

Ruuhijärvi, R. & Reinikainen, A. 1981: Luonnontilaisten ja ojitettujen soiden vertaileva ekosysteemanalyysi -projektin tutkimusohjelma. (Summary: Research program of the project "Comparative analysis of virgin and forest-improved mire-ecosystem"). — Suo 32: 86—91.

Särkkä, M. 1970: Metsälannoituksen vaikutus vesistöissä. (Summary: On the influence of forest fertilization on water courses.) — Suo 21: 67—74.

Vasander, H. 1981: Luonnontilaisen keidasrämeeen sekä lannoitetun ojikon ja muuttuman ravinnevarat. (Summary: Nutrients in an ombrotrophic bog ecosystem in virgin state and after forest-improvements.) — Suo 32: 137—140.

Verry, E. S. 1975: Streamflow chemistry and nutrient yields from upland-peatland watersheds in Minnesota. — Ecology 56: 1149—1157.

## SUMMARY:

### RUNOFF AND LEACHING OF NUTRIENTS FROM THE DRAINED AND FERTILIZED BOG LAAVIOSUO IN 1980

The seasonal fluctuation of runoff and nutrient contents and loads of bog waters were studied from April to October in 1980 in the drained and fertilized ombrotrophic bog in Lammi, southern Finland. The nutrient loads were calculated on basis of the observations in three small drainage basins (Table 1). The data included continuous runoff observations and weekly made water quality observations. The concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Na and Fe were analysed; pH and conductivity were measured (Table 2).

Nutrient contents varied more in one weir during the

study period than between the weirs at certain sampling time. Concentrations and loads were clearly dependent on the runoff. The monthly loads of N, P and K varied significantly during the observation period. More than half of the observed leaching occurred during April and May.

The losses of K and N were higher from the ditched and fertilized drainage basin than from the virgin area, but P loads were about the same in all the basins. Annual nutrient yields calculated for three ombrotrophic bog watersheds were generally low and quite similar to results in earlier studies.

Harri Vasander

*Suo 32, 1981 (4—5): 137—141*

### LUONNONTILAISEN KEIDASRÄMEEN SEKÄ LANNOITETUN OJIKON JA MUUTTUMAN RAVINNEVARAT

#### NUTRIENTS IN AN OMBROTROPHIC BOG ECOSYSTEM IN THE VIRGIN STATE AND AFTER FOREST-IMPROVEMENTS

Ombrotrofiset suot saavat ravinteita vain sateen ja ilmvirtausten mukana. Tasetta parantaa se, että keidassuokasvillisuus pysyy tehokkaasti sitomaan kriittisiä kasviravinteita ja pitämään niitä sisäisessä kierrossa (esim. Damman 1978, Pakarinen 1978). Keidassoiden karuus ei ole estänyt niiden joutumista metsäojituskohteiksi. Ilman vahvaa NPK-lannoitusta (lannoitusohje, ks. Paavilainen 1979) ei kasvunlisäyksiä saada aikaan. On ilmeistä, ettei mp-toimin kyetä riittävästi lisäämään ravinteiden mobilisaatiota, vaan systeemin metsitysmisissä on toistuvien lannoitusten varassa (esim. Paavilainen 1977). — Tässä tutkimuksessa tarkastellaan keidasrämee-

ekosysteemin ravinnejakaumaa Lammilla (EH) luonnontilassa ja lannoituksen jälkeen kolmen esimerkin valossa. Työ on nähtävä esitutkimuksena ombrotrofian lannoitustaloudellista merkitystä selvittäväälle ravinnetasetutkimukselle. Paavilaisen (1980) perusteellinen julkaisu vanhan IR-muuttuman ravinteiden kierrosta tarjoaa laajan referenssiaineiston täpärästi ojituskelpoisen rämee turvekangasta lähenevästä kehitysvaiheesta.

Tutkimuskohteet olivat seuraavat: (1) luonnontilainen KeR Kaurastensuolla, (2) ojikon (KeRoj) ojitus- ja lannoitusvuosi oli 1978 ja lannoitteet olivat apatiitti 400, biotiitti 570 ja nitroform 310 kg/ha ja ravinnesisältö N 117,8, P 54,4, K 30,1, Ca 177,6, Mg 66,3 kg/ha sekä pieni, mutta analysoimaton määrä hivenaineita, (3) muuttuma (KeRmu) oli ojitettu v. 1966 ja saanut lannoituksena v. 1970 suometsä PK:ta 400 ja ureaa 100 kg/ha eli seuraavat ravinneäärät P 28,8, K 54,8, Ca 94,0, ja N 46,3 kg/ha.

Näytteet ravinneanalyyysiin kerättiin 18. 10. 1979

Kirjoittajan osoite — *Author's address*  
Helsingin yliopiston Lammin biologinen asema,  
SF-16900 Lammi

seuraavista 13:sta kasvibiomassan ja turpeen fraktiosta periaatteena satunnaisuus ja edustavuus: männyn neulas (1) 1979, (2) 1978 ja (3) vanhemmat, (4) oksat kuorineen, (5) runkopuu kuorineen, kenttäkerroksen varvut (6) 1979 tuotos ja (7) vanhempi biomassa eroteltuna, (8) tupasvillan ilmaversot, (9) tupasvillan tyvitupet, (10) mätässammalet, (11) kuljusammalet (12) mätästurpeen ja (13) kuljoturpeen kerros 0–20 cm. Sammal- ja turvenäytteitä otettiin  $2 \times 5$ /näyteala. Muista fraktioista koottiin 2 yhdistelmänäytettä/näyteala. Näytteistä analysoitiin totaalipitoisuuksina N, P, K, Ca, Mg, Cu ja B Viljavuuspalvelu Oy:ssä standardimenetelmin (ks. esim. Paavilainen 1980, s. 11).

Tarvittavat biomassa- ja tuotosarvot ovat KeR- ja KeRmu -alojen osalta Vasanderin (1981) aineistosta. KeRoj:lle saatiin em. tietojen pohjalta luotettavasti lasketuksi vain biomassat. Karikkeen ja maanalaisen biomassan ravinnepitoisuudet taulukon 3 täydennykseen laskettiin käyttämällä Paavilaisen (1980) 0–0 ja 0–NPK ruuduilta saamia suhteita.

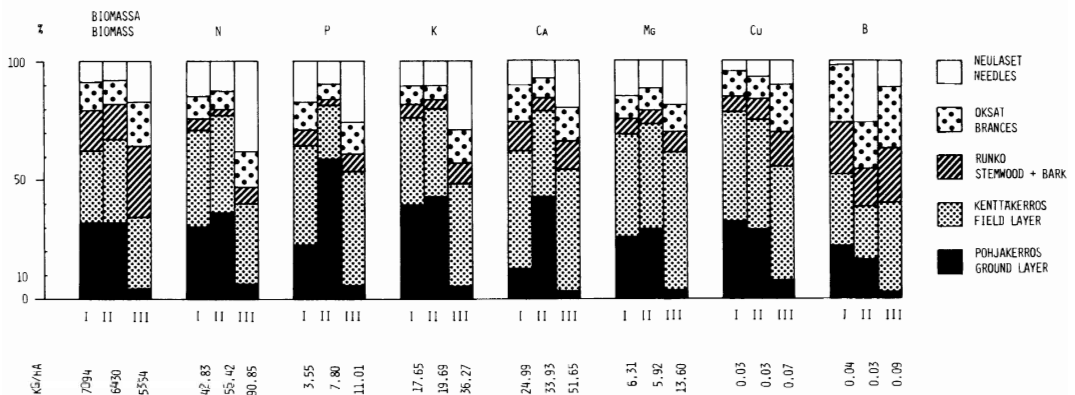
Laskemalla biomassafraktioiden sisältämät ravinnemäärät pitoisuuksien ja kuiva-ainemäärien avulla saadaan valokuvamainen tilannearvio tutkittujen biotooppien ravinnevarojen jakaumasta. Aineiden kierrosta ja taseista voidaan esittää eräitä karkeitte laskelmia, kun tunnetaan kasviaineksen määrän muutokset ja ravinteiden vuosihuhtoumat (ks. Lehmusvuori 1981).

Ravinteiden määrä KeR:n pintaturpeessa (20 cm) (Taul. 1) oli varsinkin pääravinteiden kohdalla selvästi pienempi kuin on ilmoitettu esim. isovarpurameiltä. Holmenin (1964) mukaan oli vastaavan paksuisessa turvekerroksessa N 1887, P 98, K 81 ja Ca 539 kg/ha. Paavilaisen (1980) lannoittamattomalla IRmu:lla arvot olivat N 1629, P 222, K 89 ja Ca 460 kg/ha. Myös esim. Kivinen (1972) ja Seppälä & Westman (1976) ilmoittavat taulukon 1 arvoja suurempia ravinnemääriä karuilta soilta. Tutkittujen turpeiden ravinnepitoisuudet sekä tilavuuspainot olivat pieniä, mikä aiheutti ravinnemäärien vähäisyyden. Esim. luonnon-tilaisen mätästurpeen tyyppi-prosentti oli vain 0,45 ja muuttumallakin vain 0,59 % (vrt. esim. Kivinen 1972, Starr & Westman 1978). Mätästurpeen kuivatilavuuspaino oli vain n. 10 % suurempi kuin Pakarisen (1978) ilmoittama elävän mätässammalen kuivatilavuuspaino. KeRmu:n mätästurpeen kuivatilavuuspaino oli 160 % luon-

Taul. 1. Pintaturpeen (0–20 cm) sisältämien ravinteiden määrät (kg/ha) tutkituilla näytealoilla. 1 = luonnon-tilainen keidasräme = KeR, 2 = NPK-lannoitus v. 1978 = KeRoj, 3 = NPK-lannoitus v. 1970 = KeRmu.

Table 1. The amount of nutrients (kg/ha) in the surface peat layer (0–20 cm) of the studied site types. 1 = virgin kermi pine bog, 2 = NPK-fertilization in 1978, 3 = NPK-fertilization in 1970.

	N	P	K	Ca	Mg	Cu	B
1. KeR	573,5	37,7	63,0	138,6	73,5	0,28	0,37
2. KeRoj NPK-1978	661,5	63,1	69,7	343,5	80,5	0,39	0,28
3. KeRmu NPK-1970	1532,3	97,5	65,4	326,9	97,9	0,71	0,41



Kuva 1. Maanpäällisen biomassan ja siihen sitoutuneiden ravinteiden absoluuttinen määrä (kg/ha) ja suhteellinen jakauma (%). I = luonnon-tilainen keidasräme, II = keidasrämeojikko, NPK-lannoitus v. 1978, III = keidasrämemuuttuma, NPK-lannoitus v. 1970.

Fig. 1. The absolute (kg/ha) and proportional (%) amount of the overground biomass and the nutrients bound by it. I = virgin bog, II = NPK-fertilization in 1978, III = NPK-fertilization in 1970.

Taulukko 2. Maanpäälliseen vuosituotokseen sitoutunut ravinteiden määrä (kg/ha) sekä sen prosentuaalinen jakauma luonnontilaisella keidasrämeeillä (KeR) ja keidasrämemuuttamalla (KeRmu).

Table 2. The amount (kg/ha) of nutrients and their distribution (%) in the annual above-ground production in virgin kermi pine bog (KeR) and in the site with NPK-fertilization in 1970 (KeRmu).

	Kuiva-aine tuotos — Dry matter prod.		N		P		K		Ca		Mg		Cu		B	
	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu	KeR	KeRmu
Neulasat — Needles	8,3	22,9	11,4	30,9	12,4	29,0	8,4	25,9	8,8	14,6	12,4	22,8	4,4	17,4	2,2	19,5
Oksat — Branches	3,2	16,4	2,2	8,1	2,3	7,3	1,5	7,2	5,2	12,2	2,3	7,5	2,8	2,9	6,6	12,0
Runko — Stemwood + Bark	2,4	12,9	0,6	1,7	0,6	9,0	0,6	2,2	2,1	9,5	0,8	2,6	0,9	0,9	3,0	5,2
Puusto — Tree layer	13,9	52,2	14,1	40,7	15,3	45,3	10,5	35,3	16,1	36,3	15,5	32,9	8,1	21,2	11,8	36,7
Kenttäkerros — Field layer	32,2	42,4	44,9	54,4	57,6	50,5	44,4	60,5	59,3	59,6	48,8	63,9	40,7	67,7	52,2	61,8
Pohjakerros — Ground layer	53,9	5,4	41,0	4,9	27,1	4,2	45,2	4,2	24,5	4,2	35,7	3,3	51,2	11,1	36,0	1,4
Kg/ha	2471,5	3472,3	18,09	33,90	1,77	4,24	8,68	13,84	7,06	12,22	2,58	4,29	0,010	0,013	0,012	0,040

Taulukko 3. Luonnontilaiselle keidasrämeeille (KeR) ja nuorelle NPK-muuttumalle (KeRmu) laskettu pääravinteiden summittainen tase. Arvot kg/ha.

Table 3. A rough nutrient budget (N, P, K) for virgin kermi pine bog (KeR) and for the site with NPK-fertilization in 1970 (KeRmu). Values kg/ha.

	N		P		K	
	KeR (1)	KeRmu (2)	KeR (1)	KeRmu (2)	KeR (1)	KeRmu (2)
a) turpeessa — in peat (0—20 cm) maanpääll. kasvillisuudessa — in overground vegetation	573,5	1532,3	37,71	97,50	63,02	65,41
maanalaisessa kasvillisuudessa — in underground vegetation	42,83	90,85	3,55	11,01	17,65	36,27
b) kasvillis. — in vegetation	70,41	184,02	5,19	19,26	25,12	52,63
c) karikkeessa — in litter	9,86	17,03	0,73	1,47	2,65	3,82
d) lisätty lannoitteena — added as fertilizer tase — budget <sup>1)</sup>	0-taso level	46,3 + 1033,3	0-taso level	28,8 + 45,80	0-taso level	54,8 — 23,73

<sup>1)</sup>laskettu  
calculated as

$$(a2 + b2 + c2) - (a1 + b1 + c1) - d$$

nantilaisesta ja kuljoturpeen 290 %. Lu-  
kuunottamatta helposti huuhtoutuvaa ka-  
liumia oli ravinteiden määrä pintaturpeessa  
kohonnut etenkin KeRmu:lla, mutta osin  
myös KeRoj:lla. Lannoituksen merkitys lie-  
nee tässä suhteessa vähäinen ja nousu seli-  
tynee lähes kokonaan turpeen tilavuuspai-  
non kohoamisen avulla.

Luonnontilaisen sammalkerroksen pitoi-  
suudet olivat suunnilleen samoja kuin  
Pakarinen (1978) ja Aulio (1980) ilmoitta-  
vat lukuunottamatta kaliumia, jonka pi-  
toisuudet olivat kuljusammalessa n. 47 %  
ja mätässammalessa n. 76 % Pakarisen ar-  
voista. Kuparin pitoisuus kuljusammalessa

oli n. 43 % ja mätässammalessa n. 71 %  
Aulion arvoista (*S.balticum* ja *S.fuscum*).  
Kenttäkerroksessa ja puuston eri fraktioissa  
olivat alkuaineiden pitoisuudet n. 60—90 %  
Paavilaisen (1980) esittämistä vastaavista  
IRmu:n arvoista.

Tarkasteltaessa ravinteiden suhteellista  
jakaumaa (kuva 1) maanpäällisessä biomas-  
sassa todetaan pääravinteita N, P, K ja Mg  
sitoutuneen ylimäärin neulasiin ja kenttä-  
kerroksen kasvillisuuteen. V. 1978 lannoit-  
tetulla KeRoj:lla oli apatiittia ilmeisesti  
vielä liukenemattomana sammalkerrokses-  
sa, mikä selittää isot P- ja Ca-arvot tämän  
alan pohjakerroksessa. Puiden oksissa ja

varsinkin runkobiomassassa pääravinteiden osuus oli selvästi niiden suhteellista biomassaosuutta pienempi. Suhteellisesti eniten kalsiumia oli kenttäkerroksessa paitsi KeRoj:lla (ks. yllä). Hivenravinteita, B ja Cu, oli neulasissa suhteellista biomassaosuutta vähemmän. Poikkeuksena erosi vastalannoitettu KeRoj, jossa neulasissa ja oksissa oli booria 3,1- ja 2,0 -kertaisesti biomassaosuuteen suhteutettuna. Nousu voi johtua lannoituksesta (vrt. Veijalainen 1980), mutta lannoitteiden B-määrä ei ole tiedossa. KeRmu:lla tilanne oli tässä suhteessa sama kuin luonnontilaisella KeR:lla, ts. puustoon, etenkin neulasiin sitoutunut boorimäärä oli suhteellisesti biomassaosuuttaan pienempi. Pitoisuudet asettuivat kriittisten rajojen (Kolari 1979) yläpuolelle, mikä on normaalia karuilla soilla (Huikari 1977).

Vuosituotoksen sitomista ravinnemääristä tehtiin karkea laskelma (Taul. 2). KeR:llä puuston tuotos oli n. 14 % maanpäällisestä tuotoksesta, josta neulasten osuus n. 60 %. Siihen sitoutuva N-, P-, Ca- ja Mg-osuus oli lähes yhtä suuri kuin puuston tuotososuus, mutta jakauma puuston sisällä oli erilainen. Ca sitoutui muita ravinteita enemmän oksiin. Koko kasviyhdyksunnan vuotuisen tuotokseen sitoutuneesta N-, P- ja Mg-määristä kului 11–12 % neulasten tuottamiseen. K, B ja Cu sitoutuivat puuston tuotokseen sen suhteellista osuutta vähemmän. B sitoutui varsinkin oksiin ja runkoon, joissa sen osuus oli suhteellista tuotososuutta suurempi. Kenttäkerroksen tuotos satoi suhteessa eniten fosforia ja kalsiumia. Tutkituista ravinteista ainoastaan Cu oli sitoutunut pohjakerroksen tuotokseen suunnilleen sen suhteellisen tuotososuuden mukaisesti. Muita tutkittuja ravinteita siinä oli vähemmän kuin tuotososuus edellyttäisi.

KeRmu oli tuotosjakaumaltaan (taul. 2) erilainen kuin luonnontilainen KeR. Pohjakerroksen osuus oli vuotuisesta tuotoksesta

vain n. 5 %. Kenttäkerros satoi kaikkia tutkittuja ravinteita 1,2–1,6 -kertaisesti suhteelliseen tuotokseen verrattuna, pohjakerros taas kuparia lukuunottamatta vähemmän. Neulasit sisälsivät n. 30 % kokonaistuotokseen sitoutuneista N- ja P-määristä.

Taselaskelman (taul. 3) mukaan vastasi K-hävikki 23,7 kg/ha eli 43 % lannoitteiden K-määrästä. Oletettuna huuhtoutuneeksi ja jaettuna yhdeksälle vuodelle tuli huuhtoumaksi 2,63 kg/ha/v, joka on samaa suuruusluokkaa kuin lannoitusaloilta huuhtoutuneet K-määrät aiemmissa tutkimuksissa (esim. 2,60 kg/ha; Karsisto 1972, 2,05 kg/ha; Lehmusvuori 1981; Taul. 2, pato 2). Luonnontilaisilta soilta on mitattu pienempiä huuhtouma-arvoja (esim. 1,26 kg/ha; Verry 1975). Fosforin ja varsinkin typen osalta saatiin tase positiiviseksi. Poistuneet määrät (ks. Lehmusvuori 1981) ovat korvautuneet turpeen painumisesta ja tilavuuspainon noususta johtuvalla pitoisuuksien kasvulla. Vertikaalinen N- ja P-jakauma turpeessa onkin todettu sellaiseksi, että ojituksen jälkeen nousua voi tapahtua (Damman 1978; kuvat 1, 4).

Laskettaessa taulukon 3 budjetti kasvillisuudessa olevien ravinnemäärien erotuksena on P-tase negatiivinen 14,0 kg/ha ja N-tase positiivinen 74,5 kg/ha. Lannoitus on siis lisännyt typen siirtymistä kasvualustasta kasvillisuuteen. Fosforia kasvillisuuteen on sitoutunut määrä, joka vastaa n. 49 % lannoitteiden fosforista. Taselaskelman perusteella näyttää siis siltä, että kasvupaikalta on kalta huuhtoutunut lähes puolta K-lannoitusta vastaava määrä, fosforista on suuri osa sitoutunut turpeeseen ja typpi on parhaiten kulkeutunut kasvavaan biomassaan. Puuston kasvun nopea heikkeneminen viime vuosina (Lindholm & Vasander 1979) osoittaa, että kriittisten ravinteiden, typen ja fosforin lannoitusvaikutus on loppumassa.

## Kirjallisuus

- Aulio, K. 1980: Nutrient accumulation in Sphagnum mosses. I. A multivariate summarization of the mineral element composition of 13 species from an ombrotrophic raised bog. — *Ann. Bot. Fennici* 17: 307–314.
- Damman, A.W.H. 1978: Distribution and movement of elements in ombrotrophic peat bogs. — *Oikos* 30: 480–495.
- Huikari, O. 1977: Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. — *Silva Fennica* 11: 251–255.
- Holmen, H. 1964: Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppland, Sweden. Parts I–III. — *Studia For. Suecica* 16: 1–236.
- Karsisto, K. 1972: Ravinteiden huuhtoutumisesta lannoitetuista suometsistä. — *Metsäntutkimuslaitos. Puhkosken tutkimusosaston tiedonantoja* 2(6): 1–11.
- Kivinen, E. 1972: Classification and some chemical characteristics of virgin peat soils. — Teoksessa: Päivänen, J. (toim.): Finnish peatlands and their utilization: 17–22. Suoseura. Lauttakylä.
- Kolari, K.K. 1979: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriötilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. (Summary: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.) *Folia Forestalia* 389: 1–37.
- Lehmusvuori, M. 1981: Valunta ja ravinteiden huuhtoutuminen Laaviosuon ojitus- ja lannoitusalueelta 1980. (Summary: Runoff and leaching of nutrients from the drained and fertilized bog Laaviosuo in 1980.) — *Suo* 32: 134–137.
- Lindholm, T. & Vasander, H. 1979: Männyn kasvu ja uudistuminen luonnontilaisella ja ojitetulla sekä

- lannoitetulla keidasrämeeillä. (Summary: Growth and regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on virgin, drained and fertilized raised bog sites in Lammi, southern Finland.) — *Suo* 30: 93–102.
- Paavilainen, E. 1977: Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeeillä. Ennakkotuloksia. (Summary: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.) — *Folia Forestalia* 327: 1–32.
- Paavilainen, E. 1979: Metsänlannoitusopas. — 112 s. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Paavilainen, E. 1980: Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. — *Commun. Inst. For. Fenniae* 98 (5): 1–71.
- Pakarinen, P. 1978: Production and nutrient ecology of three *Sphagnum* species in southern Finnish raised bogs. — *Ann. Bot. Fennici* 15: 15–26.
- Reinikainen, A. & Lindholm, T. 1980: Fertilization experiments on the Laaviosuo mire-ecosystem study area. — *Lammi Notes* 4: 22–27.

- Seppälä, K. & Westman, C.J. 1976: Results of some fertilization experiments in drained peatland forests in North-Eastern Finland. — *Proc. of 5th Intern. Peat Congr. Poznan, Poland, 1976, Vol. III: 199–210.*
- Starr, M. & Westman, C.J. 1978: Easily extractable nutrients in the surface peat layer of virgin sedge-pine swamps. — *Silva Fennica* 12: 65–78.
- Vasander, H. 1981: Kasvibiomassan ja -tuotoksen jakauma luonnontilaisella sekä ojitetulla ja lannoitetulla etelä-boreaalaisella keidasrämeeillä. — *Pro gradu -tutkielma*. 185 s. Kasvitieteenlaitos, Helsinki.
- Veijjalainen, H. 1980: Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Neulasanalyysiin perustuva tarkastelu. (Summary: Usability of some micronutrient fertilizers in peatland forests. Report basing on needleanalysis.) — *Folia Forestalia* 443: 1–15.
- Verry, E.S. 1975: Streamflow chemistry and nutrient yields from upland-peatland watersheds in Minnesota. — *Ecology* 56: 1149–1157.

## SUMMARY:

### NUTRIENTS IN AN OMBROTROPHIC BOG ECOSYSTEM IN THE VIRGIN STATE AND AFTER FOREST-IMPROVEMENTS

The study was carried out in three ombrotrophic bog sites, a virgin pine bog (Kaurastensuo), a site with NPK-fertilization in 1970 and a site with NPK-fertilization in 1978 (plot no. 8 in Reinikainen & Lindholm 1980; Fig. 1). Samples for nutrient analysis were taken in October 1979, and the following total nutrients were determined: N, P, K, Ca, Mg, Cu, B. The amount of plant biomass and production was calculated according to Vasander (1981).

The surface peat (0–20 cm) was very poor in nutrients compared to earlier observations in pine bog sites. In the site NPK -1978 there were probably still hails of slow-soluble fertilizers as the amounts of P and Ca were high in the ground layer (Fig. 1). The amounts of nutrients were usually proportionally higher in the field layer vegetation and the needles than were their proportions of biomass and

production (Fig. 1, Table 2). However, there was little B and Cu in the needles except for in the site NPK-1978 (Fig. 1).

According to the estimated nutrient budget (Table 3), 23.7 kg/ha K corresponding to 43 % of the added potassium was found neither in the surface peat nor in the vegetation. If it all had leached, the annual loss would evenly distributed be 2,63 kg/ha. This loss is of the same magnitude as leaching found in earlier studies of fertilized bogs, but appr. twice the value of virgin bogs. The budget was positive for phosphorus and nitrogen mainly because of the compression and increasing bulk density of the peat in NPK-1970. In the last years the supply of N and P has not been sufficient to maintain post-fertilization pine growth level.

Antti Reinikainen

*Suo* 32, 1981 (4–5): 141–145

### MALLIT SUEKOSYSTEEMITUTKIMUKSEN JA SOIDEN KÄYTÖN APUVÄLINEINÄ

#### MODELS AS MEANS IN THE INVESTIGATION AND USE OF MIRE-ECOSYSTEM

#### Yleistä ekosysteemimalleista

Ollakseen systeemianalyysiä eliöyhteisöjen tutkimisen tulee keskittyä toimintaan. Dynamiikan kuvaamisen apuvälineinä malleilla on ollut ekologiassa kasvava merkitys IBP-projektin alkuaajoista lähtien (ks. esim. Bunnell & Scoullar 1975). Mallin käsite on säilynyt diffuusina. Sanalla voidaan tarkoittaa mitä hyvänsä rakenteen tai

ilmiön kuvausta lähtien yksinkertaisista kaavioista ja päätyen dynaamisiin matemaattisiin malleihin (ks. esim. Seppälä ym. 1980). On korostettu mallien hyödyllisyyttä toimintojen tutkimuksen kaikissa vaiheissa. Samaa ilmiötä tarkoittava malli muuttuu tutkimuksen edistyessä. Hypoteesi- ja suunnitteluvaiheen mallit ovat kokemukseen ja intuiioon perustuvia hahmotelmia, usein kuvamalleja, ja parhaimmillaankin työn kehys ja ilmiön todellisuuden väli-aikainen korvike. On huomautettava, että vain erikoistapauksessa malli alkaa selittää ilmiötä. Mallia käyttävän tutkimuksen em-