

FOLIA FORESTALIA 532

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

OLAVI LYLY JA TIMO SAKSA

PITUUSKASVUN VAIHTELU JA
PUULUOKKIEN ERIYTYMINEN
NUORESSA ISTUTUSMÄNNIKÖSSÄ

VARIATION IN HEIGHT GROWTH
AND DIFFERENTIATION OF
TREE CLASSES IN A YOUNG
SCOTS PINE PLANTATION



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 532

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Olavi Lyly ja Timo Saksa

PITUUSKASVUN VAIHTELU JA PUULUOKKIEN ERIYTYMINEN NUORESSA ISTUTUSMÄNNIKÖSSÄ

Variation in height growth and differentiation
of tree classes in a young
Scots pine plantation

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO	4
21. Tutkimuskohde	4
22. Lähtöaineisto	4
3. MENETELMÄT JA TULOKSET	4
31. Aineiston esikäsittely	4
32. Tulokset	5
321. Ranganvaihdot	5
322. Metsikön pituuskehitys	6
323. Pituuskasvun vaihteluun vaikuttavat tekijät	7
4. TULOSTEN TARKASTELU	8
41. Ranganvaihdot	8
42. Pituuskasvun vaihtelu	8
43. Päätelmät	10
KIRJALLISUUSLUETTELO	10

LYLY, O. & SAKSA, T. 1982. Pituuskasvun vaihtelu ja puuluokkien eriytyminen nuoressa istutusmännikössä. Abstract: Variation in height growth and differentiation of tree classes in a young Scots pine plantation. *Folia For.* 532:1—11.

Tutkimuksessa on tarkasteltu istutusmännikön nuoruusvaiheen kehitystä puuluokkien eriytyksen ja pituuskasvun ilmastosta johtuvan vaihtelun kannalta. Päätulokset ovat seuraavat: 1. Puuluokkien eriytyminen tapahtuu jo varhaisessa taimikkovaiheessa. 2. Tietyn vuoden pituuskasvun määrään vaikuttaa tätä edeltäneen kasvukauden lämpösumman lisäksi ratkaisevasti edeltäneen vuoden elokuun sademäärä. Tämän oletetaan johtuneen kasvupaikan (CT-kangas) kuivuudesta siten, että pääosa latvasilmun kehitykseen vaikuttavasta kosteusvaihtelusta tapahtuu kyseisenä kuukautena.

The study examined the development of a young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation with regard to variation in differentiation of tree classes and height growth. The main results were: 1. Differentiation of tree classes occurs early in plantation life, soon after establishment. 2. The amount of annual height growth is mainly affected by the temperature sum of the previous growing season and also by the amount of rainfall in the previous August. It is assumed that this latter effect due to the dryness of the site (CT-heath) and the effect of variation in moisture level on leading bud developments is most critical in that month.

ODC 561.1:568:228.125:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0586-4
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Tutkiessaan säätekijöiden vaikutusta männyn (*Pinus sylvestris* L.) pituuskasvuun Ruotsin Vesterbottenissa havaitsi Örtenblad (1904) edellisen loppukesän lämpötilan vaikuttavan varsin ratkaisevasti seuraavan kesän pituuskasvuun. Sademäärä ei hänen mukaansa vaikuttanut kasvun määrään. Samoihin aikoihin esitti Hesselman (1904) eri puolilta Ruotsia kerätyn aineiston perusteella, että männyn kasvainpituus ja kääpiöversojen lukumäärä oleellisesti riippuvat edellisen kasvukauden lämpöoloista. Sateella ei hankään havainnut olevan merkitystä männyn pituuskasvun määrään.

Tolsky havaitsi vuonna 1913 (ks. Laitakari 1920) tutkiessaan samaa ilmiötä silloisen Samaran kuvernementin alueella (Moskovasta kaakkoon alisen Volgan alueella) myös edellisen kasvukauden loppupuolen sademäärän vaikuttavan kasvuun, mikä onkin luonnollista ko. alueen aridisissa olosuhteissa. Suomessa männyn pituuskasvun määrän vaihtelua selvitteli ensimmäisenä Tanttu (1915). Hänen mukaansa Pohjanmaan soilla kasvavien mäntyjen pituuskasvun määrään ei sade juurikaan vaikuttanut. Sen sijaan edellisen vuoden, etenkin kesäkuun, korkeat lämpötilat edistivät mäntyjen pituuskasvua soilla tuntuvasti.

Ruotsin Jämtlannissa kasvun ilmastosta riippuvaista vaihtelua tutki Wallen (1917) tullen siihen tulokseen, että männyn pituuskasvuun vaikuttaa pääasiassa edellisen kasvukauden kesä—syyskuun lämpötila. Hänen mukaansa myös kasvukauden touko—kesäkuun sademäärä korreloi pituuskasvun määrään positiivisesti, joskaan ei kovin voimakkaasti. Laitakari (1920) esitti, että etenkin edellisen vuoden heinäkuun korkeat lämpötilat edistävät männyn seuraavan vuoden pituuskasvua. Sen sijaan sademäärän vaikutusta hän ei havainnut, vaikka hän tutki myös CT-kankaan metsiköitä, joissa kuivuuden vaikutuksen voisi olettaa tulevan

esiin. Laitakarin tutkimat metsiköt sijaittivat Etelä-Suomessa.

Hertz (1929) osoitti Evolla tekemiensä havaintojen perusteella, että vaikka pituuskasvun määrä mm. Laitakarin tutkimuksiin viitaten onkin edellisen loppukesän lämpötilan määräämä, seuraa pituuskasvun rytmi kasvukesän lämpötilakehitystä. Vaihtelua männyn kasvainten vuosittaiseen pituuteen aiheuttaa Hustich'in (1940) mukaan myös kukinta; steriilit kasvaimet kasvavat pisimmiksi ja hedekukkia muodostavat kasvaimet jäävät kaikkein lyhimmiksi. Pääversoissa ei kasvuisilla männnyillä kuitenkaan kukintaa esiinny (Wareing 1958). Tärkeimpänä männyn pituuskasvun vuotuisen vaihtelun määrään vaikuttavana ilmastotekijänä piti Hustich (1948, 1978) heinäkuun lämpötilaa. Hustichin aineisto oli peräisin arktis-alpiiniselta metsä- ja puurajalta, jossa valo tai kosteus eivät juuri voikaan tulla kysymykseen kasvun minimitekijöinä.

Mikola (1950) tutki pituuskasvun vaihtelua Suomessa kymmenellä eri paikkakunnalla. Hänen mukaansa pituuskasvun vaihteluerkkyys kasvaa pohjoista kohti siirryttäessä. Tärkeimpänä pituuskasvun määrän vaihtelua aiheuttavana tekijänä hän piti kasvukautta edeltäneen heinäkuun lämpötilaa. Vain poikkeustapauksissa edellisen kasvukauden elokuun lämpötila oli hänen tutkimuksessaan heinäkuun lämpötilaa tärkeämpi pituuskasvuun vaikuttava tekijä. Mikolankaan tutkimuksissa ei sademäärällä havaittu olevan vaikutusta männyn pituuskasvuun.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan männyn vuosittaisen pituuskasvuun vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi on kuvattu puuston eriytyminen eri puoluokkiin CT-kankaan istutusmännikössä. Tutkimuksen suunnittelu ja aineiston esikäsittely suoritettiin kirjoittajien yhteistyönä. Tulosten laskennasta vastasi pääosin Saksa. Tutkimuksen käsikirjoituksen laati puolestaan Lyly. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Matti Leikola ja Erkki Lähde.

2. AINEISTO

21. Tutkimuskohde

Tutkimusaineisto kerättiin metsäntutkimuslaitoksen Vilppulan kokeilualueelta, sijainti 62° 00' N, 24° 30' E, 138 m mpy. Tutkimusmetsikössä oli tehty seuraavat toimenpiteet: männyn siemenpuuston hakkuu hakkuukaudella 1958—1959, luonnontaimien poisto, männyn kanki-istutus keväällä 1959 käyttäen keskikooltaan 15 cm pitkiä 2+1-vuotiaita taimia. Taimierä oli ollut lievästi talvituhosienten saastuttama. Taimet oli istutus-hetkellä luokiteltu voimakkaiksi, mikä viisijakoisessa luokituksessa on toiseksi parhain luokka. Taimet oli istutuksen yhteydessä merkitty lehtikuusisäleillä, jotka mittauksia tehtäessä olivat yhä jäljellä. Alkuvuosi-
sina alueelle syntyneet luonnontaimet oli poistettu. Sittemmin on alueelle syntynyt luonnontaimia, joita inventointiajankohtana oli noin kaksinkertainen määrä istutustaimiin nähden.

Koekenttä oli tasainen, maalajiltaan hienoa hiekkaa oleva CT-kangas. Joskaan ravinne- enempää kuin maannosanalyysijäkään ei tutkimuksen yhteydessä tehty, voidaan aluetta mm. pintakasvillisuuteen perustuen pitää hyvin homogeenisena.

Istustusihyys oli ollut n. 2400 tainta hehtaarilla. Tiheys inventointikesänä (1981) oli n. 1850 kpl/ha, mikä on noin 3/4 alkuperäisestä tiheydestä. Kokonaiskuolleisuus 22 vuoden kuluessa istutuksesta oli siis

ollut noin neljäsos istutustaimien lukumäärästä, joten istutus oli onnistunut hyvin.

22. Lähtöaineisto

Ne tunnuksiset, joita viljeltyjen puiden mittauksesta on käytetty tähän tutkimukseen, ovat seuraavat:

- kokonaispituus,
- pääangan kasvaimen pituus vuosittain taannehtivasti niin kauas kuin sen havaitseminen oli mahdollista,
- ranganvaihdokset (päätekasvaimen ja päätesilmun vaihdot, vrt. Uusvaara 1974, ss. 52—53), sekä
- alimman selvästi tunnistettavan oksakiehkuran syntyä edeltäneen kasvun pituus.

Ilmastotiedot vuosilta 1961—1979 käsittäen kasvukauden lämpösumman (kynnysarvo +5 C), kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät ovat kehittämälään menetelmällä laskeneet ja käyttööme luovuttaneet Ojansuu ja Henttonen (1982). Vuosien 1980—1981 vastaavat tiedot ovat peräisin Kuoreveden lentoasemalta (Ilmatieteen laitos 1980, 1981).

3. MENETELMÄT JA TULOKSET

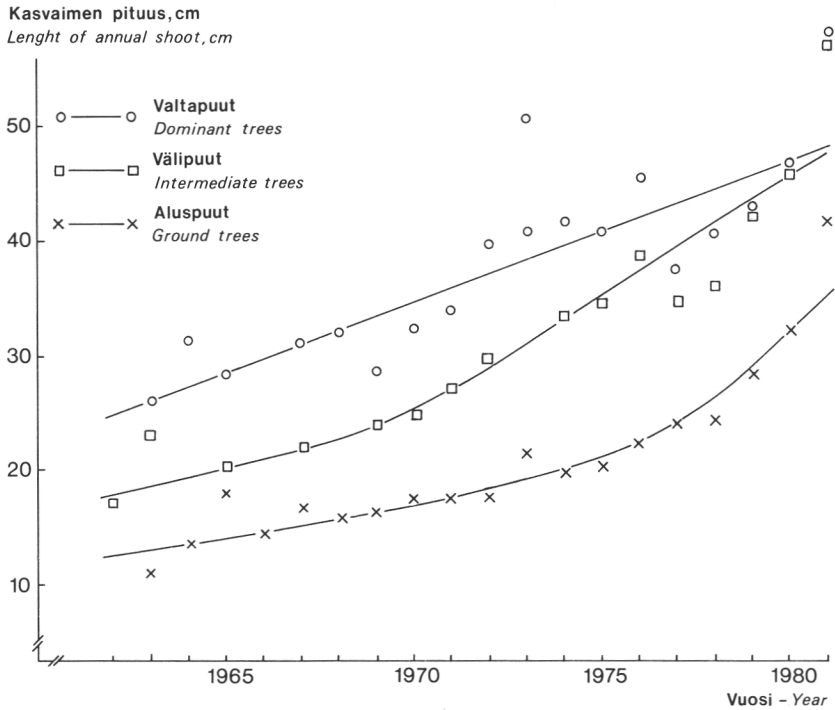
31. Aineiston esikäsittely

Männyn kasvaimen normaalipituuteen eli pituuteen, josta satunnaista, ilmastosta ja tuhoista aiheutuvaa vaihtelua aiheuttavat tekijät on poistettu, vaikuttaa ensisijaisesti kolme tekijää: puun ikä, kasvupaikka sekä geneettiset tekijät. Kahden jälkimmäisen tekijän lähempi selvittely sivuutettiin tässä tutkimuksessa, koska homogeenista kasvupaikkaa, mitä maaperään tulee, ei voida pitää vaihtelun lähteenä, eikä yleiskeräyssiemenestä kasvatettujen taimien eroavuuksia pituus-
kasvun määrän suhteen puun eri kehitysvaiheissa ole voitu ottaa huomioon, koska taimierä oli testaamaton.

Kasvainten pituuteen puun iästä aiheutunut vaihtelu, tässä tapauksessa kasvun lisääntyminen, poistettiin aineistosta menetelmällä, jonka mm. Mikola (1950, s. 63) on

kuvannut. Puiden nuoresta iästä johtuen ei tässä aineistossa tarvinnut turvautua vuosilustoindeksien antamaan määrittämissä, vaan kasvainten kasvuvuodet oli helppo määrittää puhtaasti kronologisesti. Vuositaiset kasvainpituudet sisältävästä aineistosta poistettiin lisäksi niiden kasvainten kasvu, jotka ovat syntyneet ranganvaihdon yhteydessä ja sitä seuranneena vuonna, koska ne eivät kuvasta normaalia predestinoitunutta pääangan kasvua.

Tasointikäyrät (kuva 1), joiden avulla ilmastosta johtuva kasvainten pituuden vaihtelu määritettiin, laadittiin seuraavasti: puut jaettiin kolmeen luokkaan, joista keskimäinen oli lukumäärältään kaksinkertainen muihin nähden. Tämä luokitus on luokkien pituus-suhteiden osalta yhtenevä Ilvessalon (1929) puuluokituksen kanssa, kun Ilvessalon luokituksen toinen ja kolmas latvuser-



Kuva 1. Puuluokkien vuosittaiset kasvainpituudet sekä niiden perusteella laaditut pituus-kasvun tasoituskäyrät.

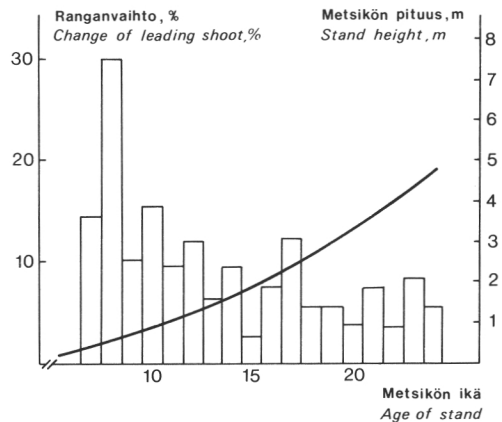
Fig. 1. Annual leading shoot lengths according to tree classes, and associated height growth curves.

ros eli lisävaltapuut ja välipuut käsitetään yhtenä luokkana. Yhdistetystä luokasta käytetään tässä tutkimuksessa nimitystä 'välipuut'. Puiden jako eri puuluokkiin oli välttämätön, koska jo aineiston alustavassa tarkastelussa ilmeni ilmastotekijöiden oleellisesti erilainen vaikutus erikokoisiin puihin, ja koska iän lisääntyessä eri puuluokat reagoivat metsikön kehitykseen eri tavoin.

32. Tulokset

321. Ranganvaihdot

Koko aineistossa oli 14 % sellaisia puita, joissa ei havaittu ranganvaihtoa. Viimeisten kymmenen vuoden aikana keskimäärin joka toisen puun pääranka oli vaihtunut. Vuosittaiset ranganvaihtoprosentit on esitetty kuvassa 2. Siitä ilmenee myös, että metsikön iän lisääntyessä ja keskipituuden kasvaessa ranganvaihtofrekvenssi pienenee. Herkimmin ranka oli vaihtunut aluspuilla; 'väli'- ja valtapuilla ei ollut eroa ranganvaihtojen tiheydessä, mikä ilmenee oheisesta asetelmasta.



Kuva 2. Rankaa vaihtaneiden puiden suhteellinen määrä vuosittain sekä metsikön keskipituuden kehitys iän funktiona.

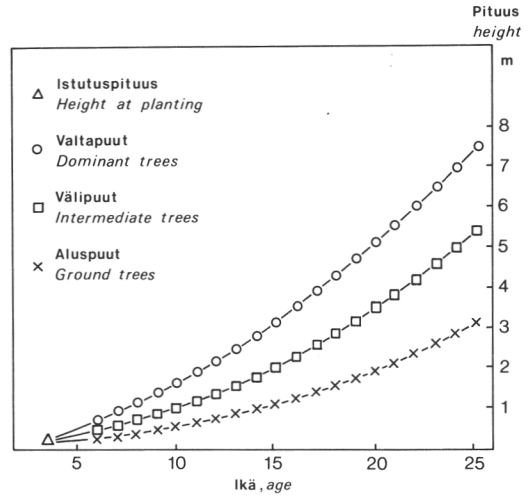
Fig. 2. Annual % of stems suffering change of leading shoot, and development of stand mean height with age.

	Aluspuut	Välipuut	Valtapuut	F-arvo
Ranganvaihtojen keskiarvo	2,7	1,6	1,7	5,09**

322. Metsikön pituuskehitys

Valtapuiden kasvainpituus oli taimikon perustamisesta alkaen kasvanut lineaarisesti (kuva 1). Kulminoitumiseen viittaavaa kehitystä ei ollut toistaiseksi havaittavissa. 'Välipuiden' vuotuinen normaalikasvu oli lisääntynyt eksponentiaalisesti taimien iän ollessa 10–15 vuotta. Tätä ikää edeltävällä jaksolla kasvu oli lisääntynyt lineaarisesti. Myös kasvun eksponentiaalisen lisääntymisvaiheen jälkeen lisääntyminen muuttui taas lineaarisesti. Aluspuiden kasvainpituus oli aluksi lineaarisesti kasvava kuten muidenkin puuluokkien. Eksponentiaalisen kasvun vaihe alkoi niillä noin viisi vuotta myöhemmin kuin 'välipuilla', eikä siinä vielä inventointihetkellä puiden iän ollessa 25 vuotta ollut havaittavissa linearisoitumista. Suhteellinen kasvun lisäys oli tässä luokassa suurin, kasvun absoluuttinen lisäys samoin kuin kasvainpituus pienin. Tasoituskäyrien perusteella laskettiin eri puuluokille pituuskasvuindeksit (kuva 3).

Puuluokkien eriytymiskehitystä seurattiin tarkkailemalla niiden suhteellisten pituuskasvuindeksien kehitystä (kuva 4). Kun aluspuiden ja valtapuiden pituussuhde istutushetkellä oli 1:1, oli suhde kolmen vuoden kuluttua istutuk-

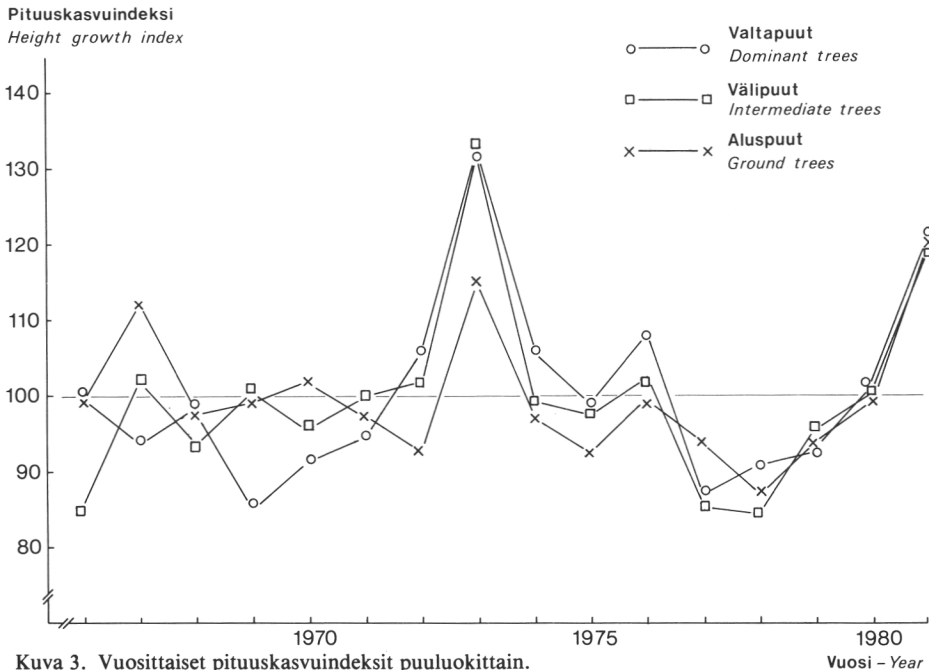


Kuva 4. Puuluokkien eriytymiskehitys metsikön iän funktiona.

Fig. 4. Development of tree class differentiation as a function of age.

sesta taimien ollessa 6-vuotiaita 1:2. Suurimmillaan ero oli taimien ollessa 10–12-vuotiaita ollen noin 1:3. Tämän jälkeen ero alkoi tasoittua ollen 1:2.33 metsikön ollessa 25-vuotias. Absoluuttiset erot kuitenkin kasvoivat jatkuvasti metsikön iän kasvaessa.

Tarkasteltaessa sitä, kuuluvatko yksittäi-



Kuva 3. Vuosittaiset pituuskasvuindeksit puuluokittain.
Fig. 3. Annual height growth indices according to tree classes.

Taulukko 1. Männyn kasvainpituuteen vaikuttavien ilmastotekijöiden korrelaatio-, osittaiskorrelaatio- ja kokonaiskorrelaatiokerroimet. A—C = edellisen vuoden (A) lämpösusma, (B) elokuun sademäärä ja (C) maaliskuun keskilämpötila. D—E = kasvuvuoden (D) huhtikuun keskilämpötila ja (E) kesäkuun sademäärä. R = kokonaiskorrelaatiokerroin. x = lähin seuraava selittäjä.

Table 1. Relationship between Scots pine shoot length and climatic factors; correlation coefficients and partial correlation coefficients for whole stand and tree classes. A—C refer to previous year: A = temperature sum, B = August rainfall, C = March mean monthly temperature. D—E refer to present year: D = April mean monthly temperature and E = June rainfall. R = overall correlation coefficient for all climatic factors. x = best outsider factor.

Puuluokka Treeclass	Ilmastotekijä Climatic factor					R
	A	B	C	D	E	
Koko metsikkö Whole stand	0.78	0.55	—0.53	—	x	0.90***
Valtapuut Dominant trees	0.59	0.73	—	0.55	x	0.89***
Välipuut Intermediate trees	0.74	0.50	x	—	—	0.81***
Aluspuit Ground trees	0.72	—	—0.65	—	x	0.85***

set puut metsikön taimikko- ja riukuvaiheessa jatkuvasti tiettyyn samaan puuluokkaan vai tapahtuuko metsikön iän kasvaessa tässä suhteessa merkitsevää siirtymistä eri luokkien välillä, verrattiin siirtymistä käyttäen seuraavaa kaavaa:

$$t = (p_1 - p_2) \sqrt{\frac{p_2(1 - p_2)}{n}}$$

jossa p_1 tarkoittaa tutkittavan luokan puiden lukumäärää jakson alussa, p_2 jakson lopussa sekä n metsikön puiden kokonaislukumäärää. Vertailu tehtiin ajanjaksolle, joka alkoi siitä, kun istutuksesta oli kulunut 8 vuotta ja loppui vuoteen 1981. Aikaa yksittäisillä puilla puuluokan vaihtoon oli siis 14 vuotta. Tänä aikana ei missään puuluokassa tapahtunut merkitsevää puuyksilöiden siirtymistä toiseen luokkaan. Sitä ei tapahtunut myöskään 'välipuiden', so. 2 ja 3 latvuskerroksen kesken, vaikka puiden pituuserot luokkien rajalla olivat laskentajakson alussa vain yhden cm:n luokkaa. Siirtymä jakson alun lyhyemmästä puolikkaasta jakson lopun pidempään puolikkaaseen ja päinvastoin oli tällöin 8 %:n luokkaa. Siirtymistä aluspuista valtapuihin tai kääntäen ei lainkaan ilmennyt, vaan vähäiset siirtymät tapahtuivat vierekkäisten luokkien kesken.

323. Pituuskasvun vaihteluun vaikuttavat tekijät

Kasvun vaihtelua selitettiin valikoivaa

regressioanalyysiä käyttäen (taulukko 1). Selittäjinä olivat kasvuvuoden ja sitä edeltäneen vuoden touko—syyskuun sademäärät kuukausittain, kasvukauden sekä sen alkua ja loppupuolen (rajana kesä—heinäkuun vaihe) lämpösusmat ja kasvukauden ulkopuolisten kuukausien keskilämpötilat. Eri puuluokkien kasvun vaihtelu oli osittain eri ilmastotekijöistä johtuvaa. Edellisen kasvukauden lämpösusma oli vaihtelun tärkein lähde. Kuitenkin valtapuiden kasvuun edellisen kasvukauden elokuun sademäärä vaikutti tätäkin enemmän. Yleensä kyseisen sademäärän selitysarvo oli seuraavana lämpösusman jälkeen. Kolmanneksi selittäjäksi tuli pidentymiskasvukautta edeltäneen vuoden maaliskuun lämpötila. Muista em. selittäjistä tämä poikkeaa siten, että se korreloi kasvuun negatiivisesti.

Kasvukauden kesäkuun sademäärä oli yleensä paras sellainen selittäjä, joka testeissä käytettyä F-arvoa 4.00 alemmilla arvoilla olisi tullut seuraavaksi mukaan. Valtapuiden kasvuun näyttävät kasvuvuoden huhtikuun korkeat lämpötilat vaikuttavan negatiivisesti. Kaikissa tapauksissa kasvaimen pidentymistä edeltäneen vuoden lämpösusma yksinään selitti yli puolet kasvun vaihtelusta. Valtapuillakin edellisen kasvukauden lämpösusmalle laskettu korrelaatio oli 0.72 eli samaa luokkaa kuin muissakin puuluokissa.

4. TULOSTEN TARKASTELU

41. Ranganvaihdot

Runkomutka, joka on yleisin puun tekniä laatua heikentävä tekijä (Uusvaara 1981), aiheutuu ranganvaihdosta. Pystyoksa on myös ranganvaihdon tai pääverson apikaalisen dominanssin häiriintymisen seurausta ja aiheuttaa usein runkomutkan. Uusvaaran (1974) mukaan lähes puolet istutusmännystä on siinä määrin runkomutkaisia, että niiden tekninen laatu tämän vuoksi on heikentynyt. Nyt saatu tulos, jonka mukaan siinä kasvun vaiheessa, minkä tyvitukin pituuskehitys kestää, 86 % puista vaihtaa rankaa vähintään kerran, on sopusoinnussa em. tulosten kanssa. Tässä tutkimuksessa ei ranganvaihtojen merkitystä laatutekijänä ole arvioitu. Uusvaaran (1974) mukaan runkomutka esiintyy sitä yleisemmin, mitä rehevämmästä kasvupaikasta on kysymys. Kun tässä tutkimuksessa kasvupaikka on kanervatyyppejä, on pääteltävissä, ettei ranganvaihto suinkaan aina johda runkomutkaan.

42. Pituuskasvun vaihtelu

Männyn vuotuisen ilmastosta johtuvan pituuskasvun vaihtelun on, kuten edellä on todettu, osoitettu johtuvan kasvua edeltävän kasvukauden sääoloista siten, että lämpötila on ensiarvoinen vaihtelua selittävä tekijä. Anatomisesti edellisen kasvukauden selitysarvo perustuu siihen, että talvisilmu kaikkine kääpiöverson aiheineen kehittyä edellisen kasvukauden kuluessa (Cieslar 1907), ja kääpiöversojen lukumäärä perättäisinä vuosina on suorassa suhteessa kasvaimen pituuteen (Hertz 1929, Junttila ja Heide 1981).

Kasvun vaihtelua selittäessään ovat eri tutkijat käyttäneet edeltävästä kasvukaudesta hieman toisistaan poikkeavia kasvukauden lämpötilaa kuvaavia arvoja: On käytetty kuukauden tai kahden keskilämpötilaa (mm. Mikola 1950), lämpösummaa (esim. Hustich 1978) ja respiraatioekvivalenttia (Junttila ja Heide 1981), jossa lämpötila on pyritty mu-

kautamaan lineaarista riippuvuutta paremmin männyn fysiologista lämpötilariippuvuutta kuvaavaksi (Dahl ja Mork 1959, Skre 1972). Subarktisisissa oloissa kaikilla menetelmillä päästään kutakuinkin yhtä hyvään lopputulokseen (Junttila ja Heide 1981).

Sellaista lähestymistapaa, missä kasvu selittävät tekijät olisi kiinteästi kytketty siihen rytmiin, mitä männyn talvisilmun muodostumiskehitys noudattaa, ei kuitenkaan kirjallisuudessa esiinny. Terminaalisilmun kehitystä eri puulajeilla on kyllä selvitetty, mutta materiaalina ovat usein olleet sirkkaimet, joilla kasvuprosessi predestinoituneen kasvun puuttumisesta johtuen on olennaisesti erilainen kuin varhaisen taimiasteen ohittaneilla puilla (Sucoff 1971).

Männyn (*Pinus sylvestris* L.) silmun kehitysaikataulua ei liene toistaiseksi tutkittu. Sen sijaan joillakin muilla männnyillä silmun kehitystä on tutkittu. Näistä voidaan mentyyn verrata kasvutapahtumiltaan vain Resinosa-tyypin — monosyklinen I. uninodaalinen predestinoitu kasvu — ja Contorta-tyypin — mono- tai polysyklinen predestinoitu kasvu — mäntyjä (luokitus Lanner'n 1976). On osoitettu, että silmun muodostus alkaa ennen pituuskasvun alkua eli talvehtineen silmun pidentymistä (Sucoff 1971, Cannel ja Willet 1975) ja päättyy syksyllä lämpötilan laskiessa (Sucoff 1971), joskin myös valoisian ajan lyheneminen vaikuttaa silmun muodostuksen päättymisajankohtaan, kun verrataan eri ekotyyppejä samoissa kasvuolosuhteissa (Stern ja Roche 1974). Sama adaptaatioilmiö näkyy myös kasvun alkamisessa; mitä lyhyempään (viileämpään) kasvukauteen yksilö on sopeutunut, sitä vähäisempi on sen lämpösummavaatimus kasvun alkamiseen (Stern ja Roche 1974, Cannel ja Willett 1975).

Silmun kasvaessa siihen lyhyesti ilmaistuna muodostuu noduksia (stem unit, node) ja vastaavasti nodusvälejä (Sarvas 1964). Yksi silmuun muodostunut nodus edustaa siitä muodostuvassa kasvaimessa tiettyä pituutta (Hertz 1929), ja silmuun kehittyneiden nodusten lukumäärä on siten suoraan

verrannollinen siitä muodostuvan kasvaimen pituuteen. Cannel ym. (1976) ovat tutkineet tätä *P. contortan* 14 eri provenienssin avulla ja saaneet kahdella eri kasvupaikalla eri vuosina korrelaatiot 0.92 ja 0.94. Männylle on kolmelle luonnonvaraiselle metsikölle saatu vastaaviksi arvoiksi 0.95—0.97 (Junttila ja Heide 1981). Nämä tutkimukset osoittavat, että version pituuskasvun aikaiset tekijät eivät juurikaan vaikuta version lopulliseen pituuteen, vaan pituuskasvun määrän selittäjät löytyvät, kuten aiemmin on todettu, silmun muodostumiskasvukaudesta.

Kun tarkastellaan sitä ympäristöä, missä silmu kehittyy, ei voida sivuuttaa version pidentymisen kasvutapahtumaa, koska verso on elimellisessä yhteydessä sen yläpuolella kehittyvään silmuun. Suurimman osan pituuskasvunsa kestosta verso on heterotrofinen; se saa ravintonsa muualta puusta. Useimmiten pienetkin taimet, joilla version osuus on suhteellisesti suurin, lisäävät kuivapainoiaan likimain saman verran kuin mitä kasvaimeen sen kasvun aikana kertyy, joskin etenkin talvehtineet neulaset, mutta myös oksat, runko ja juuret voivat toimia ravintovarastoina (Rutter 1957, Kozlowski ja Winget 1964, Dickmann ja Kozlowski 1968, Gordon ja Larson 1970, Schier 1970). Silmu on ravinnon suhteen täysin heterotrofinen, ja kaikki sen käyttämä ravinto on peräisin versosta ja kulkeutuu sitä kautta. Koska version pituuskasvun määrä on luonnon olosuhteissa predestinoitunut, ei ravinnon saanti ole enempää version kuin silmunkaan kasvun vaihtelun suhteen merkityksellinen, vaikka esim. kasvupaikan ravinteisuus ratkaisevasti vaikuttaakin kasvun tasoon.

Verson kasvutapahtuman kulku on hyvin tarkasti lämpötilan kehityksen säätelemä (Sarvas 1966, 1973), joskin kasvun intensiteetti vaihtelee eri vuosina aivan sen mukaan, miksi se edellisen vuoden aikana muodostuneen silmun kehittyessä on muodostunut (vrt. esim. männyn perättäisten vuosien kasvainpituuden vaihtelua tutkimuksessa Raulo ja Leikola 1975).

Ilmasto-oloiltaan Suomea vastaavissa olosuhteissa kerätyissä tutkimusaineistoissa ei ole raportoitu Wallen'n (1917) neljään menty-yksilöön perustuvaa aineistoa lukuunottamatta minkään kasvaimen pidentymisjakson aikaisen ympäristötekijän vaikuttaneen merkittävästi pituuskasvun määrään. Pituus-

kasvun aikaisella kosteudella on kokeellisesti osoitettu olevan tähän kuitenkin ratkaiseva merkitys: Garrett ja Zahner (1973) esittävät, että pituuskasvu voi vaihdella noin 50 %:lla riippuen kasvun aikana vallitsevasta kosteudesta. Tässä tutkimuksessa kasvaimen kasvuvuoden kesäkuun sademäärä osoittautuu keskimäärin parhaaksi niistä kasvainpituuden selittäjistä, jotka eivät ylitä käytetyn valikoivan regressioanalyysin toleranssia; mainittu sademäärä on siis niin sanoaksemme paras huono selittäjä. Sen esiintulo on ymmärrettävissä kasvupaikan kuivuudesta (CT-kangas) johtuvaksi; kuivilla kankailla männynntaimikon kasvua rajoittaa ajoittain veden puute.

Mikä on se männyn kasvufysiologiassa vaikuttava tekijä, joka tässä tutkimuksessa kuvastuu valtapuiden kasvuun heikentävästi vaikuttavina kasvuvuoden huhtikuun korkeina lämpötiloina, on jäänyt tuntemattomaksi. Syynä tähän voi olla puiden kasvupaikkaansa kontinentaalisempi alkuperä: huhtikuun väliaikaiset korkeat lämpötilat laukaisevat kasvureaktion, mutta myöhemmin tulevat pakkaset vaurioittavat pidentymässä olevia alimpia internoduksia siten, että ne varsinaisen kasvukauden alettua jäävät pituuspotentiaaliaan lyhyemmiksi. Toisaalta on tunnettua, että parhaiten kasvavat puut kasvavat keskimääräistä kauemmin ja siten aloittavat kasvunsa muita varhemmin. Koska huhtikuun korkeitten lämpötilojen aiheuttama negatiivinen kasvureaktio näkyy nimenomaan valtapuissa, on selityksellä geneettinen perustansa.

Siirryttäessä tarkastelemaan silmun kehittymiskasvukauden aikaisten tekijöiden vaikutusta pituuskasvun määrään, havaitaan, että maaliskuun korkeat keskilämpötilat ovat vaikuttaneet negatiivisesti useimpien puuluokkien kasvuun. Kuten aiemmin on esitetty, silmun kehitys alkoi ennen version pituuskasvua. Näin ollen maaliskuun korkeat lämpötilat todennäköisesti aktivoivat apikaalimeristeimin ennenaikaisesti, mikä estää potentiaalisen nodusmäärän muodostumisen.

Edellä esitetyt ilmastotekijät vaikuttavat männyn pituuskasvun määrään kuitenkin lähinnä marginaalitekijöinä. Tässä tutkimuksessa on silmun muodostumiskasvukauden lämpösumman rinnalle merkitseväksi pituuskasvun selittäjäksi noussut samaisen kasvukauden elokuun sademäärä. Tällä ei

edellä esitetyissä kotimaisissa tutkimuksissa ole ollut selittäjäarvoa, vaikka esim. Laitakarin (1920) koealoista osa oli kuivien kankaiden männiköitä. Laitakarin aineisto käsittää kuitenkin 'täysikasvuisia' puita, joiden suuri runko ja syvälle ulottuva juuristo turvannevat silmujen vedensaannin myös ajoittaisen kuivuuden vallitessa. Suomessa ilmiö rajoittuneekin männyllä Etelä-Suomen kuivien kankaiden taimikkovaiheen metsiin. Koska tutkimusmetsikön kehityksen aikana sademäärien keskihajonta on elokuussa ollut huomattavasti vähäisempi kuin muina kesäkuukausina, perustuu elokuun sademäärien aiheuttama kasvunvaihtelu siihen, että pääosa silmun kehitykseen vaikuttavasta sademäärän vaihtelusta tapahtuu ko. kuukauden aikana.

43. Päätelmät

Puuluokka on etenkin yhden puulajin muodostamissa metsiköissä keskeisin puuyksilöön kohdistuva leimauksen valintaperuste. Yleinen käsitys on, että puuluokkien eriytyminen tapahtuu metsikön sulkeutumisen

(juuriston ja/tai latvuston kasvutilan täyttymisen) synnyttämän yksilöiden välisen kilpailun seurauksena. Tämä tutkimus osoittaa, että eriytymiskehitys kulminoituu istutusmännikössä jo hyvin varhaisessa vaiheessa, jolloin yksittäiset puut ovat kasvutilan suhteen vapaassa tilassa. Mikäli laajemmat tutkimukset osoittavat asian näin todella olevan, asettaa se istutustaimikkojen kehittämisen jossain määrin uuteen valoon etenkin, mitä tulee istutustiheyteen; metsämaan koko kasvupotentiaalin hyödyntämiseksi puuntuotantoon tulisi lyhentää sitä aikaa, jonka taimikko niin auringon säteilyn kuin maan ravinnevarojenkin suhteen on vajaatuottoisessa tilassa.

Männyn (*Pinus sylvestris* L.) silmun kehitysrhythmi on heikosti tunnettu, minkä vuoksi kasvun vaihtelua selitettäessä joudutaan turvautumaan päätteilyyn. Kasvurytmin selvittäminen on ensiarvoinen tehtävä haluttaessa kehittää pituuskasvun arviointi tasolle, jolta saattaa olla kannattavaa lähteä rakentamaan koko maan kattavaa kasvuindeksipalvelua nykyiseen sädekasvupohjaiseen indeksipalveluun liittyen.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- CANNELL, M.G.R. & WILLET, S.C. 1975. Rates and times at which needles are initiated in buds on differing provenances of *Pinus contorta* and *Picea sitchensis* in Scotland. Can. J. For. Res. 5(3): 367—380.
- CIESLAR, A. 1907. Einige Beziehungen zwischen Holzzuwachs und Witterung. Cbl. ges. Forstw. 33(6):233—246.
- DAHL, E. & MORK, S. 1959. Om sambandet mellom temperatur, ånding og vekst hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Summary: On the relationships between temperature, respiration and growth in norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Medd. Norske Skogforsoksv. 53:82—93.
- DICKMANN, D.I. & KOZLOWSKI, T.T. 1968. Mobilization by *Pinus resinosa* cones and shoots of C14-photosynthate from needles of different ages. Amer. J. Bot. 55(8):900—906.
- GARRET, P.W. & ZAHNER, R. 1973. Fascicle density and needle growth responses of red pine to water supply over two seasons. Ecology 54(6):1328—1334.
- GORDON, J.C. & LARSON, P.R. 1970. Redistribution of C14-labelled reserve food in young red pines during shoot elongation. For. Sci. 16(1):14—20.
- HERTZ, M. 1929. Huomioita männyn ja kuusen pituuskehityksen "vuotuisesta" ja vuorokautisesta jaksosta. Referat: Beobachtungen ueber die "jährlichen" und täglichen Perioden im Längenwachstum der Kiefer und Fichte. Acta For. Fenn. 34(18). 26 s.
- HESELNAN, H. 1904. Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarne 1900—1903. Referat: Ueber den Höhenzuwachs und die Sprossbildung der Kiefer in den Sommern 1900—1903. Medd. fr. Stat. Skogsförsöksanst. 1:25—43.
- HUSTICH, I. 1940. Tallstudier sommaren 1939 i Enare och Utsjoki. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 62(6). 76 s.
- 1948. The Scotch pine in northernmost Finland and its dependence on the climate in the last decades. Acta Bot. Fenn. 42. 75 s.
- 1978. The growth of the Scotch pine in northern Lapland, 1928—77. Ann. Bot. Fenn. 15(4):241—252.
- Ilmatieteen laitos 1980. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. 74.
- Ilmatieteen laitos 1981. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. 75.
- ILVESSALO, L. 1929. Puuluokitus ja harvennus-

- asteikko. Summary: A tree-classification and thinning system. Acta For. Fenn. 34(38). 15 s.
- JUNTTILA, O. & HEIDE, O.M. 1981. Shoot and needle growth in *Pinus sylvestris* as related to temperature in northern Fennoscandia. For. Sci. 27(3):423—430.
- KOZLOWSKI, T.T. 1964. Shoot growth in woody plants. Bot. Rev. 30(3):335—392.
- & WINGET, C.H. 1964. The role of reserves in leaves, branches, stems and roots on shoot growth of red pine. Amer. J. Bot. 51(5):522—529.
- LAITAKARI, E. 1920. Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. Referat: Untersuchung ueber die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf das Längen- und Dickenwachstum der Kiefer. Acta For. Fenn. 17. 58 s.
- LANNER, R.M. 1976. Patterns of shoot development in *Pinus* and their relationship to growth potential. Teoksessa: Three physiology and yield improvement. Academic Press. New York. s. 223—243.
- MIKOLA, P. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations on tree growth and their significance to growth studies. Commun. Inst. For. Fenn. 38(5). 131 s.
- OJANSUU, R. & HENTTONEN, H. 1982. Menetelmä ilmastollisten aikaan ja paikkaan sidottujen tunnus-ten estimoimiseksi. Käsikirjoitus. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos.
- RAULO, J. & LEIKOLA, M. 1974. Tutkimuksia puiden vuotuisen pituuskasvun ajoittumisesta. Summary: Studies on the annual height growth of trees. Commun. Inst. For. Fenn. 81(2). 19 s.
- RUTTER, A.J. 1957. Studies in the growth of young plants of *Pinus sylvestris* L. 1. The annual cycle of assimilation and growth. Ann. Bot. 21(83): 399—425.
- SARVAS, R. 1964. Havupuut. WSOY. 518 s.
- 1966. Temperature sum as a restricting factor in the development of forest trees in the subarctic. UNESCO Nat. Res. Org. Symp. Julkaisussa: Ecology Paper 27:79—82.
- 1973. Investigations on the annual cycle of development of forest trees active period. Commun. Inst. For. Fenn. 76(3). 110 s.
- SCHLIER, G.A. 1970. Seasonal pathways of C14-photosynthate in red pine labeled in May, July and October. For. Sci. 16(1):2—13.
- SKRE, O. 1972. High temperature demands for growth and development in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Scandinavia. Meldinger fra Norges landbrukshogskole 51(7). 29 s.
- STERN, K. & ROCHE, L. 1974. Genetics of forest ecosystems. Springer Verlag. 330 s.
- SUCOFF, E. 1971. Timing and rate of bud formation in *Pinus resinosa*. Can J. Bot. 49(10):1821—1832.
- TANTTU, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä. J. Simeliuksen Perillisten Kirjapaino-osakeyhtiö. 211 s.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80(2): 1—105.
- 1981. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. 28. 47 s.
- WALLEN, A. 1917. Om temperaturens och nederbördens inverkan på granens och tallens höjd- och radietillväxt å Stannäs kronopark 1890—1914. Skoghögskolans festskrift. Stockholm. s. 413—427.
- WAREING, Ph.F. 1958. Reproductive development in *Pinus sylvestris*. Teoksessa: The physiology of forest trees. The Ronald Press company. New York. s. 643—654.
- ÖRTENBLAD, Th. 1904. Årskrift från förening för skogsvård i Norrland för år 1903. Stockholm. 33 s.

ODC 561.1:568:228.125:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0586-4
ISSN 0015-5543

LYLY, O. & SAKSA, T. 1982. Pituuskasvun vaihtelu ja puuluokkien eriytymisen nuoressa istutusmännikössä. Abstract: Variation in height growth and differentiation of tree classes in a young Scots pine plantation. *Folia For.* 532:1—11.

The study examined the development of a young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation with regard to variation in differentiation of the tree classes and height growth. The main results were: Differentiation of tree classes occurs early in plantation life, soon after establishment. The amount of annual height growth is mainly affected by the temperature sum of the previous growing season and also by the amount of rainfall in the previous August.

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

ODC 561.1:568:228.125:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0586-4
ISSN 0015-5543

LYLY, O. & SAKSA, T. 1982. Pituuskasvun vaihtelu ja puuluokkien eriytymisen nuoressa istutusmännikössä. Abstract: Variation in height growth and differentiation of tree classes in a young Scots pine plantation. *Folia For.* 532:1—11.

The study examined the development of a young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation with regard to variation in differentiation of the tree classes and height growth. The main results were: Differentiation of tree classes occurs early in plantation life, soon after establishment. The amount of annual height growth is mainly affected by the temperature sum of the previous growing season and also by the amount of rainfall in the previous August.

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

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja

Remarks & calls for information _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

Kannuksen energiametsäkoasema
Kannus Energy Forestry Experiment Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen vartuneissa männyn taimikoissa.
Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus.
Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätalastollinen vuosikirja 1981.
Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi, Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella.
Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annala, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehentäin tuhoilta.
Lindane treatment against Hylobius damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamäki, Jari: Junkkari laikkahakkurit.
Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen.
Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä.
Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen.
The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyypit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951—1953) aineistoon perustuva tutkimus.
The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951—1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhteista.
Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä.
Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarsettujen mäntyjen sahauksesta.
Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia.
On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.
- No 522 Björklund, Tarja: Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet.
Technical properties of lodgepole pine wood.
- No 523 Vuokila, Yrjö: Metsien teknisen laadun kehittäminen.
The improvement of technical quality of forests.
- No 524 Varmola, Martti: Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen.
Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning.
- No 525 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1981.
Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1981.
- No 526 Silfverberg, Klaus: Näringsanalys i två spårämnesgödslande granplanteringar.
Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients.
- No 527 Nikkanen, Teijo: Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käyttökäytännöllisyyksistä Oulun läänin alueella.
Survival and height growth of North Finland × South Finland hybrid progenies of Scots pine in intermediate areas.
- No 528 Siren, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainprossessorilla.
Stand damage in thinning operation with a grapple loader processor.
- No 529 Valtonen, Kari: Sahatavaran ja puulevyjen käyttö uudisrakentamiseen 1970-luvulla.
Use of sawnwood and wood-based panels in new building construction in the 1970's.
- No 530 Hannelius, Simo: Metsäkiinteistöjen kauppahinta-aineisto ja sen soveltuvuus kauppa-arvomenetelmän vertailuperusteeksi.
Forest real estate purchase price statistics as a basis for comparison method in real estate appraisal.
- No 531 Kinnunen, Kaarlo: Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa.
Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland.
- No 532 Lyly, Olavi & Saksala, Timo: Pituuskasvun vaihtelu ja puuluokkien eriytyminen nuorena istutusmännikössä.
Variation in height growth and differentiation of tree classes in a young Scots pine plantation.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonteista koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.