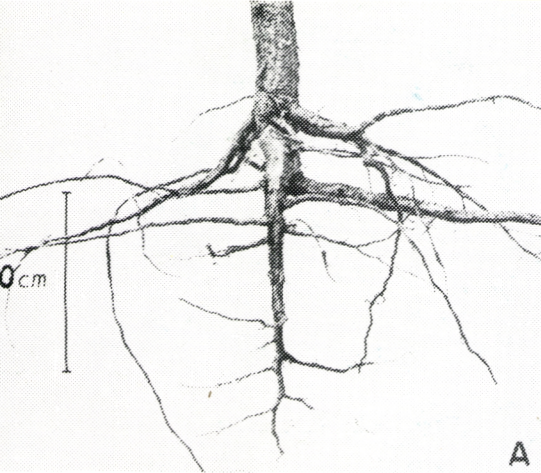


METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

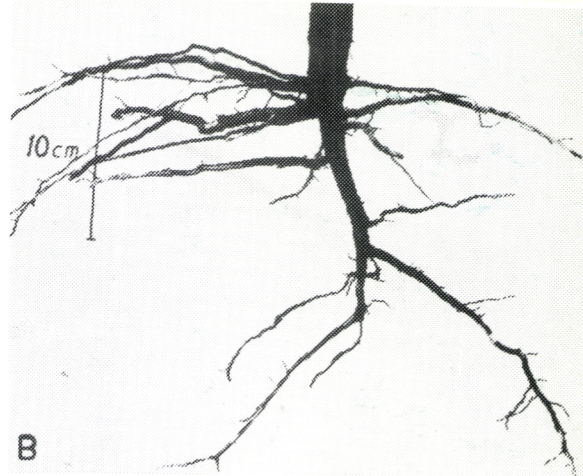
108

PARKANON TUTKIMUSASEMA

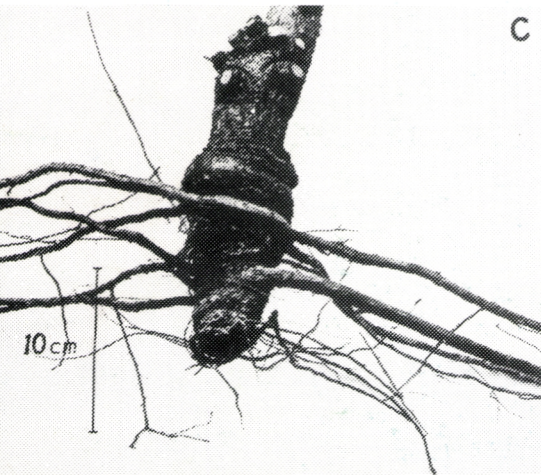
ISSN 0358-4283



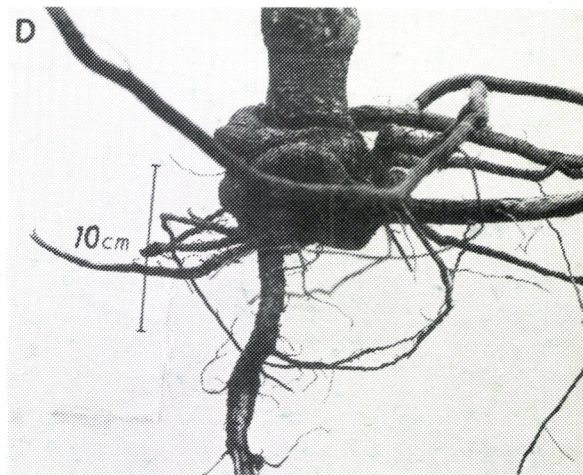
A



B



C



D

**KAARLO KINNUNEN JA ILKKA LAURILA
ERILAISTEN MÄNNYNTAIMIEN JUURISTON JA VERNON
ALKUKEHITYS KARUHKOLLA MOREENIMAALLA**

PARKANO 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Kansikuva: A) luonnon-, B) kylvö-, C) Kopparfors- ja D) kenno-
taimen juuristo 6-7 vuoden iässä.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 108

Parkanon tutkimusasema ISSN 0358-4283

Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila

ERILAISTEN MÄNNYNTAIMIEN JUURISTON JA VERNON ALKUKEHITYS
KARUHKOLLA MOREENIMAALLA

Parkano 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

SISÄLLYS

	sivu
1. JOHDANTO.....	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ.....	5
21. Koalueen sijainti ja kuvaus.....	5
22. Koetaimet ja niiden mittaus.....	5
23. Juuristonäytetaimien mittaus.....	6
24. Aineiston käsittely.....	9
25. Sääolot.....	9
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET.....	10
31. Taimien elossaolo ja kunto.....	10
32. Tuhonaiheuttajat.....	12
33. Taimien kallistuminen ja rungon mutkaisuus.....	13
34. Taimien pituus, pituuskasvu ja läpimitta.....	14
35. Juuriston kehitys.....	16
351. Juuriston laajuus ja muoto.....	16
352. Juurten määrä ja suuntautuminen.....	18
353. Pääjuuren muoto ja juurten kiertyminen....	20
36. Taimien lukumäärä viljelypisteessä, juurten yh- teenkietoutuminen ja paakun seinän lahoaminen...	21
4. TULOSTEN TARKASTELU.....	22
5. TIIVISTELMÄ.....	27
KIRJALLISUUS.....	28

1. JOHDANTO

Vuotuinen metsänistutusala on lähes nelinkertaistunut viimeisen 30 vuoden aikana, minkä takia taimituotantoa on jouduttu lisäämään voimakkaasti. Aina 1960-luvulle saakka lähes koko taimituotantomme oli koulittujen ja koulimattomien paljasjuuristen avomaataimien kasvattamista. Lämmitettävien muovihuoneiden ja kasvuturpeen käyttö muutti metsäpuiden taimien kasvatustekniikkaa huomattavasti. Samaan aikaan alkoi myös juuripaakullisten taimien kokeilu.

Paitsi taimituotannon määrällistä lisäämistä, on kehitelty myös uusia taimien tuotanto- ja istutusmenetelmiä, joilla pyritään halvempiin kokonaisratkaisuihin. Paakkutaimien ilmeisten etujen vuoksi niiden tuotantolinjat ovat tavallisesti tulleet tuotantoon sangen lyhyen peruskokeilujakson jälkeen. Koska kehitystyö on usein ollut teknisesti painottunutta, saattaa uusien menetelmien käyttöönotto johtaa biologisiin ongelmiin metsänviljelyssä. Erityisesti juuristoepämuodostumat on koettu kavaliksi, koska niiden haitalliset vaikutukset ilmenevät vasta monen vuoden kuluttua istutuksesta.

Havaintoja juuristoepämuodostumista väkivaltaisten, karkeiden istutustapojen, ensi sijassa kanki-istutuksen seurauksena esiintyy keskieurooppalaisissa ja ruotsalaisissa tutkimuksissa jo 1900-luvun alussa (SPITZENBERG 1908, LINDBERG 1920, WIBECK 1923, LIESE 1929). Näiden havaintojen mukaan männyntaimia on kuollut äkillisesti pystyyn taimistoissa 10-15 vuoden kuluttua istutuksesta, koska niiden juuristo oli puristunut kokoon ja epämuodostunut. Myöhemmin todettiin istutuksen aiheuttamien juuristovaurioiden korjautuvan sitä heikommin mitä tiivisrakenteisempaa maa on (HEIKINHEIMO 1941).

Mielenkiinto istutustaimien juuristojen kehittymistä kohtaan väheni kuitenkin näiden selvitysten jälkeen. Uusia mainintoja istutuksen aiheuttamista juuristoepämuodostumista esiintyy tutkimuksissa jälleen 1960-luvun vaihteesta lähtien (esim. GRUSCHOW 1959, HUURI 1968, HAY ja WOODS 1974, GILLGREN 1974).

Lapissa 1960-luvun lopulla havaittujen istutusmänniköiden tuhojen yhtenä syynä on pidetty istutuksen aiheuttamia juuristovaurioita, jotka epäedullisten maaperätekijöiden kanssa ovat johtaneet taimien kuolemiseen (LÄHDE ja SILTANEN 1973, LÄHDE 1974).

Kiinnostus istutustaimien juuristoa kohtaan lisääntyi meillä, kun taimituotannossa ja metsänviljelyssä 1960-luvulla tapahtui huomattavaa siirtymistä paakkutaimien tuotantoa kohti. Samalla kun paakkutaimia alettiin tuottaa useilla eri menetelmillä, otettiin istutusvirheiden lisäksi esille myös taimien kasvatukselta johtuvat juuristojen epämuodostumista aiheuttavat tekijät (vrt. ROHMEDER 1968, JANSSON 1971, BERGMAN ja HÄGGSTRÖM 1973).

Juuriston epämuodostuminen on erityisesti männyn ongelma. Mänty ei pysty muodostamaan ns. adventiivi- eli jälkijuuria. Männyntaimien juurten kasvu on taimitarhalla voimakasta ja jatkuu istutuksen jälkeen pääasiassa siihen suuntaan, joka niillä on kasvatuksen tai istutuksen seurauksena (SUTTON 1969).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää erilaisten männyn taimien juuriston ja verson alkukehitystä. Tutkittavana olivat paljasjuuriset-, kenno-, turveruukku- ja Kopparfors-taimet, joita istutettiin sekä yksi- että kaksivuotiaina, osa syksyllä ja osa keväällä. Vertailua tehtiin myös kylvö- ja luonnontaimiin.

Tämä työ kuuluu osana Parkanon tutkimusasemalla tehtävään karuhkojen kasvupaikkojen uudistamismenetelmiä selvittävään tutkimukseen. Tekijöistä Kinnunen suunnitteli työn, ohjasi koekentän perustamista ja väli-inventointien suorittamista sekä aineiston käsittelyä ja viimeisteli käsikirjoituksen julkaisukuntoon. Laurila teki juuristomääritykset ja käsitte-li aineiston sekä laati alustavan käsikirjoituksen. Kenttämestari Sulo Lehtinen johti kokeiden perustamista ja taimi-inventointien maastotyötä. Kanslisti Paula Häkli kirjoitti käsikirjoituksen puhtaaksi ja toimistoapulainen Irma Honganpuhto piirsi kuvat. Prof. Erkki Lähde ja vt. prof. Carl-Johan Westman lukivat käsikirjoituksen tehden varteenotettuja huomautuksia.

Kiitämme lämpimästi kaikkia työn valmistumista edesauttaneita henkilöitä.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

21. Koealueen sijainti ja kuvaus

Koealue sijaitsi Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusase-
man Alkkian ($62^{\circ}10'N$, $22^{\circ}52'E$, 160 m m.p.y.) kokeilualueessa.
Koe perustattiin vuosina 1974-1976 loivasti itään viettävälle
rinteelle. Neljä vuotta ennen kokeen perustamista koealueen
ja siihen rajoittuvan ojitetun rämeen väliin oli kaivettu oja.
Kylvötaimet muodostivat erillisen lohkon, joka oli muita alem-
pana ja jossa ojan läheisyydestä huolimatta havaittiin sois-
tuneisuutta. Luonnon- ja istutustaimet kasvoivat kuivemmella
maalla, joka luokitettiin puolukkatyypiksi. Maalaji oli
hiekkamoreenia.

Koeala aurattiin Marttiin KLM-170 piennarauralla syksyllä
1974. Taimet istutettiin kourukuokalla puristusistutusta
käyttäen pientareeseen. Myös kylvö tehtiin pientareeseen joko
pistekylvönä kiinnittäen siemenet maahan jalalla painaen tai
vakorautakylvönä. Koeala jaettiin neljään lohkoon, joihin
käsittelyt arvottiin riveittäin kuhunkin erikseen. Riviin
sijoitettiin 25 viljelypistettä ja viljelytiheydeksi tuli
3600 istutustainta hehtaarilla ja noin 4200 kylvöpistettä
hehtaarilla. Yhteensä istutettiin 1600 tainta ja kylvettiin
600 kylvöpistettä.

22. Koetaimet ja niiden mittaus

Taimilajit (lyhenteet ks. kuva 2) olivat paljasjuurisiet (1M ja
1M+1A), paperikunno- (1Mk ja 1Mk-1Ak), turveruukku- (1Mt ja
1Mt-1At) sekä Kopparfors-taimet (1Mm ja 1Mm-1Am). Lisäksi
vertailussa olivat mukana kylvö- ja luonnontaimet. Alkuperäl-
tään istutustaimet olivat Satakunnasta ja kylvöön käytetty
siemen Pohjanmaalta. Kokeen paakkutaimet oli kasvatettu
suunnilleen samankokoisissa ruukuissa; paperikennon tyyppi
oli Fh 408 ja turveruukun FP 620. Kopparfors-taimet oli
kasvatettu kovamuovisessa kennostossa, josta taimet istutet-
taessa nostettiin juuripaakkuineen.

Kaikki istutustaimet oli taimitarhalla kylvetty keväällä 1974. Neljäsosa taimista istutettiin syksyllä 1974 ja seuraava neljäsosa keväällä 1975, jolloin tehtiin myös kylvö. Nämä istutuserät käsittivät kokeen yksivuotiaat taimet. Seuraavana syksynä ja keväänä istutettiin kokeen kaksivuotiaat taimet. Täten taimien biologinen ikä oli sama näytetaimia nostettaessa kesällä 1981. Kylvötaimet olivat vuoden istutustaimia nuorempia. Kun jatkossa puhutaan yksi- ja kaksivuotiaista istutustaimista, tarkoitetaan niiden ikää istutushetkellä eikä inventointihetkellä. Kaksivuotiaat paljasjuuritaimet kouluttiin, paakkutaimet sen sijaan ainoastaan siirrettiin avomaalle toisen kasvukauden ajaksi.

Kokeen istutustaimet inventoitiin vuosina 1975, 1976, 1978 ja 1981 sekä kylvötaimet vastaavasti vuosina 1975, 1976, 1977, 1978 ja 1980, jolloin taimista määritettiin seuraavat tunnukset.

A Taimen elossaolo ja kunto:

1. Kuollut
2. Kituva
3. Normaali
4. Rehevä

B Tuhonaiheuttajat

C Pituuskasvu mitattiin ylimmästä oksakiehkurasta latvasilmun kärkeen tasaavin cm-luokin.

D Taimen pituus

23. Juuristonäytetaimien mittaus

Tarkempia mittauksia varten arvottiin vuonna 1981 kunkin istutuskäsittelyn jokaisesta toistosta neljä koetainta, yhteensä 256 kappaletta. Kylvötaimet (20 kpl) valittiin kokeen siitä osasta, joka parhaiten vastasi istutuskokeen maalajia. Valinta kohdistui kookkaimpiin kylvötaimiin, jotta ne kokonsa puolesta olisivat olleet mahdollisimman lähellä istutustaimia. Samaa valintakriteeriä käytettiin myös luonnontaimien (20 kpl) valinnassa. Kauan kuolleina olleita taimia ei hyväksytty

näytteeseen, koska niiden juuristo saattoi olla jo lahonnut. Useamman elävän taimen viljelypisteestä valittiin koetaimeksi pituudeltaan kookkain taimi. Koetaimen läpimitta mitattiin 20 cm:n korkeudelta juurenniskasta lukien. Seuraavaksi määritettiin taimen kallistumissuunta auranvaon suhteen ja sen voimakkuus luokittelemalla taimet suoriin sekä alle ja yli 15° kallistuneisiin. Lisäksi runkojen mutkat luokitettiin haitallisiin (esim. ranganvaihdos) ja erittäin haitallisiin (esim. lumen pahasti taittamat). Lomakkeelle tehtiin myös merkintä mutkan aiheuttajasta ja viljelypisteessä kasvavien elävien taimien lukumäärästä. Ennen taimen nostamista merkittiin sen kasvuasento aurasvaon suhteen sekä maanpinnan taso juurenniskaan.

Juuristo nostettiin varovasti lapiolla. Kaikki yli kahden millimetrin paksuiset pitkäjuuret pyrittiin saamaan mukaan. Nostettujen taimien paakun seinän lahoamisaste jaettiin silmävaraisesti kolmeen luokkaan:

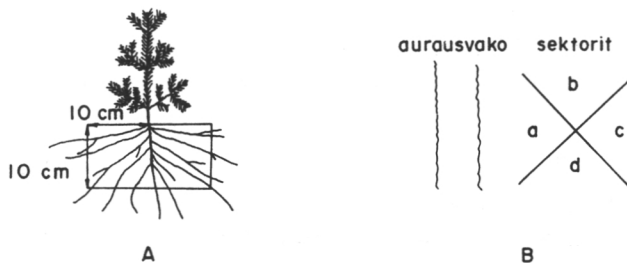
1. Paakun seinä lähes lahoamaton. Seinät melkein ehjät.
2. Paakun seinä melko lahonnut. Seinät repeilleet, mutta paakun ääriviivat selvästi havaittavissa.
3. Lähes täysin lahonnut. Vain joitakin pieniä osia seinistä jäljellä. Paakun ääriviivat vaikeasti havaittavissa.

Seuraavaksi taimen juuristosta karisteltiin mekaanisesti ensin maa-aines, loput irroitettiin pesemällä. Mikäli samassa viljelypisteessä kasvaneiden taimien juuret olivat sotkeutuneet toisiinsa, irroitettiin nämä toisistaan ja tarkasteltiin juurien yhteenkasvamista. Käsittelyn aikana juurien asento muuttui väkisinkin jonkin verran.

Tämän jälkeen juuristo asetettiin vedellä täytettyyn akvaarioon (70 x 50 x 40 cm) siten, että maanpinnan alapuolinen osa tuli veteen. Vedessä juuristo hakeutuu takaisin samaan asentoon kuin mikä sillä oli ollut maassa kasvaessaan (vrt. LEIKOLA ja RAULO 1972). Kaikkein pisimmät juuret eivät tosin mahtuneet vapaasti akvaarioon, vaan juuristoa oli siirrettävä mittausta varten. Akvaarion seinille tehdyn ruudukon avulla

laskettiin niiden vaaka- ja pystyruutujen lukumäärä, joihin jokin vähintään kahden millimetrin paksuinen juuriston osa ulottui. Juuriston ulottuvuus mitattiin kustakin taimesta kahdelta suunnalta 90° kulmassa. Näiden mittausten keskiarvona määritettiin juuristojen laajuus ja piirrettiin sen keskimääräinen muoto.

Juuriston suuntautumismittaus tehtiin määrittämällä juureniskan molemmille puolille kymmenen senttimetriä ulottuva ja kymmenen senttimetriä korkea suorakaide (kuva 1 A), jonka ulkopuolelle ulottuvat pitkäjuuret laskettiin ja niiden suunta määritettiin. Suorakulmion pohjasta kasvaneet pitkäjuuret luokitettiin syvyyssuuntaisiksi ja sivulta kasvaneet maanpinnan suuntaisiksi. Tässä yhteydessä tehtiin myös merkinnät pääjuuresta sen mukaan, muodostiko se ns. paalujuuren vai oliko se lievästi tai voimakkaasti (yli 90°) taipunut. Mutkan tuli sijaita ensimmäisellä kolmanneksella pääjuuren pituudesta laskettuna.



Kuva 1A ja B. Juurien suuntautumisen mittaamenetelmä vertikaalitasossa (A) ja horisontaalitasossa (B).

Akvaariomittausten jälkeen juuristo asetettiin ympyrän neljänneksiin jaetun ja sen asteluvut osoittavan levyn yläpuolelle. Tämän avulla määritettiin juurten jakautuminen

aurausvaon suhteen eri sektoreihin laskemalla tyveltä yli kaksi millimetriä paksujen sivujuurten lukumäärät neljänneksittäin 15 cm:n etäisyydellä juuriston ajatellusta keskipisteestä (kuva 1 B). Juuriston kiertyneisyys määritettiin asteikon avulla mittaamalla, montako astetta kukin juuri oli kiertynyt ajatellun paalujuuren ympäri ennenkuin se oli suuntautunut tästä pois päin. Mittausten perusteella laskettiin taimikohtaiset keskiarvot.

24. Aineiston käsittely

Tuloksissa esiintyvää vaihtelua tutkittiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä istutusajankohdittain ja taimilajeittain, minkä jälkeen verrattiin keskiarvoja Tukeyn keskiarvotestillä (HSD) 5 % riskitasolla. Silloin kun istutusajankohtien tai taimilajien välillä ei esiintynyt merkitseviä eroja, käsittelyjä yhdistettiin, jolloin muuttujille saatiin enemmän havaintoja.

25. Sääolot

Vuorokautiset keskilämpötilat ja -sademäärät (taulukko 1) saatiin Ilmatieteen laitoksen Karvian havaintoasemalta, joka sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä koealueelta.

Kasvukausi 1974 oli tavanomaista kylmempi ja sateisempi. Vuoden 1975 kesä oli puolestaan vähäsateinen, kevät ja syksy olivat tavallista sateisempia ja lämpimämpiä. Kevät 1976 oli poikkeuksellisen lämmin ja kuiva, kesä viileä ja kuiva, syksy sateinen ja huomattavan viileä. Kasvukausi 1977 oli tavallista viileämpi. Seuraavina kolmena kasvukautena lämpötilan ja sademäärän vaihtelut eivät olleet kovin suuria. Kevät 1981 oli lämmin ja hyvin kuiva.

Taulukko 1. Touko-syyskuun keskilämpötilan (°C) ja sademäärän (mm) poikkeama pitkäaikaisesta keskiarvosta 1974-1981 Karvian sääasemalla.

Vuosi	V		VI		VII		VIII		IX		Keskim. V - IX	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm
Keskim. 1931-1960	8,0	36	13,0	54	16,0	73	14,1	76	9,0	64	12,0	61
1974	-1,4	-8	0,7	-1	-1,8	86	-1,2	9	1,3	47	-0,3	27
1975	1,6	45	-1,3	12	-0,9	-51	-0,8	-28	1,6	37	0	3
1976	2,3	16	-1,3	-2	-2,0	4	-0,7	-53	-4,0	22	-1,1	-9
1977	-0,5	27	0,1	-15	-2,3	51	-1,6	-58	-1,9	10	-1,2	3
1978	1	-20	0,5	1	-1,7	-38	-1,8	-7	-2,2	26	-0,8	-8
1979	1,5	-14	1,2	-12	-1,8	73	0	-10	-1	39	0	15
1980	-1	-8	2,8	30	0,2	-51	-1,1	33	0,4	-11	0,3	-1
1981	2,2	-26	-1,4	54	-0,2	-5	-2,2	37	-0,9	-35	-0,5	5

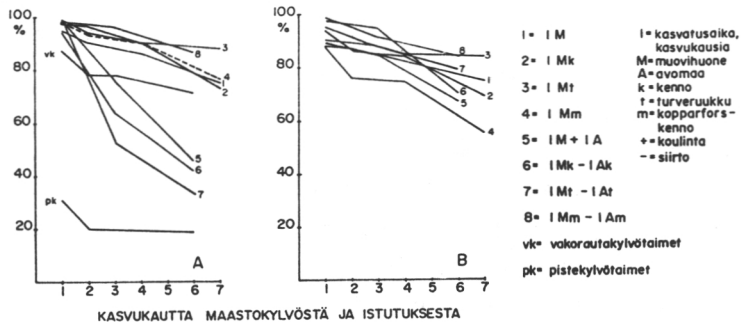
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

31. Taimien elossaolo ja kunto

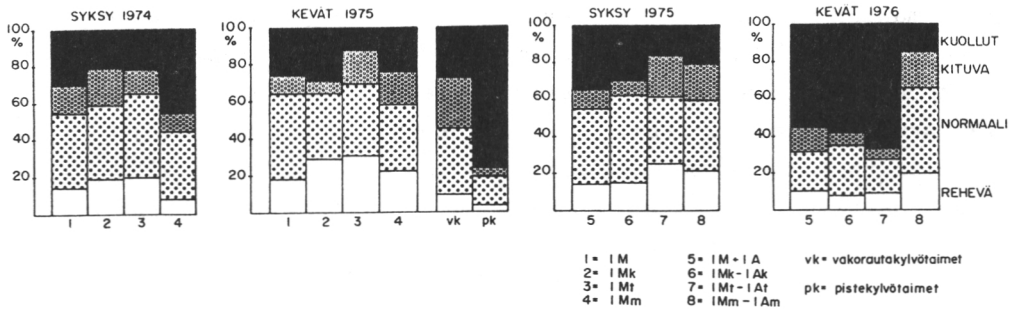
Syksyllä istutetuilla sekä yksivuotiailla keväällä istutetuilla taimilla kuolleisuus lisääntyi varsin vähän 6-7 kasvukauden aikana (kuva 2). Kaksivuotiaat keväällä istutetut taimet olivat elossa ensimmäisen kasvukauden jälkeen melkein sataprosenttisesti, mutta tämän jälkeen kuolleisuus lisääntyi Kopperfors-taimia lukuunottamatta jyrkästi ja viimeisessä inventoinnissa näistä taimista oli elossa enää keskimäärin 40 %. Kylvötaimilla kehitys oli erilainen: erityisesti pistekylvössä taimia oli ensimmäisenä kasvukautena kuollut tai kylvöpisteitä jäänyt itämättä huomattavan runsaasti, mutta seuraavina vuosina kuolleisuus lisääntyi vain vähän.

Istutustaimilla kuolleisuus vaihteli melko paljon. Kopperfors-taimia lukuunottamatta kuolleisuus oli kaksivuotiailla taimilla runsaampaa kuin yksivuotiailla taimilla. Eniten taimia oli jäänyt eloon kevään 1975 turveruukkutaimista, joista

lähes 90 % oli elossa. Vuotta myöhemmin istutetut turveruukku-taimet menestyivät heikommin; näistä vain kolmannes oli elossa. Näiden tulosten perusteella ei voida asettaa eri taimilajeja paremmuusjärjestykseen, sillä elossaolosadannekset vaihtelivat huomattavasti istutusajankohdan mukaan. Kun nämä yhdistettiin taimilajeittain, jäivät kuolleisuuserot varsin pieniksi.



Kuva 2 A ja B. Keskimääräisen elossaolosadanneksen kehitys keväällä (A) ja syksyllä (B) viljellyillä taimilla.



Kuva 3. Taimien kuntoluokkajakauma istutusajankohdittain.

Pistekylvötaimet menestyivät selvästi muita heikommin (kuva 3). Kuuden kasvukauden jälkeen tyhjiä oli kolme neljästä pistekylvölaikusta. Vakorautakylvötaimet menestyivät keskimäärin yhtä hyvin kuin istutustaimet. Vakoraudalla kylvetyillä taimilla oli kuitenkin kituvia taimia huomattavan runsaasti.

Yksivuotiailla taimilla kevätistutukset onnistuivat syysistutuksia paremmin; kaksivuotiailla taimilla tilanne oli päinvastainen Kopparfors-taimia lukuunottamatta. Viimemainitut menestyivät poikkeuksellisesti parhaiten istutettuna keväällä 1976, vaikka muut tämän istutusajankohdan taimet menestyivät erittäin huonosti (kuva 2 A). Keskimäärin näistä taimista oli elinvoimaisia vain vajaa kolmannes. Vuotta aikaisemmin keväällä istutetut taimet menestyivät parhaiten; näillä oli reheviä taimia enemmän kuin kuolleita taimia, joiden osuus oli vain noin viidennes, ja vain vähäinen osa taimista kasvoi kituen. Paperikenoissa kituvia taimia oli vähiten, mutta millään taimilajilla niiden osuus ei ylittänyt 20 %. Reheviä oli yksivuotiaista taimista paria poikkeusta lukuunottamatta enemmän kuin kaksivuotiaista taimista.

32. Tuhonaiheuttajat

Keskimäärin yli puolet istutustaimista kärsi jostakin tuhonaiheuttajasta. Keväällä istutetuilla taimilla oli paria poikkeusta lukuunottamatta tuhoja yhteensä enemmän kuin syksyllä istutetuilla taimilla. Erikseen kunkin tuhonaiheuttajan suhteen tarkasteltuna kevätistutuksilla ei kuitenkaan ollut systemaattisesti enemmän tuhoja, joten tulokset yhdistettiin taimilajeittain (taulukko 2).

Kaikilla kaksivuotiaina istutetuilla taimilla oli tuhoja vastaavia yksivuotiaita taimia enemmän. Paljasjuurisilla taimilla tämä ero oli selvästi paakkutaimia suurempi, mikä johtuu erityisesti sienitautien yleisyydestä koulituilla paljasjuurisilla taimilla. Sienitaudit olivat yleisiä myös muilla taimilajeilla, yli 2/3 kaikista tuhoista oli sienitautien aiheuttamia. Männykaristeilla oli hyvät leviämisedellytykset alueella, jossa lunta kertyi runsaasti ja taimitiheys oli suuri. Istutustaimien

Taulukko 2. Tuhonaiheuttajien keskimääräinen yleisyys taimilajeittain, %.

Taimilaji	Tuhonaiheuttaja														
	Ei tuhoa	Vesat	Männyn- karisteet	Männyn- versoruoste	Männyn- versosyöpä	Myyrä	Hirvi	Lumi	Kasvuhäiriö	Kuivuus	Vesieroosio	Pintakasvill.	Tukkimiehen- täi	Tuntematon	Yhteensä
1M	54	1	17	8	1			5	3					11	100
1M + 1A	37	1	24	16	2			7	1					12	100
1Mk	52		10	16	1	1		4	3					13	100
1Mk - 1Ak	43		16	17				10	1					13	100
1Mt	46		19	22	2			3	2					6	100
1Mt - 1At	38		15	22	2			3	1					19	100
1Mm	50		15	14	1			6	3					11	100
1Mm - 1Am	47		15	17			1	5	4					11	100
Kylvötaimet	68		10	2			3	7	1	1	3	1	4	100	
Keskimäärin	48		15	16	1	Δ	Δ	5	3	Δ	Δ	Δ	Δ	12	100

menestymistä huononsi vielä lumituhojen yleisyys. Lumi oli taittanut istutustaimia aurausvaon pohjalle, mutta kylvötaimet olivat kenties pienemmän kokonsa takia säästyneet tältä tuholta. Kasvuhäiriöitä, lähinnä latvakatoja esiintyi kaikilla taimilla, joskin kylvötaimilla suhteellisesti muita enemmän.

33. Taimien kallistuminen ja rangan mutkaisuus

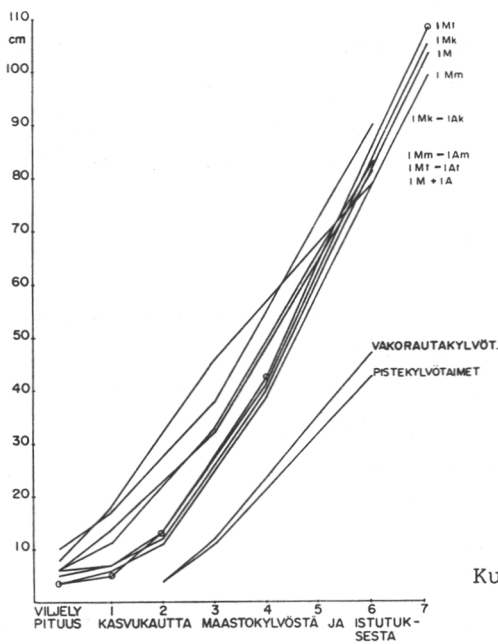
Puolella näytetäimistä oli mutkainen runko ja näistä seitsemän prosenttia oli pahasti mutkaisia. Suuri osa (2/3) pahoista mutkista oli lumen aiheuttamia, sen sijaan vain viidennes lievistä mutkista johtui lumen painamisesta. Ranganvaihdos oli useimmin mutkan aiheuttajana. Kylvö- ja luonnontaimilla ei ollut yhtään pahoja mutkia, sitä vastoin eri istutustaimilla mutkaisuus oli yhtä yleistä.

Kylvö- ja luonnontaimet olivat kaikki pystyssä, mutta istutustaimista oli keskimäärin vajaa kolmannes kallistunut. Pieni, lähinnä juuristojen vertailuun valittu otos, ei kuitenkaan oikeuta lopullisiin päätelmiin uudistamismenetelmien kesken. Paljasjuurisilla ja paperikennotaimilla oli enemmän (37 %) kallistuneita taimia kuin turveruukku- ja Kopperfors-taimilla (25 %). Syys- ja kevätistutuksen välillä ei ollut eroa

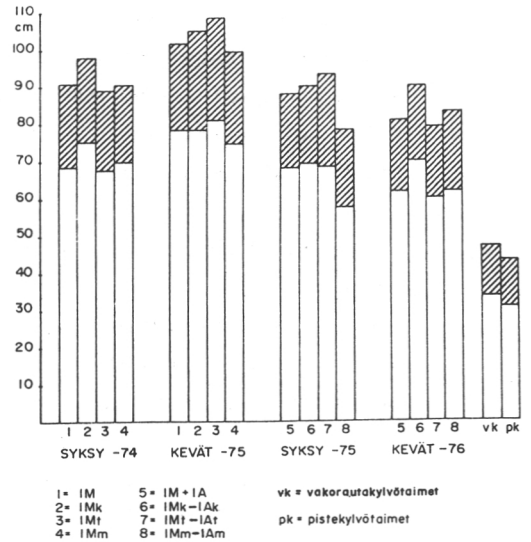
kallistumisessa. Auraus vaikutti selvästi kallistumissuuntaan, 78 % oli kallistunut aurausvakoon päin, kun siitä poispäin oli kallistunut vain muutama Kopparfors-taimi. Kallistumisen voimakkuudessa ei ollut eroa eri taimilajeilla.

34. Taimien pituus, pituuskasvu ja läpimitta

Keväällä istutettujen ja kylvettyjen taimien pituuskehitys on esitetty kuvassa 4. Syksyllä istutetut taimet kasvoivat muuten samalla nopeudella, mutta yksivuotiaat taimet eivät saavuttaneet lopussa kaksivuotiaita taimia (kuva 5). Niillä pituudet vaihtelivat yli 10 cm jo kolmen kasvukauden jälkeen, kun taas yksivuotiaiden taimien pituserot pysyivät vähäisinä. Kaksivuotiaat taimet kasvoivat alussa yksivuotiaita taimia nopeammin, mutta kolmannen kasvukauden jälkeen tilanne oli päin-



Kuva 4. Keväällä viljeltyjen taimien pituuskehitys



Kuva 5. Taimien keskipituus ja viimeisen vuoden pituuskasvu (viivoitettu), istutustaimilla kahdeksan ja kylvötaimilla kuuden vuoden iässä.

vastainen. Kylvötaimet kasvoivat istutustaimia hitaammin ja ero eri menetelmillä kylvettyjen taimien pituuskehityksessä lisääntyi kuuden kasvukauden aikana vakoraudalla kylvettyjen taimien eduksi.

Samana istutusajankohdan taimien pituudet vaihelimat 6-7 kasvu-kauden jälkeen vain vähän; erot olivat suurempia eri istutusajankohtien välillä (kuva 5). Vain syksyllä istutetut kaksivuotiaat Kopparfors-taimet olivat selvästi muita saman istutusajankohdan taimia lyhyempiä. Kun syys- ja kevätistutusten tulokset yhdistettiin, olivat Kopparfors-taimet keskimäärin lyhimpä. Kuitenkin vain kaksivuotiaat Kopparfors-taimet olivat tilastollisesti merkitsevästi yksivuotiaita taimia lyhyempiä.

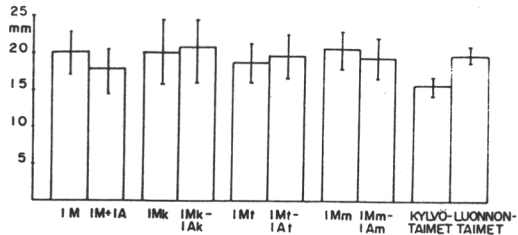
Syksyllä istutettuja turveruokkutaimia lukuunottamatta kaikki yksivuotiaat taimet olivat kaksivuotiaita taimia pitempiä, mutta vain kevätistutuksilla erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Suurimman pituuden saavuttivat keväällä istutetut yksivuotiaat turveruokkutaimet. Nämä olivat paperikennotaimien kanssa merkitsevästi kaksivuotiaita paljasjuuri-, turveruokkusekä Kopparfors-taimia pitempiä. Myös paljasjuuristen ja Kopparfors-taimien pitusero oli tilastollisesti merkitsevä. Kaikilla yksivuotiailla taimilla kevätistutukset olivat vastaavia syysistutuksia pitempiä, mutta kaksivuotiailla taimilla ei istutusajankohdalla ollut selvää vaikutusta pituseroihin. Kevään 1975 istutukset menestyivät myös pituuskehityksessä muiden istutusajankohtien taimia paremmin.

Erot viimeisen kasvukauden pituuskasvussa olivat yhdenmukaisia pituserojen kanssa (kuva 5), mutta eivät tilastollisesti merkitseviä. Pituuskasvuun istutusajankohta vaikutti myös kaksivuotiailla taimilla; syksyllä istutetut taimet olivat kasvaneet keväällä istutettuja taimia enemmän.

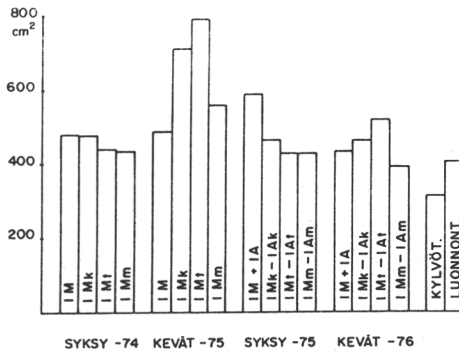
Näytetäimistä 20 cm:n korkeudelta mitatut läpimitat olivat luontaisesti syntyneillä ja istutetuilla taimilla samaa suuruusluokkaa (kuva 6). Kylvötaimilla keskimääräinen läpimitta oli pienin, mutta edes niiden ja paksuimpien 1Mk-1Ak-taimien

välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Myöskään istutusajankohdalla ei ollut merkitystä taimien läpimittaeroihin.

Kuva 6. Taimien keskiläpimitta ja sen keskivirhe (jana) 20 cm:n korkeudella juurenniskasta.



Kuva 7. Juuristojen keskiluottuvuuden pitkitäisleikkauksen pinta-ala.

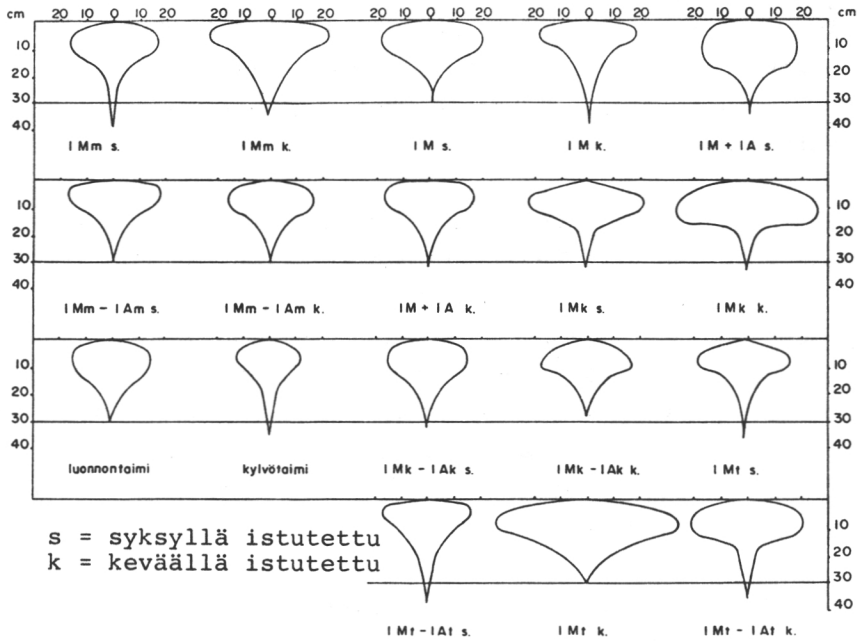


35. Juuriston kehitys

351. Juuriston laajuus ja muoto

Kylvö- ja luonnontaimien juuristot olivat ulottuvuudeltaan suppeampia kuin istutustaimien juuristot keskimäärin (kuva 7). Vertailussa on kuitenkin huomattava kylvötaimien nuorempi ikä ja pienempi koko. Paakkutaimilla sekä istutusikä että -ajan-

kohta (kevät/syksy) aiheuttivat eroja juuriston laajuuteen. Keväällä istutettujen taimien juuristot olivat paria poikkeusta lukuunottamatta laajempia kuin vastaavat syysistutusten juuristot.



Kuva 8. Juuriston keskimääräinen ulottuvuus sivu- ja syvyysuunnassa siten, että epäsymmetrisyys on eliminoitu.

Kaikki yksivuotiaat paakkutaimet olivat juuristoltaan laajempia kuin vastaavat kaksivuotiaat paakkutaimet. Yksivuotiailla keväällä istutetuilla paakkutaimilla oli selvästi muita laajempi juuristo. Paljasjuurisilla taimilla istutusikä ja -ajankohta eivät aiheuttaneet johdonmukaisia eroja juuriston laajuuteen.

Yleensä juuriston levein kohta oli 6-8 cm:n syvyydessä, mutta kaksivuotiailla turveruokku- ja Kopparfors-taimilla se oli vain 4 cm:n syvyydessä (kuva 8). Erityisen syvälle juuret olivat levittäytyneet syksyllä istutetuilla koulituilla paljasjuuritaimilla.

Kylvötaimilla oli muita kapeampi juuristo, mutta suhteessa

leveyteensä se ylti huomattavan syvälle. Istutustaimista ka-
pein juuristo oli kaksivuotiaiden paperikennotaimien syys-
istutuksilla. Kapeat juuristot olivat yleensä kehittyneet
muodoltaan kartiomaisiksi, mutta myös keväällä istutetuilla
Kopparfors-taimilla juuristo kapeni hitaasti alaspäin. Syksyl-
lä istutettujen 1Mt-taimien juuristo oli selvästi muita leveäm-
pi. Se oli kuitenkin huomattavan matala juuriston painopis-
teen asettuessa lähelle maanpintaa.

Keväällä istutetuilla koulimattomilla paljasjuuritaimilla oli
syvin juuristo; se ylti keskimäärin yli 40 cm:n syvyyteen.
Kuvassa 8 juuristojen muoto on piirretty symmetriseksi, mutta
todellisuudessa vain kylvö- ja luonnontaimilla esiintyi kuvan
mukainen paalujuuri. Istutustaimilla juuriston yltäminen sy-
välle johtui useimmiten voimakkaasti kehittyneestä sivujuuresta.
Kylvö- ja luonnontaimilla sivujuuret erkanivat pääjuuresta
säteittäisesti, mutta istutustaimilla juuriston symmetrinen
profiili oli harvinainen.

352. Juurten määrä ja suuntautuminen

Keväällä istutetuilla yksivuotiailla taimilla pitkäjuurten
kokonaismäärä oli hieman suurempi kuin vastaavilla syksyllä
istutetuilla taimilla (taulukko 3). Muuten eivät erot taimi-
lajien ja istutusajankohtien välillä olleet säännönmukaisia
eivätkä tilastollisesti merkitseviä paria poikkeusta lukuun-
ottamatta; keväällä istutetuilla 1M-taimilla ja luonnontaimilla
oli pitkäjuuria merkitsevästi enemmän kuin syksyllä istutetuilla
1Mm-1Am-taimilla.

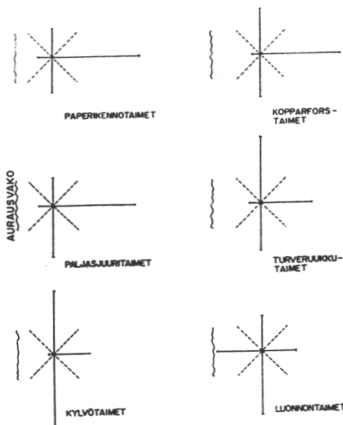
Auraus vaikutti selvästi vaakajuurten suuntautumiseen. Pien-
tareessa kasvaneiden istutus- ja kylvötaimien juuristot olivat
samalla tavalla epäsymmetrisiä sen sijaan enimmäkseen paltei-
den välisellä muokkaamattomalla tasamaalla kasvaneiden luonnon-
taimien juuret olivat suuntautuneet melko symmetrisesti (kuva 9).
Istutustaimien juurista kasvoi keskimäärin puolet palteen suun-
taisesti, mutta vain keskimäärin 8 % kasvoi aurausvakoon päin
pääosan suuntautuessa siitä poispäin. Kylvötaimien juuristot
olivat painottuneet enemmän palteen suuntaisesti; ainoastaan

Taulukko 3. Pitkäjuurten keskimääräinen lukumäärä (kpl) taimilajeittain ja istutusajankohdittain.

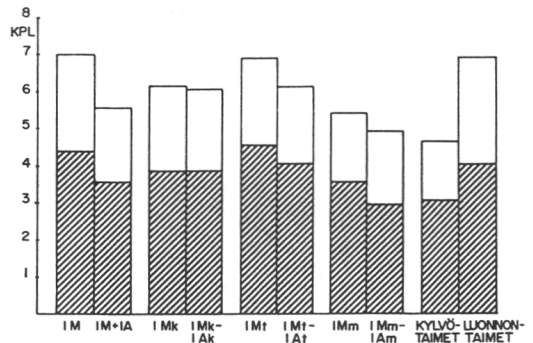
	Syksy		Kevät		
	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	
1M	8,6	3,8	9,0	3,4	
1MK	7,1	2,4	7,3	3,5	
1Mt	6,8	3,5	7,6	2,3	
1Mm	6,5	3,0	7,6	2,7	
1M+1A	7,8	4,3	7,3	3,0	
1Mk-1Ak	8,2	3,5	7,7	3,9	
1Mt-1At	6,3	3,6	8,4	3,9	
1Mm-1Am	5,9	3,1	7,3	3,7	
Luonnon- taimet	9,0	2,8	Kylvö- taimet	6,6	2,4

3 % juurista kasvoi aurasvakoja kohti. Paitsi että auranvakoon suuntautuneita juuria oli määrältään vähemmän, ne olivat myös lyhyempiä ja ohuempia kuin pientareeseen ja palteeseen suuntautuneet juuret.

Eri taimilajien pitkäjuurista 60-66 % kasvoi maanpinnan suuntaisesti (kuva 10). Yksivuotiaina istutetuilla taimilla oli maanpinnan suuntaisia juuria hieman enemmän kuin kaksivuotiailla taimilla. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 9. Juurten suuntautuminen sivusuunnassa. Janan pituus kuvaa pitkäjuurten suhteellista lukumäärää eri sektoreissa.



Kuva 10. Maanpinnan suuntaisten (viivoitettu) ja syvyysuuntaisten pitkäjuurten lukumäärä.

353. Pääjuuren muoto ja juurten kiertyminen

Pääjuuren muoto ja esiintyminen poikkesi istutustaimilla olennaisesti kylvö- ja luonnontaimista. Paljasjuuristen taimien pääjuurista oli taipunut keskimäärin 66 % ja paakkutaimien pääjuurista keskimäärin 60 % (taulukko 4). Kaksivuotiaina istutetuilla taimilla oli vastaavia yksivuotiaita taimia enemmän taipuneita pääjuuria. Etenkin Kopparfors- ja paperikennotaimilla erot olivat selviä, joskaan eivät tilastollisesti

Taulukko 4. Juuriston epämuodostuminen taimilajeittain. Paalujuuren osalta yhdistettiin yksi- ja kaksivuotiaat taimet.

	1M+		1Mk-		1Mt-		1Mm-		Kylvö- taimet	Luonnon- taimet
	1M	1A	1Mk	1Ak	1Mt	1At	1Mm	1Am		
Pääjuuri taipunut (%)	62	68	47	75	59	62	44	75	5	5
Juuristo kiertynyt (astetta)	58	88	116	143	77	113	184	215	8	11
Paalujuuri puuttuu (%)	83		91		91		81		10	20

merkitseviä. Myös kylvö- ja luonnontaimilla oli taipuneita pääjuuria, mutta merkitsevästi kaikkia istutustaimia vähemmän. Istutustaimilla esiintyi vain harvoin paalujuuri, vaikkei pääjuurta oltukaan luokiteltu voimakkaasti taipuneeksi. Paperikeno- ja turveruokkutaimilla esiintyi paalujuuri harvemmin kuin muilla istutustaimilla.

Juurten kiertymisessä oli suuria eroja. Kylvö- ja luonnontaimia voidaan pitää juurten kiertymisen suhteen normaaleina, sen sijaan istutustaimilla ilmeni suuria eroja taimilajeittain. Voimakkaimmin juuret olivat kiertyneet Kopparfors-taimilla; ero oli tilastollisesti merkitsevä kaikkiin muihin paitsi kaksivuotiaihin paperikennotaimiin. Paperikennotaimien juuret taas olivat kiertyneet selvästi enemmän kuin turveruokkutaimien juuret. Paljasjuuritaimilla juurten kiertyminen oli keskimäärin vähäisempää kuin paakkutaimilla. Myös taimien istutusikä vaikutti selvästi juurten kiertymiseen. Kaksivuotiailla

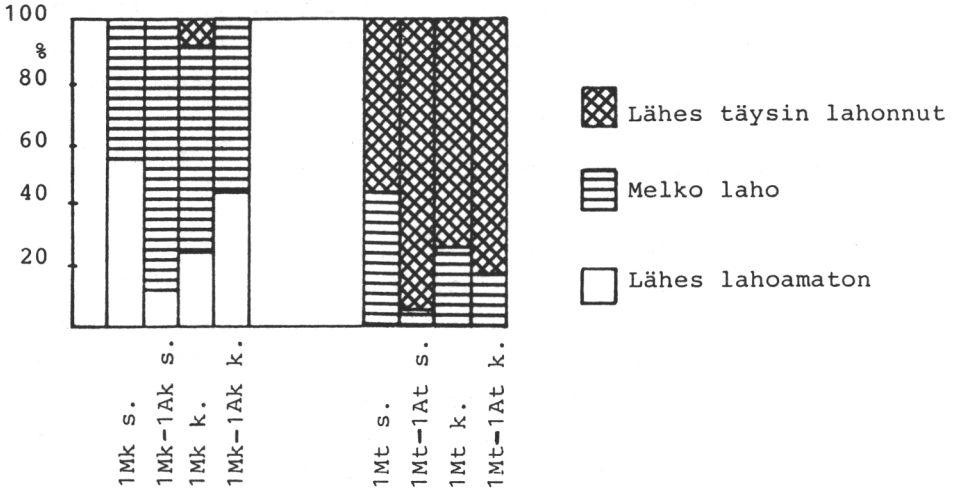
taimilla kiertyminen oli selvästi vastaavia yksivuotiaita taimia suurempaa.

36. Taimien lukumäärä viljelypisteessä, juurten yhteenkietoutuminen ja paakun seinän lahoaminen

Kaikilla paljasjuuritaimilla sekä yli 90 %:lla paperikunno- ja Kopparfors-taimista kasvoi viljelypisteessä korkeintaan yksi taimi, sitä vastoin joka viidennessä turveruukussa oli useampia eläviä taimia keskiarvon ollessa 1,4 tainta. Myös luonnon-taimia kasvoi tuppaissa: 15 % näytteeksi otetuista luonnon-taimista kasvoi 2-13 taimen tuppaassa. Kaikissa kylvötuppaissa oli enemmän kuin yksi elävä taimi; keskimäärin taimia oli kylvötuppaassa 4,4.

Vaikka kylvötaimia kasvoi eniten yhdessä viljelypisteessä, eivät näiden juuristot olleet sotkeutuneet toisiinsa. Tosin on huomattava kylvötaimien olleen istutustaimia nuorempia ja juuristoltaan suppeampia. Istutustaimilla juurten yhteenkietoutumista esiintyi myös yksin kasvaneilla taimilla; etenkin Kopparfors-taimilla esiintyi juurispiraalia, jossa juuret olivat jo kasvaneet yhteen. Kaikissa useamman kuin yhden elävän istutustaimen viljelypisteessä juuristo muodosti sekavan juurirykelmän, jossa juuret olivat usein tiiviisti toisissaan kiinni. Vaikka paperikunnotaimilla oli muita paakkutaimia harvemmin useita taimia paakkua kohti, näillä esiintyi suhteellisesti eniten juurten yhteenkasvettumia. Joka toisella paperikunnotaimella havaittiin eri yksilöiden juurten yhteenkasvettumia, kun vastaava osuus Kopparfors-taimilla oli kolmannes ja turveruukutaimilla neljännes.

Turveruukut olivat paperikunnoja lahonneempia; yksikään turveruukku ei ollut ehjä 6-7 kasvukauden jälkeen, kun taas paperikunnoista luokiteltiin lähes ehjiksi keskimäärin 39 % (kuva 11). Kaksivuotiaiden paakkutaimien ruukut olivat yleensä vastaavia yksivuotiaiden taimien ruukkuja lahonneempia.



Kuva 11. Paperikensojen ja turveruukkujen keskimääräinen lahoamisaste eri istutusajankohtina (s. = syksyllä istutetut, k. = keväällä istutetut).

4. TULOSTEN TARKASTELU

Koulinta ja erilaiset paakunmuodostajat sekä istutusvaihe aiheuttavat helposti juuriston epämuodostumista (vrt. PARVI-AINEN 1982). Paljasjuurisilla taimilla juuristo saattaa jäädä koulinnassa epänormaaliin asentoon ja tästä aiheutunut juuristovaurio säilyy taimessa useiden vuosien päähän istutuksesta (SUTTON 1969, PAAVONEN 1977). Myös huolimaton ja väkivaltainen istutus on monesti johtanut juuristovaurioihin. Tässäkin tutkimuksessa havaittiin juuristojen kääntyneen mutkalle ja kuroutuneen suppuun. Koska samanlaista epämuodostumista ilmeni sekä koulituilla että koulimattomilla taimilla, voidaan päätellä sekä koulinnan että istutuksen olevan osasyynä ilmiöön.

LÄHTEEN ja SILTASEN (1973) mukaan suurin ero istutustaimien ja kylvö- sekä luonnontaimien juuristojen välillä on pääjuuren erilaisessa kehityksessä. Vain 8 %:ssa istutustaimista todettiin esiintyvän männylle tyypillinen, alaspäin suuntautunut pääjuuri. Kylvötaimilla vastaava osuus oli 80 % ja luonnontaimilla 60 %.

Tässä tutkimuksessa paalujuuri todettiin em. tutkimusta useammin, mutta suuruussuhteet olivat samansuuntaiset. Ilmeisesti maan kylmyys ja kivisyys on vaikuttanut pääjuuren kehitykseen enemmän Pohjois-Suomessa tehdyssä tutkimuksessa. Tosin tässäkin tutkimuksessa kivisyys oli syynä kylvö- ja luonnontaimien pääjuuren taipumiseen tai surkastumiseen.

Paakkutaimilla ei havaittu mutkalle kääntyneitä juuristoja niin usein kuin paljasjuuritaimilla. Paakulla on sitä vastoin muita vaikutuksia juuristoon. Sivujuurten on havaittu kiertyvän paakun seinän myötäisesti, mikäli ne eivät pääse tunkeutumaan paakun seinämän läpi (ROHMEDEDER 1968, LÄHDE ja KINNUNEN 1974). Vaarallisimpia ovat tässä suhteessa lujat ja lahoamattomat paakun seinämateriaalit, kuten muovi. Kasvaessaan paksuutta spiraalimaisesti kiertyneet sivujuuret saattavat estää muiden juurien normaalin paksuuskasvun ja juuristo saattaa murtua kokonaan poikki (vrt. ROHMEDEDER 1968, GRENE 1977).

Paitsi Kopperfors-taimilla on juuriston kiertymistä havaittu myös paperikennotaimilla ja lievempänä turveruukkutaimillakin (LÄHDE ja KINNUNEN 1974, FRIBERG 1976, KINNUNEN ja LEMMETYINEN 1980). Myös tässä tutkimuksessa havaittiin paakun seinämateriaalin mukaan johdonmukaiset erot juurten kiertymisessä. Aiempien kokemusten mukaisesti kiertyminen havaittiin sitä voimakkaammaksi mitä kauemmin taimia kasvatettiin taimitarhalta. Ruukkukoon pienenemisellä on samansuuntainen vaikutus; mitä pienempi on ruukku sitä suurempi on riski kiertymiseen (KINNUNEN ja LEMMETYINEN 1980). Myös kaksivuotiailla paljasjuuritaimilla oli epämuodostumia yksivuotiaita taimia enemmän.

Paperikeno- ja turveruukkumenetelmissä on ruukun hajoamisnopeudella ratkaiseva merkitys juurten kehitykseen. Ongelmana on valita sellaiset kasvatusmenetelmät ja seinämässan lujuudet, että ruukku pitää paakun koossa istutukseen saakka, muttei sen jälkeen haittaa juuriston kehitystä. LÄHTEEN ja KINNUNEN (1974) mukaan turveruukun seinän puhkaisulujuus oli kuivana huomattavasti pienempi kuin Fh-paperin ja kosteudella oli lisäksi ratkaiseva merkitys seinämässan lujuteen. Kosteuden lisääntyessä puhkaisulujuus pieneni. Koska turvemassa säilyi

maastossa kosteampana kuin Fh-paperi, sen puhkaisulujuus pieneni nopeasti heti ensimmäisen kasvukauden alussa.

Myös tässä tutkimuksessa havaittiin turveruukkujen hajonneen selvästi paperikenoja nopeammin. Kaksivuotiaina istutettujen taimien ruukut olivat vastaavia yksivuotiaina istutettujen taimien ruukkuja lahonneempia, mikä johtuu lahoamiselle edullisista olosuhteista taimitarhalla. Vielä kahdeksan vuotiaista taimista oli havaittavissa kennotaimien juurten suuntautuneen turveruukkutaimien juuria enemmän syvyysuuntaan.

LÄHTEEN ja SILTASEN (1973) mukaan pitkäjuurien lukumäärä kasvaa taimien piteuden suuretessa kylvö- ja luonnontaimilla, mutta istutustaimilla lukumäärä pysyy samana. Luonnontaimilla oli 70-100 cm:n pituusluokassa pitkäjuuria eniten, mutta erot kylvö- ja paljasjuuritaimiin eivät olleet suuria. Ruotsissa tehtyjen kokeiden mukaan luontaisten ja viljelytaimien väliset erot juurien lukumäärässä olivat selvempiä (GILLGREN 1974). Tämän tutkimuksen tulokset olivat samansuuntaisia; kylvötaimien juurten vähäinen määrä johtuu kyseisten taimien muita pienemmästä koosta.

HULTENin ja JANSSONin (1978) tutkimuksen mukaan Kopparfors-taimilla oli sivujuuria yhtä paljon kuin paljasjuuritaimilla, mutta paperikeno-taimilla selvästi näitä vähemmän. Tämän tutkimuksen mukaan Kopparfors-taimilla oli vähiten sivujuuria ja muilla paakkutaimilla yhtä paljon. Ruotsalaisen tutkimuksen tuloksiin on ilmeisesti vaikuttanut se, että Kopparfors-taimet olivat muita vanhempia. Tässä tutkimuksessa Kopparfors-taimien juurien vähyyteen vaikutti ilmeisesti niiden voimakas kiertyminen. Tätä puoltaa myös se havainto, että kaksi vuotta paakun muodostajassa pidetyillä taimilla juuria oli yksivuotiaita taimia vähemmän. HULTENin ja JANSSONin (1978) mittausten mukaan Kopparfors-taimien juuret olivat muita ohuempia, mikä selitti huonoa pystyissä pysymistä. Tämän tutkimuksen istutustaimilla ei juurten keskimääräisessä paksuudessa näyttänyt olevan selviä eroja.

Sekä vaakajuurten määrässä että vahvuudessa oli suuria eroja eri sektoreissa aurasvaon suhteen. Useissa tapauksissa taimien ainoat pitkät ja tukevat juuret kasvoivat palteen suuntaisesti. Tämä oli selitettävissä paremmista kasvuolosuhteista pientareessa ja palteessa, joissa lisäksi mekaaninen vastus oli vähäisempää. Myös useissa muissa tutkimuksissa on havaittu muokkausjäljen vaikuttaneen juurten suuntautumiseen (vrt. esim. SUTTON 1969, HUURI 1976, MUTKA ja LÄHDE 1977, JAUHIAINEN 1982).

Juuriston epäsymmetrisyys heikentää selvästi taimien pystyssäpysymistä (HULTEN ja JANSSON 1978), mikä ilmenee istutustaimien kallistumisena. Myös routa ja liian lähelle aurasvakoa tehty istutus saattavat heikentää taimien stabiliteettia (vrt. HUURI 1976). Aikaisempien tutkimusten mukaan taimien kallistuminen ja juuristojen epämuotoisuus korreloivat voimakkaasti. Tässä tutkimuksessa juuristojen erot istutustaimien kesken eivät olleet niin suuria, jotta eri taimilajien kesken olisi syntynyt merkitseviä eroja taimien kallistumisessa, mutta sen sijaan hyväjuuristoiset kylvö- ja luonnontaimet olivat pysyneet selvästi paremmin pystyssä kuin istutustaimet.

Jo viljelyhetkellä eri taimilajien välillä havaitut pituuserot ovat yleensä säilyneet istutuslialla maastossa (LEIKOLA ja HUURI 1974, PARVIAINEN 1976, KINNUNEN ja LEMMETYINEN 1980). Välittömästi istutuksen jälkeen suuret taimet kasvavat parhaiten, koska kasvu tapahtuu suurelta osin versoon ja paakkuun varastoituneiden ravinteiden turvin (KAILA ja RÄSÄNEN 1974, METSÄMUURONEN ym. 1978). Pituuserot kuitenkin tasoittuvat myöhemmällä iällä. HUURI (1968) on todennut isojen koulittujen turveruukkujen kehityksen olleen aluksi paljasjuurisia nopeampaa, mutta alkuvuosien jälkeen vakiintuneen samansuuruiseksi. Tässä tutkimuksessa saatiin samankaltaisia tuloksia. Yksivuotiaat taimet saavuttivat kaksivuotiaiden taimien pituusetumatkan jo neljäntenä kasvukautena.

Juuristoepämuodostumien ja istutuksen jälkeisen kasvun välillä ei ole todettu selvää riippuvuutta (MEXAL ja BURTON 1978, LONG 1978), tai on jopa havaittu, että epämuodostuneen juuris-

ton omaavat kasvavat alkuvuosina istutuksen jälkeen voimakkaammin kuin juuristoltaan normaalit taimet (JANSSON 1971, HAY ja WOODS 1974, LÄHDE ja MUTKA 1974, PARVIAINEN 1976). Tämän on kuitenkin arveltu johtuvan siitä, että isojen taimien juuristo jää helpommin epänormaaliin asentoon istutushetkellä ja voimakkaampi pituuskasvu alkuvuosina olisi näin vain taimien koosta johtuva (JANSSON 1971). WIBECK (1923) on esittänyt, että ravinteiden kulkeutuminen versosta juuristoon estyy juuristoeopämuodostuman vuoksi ja siten verson kasvu voimistuu tavallaan juuriston kustannuksella. Myös HAYn ja WOODSin (1978) havainnot osoittavat juuriston epämuodostumis- tai taipumiskohdan muodostavan selvän esteen hiilihydraattien siirtymiselle.

Tässä tutkimuksessa juuristojen epämuotoisuuden vaikutusta kasvuun tarkasteltiin vain välillisesti ja todettiin, että eniten epämuodostuneita juuristoja omaavien taimilajien kasvu oli joko yhtä hyvä tai hieman huonompi kuin taimilajien, joilla oli vähän epämuotoisia juuristoja. Tämä tutkimus viittaa siihen, että karkealla moreenimaalla juuriston epämuodostuminen vaikuttaa ilmeisesti eniten taimien tekniseen laatuun aiheuttamalla epästabiliutta, joka puolestaan aiheuttaa mutkaisuutta taimiin. Sitä, missä määrin tämä vaikuttaa taimikosta kehittyvän tukkipuuston laatuun, on tässä vaiheessa vaikea arvioida, mutta havainnot istutusmetsien tukkipuuston luontaisia metsiä yleisemmästä lenkoudesta (UUSVAARA 1981) antavat aiheutta olettaa, että haittaa ilmenee vielä tukkipuustossa. Pyrittäessä parantamaan istutustaimien juuriston muotoa olisi suurten taimien käyttö rajattava rehevimmille maille, jossa se on pintakasvillisuuden kilpailun takia tarpeen. Ainakaan pienissä paakuissa taimia ei ole myöskään syytä kasvattaa yhtä kasvukautta kauempaa ennen istutusta. Luontaisen uudistamisen ja kylvön käyttö niille sopivilla kasvupaikoilla on kuitenkin parasta juuristojen hoitoa. Muokkausmenetelmiin ja viljelykohtaan muokkausjäljessä on myös aiheutta kiinnittää nykyistä enemmän huomiota pyrittäessä sopusuhtaiseen tukevaan juuristoon, joka parhaiten takaa suoran rungon kehityksen.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään erilaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitystä. Tutkittavina taimilajeina olivat sekä yksi- että kaksivuotiaina istutetut paljasjuuri-, paperikeno- (Fh 408), turveruukku- (FP 620) ja Kopparfors-taimet. Vertailun vuoksi tutkittiin lisäksi kylvö- ja luonnontaimia. Koetaimet viljeltiin vuosina 1974-1976 Pohjois-Satakuntaan ja ne inventoitiin neljä kertaa. Kesällä 1981 nostettiin tarkempia juuristomittauksia varten 296 näytettä.

Sekä elossaolon että pituuskasvun suhteen kaksivuotiaat taimet menestyivät aluksi yksivuotiaita taimia paremmin, mutta 6-7 kasvukauden jälkeen tilanne oli päinvastainen. Erilaisissa paakuissa kasvatettujen ja paljasjuuristen taimien menestymisessä ei ollut suuria eroja.

Kylvö- ja luonnontaimien juuristot olivat istutustaimien juuristoja suppeampia, mutta muodoltaan normaaleja: sivujuuret erkaniivat säteittäisesti useimmiten suorasta pääjuuresta. Sitä vastoin vain 9-19 %:lla istutustaimista tavattiin tyypillinen paa-lujuuri. Pientareeseen istutetuilla kylvö- ja istutustaimilla juuristot olivat epäsymmetrisiä suuntautuen aurasvaon suuntaisesti tai siitä poispäin. Juuristojen toispuoleisuudella ja verson kallistumisella todettiin olevan yhteyttä.

Istutustaimien juuristot olivat yleisesti epämuodostuneita. Paljasjuuristen taimien juuristot olivat kääntyneet mutkalle ja kuroutuneet suppuun. Kopparfors-taimien juuret olivat voimakkaasti kiertyneitä, mutta myös hitaasti lahonneissa paperikenoissa juuret olivat kasvaneet kierteisiksi. Kaksi vuotta taimitarhalla kasvatetuilla taimilla oli epämuodostuneita juuristoja enemmän kuin vastaavilla yksivuotiailla taimilla.

KIRJALLISUUS

- 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 Skogsförb. Tidskr. 6:565-578.
- FRIBERG, R. 1976. Om odlingssystem för rotade plantor. Stora Kopparberg-Bergvik. Stencil.
- GILLGREN, I. 1974. Rot-snurr, deformation och strangulering. Skogen 1:18-21.
- GRENE, S. 1977. Rotdeformation og stabilitet. Dansk Skovförenings Tidsskrift 62(4):263-290.
- GRUSCHOW, G. 1959. Observations on root systems of planted loblolly pine. J. For. 57:894-896.
- HAY, R. & WOODS, F. 1974. Shape of root systems influences survival and growth of loblolly seedlings. Tree Planters' Notes 25(3):1-2.
- " 1978. Carbohydrate relationships in root systems of planted loblolly pine seedlings. Teoksessa: EERDEN, E, van, ja KINGHORN, J. (toim.) 1978. Proc. of the root form of planted trees symposium: 73-84. British Columbia Ministry of Forests/Canadian For. Serv., Joint Rep. 8.
- HEIKINHEIMO, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Commun. Inst. For. Fenn. 29.4:1-63.
- HULTEN, H. & JANSSON, K-Å. 1978. Stabilitet och rotdeformation hos tallplantor. Skogshögsk. Instn. Skogsföryngr. Rapp. Upps. 93:1-88.
- HUURI, O. 1968. Turveruokkuistutusten välituloksia. Metsätaloudellinen aikakauslehti 1968(4):129-132.
- " 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia. Folia For. 265:1-22.
- JANSSON, K-Å. 1971. En orienterande studie av rotade tallplantor avseende rotdeformation. Skogshögsk. Instn. Skogsföryngr. Rapp. Upps. 31:1-36.
- KAILA, S. & RÄSÄNEN, P.K. 1974. Paakkutaimet ja niiden käyttöluokituksen perusteet. Tutkimusraportti metsähallitukselle. Moniste. 53 s.
- KINNUNEN, K. & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyntaimien alkukehitykseen. Folia For. 419:1-19.

- LEIKOLA, M. & RAULO, J. 1972. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. Metsäntutkimusl. Metsänvilj. koeas. tiedonant. 1:1-33.
- " & HUURI, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkottutkimuksesta vv. 1970-1973. Metsäntutkimusl. Metsänvilj. koeas. tiedonant. 11. 31 s.
- LIESE, J. 1929. Der Wurzelschnitt. Forstarchiv 5(7):123-126.
- LINDBERG, F. 1920. Sådd eller plantering? Skogen 7(4):97-114.
- LONG, J.N. 1978. Root system form and its relationship to growth in young planted conifers. Teoksessa EERDEN, E., van ja KINGHORN, J. (toim.) 1978. Proc. of the root form of planted trees symposium: 222-234. British Columbia Ministry of Forests/Canadian For. Serv., Joint Rep. 8.
- LÄHDE, E. 1974. The effect of grain sitze distribution on the condition of natural and artificial stapling stands of Scots pine. Seloste: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon. Commun. Inst. For. Fenn. 84,3:1-23.
- " & SILTANEN, S. 1973. Männyn taimien kunto- ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Comm. Inst. For. Fenn. 78.7:1-31.
- " & KINNUNEN, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Folia For. 197:1-19.
- " MUTKA, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Comm. Inst. For. Fenn. 83.3:1-43.
- METSÄMUURONEN, M., KAILA, S. & RÄSÄNEN, P.K. 1978. Männyn paakutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Folia For. 349:1-36.
- MEXAL, J. & BURTON, S. 1978. Root development of planted loblolly pine seedlings. Teoksessa: EERDEN, E., van ja KINGHORN, J. (toim.) 1978. Proc. of the root form of planted trees symposium: 85-90. British Columbia Ministry of Forests/Canadian For. Serv., Joint Rep. 8.
- MUTKA, K. & LÄHDE, E. 1977. Effect of soil treatment, liming and phosphate fertilization on initial development of barerooted Scots pine transplants. Seloste: Maan käsit-

- telyn , kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuuristen männyntaimien alkukehitykseen. Comm. Inst. For. Fenn. 91(3):1-57.
- PAAVONEN, A. 1977. Männyn istutustaimien juuriston kehitys käytännön uudistusaloilla Pohjois-Savossa ja Keski-Suomessa. Metsänhoitotieteen pro-gradu-työ. 67 s.
- PARVIAINEN, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. Folia For. 267:1-26.
- " 1982. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus. Metsäntutkimusl. tiedonant. 43:1-114.
- ROHMEDER, E. 1968. Durch Künstliche Wurzelraumeingung bedingter Spiralwuchs von Kiefernwurzeln. Allgemeine Forstzeitschrift 1968(50):868-868.
- SPITZENBERG, G. 1908. Über Missfestaltung des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmethoden. Neudamm. 32 s.
- SUTTON, R.F. 1969. Form and development of conifer root systems. Techn. Commun. 7. Comm. Agr. Bur. 131 s.
- UUSVAARA, O. 1981. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 28:1-47.
- WIBECK, E. 1923. Om missbildning av tallens rotsystem vid spettplantering. Medd. fr. St. Skogsförsöksanstalt 20(4):261-299.

PARKANON TUTKIMUSASEMAN TIEDONANTOJA

- No. 1. Eero Paavilainen ja Veikko Koskela
Parkanon tutkimusasema 1961-1970. 1972.
- No. 2. Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto
Männyn koneellinen istutus Mara-istutuskoneella
verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityk-
sessä. 1973.
- No. 3. Tutkimuspäivän esitykset. 1976.
- No. 4. Seppo Kaunisto
Alkkian kenttäkokeet 1961-1975. 1976.
- No. 5. Kaarlo Kinnunen
Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kenno-
taimien alkukehitykseen. 1977.
- No. 6. Kaarlo Kinnunen
Männyn kylvömenetelmien vertailua. 1977.
- No. 7. Tutkimuspäivän esitykset. 1978.
- No. 8. Tutkimuspäivän esitykset. 1979.
- No. 9. Tutkimuspäivän esitykset. 1980.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

- No. 94. Tutkimuspäivän 1982 esitelmät. 1983.

Metsäntutkimuslaitos
Parkanon tutkimusasema

39700 Parkano
puh. 933-2912

