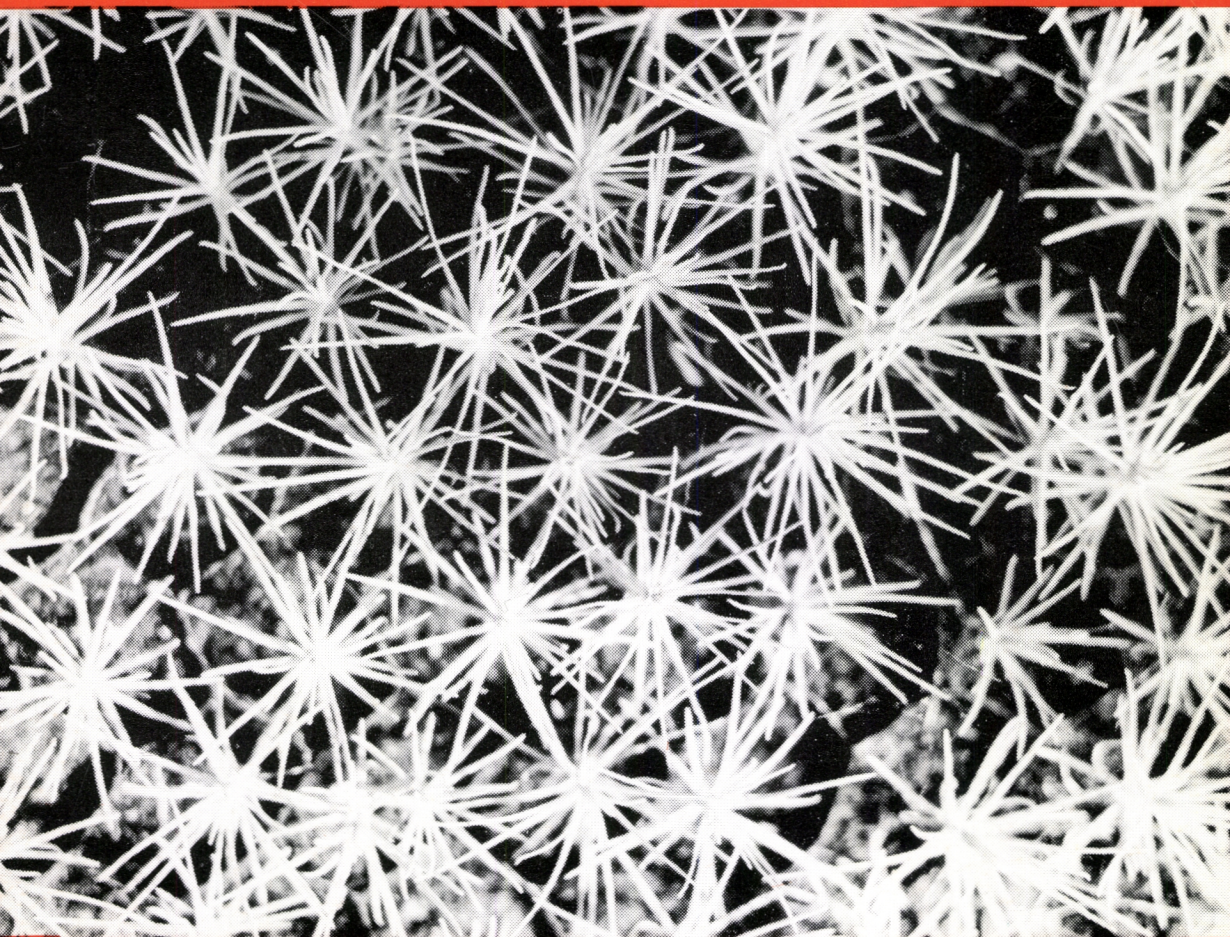


**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

71

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



**ALUSTAVIA PÄÄTELMÄÄ KIVIVILLAN KÄYTÖSTÄ
MÄNNYNTAIMIEN KASVUALUSTANA MUOVIHUONEESSA**

Päivi Hänninen

ROVANIEMI 1982

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 71
ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA ISSN 0358-4283

ALUSTAVIA PÄÄTELMIÄ KIVIVILLAN
KÄYTÖSTÄ MÄNNYNTAIMIEN KASVU-
ALUSTANA MUOVIHUONEESSA

Päivi Hänninen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	2
21. Kasvualusta	2
211. Käsittelyt	2
212. Kivivillan yleiset ominaisuudet	3
22. Taimien kasvatus	4
23. Näytteiden otto ja käsittely	6
24. Taimien inventointi viljelyn jälkeen	7
3. TULOKSET	8
31. Kasvuolot turve- ja kivivilla-alustoilla	8
311. Ravinnetaso	8
312. Lämpötila	10
32. Taimien laatu	10
321. Ulkoiset ominaisuudet	10
322. Ravinnepitoisuus	12
33. Viljelytulos ensimmäisen kasvukauden jälkeen	14
4. PÄÄTELMÄÄ	16
KIRJALLISUUS	21

HÄNNINEN, P. 1982. Preliminary results concerning the use of rockwool as a growth medium for pine seedlings in a greenhouse. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 71.

The report deals with the possibility of using rockwool as a growth medium for one-year-old Scots pine seedlings in a greenhouse. The study is based on earlier investigations and the results of the experiment carried out in the forest tree nursery at Imari.

The experimental material consisted of seedlings grown in paperpots (Ph 408), peatpots (Fp 620) rockwool cubes and in an uncut rockwool plate. The seedlings were planted out at the age of one year to form a small plantation. The seedlings were inventoried at the end of the first growing season in autumn 1981.

The height and mortality rate of seedlings grown in paperpots and rockwool cubes were found to be similar. However, at the time of planting time there were differences between the seedlings both as regards morphological features, with the exception of height, and the nutrient content of the shoots and roots. This may later have an effect on the results of planting.

The seedlings growing in the uncut rockwool plate developed during the nursery period to nearly the same height, diameter and dry weight as the seedlings in rockwool cubes. However, after planting out the growth of the former seedling type was smaller. At that time the peatpot seedlings proved to be growing the slowest.

It should be stressed, however, that the importance of differences between the treatments for estimating the success of planting will not become clear until later inventories.

The preliminary results show that rockwool probably can also be used as a growth medium for one-year-old pine seedlings, as long as its dissimilarity to peat is carefully taken into consideration when planning growing operations. With rockwool mediums, the supply of nutrients to the seedlings has to be carried out using an automatic irrigation and fertilization system. This method is more demanding than when producing seedlings in peat containers, since care has to be taken in determining suitable mixed fertilizers and in controlling optimal nutrient concentrations, owing to the fact that rockwool is an inactive material and has no buffering properties like peat. This is the reason why the importance of irrigation water quality is stressed. Special attention has to be paid to the sufficiency and the relative amounts of trace elements.

The conclusions presented in this report are preliminary. Technical, economical and also biological studies are needed before the new growing system can be applied in practice. When artificial growing material such as this is used, the effect of the growing method on the later development of seedlings first has to be determined.

1. JOHDANTO

Paakkutaimien kasvatuksessa on käytetty pääasiassa turvetta, jonka ominaisuuksista tiedetään varsin paljon. Taimituotannon alalla on kuitenkin tarpeen jatkaa monien erityiskysymysten selvittämistä. Näistä ovat keskeisiä mm. paakun muodostaminen, paakun koko ja kasvualustan laatu.

Tässä koeselostuksessa käsitellään kivivillan käyttömahdollisuutta männyntaimien kasvualustana. Kivivillaa on käytetty puutarhaviljelyssä lähinnä koriste- ja vihanneskasvien kasvualustoina. Tutkimuksen tavoitteena on pyrkiä selvittämään biologisin perustein kivivillan käytön edellytyksiä männyn yksivuotiaiden taimien kasvatuksessa. Tarkastelu perustuu Imarin taimitarhalla tehdyn kokeen tuloksiin sekä aiempiin koetietoihin (REMRØD 1972, LEPISTÖ 1976, NILSEN 1977, ÖRLANDER & GEMMEL 1979), jotka esitellään taimitarhakokeen tulosten ja päätelmien yhteydessä.

Koe tehtiin metsähallituksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä. Taimet kasvatettiin vuoden 1980 aikana ja ne viljeltiin seuraavan vuoden keväällä. Käytännön työssä avustivat Merja Asplund, Heikki ja Tarja Posio sekä Annikki Varjo. Toini Pekkala määrittä taimi- ja maanäytteistä pääravinteet Kaarina Niskan johdolla. Hivenravinteet analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Käsikirjoituksen lukivat prof. Erkki Lähde ja FL Pentti Sepponen. Englanninkielisen tiivistelmän viimeisteli MMK John Derome ja tekstin puhtaaksi kirjoittamisesta huolehti Helena Poikajärvi. Parhaimmat kiitokset kaikille tätä koetta avustaneille.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Kasvualusta

211. Käsittelyt

Kokeeseen sisältyivät seuraavat käsittelyt neljänä toistona:

Käsittely	Kasvualusta	Paakkulaji tai paakun koko	Taimitiheys, kpl/m ²
1	turve	Fh 408, tilavuus n. 70 cm ³ , korkeus 75 mm	1066
2	turve	Fp 620, tilavuus n. 75 cm ³ , korkeus 75 mm	400
3	kivivilla	yhtenäinen levy, paksuus 75 mm	576
4	kivivilla	kuutiot, 41 x 43 x 75 mm	400

Kivivillalevy, jonka paksuus oli 7,5 cm asetettiin joko yhtenäisenä levynä tai kuutioina muoviritilöihin (34 cm x 90 cm).

Näitä oli käsittely-yksikössä 2 rinnakkain. Kuutioiden väliin jäi ilmatilaa 0,5 - 1 cm. Ilmatila muovihuoneen pohjalla olevaan asfalttiin nähden oli noin 2 cm. Muissa käsittelyissä ritilät sijoitettiin asfaltin pinnalle.

Turve kalkittiin ja lannoitettiin taimitarhakäytännön mukaan.

Kuutiometriin turvetta lisättiin 4 kg dolomiittikalkkia (25 % ja Mg 7 %) ja 2 l Nestemäistä Y-lannosta (N-P-K:7-1-6). Turpeesta oli 2/3 Vapon läheiseltä suolta toimittamaa turvetta ja

1/3 lannoittamatonta Vapon säkkiturvetta. Turveseoksen tilavuuspaino oli $0,125 \text{ g/cm}^3$ ja huokostilavuus oli 91,4 %. Liuukoisia pääravinteita oli peruslannoituksen jälkeen 100 g:ssa kuivaa turvetta seuraavat milligrammamäärät: N 130, P 21, K 373, Ca 1695 ja Mg 966.

Kasvualustan lämpösumma mitattiin maatermografeilla käsitte-lyistä 2 ja 4. Lämpösumma laskettiin d.d:nä kahden tunnin välein tehtyjen havaintojen perusteella.

212. Kivivillan yleiset ominaisuudet

Kivivilla, joka tunnetaan myös mineraalivillana, on perusominaisuuksiltaan samanlainen materiaali kuin rakennuskäyttöön tarkoitettu vuorivilla, vaikka raaka-aineena olevan kiven laadulla ja lisättävillä sidosaineilla on kuitenkin eroja. Näillä pyritään lisäämään valmisteen käyttökelpoisuutta kasvualustana. Kivivilla valmistetaan diabaasista, vulkaanisesta kivilajista, mikä sulatetaan n. 1500°C :ssa. Sulasta massasta muodostetaan seos, joka on rakentunut ohuista (n. 0,005 mm) säikeistä. Lisäämällä tähän seokseen sidos- ja lisäaineita saadaan valmis- te vettä pidättäväksi. Kivivillan tilavuuspaino on kuivana $0,13\text{-}0,14 \text{ g/cm}^3$. Myös huokostilavuudeltaan (n. 97 %) se vastaa keskikarkeaa rahkaturvetta ($\text{H}_2\text{-H}_3$). Huomattavimpana erona turpeeseen nähden on, että kivivilla on inaktiivinen aine. Se ei luovuta eikä sido merkittäviä määriä ravinteita. Ravinteiden liukenemisesta on todettu, että kalsiumia ja magnesiumia saattaa liueta pieniä määriä (NILSEN 1977).

Kivivilla koostuu seuraavista epäorgaanisista yhdisteistä
(NILSEN 1977):

piidioksidi	SiO ₂	45 %
alumiinioksidi	Al ₂ O ₃	16 %
rautaoksidit	FeO+Fe ₂ O ₃	11 %
mangaanioksidi	MnO	1,5 %
kalsiumoksidi	CaO	18,5 %
magnesiumoksidi	MgO	7 %
muut yhdisteet (K ₂ O, Na ₂ O)		1 %

22. Taimien kasvatus

Kivivilla-alustoihin merkittiin kylvöpaikat leikkaamalla levyn pinnasta määrävälein noin 1 cm² laajuiset ja 0,5 cm:n paksuiset kappaleet. Kylvö tehtiin kesäkuun 3. päivänä ja siinä käytettiin männyn siementä, jonka alkuperä oli Meltaus. Siementä ei peitetty. Itämisjakson (12 vrk) aikana huolehdittiin riittävästä kastelusta ja itäminen edistyi normaalisti kaikissa käsittelyissä. Kastelutarve määritettiin "sormituntuman" perusteella ja päivittäinen kastelumäärä mitattiin suppiloiden avulla. Kastelutarve oli idätysjaksoa lukuunottamatta keskimäärin 2,5 mm/vrk. Tämä määrä sisältää myös liuoslannoituksessa lisätyn veden.

Lannoitus aloitettiin 2 viikkoa kylvön jälkeen. Tätä varten valmistettiin perusliuos, johon käytettiin seuraavat aine-määrät:

Valmiste	Käyttömäärä, g/l	Ravannesuhde liuoksessa	
NH_4NO_3	85,2	N	100
KH_2PO_4	35,2	P	27
KCl	18,4	K	67
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	58,8	Ca	53
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	61,6	Mg	20
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2,00	S	27
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,24	Fe	0,0124
H_3BO_3	0,40	Mn	0,0023
ZnCl_2	0,016	B	0,0023
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,020	Zu	0,00027
$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,0028	Cu	0,00027
		Mo	0,00004

Liuoksen ravinnesuhteet perustuvat INGESTADIN (1962) esittämiin optimiravinnesuhteisiin männyllä. Taimia lannoitettiin 18.6. lähtien viikon ajan 0,5 %:lla perusliuoksen laimennoksella ja tämän jälkeen käytettiin laimennussuhdetta 1:100. Lannoite-liuokset valmistettiin "taloustaimien" kasteluveteen ja sitä lisättiin päivittäin 2 l/m² 15.7. saakka.

Taimia kasvatettiin muovihuoneessa 12.8. saakka, jolloin muovikate poistettiin. Lämpösumma kohosi 991 d.d:een muovihuonekasvatuksen aikana ulkona mitatun lämpösumman ollessa 743 d.d. kasvukauden koko lämpösumma oli koetaimilla ulkokasvatusaika mukaan lukien 1189 d.d.

23. Näytteiden otto ja käsittely

Kasvualustasta määritettiin käsittelyittäin ja toistoittain kasvukauden lopussa pH, johtoluku, ravinteista fosfori, kalium, kalsium ja magnesium ammoniumasetaattiuutolla sekä liukoinen tyyppi kaliumsulfaattiuutolla. Kivivillasta näyte otettiin vesinäytteenä kasvualustaa puristamalla. Taiminäytteet kerättiin samanaikaisesti. Kustakin käsittely-yksiköstä (= 2 ritilää) poimittiin 50 tainta, joista valittiin satunnaisesti 20 tainta mitattavaksi. Näistä määritettiin seuraavat tunnuksat: verson pituus, silmun muodostuminen, juurenniskan läpimitta, verson ja juurten kuivapaino, juurten kokonaislukumäärä (perustuu pääjuuren, sekä sivujuurista haarautumisjärjestyksessä 1., 2. ja 3. asteen juurten lukumääriin) juurten mykoritsaisuus sekä pääjuuren pituus. Edellisen ohella mitattiin 20 taimesta käsittelyä kohti juurten pinta-ala akvaariomenetelmällä. Tämä tapahtui siten, että taimi upotettiin juurenniskaa myöten vedellä täytettyyn läpinäkyvään astiaan. Juuriston pinta-ala mitattiin astian sivuun kiinnitetyn 0,5 x 0,5 cm ruudukon avulla kustakin taimesta kahdelta suunnalta (ero 90°). Taimen versoista määritettiin pääravinteet (N, P, K, Ca ja Mg) neljänä toistona. Lisäksi B-, Mn-, Fe-, Zn-, Cu-, S-, Mo- ja Co-pitoisuus analysoitiin kahtena toistona.

24. Taimien inventointi viljelyn jälkeen

Koetaimista perustettiin keväällä 1981 pienialainen viljelykoe. Taimet istutettiin palleauratulle paksusammaltyypin (HMT) uudistusalalle n. 2,5 m x 2,5 m välein 28 tainta/koeruutu neljänä toistona. Viljelyala inventoitiin syksyllä 1981. Taimista mitattiin alla olevan asetelman tunnukset:

Mitattava tunnus	Koodi ja sen selitys tai mittaustapa
- taimen pituus	- maan pinnasta latvasilmun kärkeen
- vuosikasvaimen pituus	tai ylimpien neulasten tyveen 1 cm:n tasaavalla luokituksella.
- kuntoluokka	- 0 = kuollut 1 = kituva 2 = normaali 3 = rehevä
- kunnan heikkenemisen tai kuolemisen syy	- 1 = sienituho, männyn versoruoste 2 = " , karisteet 3 = muu sienituho 4 = hyönteistuho 5 = muu eläimen aiheuttama tuho 6 = ilmaston aiheuttama tuho (kuivuus, pakkanen) 7 = tuhon syy epäselvä
- kasvuhäiriö	- 1 = normaalikuntoinen taimi tai ei häiriötä 2 = kaksilatvainen 3 = monilatvainen tai sykeröitynyt

3. TULOKSET

31. Kasvuolot turve- ja kivivilla-alustoilla

311. Ravinnetaso

Pääravinnepitoisuuden, happamuuden ja johtoluvun keskimääräinen taso määritettiin käsittelyittäin (ks. s. 2) kasvukauden lopussa (taulukko 1).

Taulukko 1. Pääravinnepitoisuuden, happamuuden ja johtoluvun keskiarvo (\bar{x}) ja hajonta (s) kasvukauden lopussa (käsittely s. 2).

Käsittely	Kasvualustan ravinnepitoisuus (mg/l), happamuus ja johtoluku (mS)													
	Typpi		Fosfori		Kalium		Kalsium		Magnesium		pH		Johtoluku	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	56	5	21	1	238	57	1212	119	437	78	4.6	0.1	0.2	0.03
2	108	23	61	5	459	25	1961	99	738	35	5.1	0.1	0.4	0.09
3	32	30	18	5	88	63	51	18	34	22	6.5	0.3	0.7	0.4
4	112	61	21	7	129	65	63	14	48	20	6.7	0.2	1.0	0.4

Ravinnetasoja tarkasteltaessa on huomattava, että käsittelyt eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Käsittelyn 3 ja 4 näytteet olivat puristenäytteitä, sen sijaan turvealustoista pääravinteet analysoitiin uuttamalla. Kasvukauden aikaisiin ravinnepitoisuuden vaihteluihin ei tässä yhteydessä puututa, sillä ainoastaan turvealustoista oli näytteitä, joista määrittys tehtiin eri ajankohtana.

Kasvukauden lopulla liukoisten ravinteiden määrissä oli käsittelyjen välillä huomattavia eroja. Turvealustojen erot johtuvat taimien erilaisen ravinteiden kulutuksen ohella lannoitusvaikutuksesta, minkä aiheuttivat turveruukkujen seinämien sisältämät ravinteet: N 0,37, P 0,06, K 0,31, Ca 1,34 ja Mg 0,57 %. Myös käsittelyjen sisäistä vaihtelua ilmeni erityisesti kivivilla-alustoilla lähinnä typen, kaliumin ja magnesiumin osalta. Kasvualustoilla, joilla ei ole turpeen puskuriominaisuutta, ravinteisuus vaihteleeekin herkästi kastelumäärien ja -kertojen mukaan. BRIXin ja van den DRIESCHEN (1974) mukaan pohjoisamerikkalaisten mänty- ja kuusilajien taimien kasvatuksessa on saatu optimituloksia, kun kasvualustan maanesteen ravinnepitoisuus on pysynyt seuraavissa rajoissa: N 56-300, P 31-250, K 50-320, Ca 75-320 ja Mg 48-173 ppm. Heidän suosituksensa perustuu monen eri tutkijan toimesta tekemiin määrityksiin lähinnä hiekka-alustoilta. INGESTADIN (1962), RAITION & RIKALAN (1981) sekä SEPPÄLÄN (1981) antamissa kasvualustan ravinnepitoisuutta koskevista alustavista suosituksista optimi-alue on suppeampi. Viime mainitut arvot eivät ole keskenään vertailukelpoisia, sillä ravinteiden analysointitapa ja Ingestadin kokeissa myös kasvualusta on erilainen, kuten ao. asetelmasta ilmenee:

	Raitio ja Rikala mg/l turpeessa	Seppälä mg/l turpeen puristenes- teessä (=ppm)	Ingestad mg/l ravinne- liuosviljelyssä
typpi	30-150	50-100	50
fosfori	10-80	20-50	20
kalium	80-250	100-200	50
kalsium	500-1200	50-100	40
magnesium	100-400	20-50	15

Koetaimille annettiin tyypeä kasvatuslannoituksena viikon ajan $0,298 \text{ g N/m}^2/\text{vrk}$ ja tämän jälkeen ravinnemäärä lisättiin kaksinkertaiseksi. Paperikenko- ja ruukkutaimet saivat tyypeä perus- ja kasvatuslannoituksina koko kasvukautena $24,7 \text{ g/m}^2$, mikä on noin 10 g/m^2 alhaisempi kuin vastaaville taimilajeille lisätty määrä käytännön taimituotannossa. Kivivillassa kasvatetuille taimille annettiin tyypeä ainoastaan pintalannoituksina yhteensä $14,2 \text{ g/m}^2$.

312. Lämpötila

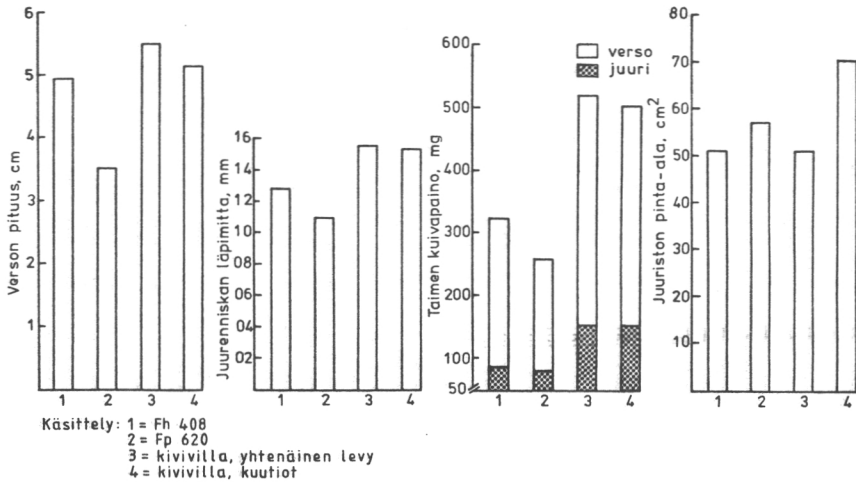
Lämpötilamittaus (käsittelyt 2 ja 4) osoitti, että lämpösumma turpeessa ja kivivillassa on erilainen. Vuorokauden alhaisimpien lämpötilojen suhteen ero on vähäinen, sen sijaan maksimilämpötilat ovat kivivillassa yleensä selvästi korkeampia ja näin ollen vuorokautiset lämpötilavaihtelut ovat suurempia. Alla olevasta asetelmasta ilmenevät lämpötilaerot kuukausittain 10.6. ja 24.8. välisenä aikana.

Kasvualusta	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Yhteensä
Turve	309 d.d	440 d.d	208 d.d	957 d.d
Kivivilla	325 "	473 "	232 "	1030 "
Ero kivivillan hyväksi	16 "	33 "	24 "	73 "

32. Taimien laatu

321. Ulkoiset ominaisuudet

Morfologisissa ominaisuuksissa ilmeni käsittelyjen välillä varsin suuria eroja (kuva 1).



Kuva 1. Taimien morfologisten ominaisuuksien keskiarvo käsittelyittäin ensimmäisen kasvukauden lopussa.

Student-Newman-Keuls-testin mukaan verson ja juurten kuivapaino sekä juurten kokonaismäärä osoittautuivat käsittelyissä 1 ja 2 1 % riskitasolla pienemmäksi kuin käsittelyissä 3 ja 4. Myös pituudessa ruukkutaimien ero muihin taimilajeihin nähden oli edellä selostetun kaltainen. Juurenniskan läpimitassa ruukkutaimet erosivat 1 % riskitasolla ja kennotaimet 5 % riskitasolla käsittelyistä 3 ja 4. Juurten pinta-ala osoittautui kivivillakuutioissa kasvatetuilla taimilla selvästi suurimmaksi. Tämä käsittely erosi 1 % riskitasolla käsittelyistä 1 ja 3 sekä 5 % riskitasolla käsittelyistä 2. Myös silmävaraisesti ektomykorrhitsoiksi luokiteltujen mykorrhitsojen lukumäärässä ja silmun kehittymisessä oli havaittavissa pientä eroavuutta käsittelyjen välillä:

Kasvualusta ja paakkulaji	Mykoritsaisuusluokka, %				Silmun kehitysluokka, %	
	0	1	2	3	0	1
turve, Fh 408	98	1	0	0	7	93
turve, Fp 620	90	7	3	0	17	83
kivivilla, yhtenäinen levy	77	18	5	0	0	100
kivivilla, kuutiot	97	3	0	0	0	100

Selitykset:	Mykoritsaisuusluokka	Silmun kehitysluokka
	0 = ei mykoritsoja	0 = ei päätesilmua tai päätesilmu vaillinai- sesti kehittynyt
	1 = mykoritsoja 1-30	
	2 = mykoritsoja 10-30	1 = päätesilmu kehittynyt
	3 = mykoritsoja > 30	

322. Ravinnepitoisuus

Verson typpipitoisuus oli kivivilla-alustoilla kasvatetuilla taimilla (käsittelyt 3 ja 4) korkein (taulukko 2). Myös juurten typpipitoisuudessa kivivillakuutioissa kasvatetut taimet erosivat selvästi muista taimilajeista korkean ravinnepitoisuuden vuoksi. Fosforipitoisuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Kaliumpitoisuus oli ruukkutaimien versoissa merkittävästi suurempi kuin muilla taimilajeilla. Kalsiumin ja magnesiumin osalta on huomionarvoista se, että näiden ravinteiden osuus juuristossa oli kivivillassa kasvatetuilla taimilla korkeampi kuin ruukku- ja kennotaimilla. Verson hivenravinteissa ilmeni merkittäviä eroja käsittelyjen välillä lähinnä mangaani- ja molybdeenipitoisuudessa. Mangaanipitoisuus oli kennotaimilla selvästi suurempi kuin muilla taimilajeilla. Korkein molybdeeni-

Taulukko 2. Verson ja juurten ravinnepitoisuuden keskiarvo (\bar{x}) ja hajonta (s) käsitteilyttään sekä käsitteily, joiden keskiarvot eroavat 1 % ja 5 % riskitasolla toisistaan (Student-Newman-Keuls -testi).

Käsittely	Verson pääravinnepitoisuus, %				Juurten pääravinnepitoisuus, %					
	Typpi	Fosfori	Kalium	Kalsium	Magnesium	Typpi	Fosfori	Kalium	Kalsium	Magnesium
1	\bar{x} 2.16 s 0.06	\bar{x} 2.26 s 0.01	\bar{x} 1.03 s 0.06	\bar{x} 0.40 s 0.01	\bar{x} 0.22 s 0.02	\bar{x} 2.38 s 0.05	\bar{x} 0.25 s 0.01	\bar{x} 0.73 s 0.06	\bar{x} 0.22 s 0.02	\bar{x} 0.20 s 0.01
2	\bar{x} 2.19 s 0.09	\bar{x} 2.26 s 0.01	\bar{x} 1.32 s 0.13	\bar{x} 0.34 s 0.05	\bar{x} 0.22 s 0.02	\bar{x} 2.36 s 0.24	\bar{x} 0.27 s 0.01	\bar{x} 0.86 s 0.08	\bar{x} 0.36 s 0.01	\bar{x} 0.22 s 0.01
3	\bar{x} 2.40 s 0.13	\bar{x} 2.28 s 0.01	\bar{x} 0.94 s 0.06	\bar{x} 0.34 s 0.05	\bar{x} 0.19 s 0.02	\bar{x} 2.37 s 0.20	\bar{x} 0.27 s 0.05	\bar{x} 0.86 s 0.10	\bar{x} 1.00 s 0.16	\bar{x} 0.55 s 0.08
4	\bar{x} 2.57 s 0.19	\bar{x} 2.29 s 0.01	\bar{x} 1.02 s 0.05	\bar{x} 0.32 s 0.05	\bar{x} 0.19 s 0.02	\bar{x} 3.03 s 0.27	\bar{x} 0.32 s 0.03	\bar{x} 0.81 s 0.11	\bar{x} 0.82 s 0.10	\bar{x} 0.45 s 0.04
Käsittely- jen väli- nen mer- kitsevä ero	4/1 .41** 4/2 .38** 3/1 .24** 3/2 .21**	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	2/3 .38** 2/4 .30** 2/1 .29**	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	4/2 .67** 4/3 .66** 4/1 .65**	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	3/1 .78** 3/2 .64** 4/1 .60** 4/2 .46** 3/4 .18*	3/1 .35** 3/2 .23** 4/1 .25** 4/2 .13** 3/4 .10*

Käsittely
ero

Taulukon selitykset

Käsittely	Verson hivenravinnepitoisuus, ppm							
	Mangaani	Rauta	Sinkki	Kupari	Boori	Molybdeeni	Koboltti	Rikki
1	\bar{x} 466 s 52	\bar{x} 149 s 26	\bar{x} 78 s 7	\bar{x} 2.2 s 1.3	\bar{x} 33.3 s 3.8	\bar{x} 0.10 s 0.00	\bar{x} 0.19 s 0.07	\bar{x} 2.2 s 0.3
2	\bar{x} 258 s 18	\bar{x} 208 s 53	\bar{x} 85 s 6	\bar{x} 1.9 s 0.8	\bar{x} 33.9 s 0.4	\bar{x} 0.29 s 0.04	\bar{x} 0.20 s 0.01	\bar{x} 2.1 s 0.0
3	\bar{x} 282 s 17	\bar{x} 547 s 52	\bar{x} 105 s 0	\bar{x} 6.3 s 2.6	\bar{x} 36.0 s 2.1	\bar{x} 0.84 s 0.32	\bar{x} 0.23 s 0.01	\bar{x} 2.7 s 0.1
4	\bar{x} 253 s 42	\bar{x} 553 s 214	\bar{x} 93 s 6	\bar{x} 9.1 s 5.7	\bar{x} 46.2 s 6.2	\bar{x} 0.56 s 0.19	\bar{x} 0.34 s 0.01	\bar{x} 2.5 s 0.1
Käsittely- jen väli- nen mer- kitsevä ero	1/4 213 1/2 208** 1/3 184**	3/1 398* 3/2 339*	3/1 27* 3/2 20*	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	3/1 .74** 3/2 .52** 4/1 .46*	ei tilas- tollises- ti merk. eroja	ei tilas- tollises- ti merk. eroja

Käsittely:

1 = Fh 408

2 = Fp 620

3 = kivivilla,

Yhtenäinen levy

4 = kivivilla, lohkot

tilastollinen merkitsevyys:

* = ero 5 % riskitasolla

** = ero 1 % riskitasolla

*** = ero 1 % riskitasolla

merkitsevä

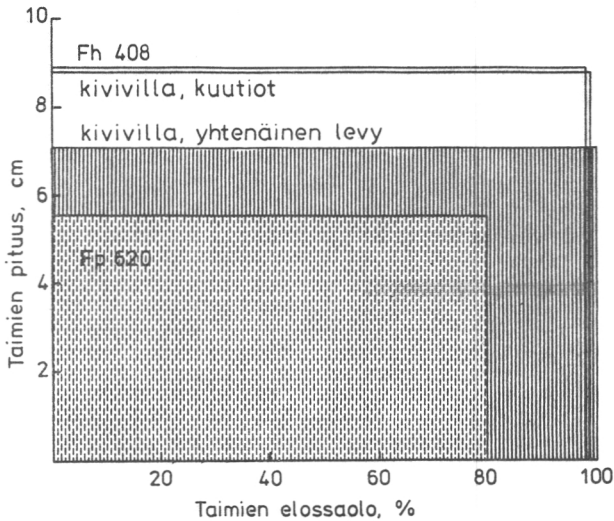
merkitsevä

merkitsevä

pitoisuus analysoitiin käsittelystä 3. Tämä käsittely erosi merkittävästi käsittelyistä 1 ja 2 samoin kuin käsittely 4 käsittelystä 1. Myös rauta- ja sinkkipitoisuudessa kivivilla-kuutioissa kasvatetut taimet erosivat 5 % riskitasolla kenno- ja ruukkutaimista. Käsittelyssä 4 keskimääräinen rautapitoisuus oli korkea, mutta suuren sisäisen vaihtelun takia tämä käsittely ei eroa tilastollisesti muista käsittelyistä (taulukko 2).

33. Viljelytulos ensimmäisen kasvukauden jälkeen

Koetaimien viljelyn jälkeistä kehitystä tarkastellaan alustavasti taimien pituuden ja elossaoloprosentin perusteella (kuva 2). On huomattava, että viljelytulos on viitteellinen, sillä inventointi tehtiin ensimmäisen kasvukauden jälkeen istutuksesta. Käsittelyjen välisten erojen luotettava selvittäminen edellyttää pitemmän aikajakson tarkastelua.



Kuva 2. Taimien pituus ja elossaolo käsittelyittäin yhden kasvukauden jälkeen viljelystä.

Kuvan 2 taimien metsänviljelykelpoisuutta esittävästä suorakulmioista käy ilmi, että paperikennoissa ja kivivillakuutioissa kasvatetut taimet ovat samankaltaisia ja poikkeavat merkittävästi muista käsittelyistä. Sokal-Rohlf -testin perusteella näiden taimilajien keskipituudet poikkesivat 1 % riskitasolla ruukkutaimien pituudesta. Myös vuosikasvaimen pituudessa samojen taimilajien ja ruukkutaimien välinen ero oli edellä selostetun kaltainen. Vuosikasvaimen pituudessa oli lisäksi käsittelyllä 4 (kivivillakuutiot) 1 % riskitasolla ja käsittelyllä 1 (Fh 408) 5 % riskitasolla merkitsevä ero käsittelyn 3 (kivivillalevy) suhteen.

4. PÄÄTELMIÄ

Koeselostuksessa tarkastellaan Imarin taimitarhalla tehdyn kokeen ja aiempien tietojen perusteella alustavasti kivivillan käyttömahdollisuutta männyn yksivuotiaiden taimien kasvualustana muovihuoneessa. Koemateriaali käsitti paperikenoissa (Fh 408), turveruukuissa (Fp 620), kivivillakuutioissa ja yhteisessä kivivillalevyssä kasvatettuja taimia. Vuodenikäisistä taimista perustettiin pienialainen viljelykoe, joka inventoitiin ensimmäisen kasvukauden jälkeen vuoden 1981 syksyllä.

Inventointitulokset osoittivat, että paperikenoissa ja kivivillakuutioissa kasvatetut taimet olivat taimen pituuden ja elossaolon perusteella samanlaisia. Taimen pituutta lukuunottamatta morfologisissa ominaisuuksissa sekä ravinnepitoisuudessa oli viljelyhetkellä kuitenkin eroja, jotka saattavat vaikuttaa viljelytulokseen myöhemmin. Juuriston pinta-ala (ts. juurten lukumäärä ja ulottuvuus), verson ja juurten kuivapaino, juuren niskan läpimitta, verson typpi- ja molybdeenipitoisuus sekä juurten typpi-, kalsium- ja magnesiumipitoisuus olivat merkittävästi suurempia kivivillakuutioissa kasvatetuilla taimilla kuin paperikennotaimilla. Vastaavasti verson mangaanipitoisuudessa tilanne oli päinvastainen.

Taimien ravinnepitoisuuserot johtuvat pääasiallisesti kasvu- alustassa olevien ravinteiden erilaisesta käyttökelpoisuudesta. Kivivillassa ravinteet ovat vesiliukoisina helposti taimien käytettävissä, sen sijaan turpeessa osa ravinteista on

ns. vaihtuvassa muodossa. Kalsiumin ja magnesiumin korkea pitoisuus juurissa selittyy osittain myös NILSENin (1977) esittämien koetulosten perusteella. Verson korkea mangaanipitoisuus kennotaimilla viittaa siihen, että kasvualusta on ollut happamampi ja happipitoisuudeltaan niukempi kuin muilla taimilajeilla. Kivivillakuutioissa toteutetun eräänlaisen ilmakasvatuksen edullinen vaikutus juurten lukumäärään on todettu myös aiemmissa selvityksissä (mm ÖRLANDER & GEMMEL 1979). Osasyynä taimitunnusten eroihin ovat edellisten lisäksi taimitiheys ja kasvualustan lämpötila.

Yhtenäisessä kivivillalevyssä taimista kehittyi (käsittely 3) taimitarhavaiheen aikana pituus-, läpimitta- ja kuivapainotunnuksiltaan likimain samanlaisia kuin kivivillakuutioissa. Kuitenkin viljelyn jälkeen ensinmainitulla taimilajilla kasvu jäi pienemmäksi. Siihen vaikuttanee kivivillalevyn lohkomisessa tapahtunut juurten leikkautuminen.

Ruukkutaimet osoittautuivat ensimmäisessä inventoinnissa hidaskasvuisimmiksi. Huomionarvoista tällä taimilajilla oli korkea kaliumpitoisuus versoissa, mikä johtuu kasvualustan korkeasta kaliumentasosta. Ravinnepitoisuuden kohoamiseen vaikutti taimien pienemmän ravinteiden kulutuksen (taimia 400 kpl/m²) ohella turveruokkujen seinämistä liuennut kalium. Kyseisen ravinteen kokonaismäärä vastaa 12 g:n kaliumsulfaattilannoitusta neliömetriä kohti. Edellä mainitusta syystä myös kalsiumin ja magnesiumin määrä oli kasvualustassa varsin korkea, kuitenkin versoissa ravinteita oli likimain sama määrä kuin muilla taimi-

lajeilla. Koetaimien lannoitusta suunniteltaessa ei tiedetty, että turveruukkumateriaalin sisältämällä ravinteilla olisi merkittävää lannoitusvaikutusta. Tämän kysymyksen selvittämiseen on tarpeen kiinnittää huomiota. Vaikka metsänviljelykel-poista taimimateriaalia voidaan tuottaa kasvualustoilla, joilla ravinnepitoisuus vaihtelee varsin laajallakin alueella (vrt. s. 9), voidaan kuitenkin otaksua, että turveruukkutaimilla ravinneolot olivat saattaneet olla epäedullisemmat kuin muilla taimilajeilla. Ennen viljelyä osoittautui myös, että kasvualustoista turveruukkualusta oli alttein kuivumiselle (vrt. LÄHDE 1978). Tämä selittää osittain alustavassa viljelytuloksessa ilmeneviä eroja.

Alustavien tulosten perusteella kivivilla soveltunee myös männyksen yksivuotiaiden taimien kasvualustaksi, mikäli sen erilaisuus turpeeseen nähden otetaan tarkoin huomioon kasvatustoimia suunniteltaessa. On myös varmistauduttava, että kasvatusmenetelmä on taimien myöhemmän kehityksen kannalta turvallinen. Samanlaiseen toteamukseen ovat päätyneet mm. REMRØD (1972) vertaillessaan paperikennoissa ja kivivillakuutioissa tuotettuja taimia sekä ÖRLANDER ja GEMMEL (1979) jotka tutkivat turpeessa ja kivivillassa kasvatettujen taimien eroja ilmakasvatusalustoilla. Kivivillaa on kokeiltu myös kuusen pistokkaiden juurtumisalustana (LEPISTÖ 1976). Kivivillaa käytettäessä juurtumistulosta voidaan pitää keskinkertaisena vertailtaessa sitä erilaisiin turvealustoihin.

Kivivilla-alustoilla taimien ravinteiden saanti on hoidettava lannoitus- ja kasteluautomaatiikkaa käyttäen. Sopivien seoslannoitteiden löytäminen ja optimaalisten lannoiteliuosten kontrolloiminen vaatii tässä menetelmässä suurempaa tarkkuutta kuin tuotettaessa paakkutaimia turvealustoilla, koska kivivilla on inaktiivinen aine, eikä sillä ole turpeen puskuriominaisuutta. Siksi myös kasteluveden laadun merkitys korostuu. Kasteluveden laatua käsittelevää tietoa on varsin paljon sovellettavissa puutarhaviljelystä (mm. SEPPÄLÄ 1982). Happamuus on veden laatu- tekijöistä tärkeimpiä. Puutarhaviljelyssä kivivilla-alustoilla puristenesteen pH-arvo pyritään säilyttämään 5-6 välillä. Kasteluvedestä, lannoitteista ja kasvualustan ominaisuuksista johtuvaa happamuusvaikutusta on kontrolloitava huolellisesti ja tarvittaessa pH-konsentraatio on säädettävä optimitasolle happo- tai emäslisäyksellä. Myös hivenravinteiden riittävyyteen ja niiden keskinäisiin runsaussuhteisiin on kiinnitettävä erityisesti huomiota. Imarin rautapitoinen kasteluvesi (8 mg/l) aiheutti varsin korkean pitoisuuden kivivillassa kasvatettujen taimien versoihin. Sen sijaan turpeessa rauta muodostaa yleensä humushappojen kanssa kelaattisidoksin vaikealiukoisia kompleksiyhdisteitä (PUUSTJÄRVI 1973). Versojen rautapitoisuuden ylärajaksi suositellaan 300 ppm (RIKALA & RAITIO 1980), sillä korkea rautapitoisuus kasvualustassa saattaa jossakin tapauksessa vaikuttaa epäedullisesti muiden ravinteiden lähinnä boorin käyttökelpoisuuteen.

Kasvualustan sisältämän veden optimiravinnepitoisuuksista on esitetty joitakin suosituksia lähinnä hiekan ja turpeen osalta

(mm. BRIX & van den DRIESSCHE 1974, SEPPÄLÄ 1981). Kivivillaviljelyä varten tällaiset suositusarvot ovat vain likimääräisiä. Myös kivivilla-alustoilla viljeltyjen puutarhakasvien ravinnevaatimusten soveltaminen on rajoitettua. Etenkin, kun on kyseessä inaktiivinen kasvualusta, optimaaliset ravinneolot on selvittettävä kasvilajikohtaisina. Sopivan happamuus- ja ravinnetason ylläpitäminen edellyttää kivivilla-alustoilla useampia analyysikertoja kuin turvealustoilla. Tosin näytteenotto on ensin mainituilla helpompaa.

Kivivillamenetelmässä alusta on leikattava lohkoiksi joko ennen kasvatuksen aloittamista tai ennen istutusta. Etuna turveruukku- ja paperikennotaimiin nähden on luonnollisesti se, että paakkujen kokoa on helppo vaihdella, sillä kivivillapaakku ei tarvitse suojakseen erillistä seinämateriaalia.

Kokonaisvaltaista kustannusvertailua ei eri menetelmien välillä tehty, koska kokeen tavoitteena oli lähinnä biologisten kasvu-edellytysten selvittäminen. Kasvualustan hinta on vuoden 1982 alussa taimitiheydellä 400 kpl m² turvealustoilla (Fp 620) 7,4 p/ruukku, kivivillamenetelmässä 8,6 p/lohko. Paperikennotaimilla (Fh 408) vastaava kustannus on 6,3 p/kenno (RUOKAMO suull.). Paperikenno- ja turveruukkualustojen hintaan sisältyy paakkumateriaalin sekä turpeen hinta ja kasvualustojen täyttöstä aiheutuvat työkustannukset. Kivivillamenetelmästä esitetty vastaava arvo ei sisällä alustojen leikkaamiskuluja.

Tässä selostuksessa esitetyt päätelmät kivivillan käyttökel-
poisuudesta ovat alustavia. Tarvitaan teknis-taloudellisia ja
myös biologisia lisäselvityksiä, mikäli uutta menetelmää aio-
taan soveltaa käytännön laajuksena. Käytettäessä kasvualustana
tällaista keinotekoisista materiaalia on myös selvitettävä, mil-
lainen vaikutus kasvatustavalla on taimien myöhempään kehityk-
seen.

KIRJALLISUUS

- BRIX, H. & van den DRIESSCHE, R. 1974. Mineral nutrition of
container grown tree seedlings. Proceedings of the
North American containerized forest tree seedling
symposium. Denver, Colorado, August 26-29. 1974. pp.
77-84.
- INGESTAD, T. 1962. Macro element nutrition of pine, spruce and
birch seedlings in nutrient solutions. Medd. Stat.
Skogsforskn. Inst. 51.7.
- LEPISTÖ, M. 1976. Kokemuksia kuusen pistokaslisäyksestä. Metsän-
jalostussäätiön vuosikertomus 1976:21-27.
- LÄHDE, E. 1978. Väliavarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien
viljelyn onnistumiseen. Folia For. 338.
- NILSEN, S. 1977. Seedlings of Norway spruce, Scots pine, and
Lodgepole pine grown in rockwool. Frøplanter av norsk
gran, vanlig furu og vrifuru dyrket i steinull. Medd.
Norsk. Inst. Skogforsk. 33.5.
- PUUSTJÄRVI, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. 172 s. Turve-
teollisuus ry.
- REMRØD, J. 1972. Forsøk med planter i mineralull og torv. Inst.
för skogförbättring. 1972/73. Inf. nr. 4.
- RAITIO, H. & RIKALA, R. 1981. Näkökohtia taimien ravinnetalou-
desta ja lannoituksesta taimitarhalla. Metsäntutkimus-
laitoksen tiedonantoja 15. Suonenjoen tutkimusasema.
- SEPPÄLÄ, J. 1981. Konekirjoite. Kekkilä Oy.
" 1982. Kasteluveden puhdistusmahdollisuudet kasvihuone-
viljelyksillä. Puutarhakalenteri 1982.
- ÖRLANDER, G. & GEMMEL, P. 1979. Luftbeskrning av plantrötter.
Ett plantodlingssystem för plantor odlade i mineralull.
Inst. för skogsskötsel. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 1. Metsänviljelytutkimuksen työryhmän retkeily Pohjois-Suomessa. 1970.
- N:o 2. Rovaniemen tutkimusaseman alustus- ja keskustelupäivillä pidetyt esitelmät. 1971.
- N:o 3. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1972.
- N:o 4. Kullervo Etholén ja Erkki Lähde. "Lapin männyn" käynnin koko. 1972.
- N:o 5. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1973. 1973.
- N:o 6. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1974. 1974.
- N:o 7. Erkki Lähde. Männyn taimistojen kunto ja maan lajitekoostumus. 1974.
- N:o 8. Erkki Lähde ja Tapani Pohjola. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1975.
- N:o 9. Kullervo Etholén. Kulotustekniikkaa. 1975.
- N:o 10. Eljas Pohтила. Alustavia tuloksia taimistonhoitokokeista. 1975.
- N:o 11. Timo Helle. Porojen talvilaitumista havumetsävyöhykkeessä.
Olli Saastamoinen. Hakkuutyömaista porojen ravintolähteenä vuoden 1974 kevättalvella. 1975.
- N:o 12. Timo Helle ja Olli Saastamoinen. Porojen laitumet ja lisäruokinta talvella 1974–1975. 1976.
- N:o 13. Teuvo Levula. Urean levitysjankohdasta Pohjois-Suomessa. 1976.
- N:o 14. Kullervo Etholén. Vaahtokäsittelyn käyttömahdollisuudet ja vesakkojen paljasversoruiskutus. 1976.
- N:o 15. Olli Saastamoinen. Näkökohtia Saariselän puuntuotannollisesta merkityksestä. 1976.
- N:o 16. Olli Saastamoinen. Havaintoja marjastuksen ja sienestyksen taloudesta. 1978.
- N:o 17. Jyrki Raulo ja Erkki Lähde. Rauduskoivun suojakylvö Lapissa. 1979.
- N:o 18. Teuvo Levula ja Risto Heikkilä. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. 1979.
- N:o 19. Mikko Hyppönen. Harvennuksen voimakkuuden vaikutus kasvatuksen liiketaloudelliseen edullisyyteen peräpohjolisessa männikössä. 1979.
- N:o 20. Leevi Lohi, Erkki Lähde ja Pentti Roiko-Jokela. Pintakasvillisuuden, maan ja puuston välisistä suhteista Ounasvaaralla. 1979.
- N:o 21. Olli Saastamoinen (toim.). Soiden marjatalous. 1979.
- N:o 22. Erkki Lähde ja Tapani Vartiainen. Männyn hajakylvökoe helikopterilla. 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 6. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1981.
- N:o 35. Päivi Hänninen. Sammalen kemiallinen torjunta taimitarhalla. 1982.
- N:o 58. Pohjois-Lapin metsät. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1982.
- N:o 65. Yrjö Norokorpi ja Pentti Sepponen (toim.). Kilpisjärven alueen maankäytön yleissuunnitelma. 1982.

