

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

1/1979

TURVEMAIDEN METSÄNLANNOITUSTUTKIMUKSISTA

Eero Paavilainen

Helsinki 1979

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

SISÄLLYS

	sivu
1. JOHDANTO	2
2. TURVEMAIDEN RAVINNETALOUS	3
3. LANNOITUSTARPEEN MÄÄRITTÄMINEN	5
4. KÄYTÄNNÖN LANNOITUSOHJEISIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	7
41. Suotyyppi	7
42. Muut kasvupaikkatekijät	10
43. Puusto	12
44. Lannoitelaji ja -määrä	14
45. Lannoitusajankohta	15
46. Levitystekniikka	16
47. Lannoituksen taloudellinen edullisuus	17
5. LANNOITUKSEN SIVUVAIKUTUKSET	18
6. KIRJALLISUUTTA	19

1. JOHDANTO

Turvemaiden metsänlannoitusta koskeva tutkimus- ja koetoiminta on eräs metsäntutkimuslaitokseen vuonna 1928 perustetun suontutkimusosaston tehtävistä. Koetoiminta aloitettiin prof. O.J. Lukkalan toimesta jo vuonna 1929, jolloin tehtiin ensimmäiset soiden kalkituskokeet. Vanhimmat tuhkalannoituskokeet ovat vuodelta 1937. Kokeet väkilannoitteilla aloitettiin vuosina 1929-32 levittämällä lannoitetta nevojen kylvön yhteydessä kylvöruutuun pieniä määriä. Ensimmäiset hajalannoituskokeet perustettiin 1940-luvulla. Laaja systemaattinen koetoiminta käynnistettiin 1950-luvulla, jolloin metsäojituksen koneellistamisen johdosta tapahtunut ojituskustannusten aleneminen loi edellytykset käytännön lannoitustyölle. Vuoden 1978 loppuun mennessä on metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ja tutkimusasemien toimesta perustettu soille kaikkiaan yli 27 000 lannoituskoealaa. Niistä sekä kasvihuone- ja laboratorio- tutkimuksista saatavan tiedon avulla pyritään luomaan kestävä pohja turvemaiden metsänlannoitustoiminnalle Suomessa. 1,4,9,11,66, 67,68,154

Metsänlannoitustutkimukset voidaan jakaa: 1) perusteita selvittäviin tutkimuksiin ja 2) käytäntöä välittömästi palveleviin tutkimuksiin. Tutkimalla esimerkiksi puuston lannoitustarvetta ja sen määrittämis- menetelmiä, kasvuhäiriöitä tai ravinteiden kiertoa erilaisissa metsiköissä, selvitetään lähinnä lannoitustoiminnan kehittämisen perusteita. Tällä hetkellä tutkimustoiminnan pääpaino on kuitenkin käytäntöä välittömästi palvelevien kenttäkokeiden perustamisessa ja mittaamisessa. Näiden kenttäkokeiden avulla saadaan käsitys ennen muuta siitä, mikä on lannoituksella aikaansaattava puuston kasvun- lisäys erilaisissa olosuhteissa.

Käsillä olevassa yhteenvedossa tarkastellaan turvemaiden metsänlannoitustutkimuksen nykytilaa ja kehittämistarpeita. Metsäntutkimuslaitoksessa tehdyn ja käynnissä olevan tutkimuksen lisäksi on pyritty ottamaan huomioon Helsingin yliopistossa sekä jossakin määrin myös ulkomailla tehty tutkimus. Numerot kappaleiden lopussa viittaavat kirjallisuusluetteloon.

2. TURVEMOIDEN RAVINNETALOUS

Keskeisiä tutkittavia kysymyksiä ovat mm. ravinteiden mineralisaatio, kierto ja ravinnetase erilaisissa metsiköissä, eri ravinteiden ja ravinnesuhteiden vaikutus puiden kasvuun sekä kasvussa esiintyvät häiriöt ja niiden syyt.

Turvemaiden ravinnetalouden ja puuston kasvun välistä suhdetta sekä sen riippuvuutta muista kasvutekijöistä selvitetään metsäekologisissa kenttäkokeissa, joista tärkeimmät sijaitsevat Vilppulassa ja Kivalossa. Niillä on käynnissä laaja maabiologinen tutkimustyö, jota täydennetään muista kenttäkokeista ja laboratoriotutkimuksista saatavilla tuloksilla. Tarkoituksena on selvittää erityisesti ravinteiden mineralisaatiota ja sen riippuvuutta ojituksen tehokkuudesta ja lannoituksesta. Tähän mennessä on mm. tutkittu tuhkan, kalkituksen ja eräiden lannoitelajien vaikutusta turpeen mikrobistoon. Koekentillä on selvitetty myös lannoituksen vaikutusta puiden juuristosuhteisiin. Lähivuosina on odotettavissa runsaasti lisätietoja turpeiden kemiallisista ja biologisista ominaisuuksista.

3,52,53,55,58,71,76,80,83,93,112

Ravinteiden kiertoa ja ravinnetasetta koskevat tutkimukset turvemaan männiköissä on käynnistetty v. 1974 ja koivikoissa v. 1978. Niistä saadut ja mm. eräiden aikaisempien ^{15}N -isotoopilla tehtyjen kokeiden tulokset osoittavat, että puut ottavat varsin pienen osan lannoituksessa annetuista ravinteista ja että karikkeiden mukana palautuvien ravinteiden määrä on samoin vähäinen. Pintakasvillisuuden huomattava merkitys ravinteiden käyttäjänä on ilmennyt näissä ja muissakin, myös Helsingin yliopiston suorittamissa tutkimuksissa. Vuoden 1979 aikana laaditaan männyn osalta raportti edellisen vuoden aikana tehtyjen mittausten tuloksista. Ravinteiden kiertoa koskevaa tutkimustyötä on tarpeen jatkaa ainakin nykyisessä laajuudessaan. 40,50,90,103,124,143,158,167,180,181

Kaikki lannoituskokeet antavat luonnollisesti tietoja eri ravinteiden ja ravinnesuhteiden vaikutuksesta puuston kasvuun. Tehostettua ravinnetalouden perusteita koskevaa tutkimustyötä tarvitaan kuitenkin niissä tapauksissa, jolloin turvemaan metsiköissä havaitaan kasvuhäiriöitä tai suoranaista puiden kuolemista. Tunnetuimpia esimerkkejä tästä ovat ravinneköyhät rahkaiset suot sekä typpirikkaat molinianevat ja rimpiletot, joilla joko lannoituksen turvin tai luonnostaan alunperin hyvin kasvamaan lähtenyt taimisto alkaa taantua yhden tai useamman ravinteen puutteen takia. Yksipuolinen lannoitus - esim. typellä - kärjistää tässä vaiheessa ravinnesuhteita edelleen puiden kasvun kannalta epäedulliseen suuntaan. Tutkimuksissa on selvitetty ravinnesuhteiden merkitystä niukkaravinteisten soiden jatkolannoituksessa, ja on mm. todettu, että typen tarve voidaan arvioida neulasten N/P-suhteen perusteella. Runsasravinteisilta soilta on niukasti tietoja, joten varsinkin niillä tulisi tehostaa tutkimustoimintaa. 59,101

Viime vuosina on todettu, että kasvuhäiriöitä saattaa esiintyä ojitetuilla turvemailloilla paitsi edellä mainituissa tapauksissa myös yleisemminkin. Ilmiö näyttää niin laajalle levinneeltä, että kasvuhäiriöiden tutkimista ja torjuntamenetelmien kehittämistä varten on aloitettu erityinen tutkimusprojekti. Tähän mennessä on mm. todettu, että kasvuhäiriöpuiden maanpäällisissä osissa ja juuristoissa on ollut solurakennemuutoksia ja että niiden neulasten hivenravinnepitoisuus on yleensä alempi kuin terveiden puiden. Runsas lannoitus saattaa lisätä häiriöiden määrää. Eräissä tapauksissa on häiriöitä kyetty ehkäisemään tuhka- tai hivenlannoituksella. Paitsi Suomessa myös ulkomailla on pidetty mahdollisena, että hivenravinteiden puute voi aiheuttaa kasvuhäiriöitä. Useita tätä kysymystä selvittäviä tutkimusraportteja valmistuu lähivuosina. Projektia on tarkoitus jatkaa ainakin vuoden 1981 loppuun asti. 10,57,60,61,63,98,108,118,119,120,121,128,129,132,133,143,144

3. LANNOITUSTARPEEN MÄÄRITTÄMINEN

Suometsien lannoitustarpeen määrittämisen lähtökohtana on kasvu- paikkojen luokittelu niiden luontaisen ravinteisuuden perusteella sekä kenttäkoetoiminta, jolla selvitetään lannoituksen vaikutus puuston kasvuun eri ravinteisuusluokissa. Käytännön lannoitustoimintaa varten on kehitetty pintakasvillisuuteen ja puustoon perustuva luokitus, joka käsittää kuusi ravinteisuusluokkaa. Lannoitussuositus on annettu kullekin ravinteisuusluokalle erikseen tärkeimpien pääravinteiden tyyppien, fosforin ja kaliumin osalta. Toistuvilla kenttäkokeiden inventoinneilla pyritään varmistamaan suositusten paikkansa pitävyys. Toistaiseksi ovat koetulokset tukeneet suosituksissa esitettyjä suuntaviivoja. 2,4,7,9,20,90,98,105,108 ym.

Paikalliset olosuhteet saattavat aiheuttaa keskimääräissuosituksista poikkeavaa vaihtelua, joka ilmenee varsinkin arvioitaessa ensimmäistä lannoitusta seuraavan jatkolannoituksen tarvetta. Jatkolannoitusvaiheessa ei aina saada selville alkuperäistä suotyyppeä, minkä lisäksi lannoituksen laatu ja monet muutkin tekijät vaikeuttavat lannoitustarpeen määrittämistä. Tämän vuoksi on tutkittu muita menetelmiä lannoitustarpeen arvioimiseksi.

Tällä hetkellä näyttää puiden neulasten ravinnepitoisuuksien ja niiden välisten suhteiden tutkiminen yhdistettynä puuston kasvua sekä kasvupaikkaa koskeviin tietoihin olevan verraten käyttökelpoinen ja ainakin maan kemiallista analyysiä parempi menetelmä suometsien lannoitustarpeen määrittämisessä. Myös puiden ravinnepuuteoireita on kuvattu ja niiden tarkkailu onkin eräs varsin tärkeä apukeino lannoitustarvetta arvioitaessa. Muina menetelminä on kokeiltu mm. juuristoanalyysiä. Kokeet monikaistakuvauksella, joka kenties voi osoittaa ravinteiden puutteen ennen silmin havaittavia häiriöitä, ovat lähdössä käyntiin.^{77,117,122,123,131,177,178,179.}

Resursseja lannoitustarpeen määrittämismenetelmiä koskevaan tutkimukseen tulisi lisätä nykyisestään. Menetelmiä kehitettäessä olisi erityisesti tutkittava, voidaanko niiden avulla ennustaa lannoituksella aikaansaattava kasvunlisäys.

4. KÄYTÄNNÖN LANNOITUSOHJEISIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

4.1. Suotyyppi

Lukuisten tutkimusten perusteella tiedetään, että turvemaat ovat ravinteisimpia lehto- ja ruohokorpia lukuunottamatta fosfori- ja kaliköyhiä. Näiden ravinteiden lisääminen on siis lannoituksessa tarpeen. Sen lisäksi on tutkimuksissa pyritty selvittämään, millä suotyypeillä tarvitaan fosforin ja kaliumin lisäksi myös typpeä. 4,9,36,54,56,57,68,87,154,159,165,166,188,189 ym.

Tupasvilla- ja isovarpuisten sekä niitä niukkaravinteisempien karujen soiden lannoituksessa on typen käyttö tarpeen, sillä tämän ravinteiden puute voi estää ko. suotyypeillä PK-lannoituksenkin vaikutuksen ilmenemisen. Myös piensararämeillä, etenkin niiden ollessa ohutturpeisia, NPK-lannoitus lisää enemmän puuston kasvua kuin pelkkä PK-lannoitus. Sensijaan lannoitettaessa ensimmäistä kertaa suursaraisia ja niitä ravinteisempia rämeitä typen puute ei näytä olevan puiden kasvua rajoittava minimitekijä. 9,36,56,91,98,101,102

Ojituksen vanhetessa puuston kasvu paranee, sen kuutiomäärä lisääntyy ja ravinteiden tarve samalla kasvaa. Vanhojen ojitusalueiden hyväkasvuissa metsiköissä voi typen käyttö nousta tämän johdosta niin suureksi, että myös typpi - vaikkei se olisikaan puuston kasvuun vaikuttava minimiravinne - saattaa parantaa kasvua. Lannoitus-suosituksissa esitetäänkin typpeä käytettäväksi turvekankailla ja muuttumilla edellyttäen, että puusto on hyväkasvuista ja täysitiheää. 20,94,99,182

Typpirikkaat lettosuot ovat paitsi metsäojituksen myös lannoituksen kohteina ongelmallisia. On kyllä koetuloksia, joiden mukaan PK-tai tuhkalannoitus ovat selvästi parantaneet puuston kasvua letoilla, mutta myös epäonnistumisia on todettu. Myös laboratorio-kokeissa lettoturve on ollut lannoitettunakin esim. korpiturvetta heikempi puiden kasvualustana. Tähänastisten kokemusten perusteella on suositeltu PK-lannoitusta letoille, vaikka niiden ravinnetalous on vielä jossakin määrin puutteellisesti tunnettu. 20,110,85

Karuilla soilla lannoitusvaikutuksen kesto aika on yleensä verraten lyhyt. Tämä johtuu siitä, että NPK-lannoituksesta huolimatta typen puute muodostuu jo vajaan 10 vuoden kuluttua puiden kasvua rajoittavaksi tekijäksi. Sensijaan luontaisesti typpirikkailla soilla (esim. suursara- ja ruohorämeet) on PK-lannoituksen puuston kasvua lisäävä vaikutus tavallisesti pitkäaikainen, mikäli ojitus on riittävän tehokas. 9,21,25,26,31,36,99,100,105,108

Vähäravinteisten soiden jatkolannoituksessa on varmintä käyttää kaikkia pääravinteita: typpeä, fosforia ja kaliumia. Pelkkä typpilannoitus lisää koetulosten mukaan vähemmän puuston kasvua kuin NPK-lannoitus. Lisäksi on todettu, että yksipuolinen typpilannoitus vaikuttaa suorastaan haitallisesti puuston kasvuun kaikkein karuimmilla rahkaisilla soilla. Samoin tulokset osoittavat, että PK-jatkolannoituskin saattaa heikentää puuston kasvua, jos käyttökelpoisen typen määrä on kasvupaikalla vähäinen. Eräiden koetulosten perusteella on arveltu, että pienillä määrillä usein toistettu lannoitus, jossa typpeä käytetään varovaisesti, antaisi karuilla soilla parhaan tuloksen. 57,59,105,107,109

Suursaraisten ja niitä ravinteisempien soiden jatkolannoituksessa olisi kaikesta päätellen edullista, että eri ravinteiden käyttö porrastettaisiin keskenään. Ensimmäisessä lannoituksessa vaikuttaa eri pääravinteista fosfori tavallisesti aluksi voimakkaimmin puuston kasvuun, mutta varsinkin paksuturpeisilla ja ruohoisilla soilla tulee viimeistään 10 vuoden kuluttua puutetta myös kaliumista. Typen tarvetta alkaa esiintyä puuston ollessa täysitiheää ja hyväkasvuista. Teoriassa olisi edullisinta antaa jatkolannoituksessa kerrallaan vain kulloinkin minimissä olevaa ravinnetta, siis aluksi fosforia sekä myöhemmin kaliumia ja ehkä typpeäkin. Käytännössä mm. työtekniiset näkökohdat eivät kuitenkaan suosi tällaista menettelyä ainakaan laajoilla työkohteilla. 36,99,108,109

Pelkän typen käyttöä runsasravinteisten soiden jatkolannoituksessa ei voida yleensä suositella. Paitsi sitä, ettei typellä yksinään voida paljontaan vauhdittaa puustonkasvua, on odotettavissa erilaisia kasvuhäiriöitä, kuten latvojen kuolemista. Tutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä, että hivenravinteiden käyttö saattaa olla tarpeen jatkolannoitusvaiheessa, etenkin kasvuhäiriöiden torjumiseksi. Kokeet ovat kuitenkin vielä siksi nuoria ja tuloksiltaan vaihtelevia, että käytännön suosituksia varten tarvitaan lisätietoa. Kuitenkin jo nyt on suometsien PK-lannokseen lisätty fosfori. 10,108,129 ym.

Lannoitteiden käytön ja suotyypin välistä riippuvuutta selvitetään lukuisissa kenttäkokeissa, joita inventoidaan kulloinkin käytettävissä olevien määrärahojen puitteissa. Nimenomaan jatkolannoitustutkimusten tehostamiseksi on laadittu erityinen ohjelma. Sen mukaiset kenttätööt aloitettiin keväällä 1973 ja niitä on jatkettu vuosittain siten, että viimeiset koekentät valmistuivat vuonna 1977.

Tämän ohjelman lisäksi jatkolannoituskokeita on perustettu jo aikaisemmin sekä etenkin 1970-luvulla monien erityiskysymysten selvittämiseksi paitsi suontutkimusosaston myös tutkimusasemien toimesta. On selvää, että tarvetta uusien kokeiden perustamiseen on edelleenkin.

42. Muut kasvupaikkatekijät

Sarkaleveys- ja ojasyvyyskoe kentillä tehtyjen tutkimusten tulokset osoittavat, että turvemailla lannoituksen vaikutus on olennaisesti riippuvainen ojituksen tehokkuudesta. Maan vesitalouden huomattava vaikutus lannoitusreaktioon on hyvin ymmärrettävissä kun otetaan huomioon, että puiden ravintoa ja vettä ottavien juurien valtaosa on äivan turpeen pintakerroksessa. Jos ojitus on heikko ja pohjavesi tämän vuoksi lähellä maanpintaa, on maan ilmatila kasvukauden aikana liian pieni juurten toiminnan kannalta. Tehokkaalla ojituksella on edullinen vaikutus paitsi juuriston toimintaan myös muun muassa juuriston syvyyteen ja mykoritsasuhteisiin. Hyvin suunniteltu ja riittävän tehokas ojitus onkin eräs perusedellytys, jotta metsikkö kannattaisi valita lannoituskohteeksi turvemaalla.

6,9,16,56,73,81,102,157 ym.

Lannoitus olisi yleensä syytä suorittaa aikaisintaan 3-5 vuotta ojituksen jälkeen, jolloin puusto on jo elpynyt ja ravinteiden mineralisaatio vauhdittunut. Näin voidaan yhdistää ojituksella ja lannoituksella saatava hyöty. Niukkaravinteisilla soilla, joilla lannoitus vaikuttaa varsin hitaasti puiden kasvuedellytyksiin ja kasvuun, voi odotusaika olla pitempikin ja ulottua jopa päätehakkuvaiheeseen saakka. Lannoitus tulisi kuitenkin suorittaa siinä vaiheessa, jolloin puusto on vielä kasvuisaa ja elpymiskykyistä.

37,78,79,186

Ojitustoimintaa varten määritelty metsäojituskelvoinisuuden raja on tärkeä myös metsänlannoituksen kannalta. Luontaisesti ojituskelvottomat suot on syytä jättää - mahdollisia erikoistapauksia lukuunottamatta - kokonaan lannoitustoiminnan ulkopuolelle.

Lannoituksen vaikutuksen on todettu turvemaiden kokeissa jonkin verran heikkenevän kasvukauden lämpösumman pienentyessä. Kuitenkin mm. Oulun korkeudella voidaan lannoituksella saavuttaa vielä varsin huomattavia kasvunlisäyksiä. Kasvu on parantunut lannoituksen johdosta kaikkein pohjoisimmillakin Kolarissa ja Sodankylässä sijainneilla tutkimusalueilla. 95,113

Ravinteiden hitaasta mineralisaatiosta johtuu, että niiden puute on Pohjois-Suomessa todennäköisesti suhteellisesti suurempi kuin maan eteläisissä osissa. Helsingin yliopiston tutkimuksissa on ilmennyt, että orgaanisesti sitoutuneita ravinteita, kuten fosforia ja typpeä, voi olla samalla suotyypillä liukoisessa muodossa Pohjois-Suomessa vähemmän kuin Etelä-Suomessa. Viime aikoina on pyritty erityisesti selvittämään, lisääkö typen hidas mineralisaatio typpilannoituksen tarvetta soilla Lapissa ja muualla Pohjois-Suomessa. 187

Typpilannoituksen tarpeen on todettu olevan Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapin eteläosissa samanlaisen kuin Etelä-Suomessakin, missä typpi ei ole männyn kasvua rajoittava minimitekijä lannoitettaessa ensimmäistä kertaa suursaraisia ja niitä ravinteisempia rämeitä.

Helsingin yliopiston tutkimuksissa on todettu, että Koillis-Lapissa (kasvukauden tehoisa lämpösumma alle 850 ddC⁰) PK-lannoitus ei parantanut juuri lainkaan puuston kasvua viljavillakaan suotyypeillä. Suurin kasvunlisäys saatiin NPK- ja NP-lannoituksilla. Metsäntutkimuslaitoksen koekentillä on myöhemmän tutkimuksen perusteella todettu, että PK-lannoitus lisäsi selvästi männyn kasvua ravinteisuudeltaan suursaraisilla ja ruohoisilla soilla vielä Sodankylässäkin. NPK-lannoituksen vaikutus oli n. viiden vuoden ajan voimakkaampi kuin PK-lannoituksen, mutta typen käyttö lisäsi toisaalta kasvuhäiriöitä. Ojituksen erilainen ikä selittänee ainakin osaksi esitettyjen tutkimustulosten välisiä eroja. Toistaiseksi ei typpilannoituksen käyttöä ravinteisilla soilla voida suositella Lapinkaan olosuhteissa, vaan jatkotutkimukset ovat tarpeellisia. Ojituksen, ilmaston ym. kasvupaikkatekijöiden vaikutuksesta saadaan jatkuvasti lisätietoja inventoimalla olemassa olevia kenttäkokeita. Resurssien lisätarve on ilmeinen. 95,108,113,186

43. Puusto

Lannoitusreaktion ja puuston laadun välisen riippuvuussuhteen yksityiskohtaista tutkimista ei ole pidetty suontutkimusosaston tehtävänä sen vuoksi, että metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osastossa on erillinen kasvu- ja tuotostutkimuksen tutkimussuunta. Kenttäkokeiden inventoinnin yhteydessä on kuitenkin saatu tietoja myös puulajin, puuston rakenteen ym. tekijöiden ja lannoituksella saavutettavan kasvunlisäyksen välisestä riippuvuudesta.

Valtaosa lannoituskokeista on perustettu joko metsänviljelyn yhteydessä tai taimistoihin taikka nuoriin metsiin. Lannoitteiden käytöstä istutuksen ja kylvön yhteydessä on jo runsaasti tietoja sekä Suomesta että muista maista. Uusien kenttäkokeiden perustamiseen ei tältä osin ole enää kovin suurta tarvetta. Sama koskee myös taimistojen lannoitusta. Sensijaan kasvatus- ja päätehakkuaikäisten metsiköiden lannoituksesta tarvittaisiin lisäaineistoa. Tutkimuslaitos on jo perustanut v. 1965 koesarjat varttuneisiin männiköihin ja vuosina 1973-74 varttuneisiin koivikoihin ja kuusikoihin. Männiköt on kertaalleen mitattu. Niiden uusintamittaus sekä koivikoihin ja kuusikoihin perustettujen kokeiden ensimmäinen mitaus ovat ohjelmassa vuosina 1979-80. Uusia koekenttiä tulisi kuitenkin vielä perustaa mahdollisuuksien mukaan. 9, 36, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 69, 72, 73, 74, 75, 84, 85, 101, 106, 111, 140, 141, 142, 147, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 160, 164, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 183, 184, 192, 193, 194, 190, 191 ym.

Turvemailla on lannoitettu etupäässä puhtaita männiköitä tai mäntyvaltaisia metsiä. Tiedot muiden puulajien reagoinnista lannoitukseen perustuvat lähinnä metsityskokeista saatuihin tuloksiin.

Eräitä kokeita on tosin perustettu varttuneisiin koivikoihin ja kuusikoihin, kuten jo edellä todettiin. Jo mitatussa mustikkakorven kuusikon koesarjassa lannoitus vaikutti neulasten ravinnepitoisuuteen ja puuston kasvuun samaan tapaan kuin männikössäkin. Typpi tehosti PK-lannoituksen vaikutusta harvennusikäisessä kuusikossa, mutta ei lisännyt sanottavasti kasvua puuston ollessa uudistuskypsää. Lannoituskokeita on kuitenkin vielä liian vähän, jotta puulaji ja puuston kehitysvaihe voitaisiin ottaa riittävästi huomioon lannoitussuosituksissa.

9, 47, 49, 94, 169 ja ulkomaiset tutkimukset

Lähes kaikki tähänastiset koetulokset osoittavat, että lannoitus lisää tiettyyn rajaan asti sitä enemmän kasvua, mitä paremmin puusto kasvaa ennen lannoitusta. Lannoitusreaktion voimakkuus on riippuvainen ennen muuta puiden latvuston ja yhteyttävän neulasiston tilasta. Puuston elpymiskykyyn ja muuhun metsänhoidolliseen tilaan onkin kiinnitettävä erityistä huomiota metsänlannoituksia suunniteltaessa ja tehtävä tarpeelliset kunnostushakkuut hyvissä ajoin ennen lannoitusta. Kasvu- ja tuotostutkimuksissa tulisi mm. selvittää lannoitusreaktion riippuvuutta metsikön kehitysvaiheesta, rakenteesta ja hakkuiden voimakkuudesta. 37,78,79,185 ym.

44. Lannoitelajit ja -määrät

Fosforilannoitelajin valinnalla on tärkein merkitys soiden metsänlannoituksessa. Yksiravinteisista lannoitteista superfosfaatti lisää nopeimmin kasvua, mutta kokonaisuudessaan se vaikuttaa puuston kasvuun lyhyemmän ajan kuin raakafosfaatti. Hyviä tuloksia on saatu myös kotimaisilla apatiiteilla. Mikäli lannoituksessa annetaan fosforin lisäksi myös kaliumia, kuten yleensä tehdään, on raakafosfaattipohjainen myös booria sisältävä rakeinen PK-lannos erityisesti turvemaille sopiva lannoite. Yksiravinteisena kalilannoitteena käytetään kalisuolaa. 5,12,23,28,36,41,116,145,146,148,149,152,163 ym.

Typpilannoitteista on urea antanut turvemaiden kokeissa jonkin verran ousalsalpietaria heikomman tuloksen. Laboratoriokokeet viittaavat sekä säätekijöiden että urean typen voimakkaan biologisen pidättymisen turpeeseen lannoituksen jälkeen voivan olla osasyynä urean muita typpilajeja heikompaan vaikutukseen. Lannoitteen hinta,

levityskustannukset ja ympäristön suojeluun liittyvät näkökohdat huomioon ottaen on ureaa kuitenkin pidettävä tällä hetkellä edullisimpana typpilannoitteena edellyttäen, että levitys tapahtuu 5,12,86,87,88,91,92,112 sääsuhteiden puolesta sopivaan aikaan.

Kokeita eri lannoitelajeilla on jo perustettu runsaasti ja ne antavat luotettavan pohjan lannoitelajin valinnalle. Sitä mukaa kun uusia lannoitteita kehitetään, joudutaan niiden käyttökelpoisuus turvemaiden lannoitukseen testaamaan kenttäoloissa.

Sopivaksi fosforimääräksi lannoituksessa suositellaan yleensä 100 kg P_2O_5 /ha, mutta puiden kasvu paranee jo puolta pienempääkin määrää käytettäessä. Fosforimäärän noustessa lannoituksen vaikutusaika pitenee. Typpilannoituksella saatava kasvunlisäys suurenee typpimäärän noustessa ainakin 125 kg N/ha saakka. 500 kg N/ha suuremmat määrät vaikuttavat haitallisesti. Kovin pienien lannoitemäärien käyttö ei anna hyvää tulosta sen vuoksi, että suuri osa ravinteista pidättyy maahan ja pintakasvillisuuteen eikä tule puiden käyttöön. 5,12,23,28,36,41,86,87,88,91,92,145,146,148,149,152

45. Lannoitusajankohta

Hitaasti liukenevien fosforilajien, kuten raakafosfaatin, huuhtoutuminen veden sulamisvesien mukana on varsin vähäistä, minkä vuoksi niitä voidaan levittää talvellakin. Sensijaan helppoliukoisista NPK- ja aikaisemmin myös PK-lannoitteista voi fosforia kulkeutua sulamisvesien mukana niin paljon, että lannoituksella aikaansaattava

Kasvunlisäys jää talvilevityksessä pienemmäksi kuin suoritettaessa levitys paljaalle maalle. Typpilannoitteista oulunsalpietari on altis huuhtoutumiselle ja mahdollisesti ureakin, jos lumikerros on paksu levitysaikana tai jos levitys suoritetaan suoraan sulavaan lumeen. 17,32,34,43,44,82,90,

Tarkoin ei tiedetä, mikä on lannoitteiden edullisin levitysajan kohta sulan maan aikana. NPK-lannoitus antoi kokeissa kaikkina kuukausina hyvän tuloksen, joskin syyslevitys oli vaikutukseltaan jonkin verran muita parempi. Siinä tapauksessa, että halutaan mahdollisimman voimakas kasvureaktio jo lannoitusvuotena, on lannoitettava ennen puiden kasvun alkamista. Urealannoituksen vaikutuksen on todettu riippuvan sääsuhteista. Vaikutus jää heikoksi pitkän poutajakson lopulla alunperin kostean turpeen kuivuessa. 22,82,96, 104,114

Lannoitusajankohdan merkitystä koskevaa tutkimustoimintaa on tarpeen edelleen jatkaa mm. entistä paremman käsityksen saamiseksi sääsuhteiden vaikutuksesta lannoitustulokseen.

46. Levitystekniikka

Lannoitteiden edullisimman levitystekniikan selvittämiseksi on aloitettu vuonna 1973 erityinen tutkimusprojekti, joka jatkuu eräiltä osin vielä v. 1979. Siinä on selvitetty erilaisten lannoitteiden levitysmenetelmien vaikutusta lannoitustasaisuuteen sekä saavutetun lannoitustasaisuuden merkitystä puuston kasvulle.

89,134, 135,136,137,138,139

Lannoitustasaisuuden perusteella arvostellen sekä käsinlevitys, lentokonelevitys että moottorikelkkalevitys soveltuvat turvemaiden metsänlannoitukseen, mikäli kutakin menetelmää käytetään siihen sopivassa kohteessa. Kokeissa oli myös puuston kasvun elpyminen jokseenkin yhtä hyvä kaikkia em. menetelmiä käytettäessä. Jos moottorikelkkalevityksessä käytetään suometsien jauhemaista PK-lannosta, leviävät tämän mekaanisen lannoiteseoksen fosfori- ja kalifraktiot eri tavalla ja ravinnesuhteet muodostuvat lannoitusalueella todellisuudessa erilaisiksi kuin on tarkoitettu ja muutos voi olla puiden kasvun kannalta epäedullinen. Tämä haitta vältetään käyttämällä rakeista PK-lannosta. Koetulokset ovat selvästi osoittaneet, että lannoitustasaisuutta parantamalla voidaan tehostaa lannoituksen vaikutusta. Tämä edellyttää huolellista töiden suunnittelua ja valvontaa. Uusien levitysmenetelmien ja koneiden, kuten helikopterin, käyttömahdollisuuksia tulee edelleen selvittää.

29,30,35,137,139

47. Lannoituksen taloudellinen edullisuus

Turvemaiden lannoituksen taloudellisen edullisuuden tutkiminen kuuluu metsäekonomian tutkimusosaston liiketieteen tutkimussuunnalle. Alustavia selvityksiä on käynnissä suontutkimusosaston aineistoon perustuen ja niistä saadaan tietoja jo lähiaikoina. Metsänlannoitustoimintaa varten olisi tarpeen ensi tilassa suorittaa teoreettisia laskelmia lannoituksen eri tuotos- ja kustannusvaihtoehtojen edullisuudesta. Empiirisiä raja-arvoja on jo saatavissa sekä kokeista että käytännön lannoitustoiminnan piiristä.

Helsingin yliopistossa on lannoituksen kannattavuudesta tehty monipuolisia selvityksiä, jotka ovat hyödyttäneet metsänparannustoimintaa. 161,162

5. LANNOITUKSEN SIVUVAIKUTUKSET

Eräs lannoituksen sivuvaikutuksista on puun laadun muuttuminen. Sitä tutkittiin aluksi suontutkimusosaston ja Keskuslaboratorion yhteistyönä, mutta nykyisin puun laatua koskevat tutkimukset kuuluvat metsäteknologian osaston puuteknologian tutkimussuunnalle. Myös metsätuhoista on tehty muiden tutkimusten yhteydessä havaintoja (mm. Kivisuon metsänlannoituskoekentällä), mutta varsinainen alan tutkimustyö tapahtuu metsänsuojelun tutkimusosastossa.

14,15,62,64,65

Veden laatua on selvitetty ojasyvyys- ja sarkaleveyskoekentillä ja niin on perusteltua tehdä vastaisuudessaakin, vaikka varsinainen vesistöjä koskeva tutkimus kuuluu lähinnä Vesihallituksen tehtäväpiiriin. Tutkimuksissa on todettu, että PK-lannoitus lisää vesistöihin tulevan fosforin ja kaliumin määrää, joskin varsin vähän käytettyihin lannoitemääriin verrattuna. Lannoitteiden levitystä kevättalvella ja lumen sulamisvesiin on tulosten mukaan syytä välttää, siitäkään huolimatta, että tärkein turvemaiden fosforilannoite, raakafosfaatti, ei liukene lainkaan veteen.

18,19,24,27,32,29,43,
44,70,97,115

Metsänparannusalueilla on tehty havaintoja ja mittauksia lannoituksen vaikutuksesta metsien sivutuotantoon: riistaan, marjoihin ja sieniin. Lannoituksen vaikutus on ollut yleensä ainakin lyhytaikaisesti edullinen. Näiden tutkimusten jatkaminen on tarpeellista. Marjojen ja sienten tuotannon sekä puuntuotannon välisiä riippuvuussuhteita ja moninaiskäytössä kysymykseen tulevia lannoitus- ja muita metsänhoidollisia menetelmiä tulisi selvittää nykyistä perusteellisemmin.

8,33,38,42,125,126,127,130

6. KIRJALLISUUTTA

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisutoiminta

1. AVERY, M. 1975. Peatland forest fertilization bibliography 1949-75. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1 (1975).
2. HUIKARI, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöä silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types especially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fenn.* 75.1.
3. HUIKARI, O. 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. *Commun. Inst. For. Fenn.* 42.2.
4. HUIKARI, O. 1961. Koetuloksia metsäojitettujen soiden ravinnetalouden keinollisesta parantamisesta. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 5(1961).
5. HUIKARI, O. 1964a. Erilaisten fosfori- ja typpilannoitteiden soveltuvuudesta ojitettyjen suometsien lannoitukseen. *Leipä Leveämmäksi* 1 (1964).
6. HUIKARI, O. 1964b. Metsänhoidon perusteista. Summary: On the principles of forestry. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 8(1964).
7. HUIKARI, O. 1967. Om gödsling av torvmarker för att öka skogens avkastning. Gödsel- och Kalkindustriernas Samarbetsdelegation. *Skriftserie* 9.
8. HUIKARI, O. 1972. Marjojen ja sienten tuotanto metsäojitusalueella. Summary: Berry and mushroom production in forest drainage areas. *Lapin Tutkimusseura. Vuosikirja XIII.*
9. HUIKARI, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1(1973).
10. HUIKARI, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. *Metsä ja Puu* 11(1974).
11. HUIKARI, O. 1975. Metsänlannoituksen kansantaloudellinen ja energiapoliittinen merkitys. *Leipä Leveämmäksi* 2 (1975).
12. HUIKARI, O. 1976. Use of different N, P and K fertilizers in forests growing on drained peat. *International Symposium of Forest Fertilization. Fao-IUFRO. Rome 1973:391-404.*
13. HUIKARI, O. 1977. Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. *Silva Fennica* 11.3.
14. HUIKARI, O., JENSEN, W. ja PALENIUS, I. 1967. Influence of fertilization of Finnish softwood grown on swamp on yield and quality of pulp. *Proceedings of the Vth Colloquium of the International Potash Institute. Jyväskylä, Finland, 1967.*

15. HUIKARI, O., JENSEN, W., VIRKOLA, N-E. ja PAARLAHTI, K. 1964. Wood grown in fertilized forests as a raw material for pulp manufacture. Paper and Timber 8(1964).
16. HUIKARI, O. ja PAARLAHTI, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. Selostus: Kenttäkokeiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta. Commun. Inst. For. Fenn. 64.1.
17. HUIKARI, O. ja PAAVILAINEN, E. 1970. Lannoitteiden levityssajan kohta suometsissä. Leipä Leveämmäksi 1(1970).
18. HUIKARI, O. ja PAAVILAINEN, E. 1971a. Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö. Summary: Forest improvement works and multiple use of nature. Folia For. 113.
19. HUIKARI, O. ja PAAVILAINEN, E. 1971b. Moorentwässerung und Moorschutz in Finnland. Allgemeine Forstzeitschrift 40(1971).
20. HUIKARI, O. ja PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. Helsinki.
21. IPATIEV, V. ja PAAVILAINEN, E. 1975. Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä. Summary: Duration of the effect of fertilization in an old pine stand growing on a cottongrass pine swamp. Folia For. 241.
22. KARSISTO, K. 1967. Eri ajankohtina annetun NPK-lannoituksen aiheuttamista reaktioista rämeen männyntaimistoissa. Summary: The effects of NPK fertilization at different dates on pine seedling stands. Suo 18.4.
23. KARSISTO, K. 1968. Eri fosforilannoitelajien soveltuvuus suometsien lannoitukseen. Summary: Using various phosphatic fertilizers in peatland forests. Suo 19.6.
24. KARSISTO, K. 1970. Lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisesta turvemailta. Summary: On the washing of fertilizers from peat soils. Suo 21:3-4.
25. KARSISTO, K. 1972a. Lannoituksen vaikutuksen kesto ajasta suometsissä. Summary: On the duration of fertilizer application to peatland forests. Suo 23:3-4.
26. KARSISTO, K. 1972b. Lannoituksen vaikutuksen kesto ajasta suometsissä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2(1972).
27. KARSISTO, K. 1972c. Ravinteiden huuhtoutumisesta lannoitetuista suometsistä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2(1972).
28. KARSISTO, K. 1973a. Esituloksia suometsien fosforilannoitelajikokeista. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja. 4(1973).
29. KARSISTO, K. 1973b. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 5(1973).
30. KARSISTO, K. 1973c. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säikeistä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 6(1973).

31. KARSISTO, K. 1974a. On the duration of fertilization influence in peatland forests. Proceedings of the International Symposium on Forest Drainage. Jyväskylä-Oulu, Finland, 1974.
32. KARSISTO, K. 1974b. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 13(1974).
33. KARSISTO, K. 1974c. Metsänparannusalueet riistan kannalta. Summary: Forest amelioration and the stocks of game. Suo 25.
34. KARSISTO, K. 1974d. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 7(1974).
35. KARSISTO, K. 1975. Metsänlannoitteiden maastovarastointi. Leipä Leveämmäksi 1(1975).
36. KARSISTO, K. 1976a. Fosforilannoitelajit suometsien lannoituksessa. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6(1976).
37. KARSISTO, K. 1976b. Puuston elpyneisyyden vaikutus lannoitus-tulokseen. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 15(1976).
38. KARSISTO, K. 1976c. Effect of forest improvement measures on the game. Discussion paper presented at XVI IUFRO World-Congress. Oslo 1976.
39. KARSISTO, K. 1976d. Metsäntutkimuslaitoksen ympäristölliset vaikutukset. Metsä ja Puu 9(1976).
40. KARSISTO, K. 1976e. Lisätyt ravinteet metsän ekosysteemissä. Metsä ja Puu 11(1976).
41. KARSISTO, K. 1977. Kotimaisten fosforirikasteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Suo 28.2.
42. KARSISTO, K. ja ISSAKAINEN, J. 1974. Riistan tuottaminen metsänparannusalueilla. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 11(1974).
43. KARSISTO, K. ja RAVELA, H. 1971a. Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different time of the year. Acta Agr. Fenn. 123.
44. KARSISTO, K. ja RAVELA, H. 1971b. Eri ajankohtina annettujen fosfori- ja kalilannoitteiden huuhtoutumisesta metsäojitus-alueilla. Summary: Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different times of the year. Suo 22:3-4.
45. KAUNISTO, S. 1968. Lannoitettu kasvuturve metsäpuiden siementen itämisalustana. Summary: Fertilized garden peat as a substratum for germinating forest tree seeds. Suo 19:3-4.
46. KAUNISTO, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Summary: Effect of fertilization, soil preparation and distance of water level on the initial development on Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. Ömmun. Inst. For. Fenn. 75,2.

47. KAUNISTO, S. 1972a. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä. Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. Folia For. 139.
48. KAUNISTO, S. 1972b. Effect of soil preparation and fertilization on the growth of young pine plantations on peat. Proceedings of the 4th International Peat Congress. Otaniemi, Finland. 1972.
49. KAUNISTO, S. 1973. Raudus- ja hieskoivun viljelystä metsäojitetulla suolla. Summary: Afforestation of open peatlands with *Betula pubescens* and *Betula verrucosa*. Suo 24.1.
50. KAUNISTO, S. 1975a. Jyrsintämuokkaus ja lannoitteiden sijoitus männyn kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Summary: Rotavation and fertilizer placement in connection with direct seeding of Scots pine on peat. Greenhouse experiments. Commun. Inst. For. Fenn. 85.4.
51. KAUNISTO, S. 1975b. Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Summary: Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat. Greenhouse experiments. Folia For. 235.
52. KAUNISTO, S. 1976a. Aspects of nitrogen mobilization in peat. Proceedings at the 5th International Peat Congress. Poznan. Vol 11:295-305.
53. KAUNISTO, S. 1976b. Jyrsintämuokkauksen ja lannoituksen vaikutus turpeen eräisiin fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 3(1976).
54. KAUNISTO, S. 1976c. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen suolla. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 3 (1976).
55. KAUNISTO, S. 1976d. Effect of rotary tilling and fertilization on certain physical and biological properties of peat. Voluntary paper presented at XVI IUFRO World-Congress, Oslo 1976.
56. KAUNISTO, S. 1977. Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless sphagnum bogs. Folia For. 317.
57. KAUNISTO, S. 1978. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus istutustaimien kehitykseen avosoilla. Välituloksia. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7(1978).
58. KAUNISTO, S. ja NORLAMO, M. 1976. On nitrogen mobilization in peat. I. Effect of liming and rotavation in different incubation temperatures. Seloste: Typen mobilisaatiosta turpeessa. I. Kalkituksen ja muokkauksen vaikutus erilaisissa haudutuslämpötiloissa. Commun. Inst. For. Fenn. 88.2.

59. KAUNISTO, S. ja PAAVILAINEN, E. 1977. Response of Scots pine to nitrogen refertilization on oligotrophic peat. Seloste: Typpijatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla. Commun. Inst. For. Fenn. 92.1.
60. KOLARI, K. 1977. Näkökohtia mikroravinnepuutteiden (B, Cu, Zn ja Mn) vaikutuksista kasvien aineenvaihdunnassa. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 7(1977).
61. KOLARI, K. , PAAVILAINEN, E. ja RAITIO, H. Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella. Summary: Pine root condition and growth disturbances. Folia For. 313.
62. KOSKELA, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. Folia For. 78.
63. KOSONEN, R. ja SILFVERBERG, K. 1976. Havaintoja "eskimosis" ilmiöstä männyllä Kivisuolla. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 8(1976).
64. KURKELA, T. 1965. Männyn lumikaristetaudin ja lannoituksen suhteesta Kivisuon metsänlannoitusalueella. Summary: On the relationship between the snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) and fertilization in Scots pine seedlings. Folia For. 14.
65. KURKELA, T. 1975. Lannoituksen ja eräiden ympäristötekijöiden vaikutuksesta männyn taimien lumikaristeisuuteen. Summary: Incidence of snow blight on Scots pine as affected by fertilization and some environmental factors. Commun. Inst. For. Fenn. 85.
66. LUKKALA, O.J. 1949. Metsänkasvatusta varten ojitetttujen soiden hiekoituksesta, kalkituksesta ja lannoituksesta. Koetoiminta ja Käytäntö 6(1949).
67. LUKKALA, O.J. 1951. Kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitusalueelta. Summary: Experiences from Jaakkoin-suo experimental drainage area. Commun. Inst. For. Fenn. 39.6.
68. LUKKALA, O.J. 1955. Maanparannusaineet ja väkilannoitteet metsäojituksen tukena. Summary: Soil improving substances and fertilizers as an aid to forest drainage. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 6-8(1955).
69. MOILANEN, M. 1978. Ojituksen ja lannoituksen vaikutus rämeen luontaiseen uudistumiseen. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 17(1978).

70. NORLAMO, M. 1976a. Lannoituksen aiheuttama fosforin huuhtoutuminen suometsistä. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6(1976).
71. NORLAMO, M. 1976b. Effect of fertilization on bacteria in peat soil. Voluntary paper presented at XVI IUFRO World-Congress. Oslo 1976.
72. NUMMINEN, E. 1973. Auraus-, lannoitus- ja puulajikoe Sodankylän Vaalolehdossa. Metsäntutkimuslaitoksen Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 3(1973).
73. PAAVILAINEN, E. 1965. Tuloksia männyn istutus- ja kylvökokeesta rahkanevalla. Summary: Results of pine planting and sowing experiment on open Sphagnum fuscum swamp. Folia For. 12.
74. PAAVILAINEN, E. 1966a. Istutettujen männyn taimien juuriston ensi kehityksestä tupasvillarämeellä. Summary: Initial development of root systems of Scots pine transplants in Eriophorum vaginatum swamp. Commun.Inst.For. Fenn. 61.1.
75. PAAVILAINEN, E. 1966b. Istutettujen mäntyjen ensi kehityksestä turvemaalla. Suo 17.4.
76. PAAVILAINEN, E. 1967a. Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin. Summary: The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands. Folia For. 31.
77. PAAVILAINEN, E. 1967b. Juuristoanalyysin käyttömahdollisuus suometsien lannoitustarpeen selvittelyssä. Summary: Potential use of root analysis in determining the fertilizer requirements of peatland stands. Suo 18.6.
78. PAAVILAINEN, E. 1968a. Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta. Summary: On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps. Folia For. 43.
79. PAAVILAINEN, E. 1968b. Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta. Suo 19.5.
80. PAAVILAINEN, E. 1968. Juuristotutkimuksia Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: Root studies at the Kivisuo forest fertilization area. Commun.Inst.For.Fenn. 61.1.
81. PAAVILAINEN, E. 1969a. Sarkaleveyden vaikutus rämemännikön kasvuun Liesnevan koeojitusalueella. Summary: On the influence of drain spacing on the growth of a pine stand growing on peat. Suo 20.6.
82. PAAVILAINEN, E. 1969b. Tutkimuksia levitysjankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Summary: Influence of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. Folia For. 75.
83. PAAVILAINEN, E. 1969c. Juuristojen ja kasvualustan hivenainepitoisuuksien välisistä suhteista suometsissä. Summary: On the correlation between the contents of trace elements in roots and growth substratum in certain peatland sites. Suo 20.2.

84. PAAVILAINEN, E. 1970a. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results of the afforestation of swampy fields. *Folia For.* 77.
85. PAAVILAINEN, E. 1970b. Astiakokeita pintalannoituksen vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvualustalla. Summary: On the effect of top dress fertilization on successful seeding of birch, spruce, and pine. Vessel experiments in soil with an untreated surface. *Commun. Inst. For. Fenn.* 72.1.
86. PAAVILAINEN, E. 1971. The effect of various nitrogen fertilizers on the leader growth of pine on peatlands. *Acta Agr. Fenn.* 123.
87. PAAVILAINEN, E. 1972a. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Seloste: Typpilannoittelajien vaikutus männyn kasvuun metsäojitetuilla soilla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 77.3.
88. PAAVILAINEN, E. 1972b. N^{15} urea uptake by Scots pine growing on peat. Proceedings of the 4th International Peat Congress. Otaniemi, Finland. 1972.
89. PAAVILAINEN, E. 1972c. Lannoituksen lentolevityksen tasaisuudesta. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 3(1972).
90. PAAVILAINEN, E. 1973a. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using N^{15} labelled urea. Influence of peat thickness and application time. Seloste: Tutkimuksia turpeen paksuuden ja levitysjankohdan vaikutuksesta männyn lannoitetyypen ottoon. *Commun. Inst. For. Fenn.* 79.2.
91. PAAVILAINEN, E. 1973b. Typpilannoittelajien vaikutus männyn kasvuun metsäojitetuilla soilla. Summary: Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. *Suo* 24.1.
92. PAAVILAINEN, E. 1974a. The use of nitrogen in fertilizing peatland forests. Proceedings of the International Symposium on Forest Drainage. Jyväskylä-Oulu, Finland. 1974.
93. PAAVILAINEN, E. 1974b. Die Einwirkung der Düngung auf die Wurzelverhältnisse der Kiefer auf Moorböden. II Intern. Symp. Ökologien und Physiologie des Wurzelwachstums. Potsdam 1971.
94. PAAVILAINEN, E. 1975a. Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa. Summary: On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. *Folia For.* 239.
95. PAAVILAINEN, E. 1975b. Typpilannoituksen tarve Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. *Suo* 26.3-4.
96. PAAVILAINEN, E. 1975c. Urea suometsien lannoitteena. *Metsä ja Puu* 12 (1975).
97. PAAVILAINEN, E. 1976a. Effect of drainage and fertilization on the environment. *Ecol. Bull.* 21:137-141.
98. PAAVILAINEN, E. 1976b. Typpilannoitus ohutturpeisilla pien-sararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. *Folia For.* 272.

99. PAAVILAINEN, E. 1976c. Piipsannevan lannoituskokeiden tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 15 (1976).
100. PAAVILAINEN, E. 1976d. Forest fertilization on oligotrophic peatlands. Voluntary paper presented at XVI IUFRO World-Congress. Oslo. 1976.
101. PAAVILAINEN, E. 1976e. Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 3(1976).
102. PAAVILAINEN, E. 1976f. Metsänlannoitus niukkaravinteisilla soilla. Metsä ja Puu 8 (1976).
103. PAAVILAINEN, E. 1977a. Effect of fertilization on nutrient contents of needles and litter fall of Scots pine on dwarf-shrub pine swamps. *Silva Fennica* 11.3.
104. PAAVILAINEN, E. 1977b. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Summary: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers in peatlands. *Folia For.* 300.
105. PAAVILAINEN, E. 1977c. Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327.
106. PAAVILAINEN, E. 1977d. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Summary: Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields. *Folia For.* 326.
107. PAAVILAINEN, E. 1978a. Opiti po vneseniju udobrenii ha osušenich bolotach. Osušenje lesnich zemelj. Leningrad 1978: 150-156.
108. PAAVILAINEN, E. 1978b. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: PK fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results. *Folia For.* 343.
109. PAAVILAINEN, E. 1978c. Turvemaiden jatkolannoitus. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7(1978).
110. PAAVILAINEN, E. 1978d. Rauduskoivun ja männyn ensi kehitys rimpisellä lettoturpeella. Summary: Initial development of *Betula verrucosa* and *Pinus silvestris* on peat from flarky fen. *Suo* 29.2.
111. PAAVILAINEN, E. ja KAUNISTO, S. 1973. Männyn koneellinen istutus MARA-istutuskoneella verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityksessä. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 2(1973).
112. PAAVILAINEN, E. ja NORLAMO, M. 1975. Effect of nitrogen fertilizers on the initial development of birch, spruce and pine. Seloste: Kokeita typpilannoittelajien vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn ensi kehitykseen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 86.2.
113. PAAVILAINEN, E. ja SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 86.4.

114. PAARLAHTI, K. 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. *Commun. Inst. For. Fenn.* 63.4.
115. PAARLAHTI, K. 1976. Ravinteiden ja humuksen huuhtoutumisesta Piipsannevan hydrologisella kokeella. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 15(1976).
116. PAARLAHTI, K. ja KARSISTO, K. 1968. Koetuloksia kaliumfosfaatin, raakafosfaatin, hienofosfaatin ja superfosfaatin käyttökelpoisuudesta suometsien lannoituksessa. Summary: On the usability of potassium metaphosphate, raw phosphate, and superphosphate in fertilizing peatland forests. *Folia For.* 55.
117. PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. ja VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 74.5.
118. PIETILÄINEN, P. 1978. Kasvuhäiriöistä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 17(1978).
119. RAITIO, H. 1977. Tallarnas växtstörningar, markens näringsbalans och mikronäringsbrist. *Silva Fennica* 11.3.
120. RAITIO, H. 1978. Pääravinnelannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla karulla avosuolla. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7(1978).
121. RAITIO, H. ja RANTALA, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. Description and interpretation. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91.1.
122. REINIKAINEN, A. 1965. Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungs-Versuchsfeld des Moores Kivisuo, Kirch. Leivonmäki, Mittelfinnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59.5.
123. REINIKAINEN, A. 1967. The appearance of nutrient deficiency in plants growing in the experimental area for forest fertilization at Kivisuo. Proceedings of the Vth Colloquium of The International Potash Institute. Jyväskylä, Finland 1967.
124. REINIKAINEN, A. 1975. Lannoituksen vaikutuksesta suoekosysteemiin. *Suomen Luonto* 6 (1975).
125. VEIJALAINEN, H. 1974a. Berries, mushrooms and wild life on drained peatlands. Proceedings of the International Symposium on Forest Drainage. Jyväskylä-Oulu, Finland, 1974.
126. VEIJALAINEN, H. 1974. Metsäojitusalueiden sienisadosta. Summary: Mushroom production on drained peatlands. *Suo* 25.2.
127. VEIJALAINEN, H. 1974c. Ojitettujen soiden sienisadoista. *Sienilehti* 2(1974).

128. VEIJALAINEN, H. 1974d. Makro- ja mikrolannoituskoe kuusen "eskimosis" alueella. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6(1974).
129. VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. Suo 26.5.
130. VEIJALAINEN, H. 1976. Effect of forestry on the yields of wild berries and edible fungi. Ecol. Bull. 21:63-65.
131. VEIJALAINEN, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetilanteen määrittämisessä turvemilla. Commun. Inst. For. Fenn. 92.4.
132. VEIJALAINEN, H. 1978a. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suomessa. Metsä ja Puu 2 (1978).
133. VEIJALAINEN, H. 1978b. Kuparilannoitteiden vaikutus rauduskoivun pituuskasvuun kasvuhäiriöalueen turpeella. Kasvihuonekoe. Esituloksia. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 2 (1978).
134. VIRTANEN, J. 1973a. Lannoitteiden leviämisominaisuudet auralmallisella levittimellä. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6 (1973).
135. VIRTANEN, J. 1973b. Ammoniumsulfaatti Sauna-ahon lentolannoituskokeessa. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 9 (1973).
136. VIRTANEN, J. 1973c. Lannoitustasaisuus koneella ja käsin. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 11(1973).
137. VIRTANEN, J. 1973d. Moottorikelkkalevitin ja suometsien PK-lannokset. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 12 (1973).
138. VIRTANEN, J. 1975. Lannoitustasaisuus metsänlannoituksessa. Summary: Spreading evenness in forest fertilization. Commun. Inst. For. Fenn. 86.1.
139. VIRTANEN, J. ja YLINEN, M. 1977. Ojitusalueiden lentolannoitus. Summary: Aerial spreading of fertilizers on peatlands. Folia For. 305.

Muut julkaisut

140. ADAMS, S.N. ja CORNFORTH, I.S. 1973. Some short term effects of lime and fertilizers on a Sitka spruce plantation. II. Forestry 46.1.
141. ADAMS, S.N. ja DICKSON, D.A. 1973. Some short-term effects of lime and fertilizers on a Sitka spruce plantation. I. Forestry 46.1.
142. BINNS, W.O. 1962. Some aspects of peat as a substrate for tree growth. Irish For. 19:32-55.
143. BRAEKKE, F.H. 1977a. Growth and chemical composition of Scots pine on nutrient-deficient peat after drainage and fertilization. Medd. Norsk Inst. for Skogforskning 33.8.
144. BRAEKKE, F.H. 1977b. Fertilization for balanced mineral nutrition of forests on nutrient-poor peatland. Seloste: Turve- maiden tasapainoinen lannoitus. Suo 28.3.
145. DICKSON, D.A. 1971. The effect of form, rate and position of phosphatic fertilizers on growth and nutrient uptake of Sitka spruce on deep peat. Forestry 44:17-26.
146. DICKSON, D.A. 1972. Effects of limestone, phosphate and potash on the early growth and nutrient uptake of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr. on deep peat in Northern Ireland. Proceedings of the 4th International Peat Congress Otaniemi, Finland, 1972.
147. DICKSON, D.A. ja SAVILL, P.S. 1974. Early growth of *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. on deep oligotrophic peat in Northern Ireland. Forestry 47:57-88.
148. EDWARDS, M.V. 1958. Use of triple superphosphate for forest manuring. For. Comm. Report on For Res. 1958.3.
149. EDWARDS, M.V. 1959. Effects of different forms and amounts of basic slag and mineral phosphate on the growth of Japanese larch planted on planket bog. For. Comm. Report on For. Res. 1959.3.
150. EDWARDS, M.V. 1962. The progress of peatland afforestation in Britain. Irish For. 19:102-109.
151. HAUGE, T. 1971. Rotutvikling efter planting og gjødsling av gran på myr. Tidskr. Skogbr. 79(3):314-326.
152. HAUGE, T. 1972. Fosfatgjødsling med planting av gran *Picea abies* (L.) Karst. på myr i Vestnorge. Meddl. Vestl. Forstl. Forsøksstasj. 53:319-360.
153. HAVERAAEN, O. 1967. Vekst- og næringsstudier i et gjødslingsforsøk med svartgran, *Picea mariana*, på myr. Medd. Norske Skogsfor.ves. 85:137-175.
154. HEIKURAINEN, L. 1967. The effects of manuring on organic soils. Proceedings of the Vth Colloquim of Intern. Potash Institute. Jyväskylä, Finland. 1967.

155. HEIKURAINEN, L. ja LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimien kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150.
156. HEIKURAINEN, L., PÄIVÄNEN, J. ja SEPPÄLÄ, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. Silva Fenn. 119.2.
157. HEIKURAINEN, L. ja VEIJOLA, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen uudistumiseen ja taimien kasvuun. Summary: Effect of fertilization and ditch spacing on regeneration and seedling growth in pine swamps. Acta For. Fenn. 114.
158. HOLMEN, H. 1964. Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppländ, Sweden. Parts I-III. Studia Forest Suecica 16.
159. HOLMEN, H. 1969. Skogsproduktion på torvmark. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskr. 108:216-235.
160. JACK, W.H. 1965. Experiments on tree growing on peat in Northern Ireland. Forestry 38.1.
161. KELTIKANGAS, M. ja SEPPÄLÄ, K. 1973a. Metsäojituksen, metsänlannoituksen ja metsityksen edullisuuden alueittainen vaihtelu. Summary: Regional variations in the profitability of forest drainage, forest fertilization, and afforestation. Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitoksen julkaisuja 11.
162. KELTIKANGAS, M. ja SEPPÄLÄ, K. 1973b. Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Summary: The variations in the profitability of forest fertilization. Silva Fenn. 7.3.
163. MACKENZIE, J.M. 1972. Early effects of different types, rates and methods of application of phosphate rock on peatland. Proceedings of the 4th Intern. Peat Congress. Otaniemi, Finland. 1972. Vol. III:531-546.
164. MACKENZIE, J.M. 1974. Fertilizer/herbicide trials on Sitka spruce. Scott. For. 28:211-221.
165. MALMSTRÖM, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. Commun. Inst. For. Fenn. 40.17.
166. MALMSTRÖM, C., TAMM, C.O. ja HANSSON, A. 1956. Om gödsling av torvmarker som medel att höja deras skogsproduktiva förmåga. Medd. K. Skogs-Lantbr. Akad. Komm. Skogl. växt-näringsfrågor 2.
167. MANNERKOSKI, H. 1970. Lannoituksen vaikutus kylvölaikkujen kasvillisuuteen. Summary: On the influence of fertilization on the vegetation appearing in seed spots. Suo 21.5.

168. MANNERKOSKI, H. 1971. Lannoituksen vaikutus kylvösten ensi kehitykseen turvealustalla. Summary: Effect of fertilization on the development of Scots pine and Norway spruce plantations established by sowing on peat. *Silva Fenn.* 5:105-128.
169. MANNERKOSKI, H. 1972. Havaintoja koivun esiintymisestä Haukivahonsuon lannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of birch on fertilized peat. *Suo* 23.5.
170. MANNERKOSKI, H. ja SEPPÄLÄ, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimien alkukehitykseen lyhytkortisella nevalalla. Summary: On the influence of fertilization on the initial development of plantations in open low-sedge bogs. *Suo* 21.1.
171. Mc CONAGHY, S. 1962. The effects of fertilizer treatments on the growth and composition of Sitka spruce. *Irish For.* 19:56-59.
172. MESHECHOK, B. 1968. Om startgjødsling ved skogkultur på myr. *Medd. Norske Skogsforsøksv.* 87:1-140.
173. MESHECHOK, B. 1969. Skogreising på Myr. *Norsk Skogbr.* 15:295-299.
174. MESHECHOK, B. 1971. Kalkning ved skogkultur på nedbørsmyr. *Medd. Norske Skogsforsøksv.* 90.
175. O'CARROLL, N. 1962. The progress of peatland afforestation in the republic of Ireland. *Irish For.* 19:93-101.
176. PARKIN, K.F. 1957. Afforestation of peatlands in Northern Ireland. *Irish For.* 14:111-117.
177. PUUSTJÄRVI, V. 1962a. Turpeen typen mobilisoitumisesta ja sen käyttökelpoisuudesta suometsissä neulasanalyysin valossa. Summary: On the mobilization of nitrogen in peat and its usefulness in peatland forests in the light of needle analyses. *Suo* 13.1.
178. PUUSTJÄRVI, V. 1962b. Suometsien fosforiravitsemuksesta ja neulasten P/N-suhteesta neulasanalyysin valossa. Summary: On the phosphorus nutrition of wet peatland forests and on the P/N ratio in their needles. *Suo* 13.2.
179. PUUSTJÄRVI, V. 1965. Neulasanalyysi männyn lannoitustarpeen ilmentäjänä. Summary: The analysis of needles as an exponent for the need of fertilization of Scotch pine. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 1 (1965).
180. PÄIVÄNEN, J. 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 bogs. *Suo* 21.1.
181. PÄIVÄNEN, J. 1972. The effect of fertilization on throughfall and ground water table in peatlands drained for forestry. *Proceedings of the 4th Intern. Peat Congress.* Otaniemi Finland. Vol. III:469-477.

182. ROSVALL, O. 1977. Gödslingsförsök på tallmossar. Institutet för Skogsförbättring. Gödslingsinformation 6 (1976/77).
183. SEPPÄLÄ, K. 1968. Välituloksia ojitettujen soiden viljelykoikeista. Summary: Results of seeding and planting experiments on peatland. Suo 19.2.
184. SEPPÄLÄ, K. 1971. Metsänlannoituksessa käytetyn lannoitemäärän ja levitystavan merkitys istutustaimien alkukehitykselle ojitetuilla avosoilla. Summary: On the quantity of fertilizer and application methods used in afforestation of open bogs. Silva Fenn. 5.2.
185. SEPPÄLÄ, K. 1972. Estimation of the effect of fertilizer application on peatlands drained for forestry. Proceedings of the 4th Intern. Peat Congress. Otaniemi. Finland. 1972.
186. SEPPÄLÄ, K. ja WESTMAN, C.J. 1976. Results of some fertilization experiments in drained peatland forests in North-Eastern Finland. Proceedings of 5th Intern. Peat Congr. Poznan, Poland, 1976. Vol. III: 199-210.
187. STARR, M. ja WESTMAN, C.J. 1978. Easily extractable nutrients in the surface peat layer of virgin sedge-pine swamps. Seloste: Helppoliukoiset kasvinravinteet luonnontilaisten sararämeiden pintaturpeessa. Silva Fenn. 12.2.
188. TAMM, C.O. 1956. Studier över skogens näringsförhållanden. IV. Effekten av kalium- och fosfortillförsel till ett oväxtligt bestånd på dikad myr. Medd. Stat. Skogsforsk. 46.7.
189. TAMM, C.O. 1965. Some experiences from forest fertilization trials in Sweden. Silva Fenn. 117.3.
190. THURMAN-MOE, P. 1956. Eldre og nyere skogskultur og gjødslingsforsøk på Åsmyra. Norsk Skogbruk 8,9,(1956).
191. VALK, U. 1972. Rezultaty udobrenija lesnych kultur na Estonskih ologotrofnyh bolotah. Summary: Results of fertilizing forest cultures on Estonian oligotrophic bogs. Metsanduslikud Uurimused 9:124-245.
192. ZEHETMAYR, J.W.L. 1954. Experiments in tree planting on peat. For. Comm. Bull. 22.
193. ØDELIEN, M. ja JERVEN, O. 1968. Gjødslingsforsøk i skogplantefelter på myr. Tidsk. Skobr. 76.3.
194. ØDELIEN, M. 1971. Gjødslingforsøk i skogplantefelter på myr. Naeringshusholdning - vekst. Tidsskr. Skogbr. 79.2.

