

ODC 424.7:  
174.2 *Picea abies*

# FOLIA FORESTALIA 432

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1980

---

---

KLAUS SILFVERBERG

KUUSEN KASVUHAIRIO  
JA HIVENRAVINTEET

MICRONUTRITIONAL  
GROWTH DISORDER IN  
NORWAY SPRUCE

- 1978 No 366 Ryyränen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu. Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta. Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä. Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus. Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen. Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste. Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Phlebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa. *Phlebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla. Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979 No 375 Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978. Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia. Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa. Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976. Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjan vanhoissa kuusikoissa. The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla. Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta. Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löytyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhoista. On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen. Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76. Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa. Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoitta-misen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla. Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa. End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.

FOLIA FORESTALIA 432

Metsäntutkimuslaitos, Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Klaus Silfverberg

KUUSEN KASVUHÄIRIÖ JA HIVENRAVINTEET

Micronutritional growth disorder in Norway spruce

ODC 424.7:174.2 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0445-0  
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia For.* 432:1—13.

Tutkimuksessa käsitellään hivenravinteiden puutteesta johtuvaa kuusen kasvuhäiriötä. Etelä- ja Keski-Suomessa tarkastettiin vuosina 1978 ja 1979 35 kuusivaltaista metsikköä, joissa oli ilmennyt päätekasvainten kuolemista. Noin puolet kohteista osoittautui hallavaurioiksi, joita ei luettu kasvuhäiriöiksi.

Kasvuhäiriöitä oli eniten turvemaidella, etenkin ohutturpeisilla, entisillä pelto- ja laidunmailla. Neulanalyysin ja oireiston perusteella boorinpuutosta voitiin pitää kasvuhäiriön pääsyyntä turvemaidella. Kivennäismailla todettiin ilmeistä boorinpuutosta vain yhdellä kohteella. Näitä päätelmiä vahvistaa kasvuhäiriöoireiston ja boorinpuutteen esiintyminen ko. alueiden männyissäkin. Turvemaiden kasvuhäiriöalueilla kuusen neulasten booripitoisuus oli keskimäärin 5 ppm, kontrollialueilla 12 ppm. Verrattaessa neulasten ravinnepitoisuuksia puiden ulkoasuun näkyvän boorinpuutteen rajaksi saatiin 6—8 ppm.

Myös neulasten Cu- ja Zn-pitoisuudet olivat kasvuhäiriöalueilla alemmat kuin kontrollialueilla. Sen sijaan Mn-pitoisuudet olivat korkeammat kasvuhäiriöalueilla. Pääravinnepitoisuudet olivat lähes samansuuruiset turvemaiden kasvuhäiriö- ja kontrollialueilla sekä selvästi puuterajojen yläpuolella. Maaperän ravinnearvojen ja kasvuhäiriön välillä ei havaittu yhteyttä.

---

This investigation deals with the effect of micronutrient deficiency on growth disorders found in Norway spruce. Thirtyfive spruce-dominated stands with leader dieback were investigated in the southern part of Finland during 1978 and 1979. Frost damages appeared to be apparent in 50 percent of the stands studied and were not considered as a growth disorder.

The occurrence of the disorder was concentrated on peatlands, especially on former farmlands with a shallow peat layer. Based on needle analysis and external symptoms, it was concluded that boron deficiency was the main cause of the disorder on peatlands. There was only one evident case of boron deficiency on mineral soil. These conclusions were supported by the occurrence of the disorder symptoms and boron deficiency in Scots pine growing on the study areas. The average boron content of spruce needles from peatland disorder areas was 5 ppm and from control areas, 12 ppm. When comparing the nutrient contents of the needles with the exterior of the trees, the limit of visible boron deficiency was determined to be 6—8 ppm.

The Cu and Zn contents of needles from the disorder areas, were also lower than from the controls. Needle Mn content was higher on disorder areas. The macronutrient contents of needles from peatlands were almost equal and markedly above deficiency levels, both from disorder and control areas. No clear connection was observed between the disorder and the nutrient contents in the soil.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	5
21. Tutkimusalueet .....	5
22. Näytteiden keruu .....	5
3. OIREISTO .....	6
4. RAVINNEMÄÄRITYSTEN TULOKSET .....	7
41. Neulasanalyysi .....	7
42. Maa-analyysi .....	9
5. TULOSTEN TARKASTELUA .....	9
6. KIRJALLISUUS .....	11

## ALKUSANAT

Vuodesta 1976 on Metsäntutkimuslaitoksessa toiminut puiden kasvuhäiriöitä tutkiva projekti. Sen keskeisenä työkenttänä on ollut metsäpuiden ja hivenravinteiden väliset suhteet. Puiden kasvuhäiriöprojektiin osallistuvat Metsäntutkimuslaitoksella suونتutkimusosasto sekä metsänsuojelun ja metsänarvioimisen tutkimusosastot. Tämä tutkimus on suoritettu Metsäntutkimuslaitoksen suونتutkimusosastolla. Tutkimusta ohjanneessa työryhmässä ovat toimineet prof. Olavi Huikari (puh.joht.), FL Antti Reinikainen ja LuK Heikki Veijalainen.

Käsitteiden ohjauksen ovat lukeneet projektin ohjausryhmän lisäksi vt.prof. Eero Pavalainen, vs. professori Eino Mälkönen, LuK Kimmo Kolari ja FM Hannu Raitio varteenotettuja korjaus-ehdotuksia tehden. Aineiston keruuvaihees-

sa on mt Jorma Issakaisen ja mt Heikki Takamaan työpanos ollut merkittävä ja suuresti edesauttanut työn valmistumista. FK Leena Louhikytkö-Kuikka on avustanut aineiston tilastollisessa käsittelyssä. Graafiset esitykset ovat taideopiskelija Päivi Lempien työtä. Konekirjoituksesta ovat vastanneet Maija Tuuri ja Liisa Poutanen. Englanninkieliset käännökset on tarkistanut Reino Pulkki, B.Sc.F. Maastotyövaiheessa ovat myös useat yksityishenkilöt olleet avustamassa. Analyysikulujen peittämiseen ovat osallistuneet Kymi Oy ja Nokia Oy.

Parhaat kiitokset hyvästä yhteistyöstä.

Helsingissä, huhtikuussa 1980

*Klaus Silfverberg*

## 1. JOHDANTO

Käsite kasvuhäiriö on erittäin väljä. Tämän nimikkeen alle voidaan asettaa monia sekä biottisia sekä abioottisia metsäpuissa esiintyviä tuhoja. Tässä tutkimuksessa kasvuhäiriöllä tarkoitetaan oletettavasti hivenravinteiden puutteesta johtuvia häiriöitä.

Etenkin metsänparannusalueilla esiintyvien latvahäiriöiden syyksi on esitetty hivenravinteiden, varsinkin boorin, puute (Huikari 1974, Raitio ja Rantala 1977). Projektin pääasiallisena tutkimuskohteena on ollut mänty, *Pinus sylvestris* L. (esim. Kolari 1979). Huikari (1977) ja Veijalainen (1975, 1978) totesivat kasvuhäiriöitä esiintyvän useilla puulajeilla, myös kuusella.

Kuusen kasvuhäiriö on huomattavasti heikommin tunnettu kuin männyn. Tähän on ollut syynä kuusen kasvuhäiriöhavainto-

jen suhteellisen pieni lukumäärä. Kuusikoiden rajoittuminen turvemaiden viljaville kasvupaikoille on pitänyt lannoituksen ja siitä johtuvat kasvuhäiriöt melko vähäisinä mäntyyn verrattuna. Hivenravinteiden puutteesta johtuvista kuusen kasvuhäiriöistä on muutamia tutkimuksia Ruotsista ja Norjasta (Ingestad 1958, Haveraaen 1964, 1966, Braekke 1977, 1979). Mangaanin, kuparin ja boorin puutos mainitaan häiriön syynä (ks. Kolari 1979).

Kasvuhäiriön esiintymistä koskevassa koko Suomen käsittäneessä tiedustelussa (Veijalainen 1978) saatiin nelisenkymmentä ilmoitusta kuusivaltaisista häiriöpaikoista. Tästä syystä häiriöiden yhteys hivenravinteisiin katsottiin tarpeelliseksi selvittää.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. Tutkimusalueet

Veijalaisen (1978) tiedustelun mukaan kuusen kasvuhäiriön painopiste sijoittui Järvi-Suomen alueelle. Entisten pelto- ja laidunmaiden osuus oli erittäin huomattava. Suurin osa kasvupaikoista oli lannoittamattomia. Noin 65 % kaikista havainnoista sijaitti kivennäismailla. Osa näistä havainnoista on todennäköisesti ollut kuusen tuomiruostetta. (ks. Kurkela 1976).

Tämän työn puitteissa tarkistettiin 35 kuusivaltaista kohdetta maan eteläpuoliskossa Oulun korkeudelle asti (liite 1). Tämän selvityksen kasvupaikkoja, jotka olivat suureksi osaksi samoja kuin Veijalaisen (1978) tiedustelussa, luonnehtivat pienialaisuus, ohuurtisuus sekä eriasteinen maatalouskäyttö. Kohteita oli eniten turvepohjaisilla peltomailla. Toiseksi suurimman ryhmän muodostivat ojitetut suot. Kummassakin ryhmässä oli sekä lannoitettuja että lannoittamattomia kohteita. Luonnontilaisia soita ei sisällynyt tutkimusalueiden joukkoon. Myös kivennäismaan kohteet olivat pääasiassa entisiä pelto- ja laidunmaita. Yli puolet kuusikoista oli istutettuja. Metsiköiden ikä vaihteli 10—45 vuoteen puuston pituuden ollessa 2—7 m. Runkoluku vaihteli yliiheästä harvaan ja aukkoiseen metsikköön. Sekä luontaisesti syntyneissä että istutuskusikoissa esiintyi myös mäntyä ja koivua, harvoin muita puulajeja. Tuomea kasvoi ainoastaan kolmella kivennäismaakohteella.

Maatalouskäytössä olleilla mailla vallitsivat yleiset niittykasvit. Nurmilauha (*Deschampsia caespitosa* (L.) PB.) oli ehdoton valtalaji, myös rätvänää (*Potentilla erecta* (L.) Rauschel), maitohorsmaa (*Epilobium angustifolium* L.) ja timoteita (*Phleum pratense* L.) esiintyi paikoin runsaasti. Pohjakerroksen valtalajina oli useimmin korven karhunsammal (*Polytrichum commune* Hedw.).

Ilmoitetuilla kohteilla tehdyt tarkistukset paljastivat häiriön tunnistamisen vaikeuden. Merkittävä osa häiriöistä osoittautui muiksi tuhoiksi kuin varsinaiseksi kasvuhäiriöksi. Sekaannusta oli tapahtunut pääasiassa kevähallan, mutta myös tuomiruosteen (*Thekopsora areolata* (Fr.) Magnus) ja versosyvän (*Scleroderris lagerbergii* Gremmen) aiheuttamiin vaurioihin. Erehty-

misvaara on ilmeinen myös pakkaskuivumiseen ja hyönteistuhoihin, esim. neulaspistiäisiin (*Pristiphora* spp.) nähden.

### 22. Näytteiden keruu

Neulasnäytteitä kerättiin kuusista yhteensä 75, joista 53 turvemaalta (liite 1). Vertailun vuoksi otettiin muutamalta häiriöpaikalta näytteet myös männystä. Maanäytteitä otettiin 14 kpl puiden juuristokerroksesta 0—15 cm:n syvyydeltä yhden näytteen koostuessa 10—15 osanäytteestä. Neulas- ja maanäytteet kerättiin pääosin vuonna 1979, osaksi myös vuonna 1978. Keruujankoha oli osin maalishuhtikuu, osin syyskuun loppupuoli. Neulasnäytteet kerättiin Paavilaisen (1979) suositusten mukaisesti. Ravinnemääritykset tehtiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Maanäytteistä analysoitiin kokonaistyypin, helppoliukoinen fosfori, vaihtuva kalium, kalsium, magnesium ja mangaani, helppoliukoinen kupari ja sinkki sekä vesiliukoinen boori. Neulasista määritettiin samojen ravinteiden totaalipitoisuudet. Lisäksi määritettiin maaperän helppoliukoinen rikki 11 kohteelta ja totaalirikki yhtä monesta neulasnäytteestä.

Tutkimusalueet luokiteltiin silmävaraisesti. Kasvuhäiriöalueeksi luokiteltiin paikat, joilla latvakatoja ei pystytty selittämään tunnetuilla tuhoilla. Noin puolet ilmoitetuista häiriöistä osoittautui muiksi vaurioiksi, jotka ryhmiteltiin omaksi häiriöluokakseen.

Häiriöalueilta kerättiin erikseen neulasnäytteet normaalinäköisistä ja vaurioituneista puista. Normaalinäköisistä puista näyte jäi paikoin ottamatta sopivien puiden puuttuessa. Kontrollinäytteet jouduttiin osaksi ottamaan muualta kuin häiriökohteen läheisyydestä (liite 1). Vastaavien kontrollibiotooppien puute on karsinut näytteiden lukumäärää. Kasvupaikat jaettiin turvemaihin ja kivennäismaihin. Ravinnetilannetta tarkastellaan siten häiriöluokka- ja maaperäjakoon perustuen. Tärkeimmät vertailtavat ryhmät ovat turvemaan kontrolli- ja kasvuhäiriönäytteet (liite 1). Maanäytteet ryhmiteltiin vastaavalla tavalla kuin neulasnäytteet. Ylimpien sivukasvainten neulasia kerättiin myös anatomista tarkastelua varten.

### 3. OIREISTO

Kuusen kasvuhäiriö muistuttaa ulkoisesti männyn kasvuhäiriötä. Toistuvista latvadoista aiheutuva ulkoasun yhtäläisyys männyn kanssa on mitä ilmeisin (kuva 1). Diagnostiikkaa vaikeuttavia tekijöitä ovat muiden tuhojen rinnakkainen esiintyminen ja kuusen suuri morfologinen vaihtelu.

Jo kasvuhäiriön alkuvaiheessa neulasten



Kuva 1. Kasvuhäiriöalueen kuusi, Ylivieska.  
*Figure 1. Norway spruce in a disorder stand, Ylivieska, Ostrobothnia.*

ulkonäkö saattaa poiketa tavanomaisesta. Neulaset voivat olla kiertyneitä, eripituisia tai jäädä kokonaan muodostumatta. Usein esiintyi suuria, sirppimäisiä neulasia. Neulasten anatomiset vauriot olivat vähäiset. Männystä poiketen (Raitio ja Rantala 1977) kuusen neulasissa ei tavattu selviä onteloita. Tämä johtunee Raition (suull. ilm.) mukaan häiriölle alttiin tukisolukon vähäisyydestä kuusenneulasissa.

Vuosikasvainten pituudessa ilmenee lyhenemistä nivelvälien supistuessa voimakkaasti. Pituuskasvun lopulta kokonaan tyrehtyttyä oksissa tapahtuu neulasten varisemista. Alkava häiriö voi myös ilmetä talvikautena päätekasvaimen kuivumisena ja neulasten varisemisena. Vähitellen kasvuhäiriökuusesta tulee monihaarainen tasalata. Isommat puut muodostuvat ääri- viivoiltaan suorakulmioksi (kuva 1) erotuen selvästi kartio- tai pallomaisista hallakuusista. Pienet puut saattavat pensastua kuten hallavauriokuuset. Vaurioiden keskittymisen puiden latvaosiin helpottaa kasvuhäiriön erottamista hallatuhoista. Yksittäisissä kuusissa kasvuhäiriö näyttää sekä pitkäaikaiselta että usein toistuvalla. Pitkäaikaisen häiriön jälkeen latvus muodostuu kuolleiden ja elävien oksien rykelmäksi kuten männylläkin (Veijalainen 1975). Tässä vaiheessa on usein erittäin vaikea erottaa kasvuhäiriövaurioita muista, usein sekundaarisista tuhoista. Vanhoilla tuhoalueilla on syytä tarkkailla aikaisessa vauriovaiheessa olevia puita, joissa kasvuhäiriön erottaminen muista tuhoista on helpompaa. Kasvuhäiriöpuiden osuus kasvaa ajan myötä; lopulta saattavat kaikki kuuset muutaman aarinkin kokoisilta alueilta pensastua.



#### 4. RAVINNEMÄÄRITYSTEN TULOKSET

##### 41. Neulasanalyysi

Turvemailla neulasten boori-, kupari- ja sinkkipitoisuudet olivat kasvuhäiriöalueilla selvästi alempia kuin kontrollialueilla (kuva 2). Boorin kohdalla ero oli selvin ja tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kasvuhäiriöalueilla keskimääräinen pitoisuus oli vajaat 5 ppm. Paikoin esiintyi alle 2,5, alimmillaan 0,8 ppm:n pitoisuuksia. Kont-

rolliarvot olivat noin 12 ppm; pohjoisessa Oulun läänin alueella (9,1 ppm) alemmat kuin etelämpänä (13,5 ppm).

Hallavaurioalueilla neulasten booripitoisuus oli keskimäärin 6,8 ppm. Muiden ravinteiden pitoisuudet eivät poikenneet näin selvästi kontrollialueiden arvoista.

Kuparipitoisuudet olivat paikoin, varsinkin pohjoisissa näytteissä, alle 2 ppm pysytellen kuitenkin kasvuhäiriöalueilla yleensä 2,5–4 ppm:n välillä. Kontrollialueilla kuparipitoisuus oli keskimäärin 4,0 ppm. Ero pohjoisten ja eteläisten näytteiden välillä oli suuri (2,7 ja 4,8 ppm).

Neulasten sinkkipitoisuus oli kasvuhäiriöalueiden puissa keskimäärin 23,5 ppm, kontrolliarvojen ollessa vastaavasti 30,8 ppm. Neulasten sinkkipitoisuudet vaihtelivat verraten vähän ääriarvojen ollessa 12,5 ja 43,2 ppm.

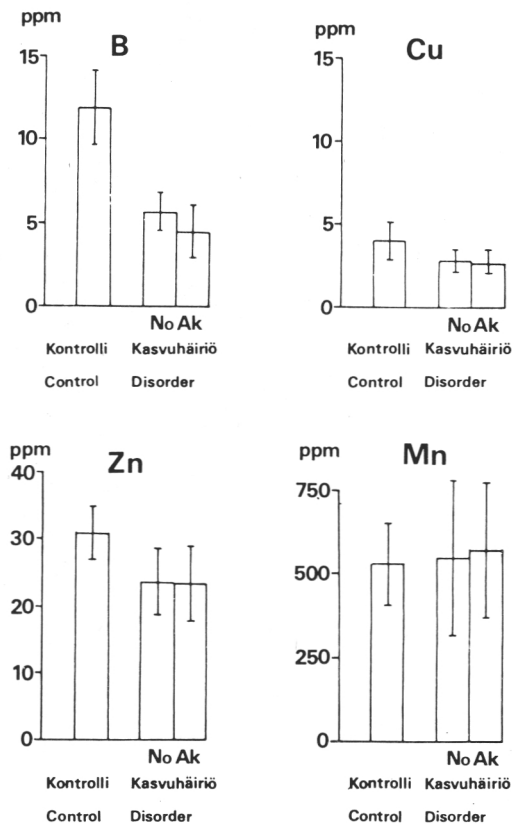
Mangaanipitoisuudet vaihtelivat suuresti ja olivat, muista hivenravinteista poiketen, korkeimmat ( $\bar{x}$  563 ppm) kasvuhäiriöalueilla. Ääriarvot olivat 119 ja 1374 ppm.

Pääravinteilla kasvuhäiriö- ja kontrollialueiden väliset erot olivat huomattavasti pienemmät kuin hivenravinteilla (taulukko 1). Ainoastaan kaliumpitoisuudet olivat kasvuhäiriöalueilla selvästi alempia kuin kontrollialueilla. Neulasten rikkipitoisuus vaihteli kasvuhäiriöalueilla 500 ja 700 ppm:n välillä. Kontrollialueilla se oli keskimäärin noin 500 ppm.

Taulukko 1. Neulasten pääravinnepitoisuudet turvemaalla. No = normaalinnäköinen puu, Ak = akuutti häiriöpuu. Keskiarvot 95 % luotettavuusrajoin.

Table 1. Macronutrient contents in needles on peatland. No = normal-looking tree, Ak = acute growth disorder. Mean values with 95 % confidence limits.

Ravinne Nutrient	Kontrollit Controls (n = 16)	Kasvuhäiriöalueet Growth disorder areas	
		No (n = 10)	Ak (n = 14)
N %	1,33 ± 0,08	1,31 ± 0,09	1,33 ± 0,09
P "	0,20 ± 0,02	0,22 ± 0,03	0,21 ± 0,03
K "	0,82 ± 0,11	0,67 ± 0,15	0,62 ± 0,08
Ca "	0,39 ± 0,03	0,35 ± 0,05	0,40 ± 0,06
Mg "	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,11 ± 0,01



Kuva 2. Neulasten hivenravinnepitoisuudet turvemaan kontrolli- ja kasvuhäiriöalueilla. Keskiarvot merkitty 95% luotettavuusrajoin. No = normaalinnäköinen puu, Ak = akuutti häiriöpuu. Näytteiden lukumäärä: Kontrolli = 16, No = 10, Ak = 14.

Figure 2. Micronutrient contents of needles from control- and growth disorder-areas on peatland. Mean values are presented with 95 % confidence limits. No = normal-looking trees, Ak = acute growth disorder. Number of samples: Control = 16, No = 10, Ak = 14.

Ravinteidenvälistä antagonismia ei varmuudella todettu neulasissa. Ca/B-suhde oli suurin akuuteissa kasvuhäiriöpuissa, 1295:1 ja pienin kontrollialueilla, 350:1. P/Zn-suhteen vastaavat luvut olivat 101 ja 68. Suhteiden muuttuminen johtuu hivenravinteiden vähenemisestä pääravinnemäärien säilyessä muuttumattomina. Tilastollisesti merkitseviä negatiivisia korrelaatioita pää- ja hivenravinteiden välillä ei kuitenkaan todettu. Ohentumisilmiön merkitystä on vaikea arvioida puiden kasvutietojen puuttuessa. R a i t i o (1979) painottaa Ca/B-suhteen merkitystä kasvuhäiriön syynä. B r a e k k e (1979) sitävastoin ei pidä suhdetta merkityksellisenä kuusen kasvuhäiriön kannalta.

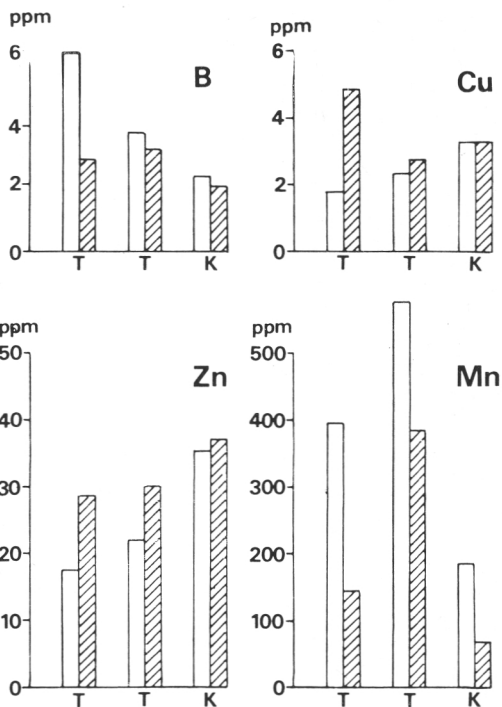
Neulasanalyysin tulokset kivennäismailla olivat ristiriitaisia (taul. 2). Kivennäismaan häiriökohteiden neulasnäytteet eivät osoitaneet selvää yhteyttä ko. häiriöiden ja hivenravinteiden pitoisuuksien välillä. Ainoastaan yhdellä kohteella todettiin, oireistoon ja neulasanalyysiin nojautuen, boorin puutteesta johtuva kasvuhäiriö (kuva 3). Neulasten keskimääräinen booripitoisuus oli sekä kontrolli- että häiriöalueilla yli 10 ppm. Kahdella kivennäismaan kontrollilla todettiin alle 5 ppm:n jääviä booripitoisuuksia. Kuparipitoisuudet olivat selvästi, mangaani- ja sinkkipitoisuudet vain hieman korkeammat kuin turvemilla.

Kivennäismaiden kontrolli- ja häiriöalueiden välillä neulasten pääravinteiden pitoisuuksissa oli vain vähäisiä eroja (taul. 2). Typpi- ja fosforipitoisuudet olivat hieman suuremmat kuin turvemilla. Kaliumpitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin

Taulukko 2. Neulasten ravinnepitoisuudet kivennäismaan puilla.

Table 2. Nutrient contents of needles from trees growing on mineral soil.

Ravinne Nutrient	Kontrollit Controls (n = 6)	Kasvuhäiriöalueet Growth disorder areas (n = 5)	Muut häiriöalueet Other disorder areas (n = 11)
N %	1,42 ± 0,17	1,60 ± 0,13	1,43 ± 0,09
P "	0,21 ± 0,06	0,24 ± 0,06	0,22 ± 0,03
K "	0,85 ± 0,17	0,83 ± 0,04	0,80 ± 0,12
Ca "	0,48 ± 0,11	0,39 ± 0,09	0,39 ± 0,05
Mg "	0,12 ± 0,02	0,11 ± 0,03	0,12 ± 0,01
B ppm	10,0 ± 4,3	13,1 ± 6,1	10,1 ± 1,8
Cu "	3,3 ± 1,2	4,8 ± 1,3	6,6 ± 3,2
Mn "	637 ± 358	321 ± 107	508 ± 129
Zn "	36,5 ± 7,1	32,9 ± 7,2	35,9 ± 6,5



Kuva 3. Kuusen ja männyn (viivotus) neulasten hivenravinnepitoisuudet samalla kasvuhäiriöpaikalla. T = turvemaa pelto, lannoitettu; K = kivennäismaan laidun, lannoittamaton.

Figure 3. Micronutrient contents of spruce and pine (shaded) in the same disorder area. T=fertilized field on peat; K=unfertilized pasture on mineral soil.

turvemaa kontrollialueilla. Kalsium- ja magnesiumpitoisuudet olivat likimain samansuuruiset kuin turvemilla.

Kuusen ja männyn hivenravinnepitoisuudet poikkesivat toisistaan samoilla kasvuhäiriöpaikoilla (kuva 3). Mangaani- ja booripitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuusella, sinkki- ja kuparipitoisuudet puolestaan suuremmat männyllä. Sekä turvetta kivennäismaalla nämä suhteet olivat samat. B r a e k k e (1977) toteaa saman asian norjalaisilla turvemilla. Typen kohdalla puulajien ero oli lähes olematon, sensijaan fosfori-, kalium- ja kalsiumpitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuusella.

## 42. Maa-analyysi

Maaperän ravinnepitoisuudet kasvuhäiriöalueilla eivät poikenneet oleellisesti yleisistä turvemaiden arvoista (K u r k i 1962, 1969). Hivenravinteiden määrät olivat kasvuhäiriöalueiden turpeessa yhtä suuria tai suurempia kuin kontrollialueilla (taul. 3). Turpeen pH oli kasvuhäiriöalueilla 5,0, kontrolleilla 4,0. Kivennäismaan häiriökohteilla ravinteita oli, tyypeä ja kuparia lukuunottamatta, enemmän kuin turvemaidella (taul. 3).

Taulukko 3. Maaperän ravinteet.  
Table 3. Nutrient contents in the soil.

Ravinne Nutrient	Kontrollit Controls Turve Peat (n = 2)	Kasvuhäiriöalueet Growth disorder areas	
		Turve Peat (n = 9)	Kivennäismaa Mineral soil (n = 3)
N %	1,69 ± 0,58	0,74 ± 0,27	0,34 ± 0,03
P mg/l	3,3 ± 1,8	3,3 ± 1,1	4,7 ± 4,3
K "	66,5 ± 32,4	77,0 ± 27,6	124 ± 36
Ca "	550 ± 196	530 ± 255	1200 ± 1048
Mg "	55,0 ± 29,4	68,9 ± 17,7	105 ± 51
B "	0,30 ± 0,0	0,27 ± 0,03	0,33 ± 0,07
Cu "	2,6 ± 1,6	7,3 ± 3,0	6,1 ± 2,0
Mn "	10,1 ± 8,7	10,4 ± 5,4	15,5 ± 9,5
Zn "	3,7 ± 0,0	7,4 ± 1,3	34,5 ± 29,3

## 5. TULOSTEN TARKASTELUA

Neulasanalyysit osoittivat, että kuusen kasvuhäiriöön turvemaidella useimmiten liittyy boorinpuutos. Turvepohjaisten laidun- ja peltomaiden kasvuhäiriökohteilla todettiin lähes poikkeuksetta alhaisia booripitoisuuksia, kivennäismailla vain satunnaisesti. Korkeahkot hivenravinnepitoisuudet useimmilla kivennäismaan kasvuhäiriökohteilla viittaavat muuhun kuin hivenravinteiden puutteesta aiheutuviin kasvuhäiriöihin. Tämän aineiston valossa oletamus hivenravinnepuutoksesta kuusen kasvuhäiriön syynä on turvemaidella oikeutetumpi kuin kivennäismailla.

Boorin puuterajaa on vaikea esittää pelkästään kuusen ulkoasun perusteella. Neulasten booripitoisuus ei täysin korreloi puiden ulkoasun kanssa, joka on lähinnä tulos kasvuhäiriön kestosta. Kasvu voi jatkua näennäisen normaalisti, vaikka booripitoisuudet ovat alle 4 ppm.

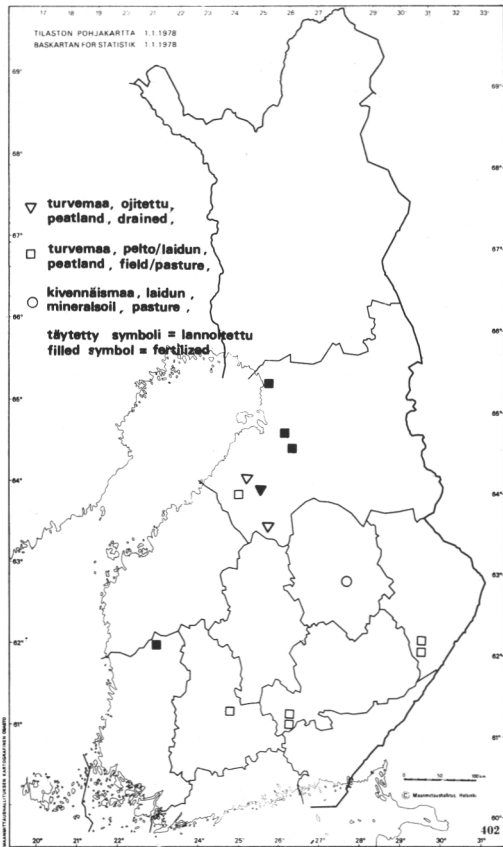
Kasvuhäiriöalueiden vaurioituneissa kuusissa booripitoisuus ylitti 7 ppm ainoastaan yhdellä kohteella. Kontrollialueilla alimmat lukemat olivat 6,7 ja 7,9. Tämän mukaan näkyvän boorinpuutteen raja turvemaidella olisi 6—8 ppm, suotuisissa olosuhteissa ehkä huomattavasti alempikin (ks. B r a e k k e 1977). B r a e k k e (1979) esittää Etelä-Norjassa boorinpuuterajaksi 1,5—4 ppm normaaliarvojen ollessa tällöin 8—16 ppm välillä. Nämä arvot sopivat hyvin tämän tutkimuksen tuloksiin. Keski-Euroopan kivennäis- ja turvemaidella boorin pitoisuudet ovat korkeammat kuin Suomessa ja Norjassa (A h r e n s 1964, D i e t r i c h ja L e n t s h c h i g 1965).

Männyn kasvuhäiriöoireet kuvastivat hyvin saman alueen kuusien heikkoa booritulannetta ja varmistivat kuusen kasvuhäiriöhavainnon. Kuusen neulasten booripitoisuus vaurioituneissa puissa ei ylittänyt 6 ppm siellä, missä männynillä esiintyi ulkoisia vaurioita. Useimmiten myös normaalinäköisten kuusten booripitoisuudet alittivat tämän rajan. Toisaalta mänty saattoi kasvaa oireettomana kuusen boorinpitoisuuden alittaessa 4 ppm, joten männyn oireettomuus ei sulje pois puutoksen mahdollisuutta kuusessa.

Myös kuusien kupari- ja sinkkipitoisuudet olivat turvemaidella alhaisia. Kuparipitoisuudet olivat lähellä H a v e r a a e n i n (1964) esittämää puuterajaa, 1,4 ppm. Alle 2 ppm:n pitoisuuksilla kasvu kuitenkin on ollut ulospäin häiriötöntä.

K o l a r i n (1979) mukaan sinkin puutosoireita ei ole havaittu kuusilajeilla. Tämän aineiston kontrolliarvot ovat samaa suuruusluokkaa kuin B r a e k k e n (1977, 1979) lannoitetuilta turvemaidelta ilmoittamat. Eräiden kasvuhäiriöalueiden sinkkipitoisuudet olivat alempia kuin kirjallisuudessa mainitut. Mahdolliset puutosoireet saattavat peittyä muiden hivenaineiden puutosoireisiin tai rajoittua fysiologisiin ja anatomisiin vaurioihin.

Mangaanin puutetta tuskin esiintyy kuusen huomattavan suuresta tarpeesta huolimatta. I n g e s t a d i n (1958) esittämä puuteraja, 20 ppm, on toista suuruusluokkaa kuin alhaisimmatkin (120 ppm) tässä todetut pitoisuudet. Myös suhteellisen matala pH vähentää mangaaninpuutteen



Kuva 4. Neulasanalyttisesti varmistetut kuusen kasvuhäiriöesiintymät (vrt. liite 1 ja Veijalainen 1978).

Figure 4. Growth disorder localities in Norway spruce confirmed by needle analysis (cf. appendix 1 and Veijalainen 1978).

todennäköisyyttä. Lähempänä onkin ajatus mangaanin ylimäärästä eräillä alueilla.

Saavutettujen tulosten valossa kuusen altius hivenravinnepuutteesta (boorista) johtuville kasvuhäiriöille vaikuttaa samantapaiselta kuin männylläkin. Tätä tukee kummankin puulajin oireisto ja booripitoisuudet samoilla kasvupaikoilla.

Pääravinteiden pitoisuudet olivat turvemaiden kasvuhäiriökohteilla huomattavasti lähempänä optimia kuin hivenravinteiden. Fosforin ja kaliumin pitoisuudet olivat korkeat ja sijoittuvat esitettyjen puuterajojen yläpuolelle (ks. Höhne 1963, 1964 a, b, Meschechok 1968, Paavilainen 1974, Braekke 1977) joten niiden suoranainen puute ei liene kuusellakaan kasvuhäiriön syynä (ks. Veijalainen

1975, Kolari 1979). Tyypestä saattaa sensijaan paikoin olla puutetta sekä kasvuhäiriö- että kontrollialueilla. Neulasten korkea typpipitoisuus ei näytä liittyvän kuusen kasvuhäiriöön.

Boorin ja kuparin pitoisuuksissa esiintyi alueellisia eroja poiketen tässä pääravinteista. Pääravinteiden suhde boorin ja kupariin oli pohjoisilla kontrollialueilla selvästi suurempi kuin etelämpänä. Kasvuhäiriöriski saattaa turvemaita lannoitettaessa ehkä muodostua suuremmaksi kuin etelässä (ks. Paavilainen 1979).

Maaperän hivenravinnemäärät olivat turvemaiden kasvuhäiriöalueilla yleensä suurempia kuin sekä kontrolleilla että myös ojitetuilla ja luonnontilaisilla turvemaidella (Paarlahti ym. 1971, Veijalainen 1977, Raitio 1979). Maa-analyysin tulkinta-arvo näyttäisi tämän perusteella olevan vähäisempi kuin neulasanalyysin (ks. Paarlahti ym. 1971, Veijalainen 1977, Raitio 1979). Ohutturpeisuudesta johtuen maanäytteet sisälsivät usein runsaasti kivennäismaata. Monin paikoin maaperän koostumus läheni multamaata, mikä selvästi alensi typpipitoisuutta (Paavilainen 1970, Paarlahti ym. 1971, Urvas ym. 1979). Muita pääravinteita oli ilmeisesti riittämiin. Maaperän helppoliukoinen rikki ei korreloinut neulasten Mn-pitoisuuksien kanssa, joten rikkillä ei todettu olleen yhteyttä kasvuhäiriöihin (vrt. Veijalainen 1979).

Kuusen kasvuhäiriöalueilla esiintyi myös hallavaurioita. Nämä saattavat peittää mahdolliset hivenravinteiden puutosoireet vaikeuttaen diagnoosin tekoa. Pohjoisessa kasvuhäiriön ulkoiset oireet ilmenivät selvemmin kuin etelässä. Tämä saattaa pitemmän häiriökeston ohella johtua myös kasvukauden aikaisten kovien hallojen vähäisyydestä (Multamäki 1942). Kuusen kasvuhäiriön esiintyminen turvemaidella taajankin verhopuuston alla osoittaa, että latvakadot tuskin ovat hallan aiheuttamia. Kasvainten kuivuminen talvikauden aikana ei myöskään viittaa hallavaurioihin. Braekke (1979) on todennut boorinpuutteen alentavan kuusen hallankestävyyttä turvemaalla. Tässäkin tutkimuksessa todettiin turvemaan hallavaurioalueilla melko alhaisia booripitoisuuksia, mutta on vaikea sanoa johtuvatko vauriot suoranaisesti niistä. Todennäköisesti on myös ky-

seessä turvemaiden puilla tavallinen hallan ja hivenravinneniukkuuden rinnakkaisiintyminen. Kasvuhäiriö- ja hallatuhojen esiintyminen heikentää kuusen viljelyn onnistumismahdollisuuksia turvemaan pelloilla. Eräillä alueilla olisi ehkä syytä harkita muita puulajivaihtoehtoja tai suojuospuuston sekä hiven- tai tuhkalannoituksen käyttöä. Boorakslannoituksen on myös todettu vähentävän hallavaurioita (B r a e k k e 1979). Hivenravinnelannoituksella saattaa olla samanlainen vaikutus kuin sopivalla pääravinnelannoituksella, jonka aiheuttaman kasvunlisäyksen ansiosta puut nopeammin sivuuttavat kriittisen hallavyöhykkeen (K o s k e l a 1969).

Boorinpuutteen korjaamiseen kuusella on Norjassa käytetty menestyksellä booraksia sekä astia- että kenttäkokeissa (H a v e r a a e n 1966, B r a e k k e 1977, 1979). Positiivisia tuloksia saavutettaneen myös

puun kuorituhkalla (P i e t i l ä i n e n ja V e i j a l a i n e n 1979). Kalkitsemattomilla turvemaidella tuhkan runsaasta Capitoisuudesta tuskin lienee haittaa (vrt. R a i t i o 1979). Eräät pitkäkestoiset kasvuhäiriöt antavat aiheen olettaa että tyydyttävän kasvun aikaansaaminen ilman tuhka- tai hivenlannoitusta saattaa paikoin olla vaikeaa.

Kuusen kasvuhäiriön todennäköisyys vaihtelee kasvupaikan mukaan. Eryistä huomiota olisi kiinnitettävä turvepohjaisiin pelto- ja laidunmaihin. Ankarat hallavuodet pitäisi säilyttää muistissa, ettei niiden aiheuttamaa monilatvaisuutta ja ranganvaihtoa pidettäisi kasvuhäiriöinä. Myös kuusen runsas morfologinen variaatio olisi huomioitava. Kuusen kasvuhäiriöön on suhtauduttava varauksin mikäli muissa puulajeissa ei esiinny kasvuhäiriöitä tai neulasanalyttinen näyttö puuttuu.

## 6. KIRJALLISUUS

- AHRENS, E. 1964. Untersuchungen über den Gehalt von Blättern und Nadeln verschiedener Baumarten an Kupfer, Zink, Bor, Molybdän und Mangan. Allg. Forst- und Jagdzeitung 135. Heft 1:8—16.
- 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.
- DIETRICH, H. & LENTSCHIG, S. 1965. Über die Mikronährstoffversorgung der Fichte auf ausgewählten Standorten des Mittelgebirges und Hügellandes. Tag. ber. D. Akad. Landwirt Wiss. Berlin 84:157—171.
- HAVERAAN, O. 1964. Koppermangel hos gran. Summary: Copper deficiency on Norway spruce. Tidskr. Skogbr. 72(3):289—300.
- 1966. Bor er også et noedvendig mikronæringsstoff for gran og furu. Norsk Skogbr. 22:788.
- HEIKURAINEN, L. 1979. Peatland classification in Finland and its utilization for forestry. Proceedings of the International Symposium on Classification of Peat and Peatlands Hyttälä, Finland, September 17—21. 1979. International Peat Society 1979: 135—146.
- HUIKARI, O. 1974. Hivenaineet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11/1974.
- 1977. Micronutrient deficiencies cause growth disturbances in trees. Silva Fenn. 11(3):251—254.
- HÖHNE, H. 1963. Blattanalytische Untersuchungen an jüngerer Fichtenbeständen. Arch. f. Forstw. 12:341—360.
- 1964 a. Über den Einfluss des Baumalters auf das Gewicht und den Elementgehalt 1- bis 4jähriger Nadeln der Fichte. Arch. f. Forstw. 13:247—265.
- 1964 b. Der Einfluss der soziologischen Stellung der Fichte auf das Gewicht und den Elementgehalt ihrer Nadeln. Arch. f. Forstw. 13:833—842.
- 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.
- KOLARI, K.K. 1979. Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: Micronutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review. Folia For. 389:1—37.
- KOSKELA, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoeentällä. 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. 78:1—25.
- KURKELA, T. 1976. Tuomiruostetta kuusitaimistoissa. Metsälehti 35.
- KURKI, M. 1962. Suoviljelysten hivenravinnetilanteesta viljavuustutkimusten perusteella. Summary: On the trace element nutrient condition in cultivated peatlands on the strength of productivity investigations. Suo 13(6):79—82.
- 1969. Suoviljelysten viljavuustutkimuksista. Summary: Fertility studies of cultivated peatlands. Suo 20(2):29—33.
- MATERNA, J. 1962. Kupfer-, Zink-, und Mangan-gehalte in Fichtenbeständen. Tag. ber. D. Akad.

- Landwirt Wiss. Berlin 50:45—52.
- MESCHECHOK, B. 1968. Om startgødsling ved skogkultur på myr. Summary: Initial fertilization when afforesting open swamps. Meddr norske SkogforsVes. 25:1—137.
- MULTAMÄKI, S.E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat (Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore) Acta For. Fenn. 51:1—352.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. Commun. Inst. For. Fenn. 74(5):1—58.
- PAAVILAINEN, E. 1970. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results of the afforestation of swampy fields. Folia For. 77:1—24.
- 1974. Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa. Summary: On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. Folia For. 239:1—10.
- 1979. Metsänlannoitusopas. 112 s. Kirjayhtymä.
- PIETILÄINEN, P. & VEIJALAINEN, H. 1979. Koe hivenlannoitteiden vaikutuksesta rimpisuon metsityksessä. Summary: Effect of some micronutrient fertilizers on the height growth of pine seedlings in a flark. Suo 4—5:73—80.
- RAITIO, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Abstract: Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms. Folia For. 412:1—16.
- & 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):1—32.
- URVAS, L., SILLANPÄÄ, M. & ERVIÖ, R. 1979. The chemical properties of major peat types in Finland. Proceedings of the International Symposium on Classification of Peat and Peatlands Hyytiälä, Finland, September 17—21, 1979 International Peat Society 1979: 184—189.
- VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. 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 mikro-ravinnetilanteen määrittämisessä turvemaalla. Commun. Inst. For. Fenn. 92(4):1—32.
- 1978. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suomessa. Summary: Occurrence of die-back of forest trees in Finland. Suontutkimusosaston tiedonantaja 1/78. Metsäntutkimuslaitos. 22s.
- 1979. Kasvuhäiriöpuissa on runsaasti mangaania. Metsälehti 51.

Liite 1. Tutkimusalueet ja niiltä kerätyt näytteet. Turvemaiden kasvupaikkaluokittelu Heikuraisen (1979) mukaan. Kh. = kasvuhäiriö, M.h. = muu häiriö.

Appendix 1. Study areas and the samples collected from them. Classification of biotopes according to Heikurainen (1979), see foot note<sup>1)</sup> Korpi = spruce swamp, oj. = drained, G.d. = Growth disorder, O.d. = Other disorder.

	TUTKIMUSALUE — STUDY AREA			NÄYTEIDEN LUOKITTELU — CLASSIFICATION OF SAMPLES				
	Biotooppi <i>Biotope</i> <sup>1)</sup>	Puusto <sup>2)</sup> <i>Tree stand</i> <sup>2)</sup>	Lannoitus <i>Fertilization</i>	Neulaset — <i>Needles</i>			Maaperä — <i>Soil</i>	
				Kh. <i>G.d.</i>	M.h. <i>O.d.</i>	Kontrolli <i>Control</i> <sup>1)</sup>	Kh. <i>G.d.</i>	Kontrolli <i>Control</i>
<b>TURVEMAA — PEATLAND</b>								
Vantaa, Viinikkala	pelto — <i>field</i>	I		1	1	KgK		
Yläne, Raasinkorpi	Mkmu	L	P	1	1	MT		
Eurajoki, Vuojoki	Mtkg	L	P K	1				
Merikarvia, Kallträsket	Soistunut kangas — <i>Paludified forest</i>	L		1			1	
Karvia, Alkkia 1/2	pelto — <i>field</i>	I	N P K	1				
” ” 1/48	”	I	N P K		1			
” ” 6	”	I	N P K		1			
” ” 21	”	I	N P K		2			
” ” 87	”	I	N P K		2			
Luopioinen, Rautjärvi	”	I		2		1 MK	1	1
Padasjoki, Sammallahti 9a	Mtkg	L			1			
Heinola mlk, Korvensuo	pelto — <i>field</i>	I		2		1 MT	1	
” ” ”	”	I		2		1 Ptkg	1	1
Leivonmäki, Kivisuo 640	TNoj.	I	P K		1			
” ” ” 690	”	I	N P K		1	2 TNoj.		
” ” ” 394	”	I	N P K		1			
Rääkkylä, Nieminen	laidun — <i>pasture</i>	I		2			2	
” ” Porttisuo	pelto — <i>field</i>	I		1		1 VT	1	
Ylivieska, Visuri	laidun — <i>pasture</i>	L		1			1	
Oulainen, Likolanjärvi	RhSRmu	L		2		1 korpi		
Haapavesi, Piipsanneva 1/1	VSRmu	K	N P K	2		1 ”		
Haapajärvi, kk.	RhKmu	L		2		1 ” oj.		
Muhos, koe 65	pelto — <i>field</i>	I	N P K	2		1 ”	1	
” ” 6D	”	I	.. K	2		1 ”		
Ii, Vittasuo D	RhKmu	L	P K	2		1 soistunut kangas <i>paludified forest</i>		
<b>KIVENNÄISMAA — MINERAL SOIL</b>								
Kuru, Saarijärvi	pelto — <i>field</i>	I		1			1	
Ruovesi, Visuvesi	hakamaa — <i>pasturage</i>	L			2			
Kuovesi, Hallinpenkki	pelto — <i>field</i>	I			1			
Hauho, kk.	laidun — <i>pasture</i>	I		2			1	
” ” Kokkila	OMT	L			2			
Kalvola, Iittala	pelto — <i>field</i>	I		1				
Hankasalmi, Sauvamäki	laidun — <i>pasture</i>	L			2			
Siilinjärvi, Kaaraslahti	”	I		1			1	
Vieremä, Salahmi	VT	L			2	1 VT		
Pyhäselkä, Hammaslahti	laidun — <i>pasture</i>	L			2			
<b>ERILLISET KONTROLLIT — SEPARATE CONTROLS</b>								
Tuusula, Ruotsinkylä						3 Mtkg		
Vilppula, Jaakkoinen						2 ”		
Orivesi, Pajukanta						1 OMT		
Koski Hl, Käikälä						1 MT		
Turvemaa — <i>Peatland</i>				24	13	16 = 53	9	2 = 11
Kivennäismaa — <i>Mineral soil</i>				5	11	6 = 22	3	— = 3
Yhteensä — <i>Total</i>						= 75		= 14

<sup>1)</sup> LkN = small sedge bog, KgK = ordinary spruce swamp, RhKmu = herb-rich spruce, drained, MK = Myrtillus spruce swamp, Mtkg = Myrtillus spruce swamp, drained, Ptkg = Vitis-idea spruce swamp, drained, RhSRmu = herb-rich sedge pine swamp, drained, VSRmu = sedge pine swamp, drained. Mineral soil: VT = Vaccinium type, MT = Myrtillus type, OMT = Oxalis-myrtillus type.

<sup>2)</sup> I = Istutettu — *planted*, L = Luontainen — *natural*, K = Kylvetty — *sowed*









ODC 424.7:174.2 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0445-0  
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia For.* 432:1—13.

Thirty-five spruce-dominated stands with leader dieback were investigated in the southern part of Finland during 1978 and 1979. The occurrence of the disorder was concentrated on peatlands, especially on former farmlands with a shallow peat layer. On the basis of needle analysis and external symptoms, it was concluded that boron deficiency was the main cause of the disorder. The limit of visible boron deficiency was determined to be 6—8 ppm.

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

ODC 424.7:174.2 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0445-0  
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia For.* 432:1—13.

Thirty-five spruce-dominated stands with leader dieback were investigated in the southern part of Finland during 1978 and 1979. The occurrence of the disorder was concentrated on peatlands, especially on former farmlands with a shallow peat layer. On the basis of needle analysis and external symptoms, it was concluded that boron deficiency was the main cause of the disorder. The limit of visible boron deficiency was determined to be 6—8 ppm.

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

ODC 424.7:174.2 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0445-0  
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia For.* 432:1—13.

Thirty-five spruce-dominated stands with leader dieback were investigated in the southern part of Finland during 1978 and 1979. The occurrence of the disorder was concentrated on peatlands, especially on former farmlands with a shallow peat layer. On the basis of needle analysis and external symptoms, it was concluded that boron deficiency was the main cause of the disorder. The limit of visible boron deficiency was determined to be 6—8 ppm.

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

ODC 424.7:174.2 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0445-0  
ISSN 0015-5543

SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Abstract: Micronutritional growth disorder in Norway spruce. *Folia For.* 432:1—13.

Thirty-five spruce-dominated stands with leader dieback were investigated in the southern part of Finland during 1978 and 1979. The occurrence of the disorder was concentrated on peatlands, especially on former farmlands with a shallow peat layer. On the basis of needle analysis and external symptoms, it was concluded that boron deficiency was the main cause of the disorder. The limit of visible boron deficiency was determined to be 6—8 ppm.

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



- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter et al. -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä. Association of *Lophodermium seditiosum* Minter et al. with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976. Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriö ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana. Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fyysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet. Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin. On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allappysvyvyys 1969—1977. Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella. Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Pblebia gigantea* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen. Effect of *Heterobasidion annosum* and *Pblebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa. Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huuttonen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä. Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.

- Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978. Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina. Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland. IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytyssemien käyttömahdollisuuksista. Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation. Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976. Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978. Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Rynnänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkutätteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979. Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu. Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland. Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa. Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehdoista. The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsätutkimuslaitos. Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978. Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely. Ergonomics and work organizing of chipping work.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341. Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.