

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA**

**299**

**MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA**



**EKOLOGISTEN JA EKOFYSIOLOGISTEN TUTKIMUSTEN  
PAINOPISTEALUEET JA MITTAUSVÄLINEIDEN TARVE  
METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTOLLA**

**Eero Kubin ja Jarmo Poikolainen (toim.)**

**SUMMARY**

**THE EMPHASES AND THE NEED OF MEASURING  
EQUIPMENTS IN THE ECOLOGICAL AND ECOPHYSIO-  
LOGICAL RESEARCHES OF THE DEPARTMENT OF  
SILVICULTURE**

**Muhos 1988**

Kansikuva: Ilman lämpötilan mittausta Taimien elinympäristötutkimuksen koekentällä Paltamon Kivesvaarassa.  
Kuvassa Veikko Valtanen kirjaa muistiin päivittäisiä maksimi- ja minimilämpötila-arvoja 4. 6. 1980.



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 299

Muhoksen tutkimusasema

EKOLOGISTEN JA EKOFYSIOLOGISTEN TUTKIMUSTEN  
PAINOPISTEALUEET JA MITTAUSVÄLINEIDEN TARVE  
METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTOLLA

SUMMARY

THE EMPHASES AND THE NEED OF MEASURING  
EQUIPMENTS IN THE ECOLOGICAL AND ECOPHYSIO-  
LOGICAL RESEARCHES OF THE DEPARTMENT OF  
SILVICULTURE

Toimittaneet

Eero Kubin ja Jarmo Poikolainen

Muhos 1988

## ALKUSANAT

Metsänhoidon tutkimusosastolla ekologisten kasvupaikkatekijöiden mittaus tehostui 1970-luvulla, jolloin eri puolille Suomea perustettiin taimien elinympäristötutkimuksia varten koekenttiä. Myöhemmin tutkimusosaston ekologiset mittaukset ovat laajentuneet huomattavasti käsittäen myös ravinneanalytiikkaan ja ekofysiologiaan kuuluvia tutkimuksia.

Tutkimuksissa on jo saatu runsaasti uutta tietoa, mutta samalla on tullut esiin tarve laajentaa ja syventää mittauksia. Tutkimusasemien nykyinen mittauslaitteisto ei kuitenkaan kaikilta osin enää vastaa tutkimuksen tarpeita. Niinpä metsänhoidon tutkimusosaston ekologisissa ja ekofysiologisissa tutkimuksissa mukana olevat tutkijat pitivät osastopäällikön, prof. Erkki Lähteen aloitteesta Muhoksen tutkimusasemalla kokouksen, jossa pohdittiin tulevien vuosien laitetarpeita. Kokouksessa perustettiin kolme työryhmää, joiden tehtävänä oli selvittää seuraavien tutkimusalojen laitehankintoja ja painopistealueita: 1) Meteorologiset ja yleisekologiset tutkimukset, 2) Ravinnefysiologiset ja -ekologiset tutkimukset ja 3) Ekofysiologiset tutkimukset.

Työryhmien laatimat esitykset on koottu tähän julkaisuun. Niissä on kerrottu tutkimusten nykytilasta sekä uusista tutkimus- ja laitetarpeista. Laitetarpeet on esitetty luettelon muodossa kunkin tutkimusalan yhteydessä. On huomattava, että esitykset vastaavat tämän hetken näkymiä ja esim. laitetarpeet voivat jossain määrin muuttua tulevien tutkimushankkeiden myötä. Eri tutkimusalojen kohdalla esitetyt laitteiden hintatiedot perustuvat vuoden 1988 alkupuolen tilanteeseen.



## SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
Kubin, E., Kemppainen, L., Laiho, O., Norokorpi, Y. ja Poikolainen, J. METEOROLOGISET JA YLEISEKOLOGISET TUTKIMUKSET.....	4
Tikkanen, E., Kubin, E. ja Laiho, O. RAVINNEFYSIOLOGISET JA -EKOLOGISET TUTKIMUKSET.....	16
Smolander, H., Savonen, E-M., Sutinen, S. ja Tikkanen, E. EKOFYSIOLOGISET TUTKIMUKSET.....	28
Kemppainen, L. MITTAUSJÄRJESTELMÄT JA TIEDONSIIRTO.....	34
SUMMARY.....	39

ISBN 951-40-1001-9  
ISSN 0358-4283

Kubin, E., Kemppainen, L., Laiho, O., Norokorpi, Y.  
ja Poikolainen, J.

## METEOROLOGISET JA YLEISEKOLOGISET TUTKIMUKSET

### 1. YLEISTÄ

Metsänhoidon tutkimusosastossa sääoloihin, mikroilmastoon ja muihin ekologisiin kasvupaikkatekijöihin kohdistuvaa mittausta on tehty ensisijaisesti Taimien elinympäristö-tutkimuksessa. Työ käynnistyi 1970-luvun alussa ja siinä tutkitaan erityisesti maanmuokkauksen vaikutusta maan lämpö-, vesi- ja ravinneoloihin. Taimien elinympäristötutkimuksen ohella metsikköilmastoon ja metsäekologiaan liittyviä mittauksia on tehty mm. seuraavissa tutkimusaiheissa: Metsänhoitotoimenpiteiden ekologiset vaikutukset metsien muihin käyttömuotoihin, Korkeiden maiden metsänuudistaminen ja Lumen viipymäalueet - metsänhoidon ongelma-alueet Pohjois-Suomessa.

Taimien elinympäristötutkimuksessa on saatu hyvä ote ilmastollisten kasvupaikkatekijöiden mittaamiseen ja työtä on tärkeää jatkaa pitkien mittaussarjojen saamiseksi. Toteutettu mittausohjelma on myös paljastanut, missä kohdin olisi tärkeää syventää ja laajentaa tutkimusta. Eri-tyinen merkitys tällä näkökohdalla on nyt, jolloin nykyaikaiset mittausvälineet mahdollistavat aikaisempaa monin verroin perusteellisemmän tutkimusotteen. Mahdollisuudet kartoittaa metsikköilmastoa ovat nyt aivan toiset kuin aikaisemmin.



## 2. MITTAUSTEN TARPEELLISUUS

Nykyisin metsäntutkimus joutuu sääolojen yhtäjaksoisen seurannan osalta kokonaan tukeutumaan Ilmatieteen laitoksen säähavaintoverkoston tietoihin. Verkoston havaintopisteet sijaitsevat lentokentillä ja rakennusten pihossa, eivätkä niistä saadut tiedot edusta vaihtelevia olosuhteita metsässä. Siksi tarvitaan erityisiä metsämeteorologisia mittausasemia. Tutkimuksen lisäksi tällaiset mittausasemat voisivat palvella myös käytännön metsätalouden tarpeita. Metsäammattimiehet kyselevät usein maakunnallisilta tutkimusasemilta tietoja esim. kasvukauden aikaisista lämpösummista tai maan routaantumisesta. Pysyvän säähavainnoinnin puuttuessa tutkimusasemilta käytännön metsätalouden palvelu on jäänyt vajavaiseksi.

Meteorologisten ja yleisekologisten tutkimusten tehostaminen on perusteltua monestakin eri syystä. Metsänhoidon tutkimuksen tärkeimpiä tavoitteita tällä hetkellä on löytää parhaat uudistamis- ja metsänkäsittelytavat erilaisille kasvupaikoille. Jotta tässä työssä onnistuttaisiin, on saatava entistä tarkempaa tietoa erilaisten kasvupaikkojen olosuhteista. Erityisen merkittävää kasvupaikkatekijöiden tuntemus on uudistettaessa pienilmastollisesti tai muista syistä epäedullisia kohteita.

Metsien kasvun lisääntyminen kaksinkertaiseksi sitten 1930-luvun korostaa myös tutkimuksen tarvetta. Korkea tuotto merkitsee nimittäin usein lisääntynyttä herkkyyttä monille ulkoisille häiriöille kuten poikkeaville sääoloille. Kaiken lisäksi ilman epäpuhtaudet heikentävät puiden kuntoa, mikä myös on otettava huomioon metsien käsittelyssä.

Metsänuudistamisessa kohdattujen ongelmien vuoksi erityisesti uudistusalojen ekologista tutkimusta on tarpeen te-

hostaa. Erilaisten puustorakenteiden vaikutuksesta metsikköilmastoon ja sitä kautta uudistamistulokseen sekä edelleen taimien ja puiden kehitykseen tiedetään aivan liian vähän. Samoin esim. erilaisten metsikkörakenteiden ja topografian merkityksestä puuston tuulituhoalttiuteen on varsin niukasti tutkimustuloksia.

Talviolosuhteiden merkitystä metsäekosysteemissä ei ole myöskään vielä riittävästi selvitetty. Esimerkiksi lumen ja roudan merkitys metsissä on monitahoinen. Keskitalvella lumi suojaa maata, pintakasvillisuutta ja puiden taimia pakkaselta ja kuivumiselta. Keväällä puolestaan kasvun alkaminen määräytyy suuressa määrin lumen ja roudan sulamisnopeuden mukaan. Talven lumi- ja routatilanteella yhdessä kevään sääolojen kanssa on vaikutuksensa myös maaperän kosteus- ja lämpöoloihin.

Tähän mennessä on mittauksin pystytty selvittämään varsin seikkaperäisesti maankäsittelymenetelmien vaikutusta avoalan lumi- ja routasuhteisiin. Tulevissa talviekologisissa tutkimuksissa on tarpeen kiinnittää erityistä huomiota alkutalven olosuhteisiin, lumen maksimisyvyyteen ja lumen sulamisvaiheeseen puustorakenteeltaan ja puulajisuhteiltaan erilaisissa metsissä. Tällä hetkellä tarvitaan ko. tutkimusta erityisesti uudistusaloilla.

Uutena ongelmana on viime aikoina tullut esiin minimilämpötilojen ja maan jäätyneen vaikutus puiden ja niiden juuristojen elinvoimaisuuteen ja fysiologisiin toimintoihin. Kylmänkestävyytutkijoiden mukaan taimien kunto heikenee, jos maaperän lämpötila laskee juuristokerroksessa liian alhaiseksi. Tähän ongelmakenttään liittyviä mittauksia on jo aloitettu talvella 1986 - 87.

Lämpötilaongelmat eivät rajoitu pelkästään talveen. Taimien elinympäristötutkimuksissa on mittaustulosten perus-



teella voitu päätellä esimerkiksi, että pitkät hellekaudet muodostavat riskin kohoumille istutetuille taimille, koska kohoumat lämpenevät voimakkaasti. Toistaiseksi kohoumien lämpenemisnopeus on melko hyvin selvitetty, mutta lämpötilan ja kuivumisnopeuden yhteisvaikutusta on tarpeen vielä tutkia. On esitetty, että nimenomaan juuriston kuivumisnopeudella olisi merkitystä siinä, miten taimet selviävät kuivuudesta.

Erillistutkimusten lisäksi on syytä kiinnittää huomiota myös yleiseen ilmastotekijöiden vaihtelevuuteen. Esimerkiksi useina viime vuosina sääolot ovat jonakin aikana vuodesta poikenneet huomattavasti pitkäaikaisista keskiarvoista. Tämänkaltaisia tilanteita ajatellen on suoras taan vahinko, että metsäntutkimuksessa ei ole organisoitua yhtäjaksoista säähavainnointia metsäalueilta. Määrättyjen havaintopisteiden ympärivuotinen toiminta voisi tältäkin osin olla merkittävä runko, jota erillisistä tutkimuskoh-teista mitatut lyhyetkin sarjat täydentäisivät merkittävästi.

### 3. TUTKIMUSTEN PAINOPISTEALUEET

Meteorologiset ja yleisekologiset tutkimukset painottuvat Pohjois-Suomeen ja siellä erityisesti korkeille maille. Vaara- ja tunturialueiden pienilmastotekijöitä ei ole tähän mennessä mainittavasti selvitetty metsäekologiselta kannalta. Aikaisemmat tutkimukset ovat keskittyneet pääasiassa maaperätekijöihin käytettäessä erilaisia maankäsittelytapoja. Lämpö-, kosteus- ja tuulisuhteiden erityispiirteiden havainnointi edellyttää metsämeteorologisten mittausasemien perustamista näille alueille. Mittauksia on suoritettava erityyppisillä, korkeussuhteiltaan erilaisilla metsäalueilla.

Korkeilla mailla keskeisiä tutkimusaiheita ovat monet jo edellä mainitut uudistustalouden kokoon, taimien elinympäristöön ja talviekologiaan liittyvät selvitykset. Esimerkiksi lämpötilojen mittaaminen on täysin välttämätöntä selvittäessä luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia korkeilla alueilla. Samoin tietoa tarvitaan lisää monista erityiskysymyksistä kuten korkeiden alueiden metsien siemensadoista tai tykyn vaikutuksista puuston kehitykseen ja terveydentilaan.

Pohjoisten alueiden ekologista tutkimusta tulisi tehostaa muutoinkin kuin vain korkeiden maiden osalta. Elinympäristötekijöistä tarvitaan entistä tarkempaa tietoa varsinkin puiden kasvun kannalta kriittisiltä ajanjaksoilta. Samoin tarvitaan uutta tietämystä luontaisen uudistamisen aloilta. Uudistustalouden kokoon ja talviekologiaan liittyvät tutkimukset ovat keskeisiä myös alavilla mailla.

Etelä- ja Keski-Suomessa meteorologisten ja ekologisten tutkimusten tarve on suurin erilaisilla ongelma-alueilla. Tällaisia ovat mm. vedenjakaja-alueet ja monet uudet metsityskohteet, joilla puiden kasvu on tavallista riskialttiimpaa. Pienilmastollisesti epäedullisilla paikoilla saattaa puissa esiintyä esim. versosyöpää tai pahoja hal-lavaurioita.

Lähivuosina tullaan tarvitsemaan lisää ekologista tietoa myös monista erityiskohteista, joiden tutkimus on tähän asti ollut vähäistä. Kasvupaikan tutkimus on välttämätöntä esimerkiksi otettaessa käyttöön Suomen oloissa uusia puulajeja. Metsän kasvatuksessa näyttää tulevan esille ajan myötä myös uusia ongelmia. Esimerkiksi ilmansaasteiden aiheuttamien puustovaurioiden estäminen tulee olemaan keskeisiä tavoitteita lähitulevaisuudessa. Meteorologista ja ekologista perustietoa tarvitaan myös ravin-

ne-ekologian ja ekofysiologian tutkimuksissa.

#### 4. ALUEELLINEN TYÖNJAKO JA LAITETARVE

##### 41. Pysyvät säähavaintoasemat

Sääolojen ja yleensä ekologisen mittaustoiminnan kehittämisen lähtökohdaksi esitetään pysyvien säähavaintoasemien perustamista metsänhoidon tutkimusten kannalta keskeisten tutkimusasemien yhteyteen sekä niiltä käsin hoidettaviin huomattaviin tutkimuskohteisiin.

Tutkimusasemien läheisyyteen tulevat sääasemat tulee varustaa samalla tavalla siten, että kaikista saadaan tietoa lämpötiloista eri korkeuksilta maasta puiden latvustoon. Lisäksi olisi mitattava ilman kosteutta, tuulen voimakkuutta, säteilyn määrää ja haihtumista. Nämä mittaukset olisivat suppeampia kuin lämpötilamittaukset. Mittausten perusasetelma voisi olla seuraava:

##### 1) Lämpötilan mittaus

- 10 m korkeudelta (tai ylempää vastaten latvuksen ylätasoa)
- 2 m korkeudelta (vastaten ilmatieteen laitoksen säähavaintokojujen tasoa)
- 10 cm elävän sammalkerroksen pinnan yläpuolelta
- elävän ja kuolleen sammalkerroksen rajasta
- humuskerroksen ja kivennäismaan rajasta
- 5 cm kivennäismaan pinnasta
- 20 cm kivennäismaan pinnasta

##### 2) Ilman suhteellisen kosteuden mittaus

##### 3) Sademäärän mittaus

##### 4) Haihtumisen mittaus

##### 5) Tuulen nopeuden ja suunnan mittaus

##### 6) Säteilyn mittaus

Näitä mittauksia ympärivuotisesti suorittavaksi säähavaintoasemaksi esitetään Vaisala Oy:n Milos-200 järjestelmää,

jossa on suuri muistikapasiteetti ja runsaasti mittauska-  
navia (ks. L. Kempainen, s. 34-38). Kotimaisella lait-  
teella on myös huollon ja käyttövarmuuden suhteen etunsa.  
Verkoston perustamiskustannus laitehankintojen osalta oli-  
si seuraava:

Parkano	2 kpl	174.000 mk
Suonenjoki	1 kpl	87.000 mk
Muhos	4 kpl	348.000 mk
Rovaniemi	6 kpl	<u>522.000 mk</u>
Yhteensä	13 kpl	1 131.000 mk

Mikäli kaikille hankitaan yhteinen puolijohdemuistinluki-  
ja ja hoidetaan tiedonsiirto keskitetysti, kokonaishinta  
putoaa noin 100 000 mk.

#### 42. Muu meteorologinen ja ekologinen mittaus

Pysyvien sääasemien lisäksi tarvitaan runsaasti erilaista  
mittausvälineistöä. Hankittavaksi esitetään erityisesti  
tiedonkeruuyksiköitä, joilla voidaan mitata samanaikaises-  
ti lukuisia eri tunnuksia ja joita on helppo käyttää vai-  
keissakin oloissa. Muista hankittavaksi esitettävistä  
laitteista mainittakoon erikseen KTP-tiedonkeruuyksikkö ja  
koaksiaalinen elektronitakymetri. Viimeksimainittua tarvi-  
taan taimikon tilajärjestyksen mittauksissa.

Vaikka eri tutkimusasemien laitetarve on hyvin samankal-  
tainen, esitysten päällekkäisyys on perusteltua, sillä  
samankaltaista mittauksia tarvitaan alueellisista syistä.  
Mittauksissa on asemien välillä myös painotuseroja. Lisäk-  
si on huomattava, että monia laitteita voidaan käyttää  
muissakin kuin ekologisissa mittauksissa.

Seuraavassa tarkastellaan tutkimusasemien välistä työnja-  
koa ja esitetään lyhyesti laitetarve asemittain.

Rovaniemen tutkimusasema

Aseman meteorologisissa ja ekologisissa tutkimuksissa keskeisiä ovat korkeiden maiden tutkimus ja taimien elinympäristötutkimus. Korkeiden maiden tutkimusaiheita tulevat olemaan pienilmastoselvitykset erilaisilla uudistusaloilla, tykyn vaikutusten selvittäminen, sekä lumi- ja routasuhteiden tutkiminen erityisesti maan routaantumis- ja sulamisvaiheissa. Tutkimukset tehdään pääasiassa Lapin läänin alueella. Meteorologista perustietoa tarvitaan sekä korkeilta mailta että alemmilta vertailualueilta.

Nykyinen välineistö on pääosin vanhentunutta eikä sovellu kunnolla esim. korkeiden maiden tutkimuksiin. Uusien laitteiden tarve on seuraava:

- Grant Squirrel 8-tiedonkeruuyksikkö lämpötilojen ym. mittausta varten	6 kpl	124.000 mk
- KTP-84 tiedonkeruulaite mittasaksilla	1 kpl	50.000 mk
- Koaksiaalinen elektronitakymetri, Nikon DTM-5	1 kpl	100.000 mk
- Erilaisia tuulimittareita	8 kpl	88.000 mk
- Sadepiirturi	4 kpl	32.000 mk
- Termohygrografi	6 kpl	21.000 mk
- Aspiraatiopsykrometri	1 kpl	4.000 mk
- Säähavaintokokuja ym.	-	6.000 mk
- Digitaalilämpömittareita	4 kpl	5.000 mk
- Hunicup-kosteusmittareita	4 kpl	12.000 mk
- Haihduntamittareita		5.000 mk
- Säteilymittareita	2 kpl	30.000 mk
- Huurteen mittauslaitteita, routaputkia yms.	-	10.000 mk
- Karikesuppiloita	n. 50 kpl	25.000 mk
		<hr/>
	Yht.	n. 512.000 mk

Muhoksen tutkimusasema

Pääpaino tulee olemaan lähivuosina taimien elinympäristö-



tutkimuksissa ja korkeiden maiden tutkimuksissa. Taimien elinympäristöselvityksissä jatketaan mittauksia jo perustetuilla koekentillä. Tutkimuksissa pyritään saamaan entistä tarkempaa tietoa kasvupaikkatekijöistä istutuksesta ensiharvennukseen kestävältä ajalta. Erityistä huomiota kiinnitetään taimien kasvun kannalta kriittisiin tekijöihin, joiden tutkimista pyritään tehostamaan ekofysiologisiin menetelmin. Varsinkin lämpötilan ja kuivuuden yhteisvaikutus taimien kuntoon tulisi selvittää, sillä tiedot tästä asiasta ovat puutteelliset.

Korkeiden maiden tutkimuksia tehdään Kainuussa ja Koillismaalla samoin menetelmin kuin Lapissa. Meteorologista perustietoa tarvitaan Kainuusta, Koillismaalta ja Pohjanmaalta erilaisilta kasvupaikoilta.

Taimien elinympäristötutkimuksissa on käytetty monipuolisesti erilaisia mittauslaitteita. Ne ovat suurelta osin jo vanhentuneita. Jatkotutkimuksia ajatellen laitteisto on välttämättä uusittava. Uusia laitteita esitetään hankittavaksi seuraavasti:

- Grant Squirrel 8-tiedonkeruuyksikkö lämpötilojen ym. mittausta varten	6 kpl	124.000 mk
- KTP-84 tiedonkeruulaite mittasaksilla	1 kpl	50.000 mk
- Koaksiaalinen elektronitakymetri, Nikon DTM-5	1 kpl	100.000 mk
- Erilaisia tuulimittareita	8 kpl	88.000 mk
- Sadepiirturi	3 kpl	24.000 mk
- Termohygrografi	6 kpl	21.000 mk
- Säähavaintokokuja ym.	-	8.000 mk
- Karikesuppiloita	n. 50 kpl	25.000 mk
- Scholanderin painepommi		15.000 mk
- Tensiometrit ym.		<u>10.000 mk</u>
	Yht.	465.000 mk

Parkanon tutkimusasema

Tutkimuksissa keskitytään puiden kannalta ongelmallisten alueiden meteorologisiin ja ekologisiin mittauksiin. Tällaisia ongelma-alueita ovat mm. vedenjakaja-alueiden karut kankaat, joilla esiintyy erilaisia ravinnehäiriöitä ja tuhoja, mm. versosyöpää. Tulevissa tutkimuksissa tullaan selvittämään mm. pienilmastovaihteluiden merkitystä tuhojen esiintymisessä. Näille samoille ongelma-alueille tarvitaan myös pysyvää meteorologista mittauksia.

Tutkimusasemalla on tällä hetkellä yksi automaattinen Grant Squirrel 8 -lämpötilarekisteröijä. Sen käytöstä on saatu hyviä kokemuksia. Muu maastokäytössä oleva mittausvälineistö on suurelta osin vanhentunutta. Laitetarve on seuraava:

- Grant Squirrel 8-tiedonkeruuyksikkö lämpötilojen ym. mittausta varten	4 kpl	86.000 mk
- Koaksiaalinen elektronitakymetri, Nikon DTM-5	1 kpl	100.000 mk
- Erilaisia tuulimittareita	4 kpl	44.000 mk
- Sadepiirturi	2 kpl	16.000 mk
- Termohygrografi	4 kpl	14.000 mk
- Säähavaintokojuja, routaputkia ym.	-	<u>10.000 mk</u>
	Yht.	270.000 mk

Suonenjoen tutkimusasema

Tutkimusasemalla ei tulla lähivuosina tekemään laajaa meteorologista tai ekologista mittauksia. Tutkimus tulee kohdistumaan pieniin erityiskysymyksiin kuten hallavau-

rioiden selvittämiseen. Meteorologista perusmittausta tulee suorittaa myös Suonenjoen asemalta käsin valtakunnallisen vertailuaineiston saamiseksi.

Asemalla on tällä hetkellä vähän maastomittauksiin soveltuvaa meteorologista ja ekologista mittausvälineistöä. Laitetarve on seuraava:

- Grant Squirrel 8-tiedonkeruuyksikkö lämpötilojen ym. mittausta varten	2 kpl	50.000 mk
- Koaksiaalinen elektronitakymetri, Nikon DTM-5	1 kpl	100.000 mk
- Erilaisia tuulimittareita	3 kpl	26.000 mk
- Sadepiirturi	1 kpl	8.000 mk
- Termohygrografi	2 kpl	7.000 mk
- Säteilymittareita	-	10.000 mk
- Säähavaintokokuja ym.	-	<u>9.000 mk</u>
	Yht.	210.000 mk

#### Muut tutkimusasemat ja keskusyksikkö

Ekologiset ja meteorologiset maastomittaukset on keskitetty tutkimusasemille. Tästä johtuen keskusyksikön laitetarpeet ovat vähäiset. Joensuun tutkimusasema toimii kiinteässä yhteistyössä Joensuun yliopiston kanssa ja sillä on mahdollisuus käyttää esim. yliopiston ekologista mittausvälineistöä. Yliopistolla on mm. Mekrijärven biologisella asemalla pysyvä säähavaintoasema. Muilla tutkimusasemilla (KAN, KOL, PKH) ei ole tällä hetkellä metsänhoidon osaston tutkijoita.

Keskusyksikköön ja Joensuun tutkimusasemalle esitetään siten hankittavaksi vain seuraavat laitteet:

- Koaksiaalinen elektronitakymetri, Nikon DTM-5	2 kpl	200.000 mk
---	-------	------------

## 5. HENKILÖSTÖN LISÄYSTARVE

Laitehankintojen ohella nähdään tarpeelliseksi myös lisätä henkilöstöä. Kolmelle tutkimusasemalle (PAR, MUH, ROI) tulisi saada teknistä koulutusta ja ammattitaitoa omaava henkilö, joka vastaisi mittaustyön käytännön suorituksesta. Lisäksi tarvittaisiin tutkijatasoinen henkilö, ensisijaisesti metsämeteorologi, valvomaan tiedonsiirtoa ja tulostusta.

Tiedonsiirrosta ja tulostuksesta vastaavan henkilön olisi oltava ohjelmointitaitoinen. Hän voisi yhdestä paikasta METLAN sisäistä tiedonsiirtoa hyväksi käyttäen koota tulokset ilman viivettä suoraan kuviksi ja taulukoiksi. Samalla tämä henkilö voisi tarkastaa tulosten luotettavuuden ja sarjojen yhtäjaksoisuuden. Valmiit tiedot hän toimittaisi takaisin alueellisiin yksiköihin tai vastuututkijoille. Tällä järjestelyllä tutkijoilla ja maakunnallisilla toimipisteillä tulisi olemaan lähes reaaliaikainen tieto kasvukauden tai talven etenemisestä. Tämän henkilön tehtäviin kuuluisi myös vastata keskitetysti mitatun sää- ja ilmastotiedon säilyttämisestä sekä toimia yhdyshenkilönä Ilmatieteen laitoksen suuntaan.

Tikkanen, E., Kubin, E., ja Laiho, O.

## RAVINNEFYSIOLOGISET JA -EKOLOGISET TUTKIMUKSET

### 1. YLEISTÄ

Ravinnefysiologista ja -ekologista tutkimusta metsänhoidon tutkimusosastolla tehdään seuraaviin tutkimusaiheisiin liittyen: Taimien elinympäristö, Kasvuhäiriöt metsäpuiden taimilla, Ilman epäpuhtauksien vaikutus metsiin, Taimien kasvatus, Taimien talvehtiminen, Pohjois-Suomen kasvupaikojen kuvaus- ja luokitusjärjestelmä ja Metsänhoitotoimpiteiden ekologiset vaikutukset metsien muihin käyttömuotoihin. Tutkimuksissa selvitetään mm. taimitarhataimien ravinnedynamiikkaa ja lannoitteiden ja tuhkan vaikutusta taimien ravinnetilaan, tutkitaan ravinteiden merkitystä taimien kasvuhäiriössä ja kylmänkestävyydessä, tutkitaan ilman epäpuhtauksien vaikutusta puiden ravinnetalouteen ja metsäkasvien kemialliseen koostumukseen, tutkitaan muokkauksen vaikutusta maan ja metsämarjojen sekä muokkausalueelta valuvan veden ravinnepitoisuuteen jne.

Tässä yhteenvedossa luodaan katsaus ravinnefysiologiseen ja -ekologiseen tutkimukseen ja sen tulevaisuuteen sekä esitetään tutkimuksen tarpeet tilojen, laboratoriolaitteiden ja henkilöstön osalta metsänhoidon tutkimusosastolla Parkanon, Muhoksen ja Rovaniemen tutkimusasemilla. Muhoksella pääpaino on ravinne-ekologisessa, Parkanossa ja Rovaniemellä ravinnefysiologisessa tutkimuksessa. Suonenjoen ja keskusyksikön ravinnanalyysit teetetään keskuslaboratoriossa Tikkurilassa. Joensuun tutkimusasemalla ei metsänhoidon tutkimusosastolla ole käynnissä ravinnetutkimuksia.



## 2. ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

### Yleistä

Ravinnefysiologista ja -ekologista tutkimusta tehdään metsänhoidon tutkimusosastolla Rovaniemen tutkimusasemalla lähinnä seuraaviin tutkimusaiheisiin liittyen: Taimien elinympäristö, Kasvuhäiriöt metsäpuiden taimilla, Taimien fysiologinen kunto ja sen testaaminen, Taimien kasvatus, Taimien talvehtiminen, Pohjois-Suomen kasvupaikkojen kuvaus- ja luokitusjärjestelmä ja Metsänhoitotoimenpiteiden ekologiset vaikutukset metsien muihin käyttömuotoihin. Ravinnetutkimusta on tehty 1970-luvun puolivälistä alkaen ja se on osa asemalla tehtävää fysiologista ja ekofysiologista tutkimusta. Ravinteita on tutkittu neulasten ja lehtien lisäksi varvuista, marjoista ja juurista. Tutkimuksia on täydennetty maan kemian ja mikrobiologian sekä juurten anatomian ja mykorrhizojen tutkimisella. Uusia menetelmiä on sovellettu ja otettu käyttöön, joskin laboratoriolaitteiston puutteet ovat vaikeuttaneet työtä. Silti suurin osa analyyseistä on pystytty tekemään tutkimusase- man omissa laboratorioissa. Yhteistutkimuksia tekemällä on päästy käyttämään mm. Oulun yliopiston laitteistoja. Pysyviltä ILME-projektin koealoilta kerätyistä neulasista analysoidaan ravinteet keskuslaboratoriossa Tikkurilassa esikäsitteilyn jälkeen, joka tehdään Rovaniemen ja Parkanon tutkimusasemilla.

### Tulevaisuus

Nykyistä metsänhoidon tutkimusosastolla tehtävää ravinne- tutkimusta Rovaniemen tutkimusasemalla jatketaan ja sitä kehitetään mm. menetelmällisesti. Taimien kasvuhäiriötutkimuksessa apurahan turvin alkanutta juuri- ja mykorrhiza- tutkimusta laajennetaan. Ravinnetutkimuksen osuutta lisä-

tään fysiologisissa tutkimuksissa, mm. taimien talvehtimistä selvittelevissä tutkimuksissa. Metsien uudistamisessa käytetyn maanmuokkauksen ja ilmansaasteiden vaikutuksia kasvien ravinnetalouteen tutkitaan edelleen. Tehävien analyysien täydentämistä nykyistä kattavammalla raskasmetallien analysoinnilla pidetään tärkeänä. Tutkimusten yhteydessä pidetään jatkossakin hyviä yhteyksiä tutkijoihin, jotka työskentelevät muualla, mm. Oulun yliopiston biologisilla laitoksilla. Yhteyksiä ylläpidetään ja uusia solmitaan myös ulkomaisiin asiantuntijoihin.

#### Tilat

1970-luvun alkupuolella valmistuneen asemarakennuksen laboratoriotilat ovat puutteelliset ja ahtaat mm. ravinnefysiologisia ja -ekologisia tutkimuksia ajatellen. Ajoittain on ollut vaikeaa turvata työntekijöille riittävä työturvallisuus. Tiloista tutkimusten teolle aiheutuneet vaikeudet poistuvat 1990-luvun alussa tutkimusaseman laajenusosan valmistumisen jälkeen.

#### Laitteet

1970-luvun puolivälissä Rovaniemen tutkimusasemalle hankittiin ravinnetutkimuksissa tarvittavat perusvälineet. Tutkimussuunnitelmien teossa ja menetelmien valinnassa ovat etenkin 1980-luvulla olleet vaikeutena monien tutkimuksen edellyttämien laboratoriolaitteiden puuttuminen ja asemalla olevien laitteiden puutteet. Laitteiston saanti on ollut viime vuosina esitettyä hitaampaa ja suurin osa saadusta määrärahasta on joka vuosi kulunut vanhojen loppuun kuluneiden peruslaitteiden uusimiseen. Uusimalla nykyisiä laitteita ja hankkimalla uusia edistetään ravinnetutkimusta ja muuta siihen läheisesti kuuluvaa fysiolo-

gista ja ekofysiologista tutkimusta. Ravinnefysiologisissa ja -ekologisissa tutkimuksissa metsänhoidon tutkimusosastolla Rovaniemen tutkimusasemalla tarvitaan seuraavia laitteita:

- Typenpolttoyksikkö, Tecator DS20	22.000 mk
- Atomiabsorptiospektrofotometri, Perkin-Elmer, 2-sädelaitte grafiittiuunilla ja automaat- tisella näytteensyötöllä varustettuna	500.000 mk
- Muhveliuuni, Heraeus 180	35.000 mk
- Astianpesukone, Laser 360-E	80.000 mk
- Hiili-typpianalysointilaitte, Lego	140.000 mk
- Märkäpolttoyksikkö, Tecator	60.000 mk
- Lämpökaappi, Heraeus	32.000 mk
- Jauhinmylly, Retsch	24.000 mk
- pH-mittari, Beckman	15.000 mk
- Titraattori	<u>45.000 mk</u>

Yht. 953.000 mk

#### Henkilöstö

Metsänhoidon tutkimusosastolle Rovaniemen tutkimusasemalle esitetään yhden tutkijan (kasvifysiologi) ja yhden laborantin toimen perustamista ravinnefysiologisten ja -ekologisten sekä ekofysiologisten tutkimusten tarpeisiin. Tutkimusasemalle esitetyn laboratorioiden esimiehen tointa pidetään metsänhoidon tutkimusosastolla erittäin tarpeellisenä ja sen perustamista kiireellisenä kaikkien laboratorion palveluja käyttävien tutkimusten tulevaisuutta ajatellen.

### 3. MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

#### Yleistä

Muhoksella ravinnetutkimukset käynnistyivät kymmenisen

vuotta sitten kun Paltamon Kivesvaaraan perustettiin Taimien elinympäristö -tutkimuksen koekenttä. Kohteessa on tutkittu ravinteita mm. maaperästä ja valumavesistä. Muhoksella tehdään edellisen lisäksi huomattavan paljon ravinnetutkimusta taimien kasvatukseen ja kasvuhäiriötutkimukseen liittyvissä töissä. On käynyt selväksi, että ainakin paakkutaimien osalta lannoituksen ravinnetutkimusta tulisi lisätä ja kehittää. Niin ikään puun tuhkan sisältämien ravinteiden vaikutusten analysointi taimitarhavaiheessa on erityisen tärkeää.

Myös ILME-projektin työhön on osallistuttu. Menossa on valtakunnallinen laskeumaselvitys jäkälän analyysin avulla. Näytteet on esikäsitelty Muhoksen tutkimusasemalla ja analysoitu kokonaistyyppä lukuunottamatta keskuslaboratoriossa ICP-plasmalla.

#### Tulevaisuus

Kivesvaaran ravinnehuuhtoutumatutkimusta on laajennettu ja syvennetty ja uutta koetta yhdessä entisen kanssa on tarkoitus seurata pitkään myös jatkossa. Mittausta odottamassa on varastoituna useilta vuosilta oleva neulasmateriaali, joka aineisto on tarkoitus yhdistää koekentältä mitattuun muuhun tietoon. ILME-projektin jäkälänäytteiden esikäsitteilyä jatketaan Muhoksella. Monet tekijät puoltavat myös analyysien tekoa tutkimusasemalla, mikä ei kuitenkaan ole mahdollista ilman laboratoriolaitteiston täydennystä. Jäkälänäytteiden lisäksi kemiallisia määrityksiä tullaan tekemään kaarnasta ja sammalista.

#### Tilat

Tutkimusaseman laajennusosa valmistui vuonna 1979, jolloin

saatiin uudet laboratoriotilat. Ne ovat riittävän tilavat ja ajanmukaiset ravinnefysiologisia ja -ekologisia tutkimuksia ajatellen.

#### Laitteet

Ravinneanalytiikan jatkaminen Muhoksen tutkimusasemalla edellyttää vanhojen laitteiden uusimista ja uusien työtä helpottavien ja entistä tarkempien mittauslaitteiden hankkimista. Kasvuturpeen ja maa-analyysien kannalta on huomioitava, että näytteet on eräissä tapauksissa välttämättä analysoitava tuoreina. Tämä edellyttää sitä, että laitteistot ovat maakunnallisissa toimipisteissä eli tutkimusasemilla. Myös valumavesitutkimuksen määritykset onnistuvat parhaiten, kun analyysit tehdään heti maastosta tuoduista näytteistä ilman niiden pitkäaikaista seisottamista ja varastointia tai kuljetusta. Tämä on ollut vallitseva käytäntö sekä Kivesvaaran koekentän töissä että taimien kasvatukseen liittyvissä ravinnetutkimuksissa. Luonnollisesti totaaliravinteet voidaan analysoida myöhemmin, mutta liukoisten ainepitoisuuksien tutkimisessa tuoreiden näytteiden analyysi on ainoa menetelmä, jolla tilannetta voidaan kuvata parhaiten luonnossa vallitsevien olosuhteiden kannalta.

ICP-plasman hankinta on jossain määrin viivästyttänyt ILME-projektissa kerätyn jäkälämateriaalin käsittelyä, joskin tässä vaiheessa analyysit etenevät jokseenkin sujuvasti. Ajoittain tulosten saanti kestää kuitenkin liian pitkään ja toisaalta ICP-plasman herkkyys ei riitä kaikille aineille vaan tarvitaan vielä liekittömällä AAS:llä tehtävää työtä, mikäli haluttu analyysilaajuus toteutetaan. Tähänastisen kokemuksen perusteella arvioidaan, että näytteiden käsittely etenisi grafiitti-AAS:n ja AAS:n yhdistelmillä Muhoksella jopa nykyistä käytäntöä nopeammin.



Muhoksen tutkimusaseman laboratorion nykyinen vuotuinen kapasiteetti on noin 40 000 yksittäistä tulosta, josta suurin osa on suontutkimusta ja loput metsänhoidon tutkimusta. Jatkossakin laitteistojen käyttö tulee jakaantumaan eri osastojen kesken ilmenevien tarpeiden mukaan. Seuraavassa on luettelo asemalla tarvittavista laitteista:

- Perkin-Elmer AA-spektrofotometri varustettuna grafiittiuunilla ja automaattisella näytteen- syötöllä	400.000 mk
- Autoanalysointilaitteisto anionisille ravinteille (4 kanavaa)	370.000 mk
- Hiili-typpi analysointilaitteisto	140.000 mk
- Märkäpolttoyksikkö, Tecator	60.000 mk
- Pöytäseparaatilaitteisto	10.000 mk
- Piirturi laboratorioon	15.000 mk
- Siementen idätysallas	50.000 mk
- Mikrotomi	22.700 mk
- Tarkkuusannostelijoita	3.000 mk
- Eksikaattori (2 kpl)	2.000 mk
- Lämpökaappi	9.000 mk
- Vaaka	<u>8.000 mk</u>

Yht. 1 090.000 mk

#### Henkilöstö

Metsänhoidon tutkimusosastolle Muhokselle esitetään perustettavaksi kaksi laborantin tointa ja yksi laboratorioapulaisen toimi. Näillä toimilla korvattaisiin nyt tilapäisjärjestelyin ylläpidetty työvoima.

Edellisten lisäksi asemalle esitetään kemistin koulutusta edellyttävän laboratorion esimiehen toimen perustamista. Esimiehen tehtäviin kuuluvat mm. mittauksen luotettavuuden ja jatkuvuuden turvaaminen sekä menetelmien kehittäminen ja niiden käytön valvonta. Metsänhoidon tutkimusosasto pitää tointa erittäin tarpeellisena ja sen perustamista Muhoksen tutkimusasemalle kiireellisenä.

#### 4. PARKANON TUTKIMUSASEMA

##### Yleistä

Ravinnefysiologiaa ja -ekologiaa on Parkanossa tutkittu intensiivisesti kymmenisen vuotta. Valtakunnallisesti tärkeän taimien kasvuhäiriötutkimuksen keskuspaikkana on Parkano ja työ on keskeisessä raportointivaiheessa. Kasvuhäiriötutkimuksissa keskeisellä sijalla ovat olleet sekä taimitarhalla kasvatettujen taimien kasvun ja ravinteiden käytön että taimitarhamaiden fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien tutkiminen. ILME-projektissa ravinne-ekologiset ja -fysiologiset tutkimukset painottuvat Parkanon tutkimusaseman osalta neulasanalyttisten menetelmien testamiseen ja kehittämiseen sekä ILME-projektin pysyviltä koealoilta kerättyjen neulasnäytteiden esikäsittelyyn. Lisäksi tutkimusasemalla on tehty erillisselvityksiä mm. raskasmetallien myrkkyyvaikutuksista männyn siementen itävyyteen ja männyntaimien alkukehitykseen saastuneella maalla.

Ravinnekysymykset liittyvät kiinteästi puiden juuristoon. Juuristo puolestaan ei metsämaassamme toimi sellaisenaan, vaan kiinteässä yhteistyössä mykoritsasienien kanssa. Lähes kaikki lyhytjuuret ovatkin sienijuuriksi eli mykoritsoiksi muodostuneita. Pisimmälle kehittyneenä mykoritsailmiö tarkoittaa sitä, että oleellisesti kaikki juurten nuorimmat aktiiviset korkkiutumattomat osat ovat sienivai-pan peittämät ja siten vailla suoranaista maakontaktia. Kontakti tapahtuu sienirihmojen välityksellä ja sitä kautta se muodostuu myös poikkeuksellisen laajaksi. Onhan niin, että sienirihmojen läpimitta on vain sadasosa siitä mitä ohuimpienkin havupuun juurien. Ravinteidenotto tapahtuu sienirihmojen välityksellä, mutta fysiologian perusla-

keja toki noudattaen. Eroja itse juurten ja juurikarvojen toimesta tapahtuvaan ravinteidenottoon silti jää, sillä eri sienilajien fysiologiset ja biokemialliset ominaisuudet ovat toisistaan ja myös juurten vastaavista ominaisuuksista poikkeavat. Näistä syistä ravinne-ekologia ja -fysiologia ovat kiinteästi sidoksissa mykoritsasieniin.

Huolimatta jo runsaat 100 vuotta kestäneestä verrattain aktiivisesta tutkimuksesta varsinaiset mykoritsailmiön käytännön sovellutukset ovat suhteellisen pieniä. Metsämaassa juuria infektoivien sienien tunnistaminen, eristäminen, ympäpäminen ja testaaminen on osoittautunut odotettua vaikeammaksi. Vasta viime aikoina parantuneen eristys- ja ympäpästekniikan johdosta on saavutettu selvää edistymistä, myös käytännön sovellutuksiin on jossain määrin päästy. Tästä syystä mykoritsatutkimus on tällä hetkellä voimakkaasti laajenemassa.

Toisena syynä lisääntymistendenssiin on, että ilman saasteet happamoittavat metsämaata ja muuttavat luontaisen sieniflooran lajikoostumusta ja keskinäisiä painosuhteita. Lisäksi raskasmetallit myrkyttävät maata ja uhkaavat puiden terveydentilaa. On ilmeistä, että mykoritsasienten rihmasto ja etenkin vaippa voivat suojata puiden juuria erilaisilta myrkyiltä. Mykoritsasienten suuresta joukosta on mahdollista löytää vaikeitakin olosuhteita sietäviä lajeja niin kuin jossain määrin jo eri tutkimuksissa on todettu. Myös omalla välittömällä toiminnallaan, kuten mm. lannoituksella, ihminen muuttaa mykoritsasienten toimintaympäristöä ja samalla puiden ravinteiden ottoa.

#### Tulevaisuus

Parkanossa on useiden vuosien ajan ollut käynnissä lannoitettujen metsien mykoritsasuhteita selvittävä tutkimus.

Tämä tutkimus jatkuu edelleen, mutta samalla laajenee yleisempään juurianalytiikkaan, mm. taimien juuristokehitykseen mättäillä. Äskettäin mykoritsatutkimus on Parkanossa kuitenkin stipendivaroin laajentunut. Kyseisessä työssä ovat aiheena eräiden keskeisten mykoritsasienien muodostamien sienijuurien typenottoon liittyvät kysymykset. Tulevaisuudessa keskeisimpiä kysymyksiä tulevatkin olemaan juuri mykoritsojen ja puiden ravinnetalouden välinen interaktio sekä ravinnefysiologian ja puiden kylmänkestävyyden sekä tauti- ja hyönteisresistenssin välinen vuorosuhde. Taimien kasvuhäiriötutkimusten ollessa raportointivaiheessa voidaankin tutkimusasemalla puiden ravinne-ekologiaan ja -fysiologiaan perehtyneiden tutkijoiden työpanosta ohjata juuri mykoritsojen ja ravinnefysiologian välisen interaktion tutkimiseen. Samoin ILME-projektin tutkimukset tulevat jatkossa sisältämään yhä enenevässä määrin myös puhtaasti ravinnefysiologisia tutkimuksia.

#### Tilat

Laboratoriotilat ovat puutteelliset mm. ravinnefysiologisen ja -ekologisen tutkimuksen tarpeita ajatellen. Tilojen ahtaus ja epäkäytännöllisyys ovat pahimmat puutteet. Puutteet kuitenkin korjaantuvat aseman laajennuksen myötä.

#### Laitteet

Parkanon tutkimusasemalla on ravinnetutkimuksissa tarvittavat laboratorion peruslaitteet, joiden uusiminen ja täydentäminen on ajoittain tarpeen. Tulevaisuudessa syvemmälle pureutuvassa ravinnefysiologisessa tutkimuksessa tarvitaan kuitenkin uutta laitteistoa. Myös mykoritsatutkimus, mm. mykoritsallisten taimien kasvattaminen, edellyttää sangen vaativiakin laitteita. Keskuslaboratorion ja eri

yliopistojen vastaavaa kalustoa voidaan käyttää tutkimusten kärsimättä vain rajoitetusti ja tilapäisesti. Ravinnefysiologisessa ja -ekologisessa tutkimuksessa sekä juuri- ja mykoritsatutkimuksessa Parkanon tutkimusasemalla tarvitaan seuraavia laitteita:

- Vanhan kasvatuskaapin korjaus ja automatisointi	40.000 mk
- Kasvatusaltaat ja -valot kasvihuoneeseen	60.000 mk
- Fermentori	100.000 mk
- Kylmäsentrifugi, Sorwall RC 5 C	80.000 mk
- ATP-analysaattori	30.000 mk
- Densitometri LK 13 2222 Ultrascanlaser	110.000 mk
- Vaaka, Mettler PM 4000	15.000 mk
- Spektrofotometri, Philips 86-20UV	60.000 mk
- Tasoravisteliija, Tyyppi TR 125	18.000 mk
- Märkäpolttoyksikkö, Tecator	30.000 mk
- Lämpökaappi, Memmert UL 80	16.000 mk
- Lego hiilityypianalysaattori	140.000 mk
- Acax röntgenfluoresenssiin perustuva alkuaine-analysaattori	350.000 mk
- Muhveliuuni, Heraeus MR 260 E	20.000 mk
- Laimennin, Gavro	<u>35.000 mk</u>

Yht. 1 104.000 mk

#### Henkilöstö

Syvällisemmän mykoritsa- ja ravinnefysiologisen tutkimuksen toteuttaminen Parkanon tutkimusasemalla edellyttää ensinnäkin mykoritsatutkijan (kasvifysiologin) toimen perustamista. Nykyisin ulkopuolisena tutkijana toimiva mykoritsatutkija saa palkkauksensa stipendivaroista. Lisäksi asemalle tulisi perustaa laborantin ja laboratorioapulaisen toimi. Näillä korvattaisiin nykyisin tilapäisjärjestelyin ylläpidetty työvoima. Asemalle tulisi perustaa myös kemistin koulutusta edellyttävä laboratorion esimiehen toimi, jonka tehtävinä olisivat analyysimenetelmien kehittäminen, analyysien valvonta ja laitteistojen huol-

lostä vastaaminen. Lisäksi mykoritsatutkimusten eteenpäinviemistä edesauttaisi paljon, mikäli asemalla olisi puutarhurin koulutusta vastaava tutkimusmestari. Hänen tehtävinään olisi ennen kaikkea kasvatuksista huolehtiminen.

Smolander, H., Savonen, E-M., Sutinen, S., ja Tikkanen, E.

## EKOFYSIOLOGISET TUTKIMUKSET

### 1. TAUSTAA

Kehittyneitä mittalaitteistoja tarvitseva ekofysiologinen tutkimus metsänhoidon tutkimusosastolla jakaantuu paitsi moneen ongelmakokonaisuuteen myös alueellisesti moneen yksikköön. Keskusyksikössä painopiste on ilmansaasteiden vaikutusten tutkimisessa. Parkanossa on aloitettu siemenfysiologian tutkiminen. Suonenjoella on keskitytty taimitutkimusten yhteydessä fotosynteesi- ja kylmänkestävyystutkimuksiin. Rovaniemellä panostetaan puiden kylmänkestävyyteen ja muuhun stressifysiologiaan sekä soluanalytiikkaan

### 2. NEULASTEN HIENORAKENTEEN TUTKIMINEN (KESKUSYKSIKKÖ)

Havupuiden neulasrakennetta käsittelevissä tutkimuksissa on todettu, että vauriot solutasolla näkyvät huomattavasti ennen silminhavaittavien vaurioiden ilmestymistä. Lisäksi on osoitettu, että eri häirttekijät aiheuttavat erilaisia, ilmeisen spesifisiä solumuutoksia.

Hienorakennetutkimuksissa metsänhoidon tutkimusosasto on ollut yhteistyössä Göteborgin yliopiston kanssa. Tutkittavina saastukkeina ovat tähän asti olleet otsoni ja typpi. Jatkossa tutkitaan mm. otsonin, typen oksidien ja rikki-diksidin vaikutuksia sekä yksittäin että erilaisina kombinaatioina. Nämä tutkimukset on suunniteltu tehtäväksi kolmikantayhteistyönä: Göteborgin yliopiston, IVL:n (Insti-



tut för vatten och luftvårdsforskning, Göteborg) sekä MET-LAn kesken.

Metsänhoidon tutkimusosastolta puuttuvat sekä näytteiden valmistuksessa tarvittava ultramikrotomi että lasiveitsien leikkuulaite. Lisäksi puuttuu näytteiden esikatseluun so- piva riittävän tasokas valomikroskooppi. Metsäntutkimus- laitoksessa ei ole myöskään tarvittavaa transmissioelekt- ronimikroskooppia.

Viherhiukkasiin yltävän neulasten solutason rakennetutki- muksen käynnistäminen edellyttää, että korkeatasoinen va- lomikroskooppi on aina käytettävissä. Samoin on käyttö- paikalla oltava näytteiden leikkuuvälineistö. Sensijaan elektronimikroskooppinen tarkastelu voidaan suorittaa lai- nalaitteilla tiiviinä tutkimusperiodina. Lisälaitteita tarvitaan seuraavasti:

- Ultramikrotomi, LKB III	175.000 mk
- Lasiveitsien leikkuulaite	25.000 mk
- Zeiss-valomikroskooppi	<u>150.000 mk</u>
Yht.	350.000 mk

### 3. SIEMENFYSIOLOGIA (PARKANO)

Tietoja käytettävän siemenen laadusta tarvitaan monessa metsänhoidon tutkimusosastolla käynnissä olevassa tai al- kavassa tutkimuksessa. Mm. metsäpuiden siemensadon määrää selvitetessä olisi tärkeää tietää myös siemenen tuleen- tumisaste ja mahdolliset hyönteisten siemensadolle aiheut- tamat vahingot. Myös luontaista uudistamista tutkittaessa pitäisi selvittää siemenen laatu. Mitä ilmastollisesti epäedullisemmissä olosuhteissa luontaisen uudistamisen koekentät sijaitsevat sitä tärkeämpää on tietää, ovatko koelaloille varisevat siemenet itämiskykyisiä.

Siemenen laadun selvittämisen lähtökohtana on siemenen itävyyden määrittäminen. Metsänhoidon tutkimusosastolla on tällä hetkellä käytössään kaksi yli 30 vuotta vanhaa Jacobsenin idätyslaitetta, joiden termostointi ei täytä nykyisiä tieteellisiä vaatimuksia. Tämän vuoksi Parkanon tutkimusasemalle tulisi hankkia uudet lämpöolojen rekisteröinnillä varustetut idätyslaitteet.

Myös röntgenkuvauslaite on välttämätön siementutkimuksissa anatomisen potentiaalin selvittämiseksi. Kuvauksia on hoidettu Kolarin tutkimusaseman laitteistolla. Monet sovellutukset, mm. kulleiden siementen erottaminen määrättyssä kosteudessa olevia siemeniä kuvaamalla, vaativat kuitenkin kuvauksen välittömästi siementen käsittelyn jälkeen. Laitteiston hankkiminen Parkanon tutkimusasemalle on edellytys siemenfysiologian etenemiselle. Työhön tarvitaan seuraava lisävarustus:

- Jacobsenin idätyslaitteita	2 kpl	100.000 mk
- Lämpötilapiirturi	Grant Squirrel	10.000 mk
- Röntgenkuvauslaite		<u>100.000 mk</u>
	Yht.	210.000 mk

#### 4. TAIMIFYSIOLOGIA (SUONENJOKI)

Taimifysiologiaa tutkitaan kahdessa hankkeessa i) taimien fysiologinen kunto ja sen mittaaminen sekä ii) taimien kasvatusta. Lisäksi Suomen Akatemian rahoituksella tutkitaan taimien pakkaskestävyyttä.

Taimien fysiologinen kunto ja sen mittaaminen nimikkeen alla on tehty enemmänkin taimien fotosynteesitutkimusta, kuin tavoitteellista fysiologisen kunnan mittausmenetelmän kehittämistä. Samoin "taimien kasvatusta" hankkeessa on perustutkimuksellinen ote voimistunut testaustoiminnan kustannuksella. Lähimpinä vuosina tutkitaan mm. i) yksivuor-

tiaiden taimien syysvärin ekologista merkitystä, ii) taimen kunnan ja istutusmaan lämpötilan yhteisvaikutusta viljelytulokseen sekä iii) taimen ravinnetilan vaikutusta fotosynteesiin.

Tutkimusasemalla aloitettu automaattisen fotosynteesin mittausjärjestelmän kehittäminen on edennyt laiterahojen niukkuuden takia hitaasti. Tutkimuksia on voitu tehdä lainaamalla laitteita Joensuun ja Kuopion yliopistoista. Tämä ei ole kuitenkaan kestävä ratkaisu, sillä yliopistojen omat tarpeet sivuuttavat luonnollisesti lainaajien tarpeet. Fotosynteesin mittausjärjestelmän kehittäminen (laboratorio- ja maastomittauksiin), sekä siihen liittyen ympäristötekijöiden seurantajärjestelmän hankkiminen Suonenjoen tutkimusasemalle vaatii huomattavia laiteinvestointeja.

Taimen kunnan ja istutusmaan lämpötilan yhteisvaikutuksen tutkiminen edellyttää em. laitteistojen lisäksi termostoituja taimien kasvatusaltaita.

Suonenjoen tutkimusasemalla tehtävää taimifysiologian tutkimusta haittaa myös laboratorioiden heikko varustelutaso. Tämän vuoksi laboratorioiden peruslaitteiden saaminen siedettävälle tasolle on kirjattu tähän yhteyteen, vaikka näitä tultaisiin käyttämään monissa muissakin tutkimuksissa. Tarpeet ovat seuraavat:

#### Fotosynteesin mittausjärjestelmän kehittäminen

- Valaistusyksikkö, Ludvig Pani	60.000 mk
- LiCor-säteilymittari	10.000 mk
- Lauda-termostaatti	25.000 mk
- Lehti-alamittari, DeltaT	50.000 mk
- Kvanttisaaliin mittausjärjestelmä	160.000 mk
- CO <sub>2</sub> -porometri varusteineen	<u>150.000 mk</u>

Yht. 455.000 mk

## Termostoidut taimien kasvatusaltaat

- Termostointilaitteisto, Lauda	57.500 mk
- RGC-altaita 4 kpl	24.000 mk
- Boot Elektra valaisimia 16 kpl	<u>40.000 mk</u>
Yht.	121.500 mk

## Laboratorioiden varustaminen siedettävälle tasolle

- Spektrofotometri	90.000 mk
- Elektroforeesilaitteisto	12.000 mk
- Digitaalivaakoja 2 kpl	18.000 mk
- pH-mittari	10.000 mk
- Johtolukumittari	10.000 mk
- Pyöröhaihdutin	10.000 mk
- Ravistelija	5.000 mk
- Osmometri	50.000 mk
- Laboratoriotiskikone	35.000 mk
- Laboratoriovesihaude	<u>6.000 mk</u>
Yht.	246.000 mk

## Tiedonkeruujärjestelmä ympäristötekijöiden seurantaan.

- Kontron-mikrotietokone	55.000 mk
- Data Taker -dataloggeri	<u>16.000 mk</u>
Yht.	71.000 mk

## 4. KYLMÄNKESTÄVYYS JA MUU STRESSIFYSIOLOGIA

Rovaniemen tutkimusasema

Rovaniemen tutkimusasemalla fysiologista tutkimusvalmiutta tarvitaan monissa hankkeissa Pohjois-Suomen erityisongelmien takia. Tällaisia projekteja ovat: Taimien fysiologinen kunto ja sen mittaaminen, Taimien talvehtiminen, Taimien elinympäristö, Kasvuhäiriöt metsäpuiden taimilla ja Ilman epäpuhtauksien vaikutus metsiin. Tutkimussuunnitelmien teossa ja menetelmien valinnassa ovat kuitenkin vaikeutena olleet monien tutkimuksen edellyttämien laborato-

riolaitteiden puuttuminen ja asemalla olevien laitteiden puutteet. Tarvittava laitteisto on seuraava:

- Kylmäkuivain, Heto	45.000 mk
- Homogenisaattori ICA (Janke & Kunkel), Ultraturrax 18/10	6.000 mk
- Ohjelmoitava kylmäseentrifugi, Sorvall RC-5C + roottori SS-34	130.000 mk
- Syväjäähäarkku, Heto	40.000 mk
- Kylmälaite MCW Lauda RUK 60 SWD, ohjelmointilaite PM 350	110.000 mk
- Korkeapaine nestekromatografia- laitteisto (HPLC), Waters	180.000 mk
- Infrapunakaasuanalyysaattori	150.000 mk
- Painepommi	15.000 mk
- Stereomikroskooppi, Nikon OMZ-10	40.000 mk
- Ultramikrotomi, KKB-Nova	220.000 mk
- Valomikroskooppi, Dialux-22, Leitz (FSA/UK)	<u>40.000 mk</u>
Yht.	976.000 mk

L. Kempainen

## MITTAUSJÄRJESTELMÄT JA TIEDONSIIRTO

### 1. YLEISTÄ

Mittalaitteiden ja järjestelmien kehitys on pääasiassa tapahtunut tiedonkeruussa ja -siirrossa. Uusilla mittauslaitteilla on useita etuja verrattuna vanhoihin laitteisiin. Tiedonsiirto on nopeaa ja eri mittaustulosten samanaikainen rekisteröinti eri paikoissa on mahdollista ympäri vuorokauden. Aineistoista jäävät pois koodaajien ja tallentajien tekemät inhimilliset virheet.

Myöskään hankalat sääolot eivät haittaa mittauksia, koska tietoja ei tarvitse enää kerätä paperilomakkeille. Laitteistojen tallennuskapasiteetti on niin suuri, että mitausten väli voidaan valita mittaustarpeen mukaan, eikä enää tarvitse ottaa huomioon koodaus- ja tallennustyön hitautta suurissakaan aineistoissa. Ainoana haittapuolena uusissa laitteistoissa on niiden suhteellisen korkea hinta. Korkeaa hintaa kompensoi kuitenkin voimakkaasti se, että laitteistot voivat toimia maastossa useita viikkoja-kin ilman jatkuvaa seurantaa, jolloin palkka- ja matkakustannuksissa syntyy säästöjä.

### 2. PYSYVÄT SÄÄASEMAT

Valittavana on kaksi laitteistoa. Vaihtoehtoina ovat norjalaista valmistetta oleva Aanderaa 2700 ja suomalainen Milos-200. Milos-asemia on Suomessa ollut käytössä mm. Ilmatieteen laitoksella noin kolmen vuoden aikana parikymmentä kappaletta ja käyttökokemukset ovat olleet hyviä. Muutaman pienen häiriön on arveltu johtuneen ukko-

sesta. Aanderaa-asema on ollut käytössä Joensuun yliopiston Mekrijärven tutkimusasemalla noin kaksi vuotta. Myös Aanderaa-aseman käyttökokemukset ovat olleet hyviä.

Molemmat asemat voivat toimia sekä verkkovirran että paristojen avulla. Mittauskanavia Milos-asemassa on 29 kappaletta ja Aanderaa-asemassa 12 kappaletta. Milos sääasemaan voidaan liittää myös maaperän kosteutta mittaavia antureita, mutta näiden toiminta on ollut epävarmaa. Aanderaa-asemassa ei ole maaperän kosteutta mittaavia antureita. Molempiin laitteisiin voidaan liittää myös muiden valmistajien rakentamia antureita käyttämällä sopivia mitaussignaalin muuntimia. Varaosat ja huoltopalvelu Milos-asemaan ovat saatavissa Suomesta ja Aanderaa-asemaan Norjasta.

Mittaustulokset Milos-asemalta voidaan siirtää tietokoneeseen usealla eri tavalla, mutta tämän hetken mittaustarpeet huomioon ottaen mahdollisuuksia olisi kolme. Asema voi kerätä tiedot kasetille tai irroitettavaan muistiyksikköön, jotka voidaan kuljettaa tutkimusasemalle ja purkaa siellä lukulaitteen avulla tietokoneeseen. Kolmas mahdollisuus on siirtää tiedot sääasemalta autoradiopuhelimen välityksellä tietokoneelle. Aanderaa-asemassa tiedonsiirrossa on käytettävissä ainoastaan yksi tapa, jossa tiedot kerätään irroitettavaan muistiyksikköön, jolta tiedot voidaan purkaa muistilukulaitteen avulla tietokoneeseen. Mikäli tulostus järjestetään keskitetysti, tarvitaan vain yksi muistinlukulaite.

Tiedonsiirrossa kasettiyksiköistä ollaan luopumassa, koska kasetit voivat vaurioitua mekaanisesti, luku- ja kirjoituspäät likaantuvat ja liikkuvat osat tuovat toimintaan epävarmuutta. Muistiyksiköt ovat korvaamassa kasetit tiedon tallennuksessa ja siirrossa. Muistiyksiköt ovat muovikotelolla suojattuja, niissä ei ole liikkuvia osia ja ne



voidaan vaihtaa mittauksen ollessa käynnissä.

Milos-aseman muistiyksikön tallennuskapasiteetti on valittavissa 64 ja 512 kilotavun väliltä. Aanderaa-aseman muistiyksikön kapasiteetti on kiinteä ja kooltaan noin 64 kilotavua. Mikäli mittaavia antureita on kymmenen ja säähavainnot otetaan tunnin välein, riittää 64 kilotavun muisti vajaan kuukauden rekisteröintiin. Muistiyksikön tiedot eivät tuhoudu käyttöjännitteen katketessa. Milos-aseman muistiyksikön mikroprosessori tarkastaa itsenäisesti ennen kirjoittamista onko muistissa aiemmin mitattuja tuloksia ja huolehtii siitä, että päällekkäin kirjoitusta ei tapahdu. Lisäksi muistiyksikkö tarkastaa sen, että muistiin ei ole jäänyt osittain tuhottua aiempaa mitausaineistoa. Kaikki uusi muistiin siirrettävä data varmennetaan tallennuksen yhteydessä. Myös Aanderaa-aseman mikroprosessori suorittaa vastaavan uuden datan varmennuksen. Tällä hetkellä näyttää siltä, että tiedonsiirto-ohjelmat, jotka siirtävät tiedon muistiyksiköistä METLAN keskustietokoneelle (VAX), on tehtävä itse riippumatta siitä kumpi mittausjärjestelmä valitaan.

Seuraavana on esitetty Milos-aseman ja Aanderaa-aseman hintavertailu.

Mitta-anturit ja varusteet	Sääasema	
	Milos-200	Aanderaa 2700
- Perusyksikkö ja masto	42.140 mk	27.800 mk
- Lämpötila-anturi 7 kpl	6.650 mk	4.620 mk
- Kosteusanturi (ilma)	1.580 mk	2.650 mk
- Sademääräanturi	2.830 mk	2.950 mk
- Tuulensuunta- ja nopeusanturi	5.850 mk	4.950 mk
- Säteilyanturi	6.900 mk	2.620 mk
- Säteilysuoja	2.820 mk	310 mk
- Puolijohdemuisti 2 kpl	9.760 mk	8.100 mk
- Puolijohdemuistinlukija	<u>8.330 mk</u>	<u>2.000 mk</u>
	Yht. 86.860 mk	56.000 mk

- Ilman puolijohdemuistin lukijaa	78.530 mk	54.000 mk
-----------------------------------	-----------	-----------

Edellä mainitut hintatiedot eivät sisällä haihtumista mittaavaa anturia, koska Aanderaa ei myy kyseistä anturia ja Vaisalankaan nyt käytössä olleesta hinnastosta ei löydy tämän hintatietoja. Sama tilanne koskee myös maaperän kosteutta mittaavaa anturia. Aanderaan ilmoittamat hinnat ovat hintoja Norjassa Suomen markkoiksi muutettuna.

### 3. GRANT SQUIRREL

Pysyvien säähavaintoasemien lisäksi tarvitaan erillisiä mittaussyksiköitä. Tällaisiksi sopii verraten kevytrakenteinen Grant Squirrel -laitteisto, jolla voidaan mitata lämpötilan ohella myös muita tunnuksia (esim. ilman suhteellinen kosteus, veden pH-luku jne.). Siinä tiedot tallentuvat muistiyksikköön, josta ne voidaan maastossa siirtää kannettavan Epson HX-20-mikrotietokoneen kasetille. Epson-mikrotietokoneella tietoja voidaan alustavasti käsitellä ja tulostaa sekä siirtää METLAN keskustietokoneelle tarkempaa käsittelyä ja lopullista tulostusta varten. Epson-mikrotietokoneen tulostama grafiikka ei ole erityisen korkealuokkaista. Lisäksi kasettiyksiköllä on samat heikkoudet kuin edellämainitulla Milos-200- aseman kasettiyksiköllä.

Tiedot voidaan siirtää myös kuljettamalla Squirrel maastosta lähimmän tietokoneen luokse jättäen anturit entisille paikoilleen. Tietojen siirto kestää muutaman minuutin joten tiedonsiirto ehditään usein suorittaa esimerkiksi tunnin välein tapahtuvien mittausten välisenä aikana. Voidaan myös hankkia useampia Grant Squirrel laitteita ja vaihtaan täyden Squirrelin paikalle tyhjä anturien pysyessä paikoillaan. Tämän jälkeen täysi kuljetetaan asemalle

purettavaksi. Näin vältetään kasettien käytöltä ja Squirrelin muistia ei tarvitse tyhjentää maastossa, jolloin mahdollisista purkamisajan vaikeista sääoloista ei ole haittaa. Tiedonsiirto-ohjelma, joka siirtää tiedot joko Epsonin kasetilta tai Squirrelin muistista VAX:lle on tehtävä itse.

Toimivan Grant Squirrel -yksikön hintatiedot ovat seuraavat:

- Grant Squirrel + perusanturit	14.000 mk
- Epson HX-20 ohjelmiseen	<u>9.500 mk</u>
	Yht. 23.500 mk
- Lisämuistit:	
16 000 lukemaa	1.800 mk
32 000 lukemaa	4.200 mk

Lämpötilamittauksia varten on saatavissa Grant Squirrel, jossa on 16 kanavaa. Normaalisti Squirrelissä on neljä kanavaa. Ko. laitteen perushinta on samaa luokkaa kuin tavallisen Squirrelin, mutta sillä voi mitata ainoastaan lämpötiloja. Lisäanturit nostavat luonnollisesti laitteen kokonaishintaa edellä esitetystä. Jos tiedonsiirto hoidetaan erillisellä Squirrel-yksiköllä, tämä lisää kustannuksia perusyksikön hinnan verran eli noin 10.000 mk.

#### 4. LABORATORIOLAITTEET

Laboratoriomittausten yhteydessä tiedonsiirtoa ei tarvitse erikseen järjestää, sillä laitteet tulostavat mitatun tiedon suoraan paperille numeerisena eikä sitä tarvitse kerätä erillisiin muistiyksiköihin. Kehittämistarve laboratorioissa on laboratorioon soveltuvien mikrotietokoneiden hyväksikäytössä tai laboratoriomittausten tulosten siirrossa suoraan keskustietokoneelle.

## SUMMARY

In the Department of Silviculture the measuring of ecological site factors became more effective in the 1970's when experimental areas were founded in different parts of Finland for researching the environments of seedling. In these researches we have concentrated mainly on following the changes in the temperature, water and nutrient conditions of the soil. Later the ecological researches of the Department have expanded considerably and include, in addition to the former measuring, also several researches connected with the analyses of nutrients and of ecophysiology.

The researches have given us a lot of new information but at the same time has emerged the need to widen and deepen the research. When solving problems it is often not enough to measure individual site factors but the conditions on the regeneration areas and other research areas must be examined as a whole. At the same time must be examined as extensively as possible the factors that contribute to the climate, the soil, the tree stand itself and the rest of the ecosystem. The newest measuring devices have been developed so far the possibilities for a this kind of over-all research have considerably improved the time when the researches were started.

We have arrived in the ecological and ecophysiological researches at a situation where the present measuring devices in the research stations do not correspond to the needs in all their parts. For that reason the research-workers of the Section of Silviculture who are involved in these researches had a meeting on the initiative of professor Erkki Lähde in the research station of Muhos where the need of equipment of the years to come was discussed. In the meeting were founded three working groups whose task it was to examine the acquisition of the equipment for the following research areas 1) Meteorological and general ecological

researches, 2) Nutrient physiological and nutrient ecological researches and 3) Ecophysiological researches. This paper includes the suggestions of these working groups of the acquisition of the equipment for the nearest future and of the central areas of research.

For meteorological and general ecological researches is suggested among other things that stable meteorological observation stations were founded. More information is needed from different regeneration areas and from areas which are problematic as to the growth of the trees, among other things about their microclimates. Research must be increased especially in northern Finland on high areas and elsewhere Finland in problematic areas.

In nutrient physiological and nutrient ecological researches the emphasis will lie on chemically analysing different samples and in developing the analysing methods. Nutrient analyses will be done among other things in researches that examine the effects of air pollution and in researches that deal with growing seedling and with the disturbances in growth. The solving of the interactions between the mycorrhizas and the nutrient economy of the trees also belongs to the important researches of the near future.

Some of the central ecophysiological research projects will be those which deal, connected with the research into the effects of air pollution, with the micro structure of needles, with the germinability of seeds and their quality and with the physiology of seedlings. In the latter will be examined among other things the physiological conditions of seedling and many factors that have to do with growing them.

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja-sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 1. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1971.
- N:o 2. Tutkimuspäivän alustukset. 1972.
- N:o 3. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1972.
- N:o 4. Kalevi Karsisto. Esituloksia suometsien fosforilannoittelajikokeista. 1973.
- N:o 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- N:o 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säkeistä. 1973.
- N:o 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1975.
- N:o 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- N:o 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- N:o 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- N:o 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen metsänparannusalueilla. 1974.
- N:o 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. 1974.
- N:o 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. 1974.
- N:o 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- N:o 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- N:o 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaarella 1977.
- N:o 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.
- N:o 18. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1980.
- N:o 19. Mikko Moilanen ja Matti Oikarinen. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla 1980.
- N:o 20. Tuhka metsälannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku Tervonen. 1980.
- N:o 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatusta pohjanmaalla ja Kainuussa. 1981.
- N:o 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.
- N:o 24. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1981.
- N:o 29. Mikko Moilanen ja Kalevi Karsisto. Lannoitteen levitystasaisuuden vaikutuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. 1981.
- N:o 70. Metsäntutkimuspäivä Oulaisissa 1982.



- N:o 101. Jarmo Poikolainen ja Eero Kubin. Tuloksia kapealatvaisen kuusen juurruttamisesta. 1983.
- N:o 119. Metsäntutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa 1983.
- N:o 133. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. 1984.
- N:o 158. Metsäntutkimuspäivä Oulussa 1984.
- N:o 198. Eero Kubin ja Hannu Raitio. Puustovauriot keväällä 1985 Suomessa. Metsäammattimiehille osoitetun kyselyn tulokset.
- N:o 199. Mikko Moilanen. Runkokäyrämallien tarkkuus lannoitetussa rämemännikössä. 1985.
- N:o 204. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Lannoitusvaikutuksen riippuvuus levi-tysajankohdasta nuorissa rämemänniköissä. 1985.
- N:o 206. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1985. Kannuksen ja Muhoksen tutkimus-  
asemien yhteinen julkaisu.
- N:o 222. Matti Oikarinen ja Yrjö Norokorpi. Vuosina 1956—65 viljeltyjen männyntaimi-  
koiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. 1986.
- N:o 255. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1986.
- N:o 281. Mikko Moilanen, Ari Ferm ja Jorma Issakainen. Kasvihuonekokeita erilaisten  
jäteaineiden vaikutuksesta hieskoivun alkukehitykseen turvealustalla. 1987.
- N:o 290. Pentti Niemistö. KTP-84 tiedonkeruupäätte metsässä kerättävän tiedon tallen-  
nusvälineenä. 1988.
- N:o 295. Metsäntutkimuspäivä Kärsämäellä 1987. 1988.