

No 2
1969

20. vuosikerta

15. 4. 1969

S U O

Julkaisija: SUOSEURA

Toimituskunta:

Leo Heikurainen (puh.joht.), Ilpo Mikola, Allan Antola,
Kimmo Tolonen, Juhani Päivänen (päätoimittaja)

Toimitus:
Helsinki 17
Unionink. 40 B

Tilaushinta 10,—

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Eero Paavilainen

JUURISTOJEN JA KASVUALUSTAN HIVENAINEPITOISUUKSIEN VÄLISISTÄ SUHTEISTA SUOMETSISSÄ

JOHDANTO

Puiden sekä pintakasvillisuuden juuriston ravinnepitoisuuden suhdetta kasvualustassa olevien ravinteiden määrään on tutkittu Suomessa typen, fosforin ja kalin osalta. Tekijän Leivonmäen Kivisuon metsänlannoituskoekentällä suorittamassa tutkimuksessa ilmeni, että fosforin osuus juurten kuivapainosta oli sitä suurempi mitä enemmän tätä ravinnetta oli annettu lannoituksessa (Paavilainen 1968). Samoin juurten kalipitoisuus oli suurin niillä koaloilla, jotka olivat saaneet eniten kalia. Juurten typpipitoisuuden ja lannoituksessa annetun typen määrän välillä ei ollut riippuvuussuhdetta. Tutkimuksessa todettiin myös, että juurten fosforipitoisuus sekä N/P-suhde olivat korrelaatiossa puiden kasvun kanssa.

Edellä mainitut tutkimustulokset viittasivat siihen, että juuriston kemiallinen analyysi saattaa tulla täydentävänä apukeinona kysymyksen suometsien lannoitustarpeen selvittäessä. Tämän johdosta katsottiin tarpeelliseksi suorittaa menetelmää koskevia jatkotutkimuksia. Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, onko juuristojen ja kasvualustan hivenainepitoisuuksien välillä vuorosuhdetta. Tutkimuksen aineisto on kerätty Kivisuon lannoituskoekentältä sekä metsäntutkimuslaitoksen Pohjois-Satakunnan tutkimusaseman alueelle Karvian Alkkiaan perustetulta kenttäkoekelta.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kivisuon metsänlannoituskoekentältä valittiin tutkimusalueeksi koe n:o II (vrt. Huikari ja Paarlahti 1966). Tämä koe on perustettu suorittamalla koulimattomien 2-vuotiaiden männyn taimien istutus ja hajalannoitus keväällä 1959. Vuonna 1964 on alueelle lisäksi istutettu koullittuja 3-vuotiaita kuusen taimia. Suo on ollut koetta perustettaessa lähes kokonaan vailla kasvipeitettä, mutta lannoituksen jälkeen on paikalle tullut etenkin kasvilajeja, joiden runsaus korreloi positiivisesti NPK-tekijöihin ja kasvillisuuden ravinteisuus-sarjaan (Reinikainen 1965). Tällaisia kasveja ovat olleet mm. *Chamaenerium angustifolium*, *Eriophorum angustifolium*, *Dryopteris spinulosa*, *Betula verrucosa*, *Betula pubescens*, *Pohlia nutans* ja *Polytrichum commune*. Horsman peittävyys on suurin niillä koaloilla, jotka ovat saaneet lannoituksessa kuparia (Huikari ja Paarlahti 1966).

Kivisuon koe on perustettu ns. miinuskokeena. Tutkittavat hivenaineet ovat boori, kupari, mangaani ja sinkki. Näiden lisäksi on lannoituksessa annettu typpeä, fosforia ja kalia. Taulukosta 1 nähdään, mitä lannoitteita on käytetty kullakin koalalla.

Jokaiselta Kivisuon koalalta otettiin 14 juuristonäytettä, joiden poikkileikkauspinta-ala oli 4×5 cm ja syvyys 20 cm. Näytteenottopaikat määrättiin systemaattisesti, jolloin niiden sijainti koalojen rajoihin ja

Taulukko 1. Tutkitut koealat

Table 1. Sample plots studied

Koealan n:o Sample plot no.	Lannoitus — Dressing ¹⁾
	Leivonmäen Kivisuo
75 92	B, Cu, Mn, Zn + NPK
76 93	B, Cu, Mn + NPK
77 94	B, Cu, Zn + NPK
78 95	Cu, Mn, Zn + NPK
79 96	Cu, Mn + NPK
80 97	Cu, Zn + NPK
81 98	B, Cu + NPK
82 99	B, Mn, Zn + NPK
83 100	B, Mn + NPK
84 101	— —
85 102	B, Zn + NPK
86 103	Mn, Zn + NPK
87 104	Cu + NPK
88 105	B + NPK
89 106	Mn + NPK
90 107	Zn + NPK
108	— —
	Karvian Alkkia
13 21	—
14	CuSO ₄ 400 kg/ha
15	CuSO ₄ 800 —,,—
16	CuSO ₄ 1600 —,,—
22	ZnSO ₄ 450 —,,—
23	ZnSO ₄ 900 —,,—
24	ZnSO ₄ 1800 —,,—

¹⁾ B = lannoiteboraattia (40 % B) 50 kg/ha
 Cu = kuparisulfaattia (25 % Cu) 50 kg/ha
 Mn = mangaanosulfaattia (25 % Mn) 50 kg/ha
 Zn = sinkkisulfaattia (23 % Zn) 50 kg/ha

N = kalkkiammonsalpietaria (25 % N) 600 kg/ha
 P = hienofosfaattia (33 % P₂O₅) 600 kg/ha
 K = kalisuolaa (50 % K₂O) 400 kg/ha

ojiin nähden oli kaikilla koealoilla sama. Näytteenottoaika oli 5.—6. 6. 1968.

Tutkimuksen lisäaineisto kerättiin Pohjois-Satakunnan tutkimusaseman alueelle Karvian Alkkiaan isovarpuiselle tupasvillärämeelle marraskuussa 1962 perustetulta kokeelta, jonka tarkoituksena on selvittää neulas- ja maa-analyysin käyttömahdollisuutta biogeokemiallisessa malminetsinnässä (vrt. Paavilainen 1966 a). Tämän tutkimuksen aineisto otettiin koealoilta 13—16 ja 21—24, joissa tutkittavat hivenlannoitteet ovat kupari ja sinkki. Muita lannoitteita ei tässä kokeessa ole annettu. Käytetyt hivenlannoitemäärät ovat varsin

korkeita, kuten taulukosta I selviää.

Jokaiselta Alkkian koealalta otettiin juuristonäytteitä säännöllisin välimatkoin 16 kpl, näytteiden poikkileikkauspinta-alan ollessa 4 × 5 cm ja näytesyvyyden 20 cm. Näytteenottoaika oli 28. 5. 1968.

Näytteissä olleet juuret eroteltiin laboratoriossa vesihuuhdelun ja yksityiskohtaisen tarkastuksen avulla (vrt. esim. Heikurainen 1955, Paavilainen 1966 b). Juuret kuivattiin pitämällä niitä yhden vuorokauden ajan + 105°C:n lämpötilassa, minkä jälkeen punnittiin niiden kuivapaino. Ravinneanalysit suoritettiin Viljavuuspalvelu Oy:n toimesta.

Taulukko 2. Juuristoanalyysin tulokset Leivonmäen Kivisuolta
 Table 2. Results from root analysis, Kivisuo, Leivonmäki

Lannoitus Dressing	Juurten kuivapaino, kg/ha Root dry weight, kg/ha	Juurten hivenainepitoisuus, ppm Trace element content of roots, ppm			
		B	Cu	Mn	Zn
Eri tavoin hivenlannoitetut koealat Sample plots dressed with trace elements in different ways					
B, Cu, Mn, Zn + NPK	125	5.9	14.5	158	248
B, Cu, Mn + NPK	157	8,5	26.5	180	—
B, Cu, Zn + NPK	174	9.0	17.0	—	313
B, Mn, Zn + NPK	153	7.8	—	160	400
Cu, Mn, Zn + NPK	162	—	15.5	168	315
B, Cu + NPK	151	7.7	20.0	—	—
B, Mn + NPK	191	5.3	—	193	—
B, Zn + NPK	173	5.5	—	—	360
Cu, Mn + NPK	173	—	16.5	173	—
Cu, Zn + NPK	161	—	29.0	—	348
Mn, Zn + NPK	247	—	—	183	483
B + NPK	169	6.5	—	—	—
Cu + NPK	158	—	18.5	—	—
Mn + NPK	197	—	—	170	—
Zn + NPK	178	—	—	—	473
F-arvo F-value	0,83	1.67	0.57	0.21	0.56
Yhdistetty aineisto — Combined material					
Lannoittamaton — Undressed	54	8.8	13.7	305	197
B+NPK± muita hivenlannoitteita ± other trace elements	162	7.1	—	—	—
Cu+NPK±	158	—	19.7	—	—
Mn+NPK±	176	—	—	173	—
Zn+NPK±	172	—	—	—	367
t-arvo t-value	—	—	2.53*	3.46**	6.11***

TULOKSET

Taulukossa 2 on esitetty juurten kuivapaino ja hivenainepitoisuus Kivisuon eri tavoin hivenlannoitetuilla koealoilla. Jokainen luku on kahdelta koealalta saatujen tulosten keskiarvo. Taulukkoon on myös merkitty aineistosta suoritettun varianssi-analyysin perusteella saadut F-arvot.

Taulukosta 2 ilmenee, ettei juurten kuivapainossa eikä myöskään hivenainepitoisuuksissa ole merkitsevää eroa eri koejäsenten välillä. Ero lannoitettujen ja lannoittamattomien koealojen välillä on sitä vastoin varsin selvä, kuten yhdistetyn aineiston perusteella lasketuista luvuista havaitaan. Lannoitettujen koealojen tulokset ovat keski-

arvoja kaikilta ko. hivenlannoitetta saaneilta 16 koealalta ja lannoittamattomien koealojen tulokset juurten booripitoisuutta lukuunottamatta keskiarvoja kolmelta koealalta. Boorin pitoisuutta koskeva vertailuarvo on saatu analysoitavien näytteiden loppumisen takia vain yhdeltä koealalta. Tulosten alle on merkitty keskiarvoerojen merkitsevyyttä osoittavat t-arvot.

Juurten määrä on lisääntynyt selvästi yhdistetyn NPK- ja hivenlannoituksen vaikutuksesta (taulukko 2). Tämän johdosta on juuristoihin sitoutuneen boorin, kuparin, mangaanin ja sinkin kokonaismäärä lannoitetuilla koealoilla suurempi kuin lannoittamattomilla vertailukoealoilla. Lannoitus on vaikuttanut juurten hivenainepitoisuuksiin

Taulukko 3. Juuristoanalyysin tulokset Karvian Alkkiasta
 Table 3. Results from root analysis, Alkkia, Karvia

Lannoitus <i>Dressing</i>	Juurten kuivapaino, kg/ha <i>Root dry weight, kg/ha</i>	Juurten hivenainepitoisuus, ppm <i>Trace element content of roots, ppm</i>		
		Cu	Mn	Zn
Lannoittamaton — <i>Undressed</i>	358	20	—	238
CuSO ₄ , 400 kg/ha	276	500	—	—
—, —, 800 —, —	265	675	—	—
—, —, 1600 —, —	162	2100	—	—
ZnSO ₄ , 450 —, —	307	—	—	600
—, —, 900 —, —	211	—	—	850
—, —, 1800 —, —	262	—	—	1500

siten, että juurten kupari- ja sinkkipitoisuus oli näitä ravinteita lannoituksessa saaneilla koealoilla merkitsevästi suurempi kuin vertailukoealoilla. Juurten boori- ja mangaanipitoisuus oli sitä vastoin lannoitetuilla koealoilla pienempi kuin lannoittamattomilla. Hivenainepitoisuuksissa havaitut erot olivat tilastollisesti merkitseviä boorin pitoisuutta lukuunottamatta, jota koskevaa t-testiä ei voitu suorittaa. Juurten hivenainepitoisuudet olivat Kivisuolla samaa suuruusluokkaa niiden tulosten kanssa, joita on saatu puiden neulasista ja rungoista suoritetuissa hivenainemäärityksissä (vrt. esim. Baule ja Fricker 1967).

Karvian Alkkian kokeessa ovat suurimmat käytetyt kuparin ja sinkin määrät aiheuttaneet puuston maanpäällisissä osissa silmin havaittavia myrkkyyvaikutuksia, jopa puuston kuolemista. Myös juurten kuolemista on ilmeisesti tapahtunut, sillä juurten kuivapaino oli kuparia ja sinkkiä saaneilla

koealoilla pienempi kuin lannoittamattomilla vertailukoealoilla (taulukko 3).

Taulukosta 3 nähdään, että juurten kupari- ja sinkkipitoisuus oli Alkkian koealoilla sitä suurempi mitä enemmän näitä aineita oli käytetty lannoituksessa. Runsaimmat juurten kuparipitoisuudet olivat lannoitetuilla koealoilla yli sata kertaa niin suuria kuin vertailukoealoilla. Suurimmat sinkin määrät nostivat juurten sinkkipitoisuuden yli kuusinkertaiseksi vertailukoealoihin verrattuna.

Nyt saadut tulokset osoittavat, että kemiallinen juuristoanalyysi saattaa ainakin kuparin ja sinkin osalta kuvata kasvualustan hivenainetilaa suomensuomissa. Missä määrin tällä havainnolla on käytännöllistä merkitystä esim. hivenaineiden puutosilmäiden selvittämisessä, tulisi edelleen tutkia. Tässä tutkimuksessa jää selvittämättä, miksi mangaanin käyttö lannoituksessa on pienentänyt juurten mangaanipitoisuutta.

KIRJALLISUUTTA

- Baule, H. ja Fricker, C. 1967. Die Düngung von Waldbäumen. München.
 Heikurainen, L. 1955. Rämännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen (Referat: Der Wurzel-aufbau der Kiefernbestände auf Reiser-moorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung). AFF 65.3.
 Huikari, O. ja Paarlahti, K. 1966. Kivisuon metsänlannoituskokeet. Kenttäopas.
 Paavilainen, E. 1966 a. Pohjois-Satakunnan metsäkoekasema. Retkeilyopas.

- Paavilainen, E. 1966 b. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämännikön juurisuhteisiin (Summary: On the effect of drainage on root systems of Scots pine on peat soils). MTJ 61.1.
 Paavilainen, E. 1968. Juuristotutkimuksia Kivisuon metsänlannoituskoe-entällä (Summary: Root studies at the Kivisuo forest fertilization area). MTJ 66.1.
 Reinikainen, A. 1965. Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungs-Versuchsfeld des Moores Kivisuo, Kirschp. Leivonmäki, Mittelfinnland. MTJ 59.5.

SUMMARY:

ON THE CORRELATION BETWEEN THE CONTENTS OF TRACE ELEMENTS IN ROOTS AND GROWTH SUBSTRATUM IN CERTAIN PEATLAND SITES

The aim of the study was to find out whether there is any correlation between the contents of trace elements in roots and growth substratum in certain peatland sites. The material of the study was collected from experimental areas established by the Finnish Forest Research Institute at Kivisuo, parish of Leivonmäki, and Alkkia, parish of Karvia. The trace elements studied at Kivisuo were boron, copper, manganese and zinc. In addition to them, the sample plots had been treated with basic NPK fertilization. Table 1 shows what fertilizers had been applied to each sample plot.

Copper and zinc contents of roots were higher in fertilized than in unfertilized sample plots (Tables 2 and 3). The contents of copper and zinc were also higher, the greater quantities of them had been applied. Boron and manganese contents of roots, on the other hand, were smaller in fertilized sample plots than in the controls, the difference being even statistically significant for manganese. The results obtained from the study indicate that chemical analysis of roots at least for copper and zinc is able to describe the trace element relationships of peatland forest substrate.

Martti Kurki

SUOVILJELYSTEN VILJAVUUSTUTKIMUKSISTA

Viljavuustutkimus on tullut varsin tärkeäksi tekijäksi maataloudessa. Se luo pohjan suunnitelmalliselle viljelylle selvittäessään maanparannuksen, kalkituksen ja lannoituksen tarpeen sekä maan sopivuuden eri kasvien viljelyyn. Se antaa myös viitteitä kuivatus-, muokkaus- ja kylvötöiden suorittamiseksi oikein. Seuraavassa tarkastellaan suoviljelysten viljavuustutkimuksia ja niiden tuloksia.

Näytteitä otetaan viljavuustutkimusta varten keskimäärin $1 \frac{1}{2}$ kpl/ha. Ns. perustutkimuksessa määritetään maalaji, multavuus, multakerroksen paksuus, happamuus sekä kalsium-, kalium- ja fosforipitoisuudet. Näitä tutkimuksia Viljavuuspalvelussa on tehty v:sta 1952 lähtien noin 1.5 miljoonasta näytteestä. Lisäksi tehdään huomattava määrä magnesium- ja hivenravinnemäärityksiä, keskimäärin noin joka kymmenennestä näytteestä. Hivenravinteista eniten tutkitaan kuparia, booria ja mangaania, mutta jonkin verran tehdään myös sinkki-, rauta-, molybdeeni-, koboltti- ja seleenimäärityksiä.

Viljavuustutkimuksen analyysitulokset käsitellään tietokoneella viisivuotiskausittain.

Nyt esitettävät tiedot perustuvat vuosien 1961—1965 viljavuustutkimuksiin. Tällöin tutkittiin kaikkiaan noin puoli miljoonaa näytettä.

SUOVILJELYSTEN OSUUS

Tutkituista muokkauskerroksen näytteistä eloperäisten maiden osuus on 28 %. Eloperäisistä maista suurin osa eli 59 % on multamaita; liejumaita on 2 %, järvimutamaita 7 %, mutasuoturpeita 24 % ja rahkasuoturpeita 8 %. Pohjamaanäytteistä (n. 40 cm syvyydeltä) on eloperäisiä maita vain 17 %. Eloperäiset pohjamaanäytteet jakautuvat eri maalajien kesken seuraavasti: lieju 11 %, järvimuta 21 %, mutasuoturpeet 49 % ja rahkasuoturpeet 19 %. Suoviljelysten piiriin tässä kirjoituksessa lasketaan turve- ja mutamaitten lisäksi myös multa- ja mutamaat. Nehän ovat yleensä syntyneet joko ohuen turvekerroksen sekoituksessa muokkauksen vaikutuksesta alla olevaan kivennäismaahan tai, kun turvemaalle on ajettu runsaasti kivennäismaata maanparannusaineeksi.