

## ERI AJANKOHTINA ANNETTUIEN FOSFORI- JA KALI- LANNOITTEIDEN HUUHTOUTUMISESTA METSÄOJITUSALUEILTA

Metsänlannoituksen vaikutuksesta vesistöihin on niukalti tutkimustuloksia. Erityisesti soiden lannoitukset on nähty vesistöjen saastumista edistävänä tekijänä, koska tärkein lisättävä ravinne on fosfori, ja ojaverkostoja pitkin on helppo kuvitella sen joutuvan vesistöihin. Toisaalta on pelätty lentokonelevityksen lisäävän ravinteiden suoraan ojaan joutumisen mahdollisuutta.

Tähänastiset tutkimukset lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisesta sekä pelto- että metsänlannoitusten osalta ovat antaneet yllättävän pieniä huuhtoutumisarvoja (Karsisto 1970). Erityisesti suometsien lannoituksessa lähes yksinomaaisesti käytettävästä raakafosfaatista vesistöön joutuneet fosforimäärät ovat olleet vähäisiä. Suorittamalla suometsien PK-lannoksen levitys sulavalle lumelle on annetusta 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha huuhtoutunut ensimmäisenä vuonna vain 25 g fosforia (P) hehtaarialta.

Suoritetuissa lannoitteiden levitysjankohtatutkimuksissa (Paarlahi 1967, Karsisto 1967 ja Paavilainen 1969) on asiaa tarkasteltu vain puiden reaktioiden kannalta. Lannoituksen on todettu turvemailla olevan mahdollista milloin tahansa sulan maan aikaan ilman suurempia eroja kasvutuloksessa. Sitä vastoin lumelle levityksen seurauksena kasvunlisäykset ovat jääneet pienemmiksi käytettäessä vesiliukoisia lannoitteita.

Vesihallituksen suorittamissa tutkimuksissa, joissa on seurattu metsänlannoituksen vaikutusta vesistöihin suurilla valuma-alueilla, on mukana ollut myös eri ajankohtina suoritettuja lannoituksia.

Fosforin ja kalin huuhtoutumistuloksia lumelle levitettäessä on esitetty Rasinaho-nimiseltä alueelta (Särkkä 1970 s. 72). Alueesta oli lannoitettu 47 % suometsien PK-lannoksella helmikuussa käsityönä. Lannoituksen jälkeen alueelta poistuvien vesien fosforipitoisuus

lisääntyi vain 0,004 mg/l ja kalin osalta 0,22 mg K/l. Käyttäen keskimääräisiä vuosivaluntoja ja ottaen huomioon lannoitetun alan osuuden koko alueesta saadaan lannoituksen seurauksena huuhtoutuneiden ravinnemäärien suuruusluokaksi fosforin osalta 24 g P/ha ja kalilla vastaavasti 1300 g K/ha.

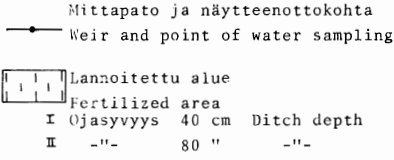
Toistaiseksi suoritetuissa tutkimuksissa on jouduttu käyttämään keskimääräisiä valuntoja huuhtoutumismäärien laskemisessa, joten tulokset eivät edes tapauskohtaisesti ole täsmällisiä. Nyt esitettävässä tutkimuksessa on lähtökohdaksi otettu tarkoin rajatulta lannoitetulta alueelta valuneiden vesimäärien mittaaminen, jolloin analysoituja ravinnepitoisuuksia voidaan selittää myös valunnan avulla ja siten määrittää ravinteiden kokonaishuuhtoutuminen.

### KOEKENTÄT

Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken kokeilualueen Oulujoen pohjoispuolisella palstalla sijaitseva hydrologinen koekenttä on perustettu vuonna 1968. Keväällä 1970 kokeelle asennettiin patolevyt ja itserekisteröivät vedenkorkeusmittarit. Kenttä käsittää kahdesti toistettuna neljä sarkalevyttä, jotka ovat 10, 15, 20 ja 50 metriä sekä yhden 30 m:n sarkaan ojitetun alueen (kuva 1). Lannoitetun toiston ojasyvyys on 80 cm ja lannoittamattoman 40 cm. Puusto tällä rämealueella on harvahkoa, noin 3–4 metristä. Toinen puoli kentästä lannoitettiin suometsien PK-lannoksella (0–24–15) 500 kg/ha. Levitys tälle 7,3 hehtaarin alueelle suoritettiin 12. – 14. 5. 1970, jolloin lumi oli jo lähes sulanut ja suon pinnalla paikoittain esiintyi tulvavettä. Routakerroksen paksuus vaihteli 0–50 cm.

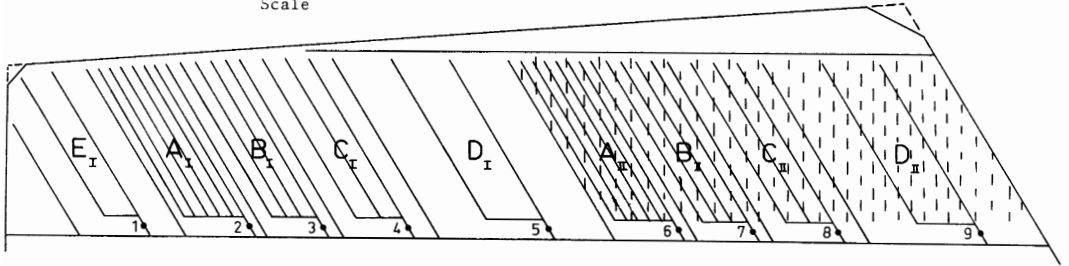
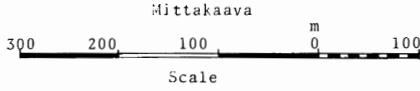
Metsäntutkimuslaitoksen samaan kokeilualueeseen edellä mainitusta kentästä noin kahden kilometrin päässä olevalle ojitusalueelle perustettiin toinen koekenttä, jonka avulla oli tarkoitus selvittää eri levitysjankohtien ja eri

Selitykset:  
Legend:



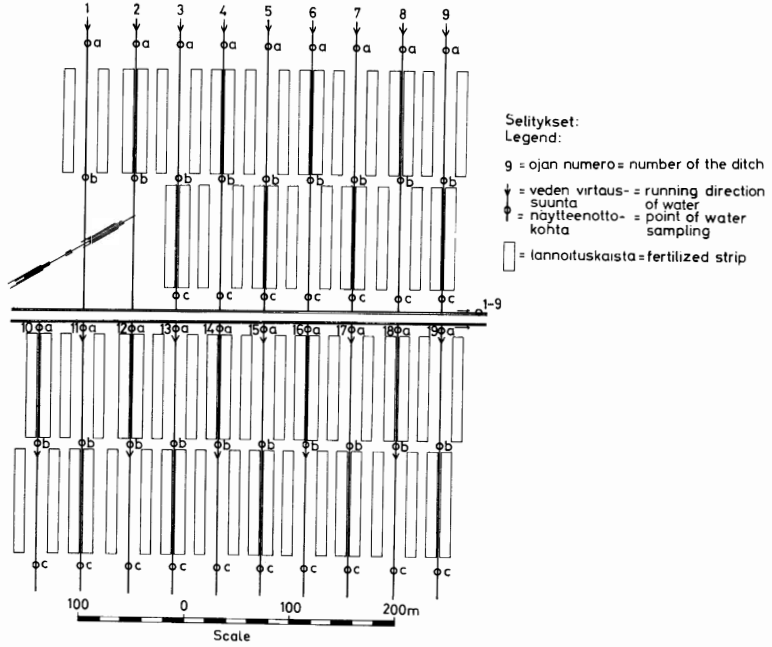
Sarkaleveys:  
Ditch spacing:

- A = 10 m
- B = 15 "
- C = 20 "
- D = 50 "
- E = 30 "



Kuva 1. Hydrologinen koekenttä.

Fig. 1. The hydrological experiment area.



Kuva 2. Levitysaikakoekenttä.

Fig. 2. The application time experiment area.

lannoitemäärien vaikutusta huuhtoutumiseen (kuva 2). Lisäksi annettiin samaa lannoitetta erikseen ja yhdessä toisen kanssa. Tämä koekenttä oli jo kertaalleen lannoitettu v. 1968 käyttäen suometsien PK-lannosta 500 kg/ha. Lannoituskaistat, joiden koko oli 10 x 100 m, sijaitsivat joko ojanreunassa tai keskisaralla. Lannoituskaistoja oli kaikkiaan 72 kpl, joten lannoitettu nettopinta-ala oli yhteensä 7,2 ha. Lannoituskäsitteilyt olivat: suometsien PK-lannosta 600 kg tai 1200 kg/ha, raakafosfaattia 450 kg tai 900 kg/ha sekä kalisuolaa 150 kg tai 300 kg/ha. Lumelle levitys suoritettiin 20. 4. 1970, sulavalle lumelle levitys 9. – 11. 5. 1970 sekä sulalle maalle levitys 27. 5. 1970. Käsitteily-yksikön muodosti aina yksi oja siten, että saman ojan varteen tuli neljä samaan aikaan samanlaisen lannoituksen saanutta kaistaa, joista kaksi sijaitsi ojan reunassa ja kaksi saran keskiviivasta ojaan päin. Lannoittamattomia oja ei jätetty vertailuksi siitä syystä, että kustakin ojasta on lannoitusruutujen yläpuolelta otettu samanaikaisesti vesinäytteet, jotka antavat lannoittamattoman vertailun. Kustakin ojasta on otettu myös keskisaran ja reunasaran lannoitusten väliltä vesinäytteet, joiden avulla on pyritty selvittämään tämän eron vaikutusta tulokseen.

#### AINEISTON KERUU

Hydrologiselta koekentältä aloitettiin vesinäytteiden otto kokoojaojista padon kohdalta 12. 5. 1970, jonka jälkeen näytteitä otettiin piirtureiden tarkistuksen yhteydessä kaksi kertaa viikossa kesäkuun loppuun asti. Heinäkuussa suurin osa ojista oli kuivina ja elokuussa näytteitä ei enää saatu. Syksyllä otettiin uudeen näytteitä syyskuun lopulla ja lokakuun alussa ennen vesien jäätymistä.

Mittausohjelmassa sattuneen ikävän virheen takia oli lannoitettujen 50 m:n sarkojen tulokset hylättävä. Tämän alueen valuntatulokset, joita oli tarkoitus käyttää levitysaikakokeen tulosten käsitelyssä, korvattiin lannoittamattomien 30 m:n sarkojen valunnalla, koska nämä sarat vastasivat hydrologisessa mielessä lähinnä parhaiten levitysaikakokeen olosuhteita.

Levitysaikakoekelta otettiin näytteet samoina päivinä kuin hydrologiselta kentältä, mutta täällä lopetettiin näytteiden otto jo kesäkuun puolessa välissä veden vähyyden takia. Uudelleen aloitettiin näytteiden keruu syyskuun lopulla ja sitä jatkettiin lokakuun alussa vesien jäätymiseen asti.

Kaikkiaan lähetettiin analysoitavaksi hydrologisen kentän osalta toista sataa näytettä ja levitysaikakoekelta yli 300 näytettä. Varsinaisen kevättulvan ajalta on molemmilta kentiltä analysoitu näytteet 3–4 päivän välein, sillä lopputulokseen on juuri tällä jaksolla ollut kaikkein suurin vaikutus.

Hydrologiselta koekentältä mitattiin kaikkien koeruutujen valunta itserekisteröivien vedenkorkeusmittareiden ja ns. Thompsonin ylisyökyypatojen avulla. Menetelmä, jota on selostettu mm. julkaisussa *H u i k a r i – P a a r l a h t i – P a a v i l a i n e n – R a v e l a* (1964), ei ole täysin luotettava näin pienillä valuma-alueilla. Mitattuja valuntamääriä verrattiin Ilmatieteen laitoksen Muhoksen sademaseman mittaamiin sademääriin – tämä asema sijaitsee n. 5 km:n päässä koekentästä. Vertailu osoitti, että käytetty valunnamittausmenetelmä antaa todennäköisesti hieman liian suuria arvoja.

#### TULOSTEN LASKENTA

Kummankin koekentän tulokset käsiteltiin erikseen kovarianssianalyysiä hyväksi käyttäen. Tämä menetelmä sopi hyvin, koska kummasakin aineistossa oli selittävien tekijöiden joukossa sekä luokiteltuja että jatkuvia muuttujia. Laskenta tapahtui Valtion Tietokonekeskuksessa kirjasto-ohjelmalla (PINETR).

Tuloksia analysoimalla haettiin ratkaisua seuraaviin seikkoihin:

(1) Vuorokausivalunnan ja ojavesien kali- ja fosforipitoisuuden välistä riippuvuutta kuvaavan funktion löytäminen ja kuvaaminen

(2) Kalin ja fosforin tietyn aikajakson kokonaishuuhtoutumisen arviointi em. funktiota hyväksi käyttäen

(3) Eri lannoitelajien huuhtoutumiskäyttäytyminen eri levitysaikakohtina

(4) Lannoitemäärän ja sijoituskohdan vaikutus huuhtoutumiseen

Jo tulosten graafisessa tarkastelussa voitiin todeta, että kohdassa (1) mainittu riippuvuus näytti tosiaan olevan olemassa. Saman tien varmistuttiin myös siitä, että vuorokautta pitemmän ajanjakson valunnan käyttäminen selvästi heikensi riippuvuutta. Vuorokausivalunnan kasvaessa lisääntyi myös näytteen kali- ja fosforipitoisuus saavuttaen selvän maksimin. Tämän jälkeen kali- ja fosforipitoisuus aleni hitaasti valunnan kasvaessa. Hydrologisella kokeella ei ilmiö ollut läheskään niin selvä kuin levitysaikakoekella. Kohdassa (3) ja (4) mainittujen

tekijöiden vaikutuksesta oli graafisessa tarkastelussa vaikea saada yhtenäistä kuvaa tekijöiden monilukuisuuden vuoksi.

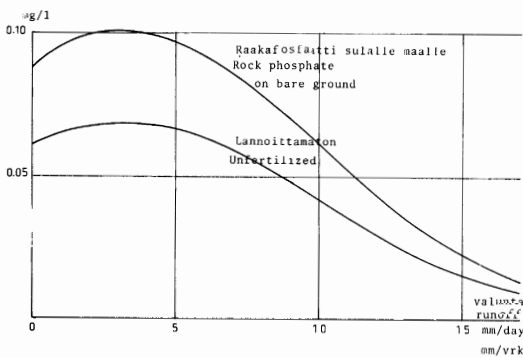
## TULOKSET

Koekentät erosivat toisistaan huomattavasti ojaviesien kali- ja fosforipitoisuuksien suhteen. Hydrologisella kokeella oli kalipitoisuus keskimäärin 0.742 mg/l (maksimi 6.90, minimi 0.11, keskivirhe 0.772) ja fosforipitoisuus keskimäärin 0.034 mg/l (maksimi 0.260, minimi 0.001, keskivirhe 0.031). Levitysaikakokeella vastaavat luvut olivat kalin kohdalla 1.503 mg/l (5.86, 0.22, 0.0959) ja fosforin kohdalla 0.079 mg/l (0.266, 0.013, 0.073).

Vuorokausivalunnalla pystyttiin selittämään ainoastaan levitysaikakokeen ojaviesien ravinnepitoisuutta. Yhtälön kuvaajakäyrä fosforilla on esitetty kuvassa 3 käsittelyn "lannoittamaton" ja "raakafosfaatti sulalle maalle" osalta. Kuvassa 5 nähdään vastaava käyrä kalilla käsittelyjen "lannoittamaton" ja "kalisuola sulavalle lumelle" osalta. Hydrologisen kokeen ojaviesien ravinnepitoisuuteen ei vuorokausivalunnalla ollut mitään vaikutusta.

Kuvassa 4 on esitetty fosforin ja kuvassa 6 kalin kokonaishuuhoutuminen hehtaaria ja vuorokautta kohti vuorokausivalunnan funktiona. Käyrät on saatu kuvista 3 ja 5 kertomalla kutakin vuorokausivaluntaa vastaavat pitoisuudet valuntaa vastaavalla litramäärällä. Kun tiedossamme ei ole todellisia, huuhoutuneita ravinnemääriä, ei ole mitään välitöntä mahdollisuutta tarkistaa tilastomatemattisesti käyrien paikkansapitävyyttä.

Levitysaikakokeessa tutkittiin lisäksi lannoittelajin, levitysaikakohdan ja -paikan ja näyt-



Kuva 3. Levitysaikakoe. Ojaviesien fosforipitoisuus vuorokausivalunnan eri arvoilla ja eri lannoituskäsittelyillä.

Fig. 3. The application time experiment. Phosphorus content of ditch water at various rates of daily runoff and different fertilization treatments.

teenottokohdan vaikutusta ojaviesien kali- ja fosforipitoisuuteen. Kaikki nämä tekijät osoittautuivat tilastollisesti erittäin merkitseviksi sekä fosforin että kalin kohdalla näytteenottokohdan vaikutusta lukuunottamatta. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty ojaveden fosfori- ja kalipitoisuudet levitysaikakohdittain ilman lannoitetason ja levityspaikan vaikutusta vuorokausivalunnan arvoilla 7 mm ja 4 mm (ts. valunnan maksimivaikutusarvoilla, vrt. kuvat 3 ja 5). Eri tasojen välisiä merkitseviä eroja ei ole testattu, mutta ainakin suurimman ja pienimmän arvon ero on erittäin merkitsevä.

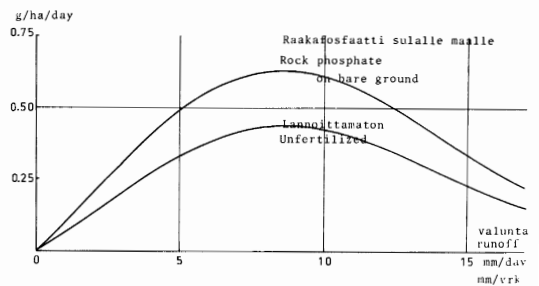
Hydrologisella kokeella tutkittiin myös sarkaleveyden, lannoituksen, näiden yhdysvaikutuksen ja suon vesivaraston tilan vaikutusta ojaveden fosfori- ja kalipitoisuuteen. Kalin kohdalla vain viimeksimainittu tekijä oli merkityksellinen, kaikki muut olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä.

Fosforin kohdalla ainoastaan lannoituskäsittelyllä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus. Kuvassa 9 on esitetty nämä tulokset siten, että myös fosforipitoisuudet on esitetty sarkaleveysittain.

## TULOSTEN TARKASTELU

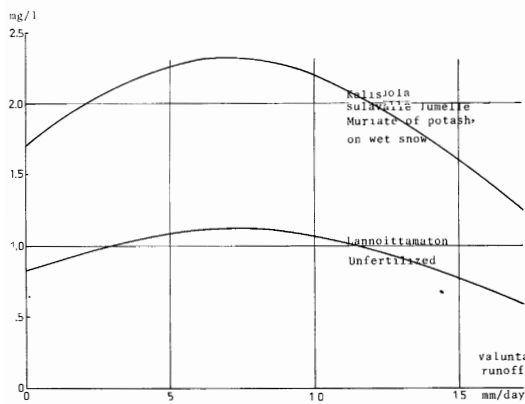
Koejärjestelyissä on muutamia selviä heikkouksia, joita ei ole voitu välttää. Kuitenkin kaikki nämä seikat vaikuttavat siihen suuntaan, että huuhoutumisarvot ja nimenomaan lannoituksesta johtuva huuhoutumisen lisäys on mahdollisimman suuri. Vesistöjen saastumiskysymyksen selvittämisen kannalta on pyritty maksimaalisiin arvoihin.

Niinpä hydrologisella kokeella lannoitetulla toistolla ojasyvyys oli 80 cm kun se vertailualueella oli 40 cm. Mikäli tämä on vaikuttanut tuloksiin, ei se ainakaan ole vähentänyt lannoitetulta alueelta huuhoutuneita määriä. Levi-



Kuva 4. Levitysaikakoe. Fosforin huuhoutuminen vuorokautta ja hehtaaria kohti eri valunnan arvoilla ja eri lannoituskäsittelyillä.

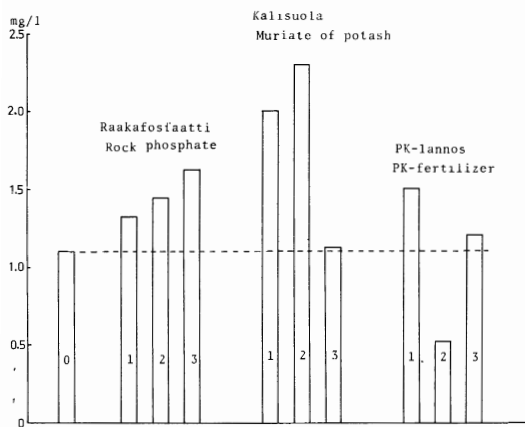
Fig. 4. The application time experiment. Daily washing of phosphorus per hectare at various rates of runoff and different fertilization treatments.



Kuva 5. Levitysaikakoe. Ojavesien kaliumpitoisuus vuorokausivalunnan eri arvoilla ja eri lannoituskäsittelyillä.

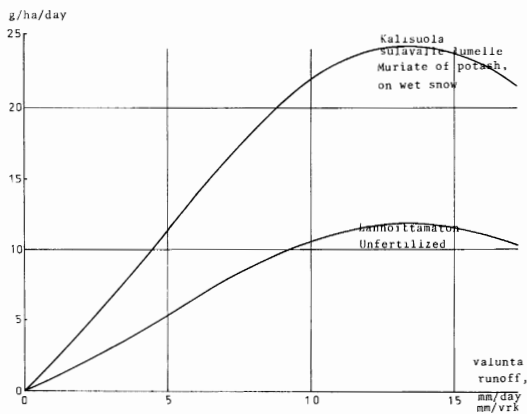
Fig. 5. The application time experiment. Potassium content of ditch water at various rates of daily runoff and different fertilization treatments.

tysajankohdittain taas on peruslannoitettu suometsien PK-lannoksella 500 kg/ha kevättalvella 1968. Aikaisempien tutkimusten mukaan lannoituksen jälkeen ylimääräisten ravinteiden tulo loppuu jo ensimmäisen vuoden jälkeen (vrt. K a r s i s t o 1970). Kuitenkin tämä perusravinnetason kohottaminen on merkinnyt suurempaa ravinteiden huuhtoutumismahdollisuutta. Tuloksista havaitaan hydrologiselta kokeelta tulleiden vesien sisältäneen kalia ja fosforia vain puolet levitysaikakokeen ojave-



Kuva 7. Levitysaikakoe. Ojavesien kaliumpitoisuus levitysaikankohdittain eri lannoituskäsittelyillä valunnan arvolla 7 mm/vrk (0 = lannoittamaton, 1 = levitys lumelle, 2 = levitys sulavalle lumelle, 3 = levitys sulalle maalle).

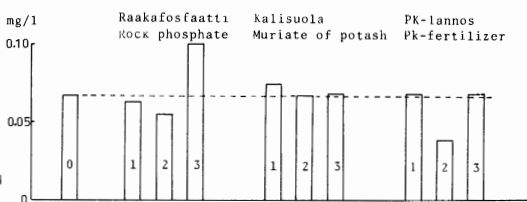
Fig. 7. The application time experiment. Potassium content of ditch water at different times of application and different fertilization treatments at a runoff rate of 7 mm/day (0 = unfertilized, 1 = fertilized on snow, 2 = fertilized on wet snow, 3 = fertilized on bare ground).



Kuva 6. Levitysaikakoe. Kaliumin huuhtoutuminen vuorokautta ja hehtaaria kohti eri valunnan arvoilla ja eri lannoituskäsittelyillä.

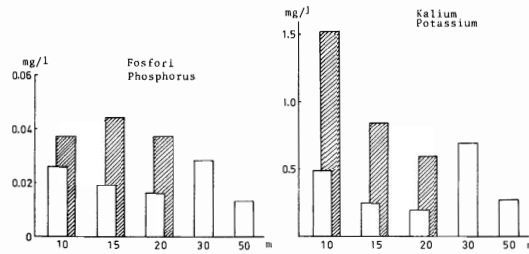
Fig. 6. The application time experiment. Daily washing of potassium per hectare at various rates of runoff and different fertilization treatments.

sien vastaavista ravinnemääristä. Levitysaikakokeen tulokset kuvaavat tilannetta ryhdyttäessä suorittamaan uusintalannoituksia. Lisäksi kokeella on tähän liittyen käytetty myös kaksinkertaisia lannoitemääriä turvealustan ravinteiden sitomiskyvyn selvittämiseksi. Jatkossa tullaan mm. tätä kysymystä selvittämään turveanalyysillä, joita ei tässä yhteydessä ollut mahdollista tehdä. Myöskään hydrologiselta kentältä mitattuja valuntoja ei voida pitää täysin luotettavina, koska näin pienillä valuma-alueilla saattaa valuma-alueen todellinen koko poiketa huomattavasti lasketusta koosta. Kuitenkin on todettava nyt ensimmäistä kertaa mitatun sekä valuntaa että ravinnepitoisuuksia samalta alueelta, jolloin ainakin suuruusluokka on luotettava. Hydrologiselta kokeelta mitattujen valuntojen (30 m:n lannoittamaton sarka) käyttäminen sellaisenaan levitysaikakokeen tulosten laskennassa ei kestäne kovin kriittistä tarkastelua. Myös tämä seikka on otettava huomioon tulosten painavuutta punnittaessa.



Kuva 8. Levitysaikakoe. Ojavesien fosforipitoisuus levitysaikankohdittain eri lannoituskäsittelyillä valunnan arvolla 4 mm/vrk (selitykset, vrt. kuva 7).

Fig. 8. The application time experiment. Phosphorus content of ditch water at different times of application and different fertilization treatments at a runoff rate of 4 mm/day (legend, see fig. 7).



Kuva 9. Hydrologinen koe. Ojavesien ravinnepitoisuudet sarkaleveysittain (varjostettu = lannoitettu, varjostamaton = lannoittamaton).

Fig. 9. The hydrological experiment. Nutrient contents of ditch water at different ditch spacings (shaded = fertilized, unshaded = unfertilized).

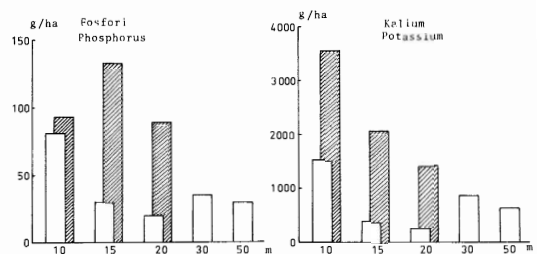
Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että huuhtoutumista tapahtuu levitysajasta riippumatta pääasiassa yliveden aikaan keväisin ja syksyisin (Särkkä 1970). Näytteiden otto onkin keskittynyt kevätyliveden osalle. Syysyliveden ajalta on vain muutamia näytteitä. Vaikka edellä mainitussa tutkimuksessa on mainittu lumen sulamiskauden aikana huuhtoutumisen olleen runsaimmillaan, olisi ilmeisesti kuitenkin ollut paikallaan kerätä enemmän näytteitä myös syys-lokakuussa.

Valunnan vaikutus ojavesien ravinnepitoisuuteen osoittautui levitysaikakokeella tilastollisesti merkitseväksi. Mielenkiintoisinta oli huuhtoutumismaksimin esiintyminen sekä kalin (7 mm/vrk) että fosforin (4 mm/vrk) kohdalla. Näiden funktioiden avulla on laskettu teoreettiset huuhtoutumismäärät g/ha/vrk (vrt. kuvat 4 ja 6) eri valunnan arvoille. Käyrien väli kuvaa aineistossa esiintynyttä maksimaalista lannoituksen aiheuttamaa lisäystä. Kun edelleen tiedämme sarkaleveydeltään ja ojasyvyydeltään erilaisten ojitusten vaikutuksen valuntaan, pystymme laskemaan vaihtoehtoisten ojitusten ja lannoitusten vaikutukset vesistöön joutuviin ravinmääriin.

Hydrologiselta kokeelta tunnetaan valunnat sekä ojavesien ravinnepitoisuudet. Lisäksi käytettävissä on ollut sekä lannoitettu että lannoittamaton vertailu. Kokonaishuuhtoutuminen kesän ajalta sekä lannoituksen aiheuttamat lisäykset tähän sarkaleveysien keskiarvoina eri ravinteiden kohdalta olivat seuraavat (g/ha):

	kali (K)	fosfori (P)
lannoitettu	2 584	105
lannoittamaton	729	39
lannoituksen aiheuttama lisäys	1 855	66

Lisäyksen havaitaan olleen vesistöjä ajatellen prosentuaalisesti suuren, mutta metsänlannoitajan kannalta huuhtoutuneet määrät ovat vä-



Kuva 10. Hydrologinen koe. Ravinteiden kokonaishuuhtoutuminen hehtaaria kohti lannoitusvuonna sarkaleveysittain (selitykset, vrt. kuva 9).

Fig. 10. The hydrological experiment. Total washing of nutrients per hectare at different ditch spacings during the year after application (legend, see fig. 9).

häiset verrattuna lisättyihin ravinmääriin 62,2 kg K ja 52,5 kg P/ha (500 kg suometsien PK-lannosta/ha).

Tarkasteltaessa kuvissa 9 ja 10 esitettyjä tuloksia todetaan, että nykyistä käytännön ojitusta lähinnä vastaavien 50 metrin sarkojen arvot ovat hieman pienemmät kuin kapeiden sarkojen arvot. Sarkaleveydelle saatiin kalin kohdalla tilastollisesti merkitsevä vaikutus ja varsinkin lannoittamattomien alueiden pitoisuudet ovat selvästi riippuneet siitä kuinka tehokas ojitus on ollut. Jos tulosten nojalla spekuloidaan, mitä muutoksia ojavesien ravinnepitoisuudessa tapahtuisi siirryttäessä suometsissä lannoittamattomista 50 metrin ojaväleihin suoritetuista ojituksista tehokkaaseen ojitukseen ja lannoitukseen, havaitaan ojavesien fosforipitoisuuden nousevan kaksinkertaiseksi ja kalipitoisuuden yli nelinkertaiseksi. Huuhtoutumismäärien kohdalla ero vielä suurentaa kapeammilta saroilta tuleva suurempivisimäärä.

Levitysaikakokeella oli tärkeimpänä tutkimuskohteena nimenomaan levitysjankohdan vaikutus. Kuten kuvasta 8 havaitaan, esiintyi fosforin kohdalla huomattavaa hajontaa. Huomattava on, että nimenomaan sulalle maalle suoritettu levitys on nostanut ojavesien fosforipitoisuutta eniten. Tulosta on vaikea selittää millään tunnetulla tosiseikalla. Keskimääräinen lannoituksen aiheuttama pitoisuuden lisäys jäi kyllä vähäiseksi, vain 0,008 mg P/l. Kokonaisuutena tämä tekee vain 20 g/ha. Tulos vahvistaa sitä käsitystä, että raakafosfaattia voidaan joko sellaisenaan tai suometsien PK-lannoksena

levittää myös lumelle. Kalin kohdalla sitä vastoin saatiin eri levitysjankkohtien välille selvä ero. Kuvasta 7 havaitaan lumelle levityksen aiheuttaneen noin 50 % lisäyksen kalipitoisuudessa verrattuna sulalle maalle suoritettuun levitykseen. Suuruusluokalleen tämä kalimäärä on ollut noin 1600 g/ha. Käytännössä tämä merkitsisi mainitun suuruisia kalitappiota kyvettäessä suometsien PK-lannosta lumelle verrattuna lannoitteiden levittämiseen erikseen siten, että kalisuola levitettäisiin sulalle maalle.

Levitysaikakokeella on lannoitteita levitetty myös erikseen siten, että osa ruuduista sai vain kalisuolaa ja osa vain raakafosfaattia. Näiden kohdalla ilmeni mielenkiintoinen seikka, nimittäin pelkän fosforin lisääminen näytti lisänneen kaikissa tapauksissa kalin huuhtoutumista, mutta päinvastoin pelkkä kalilannoitus ei näyttänyt vaikuttaneen fosforin huuhtoutumiseen. Kalihan esiintyy sitoutuneena maa-hiukkasiin ja kolloideihin ja fosfori taas kemiallisesti sitoutuneena kalkkiin tai alumiiniin ja rautaan (vrt. P e s s i 1970). Näyttäisi siltä, että lannoituksen jälkeen, ennen kuin fosfori

on sitoutunut, se jossain vaiheessa aiheuttaisi kalin sidoksissa muutoksia. Ilmiön selvittäminen vaatii jatkotutkimuksia, joita tullaankin suorittamaan.

Kokeiden kuluessa analysoitiin yli 400 vesinäytettä. Kuitenkin tuloksissa esiintyy saman kentänkin sisällä huomattavaa hajontaa. Samoin viereisillä soilla olleiden kokeiden tulokset poikkesivat huomattavasti toisistaan vaikka kohteet vaikuttivat hyvin samanlaisilta. Tämä merkitsee sitä, että tulosten yleistäminen joidenkin yksittäisten tutkimustulosten perusteella saattaa johtaa virhepäätelmiin. Vasta eri suotyypeillä ja eritavoin ojitetuilla alueilla sijaitsevien, eri levitystavoin ja eri aikoina lannoitettujen koekenttien avulla saataisiin näistä tekijöistä aiheutuvat ravinteiden huuhtoutumisen erot pääpiirteissään selvitettyä, jonka jälkeen voitaisiin yleisemmin todeta suometsien lannoituksen vaikutus vesistöihin.

#### KIRJALLISUUTTA

- H e i n o n e n , R e i j o , 1967. Lannoitus ja vesistöjen saastuminen. Leipäveväämäksi, n:o 4; 27–28.
- H u i k a r i , O l a v i , 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. Summary: Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microbes of some swamps. MTJ 42.2.
- H u i k a r i , O l a v i - P a a r l a h t i , K i m m o - P a a v i l a i n e n , E e r o - R a v e l a , H e i k k i , 1966. Sarkaleveyden ja ojasyvyyden vaikutuksesta suon vesitalouteen ja valuntaan. Summary: On the effect of strip-width and ditch-depth on water economy and runoff on a peat soil. MTJ 61. 8.
- K a i l a , A r m i , 1948. Viljelysmaan organisesta fosforista. Valt. Maatalousk. julk. 129, 188.
- K a r s i s t o , K a l e v i , 1967. Eri ajankohtina annetun NPK-lannoituksen aiheuttamista reaktioista rämeen männymäntäimistöissä. Summary. Suo 18, n:o 4.
- K a r s i s t o , K a l e v i , 1970. Lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisesta turvemaita. Summary: On the washing of fertilizers from peaty soils. Suo 21, n:o 3–4.
- K i v i n e n , E r k k i , 1948. Suotiede. Porvoo–Helsinki.
- P a a r l a h t i , K i m m o , 1967. Lannoitusajankohdan vaikutus rämemännikön kasvureaktioihin. Summary: On the influence of the time of fertilization on the growth reactions in a pine stand on peat soil. MTJ 63.3.
- P a a v i l a i n e n , E e r o , 1969. Tutkimuksia levitysjankkohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Summary: Influences of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. Folia Forestalia 75.
- P e s s i , Y r j ö , 1970. Väkälannoitteiden ominaisuuksista ravinteiden huuhtoutumisen kannalta. Suo 21, n:o 3–4.
- P u u s t j ä r v i , V i l j o , 1955. On the humic acids of peat soils. Acta Agriculturae Scandinavica V 2–3, 237–279.
- P u u s t j ä r v i , V i l j o , 1956. Teuravuoman epätasaiseen kasvuun johtavista tekijöistä. Suo 7, n:o 1.
- P ä i v ä n e n , J u h a n i , 1970. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuden kenttäkerrokseen. Summary: On the influence of broadcast fertilization on the field layer of the vegetation of open low-sedge bog. Suo 21, n:o 1.
- S ä r k k ä , M i r j a , 1970. Metsälannoituksen vaikutus vesistöissä. Summary: On the influence of forest fertilization on watercourses. Suo 21, n:o 3–4.

#### Lyhennykset – Abbreviations:

MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja –  
*Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*

## SUMMARY:

## WASHING AWAY OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM FROM AREAS DRAINED FOR FORESTRY AND TOPDRESSED AT DIFFERENT TIMES OF THE YEAR

The aim of the present study was to find out the influence of potash and phosphorus application at different times of the year and in different parts of the sectors between the ditches in drained peatland areas on the potassium and phosphorus contents of the ditch water and, on the other hand, the washing of fertilizer mixture containing potassium and phosphorus caused by various quantities of runoff water. Both of the parts of the study were carried out in the summer following fertilizer application. The results of the study are based on analysis of about 400 water samples and the daily runoff as measured from eight drainage basins.

PK fertilization was observed to increase the potassium and phosphorus contents of the ditch water. The potassium content was also higher in the case of narrow ditch spacings than for broader spacings. The rate of fertilizer application and the place of application in the strip between ditches showed no clear influen-

ce, whereas the time of application seemed to be of importance, particularly in the case of the potassium content of the ditch water. Application to the intact snow cover in the winter and to wet snow in the spring resulted in higher potassium contents than application to bare ground. With regard to phosphorus, this phenomenon was not as clear as for potassium.

The influence of the magnitude of the runoff on the potassium and phosphorus contents of the ditch water could be studied only in one of the study areas, and here, the original contents were also higher than elsewhere. Both for phosphorus and for potassium, a magnitude of the daily runoff was found at which the nutrient content of the ditch water reached a maximum value. By means of the functions obtained the total washing of the nutrients in question can be determined when the magnitude of the daily runoff is known.

---

## SOIDEN KÄYTÖN JA SUOJELUN NYKYTILANNE

Suoseuran ja Suomen Luonnonsuojelu-liiton soidensuojelutoimikunta toteaa seuraavassa julkilausumassaan soiden suojelemisessa saavutetun valtion maiden osalta jo varsin merkittäviä tuloksia. Maan eteläpuoliskon yksityismailla esiintyvien suotyyppien suojeleminen on sen sijaan tämän hetken luonnonsuojelun kiireisimpiä tehtäviä.

*The Commission for the Protection of Peatlands appointed by The Finnish Peatland Society and the Finnish League for Nature Conservation have established that, for the part of state-owned lands, quite important results have already been achieved in peatland conservation. Among the most urgent tasks remaining in the field of nature conservation, however, is the conservation of sites representative of various peatland site types on privately owned land.*

Välttämättömään puun tuoton lisäämiseen tähtäävä metsäojitustoiminta saatiin 1960-luvulla täyteen käyntiin. Metsäojitusalalla nousee kuluvan vuoden lopussa lähes 4 miljoonaa hehtaariin. Jäljellä on vielä n. 3 miljoonaa hehtaaria joko luontaisesti tai lannoittamalla metsänkasvatuskelpoisena pidettävää suota. Näihin lukuihin sisältyy n. 1 miljoonaa hehtaaria ojitusta vaativia soistuvia kangasmaita. Ojitustoiminnan päätyttyä arvioidaan maasamme olevan vajaa 3 miljoonaa ha luonnon-tilaisia soita, joista yli 2 miljoonaa ha Lapin läänissä. Nämä jäljellä olevat suot ovat lähinnä nevoja ja karuja rämeitä. Metsäojitustyö tulee nykyisellä vauhdilla päättymään uudisojitusten osalta 1980-luvun alkupuolella, paikoin Etelä-Suomessa kuitenkin jo aikaisemmin.