunut kaliumin määrä. Näin puuston lisääntyessä maassa olevan kaliumin määrä koko ajan vähenee.

Kuvasta 2 todetaan, että esimerkkita- pauksessa isovarpuisella rämeellä kaliumin 0-tilanteeseen joudutaan n. 80 vuoden kuluttua, mutta varsinaisella sararämeellä jo 40–50 v:n kuluttua lähtöhetkestä. Kummallakaan ei siis näillä perusteilla voida kasvattaa puuta täyttä toista kiertoaikaa ilman kaliumin lisäystä. Ottamalla mukaan 0–30 cm:n turvekerroksen kaliumin määrä kiertoaikaa voidaan pidentää n. 10 vuodella.

PÄÄTELMÄT

On selvää, että edellä esitetynlaiseen tarkasteluun sisältyy monia epävarmuustekijöitä, kuten maan ja puuston ravinne- määritysten edustavuus, kivennäismaiden puuston kehityssarjojen soveltuvuus turvemaille, laskeuma, huuhtoutuminen, pintakasvillisuuden merkitys jne. Edelleen on muistettava, että saadun kaltaisia tuloksia voidaan soveltaa vain todella vanhoille (70–80 v.) ojitusalueille ja että näillä on tuotettu puuta jo tähän mennessä esimerkiksi tapauksen isovarpuisella rämeellä 210 km³/ha ja varsinaisella sararämeellä peräti 450 km³/ha kuorineen.

Tulosten perusteella voitaneen kuitenkin pitää ilmeisenä, että kaliumista ennemmin tai myöhemmin tulee pulaa paksuturpeisilla turvemailla. Erityisesti runsastyyppisillä suotyypeillä, joissa yleensä myös fosforia on kohtalaisesti, kaliumin loppumisen vaara lienee suurin, koska puuston kasvu erityisesti typen vauhdittamana on nopeata. Sen sijaan vähätyypisillä kasvu- alustoilla kalium saattaa riittää hyvinkin pitkään, koska kaliumin määrät eivät ole oleellisesti pienempiä kuin muillakaan suotyypeillä, mutta käyttökelpoisen typen ja fosforin vähäisyyden vuoksi kasvunopeus ja puustopääoma on pieni.



Kuva 2. Kaliumin riittävyys isovarpuisesta rämeestä (IR) ja varsinaisesta sararämeestä (VSR) kehittyneillä turvekankailla toisen ojituksen jälkeisen puusukupolven aikana (Kaunisto ja Paavilainen 1988). Maan K vuonna 0 sisältää pintaturpeessa (0–20 tai 0–30 cm) olevan kaliumin sekä lisäksi ojituksen jälkeisen ensimmäisen puusukupolven avohakkuun yhteydessä maahan palautuvat ravinteet (runkopuuta ja kuorta lukuunottamatta). Tästä luvusta on vähennetty alueelta harvennuksissa poistuva (runkopuussa ja kuoressa) sekä jäävään puustoon sitoutunut ravinteiden määrä (Paavilaisen 1980 mukaan) kymmenen vuoden välein.

Figure 2. Sufficiency of potassium on transformed peatland sites, originally dwarf shrub pine mires (IR) or tall sedge pine mires (VSR), during the second tree generation after drainage (Kaunisto and Paavilainen 1988). The development of the stand corresponds with the development series of Scots pine on *Calluna* (CT) or *Vaccinium vitis idaea* (VT) site types introduced by Nyyssönen (1954 and 1978). K in soil in year 0 gives the amount of K in surface peat (0–20 cm or 0–30 cm) + the amount of K returned from the stand in clearcutting of the first postdrainage tree generation excluding K in stem wood and bark (according to Paavilainen 1980). From that figure the amount of K removed from the area in thinnings (in stem wood and bark) and K fixed in the standing crop have been subtracted every ten years.

KIRJALLISUUS

- Ahti, E. 1983: Fertilizer-induced leaching of phosphorus and potassium from peatlands drained for forestry. (Seloste: Lannoituksen vaikutus fosforin ja kaliumin huuhtoutumiseen ojitetuilta soilta.) — Commun. Inst. For. Fenniae 111:1–20.
- Heikurainen, L. 1955: Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. (Referat: Der Wurzel Aufbau der Kiefernbestände auf Reisenmoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung.) — Acta For. Fennica 65(3): 1–85.
- Holmen, H. 1964: Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppland, Sweden. Parts I–III. — Studia For. Suecica 16:1–236.
- Järvinen, O. 1986: Laskeuman laatu Suomessa 1971–1982. — Vesihallituksen monistesarja n:o 408. 142 s.
- Kaila, A. 1956: Phosphorus in various depths of some virgin peatlands. (Selostus: Fosforista eräitten luonnontilaisten soitten eri kerroksissa.) — J. Sci. Agr. Soc. Finland 28(2): 90–104.
- Kaila, A. & Kivekäs, J. 1956: Distribution of extractable calcium, magnesium, potassium and sodium in various depths of some virgin peat soils. — J. Sci. Agr. Soc. Finland 28(4): 237–247.
- Karsisto, K. & Ravela, H. 1971: Eri ajankohtana annettujen fosfori- ja kalilannoitteiden huuhtoutumisesta metsäojitusalueilta. — Suo 22: 39–46.
- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1988: Peat nutrient stores in old drainage areas and their effect on tree growth. (Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla ja niiden suhde puuston tuotokseen.) — Käsikirj. Metsäntutkimuslaitoksessa; manuscr. at The Finnish Forest Research Institute.
- Malcolm, D. C. & Cuttle, S. P. 1983: The application of fertilizers to drained peat. 1. Nutrient losses in drainage. — Forestry 56:155–174.
- Mälkönen, E. 1974: Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. (Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä.) — Commun. Inst. For. Fenniae 84(5): 1–87.

- Nyysönen, A. 1954: Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. (Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings.) — *Acta For. Fennica* 60(4): 1–194.
- Nyysönen, A. 1978: Metsän arvioiminen. — Teoksessa: Tapion taskukirja, 18. painos. K. J. Gummerus Oy, Jyväskylä: 233–267.
- Paavilainen, E. 1966: Maan vesitalouden järjestyksen vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin. (Summary: On the effect of drainage on the root systems of Scots pine on peat soils.) — *Commun. Inst. For. Fenniae* 61(1): 1–110.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977: Pääravinteiden sekä sinkin ja lyijyn vertikaalijakautumista rahkaturpeessa. (Summary: Vertical distributions of N, P, K, Zn and Pb in Sphagnum peat.) — *Suo* 28:95–102.
- Westman, C. J. 1981: Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. (Seloste: Pintaturpeen viljavuustunnuksien suhteesta kasvupaikkatyypin ja puuston kasvupotentiaaliin.) — *Acta For. Fennica* 172:1–77.

SUMMARY:

ON NUTRIENT AMOUNTS AND THEIR SUFFICIENCY FOR WOOD PRODUCTION ON DRAINED PEATLANDS

The paper is mainly based on the yet unpublished manuscript (Kaunisto and Paavilainen 1988) which deals with the nutrient amounts of peat and growth of stands on 53 sample plots set up by the Department of Peatland Forestry at the Finnish Forest Research Institute. The sample plots were drained 55–75 years before the nutrient determinations and were transformed peatlands at the time of sampling. All the stands on the plots have been measured several times after the drainage. The total yield on different peatland site types varied between 210 and 550 solid m³/ha with bark on the average.

Peat density was 2–3-fold as compared to the corresponding virgin pine mires (Table 1). On transformed peatlands that had originally been pine mires there was twice as much nitrogen and phosphorus but only half the amount of potassium as on corresponding virgin pine mires (Fig. 1). The suggested reason was the drastic decrease in the potassium content when going down in the peat profile, the liability of potassium to leaching and prolific uptake of potassium as compared to the potassium amounts in soil (Tables 2–4).

The sufficiency of potassium for tree growth was estimated by supposing that all the plots would be clearcut and that all

potassium except that removed with stem wood and bark would return to soil and would be available to the new tree generation along with the potassium existing in soil at the time of analysis. Values calculated from the material of Paavilainen (1980) were used for estimating the stand nutrient amounts. The second postdrainage tree generation on dwarf shrub pine mires (IR) was assumed to develop in the same way as frequently thinned mineral soil pine stands on *Calluna* (CT) and on tall sedge pine mires (VSR) as on *Vaccinium* (VT) site types according to Nyysönen (1954, 1978).

The results seem to indicate that potassium may run short during the second postdrainage tree generation (Fig. 2) and probably faster on nitrogen-rich (VSR) than on nitrogen-poor (IR) peatlands as there are only small differences in the potassium amounts between different peatland site types, but nitrogen speeds the development of the stand and thus also fixing of potassium. One should, however, bear in mind that as much as 210 solid m³ had been produced during the first tree generation (up till year 0 in Fig. 2) on dwarf shrub pine mires and 450 solid m³/ha on ordinary sedge pine mires cited as examples.

Received 21.XII.1987

Approved 25.I.1988