

FOLIA FORESTALIA 526

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

KLAUS SILFVERBERG

NÄRINGSANALYS I TVÅ
SPÄRÄMNESGÖDSLÄDE
GRANPLANTERINGAR

NUTRIENT ANALYSIS
OF NORWAY SPRUCE
AFTER APPLICATION
OF MICRO-NUTRIENTS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeesemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 526

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Klaus Silfverberg

NÄRINGSANALYS I TVÅ SPÄRÄMNESGÖDSLÄDE
GRANPLANTERINGAR

Nutrient analysis of Norway spruce after
application of micro-nutrients

INNEHÅLL

1. INLEDNING	3
2. MATERIAL OCH METODER	3
21. Undersökningslokalerna	3
22. Insamling och behandling av materialet	5
3. EFFEKTEN AV GÖDSLINGEN	7
31. Markanalyserna	7
32. Barranalyserna av gran	7
33. Bladanalyserna av björkskärmen	8
4. DISKUSSION	9
LITTERATUR	10
SELOSTE	12

SILFVERBERG, K. 1982. Näringsanalys i två spårämnesgödslade granplanteringar. Abstract: Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients. Seloste: Kahden hivenlannoitetun istutuskuusikon ravinneanalyysi. *Folia For.* 526:1—12.

I två granplanteringar, Heinola 61°10'N, 26°03' E och Rääkkylä 62°21'N, 29°52'E, utfördes gödslingsförsök med spårämnen. Orsaken härtill var granarnas dåliga tillväxt och låga halter av bor, koppar och zink. Dessa mikroelement gavs i form av träaska, Kemiras spårämnesblandning, Solubor, CuO, CuSO₄ och ZnSO₄.

Efter en (Heinola), respektive tre (Rääkkylä) vegetationsperioder utfördes näringsanalys på träden. Analyserna visade att borttillförseln gett kraftigt utslag. Tydliga skillnader förelåg mellan de olika borgödselslagen. Det snabblösliga Soluboret, 2,05 kg B/ha, höjde inom en vegetationsperiod granbarrens bornivå från 3—5 till 39—117 ppm, betydligt över det optimala. Skadade granar upptog bor lika rikligt som oskadade. Björkskärmen, vars bornivå gått upp från ca 15 till 81—191 ppm, verkade nedsättande på granarnas bornivå. Tre år efter applicering av 1,3 kg B/ha i träaska och 0,55 kg i borax uppgick borhalten till 15 resp. 20 ppm. Cu- och Zn-nivån i granarna och björkarna påverkades endast i begränsad utsträckning.

Denna studie visar att lösligheten hos skogsgödselmedel bör ägnas speciell uppmärksamhet. Undersökningens resultat aktualiserar också frågan om trädslagsvalet på somliga ur näringsbalans och frost-resistens sett kritiska växtplatser.

Two Norway spruce plantations, one growing in Heinola 61°10'N 26°03'E, and the other in Rääkkylä 62°21'N 29°52'E, were fertilized with micro-nutrients owing to their poor growth level and low boron, copper and zinc contents. These microelements were added as wood ash, the micro-nutrient mixture sold by Kemira Ltd, Solubor, CuO, CuSO₄ and ZnSO₄.

Nutrient analyses were carried out on the trees after one (Heinola) and three (Rääkkylä) growing seasons. The results of the analyses showed that boron uptake was high. Clear differences occurred between the different boron fertilizers. Easy soluble Solubor (2.05 kg B/ha) increased the boron content of the needles from 3—5 to 39—117 ppm, which is well above the optimum level, during one growing season. Damaged spruces had as good boron uptake as undamaged ones. The nurse crop of birch, that also had a strong uptake from 15 to 91—191 ppm, depressed the boron level of the spruces. Three years after application of 1.3 kg B/ha in wood ash and 0.55 kg in borax the boron content was 15 and 20 ppm, respectively. The level of Cu and Zn in spruce and birch was only slightly affected.

This study indicates that special attention should be paid to the solubility of forest fertilizers. The results are also actualizing the question about choice of tree species on some frost-tender and nutritionally critical sites.

ODC 237.4 + 114.54 + 181.34
ISBN 951-40-0580-5
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

1. INLEDNING

Sedan 1976 har Skogsforskningsinstitutets torvmarksavdelning arbetat med ett projekt som undersöker tillväxtstörningar på våra vanligaste skogsträd, främst tall (*Pinus sylvestris*). Flera undersökningar (Huikari 1974, Veijalainen 1975, Raitio och Rantala 1977, Raitio 1977) har visat att brist på spårämnen, särskilt bor, sannolikt varit en orsak till störningarna på torvmark. Detta har kunnat beläggas genom barranalys, kartering av symptomatiken, studier av utländsk litteratur (Kolari 1979) och genom några gödslingsförsök (Veijalainen 1980, 1981, Kolari och Veijalainen 1981). Även hos gran (*Picea abies*) har borbrist påvisats i samband med anomalier och oväxtlighet (Braekke 1977, 1979, Silfverberg 1980).

De flesta spårämneshöjningarna, särskilt av äldre datum, anlades i bestånd där brist på spårämnen inte påvisats. Barranalys i tallbestånd, vilka tillförts N, P och K samt B och Cu, har visat att upptagningen av bor varit god och bestående (Veijalainen 1977, 1980). Borgivan ingick som gödselborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) i PK för torvmark och som borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) i Kemiras spårämnesblandning (Lannoitteet...). Samtliga givor (0,55 — 2,5 kg B/ha) åstadkom en markant uppgång i barrrens borhalt. Inom 3—4 år efter gödningen hade borhalten gått upp från 7 till 26 ppm. Å andra sidan visade gamla askförsök, att bor också i träaska kan ha långvarig verkan. Ännu drygt 30 år efter gödningen (8000 kg träaska/ha) uppgick borhalten till 20 ppm. Tillförsel av koppar resulterade i en mycket blygsam höjning av barrrens Cu-halt (Veijalainen 1980).

Spårämneshöjningarna i granbestånd har undersökts i ringa utsträckning i Finland. Ett mindre försök på ett utdikad kärr i SW Finland har refererats av Veijalainen (1974). Inga näringsanalyser utfördes dock och tillväxten uppvisade ingen klar förbättring. I Norge har Braekke (1977, 1979) lyckats dels förebygga, dels eliminera tillväxtstörningar nästan helt med borax och kopparsulfat. Kvantiteterna var för borax 10—30, för CuSO_4 30 kg/ha.

En näringsanalytisk studie av gran ansågs påkallad av flera orsaker. Granens förmåga att tillgodogöra sig olika spårämneshöjningsmedel är bristfälligt känd, likaså den tid som åtgår tills ett stabilt näringsläge uppnåtts. Tidigt utförda analyser kunde också utgöra bas för en uppföljning av näringsläget. Ifall näringshalten snabbt når en stabil nivå kan detta också underlätta utvärderingen av gödslingsreaktionen. Analysresultaten kunde medge en preliminär bedömning av gödslingsreaktionen utan att invänta taxatoriska data (Paarlahti et al. 1971, Karsisto 1972). Betydelsen av granarnas skadegrad och förekommande skärbestand ansågs också vara i behov av utredning.

Ett flertal personer har bidragit till undersökningen. Manuskriptet lästes av professorerna E. Paavilainen och E. Mätkönen, fil.lic. A. Reinikainen, fil.kand K. Kolari och NatK H. Veijalainen. I arbetet medverkade också H. Takamaa, M. Hartman (fältarbeten, manusgranskning), A.-L. Mertaniemi (analyserna), P. Lempinen (figurerna) och J. Derome, M.Sc. (engelskt språkskick).

Utöver dessa personer går ett stort tack också till Kymi Kymmene Oy som genom forsttekniker M. Korhala berett möjlighet och upplåtit resurser till arbetet. Likaså riktas ett tack till jordbrukare M. S. Hirvonen i Rääkkylä.

2. MATERIAL OCH METODER

2.1. Undersökningslokalerna

Som ett led i projektets försöksverksamhet anlades 1978 och 1980 försök med mikroelement i tvenne oväxtliga granplanteringar där brist på spårämnen konstaterats. Det äldre och mindre försöket låg på Kokonsuo i Rääkkylä (62°21'E, 29°52'E) medan det yngre och

större fanns på Korvensuo i Heinola (61°10'N, 26°03'E):

Undersökningsområdet i Heinola låg på en knappt 2 ha stor granplanterad vret. Torvlaget var tunt (5—25 cm) och långt humifierat. Den underliggande mineraljorden bestod av fin mo och mjåla. Sannolikt som en följd av odlingen var torven och mineraljorden mängden-

Tabell 1. Granbarrens näringshalt före gödslingen i jämförelse med framförda bristnivåer. 1) Paavilainen (1975), 2) Ingestad (1962), 3) Binns et al. (1980), 4) Braekke (1979), 5) Haveraaen (1964), 6) Ingestad (1958). No = oskadade, Ak = skadade träd.

Table 1. Nutrient contents of spruce needles before fertilization compared with deficiency levels. References, see above. No = normal, Ak = damaged trees.

Näringsämne Nutrient	Heinola		Räkkylä		Bristnivå Deficiency level
	No	Ak	No	Ak	
N %	1,26	1,18	1,24	1,40	1,20 ¹⁾
P "	0,22	0,23	0,22	0,21	0,15 ¹⁾
K "	0,83	0,73	0,72	0,58	0,40 ¹⁾
Ca "	0,36	0,35	0,36	0,40	0,02—0,03 ²⁾
Mg "	0,09	0,08	0,13	0,10	0,03 ³⁾
B ppm	4,7	2,0	6,9	6,3	1,5—4,0 ⁴⁾
Cu "	3,0	2,6	4,7	6,8	1,4—2,5 ⁵⁾
Mn "	168	170	444	734	20 ⁶⁾
Zn "	14,7	12,5	25,4	35,2	—

städes starkt uppblandade. Fältskiktet dominerades av *Deschampsia caespitosa*, *D. flexuosa*, *Equisetum sylvaticum*, *Hypericum maculatum* och *Potentilla erecta*.

Åkern som legat övergiven sedan 1955 beskogades med gran, 2/2, i maj 1962. Granplantorna uppvisade trots röjning och upprepad gräsbekämpning kontinuerligt mycket dålig tillväxt. En stor del av granarna förlorade apikaldominansen och förbuskades. Spår efter frostsador kunde inte upptäckas. Dräneringen inom området torde ha varit god, särskilt med tanke på att tegbredden var endast 10 m. Våren 1980 utfördes en rensning av avloppsdiket.

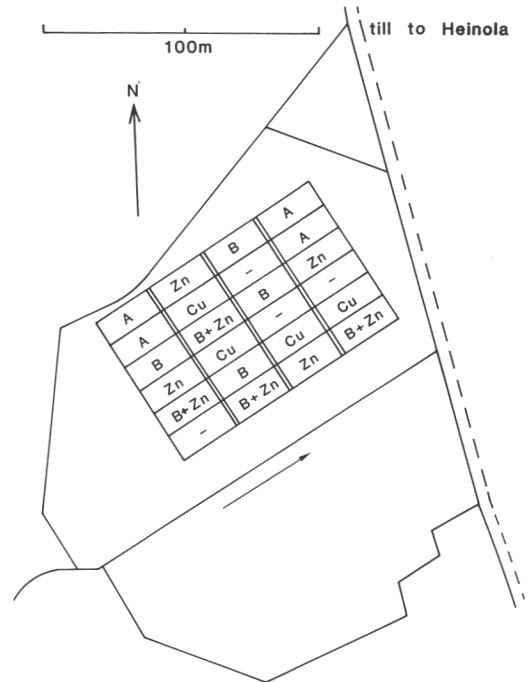
Hösten 1979 varierade granarnas höjd mellan 0,5 och 5 meter. På basen av yttre symptom och barranalys ansågs brist på mikroelement möjligen föreligga (tabell 1). Beslutet att begränsa gödslingen till enbart mikroelement baserades sålunda på barrrens näringshalter och inte på markens näringsstillgångar, som var relativt knappa beträffande N och P (tabell 3).

Efter nedläggningen 1955 hade en kraftig naturlig björkförnyring med *Betula pendula* och *B. pubescens* ägt rum. Detta bestånd gallrades hösten 1978 då också en röjning utfördes. Hösten 1981 var björkarnas medelhöjd 13 meter (se Mälkönen 1977, Raulo 1981) och bildade således skärm för granarna, beståndsdata se uppställningen nedan. En onormalt hög förgreningsfrekvens kunde iaktas på björkarna. Det är möjligt att björkar med svårare störningssymptom tagits bort i samband med röjningarna och gallringen. Att granarna fått stå kvar kan bero på att de uppfattats som stampplanter.

Stamantal /ha	950
Medelhöjd, m	13,2
Brösthöjdsdiameter, cm	12,8
Grundyta, m ² /ha	12,2
Volym, m ³ /ha	76
(exkl. gallringsvirket)	

Den 21. maj 1980 anlades ett försök med tillförelse av spårämnen (tabell 2). Utläggningen av de olika behandlingarna skedde genom lotning. Gödselmedlen, förutom askan, löstes i dikesvatten och spreds som bredgödsling med sprutkanna. Askan härstammade från Kymi Kymmene Oy:s värmecentral i Voikkaa, där bark och flis utgjort viktigaste bränslen.

Antalet upprepningar var 4 och totala antalet provrutor 24. Rutornas storlek var 0,02 ha (9 × 22,2 m). På bredden åtskildes rutorna av tegdiken, i längsriktningen separerades de av en 2 m bred kapp (figur 1).



Figur 1. Försöksfältet i Heinola. A = aska, — = kontroll

Figure 1. The experimental field in Heinola. A = ash, — = control

Undersökningsområdet i Räkkylä utgjordes av en gammal slätteräng-betesmark på ca 1 ha. Torvskiktet var tunt (0—15 cm) och ställvis blandat med mojord. Områdets nuvarande mineralmarkskaraktär framträder också i markens låga kvävehalt. Markens näringshalter (9.8.1978) finns i tabell 4.

I bottenskiktet förekom *Polytrichum commune* rikligt. Fältskiktet dominerades av:

<i>Agrostis</i> sp.	<i>Geum rivale</i>
<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Cirsium heterophyllum</i>	<i>Pyrola</i> sp.
<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>D. flexuosa</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>

Tabell 2. Gödselgivornas konsistens. Askans vattenhalt i Heinola 30—40 %, i Rääkkylä 0,7 %. Näringsmängderna beräknade på askans totalmängd.
 Table 2. Composition of fertilizers used. Water content of ash 30—40 % in Heinola, 0,7 % in Rääkkylä. Amount of nutrients calculated for total ash.

Heinola		Gödsling — Fertilization, kg/ha				Träska Wood ash	
Kontroll Control	CuO	Solubor Na ₂ B ₈ O ₁₃ ·4H ₂ O	ZnSO ₄	Solubor + ZnSO ₄			
—	6,5	10	40	10 + 40	6000		
	Cu 5,07	B 2,05	Zn 16,2	B 2,05 Zn 16,2	N 6	P 54	
					K 84	Ca 1986	
					Mg 126	B 1,26	
					Cu 0,42	Mn 100	

Rääkkylä		Gödsling — Fertilization, kg/ha				Träska Wood ash	
Kontroll Control	CuO	CuSO ₄	Spårämnes- blandning Micronutri- ent mixture				
—	6	25	50		8300		
	Cu 4,68	Cu 6,25	K 3,5	B 0,55	K 224	P 108	
			Cu 6,4	Mn 2,75	Mg 191	Ca 3602	
			Zn 2,75		Cu 1,66	B 1,33	
					Zn 4,15	Mn 124	

Tabell 3. Markens näringshalt en vegetationsperiod efter gödslingen. Heinola. Kontroll 1979 (n=1) ingår ej i variansanalysen. Se också bilaga 1.

Table 3. Nutrient contents in soil one growing seasons after fertilization. Heinola. Control 1979 (n=1) is excluded from the analysis of variance. See also Appendix 1.

Närings- ämne, pH Nutrient, pH	Kontroll Control		Gödsling — Fertilization, kg/ha				Aska Ash 6000	F-värde F-value
	1979	1980	CuO 6,5	Solubor 10	ZnSO ₄ 40	Solubor + ZnSO ₄ 10 + 40		
pH	5,4	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	0,16
N %	0,80	1,05	1,12	1,10	1,18	1,02	1,30	1,61
P mg/l	1,8	21,3	19,0	18,5	20,3	18,5	24,8	0,17
K "	60	58,0	61,0	68,0	60,8	61,3	115,0	3,80*
Ca "	1050	1526	1500	1543	1628	1506	1482	0,69
Mg "	50	76,0	62,3	65,3	74,3	64,3	107,8	1,78
B "	0,3	0,45	0,27	1,29	0,30	0,96	0,65	5,05**
Cu "	12,9	21,8	25,0	21,5	23,0	19,0	20,8	1,18
Mn "	7,0	4,3	2,2	3,0	2,8	2,8	9,9	1,62
Zn "	8,0	12,0	10,8	11,8	14,2	15,5	10,0	3,27*

Området planterades med gran år 1951. På grund av dålig tillväxt och utgången plantmaterial utfördes hjälpplantering 10 år senare. Den tröga tillväxten fortsatte emellertid och många granplantor deformerades svårt. Också frosthärjningar förekom upprepade gånger. Våren 1978 varierade trädens höjd mellan 1 och 7 meter. Barranalys samma vår antydde brist på koppar och bor (tabell 1). På några av granarna iaktogs även yttre symptom på tillväxtstörning. Björk saknades inom området, men i ett par tallar kunde symptom också iaktas. I maj 1978 grundades ett gödslingsförsök på den aktuella ängen (tabell 2, figur 2).

Försöket bestod av 5 behandlingar med 2 upprepningar, 10 rutor sammanlagt. Rutstorleken var 0,04 ha (20 × 20 m). Askans hämtades från ett sågverk i Putikko nära Punkaharju.

22. Insamling och behandling av materialet

Materialet, som insamlades i augusti-september 1980, inkluderade prover av granbarr, björklöv (endast Heinola) och markens rotskiott (0—20 cm). Granproverna togs 23—24.9., björkproverna 28.8. och markpro-

Tabell 4. Markens näringshalt tre vegetationsperioder efter gödningen. Rääkkylä. Se också bilaga 1.
 Table 4. Nutrient contents in soil three growing seasons after fertilization. Rääkkylä. See also Appendix 1.

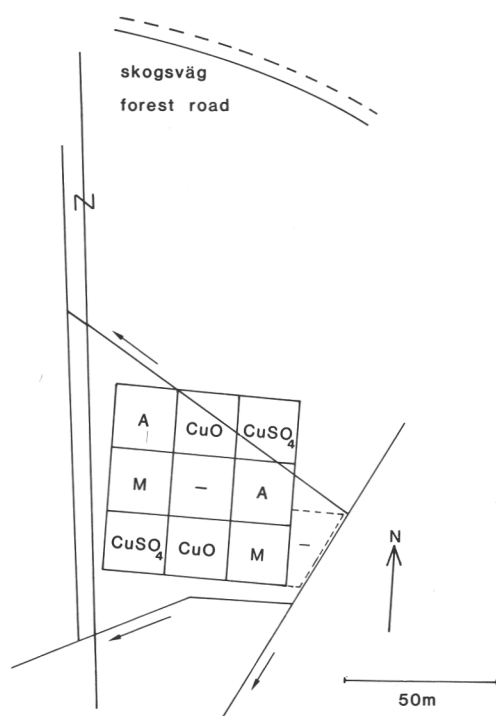
Närings- ämne, pH Nutrient, pH	Kontroll Control		Gödning — Fertilization, kg/ha Spårämnes- blandning Micronutrient mixture				Aska Ash
	1978	1980	CuO 6	CuSO ₄ 25	50	8300	
pH	5,3	4,9	4,9	4,7	5,0	5,4	
N %	0,27	0,20	0,28	0,18	0,21	0,30	
P mg/l	3	17	18	13	16	14	
K "	48	67	74	54	80	98	
Ca "	133	526	598	325	561	875	
Mg "	46	52	65	38	58	90	
B "	0,27	0,51	0,29	0,52	0,75	0,28	
Cu "	5	7	13	7	11	11	
Mn "	10	28	39	10	28	12	
Zn "	7	14	26	9	23	12	

verna 28.8. samt 24.9.1980. I Heinola utfördes provtagningen en knapp vegetationsperiod efter gödningen, medan tre vegetationsperioder förlöpt i Rääkkylä mellan gödning och insamling.

Proverna på oskadade granar inkluderade årsbarren från det översta grenvarvet. På skadade träd insamlades barren från de översta levande årsskotten. Prover togs från 5—10 träd per ruta. Björklöven togs från exponerade grenar i kronans nedre tredjedel varvid två grenar per träd insamlades. Antalet provträd var tre per ruta. Proverna innefattade löv både på års- och äldre skott. Granbarren och björklöven torkades på skotten ett dygn i 105° C.

Ett markprov bilades av 8—10 delprover. Försnaskiktet (1—2 cm) ingick ej. Eftersom torvskiktet på mineraljorden var tunt och ojämnt, behandlades proverna osorterade utan separering av jordarterna.

Proverna från 1978 och 1979 analyserades på Markkarteringstjänst Ab (Viljavuuspalvelu Oy). 1980 utfördes analyserna vid Skogsforskningsinstitutets forskningsstation i Muhos. Följande bestämningar gjordes på markproverna: total N, lättlöslig P, utbytbar K, Ca, Mg och Mn, syralöslig Cu och Zn samt vattenlösligt B. På barr-, blad- och askproverna bestämdes totalhalterna för samma näringsämnen. Analysmetodiken var gängse och följde de riktlinjer som tillämpas på Markkarteringstjänst Ab (Kurki 1978). Den statistiska utvärderingen av gödlningsbehandlingarna i Heinola gjordes genom enkelriktad variansanalys av provernas näringshalter. Differenserna testades också enligt Tukey och Scheffe (Snedecor 1962).



Figur 2. Försöksfältet i Rääkkylä. A = aska, M = spårämnesblandning, — = kontroll

Figure 2. The experimental field in Rääkkylä. A = ash, M = micronutrient mixture, — = control

3. EFFEKTEN AV GÖDSLINGEN

31. Markanalyserna

Tillförseln av CuO (5,07 kg Cu/ha) och ZnSO₄ (16,2 kg Zn/ha) i Heinola resulterade i en liten ökning av koppar- och zinkhalten i rotskiktet. Gödsling med Solubor (2,05 kg B/ha) fördubblade däremot mängden vattenlösligt bor i marken (tabell 3). En liknande, ehuru svagare uppgång kunde även iakttagas på de askgödslade rutorna. Skillnaden berodde sannolikt på askgivans mindre borinnehåll. Storleksordningen på förändringarna i marken står i grov proportion till de applicerade näringskvantiteterna. Som väntat hade träaskan också en stegrande effekt på markens halt av P, K, Mg och Mn (tabell 2, 3). Även markens kvävehalt hade gått upp. Kalcium redovisade närmast status quo. Variationerna i pH var små. Samtliga värden låg kring 4,8 (tabell 3).

I Rääkkylä där 3 vegetationsperioder förlöpt efter gödslingen fanns endast en observation/behandling. För flera element pekar analysresultaten dock i samma riktning som i Heinola. CuO (4,68 kg Cu/ha) har gett en ökning, medan CuSO₄ (6,25 kg/ha) inte gjort detta (tabell 4). Som komponent (CuCO₃) i spårämnesblandning och träaska ledde kopparn till en märkbar förhöjning. Tillförseln av spårämnesblandning resulterade i en ökning av zink, bor och kalium (tabell 4). På den askgödslade rutan konstaterades stegrade halter av K, Ca och Mg.

Liksom i Heinola var kvävehalten högst på askrutan. pH-amplituden var större, 4,7—5,4. Det högsta talet konstaterades i askrutan (tabell 4).

32. Barranalyserna av gran

Inom en vegetationsperiod hade varken CuO, ZnSO₄ eller träaskan åstadkommit några större förändringar i barrrens Cu- och Zn-halter (tabell 5). Effekten av zinkgödsling var svag, speciellt med tanke på de mycket låga utgångstalen (tabell 1) och den relativt stora givan. Tillförseln av vattenlösligt Solubor, 2,05 kg/ha, ledde till ett snabbt uppsving i borhalten. Inom en vegetationsperiod gick halterna upp från 3—4 ppm till ca 70 (tabell 5). Träaskan, där näringsämnena, också bor, torde finnas i svårslösligare form (Pietiläinen och Veijalainen 1979) medförde en uppgång till 9 ppm.

I Rääkkylä har tillförseln av CuO, CuSO₄, spårämnesblandning och träaska ökat kopparhalten endast obetydligt. Zinktillförseln gav ej heller klart utslag (tabell 6). Borhalten uppgick tre år efter spårämnesblandning och träaska till 20 resp. 14 ppm. 550 g B/ha i borax och 1330 g i träaska har varit nog att höja borvärdet till nästan optimal nivå (Braecke 1979). Träaskan har också åstadkommit en klar uppgång av P, K och Ca, medan den sänkt barrrens höga Mn-tal.

Tabell 5. Granbarrrens näringshalt en vegetationsperiod efter gödslingen, Heinola. Se också bilaga 1.
Table 5. Nutrient contents in spruce needles one growing seasons after fertilization, Heinola. See Appendix 1.

Näringsämne Nutrient	Kontroll Control	CuO 6,5	Solubor 10	Gödsling — Fertilization, kg/ha		Aska Ash 6000	F-värde F-value
				ZnSO ₄ 40	Solubor + ZnSO ₄ 10+40		
N %	1,34	1,35	1,45	1,47	1,50	1,38	0,68
P "	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,28
K "	0,70	0,76	0,69	0,66	0,81	0,69	0,68
Ca "	0,42	0,43	0,43	0,48	0,38	0,47	0,57
Mg "	0,13	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13	0,93
B ppm	3,4	3,3	65,7	4,5	77,6	9,0	15,60***
Cu "	4,6	4,8	5,0	4,5	4,5	3,5	0,55
Mn "	263	211	152	264	207	203	1,12
Zn "	19,6	19,2	15,9	21,5	16,5	18,5	0,74

Tabell 6. Granbarrens näringshalt tre vegetationsperioder efter gödningen. Rääkkylä. Se också bilaga 1.

Table 6. Nutrient contents in spruce needles three growing seasons after fertilization. Rääkkylä. See also Appendix 1.

Närings- ämne Nutrient	Kontroll Control	Gödning — Fertilization, kg/ha CuSO ₄ Spårämnes- blandning Micronutrient mixture			Aska Ash
		6	25	50	
N %	1,42	1,56	1,57	1,62	1,45
P "	0,17	0,21	0,21	0,20	0,23
K "	0,66	0,70	0,74	0,70	0,80
Ca "	0,41	0,44	0,44	0,46	0,48
Mg "	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10
B ppm	5,8	5,5	4,5	19,9	14,5
Cu "	4,0	4,7	4,8	5,3	5,4
Mn "	1034	777	973	974	446
Zn "	33,9	33,3	31,9	32,1	31,6

I Heinola togs barrproverna separat på normala och skadade granar. Vardera gruppen inkluderade 2 rutor/ gödslingsbehandling. Uppställningen nedan visar att skillnaden i borupptag mellan de bägge kategorierna varit liten. Fullt tillräckliga, t.o.m. överstora kvantiteter har upptagits också av skadade träd (ppm B).

	Kontroll	CuO	Solubor	ZnSO ₄	Solubor + ZnSO ₄	Träaska
Normal	3,9	3,9	46,2	4,2	72,3	10,2
Skadad	2,9	2,6	53,2 ¹⁾	4,8	83,0	7,9

1) n = 1, ingen björkskärm i den andra rutan

En bedömning av övriga näringsämnen förefaller svår, eftersom upptaget av dem överlag varit obetydligt (tabell 5). En jämförelse mellan skadekategorierna före gödningen avslöjade dock att skadade träd innehåller något mindre av de flesta element än normala (tabell 1). I Rääkkylä, där proverna omfattade enbart normala träd, gjordes ingen jämförelse efter gödningen.

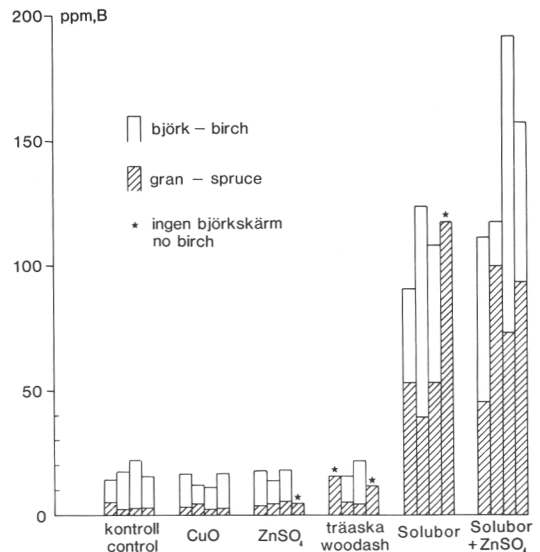
Hundrabarrsvikten uppvisade inga signifikanta skillnader mellan gödselbehandlingarna. Vikterna varierade i Heinola mellan 0,358 (Solubor) och 0,440 g (ZnSO₄). I Rääkkylä låg de mellan 0,496 (Spårämnesblandning) och 0,640 g (CuSO₄).

33. Bladanalyserna av björkskärm

Näringsanalys utfördes också på skärm-björkarna i Heinola. Analysresultat föreligger endast från 20 provrutor, eftersom

björk saknades i 4 rutor. Mönstret för björkarnas näringsupptagning var likartat som för granarna. Koppar- och zinkhalten påverkades inte signifikant. Borhalten som legat kring 15 ppm, nära bristgränsen enligt Braecke (1980), hade genomgått ett kraftigt uppsving efter soluborgödning.

Enbart borbehandlade rutorna uppvisade en halt på 107 ppm, på B + Zn rutorna var siffran 144 (tabell 7). Relativt sett har upptagningen varit nästan lika kraftig som hos granarna. Träaskan har däremot haft ringa



Figur 3. Förhållandet mellan borhalten i björk och gran ett år efter gödningen.

Figure 3. The relation between boron content in birch and spruce one year after fertilization.

Tabell 7. Björklövens näringshalt en vegetationsperiod efter gödslingen. Heinola. Se också bilaga 1.
Table 7. Nutrient contents of birch leaves one growing seasons after fertilization. Heinola. See also Appendix 1.

Närings- ämne <i>Nutrient</i>	Kontroll <i>Control</i>	Gödsling — <i>Fertilization kg/ha</i>					Aska <i>Ash</i> 6000	F-värde <i>F-value</i>
		CuO 6,5	Solubor 10	ZnSO ₄ 40	Solubor + ZnSO ₄ 10+40			
N %	1,97	2,02	1,82	1,91	1,93	1,88	0,32	
P "	0,24	0,21	0,24	0,23	0,25	0,22	0,26	
K "	0,69	0,55	0,64	0,57	0,65	0,76	2,42	
Ca "	1,28	1,05	1,30	1,16	1,22	1,28	1,31	
Mg "	0,33	0,33	0,35	0,33	0,35	0,29	2,04	
B ppm	17,2	14,1	107,3	16,3	144,2	18,5	34,38***	
Cu "	5,2	5,1	4,7	5,2	5,0	4,2	0,15	
Mn "	1068	589	685	864	800	524	1,39	
Zn "	54,4	37,9	47,4	58,3	62,8	23,0	1,13	

verkan på borhalten. Övriga näringsämnen har inte påverkats signifikant av gödslingarna. Endast manganhalten har sjunkit efter askgödslingen. Direkt brist på makroelement konstaterades inte. Kvävehalten är dock genomgående låg i jämförelse med Aaltonen (1950), Tamm (1956) och Holmen (1964).

Björkskärmen har märkbart påverkat granarnas borupptagning. Detta kommer klart till synes i de borgödslade rutor där

björkskärm saknades. I dem var bornivån betydligt högre än i motsvarande rutor med skärm (fig. 3). Konkurrensen från björkarna har dock inte hindrat granarna att uppta tillräckligt bor efter Soluborgödsling. För koppar och zink är ett liknande mönster svårare att påvisa, vilket torde sammanhänga med dessa elements begränsade upptagning.

4. DISKUSSION

Upptaget av tillförda mikroelement hos våra vanligaste skogsträd har undersökts i fält- och laboratorieförhållanden av bl. a. Ingestad och Jacobson (1962), Braekke (1979) och Veijalainen (1980). Dessa undersökningar visade att upptaget av bor varit gott och bättre än för övriga mikroelement.

Detta arbete stödde dessa rön för granplanteringar med uppenbar spårämnesbrist. Samtliga borgödselmedel höjde inom en kort tidsrymd (1—3 år) barrens borhalter från bristnivå till optimal nivå eller betydligt däröver. Solubor (2,05 kg B/ha) hade inom en vegetationsperiod höjt borhalten upptill fyrfalt över angivna optimivärden (Braekke 1979). Skador av toxisk natur kunde trots detta inte upptäckas. Snabblösligheten (Pietiläinen och Veijalainen 1979) kan medföra urlakning samt endast övergående uppgång (boom) i barrin i stället för avsedd långtidseffekt. På grund av den korta tiden kan en definitiv utvärdering ännu inte göras.

Träaskan och spårämnesblandningens borax gav en annorlunda reaktion än Solubor. I Rääkkylä åstadkoms inom tre år en upp-

gång till en nivå som av Braekke (1979, 1980) och Veijalainen (1980) anges vara tillräcklig för en god tillväxt. Borax med 0,55 kg B/ha gav en kraftigare uppgång än träaskans 1,33 kg. Den måttliga upptagningen sammanhänger kanske med svårslöslighet i aska och med låg giva i fråga om borax (Stark 1977, Braekke 1979, Veijalainen 1980, Raitio och Rikala 1981).

Resultaten från askrutorna i Heinola antyder en likartad borupptagning som i Rääkkylä. Den begränsade upptagningen kan förklaras av askans lägre näringsinnehåll och den korta verkningstiden förenad med boretts svårslöslighet.

Tillförsel av koppar och zink gav ringa återverkan i barranalyserna. Inte ens gödsling med snabblösliga medel, såsom CuSO₄ och ZnSO₄, har förmått ändra detta förhållande.

Trots den kraftiga borupptagningen förefaller en betydande tillväxtökning osäker, både beträffande skadade och normala granar. Den knappa barrmassan och dess långa omloppstid samt björkskärmen kan utgöra

hinder för påtagliga förändringar (Paavilainen 1979, jfr. Kukkola 1978). Eventuella yttre tecken på återhämtning kan begränsa sig till att skadade träd återvinner apikaldominansen (Braekke 1979, Veijalainen 1974, 1980).

Kvävehalten i björklöven och granbarren i Heinola var låga, ställvis betydligt under angivna normalvärden och bristgränser (Aaltonen 1950, Tamm 1956, Paavilainen 1975, Vomperskaja 1980) och kan begränsa tillväxten. Utöver spårämnen kan även kväve tillföras i dylika fal (jfr. dock Viro 1974, Paavilainen 1979, Veijalainen 1977, 1980). Avverkning av björkskärmen kunde också avhjälpa granarnas latenta kvävebrist.

I motsats till kvävet tycks tillgången på fosfor och kalium vara genomgående riklig, både i ljuset av barr- och markanalys (Tamm 1956, Burgtorf 1968, Paavilainen 1975). Närheten till mineraljorden torde vara den främsta orsaken till detta. Gödsling med aska kan accentuera obalansen mellan N samt P och K. I Rääkkylä kunde askgödslingen spåras i barren som höjda halter av fosfor, kalium och kalcium. I Heinola hade ingen märkbar uppgång inträffat, trots att markens P och K, liksom också B, ökat. Detta tyder på att ifrågasatt näringsämnen blir tillgängliga relativt långsamt (Malmström 1952, Karsisto 1979, Merisaari 1981, jfr. dock Saarela 1982). Skillnaden kan mer hänga samman med askans betydligt lägre näringsinnehåll i Heinola (tabell 2). Den högre vattenprocenten och det förefintliga kvävet visar att en stor del av askgivans 6000 kg utgörs av icke-verksam substans jämfört med askan i Rääkkylä. Svårlosligheten av bor i aska (Pietiläinen och Veijalainen 1979) kan även stå i samband med askans stora kalciummängd och höga pH eller med dess kiselinnehåll (exv. op.cit, Troedsson och Nykvist 1973, Raitio 1979, Braekke 1980). Askans höga pH-värde kan också ha andel i de kraftigt reducerade mangantalen både hos gran och björk. En stegring i mar-

kens pH verkar hämmande på manganupptagningen enligt Raitio (1981).

Markanalyserna 1979 och 1980 i Heinola uppvisade betydande avvikelser (tabell 3). Till endel torde dessa förklaras av röjningen och gallringen hösten 1978.

Analyserna av björklöven visade att björkskärmens borupptagning varit relativt sett nästan lika intensiv som för granarna. Trots att merparten av trädskiktets bor sålunda gått till björkskärmen har detta inte förhindrat en tillräcklig upptagning för granarna. Björkskärmen kan dock fördröja granarnas borupptag och återhämtning. Å andra sidan torde skärmen minska risken för toxisk upptagning.

Frånvaron av björkfria kontrollrutor utgör ett memento i denna betraktelse. Som helhet betraktat bekräftade analyserna av björkskärmen den bild av näringsläget som granarna gett. Endast kväve och bor samt eventuellt zink uppvisar värden under normalnivå (Aaltonen 1950, Tamm 1956, Braekke 1979).

Analyserna vidlåder också brister. Avvikande från praxis togs proverna i lövverkets nedre del. Avsaknaden av exakta beståndsdata har uteslutit kvantitativa näringsstudier. Framtida analyser och tillväxtstörningar försvåras i hög grad eller omöjliggörs av den utjämnning i näringsförhållanden som sker vid lövfällningen då näringsämnen förs ut över provytgränserna. I små rutor med skärm är mätning av tillväxten således mindre lämpad än näringsanalys, som kan utföras genast efter gödslingen. En jämförelse mellan det spontana björkbeståndet och de planterade granarna aktualiserar också frågan om trädslagsval på frostlänta, marginella kulturmarker.

Ändamålsenlig spårämnesgödsling synes kräva omfattande studier av olika gödselgivor och -slag. Lösligheten och de kemiska egenskaperna hos gödselmedel har ofta beaktats i otillräcklig grad.

LITTERATUR

AALTONEN, V. T. 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. Selostus: Lehrtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena. Commun. Inst. For. Fenn. 37 (8):1—41.

BINNS, W. O., MAYHEAD, G. J. & MACKENZIE, J. M. 1980. Nutrient Deficiencies of Conifers in

British Forests. An Illustrated Guide. Forestry Commission Leaflet 76. 23 p.

BRAEKKE, F. H. 1977. Fertilization for balanced mineral nutrition of forests on nutrient-poor peatland. Seloste: Turvemaiden tasapainoinen lannoitus. Suo 28 (3):53—61.

- 1979. Boron deficiency in forest plantations on peatland in Norway. (Bormangel etter skogreising på torvmark i Norge). Medd. Norsk Inst. skogforsk. 35:213—236.
- 1980. Bormangel i skogplantinger på myr. Skogei-
ren 4:8—9.
- BURGTORF, F. H. 1968. Exempel på kaliumbrist hos gran, planterad på åkermark. Beispiele von Kaliummangel bei Fichten, gepflanzt auf Ackerboden. Avdelningen för skogsekologi. Institutionen för västekologi och marklära. Skogshögskolan, Rapporter och Uppsatser 7:1—19.
- HAVERAAEN, O. 1964. Koppermangel hos gran. Summary: Copper deficiency on Norway spruce. Tidsskr. Skogbr. 72 (3):289—300.
- HOLMEN, H. 1964. Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppland, Sweden. Parts I—III. Sammanfattning: Skogsekologiska studier på dikad torvmark i Uppland. Del I—III. Studia Forest. Suecica 16:1—236.
- HUIKARI, O. 1974. Hivenaineet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11:28—29.
- INGESTAD, T. 1958. Studies on manganese deficiency in a forest stand. Sammanfattning: Studier över manganbrist i ett skogsträdbestånd. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 48 (4):1—20.
- 1962. Macro element nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. Sammanfattning: Inverkan av varierad makronäringsstillförsel på tall-, gran- och björkplantor i näringslösningar. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 51 (7):1—150.
- & JACOBSON, A. 1962. Boron and Manganese Nutrition of Birch Seedlings in Nutrient Solutions. Sammanfattning: Inverkan av varierad bor- och mangangiva på björkplantor i näringslösningar. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 58 (8):1—20.
- KARSISTO, K. 1972. Lannoituksen vaikutuksen kestoajasta suomensissä. Summary: On the duration of the effect of fertilizer application to peatland forest. Suo 3—4:49—56.
- KARSISTO, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikro-
bien aktiivisuuteen suomensissä. Osa II. Tuhkalan-
noituksen vaikutus. Summary: Effect of ash fertiliz-
ation. Suo 30 (4—5):81—91.
- KOLARI, K. K. 1979. Hivenravinteiden puute metsä-
puilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kir-
jallisuuskatsaus. Abstract: Micronutrient deficiency
in forest trees and dieback of Scots pine in Finland.
A review. Folia For. 389:1—37.
- & VEIJALAINEN, H. 1981. Boorin, kuparin ja
kalkin vaikutus rauduskoivun alkukehitykseen kas-
vuhäiriöalueen turpeella. Summary: Effect of
boron, copper and calcium on the initial growth of
Betula pendula on peat from a growth disturbance
area. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosast-
on tiedonantoja 31:1—21.
- KUKKOLA, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri lat-
vuskerrosten puiden kasvuun mustikkatyyppin kuu-
sikossa. Abstract: Effect of fertilization on the
growth of different tree classes in a spruce stand
on Myrtillus-site. Folia For. 362:1—15.
- KURKI, M. 1978. Hur man utnyttjar markkarteringen.
20 s. Helsingfors.
Lannoitteet. Valmistus — ominaisuudet — käyttö. Tuo-
tekohtainen opas. Kemira, 44 s.
- MALMSTRÖM, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för
belysande av de näringssekologiska villkoren för
skogsväxt på torvmark. Commun. Inst. For. Fenn.
40 (17):1—17.
- MERISAARI, H. 1981. Tuhkalannoituksen vaikutuk-
sen kesto erällä vanhoilla kokeilla. Metsäntutki-
muslaitoksen tiedonantoja 13. 69 s.
- MÄLKÖNEN, E. 1977. Annual primary production
and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuo-
tuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku
eräissä koivikossa. Commun. Inst. For. Fenn. 91
(5):1—35.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAI-
NEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine
stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa-
ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravit-
semustilan määrittämisessä. Commun. Inst. For. Fenn.
74 (5):1—58.
- PAAVILAINEN, E. 1975. Koetuloksia lannoituksen
vaikutuksesta korpikuusikossa. Summary: On the
response to fertilization of Norway spruce growing
on peat. Folia For. 239:1—10.
- 1979. Metsälannoitusopas. Kirjayhtymä. 112 s.
Helsinki.
- PIETILÄINEN, P. & VEIJALAINEN, H. 1979. Koe
hivenlannoitteiden vaikutuksesta rimpisuon metsi-
tyksessä. Summary: Effect of some micronutrient
fertilizers on height growth of pine seedlings in a
flark. Suo 4—5:73—80.
- RAITIO, H. 1977. Tallarnas växtstörningar, markens
näringsbalans och mikronäringsbrist. Silva Fenn.
11 (3):255—257.
- 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvu-
häiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja
tulkinta. Growth disturbances of abandoned peat-
land field. Description and interpretation of
symptoms. Folia For. 412. 16 s.
- 1981. Ravinnefysiologia. Helsingin yliopisto, Neu-
vontaopin ja täydennyskoulutuksen keskus. Mo-
nistasarja 1/1981:109—170.
- & RANTALA, E.-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön-
makro- ja mikrokooppisia oireita. Oireiden kuvaus
ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microse-
opic symptoms of a growth disturbance in Scots
pine. Description and interpretation. Commun.
Inst. For. Fenn. 91 (1):1—32.
- RIKALA, R. 1981. Näkökohtia taimien ravinneta-
loudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. Metsä-
ntutkimuslaitoksen tiedonantoja 15. 28 s.
- RAULO, J. 1981. Koivukirja. 130 s. Jyväskylä.
- SAARELA, I. 1982. Tuhka maan parantajana. Peller-
vo 2:1982.
- SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hi-
venravinteet. Abstract: Micronutritional growth-
disorder in Norway spruce. Folia For. 432:1—13.
- SNEDECOR, G. W. 1962. Statistical Methods. 534 s.
The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- STARK, N. M. 1977. Fire and nutrient cyclings in a
Douglas-fir/larch forest. Ecology 58:16—30.
- TAMM, C. O. 1956. Studier över skogens näringsför-
hållanden, IV. Effekten av kalium och fosfortill-
försel till ett oväxligt bestånd på dikad myr. Sum-
mary: Studies in forest nutrition, IV. The effects
of supply of potassium and phosphorus to a poor
stand on drained peat. Medd. Stat. Skogsf. Inst.
46:1—27.
- TROEDSSON, T. & NYKVIST, N. 1973. Marklära
och markvård. 402 s. Almqvist & Wiksell. Stock-
holm.
- VEIJALAINEN, H. 1974. Makro- ja mikrolannoitus-
koe kuusen "eskimosis" alueella. Metsäntutkimus-
laitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6.

- 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitus-alueella. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. *Suo* 26 (5):87—92.
- 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravintilanteen määrittämisessä turvemailla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 92 (4):1—32.
- 1980. Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Summary: Usability of some microfertilizers in peatland forests. Report

- basing on needle analysis. *Folia For.* 443. 15 s.
- 1981. Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemailla. Summary: Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil. *Folia For.* 477. 15 s.
- VIRO, P. J. 1974. Fertilization of birch. Seloste: Koivun lannoitus. *Commun. Inst. For. Fenn.* 81 (4):1—38.
- VOMPERSKAJA, M. I. 1980. Soistuneiden hiesumaiden ojitamisen vaikutus viljeltyjen kuusentaimikoiden kasvuun. *Silva Fenn.* 14 (2):173—176.

SELOSTE

KAHDEN HIVENLANNOITETUN ISTUTUSKUUSIKON RAVINNEANALYYSI

Kahdessa istutuskuusikossa, Heinola 61°10'N 26°03'E ja Rääkkylä 62°21'N 29°52'E, suoritettiin hivenlannoitus. Syynä oli kuusien heikko kasvu sekä alhaiset boori-, kupari- ja sinkkipitoisuudet. Hivenravinteet annettiin seuraavissa muodoissa: puuntuhka, Kemiran hivenseos, Soluboori, CuO, CuSO₄ ja ZnSO₄.

Yhden (Heinola) sekä kolmen (Rääkkylä) kasvukauden jälkeen puista tehtiin ravinneanalyysit. Boorinlisyksen vaikutus neulasten booripitoisuuteen oli voimakas. Eri boorilannoitteiden välillä ilmeni selviä eroja. Nopealiukoinen Soluboori, 2,05 kg B/ha, nosti yhden kasvukauden kuluessa neulasten booritasoa runsaasti yli optimin, 3—5 — 39—117 ppm. Latvakatoisten pui-

den otto oli yhtä voimakasta kuin normaaliasuisten. Koivuverhoppuusto, jonka booripitoisuudet olivat kohonneet n. 15 — 91—191 ppm, vaikutti alentavasti kuusien booritasoon. Kolme vuotta puuntuhkan (1,3 kg B/ha) ja booraksin (0,55 kg) lisäyksestä neulasten booripitoisuus oli 15 ja 20 ppm.

Lannoituksen vaikutus Cu- ja Zn-pitoisuuksiin oli vähäinen.

Tämän tutkimuksen valossa metsänlannoitteiden liukoisuuden perusteellisempi selvittäminen näyttäisi tarpeelliselta. Eräillä halla-alttiilla ja ravinnetaloudellisesti tasapainottomilla kasvupaikoilla puulajin valinta saattaa osoittautua vaikeaksi.

Bilaga 1. Signifikanta skillnader (B, K, Zn) mellan olika gödslingsbehandlingar. Marken enligt Tukey, gran och björk efter Scheffes test, se också tabellerna 3, 5 och 7.

Appendix 1. Significant differences (B, K, Zn) between different fertilization treatments. Soil according to Tukey, spruce and birch after Scheffe's test, see also tables 3, 5 and 7.

Näringsämne Nutrient		Marken Soil		Granarna Spruce		Björkarna Birch			
Bor <i>Boron</i>	Solubor	— CuO	**	Solubor	— CuO	**	Solubor	— CuO	***
	”	— kontroll	*	”	— kontroll	**	”	— kontroll	***
	”	— ZnSO ₄	*	”	— ZnSO ₄	*	”	— ZnSO ₄	**
				”	— aska	*	”	— aska	**
				Solubor + ZnSO ₄	— CuO	***	Solubor + ZnSO ₄	— CuO	***
				”	— kontroll	***	”	— kontroll	***
				”	— ZnSO ₄	***	”	— ZnSO ₄	***
				”	— aska	**	”	— aska	***
Kalium <i>Potassium</i>	aska	— kontroll	*						
	ash	— kontroll	*						
	”	— ZnSO ₄	*						
	”	— CuO	*						
	”	— Solubor + ZnSO ₄	*						
Zink <i>Zinc</i>	Solubor + ZnSO ₄	— aska	*						
		— ash							

ODC 237.4 + 114.54 + 181.34
ISBN 951-40-0580-5
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1982. Näringsanalys i två spårnäringsgödslade granplantningar. Abstract: Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients. Seloste: Kahden hivenlannoitetun istutuskuusikon ravinneanalyyysi. Folia For. 526:1—12.

Nutrient uptake was studied in two micronutrient-poor plantations after application of boron, copper and zinc. Needle analysis carried out one and three years later revealed a strong level of boron uptake. There were considerable differences between the different fertilizers. The uptake of Cu and Zn was limited. The effect of the birch nurse crop on the spruces is discussed.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 237.4 + 114.54 + 181.34
ISBN 951-40-0580-5
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1982. Näringsanalys i två spårnäringsgödslade granplantningar. Abstract: Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients. Seloste: Kahden hivenlannoitetun istutuskuusikon ravinneanalyyysi. Folia For. 526:1—12.

Nutrient uptake was studied in two micronutrient-poor plantations after application of boron, copper and zinc. Needle analysis carried out one and three years later revealed a strong level of boron uptake. There were considerable differences between the different fertilizers. The uptake of Cu and Zn was limited. The effect of the birch nurse crop on the spruces is discussed.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoelasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koelasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoelasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

Kannuksen energiametsäkoelasema
Kannus Energy Forestry Experiment Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus. Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löyttyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirvivahingot 1950-luvun alussa. Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950's.
- No 504 Valsta, Lauri: Istutuskuusikon kasvatusiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Profitability comparison of growing densities in spruce plantations.
- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla. Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa. Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.
- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latituksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus. Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätalastollinen vuosikirja 1981. Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi, Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annala, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehentäin tuhoilta. Lindane treatment against *Hylobius* damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamaula, Jari: Junkkari laikkahakurit. Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen. Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyypit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951—1953) aineistoon perustuva tutkimus. The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951—1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhteista. Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä. Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia. On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.
- No 522 Björklund, Tarja: Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet. Technical properties of lodgepole pine wood.
- No 523 Vuokila, Yrjö: Metsien teknisen laadun kehittäminen. The improvement of technical quality of forests.
- No 524 Varmola, Martti: Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning.
- No 525 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1981. Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1981.
- No 526 Silfverberg, Klaus: Näringsanalys i två spårämnesgödslande granplanteringar. Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341