

FOLIA FORESTALIA 671

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1986

JARI PARVIAINEN & JUKKA ANTOLA

TAIMIEN KEHITYS JA JUURISTON
MORFOLOGIA ERI TAIMILAJEILLA
PERUSTETUISSA MÄNTYISTUTUKSISSA

THE ROOT SYSTEM MORPHOLOGY AND
STAND DEVELOPMENT OF DIFFERENT
TYPES OF PINE NURSERY STOCK



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyyssönen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

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 kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen 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 ten 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 671

Metsäntutkimuslaitos, Institutum Forestale Fenniae, Helsinki 1986

Jari Parviainen & Jukka Antola

TAIMIEN KEHITYS JA JUURISTON MORFOLOGIA ERI TAIMILAJEILLA PERUSTETUISSA MÄNTYISTUTUKSISSA

The root system morphology and stand development of different
types of pine nursery stock

Approved on 14.11.1986

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	4
21. Taimikoiden valinta	4
22. Taimikoiden mittaukset	4
221. Koealojen sijoittaminen taimikoihin	4
222. Yleiskoealojen mittaukset	4
223. Erikoiskoealojen mittaukset	5
3. TULOKSET	6
31. Taimikoiden yleistila	6
311. Tiheys	6
312. Taimien pituus	7
313. Taimien tyvilenkous ja kallistuminen	8
314. Taimien muut viat ja tuhot	8
32. Juuristokoeuiden mittaustulokset	9
321. Taimien pituuskasvu	9
322. Taimien tyviläpimitta	9
323. Taimien stabiliteetti	10
324. Juuristotunnukset	11
325. Juuriston muodon ja stabiliteetin välinen yhteys	16
4. TULOSEN TARKASTELU	17
41. Taimikoiden tila	17
42. Taimien maanpäällisten osien ja juuriston morfologian välinen yhteys	17
43. Juuriston kehitys ja juuristovauriot	19
KIRJALLISUUS	19
SUMMARY	21

PARVIAINEN, J. & ANTOLA, J. 1986. Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa mäntytutuksissa. Summary: The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock. *Folia Forestalia* 671. 29 p.

Tutkimuksessa vertailtiin 12—16-vuotiaiden mäntytaimikoiden tilaa, taimien kallistumisen ja tyvilenkouden yleisyyttä, taimien voimakkuutta pysyvä pystyssä sekä juuriston kehitystä ja sen yhteyttä maanpäällisten osien kasvuun. Vertailtavat taimilajit olivat: luontainen, kylvö, koukuttu paljasjuurinen, paperikenttä ja kaksi erilaista turveruukkutaimitilaa. Tyvimutkia sekä kallistumisesta johtuvaa tyvilenkoutta esiintyi eniten paljasjuurisilla ja paperikenttätaimilla. Turveruukkutaimit olivat eniten lähes suoravertaisia luontaisia ja kylvötaimia. Puiden pystyssä pysymisessä ei havaittu eroja taimilajien välillä. Juuristoepämuodostumat olivat selvästi yleisimpiä paljasjuurisilla taimilla. Paakkutaimitilalla juuristokehitys oli luonnonmukaisempi kuin paljasjuuritaimitilalla. Eniten luontaisten taimien juuristoa muistutti turveruukkutaimitilien juuristo. Tyvilenkouden todettiin olevan paras maanpäällinen tunnus arvioitaessa eri taimilajeilla esiintyviä morfologisia juuristoepämuodostumia.

The stand characteristics, crookedness at the base of the stem, stem tilting, root system morphology and its correlation with above-ground stem parameters, were studied in 12 to 16-years-old Scots pine plantations. The types of nursery stock to be compared were: naturally regenerated (control), seeding, transplanted bare-root seedlings, paperpot, and two types of peatpot. The frequency of crookedness at the base of the stem and stem tilting was highest among barerooted and paperpot seedlings. The stems of peatpot seedlings were more similar to the straight stems of naturally regenerated and seeding-in-place seedlings. No clear differences were noted in the stability of the seedlings of various nursery stock types. Root system deformations were most common on bare-rooted seedlings. The root systems of peatpot-seedlings most closely resembled the root morphology of naturally regenerated seedlings. The results indicate that crookedness at the base of the stem is the most important above-ground characteristic for evaluating morphological root deformations.

Key words: Scots pine plantation, *Pinus sylvestris*, stem tilting, crookedness
ODC 232.411+181.65+164.3+174.7 *Pinus sylvestris* + 56

Authors' addresses: *Parviainen*: The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station, PL 68 SF-80101 Joensuu, Finland. *Antola*: The Foundation for Forest Breeding, Viljatie 4 A 5, SF-00700 Helsinki, Finland.

ISBN 951-40-0760-3
ISSN 0015-5543

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Alkuvuosien eloonjäämisen ja pituuskasvun turvaamisen ohella istutusmetsikön perustamisen tavoitteena tulee olla pitkän tähtäimen varmuus. Männiköissä onnistuneen viljelytuloksen takaa puiden hyvän terveydentilan ohella turvallinen juuristokehitys. Vanhastaan on tiedetty, että väkivaltaiset istutustavat saavat aikaan männyn juuristovaurioita, jotka myöhemmin saattavat johtaa puiden kuolemiseen (Spitzenberg 1908). Samalla kun metsänviljely jyrkästi lisääntyi Suomessa ja paakkutaimet yleistyivät 1960-luvun lopulla, tulivat myös istutusmäntyjien juuristo-ongelmat pysyväksi seurantakohteeksi. Taimien kasvatus juuria läpäisemättömissä paakunmuodostajissa osoitti, että kasvatuksessa epämuodostunut juuristo saattoi aiheuttaa istutuspaikalla taimien pystyynkuoleamisen tai kaatumisen (Rohmeder 1968, Bergman ja Häggström 1973). Huolestuttavien havaintojen vuoksi männyn juuristokysymyksiin alettiin kiinnittää maailmanlaajuisesti runsaasti huomiota. Tätä osoittaa mm. se, että 1970-luvulla järjestettiin kansainvälisiä istutustaimien juuristojen kehittymistä koskevia symposiumeja (ks. mm. van Eerden ja Kinghorn 1978, Hultén 1982).

Turvallisen juuristokehityksen varmistamiseksi paakkutaimien tuotantomenetelmiä on jatkuvasti kehitetty (Parviainen 1982, 1986). On pyritty löytämään taimien juuristokehitykselle entistä varmempia ja toisaalta tuotantolinjoiltaan entistä rationalisoidumpia menetelmiä. Jatkuva kehitystyö on kuitenkin osaltaan merkinä siitä, että toistaiseksi paakkutaimien kasvatuksen juuristokysymyksiä ei ole voitu tyydyttävällä tavalla ratkaista.

Juuristokehitykselle moitteettomien kasvatus- ja istutusohjeiden laatimista haittaa se, että toistaiseksi ei tunneta tarkalleen pitkältä aikaväliltä männyntaimien juuristokehitystä. Useiden tutkimusten havainnot osoittavat, että juuristoepämuodostumien seurauksilmiöt tulevat näkyviin taimikoissa vasta 10—15 vuoden kuluttua istutuksesta (Spitzenberg 1908, Wibeck 1923). Juurten suuntautumista, juurten leikkaamista ja taimien istutustapoja

koskevien perusselvitysten pohjalta tiedetään kyllä, millaiset ratkaisut eivät missään tapauksessa ole suositeltavia (esim. Huuri 1972, 1979, Parviainen 1980). Tulokset koskevat kuitenkin yleensä vain taimien alkukehitystä. Pitkältä aikaväliltä ei vielä tiedetä, kuinka juuristojen epämuodostuminen vaikuttaa esim. taimien pituuskasvuun. Myöskään taimikoiden inventointien perusteella ei ole voitu tarkalleen muodostaa kuvaa siitä, millaisista paakkutaimimenetelmistä saattaa aiheutua vaaraa juuristojen kehitykselle. Vasta nyt vanhimmat paakkutaimi-istutukset alkavat olla siinä iässä, että selväpiirteisiä tuloksia juuristoepämuodostumien ja kasvun välisistä yhteyksistä voidaan odottaa saatavan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on verrata eri taimilajeilla perustettujen 12—16-vuotiaiden mäntytaimikoiden tilaa, taimien kallistumisilmion ja tyvilenkouden yleisyyttä, stabiiliteettia eli taimen voimakkuutta pysyä pystyssä sekä juuristojen kehitystä. Taimikot valittiin käytännön metsänviljelyaloilta, jotta tulokset voitaisiin paremmin yleistää vastaamaan normaalia metsänviljelytoimintaa. Yhtenä päätavoitteena on pyrkiä löytämään ne maanpäälliset tunnuksot, joiden avulla voitaisiin arvioida luotettavasti männyn juuristojen tila.

Tämä tutkimus on toteutettu yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen ja Taimi-Tapion kesken. Maastotöiden rahoituksesta vastasivat molemmat organisaatiot yhteisesti. Tekijöiden kesken työ jakaantui seuraavasti: Antola on hoitanut koalojen valinnan, maastotöiden toteutuksen sekä aineiston käsittelyn. Materiaalista hän laati metsänhoitotieteen opinnäytetöiden. Parviainen on vastannut tutkimussuunnittelusta, työn ohjauksesta sekä käsikirjoituksesta.

Tutkimuskohteiden valinnassa ja paikallistamisessa ensiarvoista apua antoivat lukuisat Tehdaspuu Oy:n, A. Ahlström Oy:n sekä Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan ja paikallisten metsänhoitoyhdistysten metsäammattimiehet. Käsikirjoituksen lukivat professorit Erkki Lähde ja Matti Leikola sekä MML Kaarlo Kinunen. Esitämme kaikille työn edistymistä tukeneille parhaat kiitoksemme.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

21. Taimikoiden valinta

Tutkimuskohteiksi valittiin seuraavat perustamisajankohdaltaan suunnilleen samanikäiset mäntyistutukset:

- luontainen (kontrolli)
- kylvö (kontrolli)
- paljasjuurinen, taimilajit 2A+1A tai 1M+1A
- paperikunno, kennotyypit Fh 408, 1Mk
- turveruokku, ruukkutyypit FP-620, 1Mt
- turveruokku, ruukkutyypit FP-615, 1Mt

Jotta taimet olisivat voineet kasvattaa juuristoaan istutuksen tai kylvön jälkeen riittävän kauan, valittujen taimikoiden tuli olla perustettuja vuosina 1971—74. Kasvupaikaksi rajattiin kuivahkot kankaat. Maalajina sai olla hietta- hiesu-moreeni tai lajittunut hietta-hiekka. Kasvupaikkakriteerit täyttäviä, kunkin taimilajin taimikoita pyrittiin saamaan edustavasti eri alueilta 5—7 kpl. Luontaisia ja kylvötaimikoita valittiin kuitenkin vain muutama.

Taimikoiden esivalinta tehtiin Tehdaspuu Oy:n Iisalmen piirin ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan uudistusosalatiedoista sekä A. Ahlström Oy:n Varkauden pakkaustehtaan turveruokkutaimien koeviljelytiedoista.

Sopivien taimikoiden löytämisestä vaikeuttivat tutkimusaineistolle asetetut kriteerit. Paakkutaimista haluttiin tutkia nimenomaan nykyisin käytettäviä, paakkuun kylvettyjä taimia, joilla ei esiintynyt koulunnasta johtuvia juuristoeopämuodostumia. Kuitenkin turveruokkuun FP-620 kylvettyjen paakkutaimi-istutusten löytäminen oli hyvin vaikeaa. Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella tämä paakkutaimilaji oli miltei yksinomaan ruokkuun kouluttua. Lajittuneille maille perustettuja istutuksia ei myöskään löytynyt tutkittavien taimilajien viljelytaimikoista riittävästi, sillä useimmiten tämän maalajin uudistamiskohteet oli uudistettu luontaisesti.

Uudistusosalatiedoista esivalitut taimikot hyväksyttiin lopullisesti tutkittaviksi maastossa, kun uudistusosalatietojen paikkansapitävyys oli tarkistettu. Osa taimikoista jouduttiin vielä tällöin hylkäämään, koska viljelytaimien varma tunnistaminen oli ylivoimaista. Samoin taimikko saattoi sijaita ennakkotiedoista poiketen mm. turvemaalla, eikä se siten täyttänyt asetettuja kriteereitä. Niin ikään eräiden taimikoiden paikantaminen maastossa oli ylivoimaisen vaikeaa.

Lopullisesti maastossa hyväksytyjen ja inventoitujen taimikoiden määrä oli seuraava:

Taimilaji	Iisalmi	Pirkka-Häme (Kuhmalahti, Orivesi)	Varkaus	Yhteensä
Luontainen	1			1
Kylvö	1	2		3
Paljasjuurinen	3	4		7
Paperikunno, Fh 408	2	6		8
Turveruokku, FP-620			1	1
Turveruokku, FP-615	2		2	4
Yhteensä	9	12	3	24

Taimikoiden yleistiedot käyvät ilmi liitetäulukosta 1.

22. Taimikoiden mittaukset

221. Koalojen sijoittaminen taimikoihin

Taimikot inventoitiin heinä-elokuussa 1984 kaksivaiheisella systemaattisella koalaotannalla. Ensimmäisessä otantavaiheessa ns. yleiskoealoilta inventoitiin taimikon tilaa osoittavat yleistunnukset. Toisessa otantavaiheessa ns. erikoiskoealoilta mitattiin edellisten lisäksi tarkempia taimikohtaisia tunnuksia ja tutkittiin taimien juuristot. Taimikon pinta-ala arvioitiin kartalta tai saatiin uudistusosalatiedoista. Suurista, yli 5 ha:n hajanaisista taimikkokuvioista inventoitiin vain yhtenäinen osa.

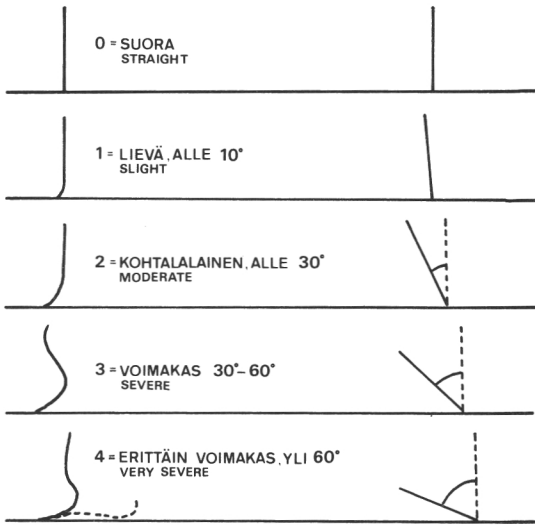
Taimikon pinta-alan perusteella määrättiin ensimmäisen otantavaiheen yleiskoealojen koala- ja linjaväli sekä koalojen määrä seuraavasti:

Taimikon koko, ha	Linja-/ koalaväli m	Koaloja, kpl/ha	Otantaprosentti, 10 m ² :n koala
0,3—1,0	12	70	6,9
1,0—2,0	15	44	4,4
2,0—3,0	20	25	2,5
3,0—5,0	25	16	1,5

Koalojen määrä ja taimikon keskimääräinen tiheys huomioonottaen erikoiskoealat pyrittiin sijoittamaan systemaattisesti yleiskoealojen joukkoon siten, että erikoiskoealoille viljelytaimia saatiin vähintään 20 kpl taimikkoa kohden.

222. Yleiskoealojen mittaukset

Metsätyyppi määritettiin uudistusalan jokaiselta koelalalta. Taimikohtaiset tiedot mitattiin vain viljelytaimista. Jos taimia esiintyi yhdessä viljelypisteessä useita eli



Kuva 1. Taimien tyvilenkous- ja kallistumisluokat (ks. Huuri 1979)

Fig. 1. Classes used in estimating crookedness at the base of the stem and stem tilting. (See Huuri 1979).

taimet kasvoivat tuppaissa, mittaustiedot kerättiin tuppaan valtataimesta. Samalla laskettiin kuitenkin taimien määrä tuppaassa.

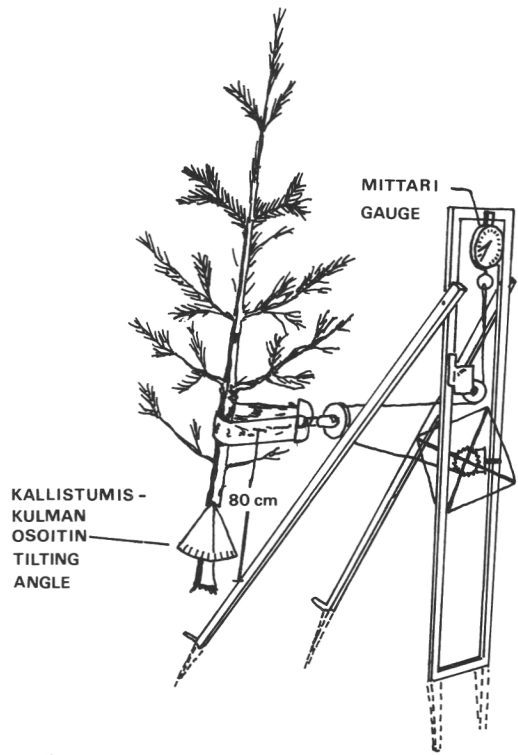
Viljelytaimien tyvilenkous ja rungon kallistuminen pystytasosta arvioitiin silmävaraisesti luokitellen (kuva 1, ks. Huuri 1976, 1979):

Viljelytaimien muut tuhot ja viat luokiteltiin seuraavasti:

- Ei tuhoja eikä vikoja
- Kuollut
- Sairas tai kituva
- Versoruoste
- Hirvituho
- Kaksihaarainen, alhaalta haaroittunut
- Kaksihaarainen, ylhäältä haaroittunut
- Monihaarainen
- Poikaoksa
- Runkomutka, joka ei johdu tyvilenkoudesta

Tuhonaiheuttajaksi tai -syyksi määriteltiin se, josta arvioitiin olevan eniten haittaa taimen elinvoimaisuudelle tai puun tulevalle tekniselle laadulle.

Koaloilta luettiin myös luontaisesti syntyneiden kehityskelpoisten ja kehityskelvottomien männyn, kuusen ja lehtipuun taimien määrä. Kehityskelpoisilla männyn taimilla tarkoitetaan tässä yksilöitä, jotka olivat terveitä, elinvoimaisia ja riittävän kookkaita muuhun taimikkoon nähden, jotta niistä voitaisiin kasvattaa käyttöpuuta. Kehityskelvottomiksi taimet luokiteltiin, jos ne olivat sairaita, kituvia tai kasvultaan ja kooltaan selvästi muusta taimikosta jälkeen jääneitä yksilöitä. Keskipi-tuudet arvioitiin 10 cm:n tarkkuudella.



Kuva 2. Taimien pystyssä pysymisen eli stabiileetin mittauslaitteisto.

Fig. 2. Device for measuring stability.

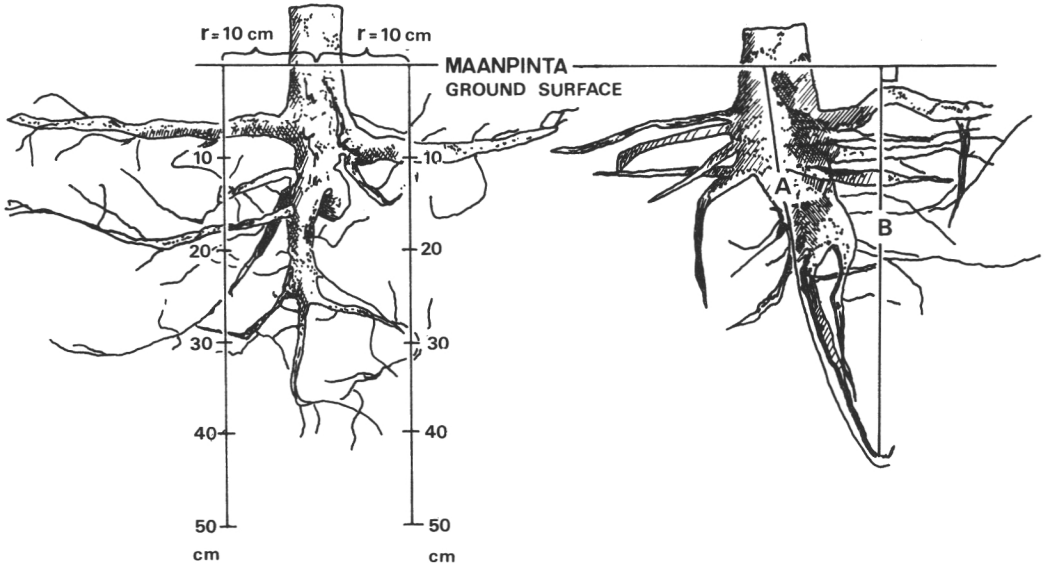
223. Erikoiskoalojen mittaukset

Erikoiskoaloilla koepuista selvitetiin yleistietojen lisäksi vuosien 1980—1984 pituuskasvut yhden cm:n tarkkuudella. Koepuiden pystyssä pysymistä eli stabiileettia ilmaiseva vääntömomentti mitattiin tätä tarkoitusta varten rakennetun mittaustilteiston avulla (kuva 2, ks. Hultén ja Jansson 1978). Mittaus tehtiin taimen todennäköiseen kallistumissuuntaan, ts. siihen suuntaan johon taimi oli silminhavaintavasti tyvilenko tai kallistunut. Aurausalueilla vetosuunta oli kohtisuoraan auran pallesta vastaan. Mittaus voitiin tehdä vain kerran, koska mittauksen jälkeen taimen juuristo antoi jo niin paljon periksi, että toinen mittaus ei olisi enää antanut luotettavaa tulosta.

Stabiileetti-arvo määriteltiin vetämällä taimea mittaustilteiston vajereilla 80 cm:n korkeudelta niin voimakkaasti, että taimen tyvi kallistui 10° alkuperäisestä pystytasosta. Vetovoima kohdistui jokaisella taimella samanlaisena juuristoon.

Rungon taipumisesta johtuva virhe eliminoitiin mitaamalla kallistuminen mahdollisimman alhaalta tyvestä. Voimamittarissa oleva nollattava apuviisari näytti 100 g:n tarkkuudella suurimman hetkellisen voiman, joka vedon aikana tarvittiin.

Kaikki stabiileetin määrittäystä varten mitatut taimet nostettiin juuristotutkimuksiin. Ennen juuriston kaivamista taimen tyveen merkittiin maanpinnan raja ja vetosuunta puukolla. Juuristot kaivettiin ylös 25 cm:n sä-



Kuva 3. Sivujuurten syvyysjakautumisen sekä pääjuuren pituuden ja syvyyden mittaustavat.
 Fig. 3. Measuring the horizontal distribution of lateral roots, and the length and depth of the taproot.

teeltä tyven keskipisteestä. Sivujuurten levittäytyminen vaakatasossa selvitettiin laskemalla juurien lukumäärä kahdeksassa eri sektorissa sekä 10 cm:n että 25 cm:n säteeltä siten, että vetosuunta oli sektoreiden 1 ja 8 välissä.

Sivujuurten pystysuoran jakautumisen selvittämiseksi mitattiin 10 cm:n säteeltä tyvestä sivujuurien etäisyys maanpinnan tasosta (kuva 3). Pääjuuresta mitattiin kokonaispituus ja suurin kohtisuora etäisyys eli syvyys maanpinnasta pääjuuren alimpaan kohtaan (kuva 3). Mittaustarkkuus oli yksi senttimetri.

Juuriston morfologiaa kuvattiin vielä silmävaraisesti luokittelemalla sivujuurten kiertyminen ja yhteenkiertoutuminen sekä pääjuuren tila seuraavasti:

Sivujuurten kiertyminen

- ei kiertymistä
- yksi haitallisesti kiertynyt juuri
- useita haitallisesti kiertyneitä juuria

Sivujuurten yhteenkiertoutuminen

- ei yhteenkiertoutumista
- lievä (kaksi juurta yhdessä)
- voimakas (useita yhteenkiertoutuneita juuria)

Pääjuuren tila

- pääjuuri normaali
- mutkalla
- puuttuu
- useita pääjuuria

Tutkimuksissa inventoitiin kaikkiaan 24 taimikkoa, joilta mitattiin 1271 koealaa ja 2555 koepuuta. Erikois-koaloja oli 201 ja niiltä juuristotutkimuksiin nostettuja koeputia 493 kpl.

3. TULOKSET

31. Taimikoiden yleistila

311. Tiheys

Tiheimpiä olivat pienillä turveruokkutaimilla (FP-615) viljellyt taimikot (taulukko 1). Niissä oli istutustaimia keskimäärin 2140 kpl/ha. Turveruokkutaimien istutuksissa on saattanut kuitenkin olla jo alunperin suu-

rempi viljelytiheys kuin muiden taimilajien istutuksissa. Lisäksi pienillä turveruokkutaimilla viljellyt taimikot sijaitsivat lajittuneilla mailla, joilla taimien eloonjäämisen voi olettaa olevan hyvä. Vähiten istutustaimia oli jäljellä turveruokkutaimityypin FP-620 taimikossa.

Luontaisten taimien määrä vaihteli paljon.

Taulukko 1. Taimikoiden tiheys ja taimien keskipituus.
Table 1. Stand density and mean height.

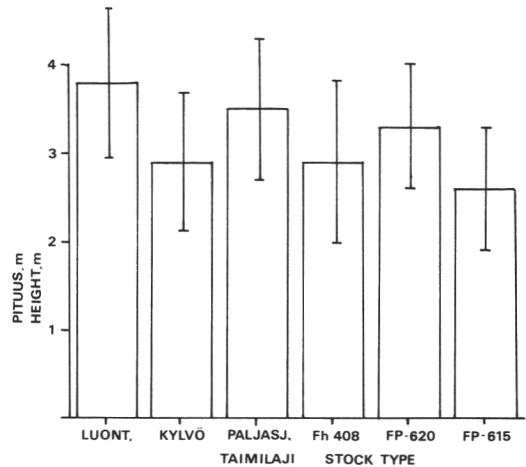
Taimilaji	Viljely- ajankohta	Taimikoiden keski-ikä vuotta	Viljelytai- mien määrä kpl/ha	Viljelytaimien keskipituus, m	Männyn taimien mää- rä, luont.+vilj.
Stock type	Planting	Mean age, years	No. of planted trees	Mean height of planted trees, m	No. of pine seedlings, natural+planted
Luontainen <i>Naturally regenerated</i>	1967	17,4	2020	3,8 ± 0,8	2020
Kylvö <i>Seeding</i>	1972	13,0	1640	2,9 ± 0,8	2700
Paljasjuuri <i>Bare-root</i>	1972	14,9	2090	3,5 ± 0,8	2480
Paperikunno, Fh 408 <i>Paperpot</i>	1972	14,2	1750	2,9 ± 0,9	3620
Turveruukku, FP-620 <i>Peatpot</i>	1972	14,0	1420	3,3 ± 0,7	1670
Turveruukku, FP-615 <i>Peatpot</i>	1972	13,7	2140	2,6 ± 0,7	2520

Kehityskelpoisia luontaisia männyntaimia oli runsaimmin kylvötaimikoissa ja paperikennotaimilla viljellyissä taimikoissa. Luontaisen taimien keskipituus oli noin kaksi metriä, joten ne soveltuivat usein täydentäviksi taimiksi. Kehityskelvottomia luontaisia männyntaimia oli taimikoissa vähän. Useimmiten kehityskelvottomiksi katsotut taimet olivat liian pieniä. Ainoastaan suuren turveruukkutaimityypin (FP-620) taimikon tiheys jäi kokonaisuutena hieman alle ohjeviljelytiheyden.

Luontaisia kuusentaimia oli runsaasti molempien turveruukkutaimilajien taimikoissa. Kuusentaimet jäivät kuitenkin selvästi jälkeen männyntaimien kehityksestä. Luontaisia lehtipuun taimia oli tasaisesti eri taimilajien taimikoissa, lukuunottamatta suurilla turveruukkutaimilla viljeltyä taimikkoa. Lehtipuun taimien keskipituus oli pieni, jonka vuoksi niistä ei liene ollut männyntaimien kehitykselle haittaa. Taimikot olivatkin suhteellisen vähäisestä lehtipuun esiintymisestä sekä perkaus- ja raivaustiedoista päätellen intensiivisesti hoidettuja.

312. Taimien pituus

Taimikoiden pituusvertailua vaikeuttaa se, että eri koetaimikoiden ympäristöolosuhteet



Explanations:

luont. = naturally regenerated

kylvö = seeding

paljasj. = bare-rooted

Fh 408 = paperpot, type Fh 408

FP 620 = peatpot, type FP-620

FP 615 = peatpot, type FP-615

Kuva 4. Taimien keskipituus ja pituuden keskihajonta taimilajeittain.

Fig. 4. Average height and the standard deviation of height.

vaihtelivat. Myöskin taimien istutusajankoh-
ta ja biologinen ikä vaihtelivat.

Luontaiset taimet biologiselta iältään van-
himpina olivat selvästi pisimpiä (kuva 4). Vil-
jelytaimista paljasjuuritaimet sekä suuret
turveruukkutaimet (FP-620) olivat pisimpiä.

Erot muihin viljelytaimiin olivat tilastollisesti merkitseviä.

Samassa kasvupisteessä kasvavien taimien määrä ei vaikuttanut selväpiirteisesti valta- taimien pituuteen. Eniten taimia samassa viljelypisteessä esiintyi luonnollisesti kylvötaimikoissa. Myös paperikennotaimilla tuppaita esiintyi yleisesti. Tämä johtui siitä, että 1970-luvun alussa varsinkin Pirkka-Hämeessä paperikennotaimia ei yleensä harvennettu taimitarhalla ennen istutusta. Sekä kylvöissä että paperikennotaimilla sellaisia tuppaita, joissa oli vähintään kaksi tainta, tavattiin hieman yli 30 %. Kolmen taimen tuppaita oli molemmilla taimilajeilla noin 10 % ja neljän taimen tuppaita 3–4 %. Turveruukkutaimi- istutuksissa sen sijaan viljelypisteessä oli useampia taimia vain harvoin.

Kylvötaimet olivat tuppaaassa tavallisesti erillään toisistaan siten, että juuristot eivät kovinkaan usein kietoutuneet yhteen. Paperikennoissa samassa viljelypisteessä kasva- neiden taimien juuristot olivat sen sijaan usein keskenään kiertyneitä ja toisiinsa tiu- kasti kietoutuneita. Monesti pääjuuret olivat kasvaneet pitkän matkaa kiinni toisiinsa.

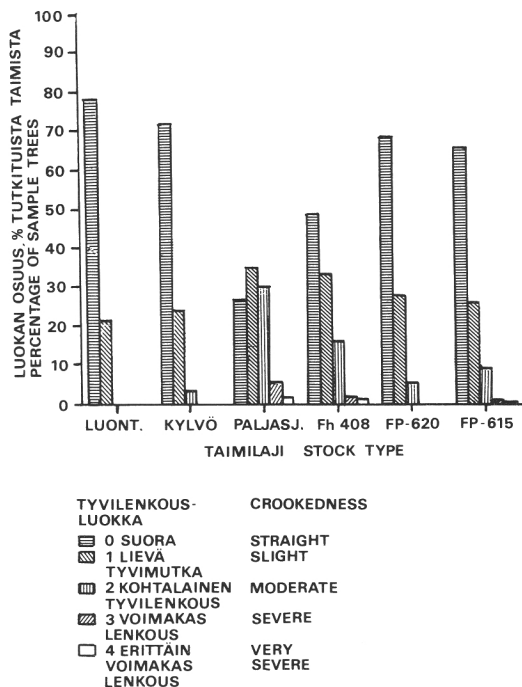
313. Taimien tyvilenkous ja kallistuminen

Luontaiset taimet olivat kaikkein suurim- pia (kuva 5). Niillä esiintyi korkeintaan lieviä tyvimutkia, joilla ei ole vaikutusta puun laa- tuun.

Kylvötaimilla ja molemmilla turveruuku- taimilajeilla esiintyi kohtalaiseksi luokiteltua tyvilenkoutta, mutta näilläkin taimilajeilla n. 90 % taimista oli suoria tai korkeintaan lie- västi tyvimutkaisia. Paperikennotaimilla koh- talaista tai sitä voimakkaampaa tyvilenkout- ta havaittiin noin 20 %:lla taimista. Paperi- kennotaimien tyvilenkoutta lisäsi tuppaiden esiintyminen, sillä tuppaaissa taimet pyrkivät lenkoutumaan ulospäin.

Selvästi voimakkaimmin tyveltään lenkoja olivat paljasjuuriset taimet, joilla kohtalaista ja sitä voimakkaampaa tyvilenkoutta havait- tiin noin 40 %:lla taimista. Tästä voimak- kaasti ja erittäin voimakkaasti lenkojen tai- mien osuus oli n. viidennes.

Kallistumisen esiintyminen oli samansuun- taista kuin tyvilenkoudenkin, koska lenkous on osittain seurausta taimen aikaisemmasta



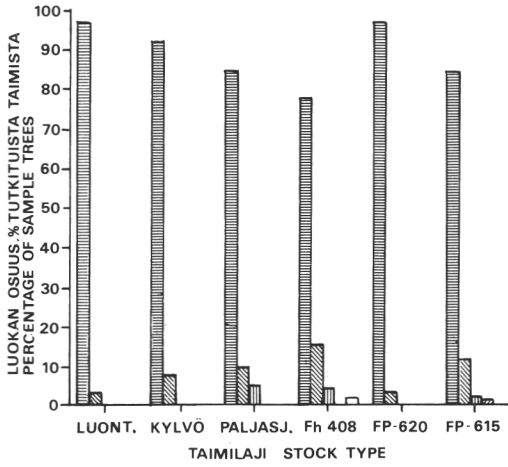
Kuva 5. Taimien jakaantuminen tyvilenkousluokkiin.
Fig. 5. Distribution of the trees in crookedness classes.
Explanations see Fig. 4.

kallistumisesta. Taimilajien väliset erot olivat vain pienempiä, sillä vanhat taimet olivat jo osaksi korjanneet aikaisemman rungon kal- listumisen.

Eniten kohtalaista ja sitä voimakkaampaa kallistumista esiintyi paperikenno- ja paljas- juuri- sekä pienissä turveruukuissa kasvate- tuilla taimilla. Kylvöissä sekä luontaisilla ja kookkailla turveruukkutaimilla ei esiintynyt lainkaan kohtalaista ja sitä voimakkaampaa kallistumista. Paperikennotaimien rungon voimakas kallistuminen johtui ilmeisesti osit- tain siitä, että osa taimikosta oli aurausaloi- la, joilla kallistuminen esiintyi voimakkaim- pana.

314. Taimien muut viat ja tuhot

Taimilajien välillä oli eroja erilaisten viko- jen ja tuhojen esiintymisessä. Luontaiset ja kylvötaimet olivat terveimpiä. Niistä n. 80 % katsottiin olevan ilman vikoja tai tuhoja. Kuolleiden ja sairaiden taimien osuus oli pa-



KALLISTUMIS- LUOKKA	TILTING CLASS
0 SUORA	STRAIGHT
1 LIEVÄ	SLIGHT
2 KOHTALAINEN <30°	MODERATE
3 VOIMAKAS 30-60°	SEVERE
4 ERITTÄIN VOIMAKAS >60°	VERY SEVERE

Kuva 6. Taimien jakautuminen kallistumisluokkiin.
Fig. 6. Distribution of the trees in tilting classes.
Explanations see Fig. 4.

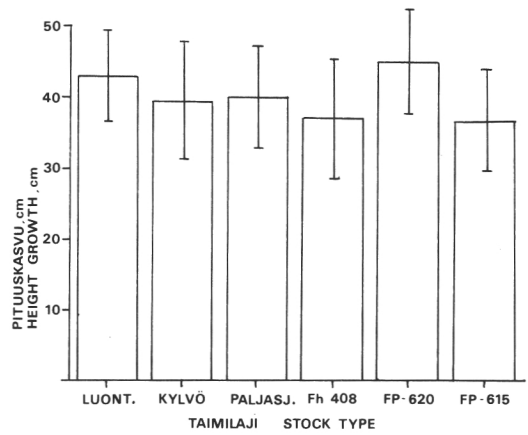
perikennotaimilla ja pienillä turveruukku-
taimilla n. 5 %. Luontaisilla ja suurilla turve-
ruukku-taimilla sitä vastoin ei esiintynyt kuol-
leita tai sairaita taimia lainkaan.

Puutavaran laatuun vaikuttavia tuhoja tai
vikoja, kuten hirvituhoja, haavoittuneisuutta
ja poikaoksia esiintyi eniten pienissä turve-
ruukuissa kasvatetuilla ja paljasjuurisilla
taimilla. Vähiten vastaavia vikoja esiintyi
kylvöissä ja luontaisilla taimilla. Runkoviois-
ta oli usein seurauksena mutka, joka saattoi
kylläkin taimien vanhetessa suoristua. Eniten
tällaisia runkomutkina ilmeneviä vikoja ta-
vattiin molemmilla turveruukku-taimilajeilla.

32. Juuristokoepuiden mittaustulokset

321. Taimien pituuskasvu

Viiden viimeisimmän kasvukauden
(1980—1984) pituuskasvuerot taimilajien vä-
lillä olivat pieniä, eivätkä ne olleet tilastolli-
sesti merkitseviä (kuva 7). Voimakkain kes-



Kuva 7. Vuosien 1980—1984 pituuskasvun keskiarvot ja
keskihajonta taimilajeittain.
Fig. 7. Average height growth in 1980—1984 and the
standard deviation of the height growth.
Explanations see Fig. 4.

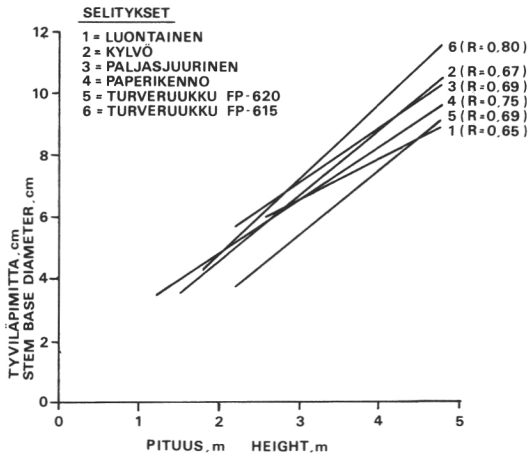
kimääräinen pituuskasvu oli turveruukku-
tyypin FP-620 taimilla ja luonnontaimilla.
Pienintä pituuskasvu oli paperikennotaimilla
ja pienillä turveruukku-taimilla (FP-615).

Kaikkien taimilajien taimien pituuskasvu
oli parantunut säännöllisesti vuosi vuodelta
lukuunottamatta vuotta 1983. Vuoden 1983
taantuma johtunee epäedullisista sääoloista.
Tuloksista ei ole siten havaittavissa esim.
juuristoepämuodostumista johtuvaa kasvun
taantumista.

322. Taimien tyviläpimitta

Taimen tyviläpimitta on yleensä suoraan
verrannollinen verson pituuteen. Juuristotut-
kimuksissa tyviläpimitan tarkastelu on tär-
keää ennen muuta sen vuoksi, että mahdol-
liset juuristoepämuodostumat saattavat ai-
heuttaa yhteyttämistuotteiden kerääntymistä
taimen tyveen ja sitä kautta tyvilaajentuman.
Myös taimen kasvuympäristö vaikuttaa tyvi-
läpimittaan. Harvassa kasvaessaan taimet
kehittyvät lyhyiksi ja tyvekkäiksi. Tiheys sitä
vastoin kiihottaa taimet kasvamaan pitkiksi
ja runkomuodoltaan hyväiksi.

Tässä aineistossa paljasjuuris
taimet olivat keskimäärin paksuimpia (8,5 cm) ja suu-
ret turveruukku-taimet ohuimpia (6,1 cm).



Kuva 8. Taimien pituuden ja tyviläpimitan yhteys taimilajeittain.

Fig. 8. Correlation between stem height and stem base diameter. Explanations see Fig. 4.

Tyvekkyyttä tarkasteltiin myös tyviläpimitan ja verson pituuden välisen korrelaation avulla (kuva 8). Pienet turveruukkutaimet osoittautuivat hieman muita taimilajeja tyvekkäämmiksi. Suuret turveruukkutaimet olivat sen sijaan runkumuodoltaan solakimpia. Luontaisilla taimilla riippuvuutta kuvaavan suoran kulmakertoimen poikkeus eniten muiden taimilajien kulmakertoimista siten, että lyhyet luontaiset taimet olivat keskimäärin muita tyvekkäämpiä, mutta pitkät taimet kaikkein ohuttyvisimpiä.

323. Taimien stabiileetti

Stabiileettia kuvataan kallistamiseen tarvittavalla vääntömomentilla (ks. Hultén ja Jansson 1978). Momentti laskettiin kaavasta:

$$M = m \times g \times h \quad (1)$$

jossa,

m = mittarin lukema (kg),

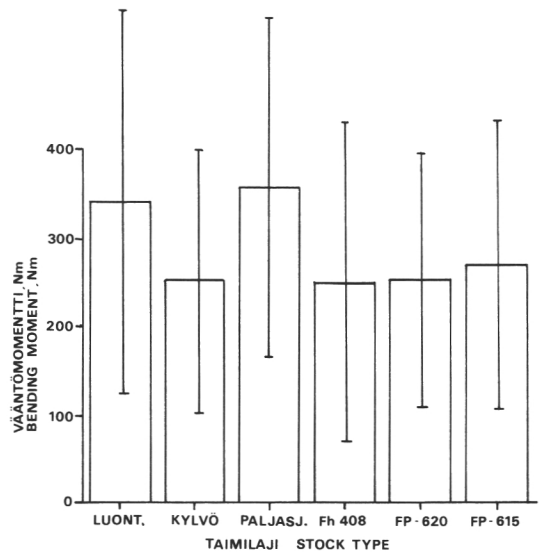
g = maan vetovoima ($9,81 \text{ ms}^{-2}$)

h = momentin varsi eli vetokorkeus (0,8 m)

Voimakkaimmin stabiileettiin vaikutti taimen koko. Pisimmät ja tyveltään paksuimmat taimet pysyivät parhaiten pystyssä (kuva 9). Siksi eri taimilajien vertailussa muita kookkaammat paljasjuuriset ja luontaiset taimet olivat keskimäärin muita vakaampia.

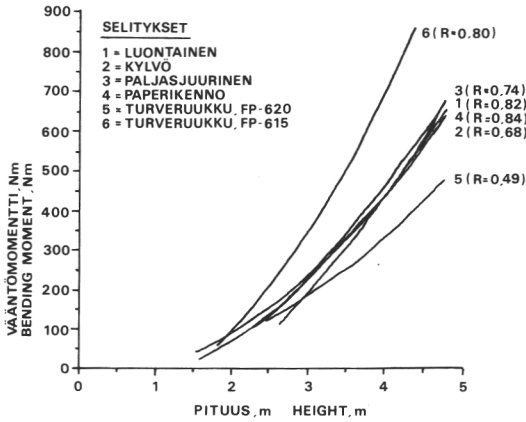
Muiden taimilajien välillä ei sen sijaan ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Suuri keskihajonta kaikilla taimilajeilla osoitti, että stabiileettiin vaihtelu yksittäisten taimien välillä oli erittäin suurta.

Taimen koon vaikutuksen eliminoimiseksi stabiileettia kuvattiin taimien pituuden funktiona (kuva 10). Pienten, alle kahden metrin pituisten taimien vääntömomentsi oli alhainen. Stabiileettieroja taimilajien välillä alkoi näkyä vasta yli kahden metrin pituisilla taimilla. Isojen ja pienten turveruukkutaimilajien (FP-615 ja FP-620) välillä syntyi selvä ero. Muut taimilajit sijoittuivat turveruukkutaimien vääntömomentsiarvojen väliin ilman selkeitä eroja. Pienten turveruukkutaimien hyvä stabiileetti johtunee siitä, että ne ovat tyvekkäimpinä kehittäneet pituutensa nähdessä voimakkaamman juuriston. Suurten turveruukkutaimien mittausten luotettavuuteen on saattanut vaikuttaa pieni otos. Mittaukset olivat vain yhdestä taimikosta.



Kuva 9. Taimien keskimääräinen stabiileetti ja stabiileetin keskihajonta taimilajeittain.

Fig. 9. Average stability and the standard deviation of stability. Explanations see Fig. 4.



Kuva 10. Taimien stabiliteetti verson pituuden funktiona taimilajeittain.
 Fig. 10. Correlation between stability and stem height. Explanations see Fig. 4.

324. Juuristotunnukset

Paakun seinämämateriaalin hajoaminen

Turveruukkutaimilla ei havaittu enää 10—13 vuoden kuluttua istutuksesta mitään merkkejä ruukun jäänteistä. Paperikennotaimilla sen sijaan kennon jäänteitä havaittiin juurenniskassa 80 %:lla taimista vielä 11—13 vuoden kuluttua istutuksesta. Paperin jäänteitä tavattiin vähemmän humuskerroksen kanssa kosketuksissa olleilla paperikennoilla kuin suoraan kivennäismaahan istutetuilla paperikennotaimilla. Eroon lienee syynä huumuksen aktiivinen pieneliötoiminta. Istutusvuosien 1971—73 välillä ei havaittu eroja kennon jäänteiden esiintymisessä.

Sivujuurten määrä

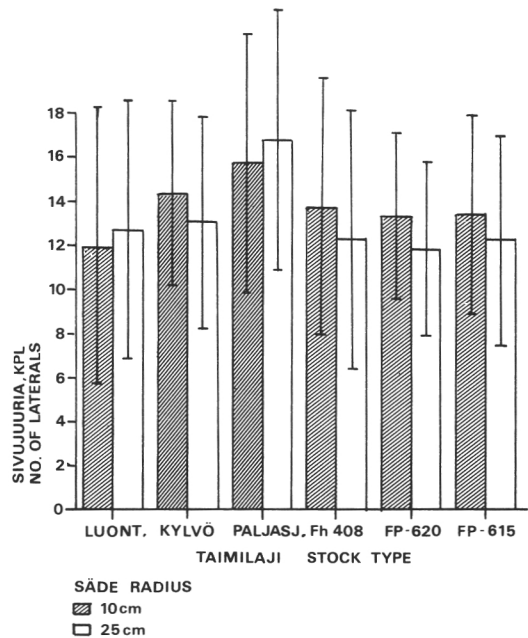
Eniten sivujuuria tavattiin paljasjuurisilla taimilla (kuva 11). Niillä oli eniten sivujuuria sekä 10 että 25 cm:n säteeltä tyvestä lasketuna, ja sivujuuret näyttivät haarautuneen runsaimmin, koska suuremman säteen alueella sivujuuria oli eniten. Vaikka luontaisilla taimilla tavattiin vähiten sivujuuria, ne kuitenkin haarautuivat hyvin. Paakku- ja kylvötaimilla ei sen sijaan havaittu eroja sivujuurten määrässä. Paakkutaimilla sivujuurten määrä väheni tarkastelusäteen kasvaessa.

Sivujuurten levittäytyminen

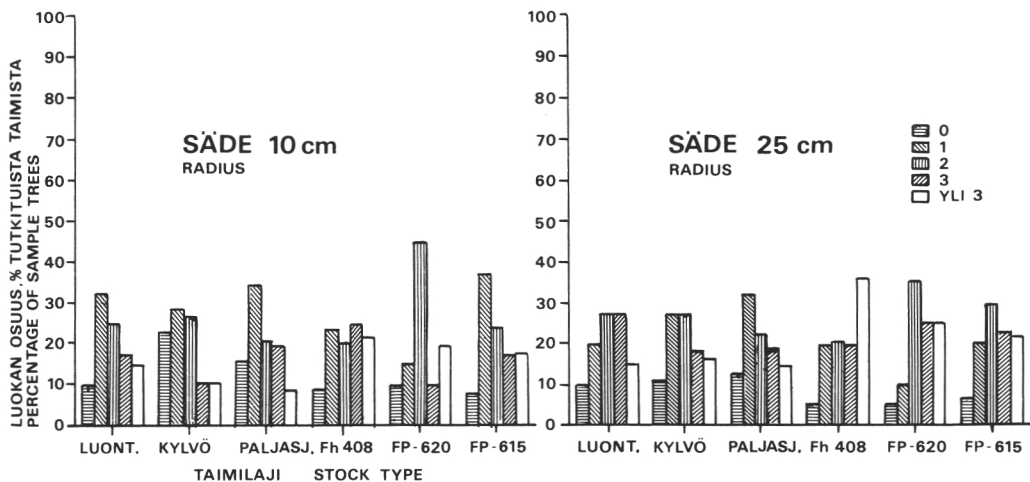
Sivujuurten määrän ohella tarkasteltiin juuriston tasaisuutta laskemalla juurten levittäytyminen vaakatasossa kahdeksaan eri sektoriin. Tasaisuutta kuvataan seuraavassa sivujuurten prosentuaalisen jakaantumisen sekä tyhjien sektoreiden esiintymisen perusteella.

Eniten tyhjiä sektoreita havaittiin kummaltakin säteeltä laskettuna paperikenno- ja turveruukkutaimien (FP-620) juuristoissa. Vähiten tyhjiä sektoreita esiintyi 10 cm:n säteellä kylvötaimien ja 25 cm:n säteellä paljasjuuristen taimien juuristoissa (kuva 12). Keskimäärin kaikki taimilajit yhdistäen tyhjiä sektoreita oli kaksi. Luontaisilla ja pienillä turveruukkutaimilla oli sektorissa useimmiten vain yksi juuri. Kylvö- ja paljasjuuritaimilla oli sektorissa yleisimmin kaksi juurta.

Kylvötaimista 23 % oli 10 cm:n säteellä sellaisia, joiden juuristoissa ei tavattu lainkaan tyhjiä sektoreita ja 11 % sellaisia, joiden juuristoissa oli kolme tyhjää sektoria: Paakkutaimien ja luontaisen taimien juuristoista alle 10 %:lla ei esiintynyt lainkaan tyhjiä sektoreita 10 cm:n säteellä ja 15—22 %:lla oli yli kolme tyhjää sektoria.

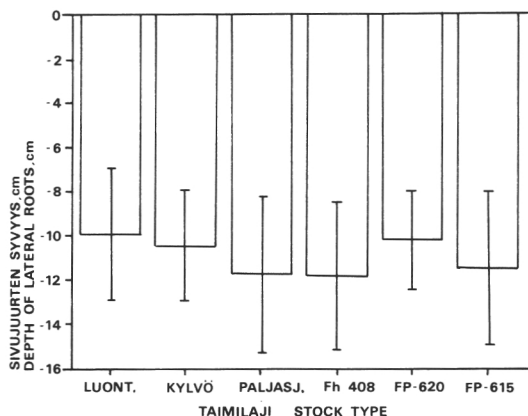


Kuva 11. Sivujuurten määrä keskimäärin taimilajeittain.
 Fig. 11. Average number of lateral roots. Explanations see Fig. 4.



Kuva 12. Tyhjien sektoreiden määrän jakauma taimilajeittain.
Fig. 12. Distribution of empty sectors by seedling type.
Explanations see Fig. 4.

Edellä kuvattuihin tunnuksiin vaikuttaa olennaisesti sivujuurten määrä. Tämän vuoksi sivujuurten levittäytymisen tasaisuutta voitaneen kuvata parhaiten yksittäisen taimen kahdeksassa sektorissa olevien juurten lukumäärän keskihajonnalla. Keskihajonnan perusteella epätasaisin juuristo eli suurin keskihajonta oli molemmilla säteillä paljasjuurisilla taimilla, joilla myös sivujuurten määrä oli suurin. Pienin keskihajonta oli vuorostaan luontaisilla taimilla.



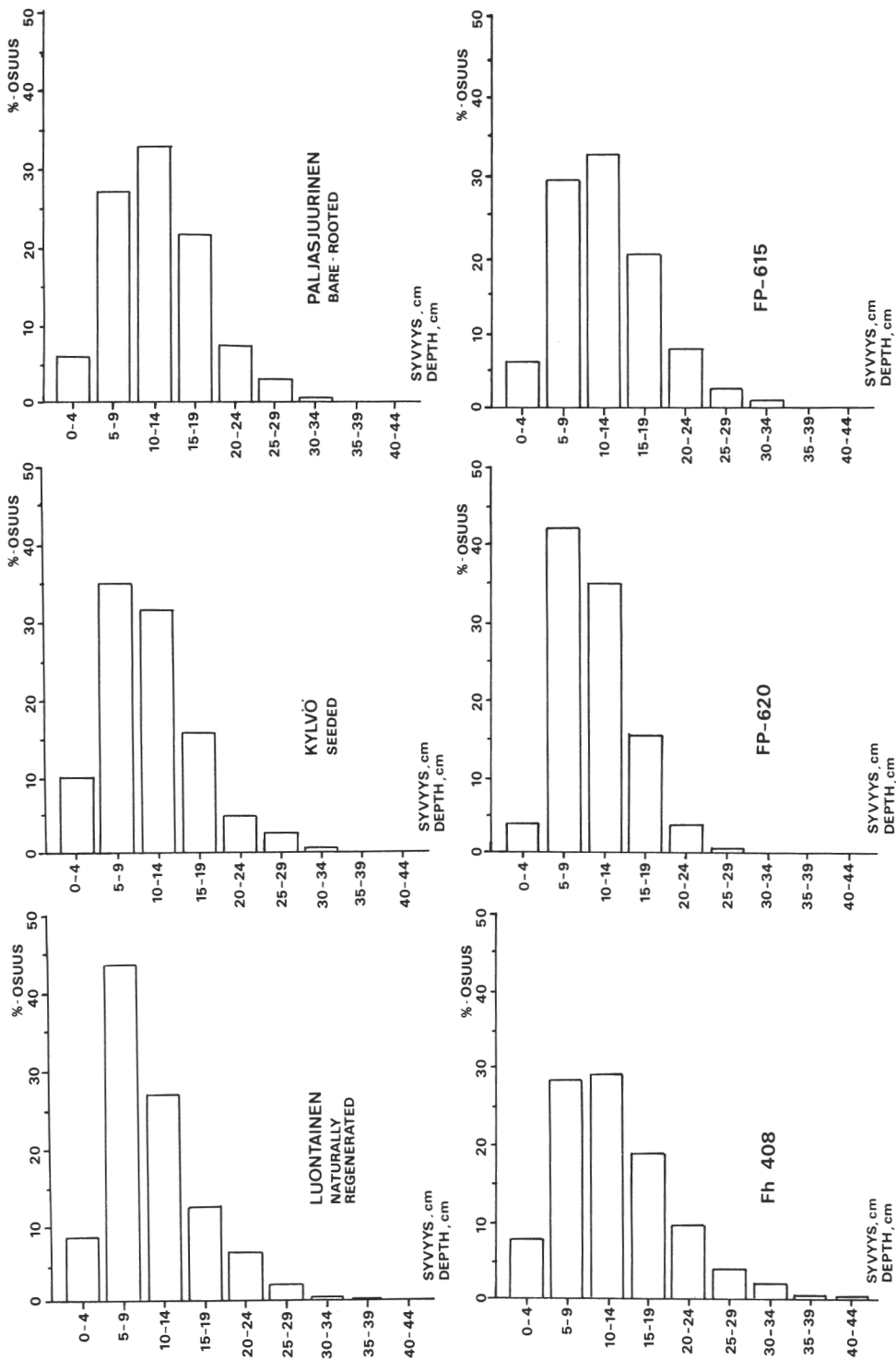
Kuva 13. Sivujuurten keski­syvyys ja syvyy­sarvojen keskihajonta taimilajeittain.
Fig. 13. Average depth of lateral roots with the standard deviation. Explanations see Fig. 4.

Sivujuurten syvyys

Paljasjuuristen, paperikennotaimien ja pienten turveruukkutaimien sivujuuristo oli syvin. Ero muihin taimilajeihin ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (kuva 13). Sivujuurten keski­syvyyden ja taimen pituuden välillä ei havaittu riippuvuutta.

Sivujuurten syvyysjakaumaa tutkittiin tarkastelemalla juurten prosentuaalista jakautumista 5 cm:n syvyyserroksiin (kuva 14). Luontaisien, kylvö- ja suurten turveruukkutaimien sivujuurista sijoittui yli kolmasosa kerrokseen 5—9 cm. Yli 20 cm:n syvyydessä sijaitsi vain 4—7 % sivujuurista. Profiililtaan suurten turveruukkutaimien juuristot muistuttivat lähes täsmälleen luontaisien taimien

juuristoja. Kylvötaimia on vaikea verrata edellisiin, koska taimet esiintyivät useimmiten tuppaisa. Paperikennotaimilla sivujuuria oli enemmän kuin muilla taimilajeilla yli 20 cm:n syvyydessä. Sen voidaan olettaa johtuvan osittain siitä, että osa sivujuurista on kasvanut paperikennon alta maahan.



Kuva 14. Sivujuurten jakaantuminen korkeussuunnassa eri syvyyskerroksiin.
 Fig. 14. Horizontal distribution of lateral roots.

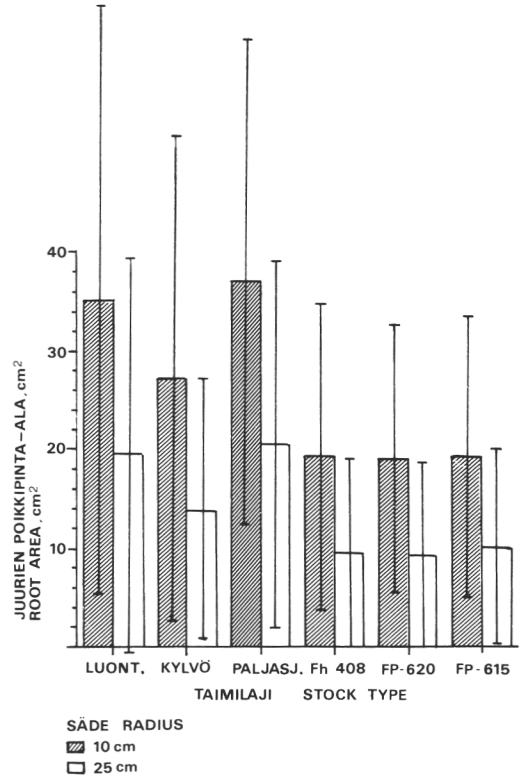
Sivujuurten poikkipinta-ala

Sivujuurten poikkipinta-alojen summan voidaan katsoa selittävän parhaiten sekä juurten lukumäärää että kokoa. Niin 10 kuin 25 cm:n säteelläkin kookkaimmilla taimilajeilla — paljasjuurisilla ja luontaisilla — sivujuurten poikkipinta-alojen summa oli selvästi suurin (kuva 15). Myös kylvötaimet erottuivat paakkutaimista, joiden välillä vuorostaan ei voitu havaita selviä eroja. Säteen kasvaessa 10 cm:stä 25 cm:iin kaikkien taimilajien juurten poikkipinta-ala pieneni säännöllisesti lähes puoleen, mutta taimilajien keskinäinen järjestys säilyi muuttumattomana.

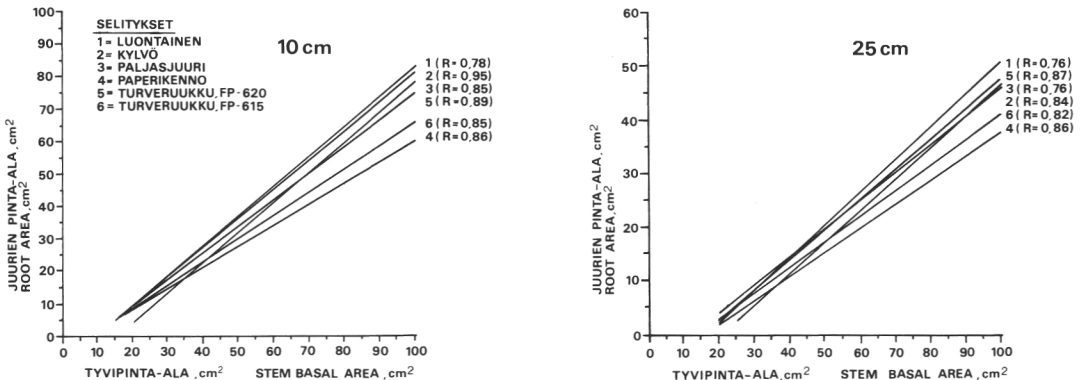
Sivujuurten poikkipinta-alojen summan ja taimen tyvipinta-alan välillä todettiin selvä suoraviivainen riippuvuus (kuva 16). Kylvö-, paljasjuuri- ja turveruukkutaimilla (FP-620) oli runsain sivujuuristo tyvipinta-alaan nähden. Taimilajien väliset erot eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä suuresta taimilajien sisäisestä hajonnasta johtuen.

Sivujuurten kiertyminen ja yhteenkietoutuminen

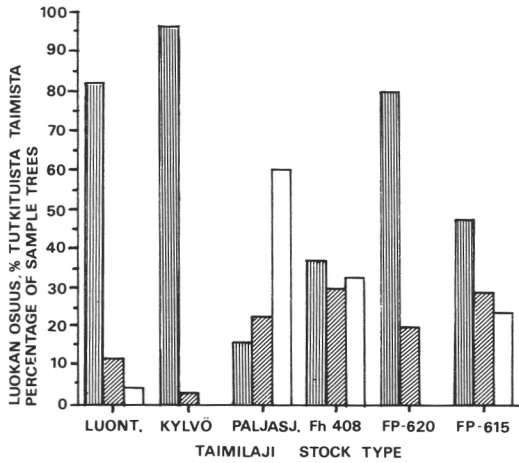
Kylvötaimien sivujuuret olivat kaikkein suurimpia (kuva 17). Myös luontaisten ja suurten turveruukkutaimien juuristoissa kiertyneitä sivujuuria tavattiin erittäin vähän. Paperikennotaimilla ja pienillä turveruukkutaimilla sen sijaan esiintyi runsaasti haitallisesti kiertyneitä sivujuuria. Selvästi epämuo-



Kuva 15. Sivujuurten keskimääräinen poikkipinta-ala (10 ja 25 cm) ja poikkipinta-alan keskihajonta.
 Fig. 15. Average root cross-sectional area (10 cm and 25 cm) with the standard deviation.
 Explanations see Fig. 4.



Kuva 16. Taimien tyvipinta-alan ja sivujuurten poikkipinta-alan (10 ja 25 cm) välinen riippuvuus taimilajeittain.
 Fig. 16. Correlation between stem basal area and root cross-sectional area (10 cm and 25 cm).
 Explanations see Fig. 4.



HAITALLISESTI
KIERTYNEIDEN
SIVUJUURTEN
MÄÄRÄ

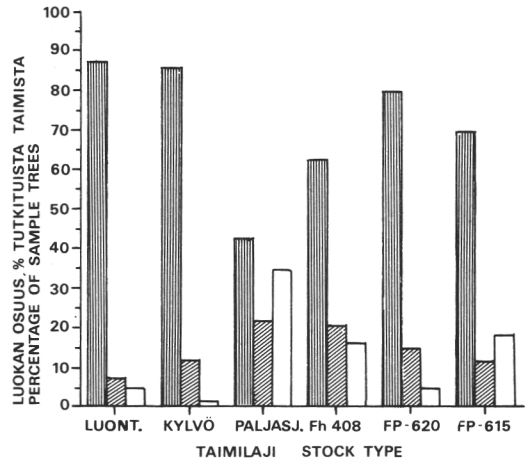
0
1
2 TAI
USEAMPI

SPIRALLING
ROOTS

0
1
MORE
THAN 2

Kuva 17. Sivujuurten kiertyminen silmävaraisen luokittelun perusteella.

Fig. 17. Number of spiralling lateral roots. Explanations see Fig. 4.



SIVUJUURTEN
YHTEEN
KIETOUTUMINEN

EI OLE
LIEVÄ
(2 JUURTA
YHDESSÄ)
VOIMAKAS

STRANGLLED
LATERALS

NONE
MODERATE
SEVERE

Kuva 18. Sivujuurten yhteenkietoutuminen silmävaraisen luokittelun perusteella.

Fig. 18. Distribution of strangled lateral roots classes by stock type. Explanations see Fig. 4.

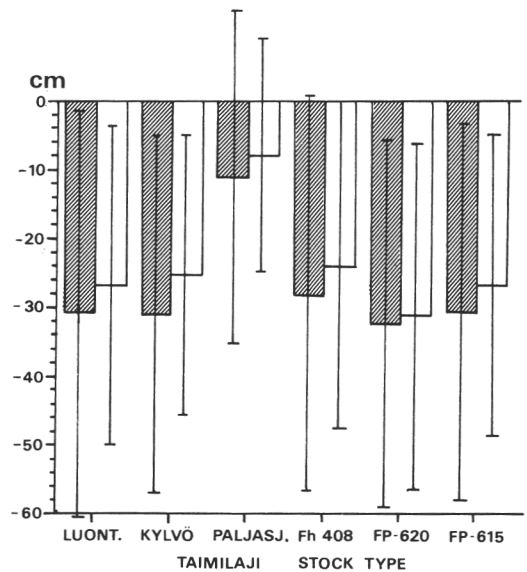
dostunein sivujuuristo oli paljasjuurisilla taimilla, joista peräti 83 %:lla oli vähintään yksi haitallisesti kiertynyt sivujuuri ja 60 %:lla useita haitallisesti kiertyneitä sivujuuria.

Sivujuurten yhteenkietoutumisen luokittelu antoi hyvin samansuuntaisia tuloksia kuin kiertymisen luokittelu (kuva 18). Vähiten yhteenkietoutuneita sivujuuria esiintyi luontaisilla, kylvö- ja turveruokkutaimitilla (FP-620). Selvästi eniten yhteenkietoutuneita sivujuuria tavattiin paljasjuuristen taimien juuristoista.

Pääjuuren pituus ja sen muodostuminen

Paljasjuuristen taimien pääjuuri ja sen suurin etäisyys maanpinnan tasosta oli selvästi lyhin (kuva 19). Ero muihin taimilajeihin oli tilastollisesti merkitsevä. Taimien pituuden ja pääjuuren kokonaispituuden välillä ei havaittu riippuvuutta.

Luontaisten taimien pääjuuri luokiteltiin yleisimmin normaaliksi, ts. suoraksi ilman



PÄÄJUUREN
KOKONAIS-
PITUUS, cm

KOHTISUORA
SUURIN
SYVYYS, cm

TAP ROOT
LENGTH, cm

DEPTH FROM
GROUND
LEVEL, cm

Kuva 19. Pääjuuren kokonaispituus ja sen suurin etäisyys maanpinnan tasosta taimilajeittain.

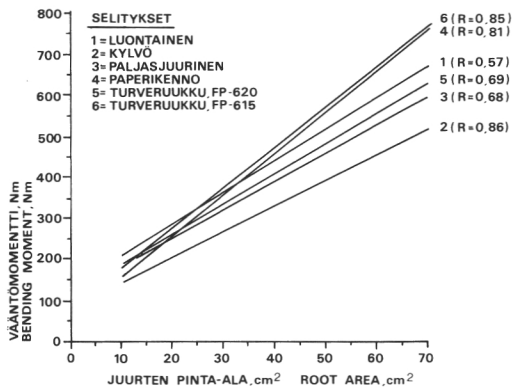
Fig. 19. Length of taproot and the maximum depth from ground level. Explanation see Fig. 4.

mutkia (kuva 20). Myös joka toisen suuren turveruokkutaimen pääjuuri luokiteltiin suoraksi. Sen sijaan normaaliksi luokiteltava pääjuuri oli harvinainen paljasjuuritaimilla. Niistä n. 80 %:lla ei ollut selvästi havaittavaa pääjuurta. Mutkaisia pääjuuria esiintyi kaikilla taimilajeilla. Usean pääjuuren esiintyminen tai haaroittunut pääjuuri oli yleisin paperikenttätaimilla. Luontaisilla taimilla ei tavattu lainkaan monihaarisia pääjuuria.

325. Juuriston muodon ja stabiileetin välinen yhteys

Pääjuuren kokonaispituuden tai sen syvyyden ja taimien stabiileetin välillä ei havaittu riippuvuutta. Sivujuurten keskisyvyys ja määrä eivät myöskään korreloineet stabiileetin kanssa. Sen sijaan 10 ja 25 cm:n säteiltä mitattujen sivujuurten poikkipinta-alojen summan ja taimen stabiileetin välinen riippuvuus oli hyvin selvä (kuva 21).

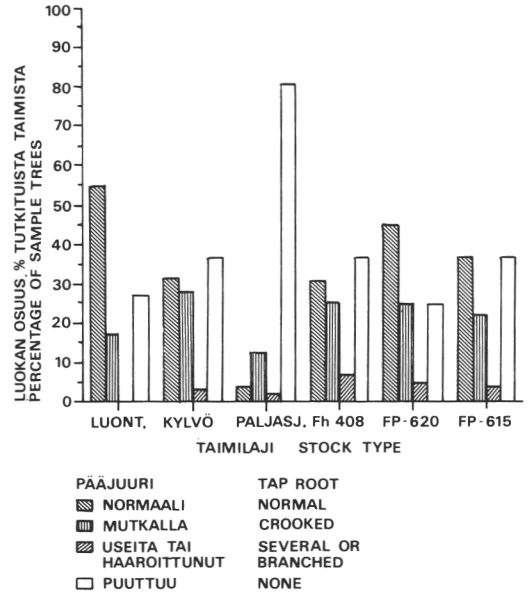
Pienten turveruokkutaimien ja paperikenttätaimien stabiileetti oli suurin sivujuurten poikkipinta-alaan nähden. Kylvötaimilla vastaava stabiileetti oli heikoin. Suuresta hajonnasta johtuen taimilajien väliset erot eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 21. Taimien stabiileetin riippuvuus sivujuurten poikkipinta-ala (10 cm ja 25 cm) taimilajeittain.

Fig. 21. Correlation between stability and root cross-sectional area (10 cm and 25 cm).

Explanations see Fig. 4.



Kuva 20. Pääjuuren muodostuminen silmävaraisen luokittelun perusteella taimilajeittain.

Fig. 20. Distribution of taproot configuration classes by stock type. Explanations see Fig. 4.

4. TULOSTEN TARKASTELU

41. Taimikoiden tila

Ahtaiden valintakriteereiden vuoksi tutkimustaimikot poikkesivat normaaleista viljelytaimikoista. Sen vuoksi taimikoiden kehitystä koskevia tuloksia ei voida suoraan verrata muihin taimikkoinventointeihin tai käytännön uudistamisen tulostasoon. Taimikoiden tiheys ja kehitys osoittavat joka tapauksessa, että viljelyn tiheystavoitteet ovat tutkimustaimikoissa ylittyneet hyvin.

Eri taimilajeilla perustettujen taimikoiden kehityksen vertailu on myös vaikeaa, koska taimikoita ei ollut varta vasten perustettu tämäntyyppistä vertailevaa tutkimusta varten. Vertailua vaikeuttavat mm. taimikoiden sijainti eri paikkakunnilla, istutuskohteiden maalajivaihtelu, istutustyön ja työtapojen vaihtelu, erilaiset maanmuokkaustavat, taimikoiden jälkihoitoerot ja taimien biologinen ikäero. Vaihtelulähteistä huolimatta eri taimilajien väliset kehityserot vastaavat sitä yleistä käsitystä, joka on saatu laajempia aineistoja koskevilla inventoinneilla tai kenttäkokeissa (mm. Leikola ja Huuri 1974, Tasanen 1981, Kinnunen ja Nerg 1983, Parviainen 1984). Paljasjuuristen taimien kehitys on voimakkain alussa. Kylvöjen kehitys jää istutustaimikoita selvästi hitaammaksi.

Olellainen huomio tulosten tarkastelussa tulee kiinnittää kehityskulun sijasta siihen kysymyksenasetteluun, jota varten taimikot valittiin. Keskeisenä osakysymyksenä oli tarkastella, millä maanpäällisillä ulkoisilla tunnuksilla voitaisiin luotettavimmin arvioida juuriston tilaa. Kysymys voidaan esittää myös vastakkaisena siten, että millainen juuristoepämuodostuma tai millä tavoin juuristoepämuodostumat heijastuvat taimen maanpäällisten osien kasvuun tai kehitykseen. Voidaan erottaa kolme eri tekijäryhmää: taimien pituuskasvu, rungon lenkous, tyvimutkat ja kallistuminen sekä taimien kiinnitymislujuutta kuvaava stabiliteetti.

42. Taimien maanpäällisten osien ja juuriston morfologian välinen yhteys

Pituuskasvun ja taimien juuristotunnusten välillä ei voitu todeta selvää yhteyttä millään tutkitulla taimilajilla. Viiden viimeisen vuoden pituuskasvun tarkastelussa ei havaittu myöskään minkäänlaisia merkkejä pituuskasvun taantumisesta, vaan pikemminkin pituuskasvu näytti koko ajan parantuvan. Toisaalta voidaan kyllä olettaa, että vielä tässäkin ikävaiheessa epämuodostuneen juuriston aiheuttamat ongelmat ravinteiden tai veden kuljetuksessa eivät heijastu pituuskasvuun. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että pahojen juuristoepämuodostumien aiheuttama kasvun pysähtyminen tai taimien kaatuminen näkyy vasta 10—15 vuoden kuluttua istutuksesta (Wibeck 1923, Rohmeder 1968, Long 1978, Mexal ja Burton 1978). Toisaalta on jopa viitteitä, että ne taimet, joilla on epämuodostunut juuristo, saattavat kasvaa alkuvuosina istutuksen jälkeen voimakkaammin kuin normaalin juuriston omaavat taimet (Jansson 1971, Lähde ja Siltanen 1973, Hay ja Woods 1974, Parviainen 1976). Tämän on arveltu johtuvan siitä, että isojen taimien juuristo jää helpommin epänormaaliin asentoon istutushetkellä, ja voimakkaampi pituuskasvu alkuvuosina olisi näin vain taimen koosta johtuva (Jansson 1971). Eräänä teoriana on myös esitetty, että ravinteiden kulkeutuminen versosta juuristoon estyy epämuodostumien vuoksi ja siten verson kasvu voimistuu tavallaan juuriston kustannuksella (Hay ja Woods 1974).

Mielenkiintoisen lisäpiirteen juuristoepämuodostumien ja pituuskasvun väliseen tarkasteluun tuo taimituppaiden ja useamman taimen sisältävien paakkutaimiryhmien kehitys. Tässä tutkimuksessa samassa viljelypisteessä kasvavien lisätaimien vaikutusta voitiin parhaiten tarkastella paperikennotaimilla, joista yli 30 %:lla oli viljelypisteessä kaksi tai useampi taimi paakkua kohti. Juurakoita kaivettaessa havaittiin usein tuppiaan taimien tyvien voimakasta yhteenkasvettumista juureniskan alapuolelta sekä juurten kiertymis-

tä ja sokeutumista keskenään (ks. Petre ja Nyström 1982, Kinnunen ja Laurila 1983). Samanikäisissä kylvötuppaissa vastaavaa juuriston yhteenkasvettumista tai kiertymistä ei kuitenkaan havaittu. Tämä johtunee siitä, että kylvötuppaissa taimet sijaitsevat kuitenkin enemmän erillään kuin samassa paakussa kasvaessaan.

Lisätaimilla ei havaittu olevan tässä aineistossa selvää vaikutusta valtataimen pituuskasvuun. On kuitenkin huomattava, että aineisto oli pieni selvien johtopäätösten tekemiseksi. Muissa selvityksissä on voitu todeta, että tietyissä olosuhteissa lisätaimet parantavat valtataimen pituuskehitystä ainakin taimikon 3—4 metrin pituusvaiheeseen saakka (Siren 1956, Savonen ja Lähde 1984, Kinnunen 1986). Kuitenkin vastaavasti taimien juuristovauriot samoin kuin tuppaista ulospäin suuntautuva tyvilenkous ja runkomutkat lisääntyvät. Ilmeisesti paakkutaimien tuppaiden harvennukseen tulisi kiinnittää riittävän ajoissa huomiota, jotta voimakas tyvien paksuskasvu ei aiheuttaisi juuristojen yhteenkasvettumista. Myöhäisestä harvennuksesta saattaa olla myös seurauksena lahon leviäminen katkaistusta tyvestä juuriyhteyksiä pitkin valtataimeen.

Tyvimutkia ja kallistumisesta johtuvaa tyvilenkoutta havaittiin voimakkaimpana paljasjuuritaimilla ja niitä hieman lievempänä myös paperikennotaimilla. Turveruokkutaimet muistuttivat eniten lähes suoria luontaisia ja kylvötaimia. Tulokset vastaavat pitkälle aikaisempia havaintoja (Huri 1976, 1978, Hultén ja Jansson 1978, Rautio 1982). Hultén ja Jansson (1978) ovat todenneet Ruotsissa, että mutkaisten ja kallistuvien taimien määrä pienenee taimikon puiden vanhetessa ja koon kasvaessa.

Sivujuurten yhteenkietoutuminen ja kiertymisen sekä pääjuuren pituus ja tila olivat selvässä vuorovaikutuksessa taimien tyvilenkouteen. Tämä näkyi korostuneimmin paljasjuuritaimilla. Vuorovaikutuksen olemassaoloa vahvistaa vielä se, että luontaisilla ja kylvötaimilla, joiden juuristoissa esiintyi vähiten epämuodostuneisuutta, oli myös suurin runko. Taimien tyvilenkous näyttikin sen vuoksi olevan tämän aineiston pohjalta selkein maanpäällinen tunnus selittämään eri taimilajeilla esiintyviä morfologisia juuristoepämuodostumia. Taimien kallistumisessa sen sijaan ei havaittu selviä eroja eri taimilajien välillä.

Stabiliteetin oletettiin parhaiten ennusta-

van taimien juuriston tilaa, sillä stabiliteetin mittausta tavallaan simuloi esim. tuulen ja lumen taivutusvaikutusta. Tässä aineistossa stabiliteettimittaukset eivät kuitenkaan johtaneet selkeisiin johtopäätöksiin. Stabiliteetti oli vaikea mitata yhtenevästi eri taimilajeilta. Virhettä aiheutui lähinnä pieniläpimittaisilla puilla, joiden runko taipui herkemmin kuin suurten puiden runko. Mittari näytti systemaattisesti pienille taimille hieman suuremman luvun kuin isoille, koska vetovoiman taimia nostava resultanttivoima oli näillä suhteellisesti suurempi ja taimia kallistava resultanttivoima suhteellisesti pienempi kuin suurilla taimilla. Samansuuntainen virhe syntyi myös voimakkaasti kallistuneilla puilla. Virheen poistamiseksi taimia tulisi vetää aina kohtisuoraan vetokohdan runkoa vasten. Pienillä taimilla vetosuuntaa pitäisi muuttaa jatkuvasti mittauksen kestäessä.

Luontaisten ja paljasjuuristen taimien keskimääräinen stabiliteetti oli parhain, mutta ne olivat myös kaikkein kookkaimpia. Koon vaikutus pyrittiin eliminoimaan tarkastelemalla stabiliteettiä tyvipinta-alan ja taimien pituuden suhteen. Tämäkään tarkastelukulma ei tuottanut selviä johtopäätöksiä. Todellisten erojen havaitsemista saattoi toisaalta haitata se, että taimilajien sisällä yksittäisten taimien stabiliteetin vaihtelu oli erittäin suurta. Useissa tapauksissa taimilajien sisäisen vaihtelu oli suurempi kuin taimilajien välinen vaihtelu. Luonnollisesti myös vetosuunta toi oman vaikutuksensa tuloksiin. Vaikka juuristo olisi levittäytynyt yksipuolisesti, mutta vetosuunta on valittu sopivasti sitä vastaan, mittauksessa stabiliteetti ei tule oikealla tavalla näkyville.

Kaikkien taimilajien stabiliteetti lisääntyi voimakkaasti taimien koon kasvaessa (ks. Hultén ja Jansson 1978). Sen perusteella pystyssä pysyminen ei muodostaisi tässä ikävaiheessa merkittävää ongelmaa millään taimilajilla. Tulos voidaan tulkita osittain myös siten, että taimien juuristoepämuodostumat ja siitä johtuva heikko stabiliteetti aiheuttavat heti istutusta seuraavina vuosina taimien kallistumista, mutta vanhempana juuret levittäytyvät hyvin ja taimet saavuttavat riittävän tukevuuden. Merkiksi alkuvaiheen lyhytaikaisesta heikosta pystyssäpysymisestä jäävät tyvimutkat ja tyvilenkous. Hultén ja Jansson (1978) ovat suuntaa antavasti todenneet, että taimen kallistumisen lisääntyessä sen stabiliteetti yleensä heikentyy.

43. Juuriston kehitys ja juuristovauriot

On selvää, että istutustaimen juuristo poikkeaa aina luonnontaimen juuristosta. Kriteerien asettaminen juuristoepämuodostumien haitallisuusteille ei ole helppoa. Tavoitteena olisi määrittää sellainen morfologisen epämuodostumisen raja joka taimen juuristolla saa vielä olla, jotta siitä ei aiheudu haittaa taimen pystyssäpysymiselle tai myöhemmälle kasvulle. Helpompi lähtökohta on tarkastella luokituksessa sitä, mitkä juuristot muistuttavat eniten luonnontaimien juuristoa. Voidaan näet päätellä, että mitä lähempänä istutustaimen juuriston ulkoinen muoto on luonnontaimen juuristoa, sitä turvallisempi jatkokehitys taimilla joka tapauksessa tulee olemaan.

Paljasjuuristen taimien juuristot osoittautuivat voimakkaimmin epämuodostuneiksi. Niistä puuttui usein pääjuuri, sivujuuret olivat mutkaiset ja kietoutuneet toisiinsa. Havainto vastaa aiempia käsityksiä (Parviainen 1976, 1982, van Eerden ja Kinghorn 1978, Huuri 1978, Kinnunen ja Laurila 1983). On hyvin todennäköistä, että paljasjuurisen taimen juuristo vaurioituu helpommin istutuksessa kuin paakkutaimen juuristo. Paakku-taimilla paakku suojaa juuristoa istutusvaiheessa.

Paakku-taimista turveruokkutaimityypin FP-620 taimien juuristot muistuttivat eniten luonnontaimen juuristoa. Turveruokkutaimien sivujuurten levittäytyminen ja asettuminen lähelle juurenniskaa olivat samansuuntaista kuin luonnontaimilla. Paakun muodostava turve on maastossa helposti hajoava materiaali (ks. Lähde ja Kinnunen

1974). Se ei todennäköisesti muodosta min-käänlaista estettä istutuspaikalla juurten kehitykselle. Jos turveruokkutaimen kasvatus-aika on kuitenkin taimitarhalla pitkä, saattavat paakun seinämän läpi tulleet pitkät juuret puristaa istutusuoppaa ympäröivän maan ja paakun seinämän väliin kasvaen epämuotoisiksi.

Paperikunnoilla tavattiin maastossa paperin jäänteitä vielä 11—13 vuoden kuluttua istutuksesta. On kuitenkin huomattava, että istutusajankohdan paperikunnojen paperi on japanilaista valmistetta, joka on heikommin lahoavaa kuin nykyisin käytössä oleva paperilaatu. Toisaalta kokeen perusteella ei voida päätellä, kuinka kauan paperi mahdollisesti on estänyt juurten sivusuuntaista kasvua. Jäänteiden löytymisestä huolimatta yhtenäisen paperikunnon oli kuitenkin taimen tyven ympäriltä useimmissa tapauksissa jo täysin hävinnyt.

Sivujuurten keskittyminen alas ja sivujuuriston painopisteen asettuminen muita syvemmälle osoittavat kuitenkin, että sivujuuret ovat hakeutuneet paperikunnon alta ympäröivään maahan. Siksi on pääteltävissä, että alkukehityksen aikana taimien sivujuuret eivät ole pystyneet ainakaan kaikissa tapauksissa läpäisemään nopeasti paperin seinämää. Samansuuntaista kehitystä heijastaa myös kiertyneiden sivujuurten esiintyminen. Vaikka kiertyneistä sivujuurista ei tässä vaiheessa näytä olleen haittaa paperikunnotaimien kehitykselle, on muistettava, että useimmat vakavat kallistumis- tai kaatumishavainnot ovat johtuneet juuri kierteisesti kasvaneista juurista (esim. Rohmeder 1968, van Eerden ja Kinghorn 1978).

KIRJALLISUUS—REFERENCES

- Bergman, F. & Häggström, B. 1973. Några faktorer av betydelse vid skogsplantering med rotade plantor. Summary: Some important facts considering planting with rooted forest plants. Sveriges Skogsförbunds Tidskrift 6: 565—578.
- Eerden, E. van & Kinghorn, J. (ed.) 1978. Proceedings of the Root Form of Planted Trees Symposium. Victoria, B.C. 16—19.5.1978, British Columbia Ministry of Forests/Canadian Forestry Service, Joint Report No. 8. 357 s.
- Hay, R. & Woods, F. 1974. Shape of root systems influences survival and growth of loblolly seedlings. Tree Planters' Notes 25 (3):1—2.
- Hultén, H. (ed.) 1982. Rotdeformationer hos skogsplantor-nordisk symposium. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogsproduktion. Skogshögskolan, Rapport 8. 211 s.
- & Jansson, K-Å. 1978. Stabilitet och rotdeformation hos tallplantor. Summary: Stability and root deformation of pine plants (*Pinus silvestris*). Rapporter och Uppsatser, Institutionen för Skogsförnyring, Skogshögskolan, Rapport 93. 107 s.
- 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. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 75(6): 92 s.
- 1976. Kallistumisilmiö istutusmännikoissä: tiedustelun tuloksia. Abstract: Tilting of planted pines; survey results. *Folia Forestalia* 265. 22 s.
- 1979. Skogsträdens rotfrågor inom den finländska skogsforskningen och det praktiska skogsodlingsarbetet. Yhteenveto: Metsäpuiden juuristokysymykset Suomen metsäntutkimuksessa ja käytännön kenttätöissä. Årsskrift for Nordiske Skogplanteskoler 1979. s. 111—130.
- Jansson, K.-Å. 1971. En orienterade studie av rotade tallplantor avseende rotdeformation. Summary: A pilot study on rooted pine-plants concerning rootdeformation. Rapporter och Uppsatser, Institutionen för Skogsföringring, Skogshögskolan, Rapport 31. 36 s.
- Kinnunen, K. 1986. Männyn kylvötuppaiden harventamisesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 212, Parkanon tutkimusasema. 19 s.
- & Laurila, I. 1983. Erilaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 108, Parkanon tutkimusasema. 30 s.
- & Lemmetyinen, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia Forestalia* 419. 19 s.
- & Nerg, J. 1982. Männyn kylvö- ja luonnontaimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forest of western Finland. *Folia Forestalia* 535. 16 s.
- Leikola, M. & Huuri, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970—1973. Metsäntutkimuslaitos, Metsänviljelyn koeesaman tiedonantoja 11. 31 s.
- Long, J.N. 1978. Root system form and its relationship to growth in young planted conifers. Teoksessa: Eerden, E. van & Kinghorn, J. (ed.). Proceedings of the Root Form of Planted Trees Symposium, Victoria, B.C. 16—19.5.1978. British Columbia Ministry of Forests/Canadian Forestry Service, Joint Report No. 8. 222—234.
- Lähde, E. & Kinnunen, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in northern Finland. *Folia Forestalia* 197. 19 s.
- & Siltanen, S. 1973. Männyn taimien kunto ja juuristojen rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of the root system and the condition of the pine (*Pinus sylvestris*) seedlings in northern Finland. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 78(7). 31 s.
- Mexal, J. & Burton, S. 1978. Root development of planted Loblolly pine seedling. Teoksessa: Eerden, E. van & Kinghorn, J. (ed.). 1978: Proceedings of the Root Form of Planted Trees Symposium, Victoria, B.C. 16—19.5.1978. British Columbia Ministry of Forests/Canadian Forestry Service, Joint Report 8: 85—90.
- Parviainen, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. Summary: Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. *Folia Forestalia* 268. 21 s.
- 1980. Juurten leikkaaminen männyn paljasjuuristen taimien kasvatusmenetelmänä. Zusammenfassung: Wurzelschnitt als Anzuchtsthode der wurzelnackten Kieferpflanzen. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 98 (2): 131 s.
- 1982. Metsäpuiden taimien kasvatus ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 43. Joensuu tutkimusasema. 114 s.
- 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. Summary: The succes of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 35 s.
- 1986. The customer's requirements — and how they can be met. Proceedings in the 18th IUFRO World Congress. Ljubljana, September 1986, Division 3 papers. 12 s.
- Petre, E. & Nyström C. 1982. Thinning out/culling of containerized seedlings. Teoksessa: Hultén, H. (ed.). Root deformation of forest tree seedlings — proceedings of a nordic symposium. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogsproduktion, Skogshögskolan, Rapport 11: 25—32.
- Rautio, A. 1982. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen männyn taimien juuriston ja verson alkukehitys Itä-Suomessa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö, Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 58 s.
- Rohmeder, E. 1968. Durch künstliche Wurzelraumengung bedingter Spiralwuchs von Kiefernurzeln. *Allgemeine Forstzeitschrift* 1968 (50): 868.
- Savonen, E.-M. & Lähde, E. 1984. Paakun taimimäärän vaikutus männyntaimien kehitykseen. Summary: Effects of seedling density on the development of containerized Scots pine seedlings. *Folia Forestalia* 608. 16 s.
- Siren, G. 1956. Männyn taimistojen käsittelystä. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 73 (1): 5—11.
- Spitzenberg, G. 1908. Über Missgestaltung des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmethoden. *Neudamm*. 32 s.
- Sutton, R.F. 1969. Form and development of conifer root systems. *Technical Communication No. 7*, Commonwealth Agriculture Bureau, Oxford. 131 s.
- Tasanen, T. 1981. Plogning av skogsmark i Södra Finland. Årsskrift for Nordiske Skogplanteskoler 1981: 97—107.
- Wibeck, E. 1923. Om misbildning av tallens rotsystem vid spettplantering. *Meddelande från Statens Skogsförsöksanstalt* 20 (4): 261—299.

Total of 32 references

SUMMARY

The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock

The stand characteristics, crookedness at the base of the stem and stem tilting, root system morphology and its correlation with above-ground stem parameters were studied in 12 to 16-years-old pine plantations. The types of nursery stock to be compared were: naturally regenerated (control), seeding, transplanted bare-root seedlings, paperpot (Fh 408), and two peatpot types (FP-615, FP-620). The plantations were measured in 1984 in three places in South Finland (Iisalmi, Varkaus and Pirkka-Häme). Stand inventory was carried out in two phases. First of all, the stand characteristics, crookedness and stem tilting, were measured. In the second phase the stability and root system morphology were examined on individual sample trees. The study included 24 plantations with 2 555 trees in the first, and 493 sample trees in the second inventory phase.

The frequency of crookedness at the base of the stem and stem tilting was highest among the bare-rooted and paperpot seedlings (Figs. 5 and 6). The stems of the peatpot seedlings closely resembled the straight stems of the naturally regenerated and seeding-in-place seedlings.

No clear differences were noted in the stability of the seedlings of various nursery stock types (Figs. 9 and 10). Interpretation of the stability results was difficult owing to the great variation between the stability of single seedlings. Root system deformations were most common on bare-rooted seedlings. The taproot was usually lacking (80 % of all investigated plants) or was very short, and the laterals were often strangled and had grown in a spiralling fashion (Figs. 17, 18 and 20). The root systems of peatpot seedlings most closely resembled the root morphology of naturally regenerated seedlings (Fig. 14). Root spiralling was often observed on paperpot-seedlings.

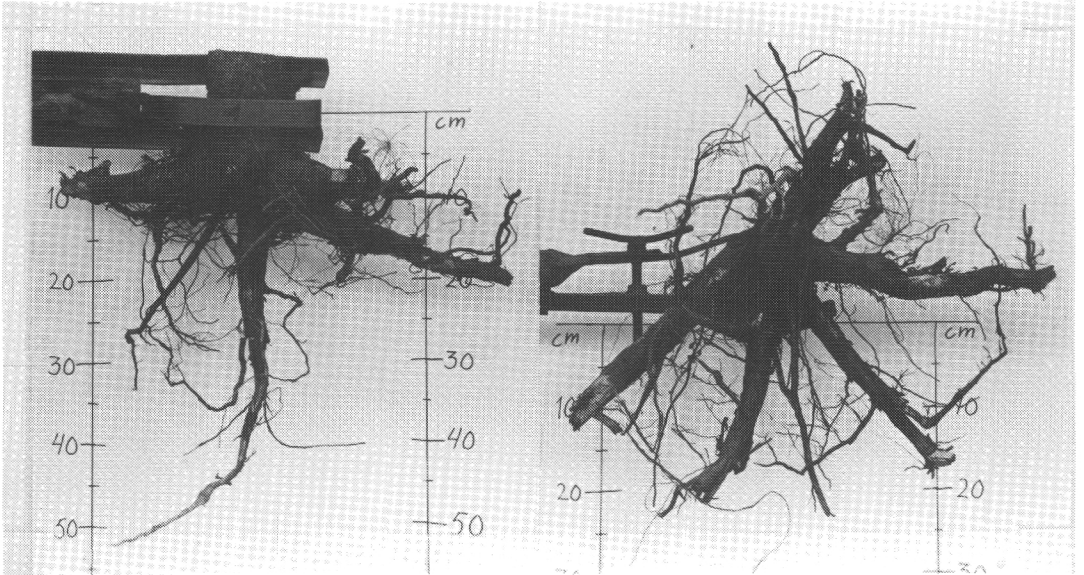
No clear relationship was found between root deformation and stability. However, it was concluded on the basis of the occurrence of stem tilting that the stability had been temporarily poor during the initial development.

The results indicate that crookedness at the base of the stem is the most important above-ground characteristic for evaluating morphological root deformations.

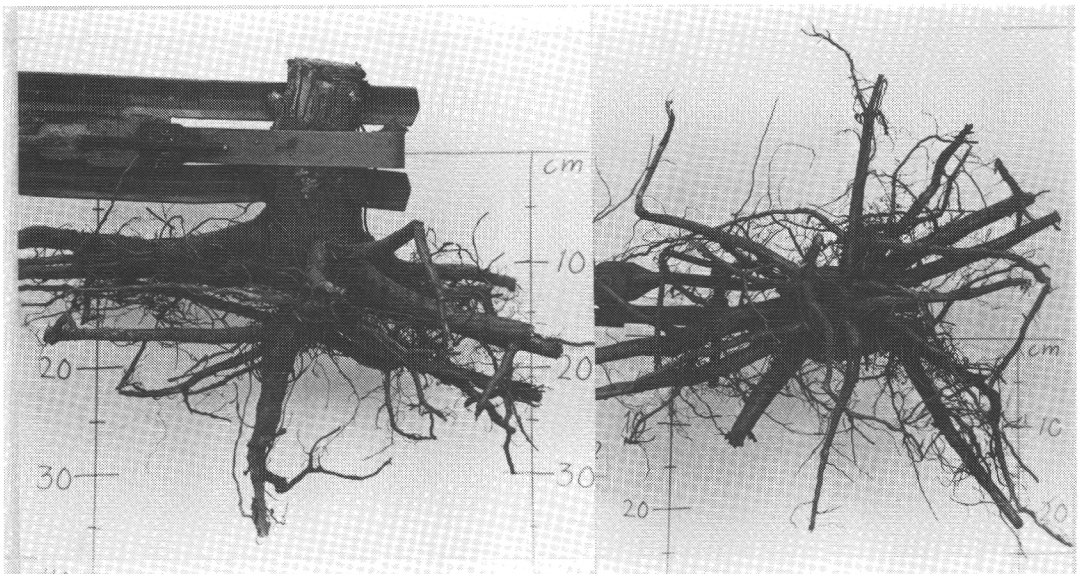
Taimilaji	Perustamisajankohdia	Taimien biologinen ikä v.	Sijainti	Omistaja	Inventoitu pinta-ala ha	Metsätyyppi	Maa-laji	Maanmuokausmenetelmät	Taimikon kaus/harvennus	Vilje-lyäl-mia kpl/ha	Keski-puuus m	Taimien määrä kasvipisteessä keskimäärin
Luontainen	1967	18	Sonkajärvi, Hernejärvi	Tehdas-puu Oy	3,1	CT	mo-reeni	kuokka-laikutus	1978	2020	3,9	1,1
Kylvä	1971	14	Sonkajärvi, Hernejärvi	Tehdas-puu Oy	3,2	VT	mo-reeni	kuokka-laikutus	1978	1510	2,4	2,4
Kylvä	1972	13	Orivesi, Pappila	Orive-den srk.	0,9	VT	mo-reeni	äestys	—	1370	3,4	1,6
Kylvä	1973	12	Orivesi, Siitama	yksityi-nen	1,1	VT	mo-reeni	laikutus	—	1380	2,9	1,4
Pajajuurinen, I+I ist. moottorimyyrällä	1971	16	Kuhmalahdi, Tervaniemi	yksityi-nen	0,8	VT	mo-reeni	äestys	—	2570	4,3	1,0
Pajajuurinen IA+IA	1972	15	Viermä, Nissilä	Tehdas-puu Oy	3,1	VT	hiesu-moreeni	auraus	1983	1290	3,1	1,0
Pajajuurinen IM+IA	1974	13	Orivesi, Yliskylä	yksityi-nen	1,7	MT	mo-reeni	ei muok-kausta	—	2000	3,1	1,0
Pajajuurinen, IM+IA	1974	13	Orivesi, Yliskylä	yksityi-nen	0,6	MT	mo-reeni	ei muok-kausta	—	1960	3,7	1,0
Paperikeno, Fh 408, IMk	1973	13	Sonkajärvi, Rutakko	Tehdas-puu Oy	3,1	MT	hiesu-moreeni	auraus	1983	1840	1,9	1,0
Paperikeno, Fh 408, IMk	1973	13	Lempäälä, Aimala	yksityi-nen	1,3	VT	mo-reeni	ei muok-kausta	1983	2610	2,4	1,0
Paperikeno, Fh 408, IMk	1973	13	Orivesi, Voitila	yksityi-nen	0,7	VT	laj. hiekk	laikutus	—	1150	2,9	1,4
Turveruuku, FP-620, IMt	1972	14	Leppävirta, Sarkamäki	A. Ahlström Oy	0,9	MT	mo-reeni	auraus	—	1030	3,3	1,2

Turveruuku, FP-615, IMt	1971	15	Heinävesi, Petruma Oy	A. Ahlström Oy	1,2	MT	laj. hieta-hiekka	auraus	—	2560	2,9	1,1
Turveruuku, FP-615, IMt	1972	14	Vieremä, Salahmi	Tehdaspuu Oy	3,1	VT	moreeni	auraus	1976, 1982	1880	2,4	1,2
Turveruuku, FP-615, IMt	1972	14	Vieremä, Kaarakkala	Tehdaspuu Oy	0,7	VT	laj. hieta-hiekka	ei muok-kausta	—	1540	2,5	1,0
Turveruuku, FP-615, IMt	1974	12	Heinävesi, Kuittua Oy	A. Ahlström Oy	5,5	VT	laj. hieta-hiekka	äestys	—	2100	2,4	1,1
Paljasjuurinen, 2A+1A	1971	17	Sonkajärvi, Vehmasjärvi	Tehdaspuu Oy	2,4	VT	hieta-moreeni	ei muok-kausta	1981	1740	3,2	1,0
Paljasjuurinen, 2A+1A	1972	14	Vieremä, Salahmi	Tehdaspuu Oy	2,8	VT	moreeni	auraus	1976, 1982	2550	3,3	1,0
Paljasjuurinen, 2A+1A	1973	15	Lempäälä, Jokipohja	yksityinen	1,0	VT	kivinen moreeni	ei muok-kausta	—	1640	3,4	1,0
Paperikeno, Fh 408, IMk, kanki-istutus	1971	15	Kuhmalahhti, Iso-Pento	yksityinen	1,8	VT	moreeni	ei muok-kausta	1982	2040	3,6	1,9
Paperikeno, Fh 408, IMk, kanki-istutus	1971	15	Kuhmalahhti, Iso-Pento	yksityinen	2,8	VT	moreeni	ei muok-kausta	1982	2570	3,8	2,0
Paperikeno, Fh 408, IMk, kanki-istutus	1971	15	Kuhmalahhti, Liehuankulma	Kuhmalahden srk.	1,3	VT	moreeni	äestys	1980	2520	2,7	2,0
Paperikeno, Fh 408, IMk, kanki-istutus	1971	15	Kuhmalahhti, Iso-Pento	yksityinen	1,1	VT	hiiek- kamoreeni	äestys	1982	1880	3,7	1,9
Paperikeno, Fh 408, IMk	1972	14	Vieremä, Kaarakkala	Tehdaspuu Oy	1,4	VT	hieta- moreeni	auraus	1974	1690	2,5	1,0

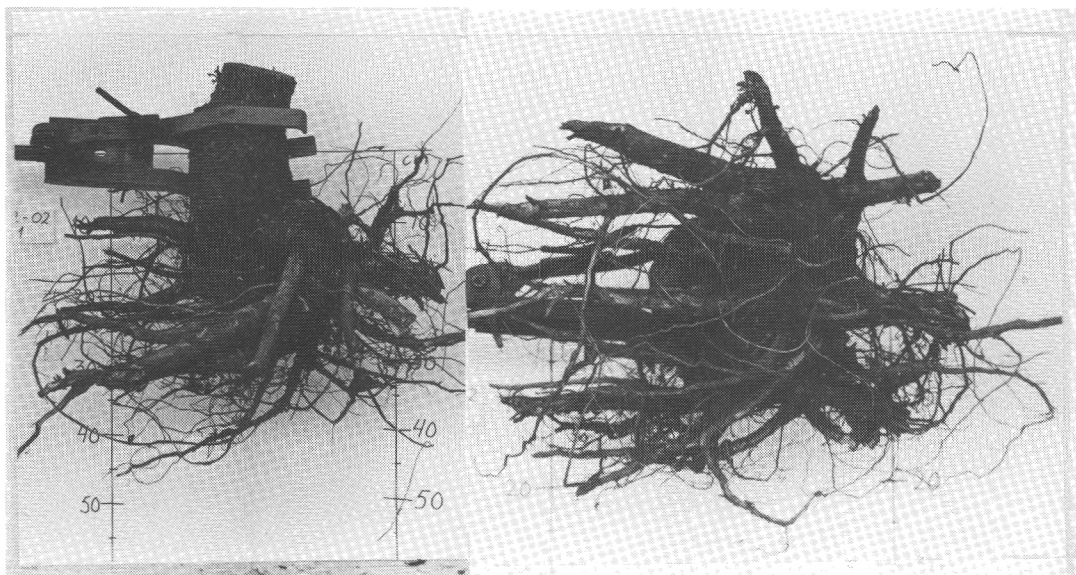
Liite 2. Taimien juuristoja.



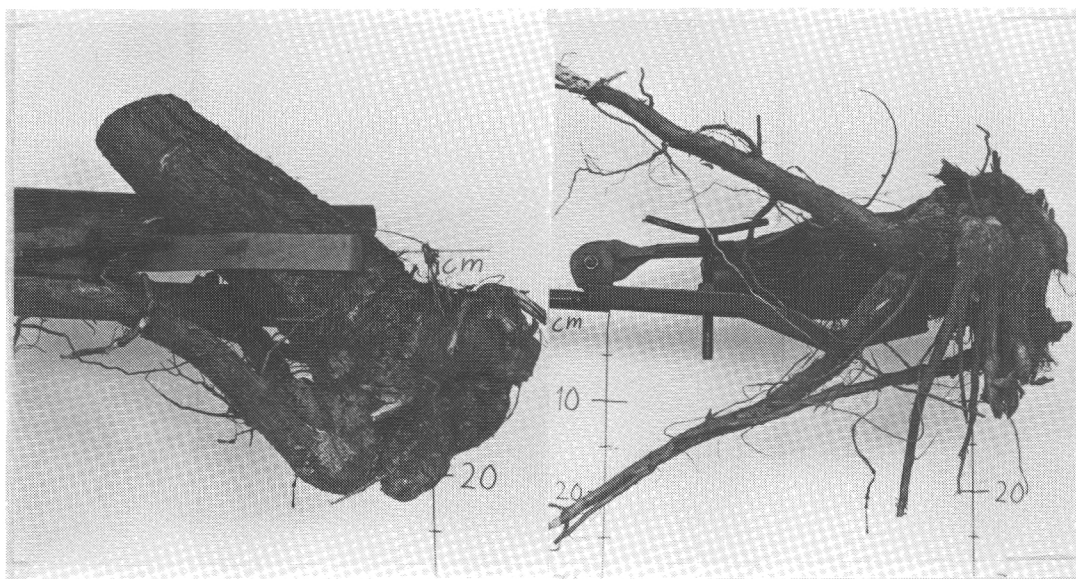
Normaalisti kehittynyt 15 v. luontaisen taimen juuristo. Ei muokkausta. Lempäälä, Jokipohja.



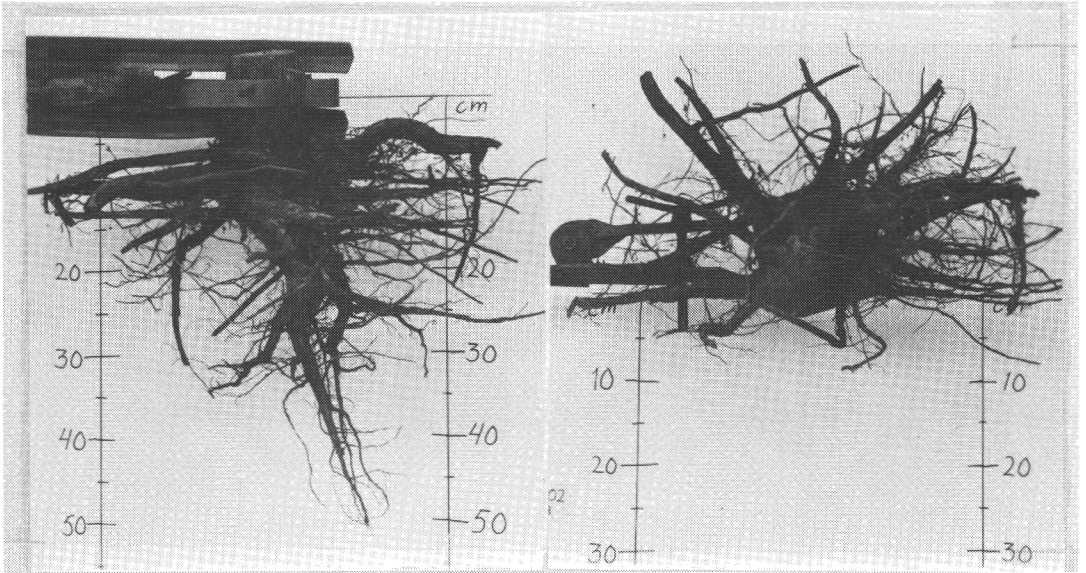
Normaali 12 v. kylvötaimen juuristo. Laikutus. Orivesi, Siitama.



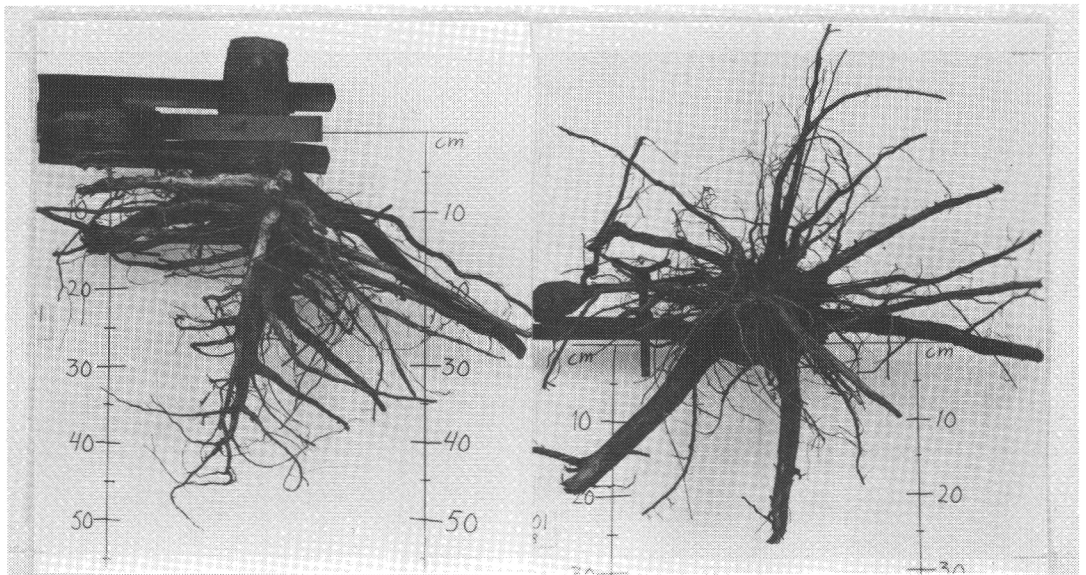
Tyypillinen toispuoleinen 15 v. paljasjuuritaimen (2A + 1A) juuristo. Ei muokkausta. Lempäälä, Jokipohja.



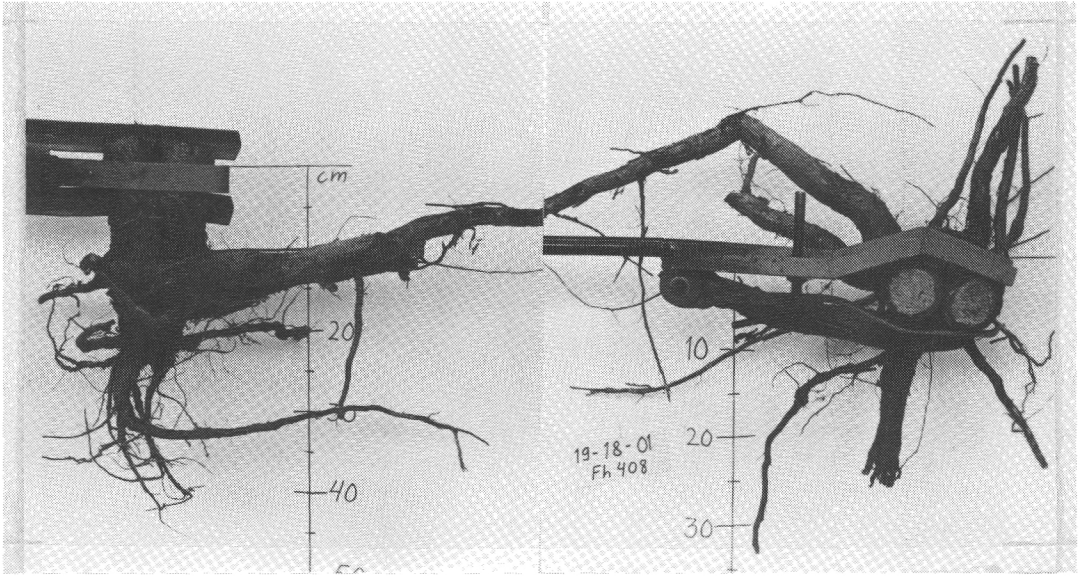
Voimakkaasti kallistuneen 17 v. paljasjuuritaimen (2A + 1A) hyvin epämuodostunut juuristo. Ei muokkausta. Sonkajärvi, Vehmasjärvi.



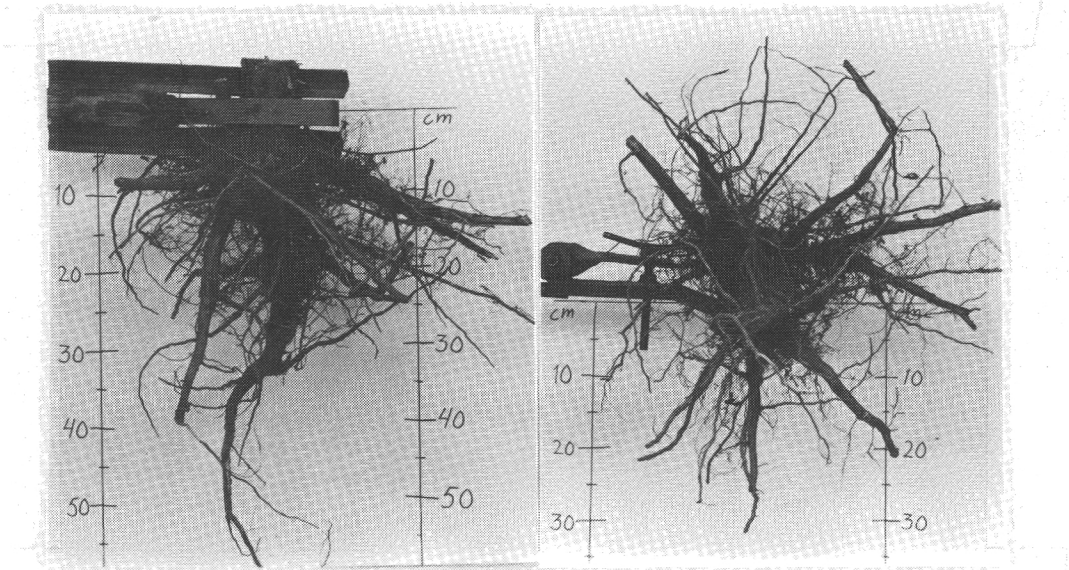
Tyypillinen 13 v. paperikennotaimen (Fh 408) kiertynyt juuristo. Huomaa kennossa ollut lisätaimi, joka on kasvanut yhteen valtataimen kanssa. Laikutus, Orivesi, Voitila.



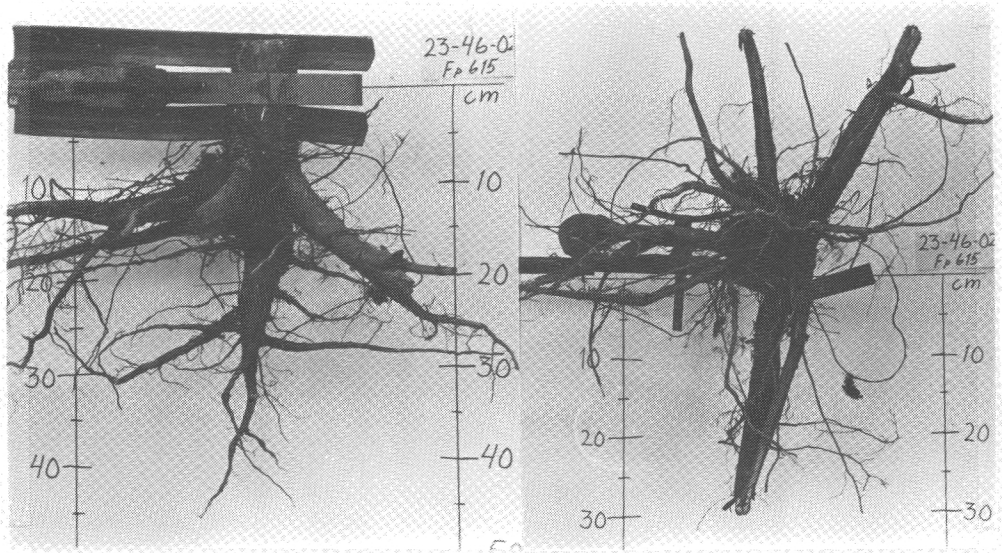
Tasainen ja tiheä 13 v. paperikennotaimen (Fh 408) juuristo. Laikutus, Orivesi, Voitila.



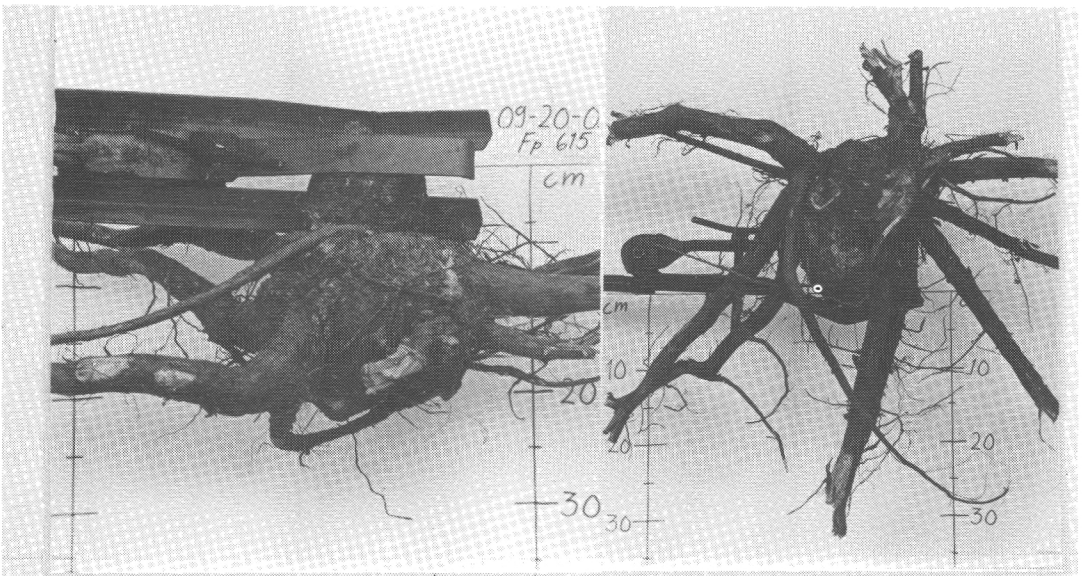
Voimakkaasti yhteenkasvaneiden 15 v. paperikennotaimien (Fh 408) juuristo, josta helpoimmin irronneet lisätaimet on poistettu. Äestys. Kuhmalahti, Liehuankulma.



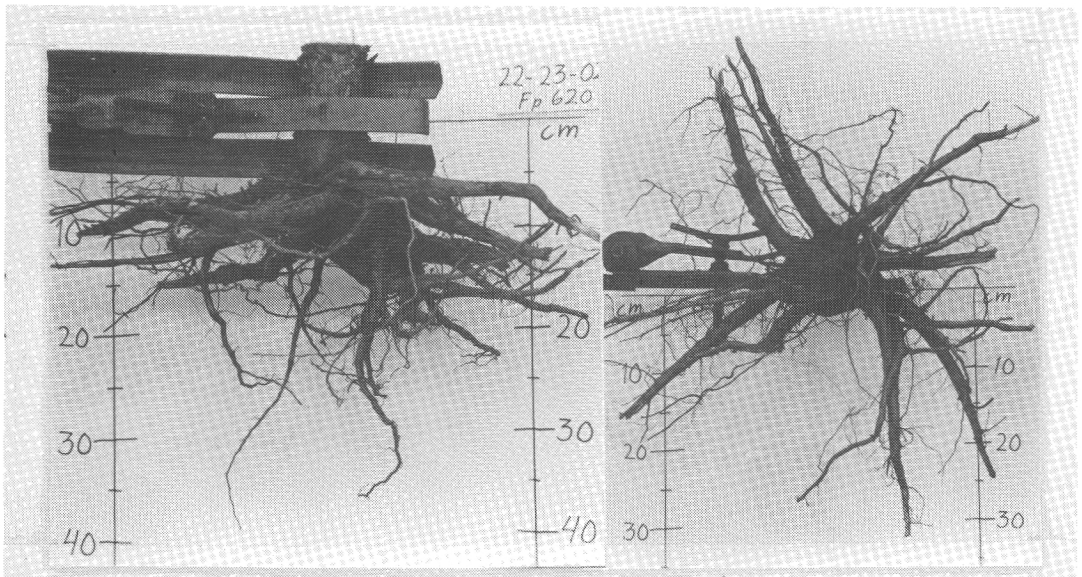
Tiheä ja syväle ulottuva tyypillinen 14 v. turveruukkutaimen (FP-620) juuristo. Auras. Leppävirta, Sarkamäki.



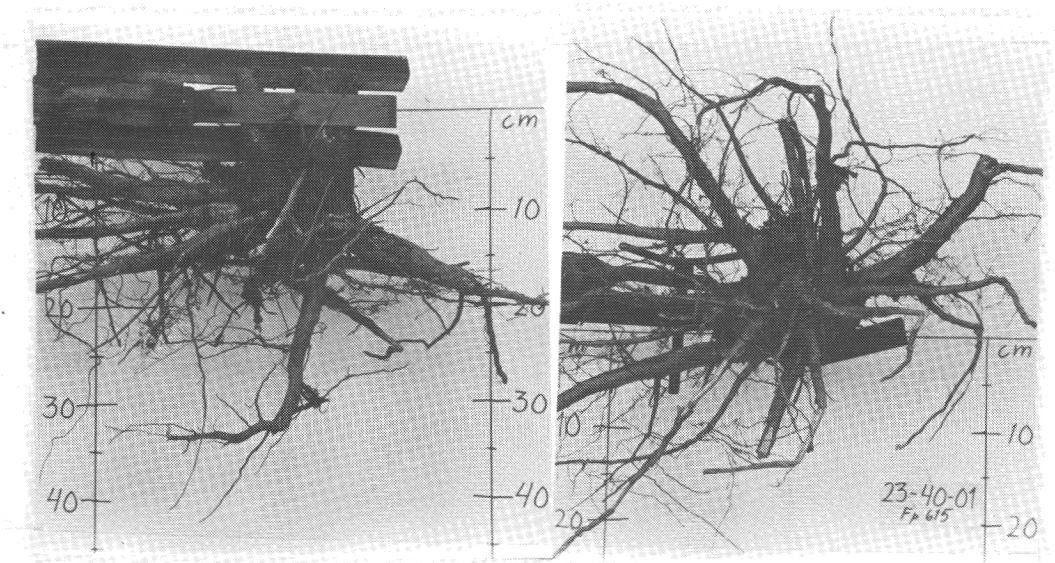
Voimakkaan paalujuuren kasvattanut 12 v. turveruokkutaimi (FP-615). Aestys. Heinävesi, Kuittua.



14 v. turveruokkutaimen (FP-615) juuristo, jossa sivujuuret ovat kiertyneet voimakkaasti ja muodostaneet voimakkaan paksunnoksen juurenniskan alapuolelle. Ei muokkausta. Vieremä, Kaarakkala.



Säännöllinen 14 v. turveruokkutaimen (FP-620) juuristo. Auraus. Leppävirta, Sarkamäki.



12 v. turveruokkutaimen (FP-615) juuristo, jossa yhteenkasvaneita lisätaimia. Äestys. Heinävesi, Kuittua.

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:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

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

Punkaharjun jalostuskoelasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koelasema
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:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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

- No 647 Ikäheimo, Erkki & Norokorpi, Yrjö: Perkauksen vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen, laatuun ja tuhoihin Pohjois-Suomessa.
The effect of cleaning on the incidence of damage and the development and quality of Scots pine plantations in northern Finland.
- No 648 Kortesharju, Jouko: Hillan sato ja kukinta lannoitus- ja olkikatekoikeissa Rovaniemen maalaiskunnassa.
The yield and flowering of the cloudberry (*Rubus chamaemorus*) in fertilizer and straw mulch experiments at Rovaniemi, northern Finland.
- No 649 Valtanen, Jukka, Kuusela, Juha, Marjakangas, Arto & Huurainen, Seppo: Eri ajankohtina istutettujen männyn ja lehtikuusen kennonaimien alkukehitys.
Initial development of Scots pine and Siberian larch paperpot seedlings planted at various times.
- No 650 Ovasainen, Ville: Funktionaalinen tulonjako metsäteollisuudessa 1955—1983.
Factor shares in the Finnish forest industries, 1955—1983.
- No 651 Teivainen, Terttu, Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa & Mäenpää, Elina: Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen.
The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population.
- No 652 Varmola, Martti & Vuokila, Erkki: Pienten mäntyjen tilavuusyhtälöt ja -taulukot.
Tree volume functions and tables for small-sized pines.
- No 653 Hytönen, Jyrki: Fosforilannoitelajin vaikutus vesipajun biomassatuotokseen ja ravinteiden käyttöön turpeenostosta vapautuneella suolla.
Effect of some phosphorus fertilizers on the biomass production and nutrient uptake of *Salix 'Aquatica'* in a peat cut-away area.
- No 654 Nieppola, Jari: Cajanderin metsätyyppiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Cajander's theory of forest site types. Literature review.
- No 655 Kuusela, Kullervo, Mattila, Eero & Salminen, Sakari: Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982—84.
Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984.
- No 656 Mäkinen, Pekka: Kokokehon tärinä ajettaessa maataloustraktorilla metsässä.
Whole-body vibration in farm tractors driven in the forest.
- No 657 Hänninen, Riitta: Suomen sahatavaran vientikysyntä Länsi-Euroopassa vuosina 1962—1983.
Demand for Finnish sawnwood exports in western Europe, 1962—1983.
- No 658 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Suomen pohjoispuoliskossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.
Growth variation in North Finland according to the 7th National Forest Inventory.
- No 659 Nurmi, Juha: Chunking and chipping with conescrew chipper.
Palahakkeen ja hakkeen valmistus kartioruuvihakkurilla.
- No 660 Metsätilastollinen vuosikirja 1985.
Yearbook of Forest Statistics 1985.
- No 661 Mattila, Eero: Lapin metsävarat osa-alueittain. Valtakunnan metsien 7. inventointi vuosina 1978 ja 1982—84.
The forest resources of Finnish Lapland by sub-areas. The 7th National Forest Inventory in 1978 and 1982—84.
- No 662 Juutinen, Paavo & Varama, Martti: Ruskean mäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer*) esiintyminen Suomessa vuosina 1966—83.
Occurrence of the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*) in Finland during 1966—83.
- No 663 Räisänen, Hannu, Laine, Lalli, Kero, Ilkka & Kaleva, Tapio: Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarsituissa männiköissä.
Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands.
- No 664 Laasasena, Jouko & Päivinen, Risto: Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta.
On the checking of inventory by compartments.
- No 665 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1985.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1985.
- No 666 Valsta, Lauri: Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi.
Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands.
- No 667 Lipas, Erkki: Maan ravinnetila siemenviljelyksillä.
Soil fertility levels in Finnish seed orchards.
- No 668 Uusvaara, Olli: Sahanhakkeen painomittaus.
Weight scaling of sawmill chips.
- No 669 Kortesharju, Jouko & Mäkinen, Yrjö: Vaotuksen, lannoituksen ja katteiden vaikutus hillaan karuilla luonnontilaisilla soilla.
The effect of furrowing, fertilization, and mulching on cloudberry (*Rubus chamaemorus*) on virgin oligotrophic mires.
- No 670 Jäppinen, Jukka-Pekka, Hotanen, Juha-Pekka & Salo, Kauko: Marja- ja sienisadot ja niiden suhde metsikkötunnuksiin mustikka- ja puolukkatyyppien kankailla Ilomantsissa vuosina 1982—1984.
Yields of wild berries and larger fungi and their relationship to stand characteristics on MT and VT-type mineral soil sites in Ilomantsi, eastern Finland, 1982—1984.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita 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.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341

ISBN 951-40-0760-3
ISSN 0015-5543