

ASTIAKOEMENETELMÄ SUOTYYPPIEN LANNOITUSTARPEEN MÄÄRITYKSESSÄ

PENTTI ERJALA ja JUSSI SARAMÄKI

SUMMARY:

DETERMINATION OF THE NEED FOR FERTILIZER APPLICATION TO
DRAINED PEAT SOILS WITH THE PLOT METHOD

Saapunut toimitukselle 15. 12. 1971

Tutkimus pyrkii selvittämään astiakoemenetelmän käyttömahdollisuuksia eri suotyyppien lannoitustarpeen määrittäjänä ja antaa alustavia tuloksia muutamilta suotyypeiltä. Käytetty menetelmä osoittautui perusajatuksestaan hyväksi mutta vielä keskeneräiseksi, koska astiannäytteet olivat liian pieniä. Näytteiden korkeus oli riittävä, mutta taimien juuret ahtautuivat näytteiden reunoja vasten, koska niiden kasvutila näytti loppuvan lannoitetuissa näytteissä. Tutkimuksen perusteella näyttäisi mahdolliselta ryhtyä selvittämään soiden lannoitustarvetta astiakoemenetelmällä, kun käytettäisiin suurempia näytteitä. Eri lannoituskäsittelyistä antoi fosfori yksin melko hyvän tuloksen ja myös tyvellä oli vaikutusta taimien alkukehitykseen. Parhaat kasvutulokset antoi NPK-lannoitus. Lannoitus näyttää jonkin verran tasoittavan eri suotyyppien eroja ainakin taimien alkukehityksen aikana.

1. TUTKIMUSAINEISTO JA KÄYTETYT MENETELMÄT

11. KOEKENTTIEN SIJAINTI JA KOEJÄRJESTELY

Koekentät sijaitsevat Helsingin yliopiston metsäharjoitteluaseman, Hyytiälän, lähellä metsähallituksen mailla. Mäntykoekenttä on Viheriäisennevellä LkN-muuttumalla ja kuusikoekenttä Metsä-Saramäessä RhSR-muuttumalla. Kuusikoekentällä on harvahko koivu-mäntyverhoppuusto.

Koe on perusasetelmaltaan faktorikoe, jossa on kolme lannoitetta, oulunsalpietari, kalisuola ja hienofosfaatti. Kullakin lannoitteella on 0-taso ja 1-taso sekä viisi toistoa (SNEDECOR—COCHRAN 1967). Tutkittavia suotyyppejä on kolme LkN, VSR ja MK. Kustakin suotyypistä on siis 40 astianäytettä (5×2^3) eli yhteensä 120 näytettä kummallakin koekentällä.

Kukin näyte on 35 cm:ä korkea lieriö, jonka halkaisija on 25 cm. Ne on sijoitettu koekenttään 1,5 m:n välein. Näytteiden paikat on arvottu kahdessa vaiheessa. Ensinnä arvottiin toistojen välinen järjestys ja sen jälkeen kunkin toiston sisällä käsittelyjen välinen järjestys. Lieriöiden sivujen ympärille on

kiedottu paksu muovi, jotta ravinteiden liikkeet sivusuunnasta estyisivät. Pinta ja pohja säilytettiin avonaisina, jotta vesitalous näytteissä olisi yhdenmukainen koko koekentällä. Näytteet sijoitettiin syksyllä 1966 koekenttään ja lannoitettiin niin, että astiaa kohden annettiin seuraavat lannoitemäärät yksittäislannoitteita:

Oulunsalpietari	20 g
Hienofosfaatti	15 g
Kalisuola	10 g

Lannoite levitettiin tasaisesti näytteen pinnalle.

12. KENTTÄTYÖT

Vuonna 1968 mitattiin pituuskasvut vuosilta 1967 ja 1968 sekä taimien koko pituus. Vuonna 1969 mitattiin edellisen kesän pituuskasvaimet ja taimien koko pituus. Kasvainten pituudet millimetrin ja taimien pituudet senttimetrin tarkkuudella.

Vuonna 1968 kesällä leikattiin astianäytteisiin kasvanut pintakasvillisuus pois, mutta se jätettiin kuitenkin taimien juurille, etteivät ravinteet joutuisi pois normaalista kierrosta ja koeolosuhteet näin häiriytyisi.

Taimien juuristojen kehityksen selvittämiseksi nostettiin koekentästä yksi toisto kustakin suotyypistä laboratoriotutkimuksia varten. Nostettaviksi valittiin kunkin lannoituskäsittelyn se potti, jonka pitempi taimi oli mediaaninen ko. käsittelyn muihin toistoihin verrattuna. Astianäytteet nostettiin lokakuun lopulla ja säilytettiin suometsätieteen laitoksen kylmässä kasvihuoneessa. Noston yhteydessä otettiin kaksi turvenäytettä kunkin nostettavan näytteen ulkopuolelta: toinen pinnasta ja toinen pohjasta. Tarkoituksena oli selvittää, oliko ravinteita kulkeutunut pottien ulkopuolelle.

13. LABORATORIOTYÖT

131. Juuristotutkimukset

Professori Heikuraisen neuvojen mukaan näyte jaettiin ensin pystysuunnassa 10 cm korkeiksi lieriöiksi maanpinnasta alkaen. Lieriöt jaettiin sen jälkeen kahdeksi tilavuudeltaan yhtä suureksi osaksi. Toisen osan muodosti lieriön keskiosa (halkaisija 17,4 cm) ja toisen osan 3,8 cm:ä leveä reunus.

Juurten erottelu ja mittaus suoritettiin HEIKURAISEN (1955) esittämän menetelmän mukaisesti (vrt. myös ERJALA 1970). Kun juuret oli eroteltu, niiden pituus mitattiin senttimetrin tarkkuudella ja luokiteltiin paksuuden mukaan: alle 1 mm:n, 1–2 mm:n ja yli 2 mm:n paksuiset juuret.

14. RAVINNEANALYYSIT

Astianäytteiden ulkopuolelta otetut turvenäytteet analysoitiin Sator-turve Oy:ssä. Analyyseissa selvitettiin näytteen tuhka-, typpi-, kalium-, kalsium- ja fosforipitoisuudet. Koska haluttiin tutkia ravinteiden kulkeutumista alaspäin turpeessa, otettiin varsinaisen sararämeen poteista näytteet 0–5 cm:n, 10–15 cm:n ja 20–25 cm:n syvyydestä. Niistä selvitettiin vaihtuvan kaliumin, helppoliukoisen fosforin ja vaihtuvan kalsiumin määrät milligrammoina litraa kohti sekä happamuus ja johtoluku.

2. TULOKSET

21. TAIMIEN PITUUSKASVU

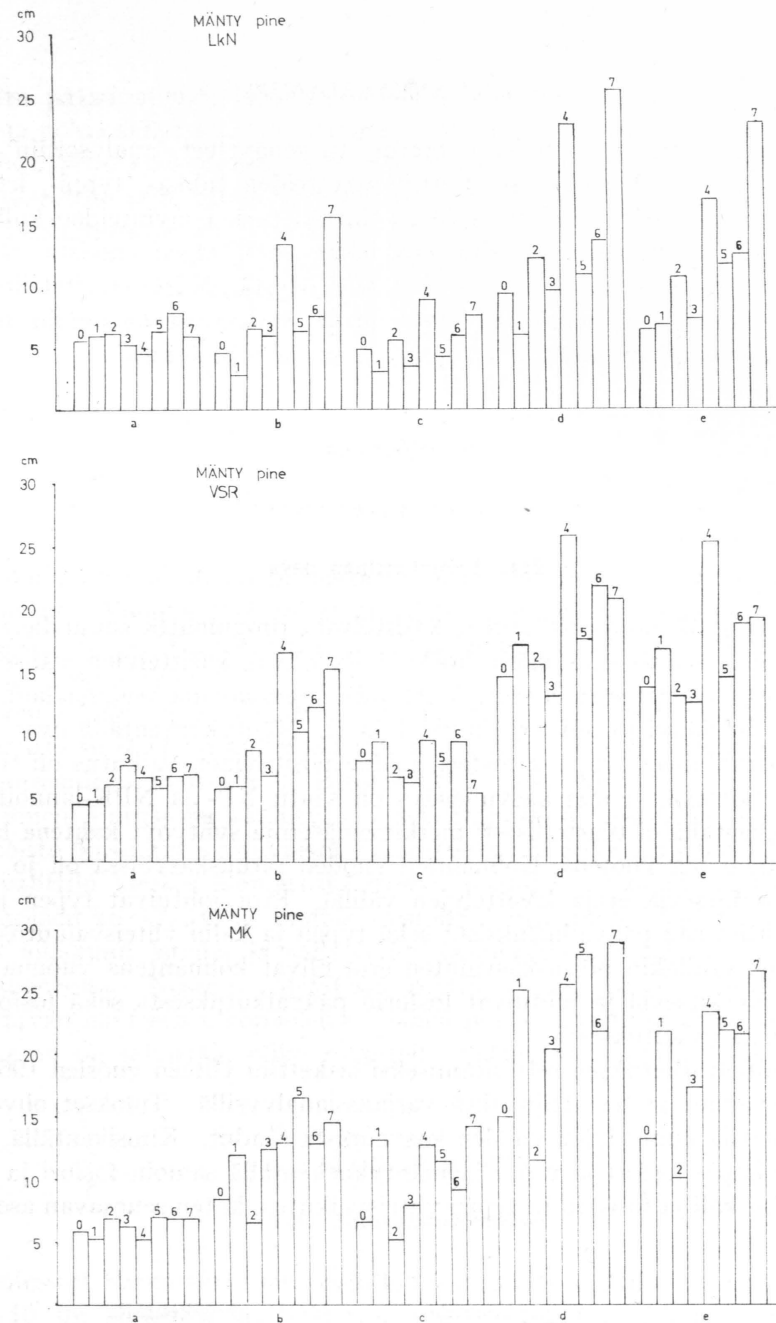
211. Lyhytkortinen neva

Vuonna 1967 kasvoivat taimet käsittelystä riippumatta suunnilleen yhtä hyvin. Sekä kuusi- että mäntykoekentällä olivat käsittelyjen väliset erot tilastollisesti testattaessa merkityksettömiä. Seuraavana vuonna lannoituksen vaikutus näkyi jo selvästi (kuvat 1 ja 2). Mäntykoekentällä ovat eniten kasvua parantaneet typpi ja fosfori, joiden positiivinen vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Paras kasvunlisäys on saatu NP- ja NPK-lannoitteilla. Kuusikoekentällä ei tilastollisesti merkitseviä eroja syntynyt kahtena lannoitusta seuraavana vuotena. Kolmannen vuoden pituuskasvuissa oli jo 0,1 % riskillä merkitseviä eroja käsittelyjen välillä. Erot johtuivat typen ja fosforin positiivisista päävaikutuksista sekä typen ja kalin yhteisvaikutuksesta. Mäntykoekentälläkin pituuskasvainten erot olivat kolmantena vuonna tilastollisesti merkitseviä ja johtuivat fosforin päävaikutuksesta sekä fosforin ja typen yhteisvaikutuksesta.

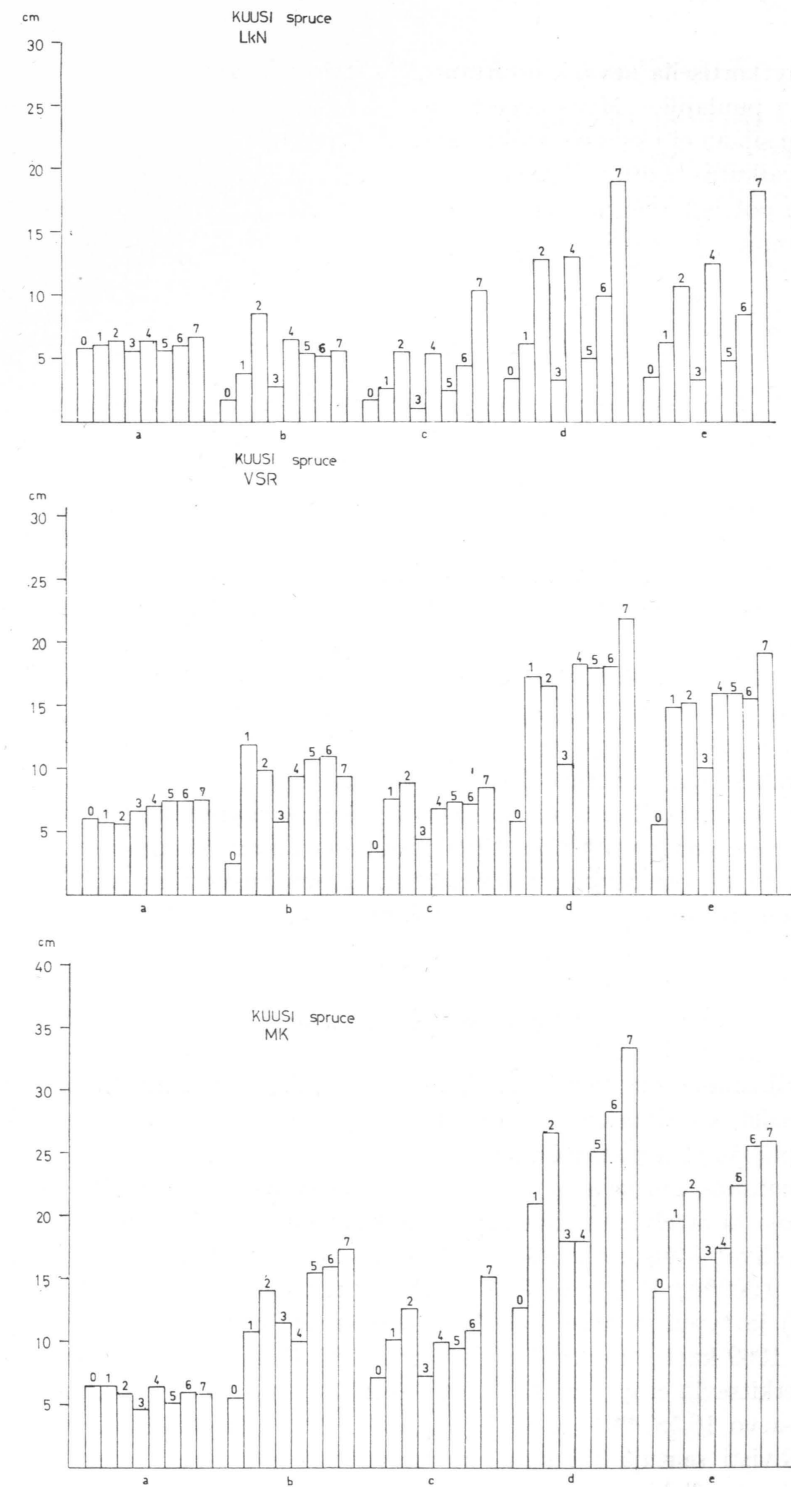
Lannoitusvaikutuksen selvittämiseksi laskettiin yhteen vuosien 1968–69 pituuskasvaimet ja testattiin niitä varianssianalyysillä. Tulokset olivat samansuuntaisia kuin yhden vuoden kasvaimista saadut. Kuusikentällä olivat vaikuttavimpia fosfori ja typpi ja mäntykoekentällä samoin fosfori ja typpi sekä lisäksi kali ja fosforin ja typen yhteisvaikutus, kuten seuraavan asetelma osoittaa.

Lannoite	F-arvo	
	mäntykentällä	kuusikentällä
N	18,179***	12,087** (F 1 % = 7,64)
P	37,817*** (F 0,1 % = 13,50)	49,503*** (F 0,1 % = 13,50)
K	7,482* (F 5 % = 4,20)	
NP	6,350*	

Kummallakin kentällä on NPK-lannoituksella saatu paras kasvutulos, mutta myös NP-lannoitus on parantanut kasvua varsinkin männällä.



Kuva 1. Männyin taimien pituuskasvut lyhytkortisella nevalalla (LkN), varsinaisella sararämeellä (VSR) ja mustikkakorvessa (MK). Merkkien selitykset: a = pitempi taimi vuonna 1967, b = pitempi taimi 1968, c = pitempi taimi 1969, d = pitempi taimi vuosina 1968 ja 1969 yhteensä, e = pitemmän ja lyhemmän taimen keskiarvo vuosina 1968 ja 1969 yhteensä; 0 = lannoittamaton, 1 = N-, 2 = P-, 3 = K-, 4 = NP-, 5 = NK-, 6 = PK- ja 7 = NPK-lannoitus. Figure 1. Height increment of young pines on low-sedge bog (LkN), ordinary sedge pine swamp (VSR) and Myrtillus spruce swamp (MK). Explanations: a = the taller tree in 1967, b = the taller tree in 1968, c = the taller tree in 1969, d = the taller tree in 1968 and 1969 jointly, e = mean of both trees jointly in 1968 and 1969; 0 = unfertilized, 1 = N application, 2 = P application, 3 = K application, 4 = NP application, 5 = NK application, 6 = PK application, 7 = NPK application.



Kuva 2. Kuusen taimien pituuskasvut kuvassa 1 mainituilla tyypeillä. Selitykset ks. kuva 1. Figure 2. Height increment of spruce on the sites mentioned in Fig. 1. Fore explanation, see Fig. 1.

Lyhytkortisella nevala osoittautui fosfori tärkeimmäksi ravinteeksi kummallekin puulajille. Myös tyyppistä on näin köyhällä turvealustalla puutetta. Kali sen sijaan ei yksin ole vaikuttanut, mutta yhdessä typen ja fosforin kanssa sen vaikutus tuntuu. Kasvu on taantunut kolmantena kasvukautena lähes kaikissa poteissa (kuvat 1 ja 2). Syynä taantumiseen saattaa olla ravinteiden väheneminen, juuriston ahtaus poteissa tai epäedulliset sääsuhteet.

212. Varsinainen sararäme (VSR)

Varsinaisen sararämeen mäntynäytteistä oli kuollut yhteensä 15 tainta, joista neljä pitempää ja 11 lyhyempää; kuusinäytteistä ei ollut kuollut yhtään.

Tälläkään suotyypillä ei lannoitus ollut ehtinyt vaikuttaa merkittävästi taimien pituuskasvuun vuonna 1967, mikä johtunee taimitarhalta tulleiden lannoitteiden ja kivennäismaan vaikutuksesta. Kuusen osalta ei syntynyt merkittäviä eroja pituuskasvuissa kahtena seuraavana vuonna, vaan taimet kasvoivat lannoittamatonta ja kalilannoitettua ruutua lukuun ottamatta, lähes yhtä hyvin. Mäntykoekentällä syntyi vuonna 1968 merkittäviä eroja, pituuskasvujen välille ja nämä erot johtuivat fosforin (F-arvo 31,799*** F 0,1 % = 13,50) ja typen (F-arvo 10,198**, F 1 % = 7,64) positiivisista päävaikutuksista. Vuonna 1969 kasvu on tasaantunut mäntykoekentällä (kuva 1) ja tilastollisesti merkittäviä eroja ei syntynyt käsittelyjen välille. Testattaessa vuoden 1968 ja 1969 pituuskasvainten summia todettiin fosforin ja typen positiivinen päävaikutus. Paras kasvutulos saatiin kuusella NPK-lannoituksella ja männyllä NP-lannoituksella.

213. Mustikkakorpi (MK)

Mustikkakorvessa taimia oli kuollut kaikkiaan vähemmän kuin muilla suotyypeillä; kuusikoekentällä yksi lyhyempi taimi ja mäntykoekentällä viisi lyhyempää ja yksi pitempi taimi.

Lannoitusta seuraavana kasvukautena ei syntynyt tilastollisesti merkittäviä eroja käsittelyjen välille kummallakaan koekentällä, mutta seuraavana vuonna olivat kuusikoekentällä fosfori (F-arvo 5,055*, F 5 % 4,20) ja kali (F-arvo 9,900**, F 1 % = 7,64) sekä mäntykoekentällä myös kali (F-arvo 8,565**) ja tyyppi (F-arvo 7,356*) vaikuttaneet positiivisesti pituuskasvuun. Vuonna 1969 kasvu taantui jonkin verran eikä kuusikoekentällä pituuskasvuissa ollut merkittäviä eroja, mutta mäntykoekentällä oli tyyppi vaikuttanut positiivisesti (F-arvo 16,587***, F 0,1 % = 13,20). Pituuskasvainten summien testaus vahvasti saatuja tuloksia em. lannoitteiden osalta. Paras kasvutulos saatiin kummallakin puulajilla NPK-lannoituksella.

22. SUOTYYPPIEN VÄLISET EROT PITUUSKASVUSSA

Vuonna 1967 eivät suotyypien väliset ravinteisuuserot vielä päässeet vaikuttamaan, mutta seuraavina vuosina erosivat sekä käsittelyt että tyyppit varianssianalyysillä testattaessa kentällä. Mäntykoekentällä oli myös tyyppien ja käsittelyn välinen yhteisvaikutus 5 % riskillä merkittävä. Käsittelyjen väliset erot johtuivat typen, fosforin ja kalin päävaikutuksista sekä fosforin ja typen yhdysvaikutuksesta.

Kaikilla tutkituilla suotyypeillä ja lähes kaikissa käsittelyissä on havaittavissa, että lannoitusta seuraavana kasvukautena ei ole ollut suuria eroja, toisena kasvukautena on käsittelyjen ja tyyppien välillä ollut selviä eroja ja kolmantena kasvukautena pituuskasvaimet ovat lyhentyneet verrattuna edelliseen vuoteen ja samalla käsittelyjen väliset erot ovat pienentyneet. Suotyypien väliset erot ovat absoluuttisesti pienentyneet, jos verrataan lannoittamattomia ja NPK-lannoituksen saaneita näytteitä. Vertailu on tehty lakemalla kyseisten suotyypien lannoittamattomien ruutujen keskiarvojen erotus ja NPK-lannoitettujen ruutujen keskiarvojen erotus.

	Kuusi NPK-lannoitus	Lannoittamaton
VSR—LkN	+ 0,8 cm	+ 2,0 cm
MK—VSR	+ 6,9 cm	+ 8,1 cm
MK—LkN	+ 7,7 cm	+ 10,1 cm
	Mänty	
VSR—LkN	— 4,6 cm	+ 5,4 cm
MK—VSR	+ 8,0 cm	+ 0,3 cm
MK—LkN	+ 3,4 cm	+ 5,7 cm

Asetelmasta näkyy, että männyllä on varsinaisella sararämeellä saatu NPK-lannoituksella varsin huono kasvutulos, mutta lyhytkortisella nevala on saatu parempi kasvunlisäys kuin mustikkakorvessa. Kuusella kaikkien suotyypien väliset erot ovat kaventuneet.

NPK-lannoitus on antanut varsinaisen sararämeen mäntyjä lukuun ottamatta parhaan kasvutuloksen. Eri suotyypeillä on kasvu lannoittamattomaan (lannoittamaton = 1.00) verrattuna ollut seuraava:

	LkN mä	VSR mä	MK mä	MK ku	VSR ku
N	0,66	1,17	1,66	1,65	2,97
P	1,30	1,07	0,77	2,11	2,84
K	1,03	0,90	1,36	1,42	1,76
NP	2,41	1,77	1,70	1,42	3,16
NK	1,16	1,21	1,86	1,98	3,09
PK	1,46	1,49	1,46	2,23	3,12
NPK	2,72	1,42	1,92	2,57	3,78
Keskim.	1,53	1,29	1,53	1,91	2,96

Vertailu on suoritettu vuosien 1968–69 kasvainten summasta. LkN:n kuusi on jätetty vertailusta pois, koska se ei tule yleensä kysymykseen kuusen kasvupaikkana, mutta suhteelliset kasvunlisäykset olivat LkN:llä suurempia kuin varsinaisella sararämeellä. Näiden vertailujen perusteella näyttäisi kuusi pystyvän paremmin hyötymään lannoituksesta kuin mänty. Verrattaessa absoluuttisia tuloksia varsinaisella sararämeellä ja lyhytkortisella nevalle (kuvat 1 ja 2) havaitaan NPK-lannoitettujen näytteiden kasvaneen molemmilla suotyypeillä lähes yhtä hyvin, männyllä jopa paremmin lyhytkortisella nevalle. Männyn kohdalla lyhytkortisen nevan täyslannoitetut näytteet ovat lähes yhtä hyväkasvuisia kuin MK:n vastaavat näytteet ja huomattavasti parempia kuin MK:n lannoittamattomat männyt. Parhaat pituuskasvutulokset on saavutettu MK:lla ja täyslannoitetulla kuusella, vaikka kuusen alkukehitys on yleensä hitaampaa kuin männyn. Ehkä kuusi on tässäkin tapauksessa pystynyt käyttämään lisätyt ravinteet paremmin hyväkseen kuin mänty. Varsinainen sararäme näyttäisi taimien alkukehityksen kannalta olevan verrattavissa lyhytkortiseen nevaan, jos käytetään molemmilla lannoitusta.

23. JUURISTOJEN KEHITYS

Koska juuristoja tutkittiin kaikkiaan vain neljästä näytteestä, ei niiden perusteella voi tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Taulukko 1 osoittaa, että pääosa juurista sijaitsee ylimmässä tutkitussa kerroksessa; lyhytkortisella nevalle männyllä 90,8 % ja kuusella 100,0 % ja mustikkakorvessa männyllä 85,4 % ja kuusella 79,8. Vain muutama juuri yltää 20 cm:iä syvemmälle ja nekin sijaitsevat näytteen reunaosissa aivan vasten muovikalvoa. Turpeen ravinteisuuden lisääntyessä myös juuriston syvyys kasvaa, mikäli kuivatussyvyys on riittävä. Mustikkakorven näytteissä on juuria niin paljon, että siellä juuriston ahtaus on saattanut heikentää taimien pituuskasvun kehitystä. Erityisesti mäntynäytteissä juuret ovat ahtautuneet reunamuovia vasten. Kuusinäytteissä ei yhtä selvää reunaan keräytymistä ole tapahtunut pintakerroksessa, mutta syvemmällä näyttää reunaosa tarjoavan paremmat elinmahdollisuudet juurille. Se, että juurimäärien erot lannoitetuissa ja lannoittamattomissa näytteissä ovat näin selvät, saattaa johtua myös kasvualustojen luonnollisista viljavuussuhteista.

24. RAVINNEANALYYSIEN TULOKSET

241. Koekentästä otetut näytteet

Nostettujen astianäytteiden ulkopuolelta koekentästä otettujen turvenäytteiden tuhkapitoisuus vaihteli. Testattaessa varianssianalyysillä suotyypittäisiä tuhkaprosenttien keskiarvoja ei kuitenkaan havaittu tilastolli-

Taulukko 1. Juurten jakaantuminen tutkituissa astianäytteissä paksuusluokittain ja kerroksittain senttimetreinä ja prosentteina astian juurimäärästä.

Table 1. The distribution of roots in the pots by thickness classes and by layers in centimeters and as percentages of the total root amounts in the pots.

LkN (O) Mänty							
Luokka	< 1 mm		1–2 mm		2 + mm		Yhteensä
	cm	%	cm	%	cm	%	
Kerros							
0–10 keskus	537	28.2	143	7.5	28	1.5	708 37.2
0–10 laita	863	45.3	159	8.3			1022 53.6
10–20 keskus	17	0.9					17 0.9
10–20 laita	113	5.9	45	2.4			158 8.3
Yhteensä	1530	80.3	347	18.2	28	1.5	1905 100.0
MK (PN) Mänty							
0–10 keskus	3384	32.5	185	1.8	46	0.4	3615 34.7
0–10 laita	4776	45.8	499	4.8	7	0.1	5282 50.7
10–20 keskus	310	3.0	47	0.5			357 3.4
10–20 laita	771	7.4	199	1.9			970 9.3
20–30 keskus	—						
20–30 laita	139	1.3	58	0.5			197 1.9
Yhteensä	9380	90.0	988	9.5	53	0.5	10421 100.0
LkN (O) Kuusi							
0–10 keskus	1660	63.2	182	6.9	34	1.3	1876 71.4
0–10 laita	620	23.6	132	5.0	—	—	752 28.6
Yhteensä	2880	86.8	314	11.9	34	1.3	2628 100.0
MK (NPK) Kuusi							
0–10 keskus	3843	37.5	586	5.7	80	0.8	4509 44.0
0–10 laita	3036	29.6	628	6.1	13	0.1	3677 35.8
10–20 keskus	426	4.2	82	0.8	—	—	508 5.0
10–20 laita	1115	10.9	290	2.8	6	0.1	1411 13.8
20–30 keskus	4		—	—	—	—	4
20–30 laita	75	0.7	67	0.7	—	—	142 1.4
Yhteensä	8499	82.9	1653	16.1	99	1.0	10251 100.0

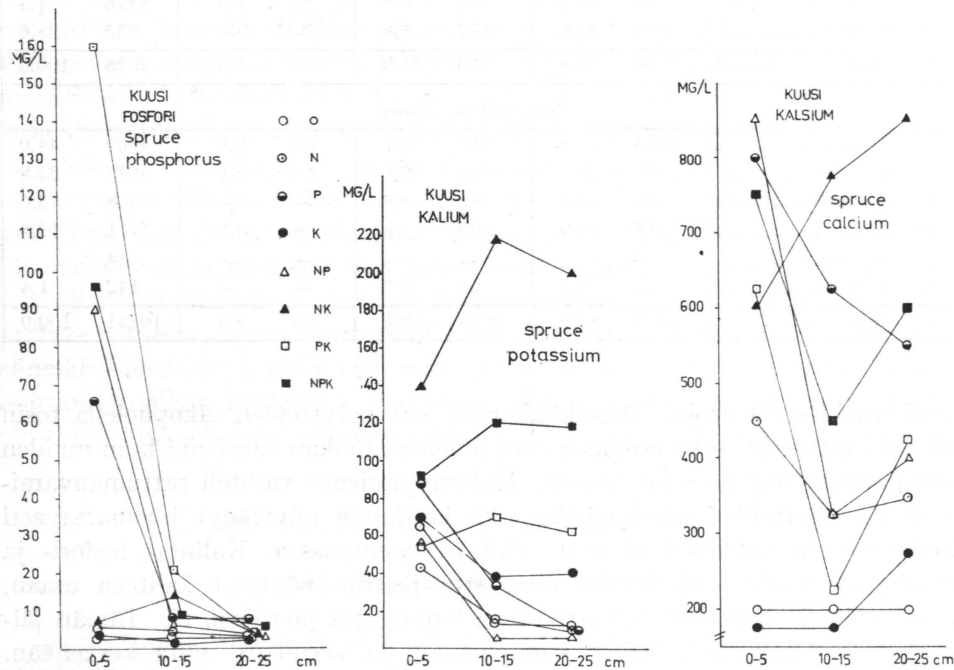
sesti merkitseviä eroja. Mustikkakorven kuusinäytteiden ulkopuolella tosin oli tuhkaprosentti sekä pohjassa että pinnassa hiukan suurempi kuin muiden ulkopuolelta otetuissa näytteissä. Kalsiumpitoisuus vaihteli sattumanvaraisesti eri näytteiden ulkopuolella, eikä kalsiumia näyttänyt huomattavasti kulkeutuneen pottien läpi sivu- eikä pystysuunnassa. Kalium-, fosfori- ja typpipitoisuuksia tarkasteltiin niin, että jaettiin näytteet kahteen osaan, joista toinen oli saanut tarkasteltavaa lannoitetta ja toinen ei. Tämän jälkeen laskettiin osakeskiarvot kummastakin ja verrattiin näitä keskenään. Erot keskiarvojen välillä olivat pieniä ja osoittivat, että ainakaan suuria lannoitemääriä ei ole kulkeutunut pottien ulkopuolelle. Kuusikoekentällä on

kaliumia saattanut kulkeutua näytteiden läpi mustikkakorvessa ja varsinaisella sararämeellä. Samoilla suotyypeillä on mäntykoekentällä voinut tyyppi kulkeutua pottien läpi, mutta tulokset perustuvat niin vähiin havaintoihin, että edellä mainitut keskiarvojen erot voivat johtua sattumastakin.

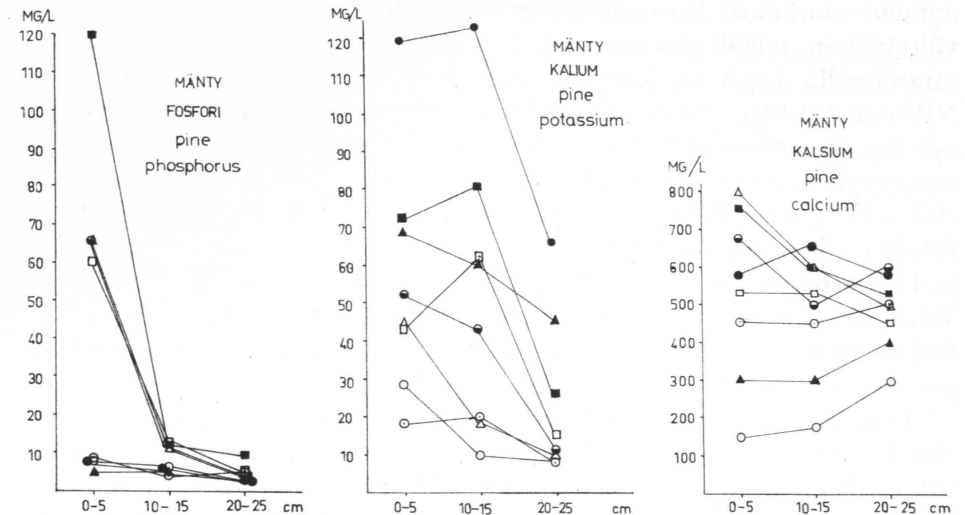
242. VSR-astianäytteistä suoritettut analyysit

Varsinaisen sararämeen astianäytteistä suoritettujen analyysien tulokset on esitetty kuvissa 3 ja 4. Kuvien tulokset vahvistavat käsitystä, että kuusi ei pysty pidättämään kaliumia, vaan sitä on kulkeutunut huomattavia määriä astianäytteiden alaosiin saakka. Männyllä ei vastaavaa ole havaittavissa yhtä selvästi. Fosfori on pidätynyt erittäin tehokkaasti turvekerroksen pintaosiin eikä sitä ole siirtynyt syvempiin kerroksiin ollenkaan. Kalsiumia on lannoittamattomassa ja kalilannoituksen saaneissa potissa ollut vähemmän kuin muissa poteissa.

Saadut tulokset osoittavat, että kali ja kalsium voivat helppoliukoisina kulkeutua puiden ulottumattomiin ja kulkeutuminen on sitä voimakkaampaa, mitä epäedullisempi käytetty lannoiteyhdistelmä on kasvien kannalta. Fosforia ei yhdessäkään tutkitussa tapauksessa ole kulkeutunut 15 cm:ä syvemmälle ja tähänkin syvyyteen vain hyvin niukasti, joten fosfori pidättyy to-



Kuva 3. Fosforin, kaliumin ja kalsiumin jakaantuminen VSR-astianäytteissä kuusella.
Figure 3. The distribution of phosphorus, potash and calcium in VSR-pots planted with spruce.



Kuva 4. Fosforin, kaliumin ja kalsiumin jakaantuminen VSR-astianäytteissä männyllä. Merk-
kien selitykset ks. kuva 3.
Figure 4. The distribution of phosphorus, potash and calcium in VSR pots planted with pine.
Fore explanation, see Fig. 3.

della tehokkaasti kasveille sopivaan syvyyteen. Eri lannoituskäsittelyt eivät ainakaan tässä tapauksessa olleet vaikuttaneet turpeen happamuuteen. pH:n osalta tulokset ovat sikäli epävarmoja, että potit olivat koekentästä nostettuina noin kaksi kuukautta ennen kuin happamuusanalyysit suoritettiin.

3. TULOSTEN TARKASTELUA

Kokeessa kuolleet taimet olivat jakaantuneet sattumanvaraisesti eri suotyypeille ja eri käsittelyihin, joten ilmeisesti lannoitus ei ollut aiheuttanut kuolemaa. Kuolleet taimet olivat suureksi osaksi astianäytteen pienempiä taimia, jotka olivat heikentyneet alistetun asemansa takia. Männyllä, jolla oli enemmän kuolleita taimia, havaittiin kuolleissa taimissa useita sienitautteja. Eräissä elävissä männyin taimissa oli mäntypistiäis- ja pihkakääriäis-
toukkia. Kuusikoekentän epätasaisuus, koska se oli RhSR-muuttumalla, aiheutti varmaan ylimääräistä hajontaa tuloksissa. Kuusikentällä ei havaittu sieni- tai hyönteistuhoja.

Fosfori on tässä tutkimuksessa osoittautunut taimien kannalta tärkeim-
mäksi ravinteeksi kuten myös mm. MESHECHOK (1967) on kokeissaan todennut. Typen vaikutus on lähes kaikissa tapauksissa ollut positiivinen. Kali ei ole yksin pystynyt lisäämään kasvua, mutta yhdessä muiden ravinteiden kanssa sen vaikutus on ollut positiivinen. Lyhytkortisella nevala (kuvat 1 ja 2) näyttää olevan suurin puute fosforista ja tyypeistä, mutta NPK-lannoitus on

antanut suurimmat kasvunlisäykset. Kuuselle näyttää täyslannoitus olevan välttämätön, mikäli aiotaan saada kunnollinen kasvu aikaan. Varsinaisella sararämeellä kuusi on kasvanut parhaiten NPK-lannoituksella ja mänty NP-lannoituksella. Verrattaessa LkN:n ja VSR:n parhaita tuloksia puulajeittain havaitaan kasvujen olevan lähes samansuuruisia, joten lannoitettuna ko. suotyyppien kasvun ero on varsin pieni. Mustikkakorvessa kasvu on odotetusti ollut paras. Paras tulos kummallakin puulajilla on saatu NPK-lannoituksella. Verrattaessa MK:n lannoittamattomien näytteiden arvoa VSR:n ja LkN:n parhaisiin tuloksiin todetaan kasvun jäävän pienimmäksi MK:lla. Männyllä on tyyppi yksin antanut melko hyvän reaktion. Kuusella taas fosfori on yksittäisistä lannoitteista antanut parhaan kasvureaktion, joskin tyypin reaktio on myös hyvä.

Tutkittujen astianäytteiden juurten kehitys näyttää jonkin verran estyvän lannoitetuissa näytteissä ja männyllä juurten ahtautuminen näytteen reunaosiin on selvempää kuin kuusella. LkN:n nevan näytteissä vain harvat juuret ulottuvat yli 10 cm:n syvyyteen, kun lannoitetuissa näytteissä juuria on vielä yli 20 cm:n syvyydessä. Pääosa juurista on 0–10 cm:n kerroksessa (taulukko 1). 80–90 % juurista on ohuita alle 1 mm:n paksuisia, joten juurten jakautuminen on samanlaista kuin mm. HEIKURAINEN (1957, 1955) ja AITOLAHTI (1969) ovat tutkimuksessaan todenneet. Juurten kehityksestä ei näin harvojen näytteiden perusteella voida kuitenkaan sanoa mitään varmaa. Juurten ahtautuminen muovia vasten voi johtua myös siitä, että happirikas sadevesi pääsee valumaan muovia pitkin nopeasti alas. Paljonko lannoitus vaikuttaa juurten kehitykseen, ei voitu näiden näytteiden perusteella päätellä.

Koekentästä otettujen näytteiden analysointi osoitti, ettei ravinteita ainakaan suuremmassa määrin ole kulkeutunut astianäytteiden ulkopuolelle. Kaliumia on saattanut muutamissa näytteissä kulkeutua kuopan pohjaan saakka samoin tyyppiä, mutta määrät ovat pieniä. Varsinaisen sararämeen astianäytteiden analysointi vahvisti käsitystä, että kaliumia kulkeutuu mahdollisesti astianäytteen pohjalle saakka. Sen sijaan fosfori näyttää sitoutuvan tiukasti aivan pintakerroksiin.

Astiakoemenetelmää pitäisi kehittää edelleen ennen kuin sitä voidaan käyttää suotyyppien lannoitustarpeen määrittämisessä (vrt. TAMM 1964).

Astioiden koko osoittautui liian pieneksi, koska kasvu taantui jo kolmantena kasvukautena istutuksesta. Tässä kokeessa käytetyt lannoitemäärät saattoivat olla liian suuria. Astianäytettä suurentamalla saataisiin taimien kehitystä seurata useampia vuosia ja tulokset olisivat eräänlaisia »früh»-testejä soiden lannoitustarpeesta.

Tämä tutkimus on alkanut Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen esimiehen prof. L. Heikuraisen aloitteesta ja hän on suunnitellut myös kokeen. Suometsätieteen laitoksen henkilökunta on antanut apuaan tutkimuksen eri vaiheissa. Mainituille samoin kuin Rosenlew Oy:lle, jonka antama apuraha on mahdollistanut tutkimuksen julkaisun, tekijät esittävät vilpittömän kiitoksen.

- AITOLAHTI, M. 1969. Juuriston ja puuston tunnusten välisistä riippuvuussuhteista ojitettujen soiden kuusikoissa. Summary: Root/above-ground stand relationship in spruce stands growing on drained peatlands. Commun. Inst. For. Fenn. 68.2.
- ERJALA, P. 1970. Suotyyppien lannoitustarpeen määrittäminen astiakoemenetelmää käyttäen. Konekirjoite. Helsingin yliopiston suometsätieteen laitos.
- HEIKURAINEN, L. 1955. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Referat: Der Wurzelaufbau der Kieferbestände auf Reisermoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. Acta For. Fenn. 65.3.
- » — 1957. Sekametsiköiden juuristoista ojitetuilla soilla. Referat: Der Wurzelaufbau in Mischwäldern auf entwässerten Moorböden. Acta For. Fenn. 67.2.
- » — 1967. The effects of manuring on organic soils. 5th Colloquium International Potash Institute in Jyväskylä/Finland.
- MESHECHOK, B. 1967. Om startgjødsling ved skogkultur på myr. Meddelelser fra det Norske Skogforsöksvesen. Nr 87.
- SARAMÄKI, J. 1971. Suotyyppien lannoitustarpeen määrittäminen astiakoemenetelmää käyttäen kuusen taimilla. Konekirjoite. Helsingin yliopiston suometsätieteen laitos.
- SNEDECOR, G. and COCHRAN, W. 1967. Statistical methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology. 6th edition. Iowa State Univ. Press, Ames. Iowa.
- TAMM, C. O. 1964. Determination of Nutrient Requirements of Forest Stands. International Review of Forest Research 1. New York.

SUMMARY:

DETERMINATION OF THE NEED FOR FERTILIZER APPLICATION TO DRAINED PEAT SOILS WITH THE POT METHOD

The possibilities of using the pot method for determination of the need for fertilizer application were studied in an experiment which covered peatsamples from three different peatland site types and the tree species Scots pine and Norway spruce. The question was about a factorial experiment including two levels of each of phosphorus, potash and nitrogen, the total number of samples for each of the two tree species being 120. Each peat sample, which had a cylindrical shape with a height of 35 cm and a diameter of 25 cm, was surrounded on its vertical sides by a plastic sheet. Two transplants were planted into each pot formed in this way, and the development of the young trees was studied for a period of three years.

The usability of the method was studied by following the development of the root systems of the trees in the pots. The nutritional state of the samples was determined both on the samples proper and on the peat in their immediate vicinity. It seems that the pots which were used were too small because the roots of the samples that had been treated with fertilizer application crowded against their walls (Table 1). No transfer of nutrients of a magnitude deserving of mention to the outside of the pots was observed, although, in the case of potash, a movement to the bottom of the sample could be observed when fertilizer combinations had

been used which were unfavorable from the viewpoint of the trees (Figs. 3 and 4). The height development of the young trees was studied by measuring the height increment each year (Figs. 1 and 2). From the viewpoint of the development of the trees, phosphorus seemed to be of the greatest importance, but the results obtained showed also that nitrogen application is required on the poorest sites. Potash did not give statistically significant results on all occasions. The best overall results were obtained using NPK application. Proper fertilizer application seemed to level out the differences occurring between different site types in the course of the earliest years of development of the trees; it was not assessed, however, whether this trend will continue later on.