

FOLIA FORESTALIA³⁷⁹

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1979

PIRKKO VELLING

ERILAISTEN RAUDUSKOIVUPROVE-
NIENSSIEN ALKUKEHITYKSESTÄ
TAIMITARHALLA JA KENTTÄKOKEISSA

INITIAL DEVELOPMENT OF DIFFERENT
BETULA PENDULA ROTH PROVENANCES
IN THE SEEDLING NURSERY AND
IN FIELD TRIALS

- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävytydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä.
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoituminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiuhonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla.
Massenermittlung am stehenden Holz und Stamzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa.
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.
- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.

FOLIA FORESTALIA 379

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1979

Pirkko Velling

ERILAISTEN RAUDUSKOIVUPROVENIENSSIEN
ALKUKEHITYKSESTÄ TAIMITARHALLA JA KENTTÄKOKEISSA

Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the
seedling nursery and in field trials

VELLING, P. 1979. Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials. Folia For. 379: 1—14.

Tutkimuksessa tarkastellaan erilaisten rauduskoivuprovenienssien fenologiaa ja pituuskasvua taimitarhalla sekä menestymistä kenttäkokeissa ensimmäisinä vuosina. Aineiston muodosti 15 maantieteellistä alkuperää Latviasta Neuvostoliitosta Keski-Suomeen.

Taimitarhalla suomalaista alkuperää edustavien taimien lehdet kellastuivat syksyllä aikaisemmin kuin balttilaisten, vaikka sääolot olivat molempina havainnointisyksyinä erojen syntymiselle epäsuotuisat, sateiset ja lämpimät yöpakkasten tullessa vasta lokakuun lopulla taimien noston aikaan. Ilmeisesti eteläistä alkuperää olevat taimet kasvoivat varsin myöhään, talveutuivat heikosti ja siten altistuivat suomalaisia enemmän myöhemmin kenttäkokeissa ilmenneille tuhoille.

Balttilaisten koe-erien taimet kasvoivat keskimäärin suomalaisia merkitsevästi pitemmiksi. Taimien pituuden ja alkuperän leveysasteen välillä oli siis negatiivinen riippuvuus. Myös taimien pituuden ja lehtien kellastumisen välinen korrelaatio oli odotetusti negatiivinen.

Kenttäkokeissa havaittiin jo kahden ensimmäisen vuoden aikana selvä ero suomalaisten ja balttilaisten alkuperien elossapysymisessä: balttilaisia taimia kuoli merkitsevästi enemmän kuin suomalaisia. Syksyn 1977 inventoinnissa oli eri osakokeissa elossa suomalaisista taimista keskimäärin 70 % (42. .85 %), balttilaisista vain vajaa 50 % (26. .67 %). Hirvi-, jänis- ja myyrätuhoja oli kaikissa osakokeissa ja ne keskittyivät elinvoimaisiin suomalaisiin alkuperiin. Näiden eläintuhojen torjuntaan onkin välttämätöntä kiinnittää enemmän huomiota.

The phenology and height growth of different *Betula pendula* Roth (syn. *B. verrucosa* Ehrh.) provenances in the seedling nursery and their success during the first few years in field trials is examined in this study. The material consisted of 15 geographical origins ranging from Latvia U.S.S.R. to Central Finland.

The leaves of the seedlings representing the Finnish origin started to turn yellow in the seedling nursery at an earlier date than those from the Baltic countries although the weather conditions during both autumns when they were observed were rather unfavourable for the observation of this phenomena — rainy and warm, night frosts did not occur until the end of October when the seedlings were being lifted. Presumably the seedlings of southern origin were still growing at a later date, hardened badly and thus were more susceptible than the Finnish origins to damaging agents which appeared later in the field trials.

The seedlings from the seed lots representing origins from the Baltic area were significantly taller, on the average, than the Finnish origins. There was thus negative correlation between seedling height and latitude of origin. As expected, there was also negative correlation between seedling height and the degree of leaf yellowing.

The survival rate of the Finnish origins and those from the Baltic countries were clearly different already during the first two years in the field trials: significantly more of the seedlings from the Baltic origins had died. In autumn 1977 the mean survival rate for the Finnish origins in the different sub-trials was 70 % (42. .85 %), and for the Baltic ones a little under 50 % (26. .67 %). Elk, hare and vole damage occurred in all the sub-trials and was most serious on the surviving Finnish origins. It is absolutely essential to pay more attention to the control of these damaging agents.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Kokeen perustaminen ja rakenne	4
22. Mittaukset ja tulosten käsittely	5
3. TULOKSET	6
31. Lehtien kellastuminen	6
32. Taimien pituuskasvu	8
33. Elävyys	9
4. TULOSTEN TARKASTELU	10
5. KIRJALLISUUTTA	13
SUMMARY	14

1. JOHDANTO

Rauduskoivun jalostamiseen liittyvä tutkimus ja käytännön toimenpiteet ovat 1960-luvun alusta lähtien olleet voimakkaasti käynnissä tavoitteena korkealaatuisen viljelymateriaalin kehittäminen. Fenotyypisiä pluspuita on valittu noin 1 650 kappaletta, ja niiden jalostusarvon testaamiseksi on perustettu laajoja kenttäkokeita. Näissä tutkitaan mm. pluspuiden risteytys- ja vapaapölytysjälkeläistöjä, metsikön sisäisiä ja metsiköiden välisiä risteytysjälkeläistöjä sekä alkuperäsiirtojen vaikutusta. Mainituista kokeista on julkaistu sarja tuloksia (Koski ja Raulo 1972, Raulo ja Koski 1975, Raulo 1976, Raulo ja Koski 1977).

Käsillä olevassa tutkimuksessa verrattiin balttilaisten ja suomalaisten rauduskoivualkuperien kehitystä Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla ja kenttäkokeissa

Etelä-Suomessa. Erityisesti pyrittiin selvittämään, voidaanko taimitarhalla tehtyjen fenologisten syyshavaintojen perusteella ennustaa eri alkuperien myöhempää menestymistä kenttäkokeissa.

Balttiasta kotoisin olevat provenienssit ovat sikäli mielenkiintoisia, että Ruotsissa on rauduskoivulla saatu lupaavia tuloksia pitkäikäisistä alkuperäsiirroista (mm. Johnson 1976). Vastaavia tuloksia ei Suomessa ole julkaistu.

Havainnoista ja mittauksista taimitarhalla huolehtivat Pirkko Anttilainen ja Raimo Talja. Muissa taimitarhavaiheen töissä avusti lisäksi joukko Suonenjoen koemasen ja kokeilualueen henkilökuntaa. Kenttäkokeiden perustamisesta vastasi käytännössä metsähallitus ja niiden inventointia johti Martti Jokinen. Aineiston ATK-käsittelyn hoiti Kaarlo Karvinen. Englanninkielisen tekstin käänsi John Derome. Max Hagman, Veikko Koski ja Jyrki Raulo tarkastivat käsikirjoituksen. — Kiitän kaikkia työn valmistumiseen myötävaikuttaneita.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Kokeen perustaminen ja rakenne

Tutkimuksessa mukana olevat rauduskoivualkuperät (kuva 1 ja taulukko 1) voidaan ryhmitellä seuraavasti:

	Leveysaste, p
I = etelälatvialaiset	56°31'...56°47'
II = pohjoislatvialaiset	57°11'...57°49'
III = eestiläiset	58°20'
IV = suomalaiset	60°28'...61°48'

Latvialaiset siemenet, jotka on kerätty aina metsikön 20 puusta, saatiin Metsäntutkimuslaitoksen jalostusosastolle Latvian metsäntutkimuslaitoksesta tri Piragsilta, eestiläiset erät saatiin tri Raulolta. Viimeksi mainitut siemenet oli kerätty Viljandin alueelta. Työnumero 9:n siemenet tiedetään kerätyn yhdestä puusta, työnumeroiden 10 ja 11 siemenet ovat metsikkösiemeniä.

Kotimaisina vertailuerinä on kokeessa metsikköerät Tuusulasta ja Joutsasta sekä pluspuiden n:o E 2812 Sääksmäki ja E 1987 Punkaharju vapaapölytysjälkeläistöt.

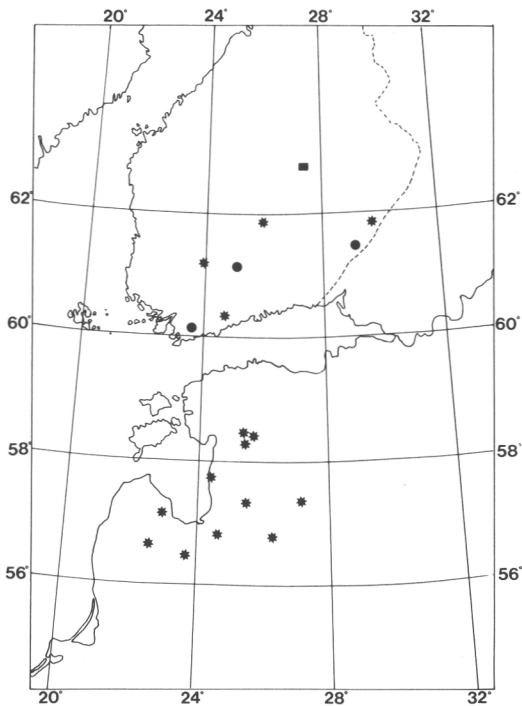
Siemenet kylvettiin kesäkuun puolivälissä 1974 ke-

sämuovihuoneeseen penkkikylvönä seitsemänä toistona. Siementä kylvettiin 0,6 g 0,8 x 0,8 m:n kokoihin ruutuihin. Kylvöalustana oli peruslannoitettu kasvaturve. Kylvökset kasteltiin käsin, jotta kastelu olisi mahdollisimman tasainen.

Syksyllä 1974 taimet nostettiin kylmävarastoon ja kouluttiin seuraavana keväänä seitsemänä toistona avomaalle. Syksyllä 1975 ne jälleen nostettiin kylmävarastoon, josta ne seuraavana keväänä siirrettiin kenttäkokeisiin.

Koetaimet kasvatettiin käyttäen Suonenjoen metsänviljelyn koemasella kehitettyä rauduskoivun 1M + 1A-taimilajin tuotantomenetelmää erältä osin tehostettuna. Taimien kasvuolosuhteet pyrittiin saamaan mahdollisimman tasaisiksi, jottei virhevaihtelu peittäisi eri jälkeläistöjen välillä olevia perinnöllisiä eroja. Molempina syksyinä taimien nosto lykättiin mahdollisimman myöhäiseen ajankohtaan, koska sääolot olivat sellaiset, että varsinkin eteläisten alkuperien talveentuminen oli pahasti kesken.

Taimitarhavaiheen syysääät olivat tutkimuksen kannalta varsin epäsuotuisat. Syksyn 1974 sää oli hyvin saateinen (Leikola 1976), eikä yöpakkasia ollut ennen lokakuun lopussa tapahtunutta taimien nostoa kylmävarastoon. Tosin syyskuun 11. ja 12. päivänä vuorokau-



Kuva 1 Kokeessa n:o 531 olevien proveniensiien alkuperäpaikat.

Fig. 1 Geographical origins of the provenances used in experiment No 531. *

taimitarha
seedling nursery
kenttäkokeet
field trials

Suonenjoki ■
Karjaa, Lammi,
Joutseno ●

den alin lämpötila laski äkkiä 11°C:sta 3,4 ja 2,4°C:een taimitarhan sääasemalla, jossa mittauskorkeus on kaksi metriä maanpinnasta.

Syksy 1975 oli sääsuhteiltaan edellistä syksyä "normaalimpi", vaikkakin melko lämmin. Ensimmäiset yöhallat olivat nytkin vasta lokakuun puolella, mutta syyskuun 5. päivänä vuorokauden alin lämpötila laski sääasemalla 4,8°C:een sekä vaihteli 7. .9. päivänä 5,9 ja 3,9°C:n välillä ja saattoi siis taimien tasolla laskea lähelle 0°C:ta.

Keväällä 1976 taimet vietiin maastoon metsähallituksen maille Etelä-Suomeen (kuva 1). Koe jaettiin kolmeen osakokeeseen (Karjaa, Lammi, Joutseno), joiden yhteinen pinta-ala on noin 5 ha. Kussakin osakokeessa on seitsemän toistoa ja 49 tainta ruudussa. Karjaan osakoe on OMT:ä, maalajina savimulta. Maanpinta oli laikutettu ja istutus tapahtui kourukuokalla. Lammin osakokeen metsätyyppi on MT, maalaji hiesumulta. Alue oli täysmuokattu keväällä 1975 ja istutus tehtiin kuopan keskelle. Joutsenon koe on turvemaalla, joka oli täysmuokattu ja istutus tapahtui kuoppaistutuksena.

Taimityyppiluokituksen mukaan kaikkien alkuperäryhmien koetaimet olivat kokonsa puolesta hyvin maastokelpoisia. Ne kuuluivat selvästi luokkaan IV (keskipituus yli 71 cm, minimipituus 50 cm), joten niiden edellytykset menestyä koalueilla olivat näiltä osin hyvät.

Taulukko 1. Kokeessa n:o 531 olevien jälkeläistöjen alkuperät.

Table 1. Origins of provenances used in experiment No 531.

Työ n:o Seed lot number	Alkuperä Origin	Leveys- aste, p Latitude, N	Pituus- aste, i Longitude, E	Alkuperä- ryhmä Origin group
2	U.S.S.R., Latvia, Zalenieki	56° 31'	23° 29'	I
8	U.S.S.R., Latvia, Zaunakalsnawa	56° 41'	25° 55'	
4	U.S.S.R., Latvia, Saldus	56° 42'	22° 27'	
1	U.S.S.R., Latvia, Ogre	56° 47'	24° 35'	
7	U.S.S.R., Latvia, Dursupe	57° 11'	22° 58'	II
6	U.S.S.R., Latvia, Liepa	57° 22'	25° 30'	
3	U.S.S.R., Latvia, Aluksne	57° 28'	26° 55'	
5	U.S.S.R., Latvia, Salacgriva	57° 49'	24° 21'	
9	U.S.S.R., Estonia, Viljandi	58° 20'	25° 30'	III
10	U.S.S.R., Estonia, Viljandi, Loodi	" "	" "	
11	U.S.S.R., Estonia, Viljandi	" "	" "	
13	Tuusula, Rusutjärvi, perusmetsikkö n:o 858—301	60° 28'	24° 55'	IV
15	Sääksmäki, E 2812 vapaapölytyks	61° 12'	24° 00'	
14	Joutsa, siemenkeräys- metsikkö n:o 694	61° 40'	26° 15'	
16	Punkaharju, E 1987 vapaapölytyks	61° 48'	29° 18'	

Menestymisedellytyksiä saattoi sen sijaan heikentää jo taimitarhassa toisen noston yhteydessä osassa taimia havaittu juurilahoisuus.

22. Mittaukset ja tulosten käsittely

Syksyllä 1974 ja 1975 tehtiin havainnoita lehtien keltastumisesta. Värien muuttuminen luokiteltiin seuraavasti:

- 0 = aivan vihreä
- 1 = vihreänkeltainen (vihreä väri hallitseva)
- 2 = keltaisenvihreä (keltainen väri hallitseva)
- 3 = kirkkaan keltainen
- 4 = haalistunut keltainen
- 5 = lehdet varisheet

Havainnot tehtiin syksyllä 1974 toistoittain ja ruuduttain viiden päivän välein ruutukeskiarvoina silmävaraisesti arvioiden. Havainnot aloitettiin, kun vihreä väri ensimmäisessä ruudussa alkoi muuttua. Syksyllä 1975 havainnot tehtiin taimikohtaisena 20 taimen otoksena jokaisesta koeruidusta.

Molempina havainnointivuosina alkoi väri ensimmäisessä koe-erässä muuttua samaan aikaan, joten havaintojen teko myös aloitettiin samana päivänä, 12. syyskuuta. Huomattakoon, että lämpösummissa oli tällöin lähes 90 d.d.-yksikön ero: 1 075 d.d.:tä vuonna 1974 ja

1 162 d.d:tä vuonna 1975. Lämpösomma (jonka yksikkö on d.d. = degree day eli aste-päivä) lasketaan $+5^{\circ}\text{C}$ ylittävien vuorokautisten keskilämpötilojen summana.

Syksyllä 1974 värihavaintoja jatkettiin taimien nostoon 25. 10. saakka, jolloin viimeinen havaintopäivä oli 22. 10. Seuraavana syksynä viimeiset havainnot tehtiin 17. 10. Tulosten käsittelyssä värinmuutosta eri alkuperäryhmissä tarkasteltiin lämpösomman ja päivänpituuden funktiona sekä estimoitiin sen riippuvuus alkuperän leveysasteesta.

Taimien pituus mitattiin cm:n tarkkuudella taimitarhassa syksyllä 1975 toisen kasvukauden jälkeen. Koe-ruuduista mitattiin joka kolmas taimi. Pituuden vaihtelua tutkittiin varianssianalyysillä ja testattiin pituuden jakautuman normaalisuus. T-testillä tutkittiin, erosiiko eri alkuperien pituus merkitsevästi kokeen keskiarvosta

ja Tukeyn testillä pisimpien ja lyhimpien alkuperien välisiä eroja. Myös taimien pituuskasvun ja alkuperän leveysasteen sekä pituuskasvun ja lehtien kellastumisen riippuvuus estimoitiin. Eri alkuperäryhmien pituuskeskiarvojen välillä todettiin varianssianalyysissä merkitseviä eroja ja niitä testattiin Student-Newman-Keuls -testillä (M ä k i n e n 1974).

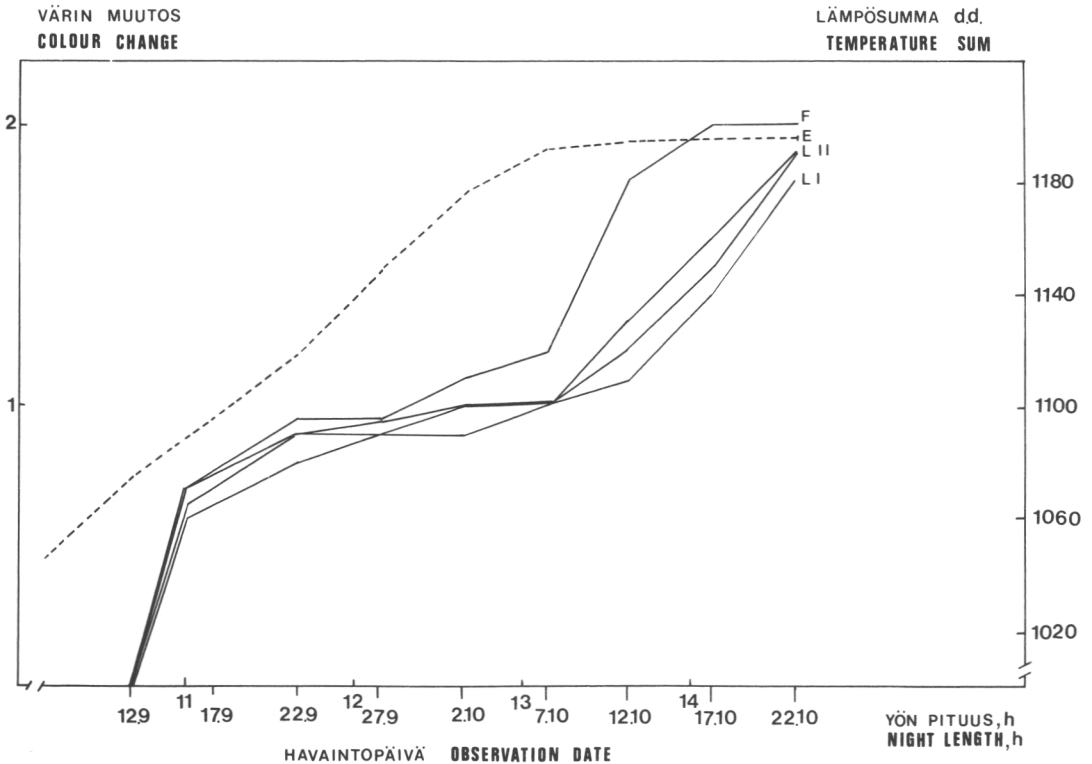
Syksyllä 1976 inventoitiin kenttäkokeisiin istutettujen taimien elävyys. Eri osakokeet käytiin silloin läpi kokonaisuudessaan. Inventointi toistettiin seuraavana syksynä otantana yleisen tuhoinventoinnin yhteydessä. Mahdollisuuksien mukaan määritettiin, mistä tuho johtui. Eri alkuperäryhmien elävyyseroja testattiin prosenttilukuja vastaavia todellisia lukumääriä käyttäen χ^2 -nelikenttätestillä.

3. TULOKSET

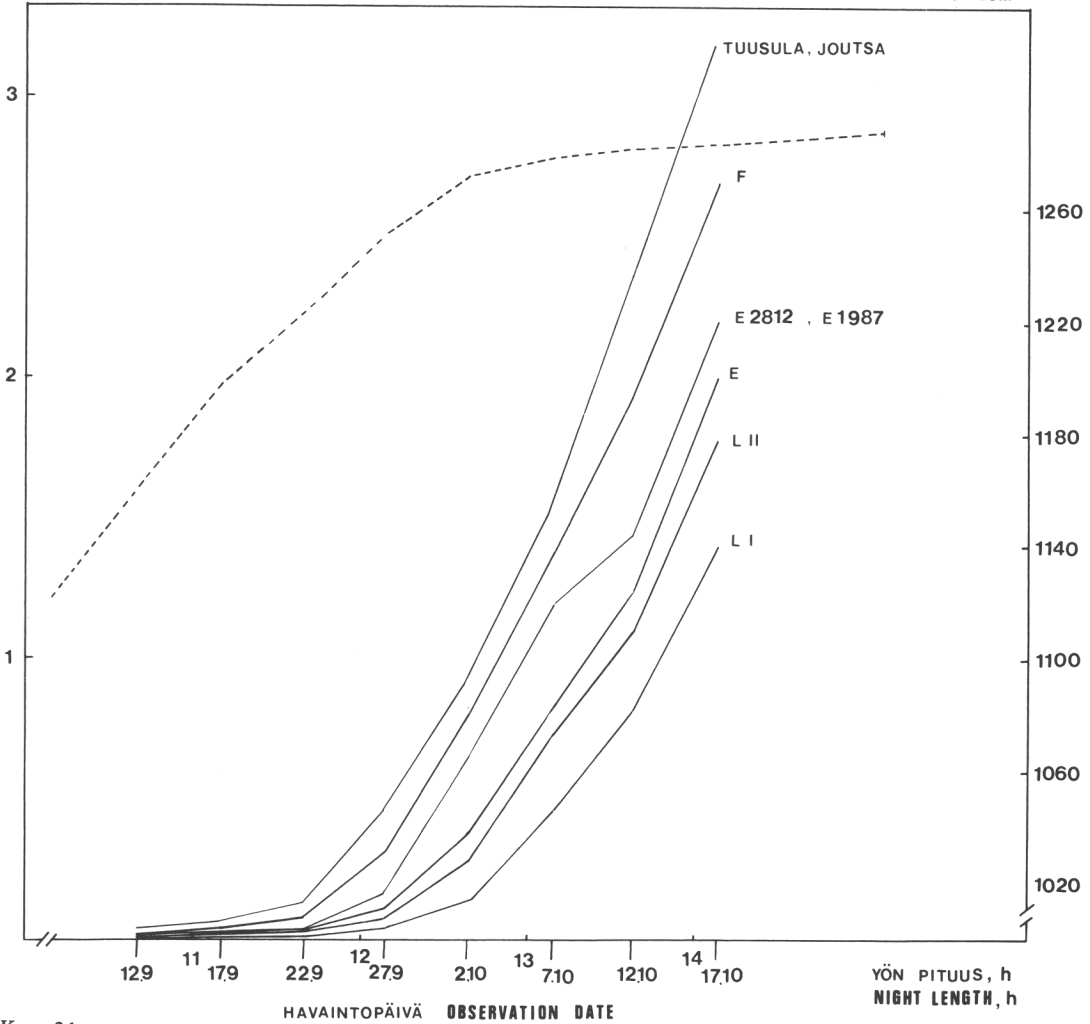
31. Lehtien kellastuminen

Syksyllä 1974 jäivät eri alkuperien lehtien värierot vähäisiksi ja epämääräisiksi. Viimeiset havaintokerrat olivat kuitenkin jossain määrin suuntaa-antavia (kuva 2a). Syk-

syllä 1975 olivat erot selväpiirteisemmät (kuva 2b). On kuitenkin huomattava, että tällöin taimikohtaisesti tehdyt havainnot saattavat antaa tarkemman tuloksen kuin edellisen vuoden ruutukeskiarvojen perusteella tehdyt havainnot.



Kuva 2 a.



Kuva 2 b.



Kuva 2
Fig. 2

Lehtivärin muuttuminen kokeessa n:o 531 syksyllä 1974 (a) ja 1975 (b).
Change in leaf colour in experiment No 531 in autumn 1974 (a) and 1975 (b).

- L I = leveysasteiden $56^{\circ} 31'$ p ja $56^{\circ} 47'$ p väliltä olevien latvialaisten alkuperien ryhmä, n = 4
the group of Latvian origins from between the latitudes $56^{\circ} 31' N$ and $56^{\circ} 47' N$
- L II = leveysasteiden $57^{\circ} 11'$ p ja $57^{\circ} 49'$ p väliltä olevien latvialaisten alkuperien ryhmä, n = 4
the group of Latvian origins from between the latitudes $57^{\circ} 11' N$ ja $57^{\circ} 49' N$
- E = leveysasteelta $58^{\circ} 20'$ p olevien eestiläisten alkuperien ryhmä, n = 3
the group of Estonian origins from the latitude $58^{\circ} 20' N$
- F = leveysasteiden $60^{\circ} 28'$ p ja $61^{\circ} 48'$ p väliltä olevien suomalaisten alkuperien ryhmä, n = 4
the group of Finnish origins from between the latitudes $60^{\circ} 28' N$ and $61^{\circ} 48' N$

— yön pituus = 24 tuntia — auringon nousun ja laskun välinen aika; ei ota huomioon aamu- ja ilta-hämärää
night length = 24 hours — time between sunrise and sunset; dusk and dawn not taken into account

— — = lämpösummakäyrä
temperature sum curve

Koko havainnointijakson syksyllä 1975 olivat Tuusulan ja Joutsan metsikköalkuperät eestiläisiä ja latvialaisia alkuperiä edellä lehtien kellastumisessa, kun taas Sääksmäen pluspuun n:o E 2812 ja Punkaharjun n:o E 1987 vapaapölyty jälkeläiset noudattivat likimain samaa kehitystä kuin eestiläiset ja erät latvialaiset alkuperät (kuva 2b). Tämä viitanee siihen, että edellä mainitut suomalaiset pluspuujälkeläiset edustivat myöhään syksyllä kellastuvaa puutyppiä.

Eteläisimmät latvialaiset alkuperät pysyvät odotetusti kauimmin vihreinä ja näissä kasvustoissa oli vihreä väri hallitseva vielä viimeiselläkin havaintokerralla 17. 10., jolloin Tuusulan ja Joutsan metsikköalkuperät olivat kirkkaankeltaisia tai jo haalistumassa.

Lehtien kellastuminen osoitti molempina syksyinä eri alkuperissä selvähköä leveysasteen mukaista trendiä. Tästä riippuvuudesta saatiin seuraavat korrelaatiokertoimet:

Alkuperän leveysaste	Kaikkien havaintokertojen väri, \bar{x}		Viimeisen havaintokerran väri	
	1974	1975	1974	1975
	0,82 ***	0,83 ***	0,56 *	0,83 ***

32. Taimien pituuskasvu

Taimien pituudesta taimitarhalla toisen kasvukauden jälkeen saatiin seuraavat tulokset:

- kokeen keskiarvo $92,3 \pm 4,6$ cm
- vaihteluväli 78,9—101,6 cm
- pisin alkuperä 28,8 % lyhintä alkuperää pitempi
- pisin alkuperä 10,1 % kokeen keskiarvoa pitempi
- lyhin alkuperä 14,5 % kokeen keskiarvoa lyhyempi

Vain lyhimmän alkuperän pituus erosi t-testissä merkitsevästi kokeen keskiarvosta. Varianssianalysissä saatiin kuitenkin tilas-

tollisesti erittäin merkitsevät erot sekä alkuperien että toistojen välille (taulukko 2). Tukeyn testissä saatiin merkitsevä ero neljän pisimmän ja neljän lyhimmän alkuperän välille. Edelliset olivat latvialaisia ja jälkimmäiset kokeet kotimaisia alkuperiä.

Eri alkuperien pituuskasvu, kuten lehtien kellastuminenkin, oli selvästi riippuvainen alkuperän leveysasteesta. Taimien pituuden ja alkuperän leveysasteen väliseksi korrelaatiokertoimeksi saatiin $-0,85^{***}$. Myös pituuskasvun ja lehtien kellastumisen välillä oli negatiivinen korrelaatio, kuten oli odotettavissakin:

	Kaikkien havaintokertojen väri, \bar{x}	Viimeisen havaintokerran väri
Taimien pituus	$-0,43$	$-0,63^*$

Eri alkuperäryhmien taimien keskipituuDET olivat:

— etelälatvialaiset	$99,4 \pm 2,5$ cm	} } } }
— pohjoislatvialaiset	$93,4 \pm 3,6$ "	
— eestiläiset	$91,5 \pm 2,5$ "	
— suomalaiset	$84,5 \pm 3,8$ "	

} = Student-Newman-Keuls testissä merkitsevä ero

Varianssianalyysi osoitti alkuperäryhmien välillä olevan merkitseviä eroja (taulukko 3). Eteläisten ryhmien taimet kasvoivat suomalaisia merkitsevästi paremmin. Lisäksi etelälatvialaista alkuperää olevien taimien pituus erosi merkitsevästi eestiläisten taimien pituudesta.

Balttilaista alkuperää edustaneet rauduskoivut pysyivät leutojen syysäiden vallitessa taimitarhassa kauemmin vihreinä kuin suomalaiset alkuperät ja kasvoivat niitä paremmin.

Taulukko 2. Varianssianalyysi ruutukeskiarvoilla. Taimien pituus.
Table 2. Analysis of variance on plot means. Seedling height.

Vaihtelun lähde Source of Variation	Neliösumma Sum of Squares	Vapausasteet Degrees of Freedom	Keskineliö Mean Square	F
Alkuperien välinen Between the origins	39,65	14	2,83	13,46 ***
Toistojen välinen Between the blocks	12,46	6	2,08	9,87 ***
Virhevaihtelu Error	17,47	83	0,21	
Kokonaisvaihtelu Total	69,57			

Taulukko 3. Varianssianalyysi alkuperäryhmillä. Taimien pituus.
Table 3. Analysis of variance on origin groups. Seedling height.

Vaihtelun lähde Source of Variation	Neliösumma Sum of Squares	Vapausasteet Degrees of Freedom	Keskineliö Mean Square	F
Ryhmien välinen Between the groups	452,71	3	150,90	12,45 ***
Ryhmien sisäinen Within the groups	133,28	11	12,12	
Kokonaisvaihtelu Total	585,99			

33. Elävyys

Taimien elävyyden inventointi kenttäkoikeissa muutti kuitenkin käsitystä balttilaisten rauduskoivualkuperien paremmuudesta suomalaisiin verrattuna. Taulukkoon 4 on koottu inventointien tulokset elävyydsprosentteina. Pareittaisessa χ^2 -nelikenttävertailussa kaikki muut ryhmät kolmessa eri osakokeessa erosivat merkitsevästi toisistaan paitsi eestiläiset ja latvialaiset vuoden 1977 inventoinnissa Karjaan ja Joutsenon osakokeissa. Kotimaiset erät olivat kuitenkin kaikissa tapauksissa pysyneet merkitsevästi paremmin hengissä kuin balttilaiset, vaikka niissäkin kuolleisuus toisessa inventoinnissa vaihteli huomattavasti eri osakokeissa. Ensimmäisessä inventoinnissa olivat taimet yleensä melko hyvin elossa, mutta toisena kenttäkoevuotena tapahtunut elävyyden putoaminen oli kotimaisissakin alkuperissä tuntuva, balttilaisissa suorastaan koealuesmainen.

Alkukesällä 1977 koealueilla käytäessä havaittiin runsaasti kuolleita ja huonokuntoisia taimia, joiden latvat olivat kuivuneet ja joiden kuoreissa, rungossa sekä oksissa oli

koroja ja laikkuja. Tällaisia kuolleita ja huonokuntoisia taimia oli selvästi eniten balttilaisia alkuperiä edustaneissa koeruuduissa. Usein näiden ruutujen kaikki taimet olivat kuolleet, kun sen sijaan viereisen ruudun kotimaista alkuperää olevat taimet olivat kaikki elossa.

Hirvet, jänikset ja myyrät olivat vahingoittaneet taimia kaikissa osakokeissa, pahiten Karjaalla. Niiden tuho keskittyi pääasiassa elinvoimaisina säilyneisiin suomalaisiin alkuperiin.

Syksyn 1977 inventoinnin mukaan oli eri osakokeissa keskimäärin 50 % eestiläisten ja 60 % latvialaisten alkuperien taimista kuollut kahden ensimmäisen kenttävuoden kuluessa. Samaan aikaan kotimaista alkuperää olevista taimista oli kuollut vain noin 30 %. Vaihtelu eri osakokeiden välillä oli kuitenkin huomattava. Karjaan kokeessa oli taimia jo ensimmäisen inventoinnin mukaan kuollut kaikista alkuperistä enemmän kuin Lammin ja Joutsenon kokeissa ja toisena vuonna ero tuli yhä selvemäksi. Ainakin osittain tämän eron selittänee eläintuhojen suurempi osuus Karjaan kokeessa.

Taulukko 4. Taimien elävyydsprosentit kokeen n:o 531 eri osakokeissa syksyllä 1976 ja 1977.

Table 4. Survival rates of seedlings in different sub-trials of experiment No 531 in autumn 1976 and 1977.

Osakoe Sub-trial	I Suomalaiset Finnish		II Eestiläiset Estonian		III Latvialaiset Latvian	
	-76	-77	-76	-77	-76	-77
1 Karjaa	91,6 ± 2,1	42,0 ± 9,0	79,9 ± 6,0	25,8 ± 1,2	67,5 ± 11,3	26,5 ± 23,4
2 Lammi	96,9 ± 1,4	77,6 ± 16,4	93,8 ± 2,6	67,4 ± 20,2	86,5 ± 10,0	43,3 ± 21,9
3 Joutseno	93,8 ± 0,7	85,4 ± 7,4	86,3 ± 5,9	59,6 ± 13,9	69,6 ± 13,8	49,0 ± 12,8
\bar{x}	94,1 ± 1,4	68,3 ± 10,9	86,7 ± 4,8	50,9 ± 11,8	74,5 ± 11,7	39,6 ± 19,4
	χ^2 1976		χ^2 1977			
	I—II	I—III II—III	I—II	I—III II—III		
1 Karjaa	90,9***	356,5*** 58,4***	69,9***	98,6*** 1,4		
2 Lammi	16,4***	134,5*** 27,2***	4,9*	63,6*** 11,6***		
3 Joutseno	53,3***	274,8*** 47,3***	56,3***	66,0*** 1,1		
\bar{x}	181,8***	709,4*** 91,3***	117,5***	254,1*** 2,5		
					χ^2 df = 1	
					0.05 = 3,84	
					0.01 = 6,63	
					0.001 = 10,83	

4. TULOSTEN TARKASTELU

Lehtien syyskellastumisessa ilmenevistä eroista voitiin tehdä suuntaa-antavia johtopäätöksiä taimien alkuperästä jo taimitarhavaiheessa. Tässä tutkimuksessa saatiin, epäsuotuisista sääsuhteista huolimatta, sitä yleistä käsitystä tukeva tulos, että eteläiset alkuperät pohjoisempana viljeltyinä säilyttivät pitkään jatkuvan kasvunsa ja pysyivät kauemmin vihreinä. Toisena, ”normaalimpana” syksynä lehtien kellastuminen korreloi selvästi alkuperän leveysasteen kanssa: kun kotimaiset metsikköalkuperät ($\sim 61^\circ$ p) olivat taimia lokakuun lopulla nostettaessa täysin kellastuneet ja jo osittain haalistumassa sekä eestiläiset alkuperät ($\sim 58^\circ$ p) kellanvihreitä, hallitsi useimpia latvialaisia alkuperiä ($\sim 56..57^\circ$ p) vielä vihreä väri (kuva 2b). Merkilläpantavaa on, että kotimaisista metsikköalkuperistä poiketen kotimaiset pluspuujälkeläiset noudattivat likimain samaa kehitystä kuin eestiläiset ja eräät latvialaiset alkuperät.

Ruotsissa Johnson (1976) totesi lehtien kellastuvan ja putoavan, viljelypaikasta riippumatta, sitä aikaisemmin mitä pohjoisempi rauduskoivualkuperä oli kyseessä. Hän teki havainnot yksi- ja viisivuotuisista taimista käyttäen myös kuusiluokkaista väriasteikkoa, jossa luokkien määrittelyt kuitenkin hieman poikkesivat tässä tutkimuksessa käytetyistä.

Lehtien kellastuminen ensimmäisessä erässä alkoi käsillä olevassa tutkimuksessa molempina havainnointivuosina 12. syyskuuta. Tällöin lämpösummissa oli lähes 90 d.d.-yksikön ero. Lämpösummakertymä sellaisenaan ei siis näytä vaikuttavan kellastumisen ja siten talveentumisen käynnistymiseen, vaikka lämpötilalla on todettu olevan keskeinen merkitys tässä talvihorrokseen johtavassa tapahtumassa yhdessä päivänpituuden kanssa (Vince - Prue 1975).

Sarvaksen (1972 ja 1974) raudus- ja hieskoivututkimusten mukaan syksyn ensimmäisillä alhaisilla lämpötiloilla on talveentumisen liikkeellelähtöä indusoiva tai ainakin kiihdyttävä vaikutus, jopa $+4^\circ\text{C}$:n

lämpötila osoittautui tehokkaaksi lehtien varisemisen kannalta. Håbjørg (1972b) arvelee $+8..10^\circ\text{C}$:n yölämpötilan olevan pohjoisilla ekotyypeillä jonkinlaisen kynnsyksen arvon, jonka alapuolella ei valon voimakkuuden keinollinen lisääminenkään estä kasvun päättymistä. Myös käsillä olevan tutkimuksen tuloksista löytyy viitteitä alhaisten lämpötilojen vaikutuksesta: edelsihän molempina tutkimussyksyinä muutama kylmä yö (noin $+2,5..4^\circ\text{C}$ kahden metrin korkeudella maanpinnasta) lehtien kellastumisen alkamista ensimmäisissä koe-erissä.

Wareingin (1954) kokeellisten tutkimusten mukaan lämpötila on talveentumisessa päivänpituutta voimakkaampi tekijä. Lehdet pysyivät hieskoivussa lyhyen päivän olosuhteissa, jos lämpötila ei päässyt laskemaan. Edelleen lämpötilan keinollinen kohottaminen viivästytti dormansin puhkeamista lyhyen päivän olosuhteissa useita viikkoja (Wareing & Black 1958).

Wangin ja Perryn (1958) mukaan päivänpituus on päätekijä kasvun loppumisen ja dormansin alkamisen kontrollissa koivulajeilla. Samaan viittaa myös Clausenin (1968) havainto amerikkalaisesta keltakoivusta, *Betula alleghaniensis* Britt., että kasvun päättymisajankohdan maantieteellinen vaihtelu on kliinalista, vähittäistä, ilman jyrkkiä rajoja eri rotujen välillä yhtenäisen kasvualueen sisällä. Vincen Pruen (1975) mukaan taas päivänpituuden vaikutus talveentumisen liikkeellelähtöön vaihtelee usein ekotyypin mukaan lajeilla, joilla on laaja levinneisyysalue.

Hieskoivulla totesi Håbjørg (1972a), että kriittinen päivänpituus kasvoi alkupeuran leveysasteen kasvaessa samoin kuin noustaessa korkeammalle merenpinnasta: hyvin pohjoinen Altan ($70^\circ 15'$ p) populaatio lähti talveentumaan jopa yli 20 tunnin päivänpituudessa, eteläisemmät Trondheimin ($63^\circ 15'$ p) ja Århusin ($56^\circ 20'$ p) ekotyypit vastaavasti 16..18 ja 14..16 tunnin päivänpituudessa. Vastaavasti korkealla merenpinnasta olevilla ekotyypeillä oli pitkä kriittinen

päivänpituus, alempana kasvavilla lyhyempi. Myöhemmin osoittautui lisäksi, että useilla samalta alueelta peräisin olevilla eri puula-jeilla oli \pm sama kriittinen päivänpituus (Håbjørg 1977). Johansson (1976) arvelee kasvun päättymiselle kriittisen yön-pituuden olevan Etelä-Ruotsissa ($\sim 56^\circ$ p) noin 11 tuntia, Norrlannissa ($\sim 63. .64^\circ$ p) noin 7 tuntia.

Käsillä olevassa tutkimuksessa alkoi lehtien kellastuminen, kun yön pituus oli 10. .11 tuntia (kuva 2). Eroja kellastumisen käynnistymisessä ei eri alkuperien (joiden leveysaste siis vaihteli $56^\circ 31' . .61^\circ 48' p$) välillä juuri ollut eikä suuremmiten myöskään sen etenemisessä sateisena syksynä 1974. Tuntuukin siltä, että mahdolliset ekotyypistä johtuvat erot päivänpituuteen reagoinnissa modifioituvat lämpötilan vaihtelun myötä ja että lämpötilan käymisellä alhaisissa luke-missa lähellä 0°C :ta on ratkaiseva merkitys talveentumisen käynnistymisessä. Kysymys siitä, onko tässä suhteessa olemassa tiettyjä lämpötilakynnyksiä ja kuinka kauan lämpötilan on oltava tällaisen kynnyksiarvon alapuo-lella vaikuttaakseen, kaipa lisäselvitystä.

Talveentumisen fotoperiodinen kontrolli on hormonaalista. Esimerkiksi hieskoivulla on Kawase (1961 ja 1966) todennut kasvu-estävän aktiviteetin lisääntyvän silmuissa dormansin alkaessa. Erilaisten kasvuun ja dormansiin indusoivasti/inhiboivasti vaikuttavien hormonien tasapainosuhteet ovatkin talveentumisessa ratkaisevia. Niitä on kuitenkin hyvin vaikea tutkia, koska hormonien absoluuttiset määrät kasveissa ovat hyvin pieniä ja niiden kvantitatiiviset määritysmenetelmät vasta kehitteillä. Siksi myös päivänpituuden ja lämpötilan osavaikutusten erittely talveentumistapahtumassa on hankalaa.

Pituuskasvussa todettiin käsillä olevassa tutkimuksessa tilastollisesti merkitseviä eroja vain muutaman yksittäisen jälkeläistön välillä. Sen sijaan alkuperäryhmien väliset pituuserot olivat merkitseviä lukuunotta-matta pohjoislatvialaisten taimien pituuden eroa etelälatvialaisista ja eestiläisistä.

Håbjørg (1977) on rauduskoivulla todennut, että kasvun päättymisen nopeinta pohjoisilla ekotyypeillä: niille riittää jo 3. .4 "lyhyttä" päivää, kun eteläisillä ekotyypeillä siihen saattaa kulua 3. .4 viikkoa. Toisaalta amerikkalaisella keltakoivulla (*Betula alleghaniensis*) on kaksi- ja kolmevuotiaiden

taimien pituuden todettu taimitarhassa vaihtelevan alkuperän leveysasteesta riippumatta (Clausen & Garrett 1969, Clausen 1973).

Eteläisten balttilaisten alkuperien syksyllä pitempään jatkunut kasvu, varsinkin kun lämpötila pysyi mittaussyksyinä poikkeuksellisen pitkään korkeana, lisäsi käsillä olevassa tutkimuksessa taimien pituutta, mutta altisti ne samalla erilaisille tuhoille talveentumisen ollessa pahasti kesken taimien noston aikana. Suonenjoen taimitarhaa ($62^\circ 40' p$) on muutenkin pidettävä liian pohjoisena kasvatuspaikkana balttilaista alkuperää ($\sim 56. .58^\circ p$) oleville taimille.

Taimien elävyyden inventointi kahden ensimmäisen kenttäkokeikauden jälkeen toi selvästi ilmi balttilaisten rauduskoivu-alkuperien sopimattomuuden metsänviljelyyn meillä. Niiden syksyllä pitkään jatkuvan kasvun vuoksi talveentuminen jää kesken, mikä heikentää taimia fysiologisesti ja altistaa ne erilaisille tuhoille, mm. sienille. Sienisaastun-taan viittasi osassa taimia taimitarhalla toisen noston yhteydessä havaittu juurilahoisuus sekä kenttäkokeissa taimien rungoissa ja oksissa todetut korot ja laikut. Latvojen kuivuminen, jota inventoinneissa havaittiin hyvin runsaasti ja etenkin juuri balttilaista alkuperää olevissa koeruuduissa, saattaa puolestaan ilmentää sitä, että taimet taimitarhalla kylmävarastoon nostettaessa olivat heikosti talveentuneita. Myös huono talvenkestävyys kentällä on voinut aiheuttaa tai ainakin lisätä balttilaista alkuperää olevien taimien kuolemista. Joka tapauksessa niitä kuoli merkitsevästi enemmän kuin kotimaisia taimia.

Raulo (1976) on todennut, että vaikka kasvu- ja kestävyyserot etelä- ja keskisuomalaisten rauduskoivu-alkuperien välillä eivät ole tulleet esiin Etelä- ja Keski-Suomessa viljeltyinä, ne ilmenevät Pohjois-Suomessa, rauduskoivun luontaisen levinneisyysalueen pohjoispuolella Turun yliopiston Kevon tutkimusasemalla tehdyssä kokeessa. Tähän tulokseen voidaan rinnastaa käsillä olevassa tutkimuksessa saatu tulos balttilaisten ja kotimaisten alkuperien kestävyyseroista Etelä- ja Keski-Suomessa. Myös Johanssonin (1976) mukaan alkuperän leveysasteen vaikutus tulee selvästi esiin vain alkuperissä, jotka ovat viljelyalueeseen nähden peräisin hyvin etäältä. Tämä koskee erityisesti nuoruusvaiheen pituuskasvu. Käsillä olevassa

tutkimuksessa saatiin tästäkin viitteitä.

Myös H å b j ø r g i n (1977) havainto, että päivänpituus vaikuttaa voimakkaasti kuiva-ainetuotukseen ja että se on optimaalinen päivänpituudessa, joka on \pm sama kuin alkuperäalueen päivänpituus, puhuu tuhoriskin ohella eteläisten koivualkuperien pitkälle pohjoiseen siirtoa vastaan.

Vielä on huomattava, että nimenomaan koivun jalostuksessa on tekninen laatu kasvun ohella ratkaisevan tärkeä. Sen suhteen voidaan alustavaa valintaa tehdä jo taimitarhassa (R a u l o 1969), mutta vasta vähintään 2...5 metrin pituuden saavuttaneista kenttäkokeista voidaan tehdä käytännön kannalta merkittäviä teknistä laatua koskevia päätelmiä.

Kenttäkoeinventoinneista kävi selvästi ilmi myös koivunviljelyä uhkaavien eläintuhojen vakavuus. Taimia syövien ja vaurioittavien eläinten (hirvi, jänis, myyrä) pitämiseen pois koeviljelyksiltä on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota, muuten jälkeläistöjen

välisen paremmuuden selvittely käy mahdottomaksi etenkin aitaamattomissa kenttäkokeissa. Käytännön koivunviljelyä silmällä pitäen eläintuhojen torjunnan tehostaminen on välttämätöntä, jotta jalostetun materiaalin hyöty pääsisi oikeuksiinsa.

Vaikka tutkimuksessa saatiin kielteinen tulos balttilaista alkuperää olevien rauduskoivujen kelpoisuudesta metsänviljelyyn Suomessa, on vastaavanlaisia kokeita syytä jatkaa. Jatkossa tulisivat pyrkiä siihen, että heti alussa taimitarhalla sopivin teknisin järjestelyin voitaisiin entistä tarkemmin päästä analysoimaan eri alkuperien reagoitua tärkeimpiin ekologisiin kasvutekijöihin, lämpötilaan ja päivänpituuteen. Lisäksi olisi tarpeen ottaa ohjelmaan myös Suomi x Balttia- ja ehkä myös Suomi x pohjoinen Keski-Eurooppa -risteytykset tarkoituksena päästä tutkimaan, olisiko näistä provenienssihybrideistä löydettävissä kasvun ja kestävyuden suhteen edullisia risteytysyhdistelmiä.

5. KIRJALLISUUTTA

- CLAUSEN, K., 1968. Variation in height growth and growth cessation of 55 yellow birch seed sources. 8th Lake States Forest Tree Improv. Conf. Proc. 1967: 1. . .4.
- 1973. Genetics of yellow birch. USDA For. Serv. Res. Pap. WO-18: 1. . .28.
- & GARRETT, P., 1969. Progress in birch genetics and tree improvement. In Birch Symp. Proc.: 86. . .94. USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn., Upper Darby, Pa.
- HÄBJØRG, A., 1972a. Effects of photoperiod and temperature on growth and development of three latitudinal and three altitudinal populations of *Betula pubescens*. Ehrh. Meld. Norg. Landbr.-høgsk. 51 (2): 1. . .27.
- 1972b. Effects of light quality, light intensity and night temperature on growth and development of three latitudinal populations of *Betula pubescens* Ehrh. Meld. Norg. Lantbr.-høgsk. 51 (26): 1. . .17.
- 1977. Virkninger av daglengde, lysstyrke, lyskvalitet og temperatur på skuddvekst hos skandinaviske lauvtraer. Abstract: Effects of photoperiod, light intensity, light quality and temperature on shoot elongation of Scandinavian trees. Skogshøgsk. Instn. Skogsgenet. Rapp. Uppsats. Nr. 27.1977: 58. . .66.
- JOHANSSON, H., 1976. Syd- och nordförflyttning av björkprovenienser. Summary: South- and North dislocation of birch provenances. Föreningen Skogs-trädsförädling. Inst. för skogsförbättring. Årsbok 1976: 48. . .61.
- KAWASE, M., 1961. Growth substances related to dormancy in *Betula*. Proc. Am. Soc. hort. Sci., 78: 532. . .544.
- 1966. Growth inhibiting substance and bud dormancy in woody plants. Proc. Am. Soc. hort. Sci., 89: 752. . .757.
- KOSKI, V. & RAULO, J., 1972. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeesaman tiedonantoja 6: 1. . .9.
- LEIKOLA, M., 1976. Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla. Summary: Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery. Folia For. 288: 1. . .18.
- MÄKINEN, Y., 1974. Tilastotiedettä biologeille. Sy-napsi ry:n kurssimoniste. Turku 306 s.
- RAULO, J., 1969. Koivun rodunjalostuksesta. Puumies 15: 57—59.
- 1976. Development of *Betula pendula* Roth progenies in northern Lapland. Seloste: Rauduskoivujälkeläistöjen kehitys Pohjois-Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn. 88(4):1. . .19.
- & KOSKI, V., 1975. Erialaisten rauduskoivujälkeläistöjen pituuskasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: Height growth of different progenies of *Betula verrucosa* Ehrh. in South and Middle Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84 (7): 1. . .30.
- & KOSKI, V., 1977. Growth of *Betula pendula* Roth progenies in southern and central Finland. Seloste: Rauduskoivujälkeläistöjen kasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 90 (5): 1. . .38.
- SARVAS, R., 1972. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. Active period. Seloste: Tutkimuksia metsäpuiden kehityksen vuotuisesta sykluksesta. Aktiivi periodi. Commun. Inst. For. Fenn. 76 (3): 1. . .110.
- 1974. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. II Autumn dormancy and winter dormancy. Seloste: Tutkimuksia metsäpuiden kehityksen vuotuisesta syklistä. Syys- ja talvihorros. Commun. Inst. For. Fenn. 84 (1): 1. . .101.
- VINCE-PRUE, D., 1975. Photoperiodism in Plants 444p. Maidenhead Mc Graw-Hill Book Co. Ltd.
- WANG, Chi-Wu & PERRY, T., 1958. The ecotypic variation of dormancy, chilling requirement and photoperiod response in *Betula* species. 10th Int. Congr. Genet., Montreal, Proc. 2: 307.
- WAREING, P.F., 1954. Growth studies in woody species VI The locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. Physiologia Pl. 7: 261. . .277.
- & BLACK, M., 1958. Photoperiodism in seeds and seedlings of woody species. In K. V. Thimann. (ed). The physiology of forest trees. New York. The Ronald Press Co. 539. . .553.

SUMMARY

INITIAL DEVELOPMENT OF DIFFERENT *BETULA PENDULA* ROTH PROVENANCES IN THE SEEDLING NURSERY AND IN FIELD TRIALS

The growth and development of different *Betula pendula* Roth (syn. *B. verrucosa* Ehrh.) provenances in the seedling nursery and their success in field trials during the first years of growth (1974...77) are examined in the study. The study material consists of 15 provenances collected from between latitudes 56° 31' N and 61° 48' N, i.e. from Latvia U.S.S.R. to Central Finland (Fig. 1 and Table 1). The seedlings were grown at Suonenjoki Forestation Experimental Station (62° 40' N). The field trials were established as three sub-trials in South Finland.

The seedlings were kept for the first growing season in a summer plastic greenhouse at the seedling nursery and transferred to a cold store in the autumn. They were schooled the following spring in the open. The seedlings were again transferred to the cold store in the autumn and then planted out at the field trials in spring 1976.

Yellowing of the leaves was estimated each autumn at the seedling nursery using a six-class colour scale. Seedling height, however, was not measured until the end of the second growing season in autumn 1975. The condition of all the planted seedlings was inventoried in autumn 1976 and of a sampling only in autumn 1977.

The main results of the study are as follows:

- Statistically significant correlation was found between the degree of leaf yellowing and the origin of the seedlings (0.56*...0.83*), although the weather conditions prevailing in both autumns were rather unfavourable for the observation of autumn yellowing: rainy and warm, night frosts did not occur until the end of October when the seedlings were being lifted. While the Finnish origins (~ 61° N) had turned completely yellow and had already started to lose their colour in autumn 1975, the Estonian (~ 58° N) ones were greenish-yellow and the Latvian (~ 56...57° N) origins still retained their green colour (Fig. 2b). The two Finnish plus tree progenies included in the trials followed a rather similar trend to the Estonian and some of the Latvian origins. The differences in yellowing between different origins were compared with their reaction to temperature and daylength. The results indicated that temperature is important for the onset of overwintering, especially low temperatures close to 0 °C, and that the effect of such low temperatures is more important than that of day length.
- The mean height of the seedlings at the end of two growing seasons in the seedling nursery was 92.3 cm and the means for the different origin groups were

as follows:

I = southern Latvian	99.4 cm
II = northern Latvian	93.4 "
III = Estonian	91.5 "
IV = Finnish	84.5 "

The dependance between height and latitude of the origins was rather linear: the more southern the latitude, the greater the height of the seedlings. The correlation coefficient was -0.85^{***} and the coefficient of determination correspondingly 72 %. Seedling height and leaf yellowing were, as expected, negatively correlated, -0.43 and -0.63^*

- Inventory of the condition of the seedlings during the first two growing seasons in the field showed that the Finnish origins had survived considerably better than the origins from the Baltic area (Table 4). A little less than 50 % (26...67 %) of the Latvian and Estonian seedlings were still alive at the time of the second inventory in autumn 1977. The corresponding survival rate of the Finnish seedlings was 70 % (42...85 %). The mortality rate varied very much in the different sub-trials and the deviation from the sub-trial means was large, for the Finnish ones on average about 13 % and for the Baltic ones about 18 %.

The main reason for the high mortality rate of the Baltic origins may be due to the fact that both times when the seedlings were transferred to the cold store at the end of October the leaves of the origins from Latvia and Estonia were still rather green. Thus the process of hardening was badly interrupted and they became weakened physiologically with the result that they were more susceptible to different types of damaging agent, for instance, fungi. Poor winter resistance under field conditions may also have caused or increased the mortality rate.

- The surviving seedlings of Finnish origin had been badly damaged in the different sub-trials by elk, hares and voles, and in some cases killed-off.

According to the results of this study, *Betula pendula* origins from the Baltic area are badly suited to cultivation under Finnish conditions. However, more trials are needed to test the suitability of foreign origins and hybrids of foreign and native origins.

The study also clearly indicates that control of animal damage should be made more effective if birch cultivation is to succeed and benefit to be gained from the bred material used in birch cultivation.

ODC 232.12:176.1 *Betula pendula*
ISBN 951-40-0373-X
ISSN 0015-5543

VELLING, P. 1979. Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth (syn. *B. verrucosa* Ehrh.) provenances in the seedling nursery and in field trials. *Folia For.* 379: 1—14.

The suitability of utilizing *Betula pendula* Roth originating from the Baltic area of U.S.S.R. in forestation work in Finland is examined in this study. The seedlings of seed lots from the Baltic countries, Estonia and Latvia, were still green in late autumn and grew longer in the seedling nursery than the Finnish origins. However, significantly more of them died during the first two years in the field trials. This shows that they are badly suited for forestation purposes under climatic conditions prevailing in Finland.

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

ODC 232.12:176.1 *Betula pendula*
ISBN 951-40-0373-X
ISSN 0015-5543

VELLING, P. 1979. Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth (syn. *B. verrucosa* Ehrh.) provenances in the seedling nursery and in field trials. *Folia For.* 379: 1—14.

The suitability of utilizing *Betula pendula* Roth originating from the Baltic area of U.S.S.R. in forestation work in Finland is examined in this study. The seedlings of seed lots from the Baltic countries, Estonia and Latvia, were still green in late autumn and grew longer in the seedling nursery than the Finnish origins. However, significantly more of them died during the first two years in the field trials. This shows that they are badly suited for forestation purposes under climatic conditions prevailing in Finland.

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

ODC 232.12:176.1 *Betula pendula*
ISBN 951-40-0373-X
ISSN 0015-5543

VELLING, P. 1979. Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth (syn. *B. verrucosa* Ehrh.) provenances in the seedling nursery and in field trials. *Folia For.* 379: 1—14.

The suitability of utilizing *Betula pendula* Roth originating from the Baltic area of U.S.S.R. in forestation work in Finland is examined in this study. The seedlings of seed lots from the Baltic countries, Estonia and Latvia, were still green in late autumn and grew longer in the seedling nursery than the Finnish origins. However, significantly more of them died during the first two years in the field trials. This shows that they are badly suited for forestation purposes under climatic conditions prevailing in Finland.

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

ODC 232.12:176.1 *Betula pendula*
ISBN 951-40-0373-X
ISSN 0015-5543

VELLING, P. 1979. Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth (syn. *B. verrucosa* Ehrh.) provenances in the seedling nursery and in field trials. *Folia For.* 379: 1—14.

The suitability of utilizing *Betula pendula* Roth originating from the Baltic area of U.S.S.R. in forestation work in Finland is examined in this study. The seedlings of seed lots from the Baltic countries, Estonia and Latvia, were still green in late autumn and grew longer in the seedling nursery than the Finnish origins. However, significantly more of them died during the first two years in the field trials. This shows that they are badly suited for forestation purposes under climatic conditions prevailing in Finland.

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

- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.
Finnish volume increment functions.
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakkila, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.
Kokopuun korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- No 334 Järveläinen, Veli-Pekka: Mielipiteet yksityismetsätaloudessa. Metsänomistajien ja metsäammattimiesten käsityksiä metsätaloudesta ja sen edistämisestä.
Opinions in Finnish private forestry. On the opinions of the private forest owners and the forestry experts concerning forestry and its promotion.
- 1978 No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen. Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan. Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakkila, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineeksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia.
PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätalastollinen vuosikirja 1976.
Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus.
Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenhholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittumisen mittaushälytyslaitteiden mahdollisuudet.
Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löyttyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimenävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa.
First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoealojen edustavuus. Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa.
Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöytökseen perustuvan rietojjärjestelmän kokeilu.
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based on a sample of forest holdings.

- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keskisen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi.
Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelu.
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability.
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa.
Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.
- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuserrosten puiden kasvuun mustikkatyyppin kuusikossa.
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla.
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryytänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen.
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Pblebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Pblebia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979 No 375 Metsätalastollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa.
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.