

FOLIA FORESTALIA 429

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

MARJUT RAIVONEN JA MATTI LEIKOLA

HAKKUUTÄHTEIDEN POISTAMISEN
VAIKUTUS ISTUTETTUJEN KUUSEN
TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

THE INFLUENCE OF THE REMOVAL OF
LOGGING WASTE ON THE INITIAL
DEVELOPMENT OF PLANTED NORWAY
SPRUCE SEEDLINGS

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

FOLIA FORESTALIA 429

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Marjut Raivonen ja Matti Leikola

HAKKUUTÄHTEIDEN POISTAMISEN VAIKUTUS
ISTUTETTUJEN KUUSEN TAIMIEN
ALKUKEHITYKSEEN

The influence of the removal of logging waste on the initial
development of planted Norway spruce seedlings

ODC 232.211:236.4
ISBN 951-40-0443-4
ISSN 0015-5543

RAIVONEN, M. & LEIKOLA, M. 1980. Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings. *Folia For.* 429:1—13.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten hakkuutähteiden poistaminen vaikutti istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. Tutkimusalue sijaitsi Metsäntutkimuslaitoksen Vilppulan kokeilualueessa (62°05'N: 24°20'E). Talvella 1972 alue hakattiin aukeaksi ja seuraavana kesänä alueelle perustettiin koe, jonka avulla selvitettiin hakkuutähteiden poiston vaikutusta istutuksen työvaikeuteen. Tutkimusalue jaettiin kahteenkymmeneen koeruutuun hakkuutähteiden määrän mukaan seuraavasti: — hakkuutähteet poistettu, — hakkuutähteiden määrä kohtalainen ja — hakkuutähteiden määrä runsas. Lokakuussa 1972 istutetut taimet inventoitiin vuosina 1973, 1975 ja 1978. Vm. vuonna kerättiin lisäksi pieni juuristo-otos.

Tutkimuksen päätulokset olivat seuraavat: Hakkuutähteellisillä koeruuduilla taimien kuolleisuus oli kuuden vuoden kuluttua istutuksesta kaksitoista prosenttia ja hakkuutähteettömällä ruuduilla neljätoista prosenttia. Taimien pituuskasvu oli hakkuutähteellisillä ruuduilla hieman parempi kuin hakkuutähteettömällä ruuduilla. Rinteellä hakkuutähteiden poisto oli lisännyt taimien kasvua jonkin verran, mutta alamaalla hakkuutähteiden poiston vaikutus oli päinvastainen. Vuosina 1974, 1975 ja 1976 oli ankaria kevähhalloja, ja kuusen taimien latvakasvaimet olivat kärsineet vaurioita alamaan ruuduilla.

Taimet olivat hakkuutähteettömällä ruuduilla keskimäärin heikompia kuin hakkuutähteellisillä. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Hakkuutähteettömällä ruuduilla juurten kokonaispituus oli hieman suurempi kuin ruuduilla, joille hakkuutähteitä oli jätetty.

The purpose of the study has been to follow the influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) plants. The study area was located in Central Finland (62°05'N: 24°20'E). In 1972 the area was clear cut and an experiment was established to study the effect of the amount of logging waste on the working difficulty in manual planting. A total of 20 plots were established with three classes according to the amount of logging waste: — waste removed, — amount of waste moderate, and — amount of waste abundant. The spruce plants, planted in 1972, were inventoried in 1973, 1975, and 1978. A small survey of root system development was performed in 1978.

The main results of the study were as follows: The average mortality rate of the plants grown on plots where logging waste remained was 12 % after six years, and that of the plants grown on plots with no logging waste was 14 %. In general, the height development of the plants grown on plot where the logging waste remained was slightly better than that of the plants grown on plots from which the logging waste had been removed. Removal of the logging waste on the slope increased the height increment of the plants somewhat, but the effect of the treatment was the opposite on flat ground. There were severe late frosts in the area in the years 1974, 1975, and 1976, and the young shoots of the spruce plants suffered from frost damage.

There were more plants that were weaker than average on the plot where the logging waste had been removed than on the one where the logging waste remained. The differences between the frequency distributions were not, however, statistically significant. The plant root systems were more developed on the plot without logging waste than on that with logging waste.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	5
21. Tutkimusalue ja koejärjestelyt	5
22. Suoritetut mittaukset	6
23. Tutkimuskauden sää	7
3. TULOKSET	7
31. Taimien kuolleisuus	7
32. Taimien pituuskehitys	8
33. Taimien kunto	10
34. Taimien juuristo	11
4. TULOSTEN TARKASTELUA	11
KIRJALLISUUS	12
SUMMARY	13

JOHDANTO

Hakkuutähteiden poiston vaikutuksesta metsän uudistamiseen ja taimien alkukehitykseen on Suomessa keskusteltu jo 1890-luvulla. Pohjois-Saksan ja Tanskan nummi-seuduilla oli jo varsin varhain havaittu, että hakkuutähteiden levittäminen uudistus-alalle paransi viljelytulosta huomattavasti, mutta meillä kokemukset viittasivat siihen, että parhaiten taimet viihtyivät kokonaisten latvusten alla (A l t o n e n 1919 ym.). 1920-luvulla Suomessakin vaikuttaneen kestometsätalouden ohjeissa painotettiin hakkuutähteiden poiston vahingollisia vaikutuksia metsännuorennokselle. Toisaalta sellaiset uudistusalan valmistusmenetelmät kuten esim. kulotus, hävittivät hakkuutähteet viljelytuloksen silti vaarantumatta (esim. B o r g 1928, K o l e h m a i n e n 1955).

Yleiseksi ohjeeksi vakiintui, että hakkuutähteet tuli jättää levälleen varsinkin kuivilla kankailla, sillä ne parantavat taimien elinympäristöä mm. tasaamalla maan ja maanläheisen ilmakerroksen lämpö- ja kosteusoloja (esim. L a i t a k a r i 1936, 1937). Tuoreilla kankailla on enemmän painotettu työtekniisiä näkökohtia ja myös hakkuutähteiden merkitystä tuohyönteisten levijämateriaalina, joten hakkuutähteiden poistoon ei täällä ole suhtauduttu yhtä torjuvasti.

1970-luvulla hakkuutähteiden poiston merkitys metsänuudistamisaloilla on saanut uudelleen mielenkiintoa osakseen. Hakkuutähteiden korjuun seurausvaikutuksia on tutkittu sekä taimien elinympäristön välittömien ekologisten muutosten että maan tuotoskyvyn pitkäaikaisen heikkene-
misen kannalta (mm. B j o r 1972, S ö d e r s t r ö m 1974, M ä l k ö n e n 1972,

1974, S i r é n 1975). Myös istutustyön vaikeuden kannalta hakkuutähteiden poiston vaikutusta on selvitetty jonkin verran (A s p l u n d 1968, H a k k i l a 1973). Alaa koskevaa tietoutta on H a k k i l a koonnut pohjoismaisen hakkuutähdeprojek-
tin osana (Hakkuutähteiden... 1974). Tässä katsauksessa seitsemän metsäalan asiantuntijaa on tarkastellut kukin omalta kan-
naltaan hakkuutähdekysymystä.

Viimeksi ovat J u u t i n e n ym. (1979) koonneet painamattomaan esitutkimus-
raporttiin olennaisimmat julkaisut puun tehostetun talteenoton seurausvaikutuksista maan viljavuuteen, metsätuhoihin, metsän uudistamiseen sekä metsän muihin käyttö-
muotoihin kuin puun tuottamiseen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten hakkuutähteiden poista-
minen on vaikuttanut istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen eräällä koalueella Pohjois-Hämeessä. Lisäksi on pyritty sel-
vittämään istutettujen taimien juuriston kehitystä silmänvaraisin havainnoin ja mittauksin.

Tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen metsä-
tekniikan ja metsänhoidon tutkimusosastojen yhteis-
työnä. Se liittyy osaltaan Suomen Akatemian rahoit-
uksella suoritettuun yhteistutkimukseen "Koko-
puun käyttö ja korjuu".

Työ perustuu Marjut Raivosen opinnäytteeseen, jonka Matti Leikola on ohjannut ja muokannut julkaisukuntoon.

Työn kaikissa vaiheissa on metsätekniikan tutkimusosaston päällikkö, prof. Pentti H a k k i l a antanut apuaan. Hän on myös luovuttanut julkai-
semattomia tutkimusaineistojaan tekijäin käyttöön. Koalojen väli-inventointia v. 1975 on johtanut metsä-
tekniikko Pekka S u o l a h t i.

Tekijät esittävät parhaat kiitoksensa työssä avusta-
neille.

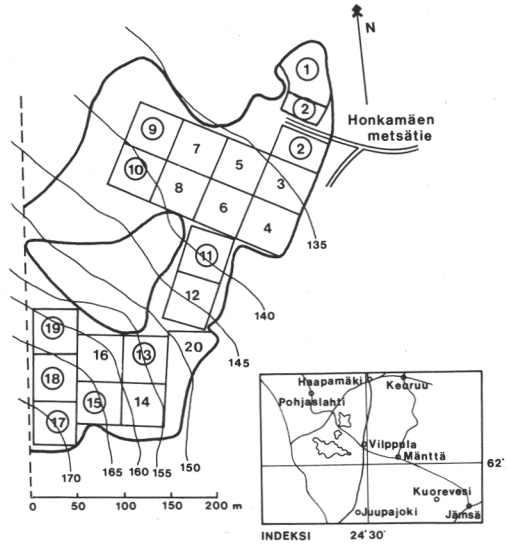
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

21. Tutkimusalue ja koejärjestelyt

Tutkimusalue sijaitsi Metsäntutkimuslaitoksen Vilppulan kokeilualueessa (62°05'N; 24°20' E). Alueen korkeus vaihteli 130–175 m mpy. Talvella 1972 avohakkuussa tältä noin kuuden hehtaarin alueelta korjattiin keskimäärin 167 m³/ha kuusta ja 91 m³/ha mäntyä. Seuraavana kesänä alueelle perustettiin koe, jossa selvitettiin hakkuutätteiden poiston vaikutusta istutuksen työvaikeuteen (H a k k i l a 1973). Viiden hehtaarin alue jaettiin kahteenkymmeneen 0,25 ha:n (50 × 50 m) koeruutuun. Kymmeneltä arvotulta koeruudulta hakkuutätteet poistettiin ja kymmenelle ruudulle ne jätettiin paikalleen. Ruuduille istutettiin lokakuussa 1972 2a + 2a kuusen taimia 2 × 2 metrin välein. Istutustyöntekijöitä oli kaksi.

Hakkuutätteiden määrässä erotettiin kolme tasoa: — hakkuutätteet poistettu, — määrä kohtalainen ja — määrä runsas. Koska hakkuutätteet olivat olleet maastossa yli kesän, neulaset olivat niistä melkein täydellisesti varisseet, samoin osa kuoresta. Siten hakkuutätteiden neulaset ja osa kuoresta jäivät ruuduille, joilta hakkuutätteet poistettiin, eikä ruutujen välille syntynyt toivottua lähtökohtaa ravinnemäerien erojen vertailemiseksi.

Tätä tutkimusta varten taimet inventoitiin syksyllä 1973, 1975 ja 1978. Tällöin mitattiin taimien pituus, vuotuinen pituuskasvu, kuolleiden taimien määrä ja arvioitiin taimien kunto. Vuonna 1978 kerättiin tämän lisäksi pieni juuristo-otos.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti ja koejärjestely. Hakkuutätteelliset koeruudut on ympäröity (H a k k i l a n 1973 mukaan).

Fig. 1. The location of the experimental area and the lay-out of the experiment. The plots on which the logging waste remained are encircled (according to H a k k i l a 1973).

Taulukko 1. Yleistietoja koeruuduista
Table 1. Some general data on experimental plots

Ruudun numero Plot no	Hakkuutätteiden määrä Amount of logging waste	Istuttaja no Planter no	Korkeus m mpy Height, m o.s.l.	Maalajike	Kivisyysluokka Stoniness
1	Runsas — <i>Abundant</i>	1	130	HkMr	Kivinen — <i>Stony</i>
2	” ”	2	132	”	” ”
3	Poistettu — <i>Removed</i>	1	135	hkHtMr	” ”
4	” ”	2	135	”	” ”
5	” ”	2	135	HkMr	” ”
6	” ”	1	135	”	” ”
7	” ”	2	135	HtMr	Eritt. kivinen — <i>Very stony</i>
8	” ”	1	138	”	” ”
9	Runsas — <i>Abundant</i>	1	135	hkHtMr	” ”
10	” ”	2	140	HtMr	” ”
11	” ”	2	140	”	” ”
12	Poistettu — <i>Removed</i>	2	145	”	” ”
13	Runsas — <i>Abundant</i>	2	155	”	” ”
14	Poistettu — <i>Removed</i>	1	157	”	” ”
15	Kohtalainen — <i>Average</i>	1	165	”	Kivinen — <i>Stony</i>
16	Poistettu — <i>Removed</i>	2	163	”	Eritt. kivinen — <i>Very stony</i>
17	Kohtalainen — <i>Average</i>	1	170	”	Kivinen — <i>Stony</i>
18	” ”	2	168	”	Eritt. kivinen — <i>Very stony</i>
19	” ”	2	163	”	” ”
20	Poistettu — <i>Removed</i>	1	150	”	” ”



Kuva 2. Ruutu, jolle jätettiin runsaasti hakkuutähteitä, kuusi vuotta kokeen perustamisen jälkeen vuonna 1978.
 Fig. 2. The plot where there was abundant logging waste, in 1978, i.e. six years after establishment of the experiment.

Inventointeja varten kunkin 50×50 m suuruisen koeruuden keskustasta erotettiin vuonna 1972 25×25 m suuruisen ala, jonka ympärille jäi siten $12,5$ m leveä vaippa-alue. Näin menetellen pyrittiin välttämään erilaisen käsittelyn saaneiden ruutujen toisilleen aiheuttama reunavaikutus. Ruudulta n:o I erotettiin hieman muita pienempi (20×25 m) koeala, joka oli muodoltaan puolisuunnikas. Myös ruudusta n:o 20 erotettiin muista koealoista poiketen $10 \text{ m} \times 62,5 \text{ m}$ suuruisen suorakaide. Koealojen rajat tarkistettiin vuoden 1978 inventoinnin yhteydessä, jolloin niitä jouduttiin joissakin tapauksissa vähän siirtämään. Tämä ei kuitenkaan ole vaikuttanut eri inventointitulosten vertailukelpoisuuteen muutoin kuin taimien absoluuttisten määrien osalta.

Vuonna 1978 selvitettiin koeruutujen kasvupaikkojen yleisiä piirteitä kuvaavat seuraavat tekijät: soistuneisuus, pintakasvillisuus ja vesakon runsaus, reunametsän varjostus, luontaisesti syntyneiden taimien runsaus ja keskipituus, viljelytaimien yleiskuvaus ja arvioitiin viljelyn onnistuminen. Vesakon määrä ja laatu arvioitiin kaadetuista puista, sillä koko tutkimus-alue oli vesattu alkukesällä 1978. Arvioinnin subjektiivisuutta pyrittiin vähentämään selvittämällä aluksi kunkin muuttujan kokonaisvaihtelu. Pintakasvillisuutta arvioitaessa tehtiin lisäksi kaikilla ruuduilla neljä erillistä kasvipiteanalyysiä.

22. Taimien mittaus

Inventointikoealojen taimista mitattiin kokonaispituus, inventointivuoden pituuskasvu ja kuolleisuus. Taimien kunto arvioitiin kolmiluokkaisella asteikolla seuraavasti:

1 = kituva, 2 = normaali ja 3 = normaalia elinvoimaisempi. Kituvina pidettiin etupäässä kuivalatvaisia taimia; normaalien taimien väri oli yleensä vaalea ja kasvu heikko. Normaalia elinvoimaisemmiksi katsottiin tavallista kookkaammat taimet sekä sellaiset taimet, joiden kasvu oli hyvä ja neulasten väri tumma. Koska inventoijien henkilökohtaiset arviointikriteerit vaihtelivat eri kerroilla, eri inventointien kuntoluokituksiin syntyi eroja.

Taimiston juuriston kehityksen selvittämiseksi perusjoukko (20 koeruutua) jaettiin kolmeen ositukseen: I = hakkuutähteet poistettu, II = hakkuutähteitä kohtalaisesti ja III = hakkuutähteitä runsaasti. Näistä kustakin valittiin arpomalla yksi koeruutu otannan toiseen vaiheeseen perusjoukoksi. I -ryhmää edustamaan sattui ruutu n:o 20, II -ryhmää n:o 15 ja III -ryhmää n:o 9. Kultakin valitulta ruudulta poimittiin systemaattisesti viisi koetainta inventointikoealojen sivujen puolittajilta. Taimet kaivettiin juurineen mahdollisimman tarkasti maasta. Maastoesteiden, kuten isojen kivien ja kantojen takia ei kaikkia juuria aina onnistuttu saamaan täyspitkinä, vaan usein juurten kärkiosa ja varsinkin osa hienommista juurista katkesi ylösotettaessa.

23. Tutkimuskauden sää

Tutkimusalueen säätiedot on saatu Juupajoen Hyytiälän sääasemalta (h = 120 m mp.), joka sijaitsee 25 km koalueesta etelään sekä Kuoreveden lentosääasemalta (h = 143 m mp.) 33 km koalueelta kaakkoon (Kuukausikatsaus..., 1973—78).

Kesä 1973 oli pitkän ajan keskiarvoihin (1961—75 ja 1931—60) verrattuna keskimääräistä lämpimämpi. Varsinkin heinäkuu oli poikkeuksellisen lämmin ja kuiva. Vuonna 1974 kesän keskimääräiset lämpötilat olivat normaalin alapuolella ja hallaa esiintyi runsaammin kuin edellisenä vuotena. Sademäärä oli toukuussa hieman keskimääräistä pienempi; kesä- ja heinäkuussa sitä vastoin satoi normaalia runsaammin. Vuonna 1975 touko- ja heinäkuu olivat normaalia lämpimämmät ja vähäsateisemmat mutta kesäkuu oli kylmempi ja sateisempi. Hallaa esiintyi runsaasti. — Heinäkuussakin oli lämpötila maanpinnan tasolla mitattuna 4 kertaa alle 0 °C. Vuonna 1976 toukokuu oli keskimääräistä lämpimämpi ja kuivempi; kesä- ja heinäkuu olivat normaalia kylmemmät ja sateisemmat. Kesä 1977 oli kokonaisuudessaan keskimääräistä kylmempi ja sateisempi. Vuonna 1978 toukokuu oli normaalia lämpimämpi ja kuivempi, mutta muuten kesän lämpötilat olivat lähellä ajanjakson normaaleja arvoja. Kesäkuu oli normaalia sateisempi. Kesäkuun puolenvälin jälkeen sattui poikkeuksellisen kylmä jakso, jolloin lämpötila laski 0 °C:n alapuolelle.

Talvi 1972—73 oli erittäin vähäluminen ja lauha. Myös talvi 1974—75 oli suhteellisen vähäluminen ja samaten lauha. Talvina 1973—74, 1975—76 ja 1977—78 esiintyi kovia pakkasia, ja lumipeite oli vähintäänkin kohtalainen.

Taulukko 2. Ilman lämpötilan ja sademäärän poikkeamat pitkäaikaisista normaali keskiarvoista touko-, kesä- ja heinäkuussa 1973—1978 sekä niiden päivien lukumäärä, jolloin ilman lämpötila maan pinnassa alitti ± 0 °C.

Table 2. Deviations of air temperature and precipitation from longterm average in May, June, and July 1973—1978, and the amount of days on which air temperature was lower than 0 °C.

Vuosi	Kuukausi	Keskilämpötilan poikkeama normaalista, °C	Suhteellinen sademäärä verrattuna normaaliin (= 100)	Lämpötila maan pinnassa alle ± 0 °C, päiviä, kpl
Year	Month	Deviation of air temperature from normal, °C	Relative amount of precipitation (normal = 100)	No of days on which air temperature was lower than 0 °C
1973	5. May	+0,7	102	16
	6. June	+1,3	160	2
	7. July	+3,2	14	—
1974	5. May	-1,9	57	24
	6. June	-0,2	136	7
	7. July	-0,8	175	—
1975	5. May	+1,7	98	16
	6. June	-1,9	119	12
	7. July	+0,7	44	4
1976	5. May	+2,2	30	16
	6. June	-2,2	98	9
	7. July	-1,1	170	—
1977	5. May	-0,3	155	17
	6. June	-0,5	109	7
	7. July	-1,4	157	1
1978	5. May	+1,2	14	17
	6. June	-0,1	183	6
	7. July	-0,5	96	—

3. TULOKSET

31. Taimien kuolleisuus

Koeruuduilla, joilla hakkuutähteet olivat paikallaan, taimista oli kuollut istutuksesta yhden kasvukauden jälkeen (1973) keskimäärin 6 %, kolmen kasvukauden jälkeen (1975) 9 % ja kuuden kasvukauden jälkeen (1978) 12 %. Vastaavasti hakkuutähteettömillä ruuduilla kuolleita taimia oli yhden, kolmen ja kuuden vuoden kuluttua keskimäärin 6 %, 9 % ja 14 % kaikista taimista (taulukko 3).

Taimien kuolinsyitä ei inventoinneissa yleensä tunnistettu. Vuonna 1973 havaittiin koalueella yleistä taimien kuivumista sekä juurinilurin (*Hylastes* sp.) tuhoja ruudulla n:o 20. Vuonna 1975 ei suoritettu kuolinsyiden arviointeja, ja vuonna 1978 kuolleiksi todettujen taimien ulkonäöstä ei voitu päätellä tuhoutumisen syitä.

Koalojen rajojen tarkistaminen viimeisen inventoinnin yhteydessä ja kuolleiden taimien löytämisvaikeudet aiheuttivat taimien kuolleisuustietojen vaihtelua ruuduilla n:o 6, 15, 16 ja 19. Yhteensä vuoden 1978 inventoinnissa löydettiin eläviä istutustaimia niiltä ruuduilta, joille hakkuutähteet oli jätetty, 1032 kpl ja niiltä ruuduilta, joilta hakkuutähteet oli poistettu, löytyi taimia 1144 kpl, eli hehtaariohtaisiksi muutettuina noin 1650 ja 1830 istutustainta. Alkuperäinen viljelytiheys oli 2 500 kpl/ha (H a k k i l a 1973). Taimien kuolemista ovat voineet aiheuttaa mm. taimien kunto istutushetkellä, istutuspaikka, istutuksen suoritustapa, sääolot ja tässä tutkimuksessa lisäksi hakkuutähteiden tarjoaman suojan määrä. Istutuksen suoritustavan suhteen aineisto jaettiin kahteen ryhmään istuttajan mukaan, istutuspaikan suhteen samoin kahteen

ryhmään (alamaan koeruudut 1—10, rinnemaan koeruudut 11—20) sekä hakkuutähteiden määrän suhteen kolmeen ryhmään. Taimien kunnan ja sääolojen oletettiin olevan kaikilla koeruuduilla keskimäärin samanlaiset. Kun tarkasteltiin erikseen alamaan ja rinnemaan koeruutuja hakkuutähteiden poiston suhteen, muodostettiin vain kaksi ryhmää: ”hakkuutähteet jäljellä” ja ”hakkuutähteet poistettu”, koska alamaalla ei ollut lainkaan sellaisia koeruutuja, joilla hakkuutähteitä oli kohtalaisesti.

Kaiken kaikkiaan vuoteen 1978 mennessä taimien kuolleisuus oli vakiintunut vertailuryhmissä samalle tasolle, vaikka yksittäisten koeruutujen tuottamien tulosten välillä vaihtelu oli niinkin suuri kuin 5—23 % (taulukko 3). Ensimmäisenä kasvukautena taimia kuoli enemmän rinnemaalla kuin alamaalla (ero oli merkitsevä 5 %:n tasolla), mikä ilmeisesti johtui taimien kuivumisesta. Kolmen kasvukauden jälkeen eri taimiryhmien kuolleisuus erosi merkitsevästi sekä hakkuutähteiden käsittelyn, työntekijän että näiden yhteisvaikutuksen suhteen. Varianssianalyysillä laskettujen eri tekijöiden keskimääraisten vaikutusten mukaan hakkuutähteiden poistaminen alensi kuolleisuutta noin yhden prosentin verran ja työntekijä n:o 2 istutuspanos saman verran. Hakkuutähteiden poisto paransi työntekijän n:o 1 istutustulosta, kun taas työntekijän n:o 2 istuttamat taimet säilyivät hakkuutähteellisillä koaloilla paremmin elossa:

Hakkuutähteiden käsittely	Työntekijä 1	Työntekijä 2
Hakkuutähteet jäljellä	11,8 %	6,7 %
” poistettu	6,6 %	8,0 %

Taimien kuolleisuus vuonna 1975

Alkuaikana ilmenneet kuolleisuuden erot eri taimiryhmien kesken eivät kuitenkaan osoittautuneet kovin merkityksellisiksi, sillä kuuden kasvukauden jälkeen (vuonna 1978) eri ryhmien välillä ei enää esiintynyt merkitseviä eroja.

32. Taimien pituuskehitys

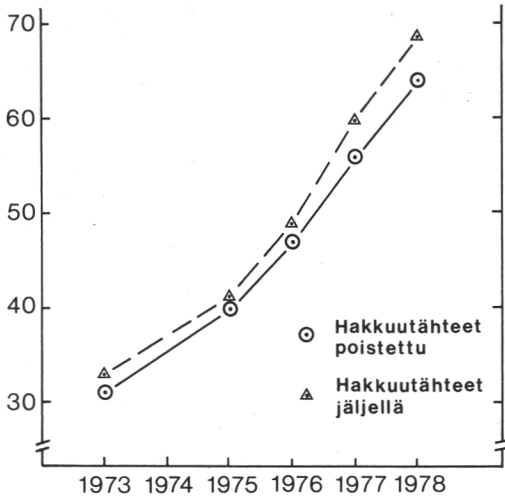
Istuttamisen jälkeen kuusen taimien alkukehitys on yleensä hidasta. Tällainen juromisaika kestää yleensä 3—6 vuotta, ja taimien pituuskasvu on silloin melkein pysähdyksissä (C a j a n d e r 1933, H e i k i n h e i m o 1941). Varsinkin rehevillä kasvupaikoilla pintakasvillisuus helposti voittaa hitaasti nousevat kuusen taimet ja häittää varjostuksellaan ja muulla kasvupaikkakilpailulla taimien elpymistä. Alavilla mailla on lisäksi hallan vaara tarjolla varsinkin alkukesällä. Juromisvaiheen aikana taimien yhteyttämistuotteet kuluvat pääosaltaan kuolleiden juurien korvaamiseen jälkijuurilla. Jos kasvupaikkaolosuhteet ovat niin epäsuotuisat, ettei jälkijuurienkaan kunnolliseen kasvuun riitä yhteyttämistuotteita, taimi ei pysty toipumaan istutusvaurioista (mm. L ä h d e & M u t k a 1974).

Taulukko 3. Kuusen taimien kuolleisuussadannekset vuosina 1973, 1975 ja 1978 eli yhden, kolmen ja kuuden vuoden kuluttua istutuksesta.

Table 3. Mortality of spruce plants in 1973, 1975, and 1978, or one, three, and six years after planting, respectively.

Hakkuutähteet jäljellä — Logging waste left				Hakkuutähteet poistettu — Logging waste removed			
Koala no Plot no	1973	1975	1978	Koala no Plot no	1973	1975	1978
	Taimien kuolleisuus, % Plant mortality, percent				Taimien kuolleisuus, % Plant mortality, percent		
1	0	10	11	3	4	5	10
2	4	4	15	4	7	7	16
9	1	3	5	5	3	9	13
10	7	8	12	6	5	10	7
11	7	8	17	7	6	6	12
13	12	13	15	8	5	7	22
15	3	8	7	12	7	7	16
17	5	11	15	14	6	9	9
18	7	9	13	16	6	12	11
19	12	15	14	20	17	18	23
Keskim. Average	6	9	12	Keskim. Average	6	9	14

Pituus, cm
Height, cm



Kuva 3. Kuusen taimien keskimääräinen pituuskehitys v. 1973—1978.

Fig. 3. Height development of spruce plants in 1973—1978.

Circles = Logging waste removed
Triangles = Logging waste remaining

Kuvassa 3 on esitetty taimien keskimääräinen pituuskehitys vuodesta 1973 vuoteen 1978 erikseen niillä koeruuduilla, joille hakkuutähteet oli jätetty ja joilta ne oli poistettu. Yleisesti ottaen taimien pituuskehitys oli jatkuvasti hieman nopeampaa edelliseen ryhmään kuin jälkimmäiseen ryhmään kuuluvilla taimilla.

Hakkuutähteiden käsittely vaikutti kuitenkin rinnemaan koeruuduilla eri tavalla kuin alamaalla. Eri inventoinneissa maaston muodon aiheuttamat erot kumuloituivat vuosi vuodelta (taulukko 4). Kahden viimeisen inventoinnin tulosten perusteella näyttää lisäksi siltä, että hakkuutähteiden

Taulukko 4. Kuusen taimien keskipituus alamaahan ja rinteeseen perustetuilla ruuduilla.

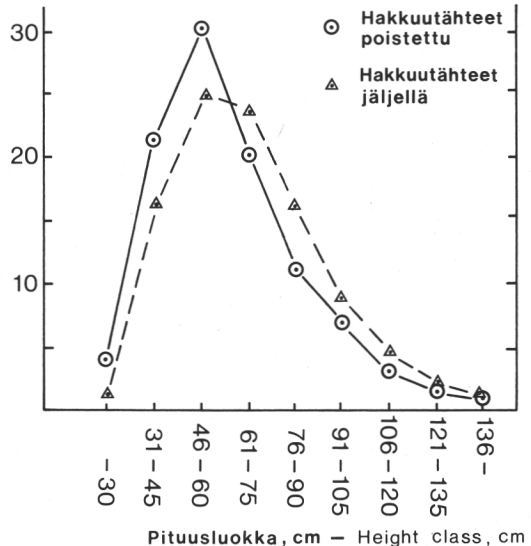
Table 4. The mean height of spruce plants in plots established in the flatland and in the slope.

Hakkuutähteiden määrä Amount of logging waste	Keskipituus, cm — Mean height, cm		
	Vuosi 1973 Year 1973	Vuosi 1975 Year 1975	Vuosi 1978 Year 1978
ALAMAA — FLATLAND			
Poistettu — Removed	32,1	38,6	57,4
Jäljellä — Left	33,1	39,9	64,6
RINNE — SLOPE			
Poistettu — Removed	30,5	41,3	73,5
Kohtalainen — Average	33,8	40,3	69,3
Runsas — Abundant	32,0	42,5	75,0

poistaminen vaikutti eri tavoin näillä maaston muodon kannalta erilaisilla kasvupaikoilla. Rinteessä hakkuutähteiden poistaminen lisäsi taimien pituuskasvua jonkin verran, kun taas alempana sijainneilla ruuduilla hakkuutähteiden poistaminen heikensi taimien pituuskehitystä. Erot selittynevät mm. sillä, että alava kasvupaikka oli ollut hallan takia kuusen taimille epäsuotuisa. Koska tutkimuskauten joka vuonna esiintyi alkukesällä yöpakkasia, alamaalla kasvavat kuusen taimet jäivät yhä enemmän jälkeen rinteessä kasvavista taimista, joiden kehitys oli normaalia. Alamaastossa taimet menestyivät hakkuutähteellisillä ruuduilla hieman paremmin siitä syystä, että hakkuutähteet ilmeisesti suojasivat taimia hallalta jonkin verran. On huomattava, että ensimmäisen kasvukauden jälkeen taimien keskipituus oli sekä alamaalla että rinteessä merkittävästi parempi niillä ruuduilla, joille hakkuutähteet oli jätetty, kuin niillä, joilta hakkuutähteet oli poistettu.

Rinteessä ja alamaalla kasvavien taimien väliset pituuserot lisääntyvät vielä tule-

Esiintymis-
frekvenssi, %
Percent



Kuva 4. Kuusen taimien pituusluokkajakaumat hakkuutähteellisillä ja hakkuutähteettömällä koaloilla vuonna 1978.

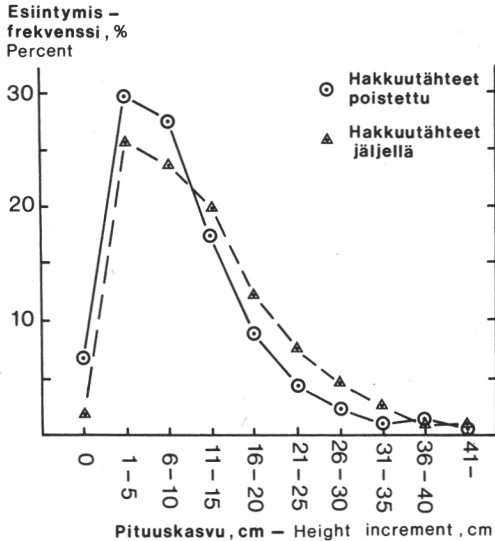
Fig. 4. Frequency distribution of spruce plants according to shoot height in 1978.

Circles = Logging waste removed
Triangles = Logging waste remaining

vaisuudessakin jonkin aikaa, kunnes alamaan taimet pääsevät pahimman hallarajan yli. Hakkuutähteiden poiston ei sen sijaan — ravinnetasetta ym. lukuunottamatta — pitäisi vaikuttaa enää tulevaisuudessa, koska hakkuutähteet ovat tuolloin niin paljon painuneet, etteivät ne tarjoa suojaa jo varttuneille taimille.

Hakkuutähteiden määrän (kolme tasoa: poistettu, kohtalainen ja runsas) vaikutusta taimien pituuskehitykseen tarkasteltiin rinteeseen perustettujen ruutujen avulla, joilla nämä kaikki tasot esiintyivät. Taimien keskipituus ei kuitenkaan riippunut sellaisenaan hakkuutähteiden määrästä, vaan koeruutujen järjestys taimien pituuden suhteen vaihteli melko sattumanvaraisesti eri inventointivuosina (taulukko 4). Keskiarvojen erot ovat merkitsevät vain vuoden 1973 inventoinnissa ryhmien ”hakkuutähteet poistettu”, ja ”määrä kohtalainen” välillä.

Kuvassa 4 on esitetty taimien pituusluokkajakauma vuonna 1978 erikseen ryhmissä: ”hakkuutähteet poistettu” ja ”hakkuutähteet jäljellä”. Vuoden 1978 pituuskasvujen suhteellinen frekvenssijakauma esitetään kuvassa 5. Kuvista voidaan havaita, että hakkuutähteettömissä ruuduissa oli



Kuva 5. Kuusen taimien pituuskasvun frekvenssijakaumat hakkuutähteellisillä ja hakkuutähteettömillä koelaloilla vuonna 1978.

Fig. 5. Frequency distribution of spruce plants according to annual height growth in 1978.

Circles = Logging waste removed
Triangles = Logging waste remaining

lyhyitä ja vähän kasvavia taimia suhteellisesti enemmän kuin hakkuutähteellisissä ruuduissa, kun taas keskimääräistä pitempien ja hyväkasvuisten taimien esiintyminen oli runsaampaa hakkuutähteellisissä ruuduissa.

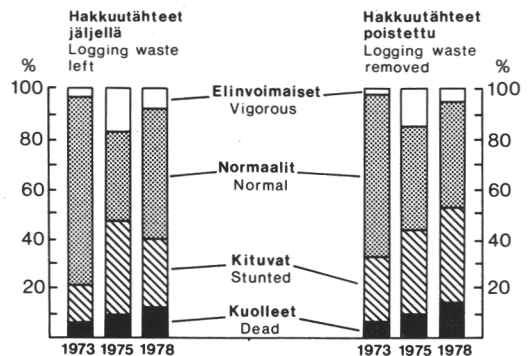
33. Taimien kunto

Ruuduilla, joilta hakkuutähteet oli poistettu, kuolleiden ja huonoimpaan kuntoluokkaan kuuluvien taimien osuus lisääntyi jatkuvasti, kun taas hakkuutähteellisillä ruuduilla huonokuntoisten taimien määrä ensin lisääntyi ja sitten väheni (kuva 6). Kuntoluokkien keskiarvot eivät kuitenkaan eronneet toisistaan kovinkaan paljoa. Vain vuoden 1973 inventoinnissa kuntoluokkien 1 ja 2 (kituvat ja normaalit taimet) keskiarvot näissä kahdessa ryhmässä erosivat toisistaan 99 %:n merkitsevyydellä.

Kaikissa inventoinneissa normaalia heikompia taimia löytyi yleensä enemmän hakkuutähteettömillä ruuduilta. Kunnoltaan parhaiten taimien määrän väheneminen vuoden 1975 inventoinnista vuoden 1978 inventointiin johtuneen inventoijan vaihtumisesta sekä alkukesän 1978 hallaista, joiden vuoksi suuri osa taimista oli vielä lokakuussa kuivalatvaisia.

34. Taimien juuristo

Juuristojen kehityksen vertailemiseksi arvioitiin aluksi taimien juuristojen kokonaismäärä. Kokonaismäärä mitattiin juurten pituuksina siten, että juuret ja juuren



Kuva 6. Eri kuntoluokkiin kuuluvat kuusen taimet vuosien 1973, 1975 ja 1978 inventointien mukaan.

Fig. 6. Spruce plants belonging to different condition classes in the years 1973, 1975 and 1978.

osat jaettiin kolmeen läpimittaluokkaan: 1 mm, 1—2 mm ja yli 2 mm. Näiden eri ryhmien pituudet mitattiin yhden senttimetrin tarkkuudella. Juuriston ulottuvuuden yleisenä tunnuksena mitattiin lisäksi etäisyys juurenniskasta pisimpään juuren kärkeen. Juuriston yleisen muodon ja juurten haa-roittumisen arvioimiseksi kaikkien nostettujen taimien juuristot valokuvattiin.

Taulukossa 5 on esitetty kaikkien juuriskoetaimien juuristojen yhteispituudet läpi-

mittaryhmittäin sekä verson ja juuriston pituuksien suhteet erikseen koeruuduilla 9, 15 ja 20. Havaitaan, että hakkuutähteettömällä ruudulla juurten kokonaispituus oli hieman suurempi kuin ruudulla, jolle hakkuutähteitä oli jätetty. Pienin juuriston kokonaispituus oli taimilla, jotka kasvoivat runsaan hakkuutähdemäärän ruudulla. Keskiarvojen erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 5. Juuristojen keskimääräiset pituudet eri hakkuutähdeluokkia edustavissa ruuduissa.
Table 5. The average length of the roots in different classes of logging waste abundance.

Juuren paksuusfraktio <i>Thickness fraction of the roots</i>	Hakkuutähteet poistettu <i>Logging waste removed</i>	Hakkuutähteitä kohtalaisesti <i>Average logging waste</i>	Hakkuutähteitä runsaasti <i>Abundant logging waste</i>
— 1 mm	7,10 m	6,22 m	6,07 m
1 mm — 2 mm	2,31 ”	2,73 ”	1,17 ”
2 mm —	1,93 ”	2,00 ”	1,45 ”
Juuriston yhteispituus <i>Total length of the root system</i>	11,33 m	10,95 m	8,69 m

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Hakkuutähteiden poistamisen merkityksestä kuusen taimien menestymiseen on Ruotsissa todettu, ettei sillä ole ollut vaikutusta taimien eloonjäämiseen eikä pituuskehitykseen ensimmäisinä vuosina istutuksen jälkeen. Sen sijaan 5—10 vuotta istutuksen jälkeen taimet ovat olleet huomattavasti pitempiä, kun hakkuutähteet on jätetty paikalleen (S i r é n 1975, B j ö r k r o t h 1977a,b). Tulokset eivät kuitenkaan ole olleet keskenään yhdenmukaisia. Esimerkiksi B j ö r k r o t h i n (1977b) mukaan taimien kasvueroja syntyi jo toisena kasvukautena, ja S ö d e r s t r ö m (1974) esittää, että viiden kasvukauden jälkeen taimet kasvoivat paremmin, kun hakkuutähteet oli poistettu. Sen sijaan nyt käsillä olevassa tutkimuksessa hakkuutähteiden poistamisella ei ollut selvää vaikutusta kuusen taimien eloonjäämiseen tai pituuskehitykseen. On kuitenkin mahdollista, että käsittelyn aiheuttamat erot vahvistuvat seuraavina vuosina. Taimien keskimäärin heikko pituuskehitys näkyi selvästi joillakin alamaan hakkuutähteettömällä ruuduilla,

joilla taimet olivat hallan vioittamia ja joilla keskipituus oli vain 50—55 cm. Esimerkiksi K i n n u s e n (1977) mukaan taimien pituus viiden kasvukauden jälkeen Pirkka-Hämeessä MT:llä on keskimäärin 70 cm.

Taimien alkukehityksen perusteella pyrittiin myös tekemään johtopäätöksiä hakkuutähteiden poistamisen ekologisista vaikutuksista. Tällaisen lähestymistavan heikkoutena on kuitenkin, että taimien ulkoiset tunnuksot saattavat vaihdella eri ryhmissä kokeen toistoista ja koeruutujen satunnaisesta sijoittamisesta huolimatta.

Hakkuutähteet alentavat tunnetusti maan lämpötilaa kasvukauden aikana (esim. L e i k o l a 1974, S ö d e r s t r ö m 1974). Mm. B j o r i n (1972) mukaan hakkuutähteiden peittämällä alueilla nimenomaan päivittäiset maksimilämpötilat olivat humuksen pinnassa alemmat kuin hakkuutähteettömällä alueilla. Yöllä taas paljaan maan lämpötilat olivat alemmat kuin hakkuutähteiden alla. Hakkuutähteet tasaavatkin tehokkaasti lämpötilan vaihte-

luita. Björkrothin (1977a) mukaan hakkuutähteiden poisto nosti 5—10 cm:n paksuisen kivennäismaan pintakerroksen lämpötilaa 1—2 °C. Myös maan kosteus on hakkuutähteiden alla koko kesän korkeampi ja vaihtelee vähemmän kuin hakkuutähtetömillä alueilla (Söderström 1974). Kylmillä ja kosteilla kasvupaikoilla maan kosteus voi näin muodostua kuusen taimille haitallisen suureksi.

Juuristojen pituuksien vaihteluun vaikuttivat hakkuutähteiden poiston lisäksi mm. taimien juuriston vioittuminen jo taimitarhanoston yhteydessä, taimien kuljetuksessa ja istutuksessa, taimien kunto, juminen, juuristokilpailu ja maan ominaisuuksien vaihtelu (esim. Sirén 1950, Huuri 1972, Lähde & Mutka 1974). Osan juuristojen pituuksien vaihtelusta selittävät jo taimien verson kokoerot.

Ruudulla 9 kasvaneen taimen n:o 5 juuriston huomattava lyhyys selittyy sillä, että tainta maasta irroitettaessa suuri osa juurista jouduttiin katkaisemaan. Ruudun 15 taimen n:o 2 juuriston pituuden selittänee taimen suhteellisen väljä kasvutila. Kahden metrin etäisyydellä taimesta kasvoi vain kolme muuta tainta.

Yliä on painotettava hakkuutähteiden poistamiseen liittyviä ravinnetaloudellisia kysymyksiä, sillä ne ovat hakkuutähteiden poiston seurannaisvaikutusten arveluttavin kohta. On osoitettu, että toistuva karikkeiden keräys puunkorjuun lisäksi heikentää suhteellisen nopeasti maan viljavuutta. Niinpä suositellaan kasvupaikalta poisvietyjen ravinteiden korvaamista lannoitteilla ennen kaikkea laihoilla, ravinneköyhillä metsämailla (mm. Mälkönen 1972).

KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. Commun. Inst. For. Fenn. 1(1):1—319.
- ASPLUND, K. 1968. Työvaikeustekijöiden selvitys männyn taimien kourukuokka istutuksessa. Metsähall. kehitt. jaosto, tutk. sel. 90.
- BJÖR, K. 1972. Micro-temperature profiles in the vegetation and soil surface layers on uncovered and twig covered plots. Medd. Norske Skogforsøksv. 30:203—218.
- BJÖRKROTH, G. 1977a. Hyggesavfallets betydelse för skogskulturen. Nyanlagda försök. Projekt Helträdsutnyttjande (PHU). Rapport nr 50.
- 1977b. Hyggesavfallets betydelse för granens överlevnad och tillväxt. PHU. Rapport nr 51.
- BORG, A. 1928. Metsän kylvä ja istutus. Suomen mh. yhd. Tapion käsikirj. 15. Lahti.
- CAJANDER, E.K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelykuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 19(3):1—101.
- HAKKILA, P. 1973. The effect of slash on work difficulty in manual planting. Lyhennelmä: Hakkuutähteiden vaikutus käsinistutuksen työvaikeuteen. Commun. Inst. For. Fenn. 78(1):1—36.
- Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. 1974. Summary: By-effects of the harvesting of logging residues. Folia For. 210:1—24.
- HEIKINHEIMO, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Referat: Versuche mit Waldbaulichen Pflanzmethoden. Commun. Inst. For. Fenn. 29(4):1—63.
- HUURI, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of deviating planting techniques on initial development of seedlings of Scots pine and Norway spruce. Commun. Inst. For. Fenn. 75(6):1—92.
- JUUTINEN, P., KALLIO, T. & MÄLKÖNEN, E. 1979. Tehostetun puun talteenoton vaikutus metsäekosysteemiin ja sen tuotantokykyyn. Esitutkimusraportti Suomen Akatemialle. 67 siv.
- KINNUNEN, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. Folia For. 318:1—24.
- KOLEHMAINEN, V. 1955. Havaintoja kulotuksen merkityksestä metsiemme uudistamisessa. Referat: Beobachtungen über die Bedeutung des Abschwendens bei Verjüngung von Finnischen Wäldern. Silva Fenn. 85:1—32.
- LAITAKARI, E. 1936. Hakkaustähteet metsänhoidolliselta kannalta. Esitelmä 7.4.1933. Acta For. Fenn. 42(1):15—28.
- 1937. Metsän uudistamisesta laihoilla kangasmailla. Silva Fenn. 46:218—223.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpöolosuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84(2):1—64.
- LÄHDE, E. & MUTKA, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusen taimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary:

The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 83(3):1—43.

MÄLKÖNEN, E. 1972. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin. Summary: Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scots pine stands. *Folia For.* 157:1—14.

— 1974. Effect of whole-tree harvesting on soil

fertility. Tiivistelmä: Kokopuun korjuun vaikutus maan viljavuuteen. *Silva Fenn.* 10(3):157—164.

SIRÉN, G. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. *Acta For. Fenn.* 58(2):1—90.

— 1975. Hyggesavfallets borttagande och skogsodlingsresultat. *Skogen* (1):30—33.

SÖDERSTRÖM, V. 1974. Hur inverkar hyggesavfallets borttagande på planteringsresultat? Skogshögskolan. Utkast 1974—03—27. *Moniste*, 23 s.

SUMMARY

The purpose of the study has been to follow the effect of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) plants. The study area was situated in Central Finland (62°05' N; 24°20' E). The height of the area varied between 130 and 175 m o.s.l. In 1972 the area was clear cut and an experiment was established to study the effect of the amount of logging waste on the working difficulty in manual planting. The details of the study and the characteristics of the experiment area have been published earlier by Hakkila (1973). A total of 20 plots were established using three classes according to the amount of logging waste: — waste removed, — amount of waste moderate, and — amount of waste abundant. The spruce plants, planted in 1972, were inventoried in 1973, 1975, and 1978, i.e. at the age of one, three, and six years, respectively. The following characteristics were measured: total length of the shoot, the annual shoot growth, vigour class of the plant, and plant mortality. A small inventory of root system development was also performed in 1978.

The main results of the study were as follows: The average mortality rate of the plants grown on plots where logging waste remained was 12 % after six years, and that of the plants grown on plots with no logging waste 14 %. The most common cause of plant mortality in 1973 was drought. Pine beetles (*Hylastes* sp.) had also caused damage on one plot. The difference between the development of those plants planted by planter no. 1 and that of plants planted by planter no. 2 were not statistically significant in 1978. In general, the height development of the

plants grown on plot where logging waste remained, was slightly better than that of the plants grown on plots where the logging waste had been removed. However, the effect of the removal of the logging waste was different on the slope than on level ground. On the slope the removal of logging waste increased the height increment of the plants somewhat, but the effect of the treatment was the opposite on the flat land. There were severe late frosts in the area in 1974, 1975, and 1976, and the young shoots of the spruce plants suffered from frost damage especially on plots where the logging waste did not shelter the plants. The frequency distributions of the plant height development on the two differently treated plots are shown in Figures 4 and 5. On the plots with no logging waste the plants were mostly small and the height growth was slight. On the plots where the logging waste remained, however, the plants were taller and the height growth more vigorous.

There were more plants which were weaker than average on the plot where the logging waste had been removed than on the one where the logging waste remained. The differences between the frequency distributions were not, however, statistically significant. The plant root systems were more developed on the plot lacking logging waste than on those with logging waste.

The ecological effects of the removal of logging waste were discussed. On fertile sites the removal of logging waste does not have a detrimental effect on young planted spruce plants, provided that too much nutrients are not removed from the forest.

ODC 232.211:236.4
ISBN 951-40-0443-4
ISSN 0015-5543

RAIVONEN, M. & LEIKOLA, M. 1980. Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings. *Folia For.* 429:1—13.

The average mortality rate of the plants grown on plots where logging waste remained was 12 % and that of the plants grown on plots with no logging waste was 14 %. In general, the height development of the plants grown on plots where the logging waste remained was slightly better than that of the plants grown on plots from which the logging waste had been removed. The plant root systems were more developed on the plot lacking logging waste than on the plot where the logging waste remained.

Authors' addresses: R a i v o n e n: Kuhmoisten metsäkurssikeskus, SF-17800 Kuhmoinen, Finland.
L e i k o l a: Univ. Helsinki, Dep. of Silviculture. Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.211:236.4
ISBN 951-40-0443-4
ISSN 0015-5543

RAIVONEN, M. & LEIKOLA, M. 1980. Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings. *Folia For.* 429:1—13.

The average mortality rate of the plants grown on plots where logging waste remained was 12 % and that of the plants grown on plots with no logging waste was 14 %. In general, the height development of the plants grown on plots where the logging waste remained was slightly better than that of the plants grown on plots from which the logging waste had been removed. The plant root systems were more developed on the plot lacking logging waste than on the plot where the logging waste remained.

Authors' addresses: R a i v o n e n: Kuhmoisten metsäkurssikeskus, SF-17800 Kuhmoinen, Finland.
L e i k o l a: Univ. Helsinki, Dep. of Silviculture. Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.211:236.4
ISBN 951-40-0443-4
ISSN 0015-5543

RAIVONEN, M. & LEIKOLA, M. 1980. Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings. *Folia For.* 429:1—13.

The average mortality rate of the plants grown on plots where logging waste remained was 12 % and that of the plants grown on plots with no logging waste was 14 %. In general, the height development of the plants grown on plots where the logging waste remained was slightly better than that of the plants grown on plots from which the logging waste had been removed. The plant root systems were more developed on the plot lacking logging waste than on the plot where the logging waste remained.

Authors' addresses: R a i v o n e n: Kuhmoisten metsäkurssikeskus, SF-17800 Kuhmoinen, Finland.
L e i k o l a: Univ. Helsinki, Dep. of Silviculture. Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.211:236.4
ISBN 951-40-0443-4
ISSN 0015-5543

RAIVONEN, M. & LEIKOLA, M. 1980. Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings. *Folia For.* 429:1—13.

The average mortality rate of the plants grown on plots where logging waste remained was 12 % and that of the plants grown on plots with no logging waste was 14 %. In general, the height development of the plants grown on plots where the logging waste remained was slightly better than that of the plants grown on plots from which the logging waste had been removed. The plant root systems were more developed on the plot lacking logging waste than on the plot where the logging waste remained.

Authors' addresses: R a i v o n e n: Kuhmoisten metsäkurssikeskus, SF-17800 Kuhmoinen, Finland.
L e i k o l a: Univ. Helsinki, Dep. of Silviculture. Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

- Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa. End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä. Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarä, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976. Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan booripuutosalueella. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana. Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsätutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15.2.1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet. Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin. On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allappisyvyys 1969—1977. Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella. Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pelloille istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen. Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa. Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä. Bark quantity of birch logs.

- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan. Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978. Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina. Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland. IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista. Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation. Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976. Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978. Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Rynnänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979. Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu. Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland. Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa. Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehdoista.

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