

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 13**



KALEVI KARSISTO

**OJITUKSEN JA METSÄNLANNOITUKSEN
VAIKUTUS VESIEN SAASTUMISEEN**

**GRÖFTINGENS OG SKOGSGJÖDSLINGENS INNVIRKNING
PÅ FORURENSNINGEN AV OVERFLATEVANN**

MUHOS 1974

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 13

Kalevi Karsisto

OJITUKSEN JA METSÄNLANNOITUKSEN VAIKUTUS
VESIEN SAASTUMISEEN

Grøftingens og skogsgjødslingens innvirkning
på forurensningen av overflatevann

Muhos 1974

ALKUSANAT

Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutuksesta vesien saastumiseen on suoritettu maassamme lukuisia selvityksiä, mutta varsinaisia tutkimustuloksia on julkaistu vähän. NJF:n järjestämässä seminaarissa, joka pidettiin 30.9. - 1.10.1974 Hamarissa, allekirjoittanut esitti yhteenvetona Suomessa julkaistut tulokset. Mukaan on otettu myös suontutkimusosaston toimesta kerätyistä materiaaleista uusimpia julkaisemattomia havaintoja humuksen huuhtoutumisesta ojituksen jälkeen. Lisäksi käytettävissä on ollut tri K. Salosen, lis. E. Nummisen ja lis. K. Paarlahden toimesta kerättyjä vanhempia julkaisemattomia materiaaleja, josta parhaimmat kiitokset mainituille henkilöille. Esitelmä pidettiin norjaksi. Julkaisun käyttökelpoisuuden monipuolistamiseksi on tämä käänös liitetty mukaan. Käännöstyön on suorittanut forstkandidat Hans G. Gustavsen. Hänelle samalla sydämellinen kiitokseni.

FORORD

Det er i vårt land utført tallrike utredninger om grøftingens og skoggjødslingens innvirkning på forurensingen av overflatevannet, men egentelige forskningsresultater er lite publisert. Under seminaret arrangert av NJF, som ble holdt på Hamar, presenterte undertegnede for Finnlands del publiserte resultater. Det ble også tatt med upubliserte nyere observasjonsresultater om humusens utvaskning etter utført grøfting fra materiale innsamlet ved Avd. for torvmarksforskning, Skogforskningsinstituttet. I tillegg ble anvendt dr. K. Salonens, lis. E. Numminens og lis. K. Paarlahtis tidligere innsamlede materialer som ikke er publisert. En spesiell takk til de nevnte personer. Foredraget ble holdt på norsk. Denne oversetningen er tatt med for å gjøre publikasjonen anvendelse mere mangesidig. Oversetningen er utført av forstkandidat Hans G. Gustavsen. Min hjertelige takk til ham.

Muhos 16.12.1974

Kalevi Karsisto

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. JOHDANTO	1
2. TULOKSIA SUORITETUISTA TUTKIMUKSISTA	2
21. Aikaisempia käsityksiä ja havaintoja	2
22. Pelkän ojituksen vaikutuksesta vesien laatuun	2
23. Lannoitteiden levittäminen lumelle	3
231. Ravinteiden uppoaminen lumessa	3
232. Huuhtoutuneet määrät	4
24. Huuhtoutumisesta suoritetuista astiakokeista	5
25. Suurten valuma-alueiden tuloksista	6
26. Hydrologisten koekenttien tulokset	7
261. Muhoksen koekentät	7
262. Piipsannevan hydrologiset kentät	9
3. YHTEENVETO	10
LIITEKUVAT	12
NORJANKIELINEN TEKSTI	21
KIRJALLISUUTTA	33

1. JOHDANTO

Metsänlannoituksen laajuuden suhteen Suomi on tällä hetkellä johtava maa maailmassa. Nykyinen vuotuinen lannoituspinta-ala on noin 230 000 ha, josta yksityismetsien lannoitusala oli viime vuonna 146 000 ha. Turvemaiden osuus on ollut noin puolet. Esimerkiksi Ruotsissa viime vuoden lannoitusala oli 120 000 ha, mikä kaikki tapahtui kivennäismailla. Mainittakoon, että yksityismetsissä Norjassa turvemaidella lannoitusala vuonna 1973 oli vain 200 ha. Suomen erikoisasema johtuu suoritetuista metsänparannustoiminnan rahoitusjärjestelyistä. Kansantaloudellisesti kannattavaksi todettu puun tuoton lisääminen on mahdollistettu edullisten rahoitusehtojen avulla myös yksityismetsissä.

Kun metsänlannoitus laajeni 1960-luvun alkupuolella käytännön toiminnaksi, heräsi kiinnostus myös ravinteiden joutumiseen vesistöön. Syynä oli lähinnä kuitenkin eri levitysmenetelmien, eri lannoitelajien ja eri levitysjankohtien vertaaminen eikä niinkään huolestuneisuus vesistöjen tilasta. Tutkimuksia suoritettiin metsänlannoittajan näkökulmasta peläten kasvutappioita ja ravinteiden hukkaan joutumista. Edelleenkin metsäntutkimuslaitoksen suorittaman tutkimustoiminnan pääpaino on ravinteiden hyväksikäytön ja puiden kasvussa saatavan reaktion puolella. Vesihallitus valvoo erityisesti eri toimenpiteiden vaikutusta vesistöihin.

Kun vesistöissämme on runsaasti kalia ja useinkin riittävästi typpeä, muodostaa fosfori levä- ja pieneliökasvien lisääntymisen minimitekijän, joten biologinen saastumiskysymys keskittyy lähinnä fosforin ympärille. Soilla suoritettavat metsänlannoitukset on nähty erityisesti vesistöjen likaantumisesta aiheuttavana tekijänä, koska tärkein lisättävä ravinne on fosfori ja ojaverkostoja pitkin on helppo kuvitella tämän joutuvan vesistöihin. Kangasmetsissä suoritettavissa lannoituksissa toistaiseksi käytetään pelkkiä typpilannoituksia,

joiden osalta maassamme ei ole suoritettu huuhtoutumistutkimuksia. Tästä syystä seuraavassa keskitytään lähinnä suometsien lannoituksen jälkeisiin ravinteiden huuhtoutumisiin.

2. TULOKSIA SUORITETUISTA TUTKIMUKSISTA

21. Aikaisempia käsityksiä ja havaintoja

Puiden kasvureaktion pituuden perusteella vanhoilla lannoituskokeilla on voitu päätellä, ettei ravinteiden huuhtoutuminen voi turvemailta yleisesti ottaen olla niin runsasta, että sillä olisi merkitystä kasvutappioiden aiheuttajana. Ravinteiden vähäinen liikkuvuus on voitu todeta pintakasvillisuuden eroista ruutujen rajoilla. Varsinkin ravinteiden syvyysuuntainen kulkeutuminen on vähäistä, sillä esimerkiksi runsaan tuhkalannoituksen ravinteisuutta muuttava vaikutus on 15 vuoden kuluessa ulottunut vain 10 cm kerrokseen (Huikari 1953). Yleisesti voidaan vielä todeta metsänlannoitusalojen olevan kasvipeitteisiä, luonnontilaisia ja muokkaamattomia. Lisäksi ravinteiden perusvajaus on suuri. Kaikki nämä yhdessä vaikuttavat lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumista vähentävästi.

22. Pelkän ojituksen vaikutuksesta vesien laatuun

Pelkällä metsäojituksella on merkitystä ravinteiden lisääjänä. Ylimetsänhoitaja Metsänheimo selvitteli 1960-luvun alussa eri ravinteisuustasoa olevilta ojitusalueilta tulevien vesien ravinnepitoisuuksia. Eri suotyyppien välillä todettiin suuria eroja, samoin tuloksiin vaikutti ojituksen ikä. Koko tämän aineiston keskiarvoina voidaan todeta luonnollaisen fosforin huuhtoutumisen olleen vuodessa 0,3 kg/ha ja kalin määrän 1,2 kg/ha. Luvut kuvastavat lannoittamatonta lähtökohtaa ojituksen jälkeen ja myös sitä, että metsäisiltä

alueilta tapahtuva ravinteiden huuhtoutuminen on vähäistä verrattuna muihin vesistöjä kuormittaviin tekijöihin.

Metsäojituksen tärkein vaikutus lienee kuitenkin vesien humuspitoisuuden nousu. Kuvassa 1 esitetään eri-ikäisten ojitusten osalta vesien humuspitoisuudet eräältä metsähallituksen koealueelta, jossa vierekkäisten ojitusten ikä on vaihdellut vajaasta vuodesta aina yli 40 vuoteen. Huomataan, että heti ojituksen jälkeen on humuksen määrä noussut kaksinkertaiseksi verrattuna vanhaan ojitukseen. Vertailuna on esitetty läheisen ojittamattomalla alueella virranneen luonnontilaisen puron humuspitoisuus.

Piipsannevan koekentän perusteella voidaan tarkastella ojituksen tehokkuuden vaikutusta humusaineksen huuhtoutumiseen. Kuvassa 2 esitetään vuorokautinen humuksen huuhtoutuminen/ha eri sarkaleveyksiltä. Humusaines on vesistöissä hitaasti hajaava, joten jokivesistöjen kohdalla sillä ei ole rehevöittävästä vaikutuksesta. Järvivesissä ja yhdessä lisääntyneiden ravinnepitoisuuksien kanssa sillä saattaa olla huomattavakin haitallinen merkitys. Humuksen lisääntyminen metsäojituksen seurauksena lienee haitallisempaa kuin itse metsänlannoituksen ravinteita lisäävä vaikutus.

23. Lannoitteiden levittäminen lumelle

231. Ravinteiden uppoaminen lumessa

Ryhdyttäessä selvittämään ravinteiden huuhtoutumista lumelle levityksen jälkeen hyvän lähtökohdan muodostaa tieto siitä, kuinka nopeasti ja kuinka syväälle lannoitteet kulkeutuvat lumessa. Allekirjoittanut suoritti yhdessä tri Paavilaisen kanssa kevättalvella 1969 lumelle levityksiä kuudella eri lannoitteella sekä näiden vertailuja sulan maan aikaan suoritettuihin levityksiin (Paavilainen 1969).

Ravinteiden uppoaminen todettiin kaikkien ravinteiden kohdalla vähäiseksi. Kuvassa 3 esitetään tilanne neljä viikkoa levityksen jälkeen typen, fosforin ja kalin osalta. Kuten havaitaan, pääosa ravinteista on ollut aivan lumen pinnassa. Ravinteet eivät ehdi vajota maahan asti ennen lumen sulamista. Tästä näytti olevan seurauksena jopa veden liukenemattoman pienirakeisen hienofosfaatin huuhtoutumista. Tämä käy ilmi kuvasta 4, jossa esitetään myöhemmin kesällä suoritettujen turveanalyysien antamat tulokset.

232. Huuhtoutuneet määrät

Ravinteiden hitaan uppoamisen perusteella on lumelle levityksen jälkeen odotettavissa huuhtoutumista. Jos työ suoritetaan lentokoneella, on ravinteiden ojaan joutumisen vaara kaikkein suurin. Tarkoituksellisesti näin menetellen toimeenpani metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto (lis. Paarlahti & lis. Numminen) tutkimuksen, jossa kahdelle ojitetulle alueelle keväällä 1965 levitettiin lentokoneella suometsien PK-lannosta 500 kg/ha.

Molemmilta alueilta saatiin hyvin samansuuntaiset tulokset, jotka osoittivat, ettei suometsien PK-lannoksessa olevasta karkeasta raakafosfaatista ole fosfori juuri huuhtoutunut. Kuvasta 5 voidaan todeta, että lannoituksen aiheuttama fosforin lisäys on ollut keskimäärin 0,04 mg P_2O_5 /l. Määrä vastaa vuodessa hehtaarilta noin 50 g:n huuhtoutumista fosforina. Kali on vesiliukoista, mikä onkin johtanut selvään lisäykseen ojavesien kalipitoisuudessa. Kuten kuvasta 6 havaitaan, kalin lisäys on keskimäärin ollut yli 2 mg K_2O /l. Hehtaaria kohden tämä vastaa keskimäärää 5 - 6 kiloa kalia/v.

Vastaavanlaiset tulokset suometsien PK-lannoksen lumelle levityksestä saatiin Oulu Oy:n mailla vuosina 1965 - 66 eri aikoina suoritetuista lannoituksista. Tri K. Salosen ohjeiden mukaan kerättyjen näytteiden tulokset esitetään kuvassa 7

maaliskuussa 1966 suoritettujen levitysten osalta. Kalia on huuhtoutunut keväällä runsaasti, fosforia jälleen erittäin vähän. Todettakoon jälleen, että fosfori on ollut karkearakeista, veteen liukenematonta raakafosfaattia. - Metsähallinnon Kolarin hoitoalueessa kevättalvella 1965 toteutetuista lannoituksista on samoin tri Salosen ohjeiden mukaan kerätty vesinäytteet. Mainittakoon, että tässä aineistossa mukana oli myös Y-lannoksia. Tuloksista voitiin todeta, että riippumatta siitä, mikä ravinne on kysymyksessä, lumelle levityksen seurauksena vesiliukoisten lannoitteiden kohdalla tapahtuu huomattavaa huuhtoutumista. Huuhtoutuneilla määrillä on merkitystä jopa metsänlannoittajan saaman puiden kasvureaktion kannalta (Paavilainen 1969).

24. Huuhtoutumisesta suoritetuista astiakokeista

Prof. Salonen (1968) on suorittamiensa astiakokeiden yhteydessä todennut pelkälle rahkaturpeelle annetun superfosfaattilannoituksen aiheuttaneen läpivaluneisiin vesiin korkean fosforipitoisuuden verrattuna muihin fosforilannoitteisiin. Tuloksen perusteella hän on varoittanut vesistöjensuojelumielessä suurten rahkasuoalueiden lannoittamisesta superfosfaattipohjaisilla lannoitteilla.

Allekirjoittaneen suorittamissa eri turvelajeilla tapahtuneissa fosforilannoitteiden liukenevuutta vertaileissa kokeissa kävi sama selvästi ilmi. Kuvassa 8 esitetään muutamien fosforilannoitteiden osalta koeastioiden läpi valuneiden vesien fosforipitoisuudet kahdella eri turvealustalla. Superfosfaatilla lannoitetusta rahkaturpeesta läpitulut fosforimäärä on ollut yli kaksikymmentäertainen hieno- ja raakafosfaattiin verrattuna. Kuitenkin on todettava, että astiakokeissa turpeet ovat olleet irti ympäristöstään ja vesien liikkuvuus on ollut vapaampaa. Rahkaisia soita lannoitettaessa voitaisiin ravinteiden lisäys (NPK) suorittaa

käyttäen superfosfaattipohjaisia Y-lannoksia. Parempi vesiensuojelumielessä - ja toistaiseksi edullisempikin - on kuitenkin antaa erikseen raakafosfaattipohjaista PK-lannosta ja tyypeä (mieluummin ureana), jolloin mahdollisuus ravinteiden huuhtoutumiselle jää hyvin vähäiseksi.

25. Suurten valuma-alueiden tuloksista

Maataloushallitus, sittemmin Vesihallitus on tutkinut lannoitteen huuhtoutumista suurilta valuma-alueilta (Särkkä 1970). Tutkimuksen kohteeksi on pyritty saamaan selkeä valuma-alue, josta pääosa lannoitetaan ja jossa on mahdollisuus mitata virtaama riittäväällä tarkkuudella. Koska lannoitusalueet on jouduttu valitsemaan muiden kuin huuhtoutumistutkimuksen kannalta tärkeiden näkökohtien perusteella, eivät kaikki alueet ole täyttäneet kaikissa suhteissa tutkimuksen vaatimuksia. Pahimpana häirtana on yleensä ollut lannoitetun alueen pieni osuus koko valuma-alueesta (7 - 58 %). Toistaiseksi tutkimukset ovat käsitelleet soiden lannoitusta.

Tulosten mukaan on todettu fosfori- ja kalipitoisuuden vesistöissä lisääntyneen. Riippumatta lannoituksen suoritusajankohdasta on huuhtoutumista todettu tapahtuneen pääasiassa runsaan veden aikaan keväisin ja syksyisin. Huuhtoutumismäärien suuruusluokka on vaihdellut huomattavasti. Käyttäen havaittua yksittäistä maksimiarvoa lähtökohtana voitiin todeta metsänlannoituksen aiheuttaman fosforikuormituksen jäävän silti alle yhden prosentin koko maan jätevesien fosforikuormituksesta. Metsänlannoituksia suoritetaan kuitenkin seuduilla, joilla ei ole muuta likaavaa toimintaa. Täten paikallisena likaajana metsänlannoituksella saattaa olla aivan toinen merkitys kuin kokonaistilanteen kannalta (Särkkä 1970).

26. Hydrologisten koekenttien tulokset

Aikaisemmissa tutkimuksissa on jouduttu käyttämään keskimääräisiä valuntoja ravinteiden huuhtoutumismäärien laske-
misessa, joten tulokset eivät ole edes kyseisen tapauksen
osalta täsmällisiä. Uusimpien metsäntutkimuslaitoksen suon-
tutkimusosaston suorittamien tutkimusten lähtökohdaksi on
otettu tarkoin rajatulta lannoitetulta alueelta valuneiden
vesimäärien mittaaminen. Tällöin analysoitujen pitoisuuksien
ja valunnan avulla voidaan määrittää tapauskohtaisesti
luotettavasti huuhtoutuneet ravinnemäärät. Lisäksi voidaan
huuhtoutuneita määriä ja ravinnepitoisuuksia tarkastella
valuneiden vesimäärien funktiona.

261. Muhoksen koekentät

Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken kokeilualueessa sijaitseva hydrologinen koekenttä lannoitettiin puoliksi vuonna 1970 suometsien PK-lannoksella (0-24-15) 500 kg/ha (kuva 9).

Tästä kentästä vajaan kahden kilometrin päässä sijaitsevalle ojitusalueelle perustettiin toinen koekenttä, jonka yhteydessä oli tarkoitus käyttää hyväksi hydrologisella kentällä havaittuja valuntoja pyrittäessä selvittämään eri levitysjankohtien ja eri lannoitemäärien vaikutusta huuhtoutumiseen (kuva 10). Käsittely-yksikön muodosti aina yksi oja siten, että saman ojan varteen tuli neljä samaan aikaan samanlaisen lannoituksen saanutta kaistaa. Kaksi kaistaa sijaitsi ojan reunassa ja kaksi keskellä sarkaa keskiviivasta ojaan päin. Kustakin ojasta otettiin vesinäytteet myös lannoituskaistojen yläpuolelta. Näin saatiin lannoittamattomat vertailuarvot.

Tuloksia analysoimalla pyrittiin ensinnäkin selvittämään vuorokautisen valunnan määrän ja oja-vesien ravinnepitoisuuden välistä riippuvuutta (Karsisto & Ravela 1971).

Vuorokausivalunnan kasvaessa lisääntyi myös näytteen kali- ja fosforipitoisuus saavuttaen selvän maksimin, minkä jälke-
 keen pitoisuudet jälleen vähenivät valunnan kasvaessa. Kuvassa 11 esitetään vesimäärien avulla muutetut pitoisuudet hehtaaria ja vuorokautta koskeviksi kokonaishuhtoutumiksi fosforin osalta. Kuvassa 12 esitetään vastaavat kaliumin kokonaishuhtoutumismäärät hehtaaria ja vuorokautta kohden eri valunnan arvoilla.

Lannoitelajin ja levitysjankohdan vaikutus sekä lannoitetun alueen etäisyys ojasta osoittautuivat tilastollisesti erittäin merkitseviksi. Kalin osalta eri lannoituskäsittelyjen aiheuttamat ojavesien K-pitoisuudet levitysjankohdittain osoittivat sen, että yksipuolisesti annettaessa kalia huhtoutuu sitä enemmän kuin yhdessä fosforin kanssa annettuna. *vrt.*
 Myös lumelle levitys lisäsi selvästi kalin huhtoutumista. *uikom-
 fullamies*
 Tulosten mukaan lannoittamattomalta alueelta kalia tuli kesässä 2 kg, sulalle maalle tapahtuneen levityksen jälkeen 4 kg ja lumelle levityksen jälkeen 6 kg/ha.

Hydrologisen kentän osalta voitiin tutkia myös ojituksen tehokkuuden vaikutusta huhtoutumiseen. Kuvassa 13 esitetään ravinteiden kokonaishuhtoutuminen eri sarkaleveyksiltä. Tulosten mukaan siirryttäessä ojitetuissa ja lannoittamattomissa suometsissä tehokkaaseen ojitukseen ja lannoitukseen nousisivat ojavesien fosforipitoisuudet kaksinkertaisiksi ja kalipitoisuudet yli nelinkertaisiksi. Huhtoutuneet kokonaismäärät nousisivat vieläkin enemmän, sillä tehostettu ojitus lisää myös valuneiden vesien määrät. Tällä taas on toisaalta vesistöjen vesimääriä lisäävä vaikutus. Eri sarkaleveyksien keskiarvoina mitatut lannoitusvuoden kokonaishuhtoutumiset olivat seuraavat (g/ha):

	Fosfori	Kali
lannoitettu	105	2 584
lannoittamaton	39	729
lannoituksen aiheuttama lisäys	66	1 855

Lisäys on prosentuaalisesti suuri ja sillä on myös merkitystä vesistöjä ajatellen. Metsänlannoittajan kannalta poishuhtoutuneet määrät ovat merkityksettömiä lisättyihin lannoitemääriin verrattuna.

Hydrologinen koekenttä jatkolannoitettiin keväällä 1971 kahdella eri typpilannoitteella (100 kg N/ha). Tarkoituksena oli verrata turvealustalla ureaa ja kalkkiammonsalpietaria. Tulosten mukaan urea poikkesi selvästi ammoniumnitraattipohjaisesta oulunsalpietarista. Typen huuhtoutuminen urealannoituksen jälkeen oli selvästi vähäisempää kuin oulunsalpietarin kohdalla (vrt. Paavilainen 1973). Ilmeisesti hajonnasta johtuen ojavesien typpipitoisuus urealla lannoitetulla alueella oli aika ajoin jopa alhaisempi kuin lannoitamattomalla vertailualalla. Tällä seikalla on tärkeä merkitys suoritettaessa lannoitelajivalintaa. Jos taloudellisuusnäkökohdat suinkin sallivat, olisi vesistöjen kannalta pyrittävä turvemaidella käyttämään typpilannoitteena ureaa.

262. Piipsannevan hydrologiset kentät

Oulun yliopiston vesirakennustekniikan laitos suoritti Haapaveden Piipsannevalla metsähallituksen lannoitusten jälkeen alueelta poistuvien vesien ravinnepitoisuuksien määrittämiä. Alueet olivat 2 ha suuruisia. Näistä yksi oli lannoittamaton vertailu ja kaksi lannoitettua. Lannoitukset suoritettiin hajalevityksenä huhti-toukokuun vaihteessa 1965 ja vesianalyysejä tehtiin läpi kesän. Lannoitteina käytettiin hienofosfaattia 400 ja 800 kg/ha sekä kalisuolaa 150 ja 300 kg/ha. Levityshetkellä maa oli roudassa ja lumilaikkuja esiintyi siellä täällä.

Tuloksista, jotka esitetään sivulla 18 liitteenä olevassa kuvassa 13 (Linna 1966), voidaan fosforin osalta todeta, ettei pienempi määrä, joka sekin on ylittänyt käytännön suosituksen,

lisännyt lainkaan ojavesien fosforipitoisuuksia. Suuremmalla annoksella on hieman ollut vaikutusta, mutta koko kesän keksiärvona saatu lisäys 0,02 mg P/1 vastaa hehtaaria kohden suurinpiirtein 60 gramman lisäystä lannoitusvuonna. Kuvassa 14 samalta alueelta esitetään tulokset kalin osalta. Suuremmalla määrällä on tapahtunut selvä lisäys. Hehtaaria kohden lisäyksen määrä oli 10 - 15 kiloa kalia/v.

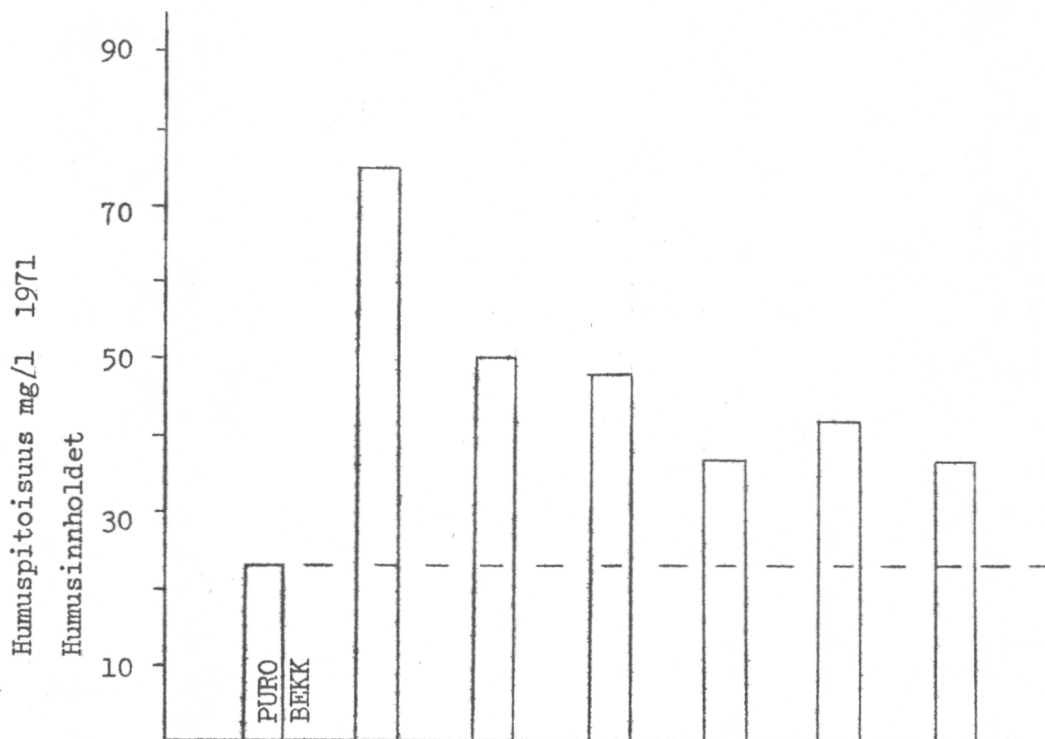
Piipsannevan hydrologisten koekenttien siirryttyä metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston hallintaan on alueella suoritettu vuonna 1972 lannoituksia eri tehokkuusasteisilla ojituksilla. Uusimmat tulokset (Paarlahti 1974) osoittavat selvästi huuhtoutumismäärien maksimin keskittyvän runsaan veden aikoihin, kevääseen ja syksyyn. Ravinteiden huuhtoutuminen nousee lähes täysin ohi yhdessä kesässä. Aikaisempia tuloksia vahvistaen sarkaleveydellä on ollut selvä vaikutus huuhtoutuneisiin kokonaismääriin siten, että ojituksen tehostaminen lisää huuhtoutumista.

3. YHTEENVETO

Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutuksesta vesistöihin on suoritettu hajanaisia selvityksiä. Yleensä lähtökohtana metsäpuolen tutkimuksissa on ollut pyrkimys selvittää huuhtoutumista puiden kasvureaktion kannalta. Tutkittaessa ravinteiden huuhtoutumista esimerkiksi lumelle levityksen jälkeen lähdetään siitä, että jos hukkaan joutuvat ravinteet eivät sanottavasti alenna saatavaa kasvunlisäystä, on levitysteknisten näkökohtien ja työn ympärivuotisen suorittamisen johdosta edullista suorittaa myös lumelle levityksiä. Metsänlannoittajan kannalta muutamalla hävinneellä kilolla käytettyjen satojen kilojen rinnalla ei ole merkitystä.

Kaikkien eri tutkimusten yhteydessä on ollut havaittavissa tulosten huomattavaa hajontaa. Esitetyt tulokset onkin otettava tapauskohtaisina esimerkkeinä. Tämä merkitsee sitä,

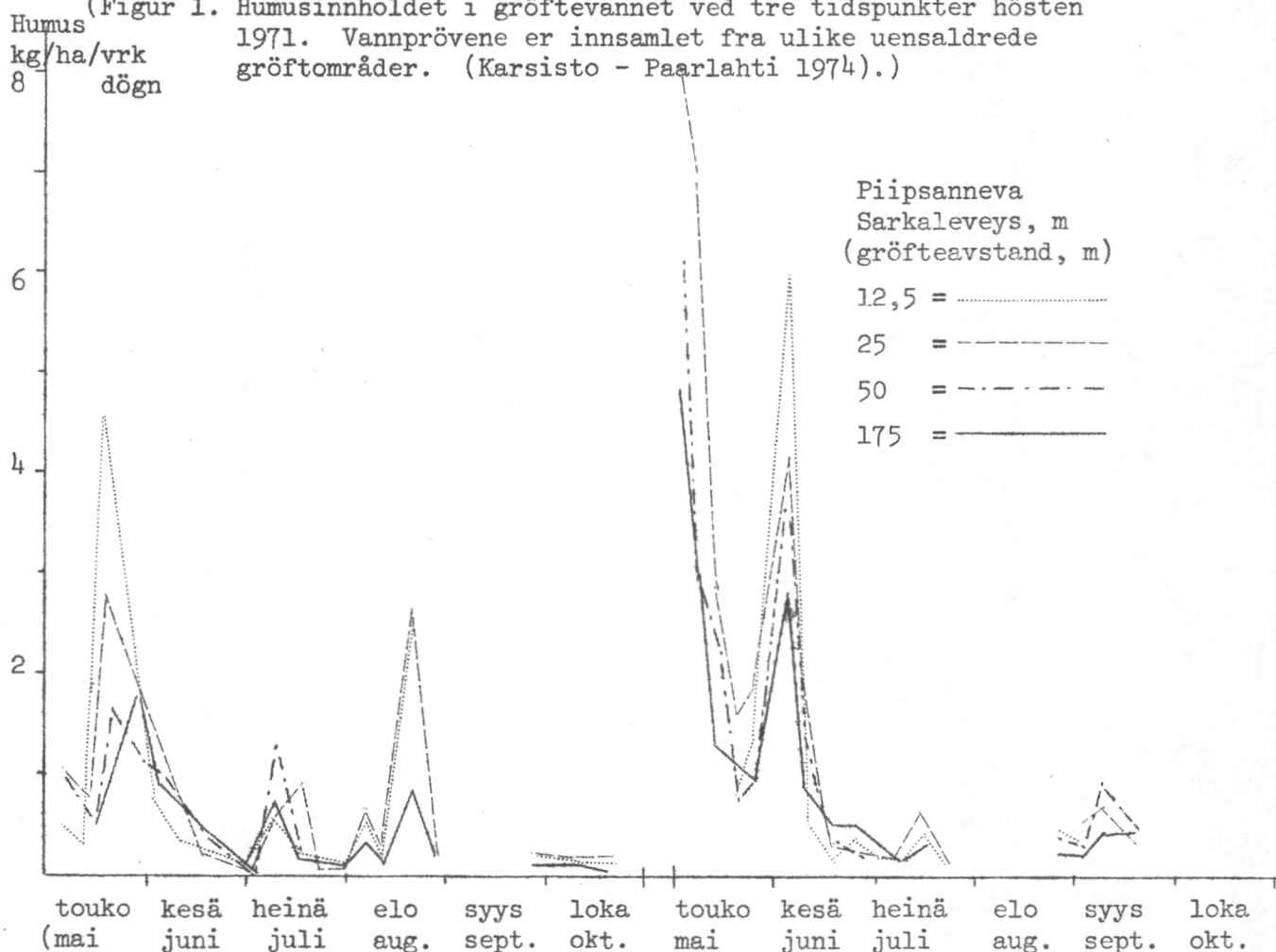
että tulosten yleistäminen saattaa johtaa virhepäätelmiin. Metsänlannoituksen vaikutuksesta vesistöjen saastumiseen ei ole vielä riittävästi tutkimustuloksia. Tiedämme jo tällä hetkellä, ettei sen merkitys yleisesti ottaen muiden saastutuslähteiden rinnalla ole suuri. Kuitenkin ravinteiden huuhtoutumisvaaraa voitaisiin vähentää nykyiseltä tasoltakin käyttäen oikeita lannoittelajeja, oikeita levitysmenetelmiä ja levitysjankohtia puiden kasvutuloksen silti huonontumatta. Periaatteessahan vesistöön huuhtoutuneet ravinteet ovat hukkaan joutuneita ja metsänlannoittajan kannalta hyödyttömiä. Huuhtoutumisen vähentäminen on myös lannoittajan etu.



Ojituksen ikä: <1 v 2 v 5 v 7 v 36 v 42 v
(Gröflingens alder: <1 år 2 år 5 år 7 år 36 år 42 år)

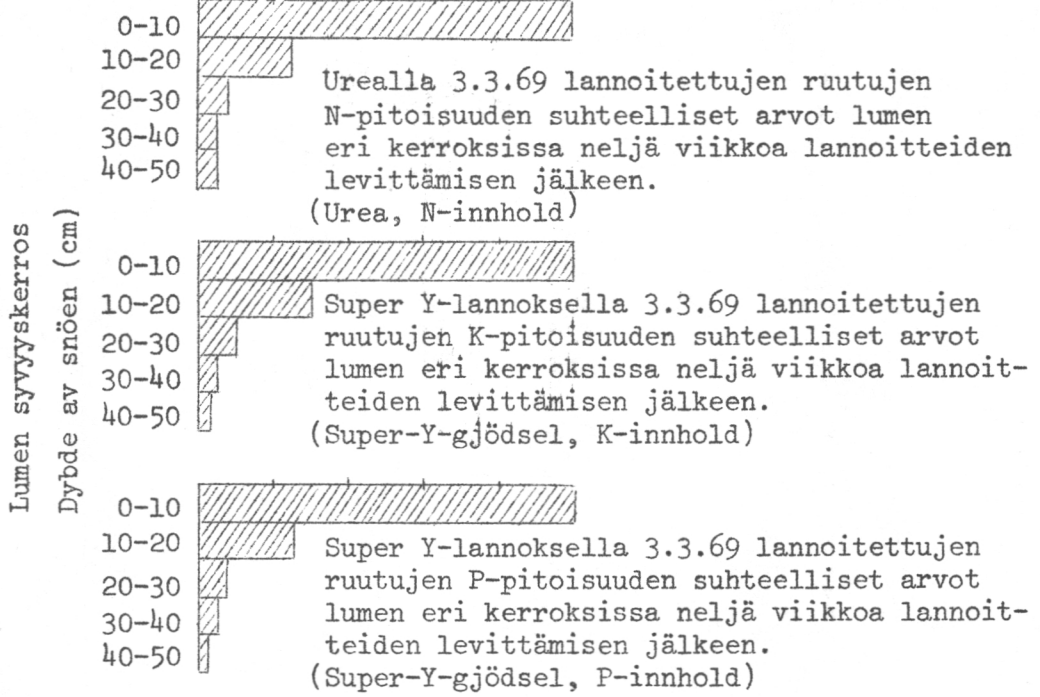
Kuva 1. Eri-ikäisiltä ojitusalueilta syksyllä 1971 kolmena eri ajan-kohtana kerättyjen näytteiden humuspitoisuus (mg/l) (Karsisto - Paarlahti 1974).

(Figur 1. Humusinnholdet i grøftevannet ved tre tidspunkter høsten 1971. Vannprøvene er innsamlet fra ulike uensaldrede grøftområder. (Karsisto - Paarlahti 1974).)



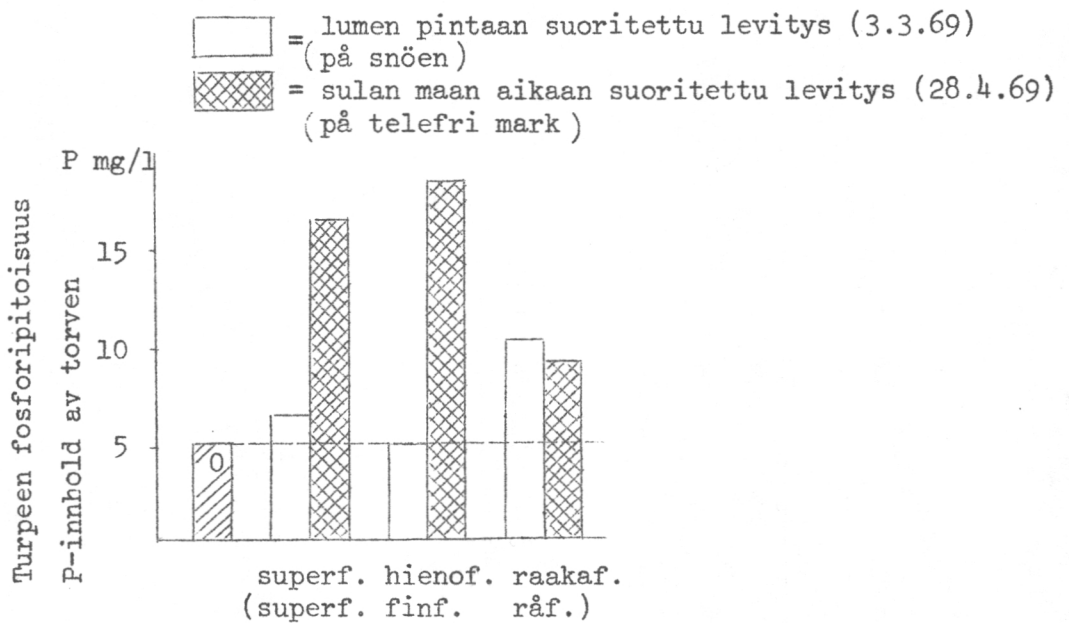
Kuva 2. Eri levyisiltä saroilta valuneiden ojaviesien vuorokautinen humus-aineksen määrä kg/ha. (Paarlahti 1974).

(Figur 2. Utvaskede humusmengder (kg/ha/dögn) for ulike grøfteavstander (Paarlahti 1974).)



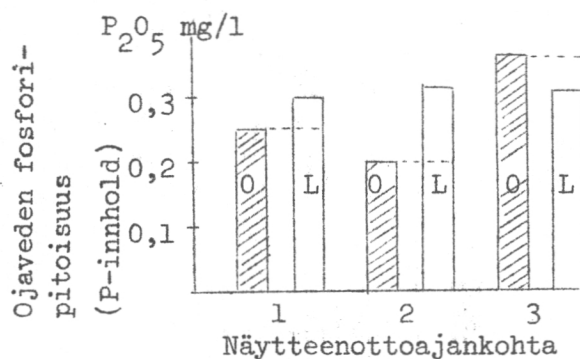
Kuva 3. Lannoitteiden lumelle levittämisen jälkeen tapahtunut ravinteiden syvyysuuntainen kulkeutuminen eri lannoitelajien osalta neljän viikon kuluttua levittämisestä. Ylimmän 10 cm:n kerroksen määrä on merkitty suhteellisella arvolla 100 (Paavilainen 1969).

(Figur 3. Resultater fra forsøk med gjødsling på snø. Resultatene gjelder for vannoppløslige gjødselslag. Vertikal fordeling av gjødselsemnene i snølaget. For hvert næringsemne er kvantiteten målt ved snøoverflaten blitt satt til verdien 100 (Paavilainen 1969).)



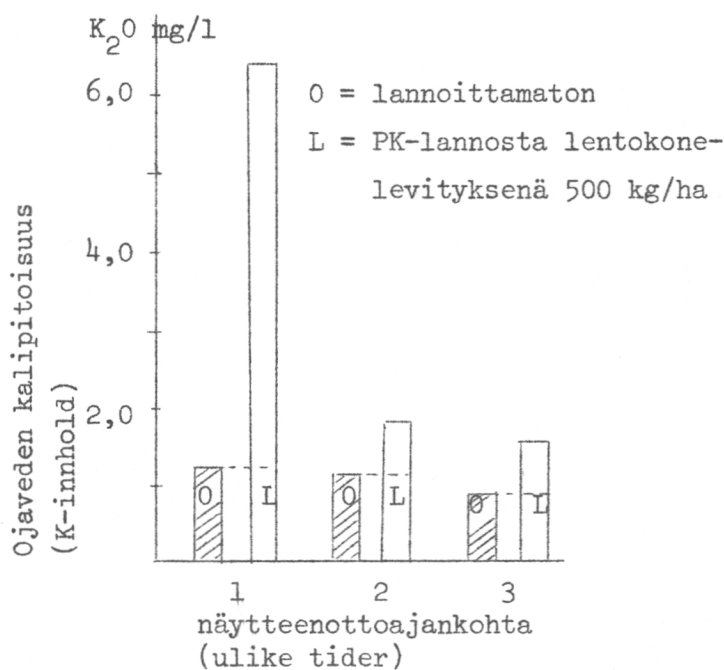
Kuva 4. Turpeen kokonaisfosforipitoisuudet eri fosforilajeilla suoritettujen lannoitusten jälkeen. Levitys on tapahtunut sekä lumelle (3.3.69) että sulalle maalle (28.4.69) (Paavilainen 1969).

(Figur 4. Totale fosformengde i 10 cm-toppskjiktet av torven etter gjødsling med forskjellige fosforgjødselslag på snødekt (3.3.69) og på telefri mark (28.4.69) (Paavilainen 1969).)



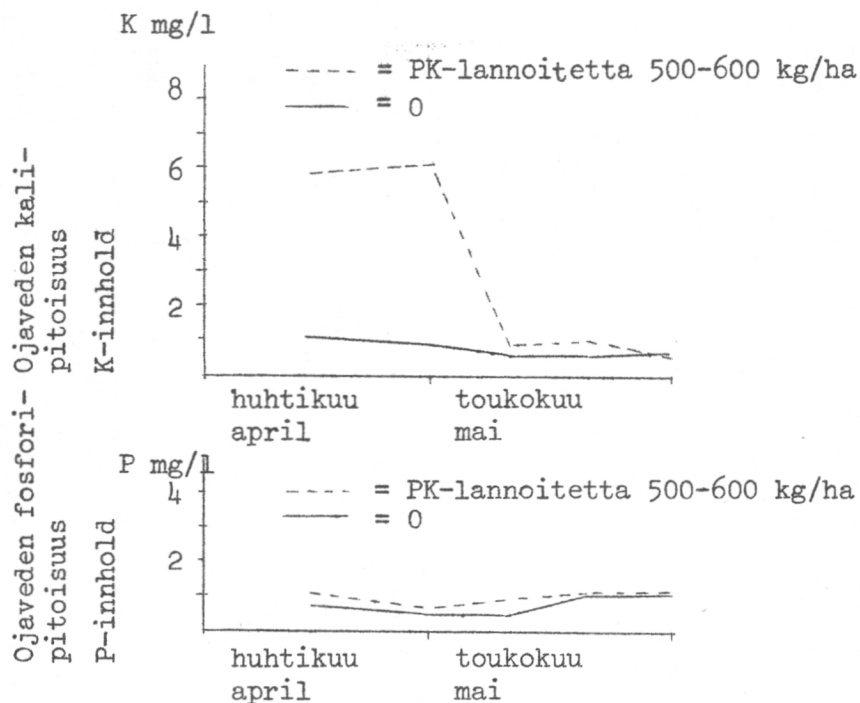
Kuva 5. Eri aikoina havaittu ojavesien fosforipitoisuus lumelle keväällä 1965 lentokoneella suoritetun PK-lannoituksen jälkeen. Luvut ovat kahden lannoitetun alueen keskiarvoja. 0 = lannoittamaton, L = lannoitettu 500 kg PK/ha. (Numminen - Paarlahti 1965)

(Figur 5. Fosforinnholdet i grøftevannet til ulike tider etter flygjødsling med PK-gjødsel på snøen (tallene er gjennomsnitt for områdene A og B). 0 = ugjødslet, L = gjødslet, med 500 kg PK/ha. Gjødslingen anlagt av Numminen og Paarlahti 1965.)



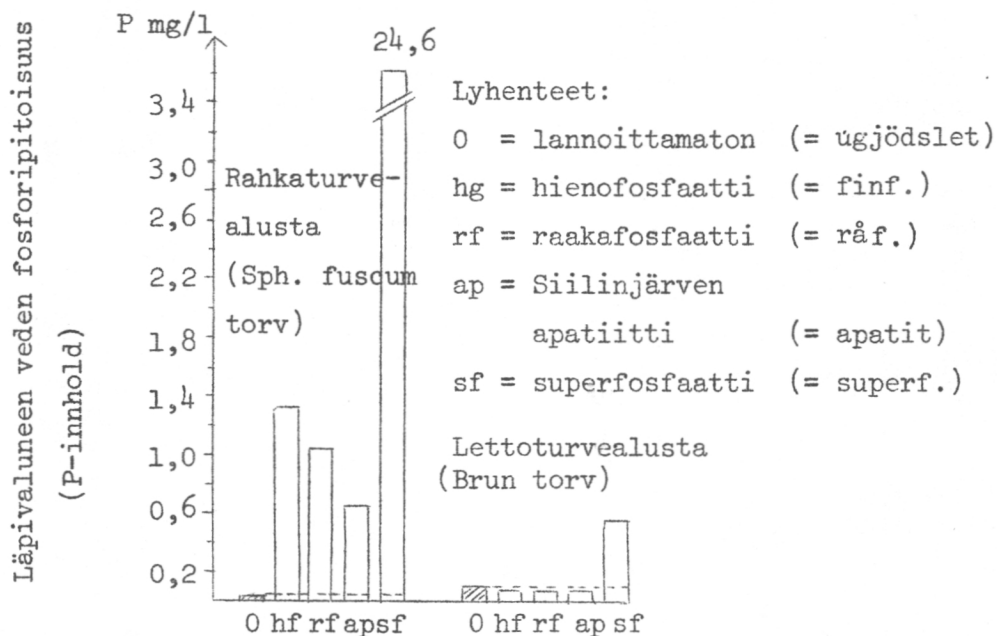
Kuva 6. Eri aikoina havaitut ojavesien kalipitoisuudet lumelle keväällä 1965 lentokoneella suoritetun PK-lannoituksen jälkeen (vrt. kuva 5). (Numminen - Paarlahti 1965)

(Figur 6. Kaliuminnholdet i grøftevannet til ulike tider etter flygjødsling med PK-gjødsel på snøen (gjennomsnittsverdier for områdene A og B). Gjødslingen anlagt av Numminen og Paarlahti 1965.)



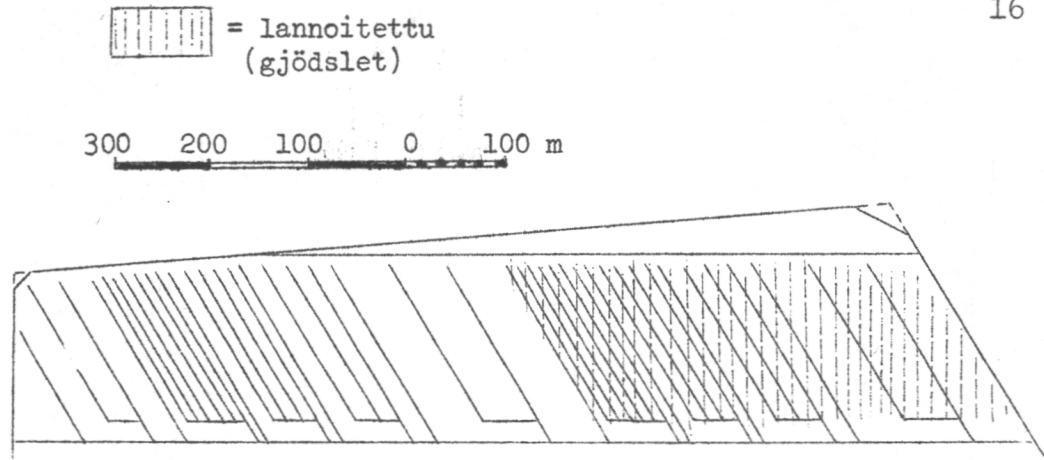
Kuva 7. Ojavesien kali- ja fosforipitoisuudet eri näytteenotto-ajankohtina piensararämeelle maaliskuussa 1966 suoritetun PK-lannoituksen jälkeen (Salonen 1970).

(Figur 7. Kalium- og fosforinnholdet til ulike prøvetakningstider i gjennomstrømmet grøftevann etter bredgjødsling med PK-gjødsel utført i mars 1966 på furumyr av småstarrtypen. (Samlet material av Puranen fra Oulu Oys marker, Salonen 1970).)



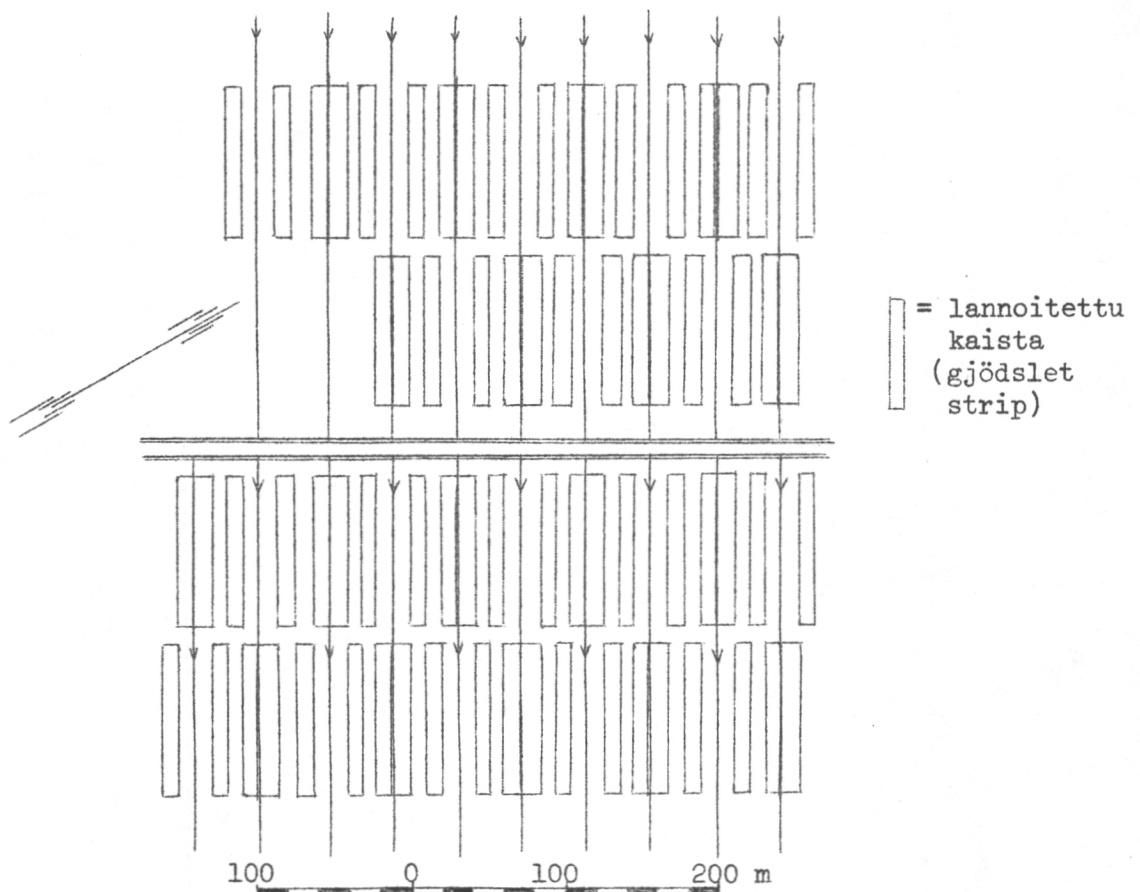
Kuva 8. Eri turvelajien vaikutuksesta erilaisten fosforilannoitteiden liukenevuuteen suoritettu astiakoe. Turpeiden läpivaluneiden vesien fosforipitoisuus (P mg/l). (Karsisto 1968)

(Figur 8. Resultater fra et potteeksperiment med forskjellige torvslags virkning på fosforgjødselslagens oppløslighet for Sphagnum fuscum- og brun myrers del. Verdiene er fosforinnholdet mg/l i vannet som har strømmet gjennom torven (Karsisto 1968).)



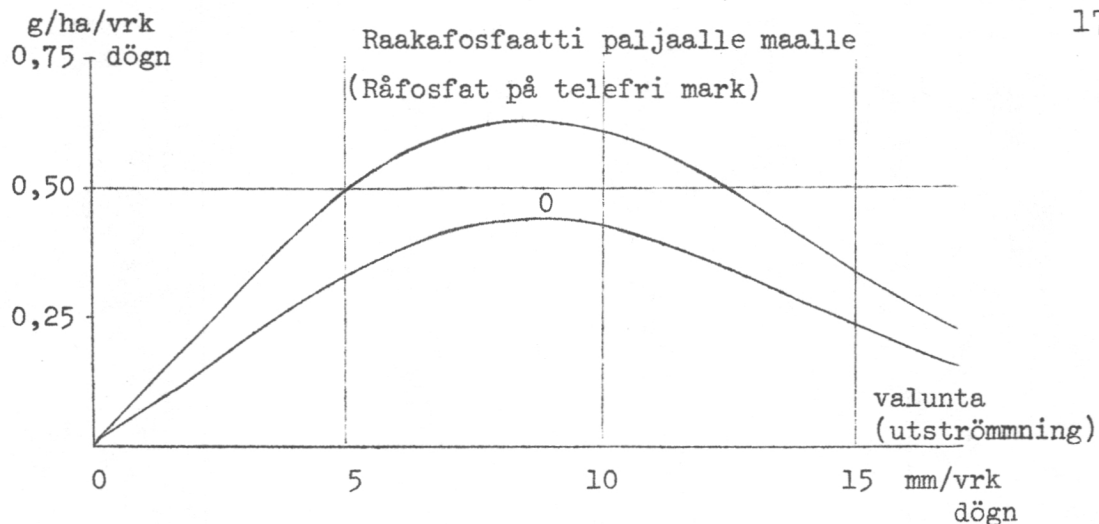
Kuva 9. Muhoksella sijaitseva hydrologinen koekenttä, josta keväällä 1970 lannoitettiin puolet suometsien PK-lannoksella 500 kg/ha. (Samalla koekentällä verrattiin ureaa ja oulunsalpietaria keväällä 1971 suoritettun lannoituksen jälkeen.)

(Figur 9. Hydrologisk försöksfelt i Muhos.)



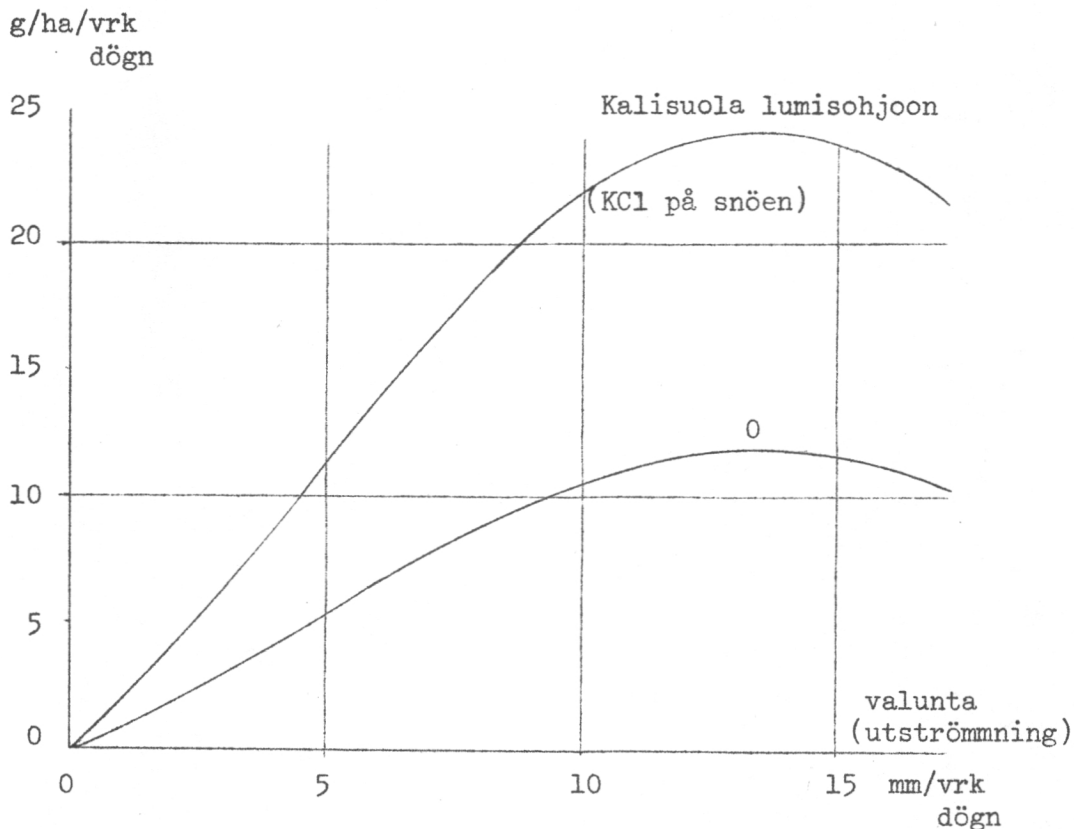
Kuva 10. Lannoitteen levitysaikakohtakoe.

(Figur 10. Spredningstidspunkt försöksfelt.)



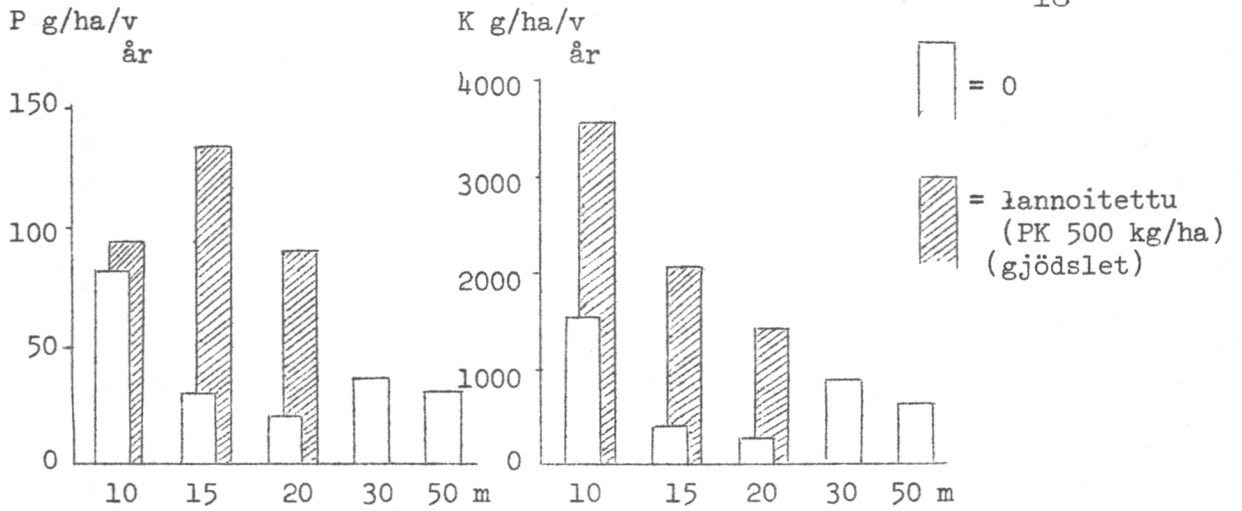
Kuva 11. Levitysaikojen vaikutus. Vuorokautinen fosforin huuhtoutuminen/ha eri lannoituskäsittelyjen osalta eri vuorokautisilla valunnan arvoilla. (Karsisto - Ravela 1971)

(Figur 11. Spredningstidsforsök. Daglig utvaskning av fosfor pr. hektar för varierande utströmmning och gjödslingsbehandling.)



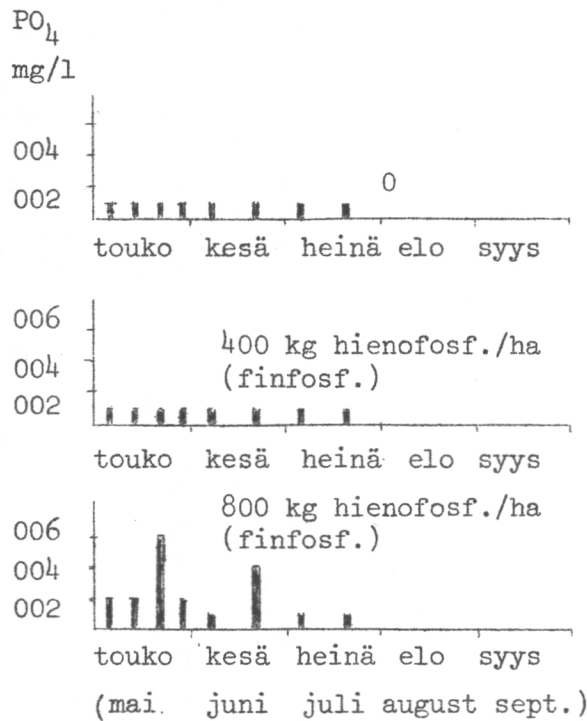
Kuva 12. Levitysaikojen vaikutus. Vuorokautinen kalin huuhtoutuminen/ha valunnan eri arvoilla.

(Figur 12. Spredningstidsforsök. Daglig utvaskning av kalium pr. hektar för varierande utströmmning och gjödslingsbehandling.)



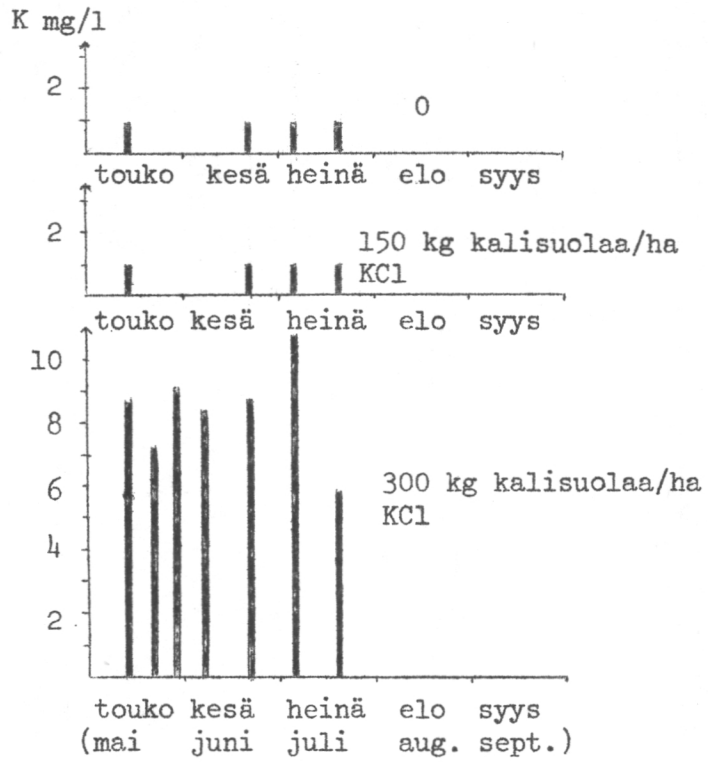
Kuva 13. Hydrologinen koekenttä. Ravinteiden kokonaishuuhtoutuminen/ha lannoitusvuoden kuluessa eri levyisiltä saroilta.

(Figur 13. Hydrologisk försök. Total utvaskning av näringsemner pr. hektar i löpet av gjödslingsåret for forskjellige grøfteavstander.)



Kuva 14. Ojavesien fosforipitoisuus huhti-toukokuun vaihteessa 1965 suoritettujen lannoitusten jälkeen Haapaveden Piipsannevan koekentällä (Linna 1966)

(Figur 14. Piipsanneva i Haapavesi. Fosforinnholdet i grøftevannet etter gjødsling ved månedskifte april-mai (Linna 1966).)



Kuva 15. Ojavesien kalipitoisuus eri ajankohtina lannoituksen jälkeen (vrt. kuva 16). (Linna 1966)

(Figur 15. Piipsanneva i Haapavesi. Kaliuminnholdet i grøftevannet etter gjødsling ved månedskifte april-mai (Linna 1966).)

GRÖFTINGENS OG SKOGSGJÖDSLINGENS INNVIRKNING
PÅ FORURENSNINGEN AV OVERFLATEVANN

INNHOLD

1. INNLEDNING	22
2. RESULTATER FRA UTFÖRTE UNDERSÖKELSER	23
21. Oppfatninger og observasjoner	23
22. Om ren grøftningseffekt	23
23. Gjødelsesspredning på snøen	24
231. Næringsemnenes nedsynkning	24
232. Utvaskning etter spredning	25
24. Utvaskning ved utførte pottforsøk	26
25. Resultater fra store vann-nedslagsfelter	27
26. Resultater fra hydrologiske forsøksområder	28
261. Forsøksfeltene i Muhos	28
262. Piipsanneva hydrologiske feltene	30
3. SAMMENDRAG	31
LITTERATUR	33
FIGURENE	12

1. INNLEDNING

Finnland er for tiden det ledende landet med hensyn til skoggjødslingens utbredelse. For tiden er årlig gjødslingsareal ca. 230 000 ha, av hvilket gjødslingsarealet seneste år i privatskogsbruket var 146 000 ha. Halvparten omfatter gjødsling av myr. For eksempel i Sverige var seneste år gjødslingsarealet 120 000 ha, hvor alt skjedde på mineraljordsmarker. For eks. var Norges totale gjødslingsareal for torvmarker i privatskogsbruket seneste år bare 200 ha. Finnlands spesielle stilling skyldes gitte finansielle bevilgninger for skogforbedringstiltak. En nasjonal økonomisk lønnsom økning av virkesproduksjonen ved hjelp av lønnsomme finansforslag er muliggjort også i privatskogsbruket, som utgjør over 65 % av det totale kvantum.

Da skoggjødslingen utbredtes i første halvdel av 1960-tallet, våknet også interessen for næringsemnenes utvaskning til overflatevannet. Den egentelige årsaken til dette var nærmest ønske om sammenligning av forskjellige spredningsmetoder, ulike gjødselslag og ulike spredningstidspunkter, og ikke omsorg for tilstanden i overflatevannet. I undersøkelser som ble utført til hjelp for gjødsleren, fryktet man at næringsemnene kunne utvaskes og gå tapt. Også i den videre forskningsaktiviteten som utføres av skogforskningsinstituttet, er hovedvekten lagt på næringsemnenes anvendelse og trærnes oppnåelige vekstreaksjon. Vattenstyrelsen overvåker forskjellige tiltak som innvirker på tilstanden i overflatevannet.

Når det i overflatevannet hos oss er rikelig med kalium og ofte også tilstrekkelig med nitrogen, danner fosforet minimumsfaktoren for alge- og mikrobevekstens økning, som biologiske forurensningsspørsmål mest konsentreres om. På myr har utførte skoggjødslinger vist seg å være en innvirkende faktor på overflatevannets forurensning, fordi det viktigste tilførte

nåringsemnet er fosfor og via grøftenettet er det lett å forestille seg at dette slipper lett til overflatevannet. For mineraljordmarkenes del er det ikke utført i vårt land undersøkelser av nåringsemnenes utvaskning, og av den grunn vil det i det følgende bare bli behandlet nåringsemnenes utvaskning etter gjødsling av skog på myr.

2. RESULTATER FRA UTFÖRTE UNDERSÖKELSER

21. Oppfatninger og observasjoner

På grunnlag av lengden av trærnes reaksjonsperiode på gamle gjødslingsforsöksflater kan konstateres, at nåringsemnenes utvaskning på torvmarker ikke kan være så omfattende, at dette kan føre til veksttap generelt betraktet. Nåringstoffenes ubetydelige bevegelse kan konstateres fra vegetasjonsdekkes avvik ved grensene mellom gjødslingsparsellene.

Egentelig er også nåringsemnenes bevegelse i dybderetningen ganske liten, for eksempel utvidet seg en rikelig askegjødsling (7000 kg/ha) i løpet av 15 år til et 10 cm's tykk skjikt (Huikari 1953). Generelt må det ytterligere slås fast, at vegetasjonsdekket på gjødslingsområdene er i naturlig tilstand og uten opparbeidelse. I tillegg er bristen på nåringsemner stor.

22. Om ren grøftningseffekt

Ren skoggrøfting har innvirkning på nåringsemnenes økning. Overforstmester Metsänheimo klargjorde i begynnelsen av 1960-tallet, de ulike nåringsemnenivåene i vannets nåringinnhold som kom fra grøfteområder. Mellom de ulike myrtypene konstatertes klare forskjeller, det samme var også tilfelle for grøftingens alder. Som gjennomsnittelig verdi for hele dette materialet kan angis, at det naturlige fosforets

utvaskning var pr år 0,3 kg/ha og kaliummengden 1,2 kg/ha. Tallene avspeiler ogjødslet tilstand etter grøfting, og viser dessuten at utvaskningen av næringsemner fra skogsområder er liten sammenlignet med andre forurensende faktorerers innvirkning på overflatevannet.

Den viktigste effekten av grøftingen er kanskje allikevel humuspartikklenes økning. I figur 1 presenteres humusinnholdet i grøftevannet fra noen av forststyrelsens grøfteområder. Grøftingens alder da vannprøvene ble tatt, har variert fra under ett år til over 40 år. Man legger merke til, at straks etter grøftingen har humusens mengde steget til det dobbelte sammenlignet med den gamle grøftingen. Til sammenligning, er på sin side presentert for ugrøftet område humusinnholdet i vannet fra en naturlig bekk.

I figur 2 vises utvasket humusmengde pr. hektar pr. døgn for ulike grøfteavstander fra Piipsanneva hydrologiske felt. Spesielt viktig er å legge merke til at utvaskede humusmengder er overraskende store. Humuspartikkene er langsomt oppløselige i vannet, slik at for elvevassdragenes del, har dette ingen florerende effekt. I sjøene sammen med økende innhold av næringsemner, vil dette kunne få betydelige negative effekter.

23. Gjødselsspredning på snøen

231. Næringsemnernes nedsynkning

Når man forsøker å klargjøre næringsstoffenes utvaskning etter spredning på snøen, danner kjennskapet, til hvor dypt og raskt næringsemnene beveger seg i snøen, et godt utgangspunkt. Undertegnede sammen med dr. Paavilainen utførte en undersøkelse av seks ulike gjødselsslag utspredd på snøen vårvinteren 1969, samt sammenlignet dette med en spredning på bar mark (Paavilainen 1969).

Det kunne konstateres at nedsynkningen i snöen var liten, alle næringsementene tatt i betraktning. I figur 3 presenteres for nitrogen, fosfor og kalium, tilstanden fire uker etter utspreidningen, som viser at næringsementene har ennå vært helt i overflaten av snödekket. Næringstoffene rekker ikke å trenge inn i jorden før snösmeltingen. Dette syntes å være årsaken til utvaskningen av vannopplöslig men finkornig finfosfat. Dette fremgår av figur 4, hvor det presenteres resultater fra torvanalyser som ble utfört senere på sommeren.

232. Utvaskning etter spredning

På grunnlag av det ovenfor nevnte, skulle man måtte vente en rikelig utvaskning ved spredning på snöen, og den største faren for at næringsementene forsvinner i gröftene foreligger om arbeidet utföres med fly. Med den hensikt for öye fikk avd. for torvmarksforskning, Skogforskningsinstituttet (lis. Paarlahti & lis. Numminen), i oppdrag å undersøke to gröftede områder som var flygjödslet med PK-gjödsel for myrskog, 500 kg/ha våren 1965.

Fra begge områdene fikk man meget likartede resultater som viste, at fosforet som stammer fra grovkorning råfosfat i PK-gjödsele for anvendelse i skog på myr ikke var utvasket. Fra figur 5 kan slås fast, at gjödslingsinnvirkning på ökningen av fosforinnholdet i gjennomsnitt har vært av størrelsesorden 0,04 mg P_2O_5 /l. Mengden tilsvarende pr. år pr. hektar ca. 50 gr. utvasket fosfor. Kalium er vannopplöslig, noe som har klar innvirkning på ökningen av gröftvannets kaliuminnhold. Som man ser av figur 6, har ökningen av kalium vært over 2 mg K_2O /l. Pr. hektar i året motsvarer dette i gjennomsnitt en mengde fra 5 til 6 kg. Tilsvarende resultater for utspreidt PK-gjödsel på snöen til ulike tider, fikk man ved gjödning av Oulu Oy's marker året 1965 - 66. Resultatene fra prøver innsamlet etter dr. K. Salonens

metodikk, presenteres i figur 7, hvor spredningen ble utført i mars 1966. Kalium er blitt utvasket rikelig om våren, mens fosforet derimot meget lite. Det presiseres igjen, at fosforet er gitt som provkornig vannoppløselig råfosfat. Også fra konkrete gjødslinger vårvinteren 1965 i forststyrelsens skogdistrikt Kolari, ble det innsamlet prøver etter dr. Salonens instruks. Med i dette materialet var også NPK-gjødselsslag. Man kan konkludere med på grunnlag av resultatene, at uavhengig av hvilke næringsemne det er spørsmål om, er resultatet av spredningen på snøen den, at for vannoppløslige gjødselsslag inntreffer en betydelig utvaskning til overflatevannet. Utvaskningsmengdene har betydning for den vekstreaksjon som trærne får på grunn av gjødslingen (Paavilainen 1969).

24. Utvaskning ved utførte pottforsøk

Prof. Martti Salonen konstaterte ved sine utførte pottforsøk, at på ren Spagnum fuscum-torv som gis superfosfat, er innvirkningen den at fosforinnholdet i det gjennomstrømmede vannet er høyere enn for de andre fosforgjødselsslagene. På grunnlag av disse resultatene, advarte han mot å anvende superfosfat ved gjødsling av store Spagnum fuscum myrområder for å beskytte overflatevannsystemet.

I undertegnedes utførte sammenligningsforsøk med fosforgjødselsslagenes bevegelse i forskjellige torvslag, gikk det klart frem at dette var tilfelle. I figur 8 presenteres for en del fosforgjødselsslag i pottforsøk, hvilke fosforinnhold som forekom i det vannet som hadde strømmet gjennom to ulike torvslag. Fosformengden som har kommet gjennom Spagnum fuscum-torven etter superfosfatgjødsling har vært over tyve ganger sammerlignet med den for eks. fin- og råfosfat. Allikevel ble det konkludert med, at i pottforsøkene har vært torvmaterialet løsrevet fra omgivelsene, slik at vannets bevegelse har vært friere. Ved gjødsling av Spagnum fuscumlignende myrer vil man kunne tilføre alle hovednæringsemnene

(NPK) blant annet ved å bruke superfosfatbaserte NPK-gjødselslag. Bedre er, ut fra tanken om beskyttelse av overflatevannet, og dessuten også mer økonomisk, å tilføre råfosfatbasert PK-gjødsel og nitrogen for seg (helst som urea), som medfører liten mulighet for utvaskning av næringsstoffer.

25. Resultater fra store vann-nedslagsfelter

Landbruksstyrelsen og deretter Vattenstyrelsen har undersøkt utvaskningen etter gjødsling for store nedslagsfelter (Särkkä 1970). Fordringene for undersøkelsene har vært den, at man skulle tilstreve å avgrense et klart vann-nedslagsfelt, hvorav hoveddelen skulle gjødsles, og hvorfra det var mulig med en tilstrekkelig nøyaktighet å måle den utstrømmede vannmengden. På grunn av andre viktige hensyn enn den å undersøke utvaskningen ved utvelgelsen av gjødslingsområdene, har disse ikke oppfylt kravene for undersøkelsene i alle forhold. Verre utgjorde generelt det gjødslede områdets lille andel av hele nedslagsområdet (7 - 58 %). Tilsviare har undersøkningene bare behandlet PK-gjødsel for myr.

I følge resultatene fra undersøkningene, konstatertes økt fosfor- og kaliuminnhold i overflatevannet. Uavhengig av til hvilke tidspunkt gjødslingen er utført, har utvaskningen skjedd rikelig hovedsakelig hver vår og høst. Utvaskningsmengdens størrelsesorden har variert betydelig. Ved å bruke maksimumsverdien som utgangspunkt, kunne konstateres at skoggjødslingens innvirkning som fosforbelastning forblir under 1 % av fosforforurensningen i avfallsvannet for hele landet. Skoggjødslingen utføres allikevel i distrikter, hvor det ikke finnes andre forurensende aktiviteter. Imidlertid kan skoggjødslingen som lokal forurensning være av en helt annen betydning enn vurdert ut fra helhets-situasjonen (Särkkä 1970).

26. Resultater fra hydrologiske forsøksområder

I tidligere undersøkelser har man vært tvunget til å anvende gjennomsnittelige verdier for vannstrømmningen ved beregning av næringsemnenes utvaskning, som derfor ikke er presise i konkrete tilfeller. I de fleste undersøkelser utført av avd. for torvmarksforskning, Skogforskningsinstituttet, har utgangspunktet vært å måle nøyaktig den utstrømmede vannmengden fra et klart avgrenset gjødslingsområde. Slik at man pålite- lig kan bestemme næringsemnenes utvaskning i hvert tilfelle med analysen av næringsinnhold og utstrømmningen. I tillegg kan man hele tiden klargjøre ved hjelp av den utstrømmede vannmengden hvor dan utvaskningsmengdene og næringsinnholdet varierer.

261. Forsøksfeltene i Muhos

Halvdelen av det hydrologiske forsøksfeltet som ligger på Skogforskningsinstituttets forsøksområde i Pyhäkoski ble gjødslet år 1970 med PK-gjødsel for myrskog (0-24-15) 500 kg/ha (Fig. 9).

På et grøfteområde, som ligger under 2 km fra det ovenfornevnte, ble grunnlagt et annet forsøksfelt, på hvilket det samtidig var tenkt å utnytte de hydrologiske obvervasjoner for mulig å klargjøre ulike spredningstidspunkters og gjødselsmengders effekt på utvaskningen ved observert utstrømmning (Fig. 10). Behandlingsenheten var alltid en grøft, og langs samme grøft kom fire (4) likedannede gjødslede striper. To av stripene lå ved grøftekantene og to lå i grøfteretningen midt i hver sin teig mellom to og to grøfter. Fra hver grøft tok man samtidige vannprøver, også fra det ugjødslede området på feltets overside, slik at man fikk ugjødslede sammenligningsverdier.

Man forsökte først og fremst ved resultatgivningen for analysen å klargjøre sammenhengen mellom den døgnvise vannstrømningskvantiteten og grøftevannets næringsinnhold (Karsisto & Ravela 1971). Når den døgnvise utstrømmningen økte, så vokste også kalium- og fosforinnholdet i prøvene til et klart maksimumsnivå, som igjen sank når utstrømmningen økte enda mer. I figur 11 presenteres for fosforets del, det variende innholdet pr. hektar og pr. døgn for totalutvaskningen forårsaket av vannutstrømmningen. I figur 12 vises tilsvarende totalutvaskningsmengder pr. hektar og døgn for kalium når utstrømmningen har variert.

Gjødselsslagenes og spredningstidenes effekt samt grøfteavstanden innen gjødslingsområdet avslørtes som statistisk sterkt betydningsfulle. For kaliumets del avslørtes, at dette utvaskes lettere når det ensidig tilføres enn ved tilføring sammen med fosfor, om man betrakter de ulike gjødslingsbehandlingenes innvirkning på grøftevannets K-innhold for ulike spredningstidspunkter. For det andre øktes klart kaliumets utvaskning ved spredning på snøen. Stort sett uttrykte situasjonen, at fra det ugjødslede området kom i løpet av sommeren 2 kg, fra telefri mark som var gjødslet kom 4 kg, og fra området med spredning på snøen kom 6 kg/ha.

Ved de hydrologiske forsøkene kunne man også forske grøftingens effektivitetsvirkning på utvaskningen. I figur 13 vises næringsemnenes totalutvaskning for ulike avstander mellom grøftene. Som følge av resultatene slås fast, at fosforinnholdet i grøftevannet stiger med det dobbelte og kaliuminnholdet høynes fire ganger ved overføring av grøftede ugjødslede myrskoger til gjødslede mer effektivt grøftede områder.

Utvaskningens totalmengde steg enda mer, fordi effektivere grøfting også øker utstrømmet vannmengde. På den andre siden er det igjen her tale om overflatevannmengdens økende effekt. Gjennomsnittelige verdier som mål for innvirkningen av ulike grøfteavstander på totalutvaskningen var følgende (g/ha).

	Fosfor	Kalium
gjödslet	105	2 584
ugjödslet	39	729
	<hr/>	
økning p.g. av gjödslingen	66	1 855

Økningen er prosentisk stor, og derfor også av betydning med tanke på innholdet av næringsstoffer i overflatevannet. Fra gjødslerens synspunkt er utvasket mengde ubetydelig sammenlignet med anvendte gjødselsmengde.

Det hydrologiske forsøksfeltet ble nygjødslet våren 1971 med to forskjellige nitrogengjødselsslag (100 kg N/ha). Hensikten var å sammenligne urea med kalkkammonsalpeter på torvunderlag. Resultatene viste, at urea avvekkklart fra ammoniumnitratbasert Oulu-salpeter. Nitrogenets utvaskning etter urea-gjødsling var klart mindre enn for Oulusalpetergjødslingen (sml. Paavilainen 1973). Kanskje variasjonen var årsaken til at nitrogeninnholdet i grøftevannet etter urea-gjødslingen var mindre enn de ugjødslede sammenligningsfeltene. I alle fall er dette av viktig betydning for valg av hvilke gjødselsslag som skal anvendes. Om det noensinne tillates ut fra økonomisk synspunkt, skulle med tanke på overflatevannets tilstand tilstrettes å anvende urea som nitrogen-gjødselsslag for torvmarker.

262. Piipsanneva hydrologiske feltene

Oulu Universitets vannbyggingstekniske institutt utførte på Piipsanneva forsøksområde i Haapavesi distrikt, en bestemmelse av næringsinnholdet i vannet som kom fra et område gjødslet av forststyrelsen. Områdene, hvorav et var ugjødslet for sammenligning, var to hektar store. Gjødslingen var utført som bredspredning i månedskifte april-mai 1965, og vannanalyser ble tatt hele sommeren igjennom. Som gjødsel ble anvendt finfosfat 400 og 800 kg/ha samt kalisalt 150 og 300 kg/ha.

I spredningsøyeblikket var jorden telebundet med snøflekker her og der. Fra resultatene som presenteres i figur 14 (Linna 1966) kan konstateres for fosforets del, at selv små mengder, som også overskrider anbefalte mengder i praksis, ikke i det hele tatt har øket grøftevannets fosforinnhold. De største mengdene har hatt en viss innvirkning, men som gjennomsnittsverdi for hele sommeren fikk man økningen til 0.2 mg P/l, som tilsvarer pr hektar grovt regnet 60 gr. økning i gjødslingsåret. I figur 15 presenteres tilsvarende resultater fra samme området for kaliumets del. For store mengder har det inntruffet en klar økning. Pr hektar er økningen 10 - 15 kg/år.

Piipsanneva hydrologiske forsøksfelt som ble stillt til disposisjon for anvendelse av avd. for torvmarksforskning, Skogforskningsinstituttet, ble gjødslet år 1973 med forskjellige grader av utført grøfting. De nye resultatene (Paarlahti 1974) uttrykker klart at utvaskningsmengdenes maksimumsverdier opptre når det er rikelig med overflatevann, på våren og høsten. Næringsemnernes utvaskning går nesten fullstendig over i løpet av en sommer. Tidligere resultater viste også, at grøfteavstanden har klart effekt på utvasket totalmengde.

3. SAMMENDRAG

Grøftingens og skoggjødslingens innvirkning på overflatevannet er ved hjelp av undersøkelser forsøkt belyst ut fra ulike utgangspunkter. Generelt er utgangspunktet for skogforskningens del den, at man etterstrever å klargjøre de aktuelle fenomen som innvirker på trærnes vekst. I praksis betyr dette til eks., at man forsker næringsemnernes utvaskning og oppnåelig vekstreaksjon etter gjødsling på snøen, i den hensikt, at om ikke tapet av næringsemnene nedsetter vekstreaksjonen, så er det en lønnsom fortjenste med spredning på snøen sett fra et spredningsteknisk synspunkt, og fra

Ønsket om utføring av arbeidet året rundt. Sett fra gjødslerens synspunkt, er det uten betydning med noen få kilo i tillegg til anvendte hundrede kiloer.

For alle de forskjellige undersøkelsene samlet, er det viktig å legge merke til variasjonene i resultatene. De presenterte resultatene må derfor også bli tatt som eksempler fra enkelttilfeller. Dette betyr, at generalisering av resultatene kan føre til feilkonklusjoner. Skoggjødslingens effekt på overflatevannets forurensningsgrad, er ennå ikke tilstrekkelig belyst med forskningsresultater. Vi vet allerede nå, at dens betydning generelt ikke er så stor sammenlignet med andre forurensende kilder. Allikevel kunne man minske utvaskningsfaren fra nuværende nivå ved å bruke riktige gjødselsslag, riktige spredningsmetoder og spredningstidspunkter, slik at trærnes vekstresultater ikke blir dårligere. I prinsippet er næringssementene som har gått tapt til overflatevannet ugjenvinnelige, sett fra skoggjødslerens side. Utvaskningens minimering er derfor også gjødslerens fordel.

- H u i k a r i , O., 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.
- K a r s i s t o , K. K., 1970. Lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisesta turvemailta. Summary: On the washing of fertilizers from peaty soils. Suo 3-4.
- K a r s i s t o , K. K. & R a v e l a , H., 1971. Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different times of the year. Acta Agralia Fennica 123. (Samme er også publisert: Suo n:o 3-4/1971).
- L i n n a , R., 1966. Piipsannevan suohydrologisen koekentän perustaminen ja alustavat havainnot. Oulun yliopiston rakennusinsinööri-osaston diplomityö.
- P a a v i l a i n e n , E., 1969. Tutkimuksia levitysaikakohdan 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.
- "- 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using ¹⁵N labelled urea. MTJ 79.2.
- S ä r k k ä , M. 1970. Metsälannoituksen vaikutus vesistöissä. Summary: On the influence of forest fertilization on watercourses. Suo 3-4.
- Lisäksi käytettävissä on ollut tri K. Salosen, lis. E. Nummisen, lis. K. Paarlahden ja allekirjoittaneen toimesta kerättyä julkaisematonta materiaalia.

