

LANNOITUKSESSA ANNETTujen RAVINTEIDEN HUHTOUTUMISESTA TURVEMAILTA¹⁾

Vesistöjen biologisesta likaantumisesta on lannoitteiden käytön runsaasti lisääntyttä ensin syytetty maataloutta, sittemmin metsälannoitusten tultua käytännön toimenpiteeksi on alettu epäillä myös metsäpuolta.

Biologinen likaantuminen, joka merkitsee levä- ja pieneliökasvillisuuden lisääntymisen kautta tapahtuvaa vesistön saastumista, on todella mahdollista lannoituksen seurauksena, jos annettuja ravinteita joutuu vesistöihin (vrt. Pessi 1967). Levä- ja pieneliökasvien kohdalla pätee minimitekijälaki, ts. nämä tarvitsevat tyypeä, fosforia ja kalialia, ja minimitekijänä oleva ravinne ratkaisee kasvun rehevyyden. Kun vesistöissä on runsaasti kalialia ja useinkin riittävästi tyypeä, muodostaa fosfori tämän minimitekijän, joten biologinen saastumiskysymys keskittyy lähinnä fosforin ympärille.

Soilla suoritettavat metsälannoitukset on nähty erityisesti vesistöjen likaantumista aiheuttavana tekijänä, koska tärkein lisättävä ravinne on fosfori ja ojaverkostoja pitkin on helppo kuvitella tämän joutuvan vesistöihin. Toisaalta lentokonelevitys on lisännyt ravinteiden suoraan ojaan joutumisen mahdollisuutta.

Ravinteiden käyttäytymisestä turvemailla tiedetään, että kaikkein helpoimmin sieltä huuhtoutuu kali ja kaikkein tehokkaimmin pidättyy fosfori, jota vielä erityisesti edistää maan humuspitoisuus (Puustjärvi 1955). Tutkimusten mukaan turvemaassa saattaa kokonaisfosforimäärästä olla jopa 95 % orgaanisesti sitoutuneena kasveille käyttökeltottomaan muotoon (Kaiala 1948). Tästä syystä maanviljelyskemian asiantuntijat pitävätkin lannoituksen jälkeen fosforin kohdalla ongelmana liian tiukkaa sitoutumista (mm. Heinonen 1967). Metsäisellä suolla lannoituksessa annetut ravinteiden sitoutuvat ensinnäkin pintakasvillisuuteen (mm. Päivänen 1970) ja mikrobistoon. Tä-

män lisäksi pidättyy vielä suuri osa kemiallisesti mm. humushappoihin sekä rauta- ja alumiiniyhdisteisiin (Puustjärvi 1956), jonka jälkeen vasta tulee puiden vuoro. Jos esimerkiksi fosforia jäisi tämänkin jälkeen sitoutumattomaksi, on olemassa vain pieni mahdollisuus, että se joutuisi vesien mukana ojaan sitoutumatta matkalla (vrt. Heinonen 1967). Ojissa se vielä sitoutuisi kasvillisuuteen sekä levä- ja pieneliökasveihin, ennenkuin se joutuisi vesistöihin.

Ravinteiden vähäisen huuhtoutumisvaaraan viittaavat jo lannoituksen vaikutusajan pituudesta saadut tulokset, jotka osoittavat, ettei ravinteita voi joutua ainakaan suuremmassa määrin alueelta pois. Sitä paitsi vanhoilla lannoituskokeilla on ravinteiden liikkumisen vähäisyys huomattavissa pintakasvillisuudesta, jossa erot lannoitetun ja lannoittamattoman alueen rajalla ovat kymmenien vuosien perästäkin veitsen terävät. Myöskään lannoitusruutujen ympärillä olevissa ojissa ei ole ollut havaittavissa kasvillisuuden rehevöitymistä, joka viittaisi ravinteiden ojaan joutumiseen. Varsinkin ravinteiden syvyysuuntainen kulkeutuminen on vähäistä, sillä esimerkiksi tuhkalannoituksen ravinteisuutta muuttava vaikutus on 15 vuoden kuluessa ulottunut vain 10 cm kerrokseen (Huikari 1953). Alaspäin huuhtoutumisen mahdollisuuden poistaa myös se tieto, että soiden pintakerros on luontaisestikin fosfori- ja kalirikkainta.

Jos edelleen tarkastelemme muutamia suometsien erikoispiirteitä, jotka vielä varmistaivat sitä, etteivät ravinteet helpolla kulkeudu lannoitusalueilta vesistöihin, voidaan todeta, että alueet, joilla toimitaan, ovat kasvipeitteisiä, luonnontilaisia ja muokkaamattomia sekä huuhtoutumista ajatellen kohtalaisen tehottomasti ojitettuja. Tämän lisäksi ravinteiden perusvajaus on suuri.

Eräänä epäsuorana todistelukeinona, joka osoittaa varsinkin fosforin tiukkaa sitoutuneisuutta, voidaan vielä mainita Wäreen (1961) havainneen tutkimuksissaan turvemaiden kaivojen vesistä, ettei esimerkiksi fosforia esiinny

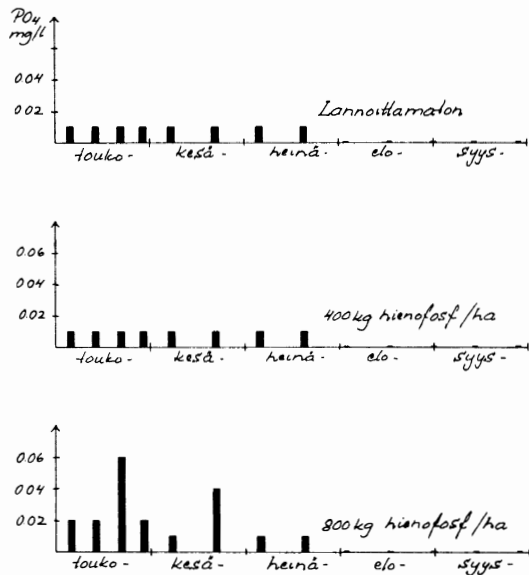
¹⁾Suoseurassa metsäviikolla 2.4.1970 pidetty esitelmä. *Speech delivered at the Finnish Peatland Society, April 2, 1970.*

lainkaan. Yleistikin soilta purkautuvissa vesissä oli huomattavasti vähemmän ravinteita kuin viljelyiltä kivennäismailta purkautuvissa vesissä. Tämä käy myös ilmi ylimetsänhoitaja Metsänheimon suorittamassa tutkimuksessa, jossa hän on selvittellyt eri suotyypeiltä ojituksen jälkeen tulevien vesien ravinnepitoisuuksia. Ravinteiden määrät olivat erittäin vähäisiä. Lis. Paarlahti on aineistosta laskeutunut ravinteiden huuhtoutumismääriä, käyttäen vuoden keskivaluntana 9,32 l/sekunti/km². Tällöin hehtaarilta vuodessa huuhtoutuneiksi määriksi saatiin 0,3 kg fosforia ja 1,2 kg kalia, jotka jäävät selvästi pienemmiksi kuin prof. Viron (1953) saamat jokien kuljettamia aine-määriä koskevat tulokset.

Menemättä vieläkään varsinaisiin metsäpuolen koetuloksiin, voidaan maatalouspuolen tutkimustuloksista todeta Saksassa Limburgenhofin koeasemalla suoritettujen 14-vuotisten kokeiden osoittavan (Buchner 1955), että täyslannoituksen saaneesta kivennäismaasta huuhtoutuu vuosittain hehtaarilta 8 kg typpeä, 5—8 kg kalialia ja 0 kg fosforia enemmän kuin lannoittamattomalta alueelta. Ts. lannoitteena annettua fosforia ei ole huuhtoutunut yhtään. Turvemaiden osalta Saksassa Bremenin suokoeasemalla on todettu samanlaisissa lysimetritutkimuksissa kuten edellä (Baden 1964), ettei fosforin lisääminen ole johtanut fosforin lisääntyneeseen huuhtoutumiseen sen enempää rahka- kuin mutasuoturvealustallakaan. Tutkimustuloksiin nojautuen on peltojen lannoituksen vesistöjä saastuttavan vaikutuksen vähäisyyden kuvaamiseksi esitetty vertailuja asutuksen vaikutukseen, ja on todettu, että yksi ihminen vastaa tässä mielessä 10—20 ha peltoa (mm. Oila 1968). Kun metsälannoitteiden määrä maamme kokonaislannoitemäärästä oli esimerkiksi vuonna 1968 vain 6,6 %, josta turvemaiden osuus lienee ollut 2/3, tuntuisi tältäkin pohjalta metsälannoitusten vesistöjä saastuttava vaikutus vähäiseltä.

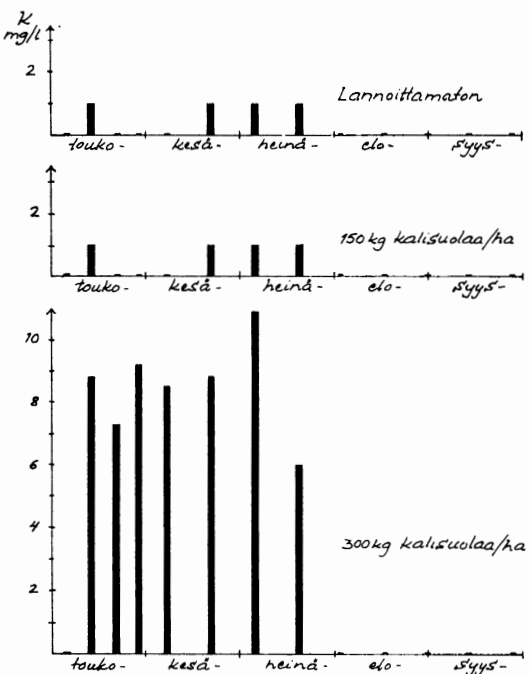
Kun edellä lienee kylliksi epäsuorasti ja kiertoteitse todisteltu lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisen vähäisyyttä turve-maalla, on syytä siirtää suometsien osalta suoritettuihin tutkimuksiin:

Haapaveden Piipsannevalla metsänhoitaja Itävuon suorittamien lannoitusten jälkeen on Oulun Yliopiston vesirakennustekniikan laitos suorittanut alueelta poistuvista vesistä ravinnepitoisuusanalyysyjä. Lannoitukset suoritettiin hajaleivityksenä huhti-toukokuun vaihteessa vuonna 1965 ja vesianalyysyjä tehtiin läpi kesän. Alueet, joista yksi oli lannoittamaton vertailu ja kaksi lannoitettua, olivat 2 ha:n suuruisia. Lan-



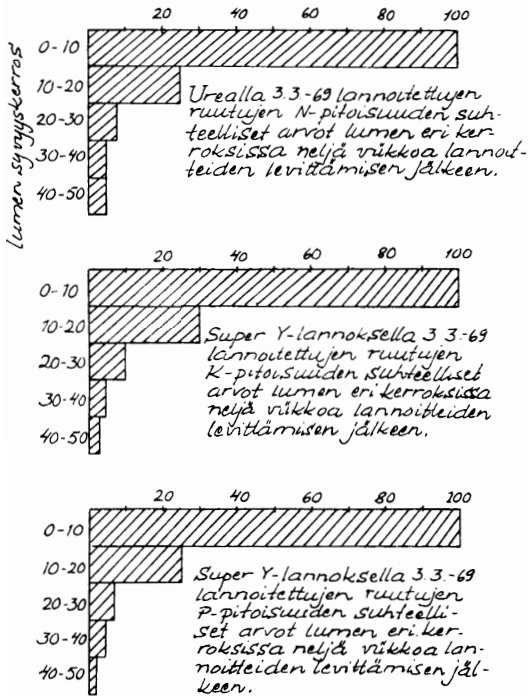
Kuva 1. Huhti-toukokuun vaihteessa v. 1965 suoritettun hajalannoituksenjälkeiset ojaveden fosforipitoisuudet Haapaveden Piipsannevalla (Linna 1966).

Fig. 1. The phosphorus contents of ditch water after fertilizer application in the end of April and beginning of May (Linna 1966).



Kuva 2. Huhti-toukokuun vaihteessa v. 1965 suoritettun hajalannoituksenjälkeiset ojaveden kalipitoisuudet Haapaveden Piipsannevalla (Linna 1966).

Fig. 2. The potassium contents of ditch water after fertilizer application in the end of April and beginning of May (Linna 1966).



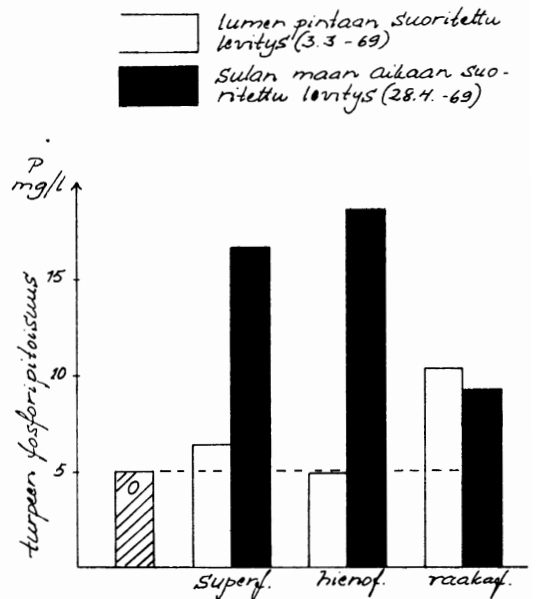
Kuva 3. Lannoitteiden lumellelevityskokeet Alkkiasa 1969 (Huikari—Paavilainen 1970). Tulokset vesiliukoisten lannoitteiden osalta. Lumen eri syvyyskerroksien (cm) sisältämät suhteelliset ravinnemäärät. Pintakerroksen arvoa kunkin ravinteiden kohdalla on merkitty 100:lla.

Fig. 3. Results from experiments on fertilizer application on top of the snow cover (Huikari—Paavilainen 1970). The results presented are for fertilizers soluble in water. Vertical distribution of the fertilizers in the snow layer. For each nutrient the quantity measured at the surface of the snow cover has been given the value 100.

noitetuista toinen oli saanut 400 kg hienofosfaattia ja 150 kg kalisuolaa/ha ja toinen alue 800 kg hienofosfaattia ja 300 kg kalisuolaa/ha. Lannoitteiden levityshetkellä maa oli roudassa ja lumilaikkuja esiintyi siellä täällä.

Tuloksista, jotka esitetään kuvassa 1, voidaan fosforin osalta todeta, ettei pienempi lannoitemäärä, joka sekkin on ylittänyt käytännön sosituksen, lisännyt lainkaan ojavesien fosforipitoisuuksia. Kaksinkertainen annos 800 kg hienofosfaattia on hieman vaikuttanut, mutta määrät ovat jääneet vähäisiksi. Puhtaaksi fosforiksi muutettuna vastaa kesän aikana esiintynyt keskimääräinen lisäys vain 0,002 mg/l.

Samalta alueelta saaduista tuloksista havaitaan kuvasta 2, ettei pienempi kalisuolamääräkään vaikuttanut ojavesiin. Sitä vastoin kaksinkertaisesta määrästä on kalialueella joutunut ojiin lisäyksen ollessa keskimäärin 4,3 mg/l. Tämä on fosforin määrään verrattuna 200 kertainen.



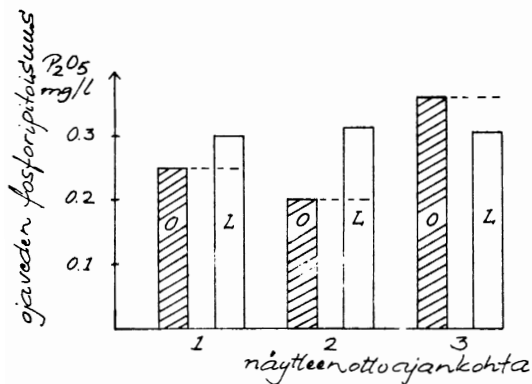
Kuva 4. Fosforin kokonaismäärä turpeessa 1—10 cm:n kerroksessa eri fosforilannoitelajeja lumen ja sulan maan aikaan käytettäessä (Paavilainen 1969).

Fig. 4. The quantity of total phosphorus in the top-most 10-cm layer of peat after application of various phosphorus fertilizers both on top of the snow cover and to bare soil (Paavilainen 1969).

Piipsannevan kokeisiin kuului myös laikkulannoitettu alue, jolta tulevasta vesistä ei fosforia eikä kalialueita ollut havaittavissa.

Edellä esitetyt tulokset voidaan yleistää tilanteeseen, jolloin lannoite levitetään sulan maan aikaan. Suoritettaessa levitys lumelle näyttäisi tällä olevan selvä heppoliukoisten lannoitteiden huuhtoutumista lisäävä vaikutus. Parkanon tutkimusasemalla suoritimme keuhkotalvella 1969 tohtori Paavilaisen kanssa lumelle levityksiä kuudella eri lannoitteella sekä näiden vertailuja sulan maan aikaan suoritettuihin levityksiin (Paavilainen 1969).

Ensinnäkin voimme tarkastella ravinteiden kulkeutumista lumessa. Kulkeutumista todettiin kaikkien ravinteiden kohdalla, mutta se oli erittäin vähäistä. Kuvassa 3 esitetään tilanne neljä viikkoa levityksen jälkeen typen, fosforin ja kalin osalta. Kuten havaitaan, pääosa ravinteista on ollut tällöinkin aivan lumen pinnassa, joten ravinteet eivät ehdi vajota maahan asti ennen lumen sulamista. Tästä seikasta näyttäisi olevan seurauksena myös vesiliukoisen fosforin, jopa hienorakeisen hienofosfaatin huuhtoutumista, kuten käy ilmi kuvasta 4, jossa esitetään sittemmin kesällä suoritettujen turveanalyyysien antamat tulokset. Voidaan todeta, ettei turpeesta ole löytynyt lumelle suoritettujen levitysten koh-



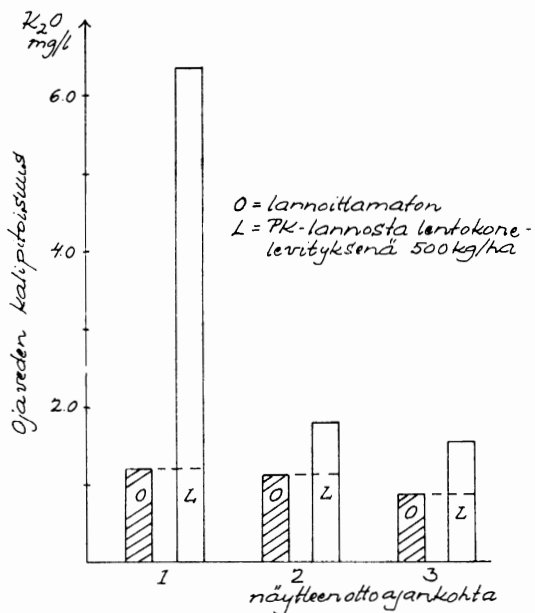
Kuva 5. Nummisen ja Paarlahaan v. 1965 lentokoneella suorittaman PK-lannoksen lumellelevityskokeen ojavesien analyysitulokset fosforin osalta eri ajankohtina lannoituksen jälkeen (Alueiden A ja B keskiarvoina). 0 = lannoittamaton ja L = PK-lannosta lentokonelevityksenä 500 kg/ha.

Fig. 5. The phosphorus contents of ditch water at various times after application of PK fertilizer on top or the snow cover (the figures are means for areas A and B). 0 = unfertilized, L = fertilized, 500 kg of PK per hectare.

dalta niitä määriä fosforia kuin suoraan sulalle maalle suoritettujen levityksien yhteydessä.

Edellä olevaan perustuen on lumelle levityksen seurauksena odotettavissa rusasta huuhtoutumista ja kun lisäksi työ suoritetaan lentokoneella, on ravinteiden ojaan joutumisen vaara kaikkein suurin. Näin menetellen onkin toimeenpantu metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ja Kolarin tutkimusosaston yhteistutkimus, jonka on suunnitellut lis. Paarlahahti ja toteuttanut lis. Numminen. Kahdelle ojitetulle alueelle levitettiin keväällä 1965 suometsien PK-lannosta 500 kg/ha aikana, jolloin oli vielä hieman vanhaa lunta ja 10 cm juuri satunutta uutta lunta. Tämän lisäksi molemmilla alueilla esiintyi tulvavettä. Ravinteet analysoitiin näytevesistä, jotka kerättiin ojista siten, että molemmin puolin näytteidenotto-ojaa oli joko lannoitettuja tai lannoittamattomia sarkoja. Näytteet otettiin kolmena eri ajankohtana levityksen jälkeen. Tuloksissa oli satunnaista hajontaa, josta syystä kullakin alueella kuudesta toistosta on suurin ja pienin arvo poistettu ennen keskiarvon laskemista.

Molemmilta alueilta saatiin hyvin samansuuntaiset tulokset, jotka osoittavat, ettei suometsien PK-lannoksessa olevasta raakafosfaatista tässäkin kaikissa suhteissa epäedullisimmin suoritettussa levityksessä ole fosforia huuhtoutunut. Kuvasta 5 voidaan todeta, että lannoituksesta aiheutunut fosforin lisäys on ollut keskimäärin vain 0,04 mg P₂O₅/l. Kalia, joka suometsien PK-



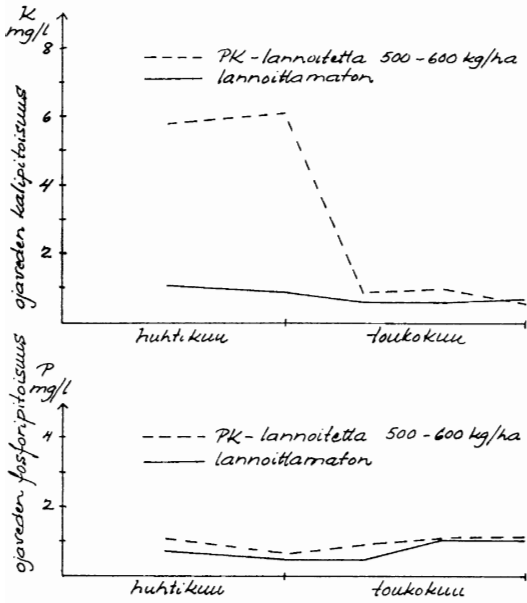
Kuva 6. Nummisen ja Paarlahaan v. 1965 lentokoneella suorittaman PK-lannoksen lumellelevityskokeen ojavesien analyysitulokset kalin osalta eri ajankohtina lannoituksen jälkeen (Alueiden A ja B keskiarvoina).

Fig. 6. The potassium contents of ditch water at various times after application of PK fertilizer on top of the snow cover.

lannoksessa on kalisuolana ts. vesiliukoisessa muodossa, sitä vastoin näyttäisi joutuneen ojavesiin, kuten kuvasta 6 havaitaan. Kalimäärän lisäys on ollut keskimäärin hieman yli 2 mg K₂O/l, ja on jälleen ollut yli 50-kertainen fosforiin verrattuna.

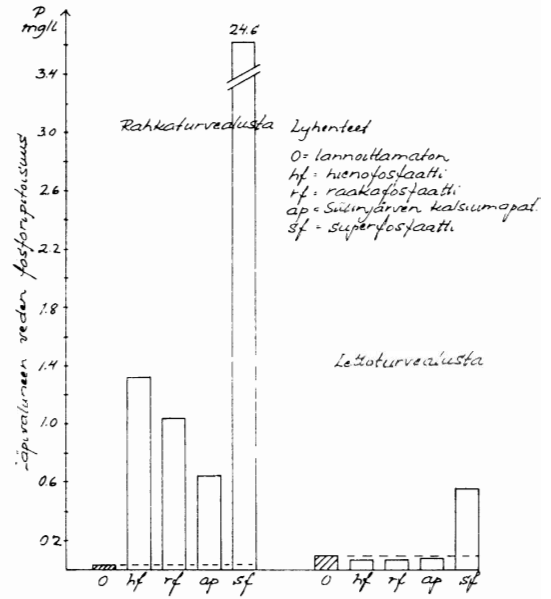
Oulu Oy:n mailla suoritettiin vuosina 1965—1966 eri ajankohtina suometsien PK-lannoksen hajalevityksiä, joiden jälkeen on alueilta kerätty lis. Salosen ohjeiden mukaisesti metsänhoitaja Purasen toimesta keväällä vuonna 1966 eri ajankohtina vesinäytteet. Näille vertailuksi kerättiin samanlaiselta lannoittamattomalta piensararämeeltä vastaavat näytteet. Tuloksista voidaan todeta, ettei PK-lannoksesta millään alueella ole joutunut fosforia ojavesiin. Sitä vastoin kalia on jälleen hieman ilmennyt. Tämä joko ilmi myös esimerkkinä olevasta kuvasta 7, joka perustuu maaliskuussa 1966 lannoitetun alueen antamiin tuloksiin. Kalia jälleen on ollut huomattavasti runsaammin kuin fosforia. Kalinkin tulo on vähentynyt heti tulvakauden loputtua.

Metsähallinnon Kolarin hoitoalueessa keväthalvella 1965 toteutetuilta lannoitusalueilta on kerätty samana keväänä vesinäytteet, myöskin lis. Salosen ohjeiden mukaan. Tuloksista havaittiin, ettei hienofosfaattilannoituksestaan



Kuva 7. Maaliskuussa '66 suoritetuista PK-lannoitusten hajalannoituksista piensararämeeltä valuneiden oja-vesien kali- ja fosforipitoisuudet eri näytteiden ottoajankohtina (Oulu Oy:n mailta Purasen keräämä aineisto, Salonen 1970).

Fig. 7. Potassium and phosphorus contents of ditch water at various times after application of PK fertilizer which was done in March 1966 in a low-sedge pine swamp (Salonen 1970).



Kuva 8. Eri turvelajien vaikutusta fosforilannoitteen liukenevuuteen selvittävän astiakokeen tuloksia rahka- ja lettoturpeen osalta. Arvot lannoitettujen turpeiden läpi valuneiden vesien fosforipitoisuuksia mg/l (Karsisto 1968).

Fig. 8. Results from an experiment on the influence of the peat type on the solubility of phosphorus fertilizers. The results are for Sphagnum and for fen peat, and the figures are phosphorus contents of the water that has moved through the peat in question (Karsisto 1968).

ole joutunut fosforia lumensulamisesien mukana ojiin. Mainittakoon, että tässä aineistossa oli mukana myös Y-lannoituksia, joista voitiin todeta typen käyttäytyvän kalvia vastaavalla tavalla.

Edellä todettiin jo vesiliukoisten lannoitteiden lumelle levityksen aiheuttavan ravinteiden hukkaan joutumista. Eräänä vaarana fosforilannoituksen osalta on esitetty myös superfosfaattipohjaisten lannoitteiden käyttämistä rahkasoilla. Prof. Salonen (1968) on apatiitilla suorittamiensa purkkikokeiden pohjalta todennut, että »kun pelkälle rahkaturpeelle fosfori on annettu veteen liukenevana superfosfaattina, on maan läpi valuneen veden fosforipitoisuus ollut paljon korkeampi kuin annettaessa vaikealiukoista apatiittia». Hän toteaa edelleen, että »tämä seikka on hyvä tietää lannoitettaessa suuria rahkasuoalueita ja pyrittäessä välttämään fosforin joutumista vesistöihin».

Allekirjoittaneen suorittamista eri turvelajien vaikutusta fosforilannoitteiden liukenevuuteen selvittämissä astiakokeissa kävi sama selvästi ilmi. Kuten kuvasta 8 havaitaan, oli superfosfaattilla lannoitetusta rahkaturpeesta läpituullut fos-

forimäärä yli kaksikymmentäkertainen esimerkiksi hieno- ja raakafosfaattiin verrattuna. Ero turvelajien välillä oli myös erittäin selvä. Kuitenkin on todettava, että astiakokeissa ovat turpeet olleet irti ympäristöstään ja jäsien liikkuvuus on ollut vapaata. Kuten prof. Huikari (1959) on tutkimuksissaan todennut, vesien liikkuvuus syvemmällä turpeessa on erittäin vähäistä ja esimerkiksi 30—40 cm:n syvyydessä vain pari—kolme prosenttia pinnassa tapahtuvasta. Täten fosforin vesistöihin joutumisvaaraa tuskin on muuten kuin teoriassa, jollei levitystä toteuteta lumen aikana. Kuitenkin voidaan rahkaisia soita lannoitettaessa suorittaa täyslannoitus käyttämällä suometsien PK-lannosta ja tyypeä, jolloin tuskin jää edes teoreettista mahdollisuutta fosforin huuhtoutumiselle.

Yhteenvetona edellä esitetyistä tutkimustuloksista voidaan todeta, ettei soiden lannoituksessa käytettävästä suometsien PK-lannoksesta huuhtoudu ojiin vesistöjen saastumisen kannalta pelättyä ravinnetta, fosforia, edes edelläkuvatuunlaisissa kaikkein epäedullisimmassakaan olosuhteissa. Konkreettisen käsityksen saami-

seksi voimme tämän Kolarin kokeen kohdalla kuvitella, että koko kevättulvan ajan, joka vastaa puolta vuoden valunnasta, olisi tullut keskiarvon verran ylimääräistä fosforia. Tällöin käytäen aikaisemmin esitettyä keskivalunnan arvoa, saadaan huuhtoutumisen aiheuttamaksi lannoituksessa annettun fosforimäärän kokonaismenetykseksi lannoitusvuonna 60 g P₂O₅/ha. Vastavaksi lannoitekalin huuhtoutumismääräksi tulisi vajaa 4 kg/ha K₂O:ta, joten tällä ei näyttäisi näiden tulosten mukaan olevan merkitystä annettun 75 kg:n rinnalla.

Ruotsalaisten tutkimusten mukaan asutuksen fosforista tulee puhdistuksista huolimatta noin puolet vesistöihin. Yhdessä pesupulvereiden kanssa, jotka sisältävät runsaasti fosforipitoisia

yhdisteitä, on saatu yhden ihmisen vesistöä saastuttavaksi vaikutukseksi 1 kg fosforia/vuosi. Kun verrataan edellä saatua arvoa (25 g P/ha) yhden ihmisen tuottamaan vesistön fosforimäärän lisäykseen, voidaan todeta, että yksi ihminen vastaa vesistön saastuttajana 40 ha juuri lannoitettua suometsää. Täten vuotuinen turvemaiden lannoitusala, noin 100 000 ha, vastaa vaikutukseltaan 2 500 asukasta. Koska kuitenkin fosforin tulo loppuu jo samana keväänä eikä soilla lannoitusta uusista ainakaan 10 vuoteen, voidaan katsoa yhden ihmisen vastaavan 400 ha, jolloin saadaan rinnastus: kerrostalo, jossa on 250 asukasta, saastuttaa vesistöjä yhtä paljon kuin koko maamme suometsien lannoitustoi-
minta.

KIRJALLISUUTTA

- Baden, Werner, 1964. Sorption und Wanderung von Ca, P, K und N in Moorböden. Publication no 65 of the I. A. S. H. Land Erosion, Precipitations, Hydrometry, Soil Moisture, pp. 80—92.
- Buchner, A, 1965. Leistung und Wirkung der Düngemittel in der Landwirtschaft. Euroopan vesiensuojeluyhdistyksen Heidelbergissä järjestämän kongressin yhteydessä pidetty esitelmä.
- Heikurainen, Leo, 1970. Metsäojituksen vaikutus pohjavesiin ja vesistöihin. Niin metsä vastaa... metsät ja luonnonsuojelu. Julkaisija Metsäylioppilaat r.y.
- Heinonen, Reijo, 1967. Lannoitus ja vesistöjen saastuminen. Leipä leveämmäksi, n:o 4; 27—28.
- Holmen, Hilmar, 1969. Forest Ecological Studies on Drained Peat Land in the Province of Uppland, Eweden. Studia forestalia suecica n:o 16.
- Huikari, Olavi, 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. Summary: Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microber of some swamps. MTJ 42.2.
- Huikari, Olavi, 1959. Kenttämittaustuloksia turpeiden vedenläpäisevyydestä. Referat: Feldmessungsergebnisse für die Wasserdurchlässigkeit von Torfen. MTJ 51.5.
- Kaila, Armi, 1948. Viljelysmaan orgaanisesta fosforista. Valt. Maatalousk. julk. 129, 188.
- Kaila, Armi, 1956. Phosphorus in virgin peat soils. J. Sci. Agr. Soc. Finland 28; 142—167.
- Karsisto, Kalevi, 1968. Eri fosforilannoitelajien soveltuvuus suometsien lannoitukseen. Summary: Using various phosphatic fertilizers in peatland forests. Suo n:o 6.
- Linna, Raimo, 1966. Piipsannevan suohydrologisen koekentän perustaminen ja alustavat havainnot. Oulun yliopiston rakennusinsinööri-osaston diplomityö.
- Oila, Ensio, 1968. Lannoitteiden huuhtoutumisen vesiin. Pellervo; s. 1018—1019.
- Paavilainen, Eero, 1969. Tutkimuksia levitysjankohdan 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, Helsinki.
- Pessi, Yrjö, 1967. Vesien likaantumistavat ja likaantumista aiheuttavat tekijät. Leipä leveämmäksi n:o 1; 17—19.
- Puustjärvi, Viljo, 1955. On the humic acids of peat soils. Acta Agriculturae Scandinavica V 2—3, 237—279.
- Puustijärvi, Viljo, 1956. Teuravuoman epätasaiseen kasvuun johtavista tekijöistä. Suo n:o 1.
- Päivänen, Juhani, 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 n:o 1.
- Salonen, Kalervo, 1970. Lannoituksen metsäekologisista vaikutuksista. Niin metsä vastaa... metsät ja luonnonsuojelu. Julkaisija Metsäylioppilaat r.y.
- Salonen, Martti, 1968. Apatite as a Phosphorus Fertilizer. Journal of the Scientific agricultural society of Finland. 4/1968.
- Viro, P. J. 1953. Loss of Nutrients and the Natural Nutrient Balance of the Soil in Finland. MTJ 42.1.
- Wäre, Matti, 1961. Turvemaan kaivoista ja suovesistä. Summary: On peat soil wells and swamp waters. Suo n:o 6.

Lisäksi käytettävissä on ollut omien tutkimusten lisäksi julkaisematonta materiaalia U. Metsänheimon, E. Nummisen, K. Paarlahden ja K. Salosen suorittamista tutkimuksista, josta mainituille henkilöille kiitokset.

SUMMARY:

ON THE WASHING OF FERTILIZERS FROM PEATY SOILS

Biologic pollution, which means pollution of watercourses through an increase in the microbe flora, is possible as a consequence of fertilization when the fertilizers applied are able to reach the watercourses in question. As the water of various watercourses are normally rich in potassium and contain sufficient quantities of nitrogen, phosphorus is the element forming the limiting factor from the viewpoint of the microbial flora, and thus, phosphorus is also the factor of the greatest importance for biologic pollution of watercourses.

Forest fertilization carried out on peatlands has been considered a factor of particular importance when pollution of watercourses is in question because phosphorus is the most important element applied and it is readily thought to reach the watercourses. Concerning the behavior of nutrients in peat, however, we know that potassium is easily washed, whereas phosphorus is efficiently bound, and especially when the soil is rich in humus substances. The problem, according to specialists in the field of agricultural chemistry, is actually that phosphorus after fertilization is bound too tightly to the soil.

We have abundant information based on experience according to which nutrients move to quite a small extent only in peat. On the basis of this information we may conclude that phosphorus is not easily transported from peatlands into the watercourses. There are also studies that have been carried out in this matter, especially in order to find out what happens when fertilizer is spread on top of the snow layer. The results of nutrient analyses performed indicate that no increase takes place in the contents of phosphorus and potassium of the water in ditches in areas where rock phosphate and potassium salt have been applied to soil free from snow when the quantities of fertilizer used have not exceeded the recommendations for practical fertilization. This is also true for spot fertilization.

Application of fertilizers on top of the snow cover seems to increase washing. The experiments carried out showed that even a month

after application the bulk of the nutrients applied remained at the very surface of the snow cover, and consequently, they do not reach the soil surface before the snow melts. Thus, there is reason to expect that much of the nutrients will be washed away after application of fertilizer on top of the snow cover.

Fertilizers were also applied under the most unfavorable conditions possible at the time of snowmelt when flood water also was present. According to the results from these experiments, no washing took place from the rock phosphate included in the PK fertilizer used. In the rock phosphate in question, phosphorus occurs in a form insoluble in water. On the other hand, potassium, which in this fertilizer is in the form of potash salt, thus being soluble in water, seemed to be washed into the water appearing in the ditches.

In order to get an idea of the smallness of the quantities which are in question, let us imagine that during the whole time of the spring flood, which is responsible for one half of the annual runoff, a quantity of excess phosphorus corresponding to the mean would have been washed into the ditches. The total quantity of phosphorus washed in the year of fertilization would then be 25 g of P per hectare, and the corresponding quantity of potassium, 4 kg of K_2O per hectare.

According to studies carried out, despite cleaning about one half of the phosphorus coming from inhabited areas reaches the watercourses; this means about 1 kg of phosphorus per person annually. This, in turn, means that the pollution caused by the fertilization activity in total — about 100 000 ha annually — corresponds to that caused by 2 500 inhabitants. As, however, excess phosphorus reaches the watercourses only during one year after fertilization and this will not be repeated for at least ten years, we reach the following conclusion: a building with 250 dwellers pollutes watercourses to the same extent as the fertilization activity in our peatland forests in its entirety.