

TUTKIMUKSIA ITÄ-SUOMEN  
KUUSI-HARMAALEPPÄ-SEKAMETSIKÖIDEN  
KEHITYKSESTÄ

ERKKI K. KALELA

*UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ENTWICKLUNG  
DER FICHTEN-WEISSERLEN-MISCHBESTÄNDE  
IN OSTFINNLAND*

*REFERAT*

HELSINKI 1936

### **Alkusanat.**

*Aiheen käsillä olevaan tutkimukseen sain v. 1931 joutuessani toimimaan Keskusmetsäseura Tapion metsänparannusosaston Kuopion metsänparannuspiirissä.*

*Mainitusta vuodesta alkaen olen muiden töiden ohella tehnyt huomioita tutkimuskohteiksi sopivista kuusi-harmaaleppä-sekametsiköistä ja niiden kehitystä koskevista seikoista, mutta vasta keväällä 1934, jolloin Suomen Metsätieteellinen Seura myönsi minulle ns. Tornator Oy:n lahjoitusvaroista suuren apurahan, saatoin ryhtyä aineiston keruuseen ja käsittelyyn. Tästä meikäläisissä oloissa suurenmoisesta avustuksesta, samoin kuin Suomen Metsätieteellisen Seuran minulle siten osoittamasta luottamuksesta pyydän saada esiintuoda syvän kiitollisuuteni.*

*Työni kestäessä olen saanut monissa muodoissa opastusta prof. OLLI HEIKINHEIMOLTA ja prof. YRJÖ ILVESSALOLTA. Heille, samoin kuin prof. V. T. AALTOSELLE, joka aina on neuvoineen suopeasti suhtautunut työhöni, olen suuresti kiitollinen. Edelleen on mieluisa velvollisuuteni kiittää opettajiani, tohtori ERKKI LAITAKARIA monista tärkeistä huomautuksista, joita etenkin tutkimukseni viimeistelytyössä olen häneltä saanut. Vielä mainitsen kiitollisuudella tohtori ANTTI TANTUN, aikaisemman esimieheni, jonka kanssa monia kertoja olen saanut tilaisuuden keskustella kysymyksessä olevaa sekametsikkölajia koskevista seikoista.*

*Tutkimusaineistoa kerätessäni olen monilta tahoilta saanut opastusta sopivien metsiköiden löytämiseksi. Ennen kaikkea haluan tässä suhteessa mainita Enso-Gutzeit-Tornator-yhtymän. Vuorineuvos V. A. KOTILAINEN ja maisteri WM. LEHTINEN järjestivät minulle tilaisuuden työskennellä yhtymän metsäalueilla Savossa ja Karjalassa ja metsänhoitajat OTTO HEIKINHEIMO, F. LAUKKARINEN sekä E. J. KAUPPINEN opastivat*

minua auliisti piireissään. Kaikille heille, samoin kuin yhtymän monille minua avustaneille metsätyönjohtajille lausun parhaat kiitokseni. Edelleen haluan kiittää monien metsänhoitolautakuntien toimihenkilöitä, ennen muita metsänhoitaja S. REMESTÄ, metsänhoitaja J. KASURISTA ja maisteri J. PUUPPOSTA sekä heidän metsätalousneuvojiaan, jotka kaikki vaivojaan säästämättä ovat suuresti työtäni edistäneet.

Lopuksi kiitän vielä veljeäni, maisteri AARNO KALELAA, jonka kanssa »paikan päällä» useaan otteeseen olen saanut keskustella entisten kaskimaiden monesti vaikeasti määriteltävistä metsätyypeistä, sekä vaimoani, maisteri MARJATTA KALELAA, joka niin koeala-aineiston keruussa kuin teoksen oikoluvussa ja kieliastian tarkastamisessa on ollut minulle suurena apuna.

Helsingissä, helmikuun 23 päivänä 1936.

Tekijä.

## Sisällysluettelo.

Johdanto .....	7
Kuusi sekapuuna. Katsaus aikaisempaan kirjallisuuteen .....	14
Kuusi ja mänty .....	15
Kuusi ja jalokuusi ( <i>Abies pectinata</i> ) .....	24
Kuusi ja lehtikuusi .....	25
Kuusi ja pyökki .....	30
Kuusi ja tammi .....	34
Kuusi ja koivu .....	35
Kuusi ja tervaleppä .....	39
Kuusi ja harmaaleppä .....	40
Tutkimusaineiston keruu .....	49
Metsikköä koskevat tutkimukset .....	49
Juuristotutkimukset .....	55
Mittausaineiston alkukäsittely .....	59
Tutkimusten tulokset .....	69
Kuusitaimistojen synnystä .....	69
Metsiköiden mittaustulokset .....	73
Runkoluku .....	73
Kuusen runkoluku .....	73
Harmaalepän runkoluku .....	76
Kuusi- harmaaleppä- sekametsikön runkoluku .....	79
Keskiläpimitta .....	80
Kuusen keskiläpimitta .....	82
Harmaalepän keskiläpimitta .....	86
Keskiläpimittojen vertailua .....	89
Valtapituus .....	91
Kuusen valtapituus .....	91
Keskipituus .....	94
Kuusen keskipituus .....	95
Harmaalepän keskipituus .....	97
Keskipituuksien vertailua .....	99
Pohjapinta-ala .....	101
Kuusen pohjapinta-ala .....	102
Harmaalepän pohjapinta-ala .....	106
Pohjapinta-alojen vertailua .....	110
Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön pohjapinta-ala .....	111

Männyn ja koivun kehityksestä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä .....	113
Yhdistelmä edellisessä esitetyistä tuloksista .....	119
Saatujen tulosten tarkastelua .....	122
Juuristotutkimusten tulokset .....	137
Harmaaleppän juuriston yleisiä piirteitä .....	137
Kaivuualat .....	141
Yhdistelmä juuristotutkimusten tuloksista .....	155
Kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden hoidosta .....	161
Kirjallisuusluettelo .....	172
Juuristokartat .....	181
Deutsches Referat .....	180

## Johdanto.

Vaikkakin suomalaiset lienevät harjoittaneet kaskiviljelystä aina vanhimmista ajoista saakka (vrt. GROTENFELT 1899, s. 1), jäi sen vaikutus Suomen metsiin, koko maan metsiä silmällä pitäen, kuitenkin pitkiksi ajoiksi melko vähäiseksi. Ainoastaan asutuskeskusten ja talojen lähiympäristöissä tämä vaikutus aina lienee ollut niin metsävaroissa kuin puulajisuhteissakin näkyvä. Esimerkkinä mainittakoon, että HEIKINHEIMON mukaan (1915, s. 108) ei vielä 1700-luvun puolivälissä kaskiviljelystä oltu harjoitettu etäämpänä kuin 1 1/2—2 penikulman päässä taloista. Vasta, kun Suomen väkiluku 1700-luvun keskivaiheilta rupesi huomattavammin kasvamaan, kaskiviljelyksen jäljet alkoivat nopeasti yhä laajemmilla aloilla näkyä. Kun Suomen asukasluvun (esimerkiksi SCHYBERGSONIN 1904, s. 571 mukaan) arvioitiin 1695—97 katovuosien johdosta alentuneen 450 000:sta 350 000:een, se oli v. 1750 n. 422 000, v. 1800 n. 830 000, v. 1820 n. 1 178 000, v. 1840 n. 1 446 000 ja v. 1860 n. 1 747 000 henkeä (Suomen Tilastollinen Vuosikirja 1934). Kun myöskin kaskiviljelys vielä 1800-luvun melkein puoliväliin saakka oli suurimmassa osassa Suomea, rannikko-seutuja lukuun ottamatta, aivan yleinen (vrt. HEIKINHEIMO 1915, kartat 1 ja 3), voitaneen olettaa, että vuosittain kaskeksi kaadettujen ja kaskena poltettujen metsien yhteinen pinta-ala näihin aikoihin oli suurimmillaan, ja myöskin, että lyhyiden kaskikiertojen ja kaskista ym. aiheutuneiden kulojen vuoksi maamme metsien puuvarasto oli pienimmillään.

HEIKINHEIMO (1915) on yksityiskohtaisesti selvitetty kaskiviljelyksen vaikutusta Suomen metsiin ja hänen mukaansa kuvataan seuraavassa lyhyesti siitä pääseikat, erityisesti silmällä pitämällä käsillä olevan tutkimuksen aihepiiriä. Eri puulajeista harmaaleppä hyötyi kaskiviljelyksestä eniten. Kun asutus yleisimmin ensimmäiseksi on syntynyt lehtokeskuksiin ja yleensä parhaimpia maita käsittäville seuduille ja näiltä paikoilta levinnyt yhä laajemmalle ympäristöön, harmaaleppä pääsi alkuperäisiltä kasvupaikoiltaan, lehdoista, korvista, rannoilta ym., siementämään kaskialoja ja kaskiviljelyksen yleistyessä leviämään yhä laajemmille aloille. Kuta laajemmiksi jokseenkin yhtenäiset kiertokaskialat tulivat ja kuta

lyhyempää kaskeamiskiertoa käytettiin sitä vallitsevammaksi puulajiksi harmaaleppä tämän alueen sisäosissa tuli. Kun eri kylien ja talojen tällaiset kaskivyöhykkeet yhtyivät, syntyi usein laajoja aloja, joiden kovilla mailla harmaaleppä joko yksinomaan tai koivun kanssa vallitsi. Havupuiden kustannuksella lehtipuita tietoisestikin suosittiin kaatamalla kaskien reunoilta havupuut pois, jotteivät ne pääsisi alaa siementämään, koska lehtipuut nopeammin kasvavina pikemmin takasivat uuden kaskan kaatomahdollisuudet.

HEIKINHEIMO on myöskin selvittänyt ne syyt, joista johtui, että juuri harmaaleppä paremmin kuin muut puulajit pystyi valtaamaan kaskialat ja pitämään ne hallussaan, sekä minkä vuoksi varsinkin kuusi kaskiseuduilta laajoilta aloilta melkein hävisi. Harmaaleppä tulee siemennyskykyiseksi aikaisemmin kuin muut puulajit (ss. 128—129). Jo 10-vuotinen harmaaleppä saattaa kaskialan siementää, kun taas kuusi tulee siemennyskykyiseksi vasta paljon vanhempana, yli 30-vuotisena (ss. 127—128; koivu 15—20 v:n ja mänty 20—30 v:n iällä, ss. 126—128). Jo siis 25 v:n kaskeamiskiertoa käyttäen kuusen säilyminen tulee epävarmaksi, kun sen sijaan harmaaleppä vielä hyvin säilyy. Harmaaleppä ja koivun keveät »siemenet» leviävät huomattavasti helpommin paljon laajemmalle alalle kuin havupuiden suhteellisen raskaat siemenet (ss. 129—136). Myöskin siemenvuosien kertautumisen suhteen kuusi on epäedullisimmassa asemassa: »haavalla on mahdollisuus siementää nuoria ahoja joka vuosi, koivulla melkein joka vuosi, lepällä joka toinen vuosi, männyllä ainakin joka toinen vuosi ja kuusella joka toinen tai kolmas vuosi» (s. 141). Koivun ja haavan »siementen» heikko itävyisyys painaa kuitenkin vaa'an tässäkin tapauksessa harmaaleppänsä eduksi. (Havupuiden siemenvuosien kertautumisesta, niiden siemenmääristä ym. vrt. myöskin HEIKINHEIMO 1932). Harmaaleppä kykenee sitä paitsi jo sangen nuorella iällä muodostamaan erittäin nopeakasvuisia juuri- ja kantovesoja, joilla se yhäti paremmin pystyy valtaamaan kaskiahon tai pitämään sen hallussaan (ss. 177—179). Kun harmaaleppänsä siementaimetkin ovat nopeammin kasvavia kuin muiden puulajien siementaimet, voivat ne vapautua pintakasvillisuudesta, ennenkuin se ennättää sulkeutua häiritsevän tiheäksi tai ainakin selviytyä siitä paremmin kuin muut puulajit. Lopuksi on vielä mainittava, että harmaaleppä yleensä hyvin säilyy laidunaloilla ja kestää niittoon muihin puulajeihin verrattuna parhaiten (ss. 192—198).

Puulajien erilaisista mahdollisuuksista säilyä kaskiseuduilla on seurausena se, että »tiheimmin kasketuilla mailla viljelysten ympärillä ovat metsät puhtaita lepiköitä, näitten ulkopuolella on vähän harvemmin vil-

jelty vyöhyke, jossa koivu on vallitsevana, tätä seuraavat etupäässä mäntyä kasvavat kaskimetsät, ja vasta kaskeamisalueen ulkopuolella voi kuusi olla yleisin puulaji» (s. 249, vrt. A. K. CAJANDER 1910). Kuta tiiviimmin tällaiset eri kylien ja tilojen vyöhykkeet yhtyivät sitä laajemmiksi ja yhtenäisemmiksi harmaaleppävaltaiset tai ainakin harmaaleppänsä ja koivun sekaiset metsät tulivat. Ainoastaan karuimmilla kankailla, kallioilla ja louhikoissa sekä vesiperäisillä mailla, minne kaskituli ei päässyt, oli tällaisilla seuduilla muita puulajeja. »Nämä ovat kaskenpolttoa pakeneville puulajeille pakopaikkoja» (s. 250), joista ne kaskeamisen vähennyttyä pääsevät leviämään ympäröiville kaskikankaalle.

Epäilemättä tarjosivatkin Suomen eteläpuoliskon ja varsinkin sen itäosien metsät viime vuosisadan puolivälissä surullisen kuvan, ja tuskinpa kreivi v. BERGkään antaessaan lausuntonsa »Suomenmaan metsistä» (1858) liioitteli sanoessaan erityisesti Itä-Suomen metsistä, että »niin kauwas kuin silmä siintää, ei näe matkamies, päivät pitkät kulkiessansa, mitään muuta, kuin lepiköitä ja vähäisiä koivumetsiä eli huonukaisia, kitumalla kaswawia waiwaismäntyjä, taikka aiwan paljaita kallioita.» (ss. 53—54).

Onneksi Suomen metsille kaskiviljelys kuitenkin viime vuosisadan puolivälin jälkeen, puun kauppa-arvon lisääntyessä, nopeasti alkoi vähetä. Niinpä HEIKINHEIMO mainitsee, että kaskeksi kaadettiin vuosittain 1870:n tienoilla n. 50 000:n, v. 1890 17 300:n, 1900 7 700:n ja 1910 3 800 ha:n laajuisilta aloilta metsää. Aivan tyystin ei kaskiviljelys vielääkään ole hävinnyt, ainakin Raja-Karjalassa (Suojärvellä, Suistamolla ja Salmassa) vielä kesäkuussa 1934 poltettiin melkoisesti kaskia ja kaadettiin uusia.

Jos kaskiseutujen metsät kaskeamisen näin vähennyttyä saivat rauhassa kehittyä, alkaisivat kauimmaksi tungetut, mutta puulajien välisessä taistelussa bioottisesti voimakkaimmat puulajit, ennen kaikkea todennäköisesti kuusi, vallata takaisin entisiä kasvupaikkojaan. Parhaimmat maat, varsinaiset lehdot tosin nähtävästi vaillinaisesti, ja osittain huonotkin joutuisivat vähitellen kuusen haltuun. Runsaat ja erityisesti kuuseen kohdistuneet viime aikojen hakkaukset hidastuttavat, voivatpa estääkin tätä kehitystä, mutta toiselta puolelta vauhtiin päässyt metsänparannustyö jouduttaa sen valtaanpääsyä erityisesti varsinaisilla kaskiseuduilla.

Kun valtakunnan metsät vv. 1921—24 arvioitiin, oli tämä äsken kuvattu käänne kehityksessä jo tapahtunut ja harmaaleppävaltaisten metsien ala jo alkanut vähetä, varsinkin valtion mailla, joilla kaskiviljelys aikaisemmin oli lopetettu. Näiden arvioimistulosten perusteella tavataan maassamme harmaaleppää joko puhtaina metsikköinä tai sekapuuna seka-

metsiköissä ainakin hiukan yli miljoonan hehtaarin alalla (n. 1 080 000 ha). Tästä alasta kuuluu valtavasti suurin osa eli n. 97 % Suomen eteläpuoliskon kasvullisiin metsämaihin, Suomen eteläpuoliskon huonokasvuisiin metsämaihin vajaa 1 % ja koko Pohjois-Suomeen hiukan yli 2 %. Kun siis alat, joilla harmaaleppää tavataan, miltei yksinomaan ovat Suomen eteläpuoliskon kasvullisia metsämaita, voidaan kyseessä olevien metsiköiden esiintymisen lähempi tarkastelu rajoittaa vain näihin metsämaihin.

Taulukot 1 ja 2, jotka osoittavat erilaisten harmaaleppää sisältävien metsikkölajien suhteelliset pinta-alaosuudet, on laskettu valtakunnan metsien arvioimistulosten perusteella (Y. ILVESSALO 1927, taul. 52 ja 56, A). Taulukoiden lukuja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että ne on laskettu 0.1 %:n tarkkuudelle pyöristettyjen %-lukujen perusteella, minkä vuoksi, varsinkin kun näitä metsiköitä koskevat luvut ILVESSALON laatimissa taulukoissa ovat pieniä ja pyöristäminen on niissä sen vuoksi suhteellisen suuri, järempänä esitettävissä taulukoissa mainitut luvut eivät yksityistapauksissa aina voi olla aivan tarkkoja, mutta suhteessaan toisiinsa ne kuitenkin antanevat harmaaleppän esiintymisestä tyydyttävän käsityksen. Myöskin sellaiset metsikkölajit, joita jossakin läänissä tai jollain kasvupaikalla tosin tavataan, mutta niin vähässä määrin, että ne eivät muodosta 0.1 % Suomen eteläpuoliskon kasvullisten metsämaiden koko alasta eivätkä siis ILVESSALON yhdistelmässä näy, ovat luonnollisesti jääneet pois, vaikka ne ehkä käsittäisivät enemmän kuin 0.1 % käsittelystä harmaaleppän esiintymisalueesta.

Taulukko 1. Harmaaleppän sekaisten metsien esiintyminen eri läänissä.

Lääni	Mänty-	Kuusi-	Koivu-	Haapa-	Leppä-	Puhtai-	Yhteensä	% läänin kasvullisten metsämaiden alasta
	valtaisten harmaaleppän sekaisten				valtaisten	den harmaaleppä-		
metsien pinta-ala % harmaaleppän esiintymisalueesta								
Uusimaa	0.6	1.8	0.5	0.1	0.8	0.7	4.5	6.8
Turku—Pori	0.2	0.5	0.6	.	0.6	0.3	2.2	1.3
Ahvenanmaa	△ <sup>1</sup>	△ <sup>1</sup>	△ <sup>1</sup>	.	△ <sup>1</sup>	△ <sup>1</sup>	△ <sup>1</sup>	1.5
Häme	0.9	0.7	2.3	.	2.0	0.7	6.6	5.6
Viipuri	8.5	0.8	9.5	1.0	2.8	0.4	23.0	11.6
Mikkeli	8.3	0.3	6.3	.	4.2	1.9	21.0	17.4
Kuopio	8.1	1.2	11.2	0.3	8.8	5.6	35.2	14.4
Vaasa	1.8	0.2	1.7	.	2.0	1.8	7.5	3.4
Yhteensä	28.4	5.5	32.1	1.4	21.2	11.4	100.0	9.2

<sup>1</sup> Tarkoittaa tervaleppää, harmaaleppä kun on Ahvenanmaalla hyvin harvinainen.

Taulukon perusteella voidaan todeta, että puhtaita harmaalepiköitä on koko sen tarkasteltavalla esiintymisalueella vain hiukan yli  $\frac{1}{10}$  ja harmaaleppävaltaisia sekametsiköitä vähän yli  $\frac{1}{6}$ , loput sekametsiköitä, joissa muut puulajit ovat vallalla. Eniten, eli n.  $\frac{1}{3}$  on koivuvaltaisia ja melkein yhtä paljon on mäntyvaltaisia metsiköitä. Viimeksi mainittuja on Viipurin, Mikkelin ja Kuopion lääneissä jokseenkin yhtä paljon, kuusi- valtaisia on eniten Uudellamaalla, koivuvaltaisia samoin kuin harmaaleppä- valtaisia sekä puhtaita harmaaleppämetsiköitä on taas Kuopion läänissä eniten, haapavaltaisia on kaiken kaikkiaan hyvin vähän ja eniten Viipurin läänissä.

Läänien kasvullisten maiden pinta-alaan nähden tavataan harmaaleppää eniten Mikkelin läänissä, jonka kasvullisista metsämaista lähes 20 %:lla esiintyy tätä puulajia; vastaava luku on Kuopion läänissä 14.4 % ja Viipurin läänissä 11.1 %, muissa alle 10 %:n.

Taulukko 2. Harmaaleppän sekaisten metsien esiintyminen eri metsä- ja suotyypeillä.

Metsä- tai suotyyppi	Mänty-	Kuusi-	Koivu-	Haapa-	Leppä-	Puhtai-	Yhteensä	% metsä- tai suotyypin alasta
	valtaisten harmaaleppän sekaisten				valtaisten	den harmaaleppä-		
metsien pinta-ala % harmaaleppän esiintymisalueesta								
OMaT	0.2	0.2	1.0	.	0.9	0.2	2.5	44.3
OMT + PyT	2.8	1.0	4.5	0.3	3.8	2.5	14.9	23.5
MT	10.9	3.4	18.2	0.9	13.5	7.8	54.7	12.6
VT	12.1	0.3	4.5	.	3.5	1.1	21.5	6.2
CT	0.2	.	0.1	.	0.1	.	0.4	0.5
Kp I	0.1	0.4	1.3	.	0.3	0.2	2.3	2.2
Rä I	0.3	.	0.2	.	0.1	.	0.6	0.8
Mets. vilj. maat	0.6	0.2	1.4	△	0.5	0.4	3.1	27.0
Yhteensä	27.2	5.5	31.2	1.2	22.7	12.2	100.0	8.9

Mäntyvaltaisia mänty-harmaaleppä-sekametsiköitä esiintyy pääasiallisesti vain MT:llä ja VT:llä, vieläpä viimeksi mainitulla jonkin verran enemmän kuin MT:llä. Kuusivaltaisten pääosa on MT:llä ja suuri osa myöskin OMT:llä. Myöskin koivu- ja harmaaleppävaltaiset sekä puhtaat lepiköt tavataan pääosaltaan MT:llä. Kaiken kaikkiaan kuuluu harmaaleppän esiintymisalueesta vähän yli puolet, 54.7 % MT:hen, runsaasti 20 % VT:hen ja OMT:hen + PyT:hen n. 15 %, muihin paljon alle 10 %:n.

Jos tarkastellaan, kuinka suurella alalla kunkin metsätyyppin kokonaisalasta harmaaleppää esiintyy ainakin sekapuuna, huomataan, että Suomen

eteläpuoliskon lehdoista n. 44.3 %:lla sitä tavataan, lehtomaisista kankaista 23.5 %:lla ja mustikkatyypin kankaista 12.6 %:lla. Parhailla kovilla metsämaillamme esiintyy siis harmaaleppä sangen yleisenä, varsinkin jos vielä otetaan huomioon metsittyneet viljelysmaat, joiden alasta n. 27 %:lla sitä tavataan. Selvää on, että nämä luvut Viipurin, Mikkelin ja Kuopion lääneissä, joissa pääosa (79.2 %) harmaaleppän esiintymisalueesta on, nousevat huomattavan paljon korkeammiksi.

Tämän tutkimuksen kannalta mainittakoon erityisesti vielä kuusi-harmaaleppä-sekametsikoista hiukan. Valtakunnan metsien arvioimistuloksissa kuuluvat niihin lepänsekaiset kuusivaltaiset metsiköt sekä osa muiden puulajien sekaisista leppävaltaisista metsikoistä. Jälkimmäisiin kuuluvien osuudesta ei saada tarkempia tietoja, joten on tyydyttävä vain edellisiin, joihin todennäköisesti kuuluvat pääasiallisesti vanhimmat sekametsiköt, joissa kuusi jo on voitolle pääsemässä. Alueellisesti niitä tavataan eniten Uudenmaan läänissä (n. 17 300 ha) sekä Kuopion läänissä (n. 12 600 ha). Sitten seuraavat järjestyksessä Viipurin (n. 8 200 ha) sekä Hämeen lääni (n. 7 300 ha), muut jäävät alle 5 000 ha:n. Erityisesti on näistä huomattava Mikkelin lääni, jossa näitä sekametsikoita on sangen vähän (n. 3 800 ha). Kaikkiaan on täten laskien kuusi-harmaaleppä-sekametsikoita Suomen eteläpuoliskon kasvullisilla metsämailla n. 56 400 ha:n alalla. Kasvupaikkansa puolesta ne jakaantuvat siten, että suurin osa, n. 34 700 ha on MT:llä, muilla huomattavasti vähemmän: OMT:llä n. 9 500, kasvullisissa korvissa n. 4 300 ha, VT:llä 3 400 ha jne. Näitä lukuja tarkasteltaessa on kuitenkin huomattava, että kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden ala lienee jonkin verran suurempi kuin yllä mainitut numerot osoittavat. Suuri osa nuorista sekametsikoista, joissa kuusi on alikasvoksena, lienee nimittäin yhdistetty puhtaisiin harmaalepikköihin, kun näiden puulajien pituusero nuorissa metsikoissa on kovin suuri.

Edellä on lyhyesti selostettu kaskiviljelyksen aiheuttama kuusen pakollinen väistyminen sen jo valtaamilta kasvupaikoilta ja mainittu, että se kaskiviljelyksen vähetessä pyrkii takaisin sekä näille entisille että jatkuvasti uusille kasvupaikoille. Tämä pyrkimys on osa useasti mainittua metsiemme kuusettumista, jota tapahtumaa meillä toistaiseksi on vähän tutkittu. Kun kuusen kasvun lisäämistä koskevat kysymykset kuusen suurentuneen käytön vuoksi ovat tulleet tärkeiksi, on epäilemättä paikallaan biologiselta kannalta selvittää kuusettumisilmiöitä ja sen yhteydessä olevia seikkoja, ja kun harmaaleppän vallassa varsinkin Itä-Suomessa on suuret alat parhaita metsämaitamme ja niiden muuttamista kuusikoiksi on vakavasti ryhdytty toteuttamaan, on mielenkiintoista ja käytännön

tarpeita hyvin vastaavaa koettaa selvittää juuri harmaalepikköiden luontaista muuttumista kuusikoiksi. Tältä pohjalta käsillä oleva tutkimus on lähtöisin.

Selviteltäessä kuusen kehitystä alikasvos-asteelta päämetsiköksi, joudutaan pakostakin rajoittumaan mahdollisimman säännöllisesti kehittyneisiin metsikköihin, joissa kehityksen kulku kuvastuu puhtaimpana ja ilmiöt ja niiden syyt selvimpänä. Kun nämä seikat on selvillä, on epä-säännöllisempienkin metsiköiden rakenteen ymmärtäminen helpompaa ja niiden hoito voidaan perustaa oikeammalle pohjalle.

## Kuusi sekapuuna.

### Katsaus aikaisempaan kirjallisuuteen.

Ennen kuin ryhdytään selostamaan kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksen selvittämiseksi käytettyjä tutkimustapoja ja saatuja tutkimustuloksia, lienee paikallaan lyhyesti tarkastella metsäkirjallisuudesta poimittujen tietojen nojalla, minkälaiseksi sekapuuksi kuusi yleensä on esitetty. Silmällä pitäen käsillä olevan tutkimuksen aihepiiriä tulisivat tällöin lähinnä luonnollisesti kysymykseen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköitä koskevat kirjoitukset, mutta kun harmaalepällä on varsinkin Keski-Euroopan maiden metsätaloudessa pieni merkitys ja sitä sen vuoksi on kirjallisuudessa käsitelty sangen niukasti, voisi tavoiteltu kuva jäädä epätäydelliseksi ja ehkäpä, yksipuoliseksi. Tästä syystä käsitellään seuraavassa kaikkia tärkeimpiä kuusi-sekametsikkölajeja, joista kirjallisuudessa esiintyy mainintoja. Kaikkien saatavissa olevien kirjoitusten ja tutkimusten selostaminen veisi kuitenkin liian pitkälle, eikä se ole välttämätöntäkään käsiteltävien seikkojen selvittämiseksi, sillä kyllin selvän kuvan saamiseksi kuusen menestymisestä ja menestymisen edellytyksistä erilaisissa kahden puulajin muodostamisissa sekametsikoissa riittää huomattavimpienkin kirjoitusten selostaminen, varsinkin kun nekin, suuresta lukumäärästään huolimatta, voivat, niin kuin myöhemmin huomataan, varsin monesti antaa ristiriitaisia ja ainakin osittain epätäydellisiä tietoja, varsinaisiin tutkimuksiin perustuvia kun ainakaan ulkomaiset yleensä eivät ole.

Kaikki ulkomaiset kirjoitukset on esitetty yhdessä ja yleensä aikajärjestyksessä, koska ensiksikin valtavasti suurin osa niistä on saksalaisia ja koska toiseksi saksalaisen metsäkirjallisuuden vaikutus oli varsinkin aikaisempina aikoina läheisissä naapurimaissakin tuntuva ja ainakin monesti antanut »väriä» kirjoitusten sävyyn. Kaikkien ei-saksalaisten kirjoittajien kotimaa selvinnee kustakin selostuksesta.

Kotimaiset kirjoitukset on esitetty muista erillään, samoin yleensä aikajärjestyksessä. Aikajärjestyksestä ei ole kuitenkaan aivan ehdottomasti pidetty kiinni, vaan on siitä poikettu milloin asiayhteyden kannalta on katsottu tarpeelliseksi.

## Kuusi ja mänty.

Jo G. L. HARTIG (1808) mainitsee tästä sekametsikkölajista metsänhoidon oppikirjassaan. Hänen mukaansa ei mäntyä ja kuusta pidä kasvatata yhdessä, koska mänty kasvaa niin paljon nopeammin, että se estää kuusen kasvua. Sen sijaan mänty on erinomainen suojapuu kuusi- ja jalokuusitaimistoissa, mutta on se näistäkin 3—4 jalan korkuisena hakattava pois (ss. 159—160). Ruotsalainen OBBARIUS (1845) mainitsee, että kummallekin puulajille sopivalla maalla mänty kasvaa nuorena kuusta nopeammin, minkä vuoksi ensimmäisessä harvennuksessa poistetaan ne kuuset, jotka kasvavat mäntyjen alla. 30—40 vuoden iällä kuusi kuitenkin kasvaa nopeammin kuin mänty, jopa alkaa tavoittaa ja ahdistella sitä. Kuusen näin kasvaessa mänty puhdistuu alemmista oksistaan paremmin kuin muuten. Myöhemmällä iällä puulajit kehittyvät kilpaa, joten muodostuu mitä kauneimpia, oksattomia runkoja (s. 157). Saman tapaisena esittää myöskin toinen ruotsalainen, HOLMERZ (1879), kehityksen kulun ja suosittelee tällaisten sekametsiköiden kasvattamista (ss. 45—46). GWINNER (1846) toteaa, että milloin kuusi-mänty-sekametsikkö on joko luontaisesti tai metsänviljelyksestä syntynyt tasaikäiseksi, mänty kasvaa nuorena niin paljon nopeammin kuin kuusi, että viimeksi mainittu jo pian jää alle kitumaan. Jos kuitenkin mäntyjä runsaasti poistetaan, kuusi toipuu hyvin ja saavuttaa melkoisesti mäntyä, koska sen pituuskasvu säilyy myöhempään ikään suurempana kuin männyn (ss. 99—100). G. HEYER (1852) selvittelee kuusi-mänty-sekametsiköitä tarkemmin. Hyvillä, kuuselle sopivilla mailla kuusi voi tukahduttaa männyn; hän oli nimittäin toteavinaan, että männyn pituuskasvussa tapahtuu 40—50 v:n iällä hidastumista, jopa pysähdyskin, minkä hän myöskin männyn pituusikäyrässä osoittaa, ja selittää, että jos kuusi tänä aikana saavuttaa männyn pituuden, se voi männyn kehitystä edelleen haitata, vieläpä tappaa sen. Päinvastaisessa tapauksessa mänty varjostaa kuusta niin voimakkaasti, että jälkimmäisen kasvu jo alunperin siksi paljon kärsii, että se jää kituvaksi alimetsäksi, sillä vaikka kuusi onkin varjoa sietävä puulaji, se ei sentään täysin alle jääneenä pysty juuri kasvamaan. Jotta puulajisekoitus tällaisissakin tapauksissa tulisi tasaiseksi ja pysyväiseksi, täytyy mäntyä runsaasti poistaa, jolloin kuusi toipuu. Istutettaessa tai kylvettäessä näitä puulajeja sekaisin kuuselle täytyy antaa muutamien vuosien etumatka, jolloin se pystyy pitämään puolensa männylle (ss. 43—45). STUMPF (1854) ei puolestaan pidä tätä sekametsikkölajia erityisen sopivana, vaikka sillä onkin useita hyviä puolia. Suurin haitta on siinä, että mänty ollen nuorena



nopeakasvuisempi muodostaa päällysmetsän ja latvusten levittäytyessä niin tiheän latvuskatoksen, että kuusi joutuu kitumaan valon puutteeseen ja, ellei mäntyä poisteta, se voi kuollakin. Kun kuusi kuitenkin nuorena tarvitsee suojaa hallaa, kuivuutta ym. vastaan, voidaan mänty aluksi säilyttää tällaisena suojapuuna, joksi se ennen kaikkea jäykkien oksiansa vuoksi sopii paremmin kuin mikään muu puulaji. Sen oltua aikansa suojapuuna on se kuitenkin poistettava. — Kuusi-mänty-sekametsikön etuina hän mainitsee mm., että se tuottaa suuremman puumäärän kuin puhdas metsikkö, mänty puhdistuu sekametsikössä paremmin oksistaan, metsikkö on myrskyä vastaan kestävämpi kuin puhdas kuusikko, sen käyttömahdollisuudet ovat monipuoliset, karikemäärä suuri jne. (ss. 130—133). BURCHARDTIN kuuluisan »Säen und Pflanzen»-oppikirjan ensimmäisessä painoksessa (1855) sekametsiköt saavat vielä vähänlaisesti huomiota osakseen. Mänty-kuusi-sekametsikoista mainitaan erityisesti, että kuusi männikön alla säilyttää maan kosteana. Myöhemmissä painoksissa (1870, 1893) sekametsikköihin kiinnitetään enemmän huomiota. Mänty-kuusi-sekametsikkö on kirjoittajan mielestä yleensä edullinen sekametsikkölaji. Ellei kuusi pystykään seuraamaan männyn nopeata kehitystä, se myöhemmin usein saavuttaa kuitenkin männyn tai ainakin täyttää männikköön syntyvät aukot ja aina on maan suojapuuna hyödyllinen männikön alla. Männyt taas kehittyvät kuusen kanssa kilpaillessaan täyteläisemmiksi ja oksattommiksi. Parhaiten mäntyä kannattaa kasvattaa kuusen kanssa esivuoristoissa (in den Vorbergen) ja tasangoilla ja näillä paikoilla sitä runsaampana sekoituksena kuta vähemmän sopiva kasvupaikka on kuuselle.

BURCHARDTIN esittämät mielipiteet aiheuttivat Saksassa 1800-luvun jälkimmäisellä puoliskolla kiivaan väittelyn alikasvosten merkityksestä maan suojapuustona, niin kuin PÖNTYNEN (1929) on maininnut. Tämä väittely edisti melkoisesti myöskin varsinaista sekametsikkötutkimusta, sillä sekä alikasvosten puoltajat että niiden vastustajat esittivät mielipiteittensä tueksi myöskin metsiköiden mittaustuloksia. PÖNTYSEN edellä viitatussa julkaisussa on kuitenkin jo esitetty väittelyn tärkeimmät tulokset, joten ne tässä yhteydessä voidaan pääasiallisesti sivuuttaa. BORGGREVE<sup>1</sup> suoritti mittauksia todennäköisesti tasaikäisessä kuusi-mänty-sekametsikössä, jossa kuusi oli jäänyt alle ja mänty muodosti päällysmetsän. Hän poisti osasta metsikköä kuusialikasvoksen, jonka

<sup>1</sup> KASTIN (1889) ja SCHMIDTIN (1890, 1895) mukaan. Vrt. PÖNTYNEN (1929), aliviittaus s. 38.

jälkeen metsiköt saivat muutamia vuosia kasvaa koskemattomina. Kun tämän jälkeen suoritettiin uusintamittaukset, osoittautui, että niiden mäntyjen kasvu, joiden alta kuuset oli poistettu, oli huomattavasti parantunut, joten kuuset siis olivat haitanneet mäntyjen kehitystä. Niinpä esimerkiksi mäntyjen vuosilustojen leveys rinnankorkeudella oli ennen alikasvoksen poistamista ja sen jälkeen kahdella koealalla keskimäärin seuraava (mm):

	1. koeala		2. koeala	
	7 v. ennen	7 v. jälkeen	6 v. ennen	6 v. jälkeen
ilman alikasvosta	8.38	9.42	14.9	15.0
alikasvoksen kanssa	8.85	7.07	14.8	13.0

Mainittakoon vielä, että BORGGREVE olettaa alikasvoksen haitallisen vaikutuksen johtuvan pääasiallisesti siitä, että alikasvos vaikeuttaa mäntyjen ravinnonottoa.

Saman suuntaisia tuloksia osoittivat myöskin ZETSCHEN<sup>1</sup> (1883) tutkimukset. Hän tutki tasaikäisiä kuusi-mänty-sekametsiköitä, joissa kuusi oli jäänyt alle, ja vertasi niiden antamia tuloksia vieressä, samanlaisissa olosuhteissa kasvaneiden puhtaiden männiköiden vastaaviin arvoihin. Tällöin voitiin todeta, että kuusialikasvos oli paljon vaikeuttanut mäntyjen kasvua; puhtaisiin männikköihin verrattuna ne olivat sekä läpimittansa että kuutiomääränsä puolesta pienempiä. ZETSCHEN täydensi vielä näitä mittauksia poistamalla BORGGREVEN tapaan osasta metsikköä alikasvoksen. Kun metsikköjä muutamia vuosia myöhemmin tutkittiin, osoittautui, että pohjapinta-alan vuotuinen kasvu oli kahdessa metsikössä ollut ennen alikasvoksen poistamista 2.41 ja 2.28 m<sup>2</sup>, mutta kahtena alikasvoksen poistamisen jälkeisenä vuotena vastaava kasvu oli jälkimmäisessä metsikössä, josta alikasvos oli poistettu, keskimäärin 3.26 m<sup>2</sup>, jota vastoin edellisessä, jossa alikasvos oli jäljellä, vain 2.61 m<sup>2</sup>. — Vesipitoisuusmittaukset, joita suoritettiin ennen kaikkea sen vuoksi, että alikasvosten puoltajat väittivät kuusialikasvoksen estävän maata kuivumasta, osoittivat, että maan vesipitoisuus oli 10 sm:n syvyydessä puhtaissa männikoissä 28 % korkeampi kuin sekametsikoissa (vrt. PÖNTYNEN 1929, s. 39).

Myöskin SCHMIDT (1890) on tutkinut tällaisia sekametsiköitä (Helbaer Domänenrevier). Hänen mittauksensa osoittivat mm., että alikasvoksen poistamisen jälkeen voidaan kaikenkokoisissa puissa todeta kasvun paranemista eikä ainoastaan esim. suurimmissa tai pienimmissä. Eniten lisään-

<sup>1</sup> Samoin; vrt. PÖNTYNEN (1929), aliviittaus s. 39.

tyy keskikokoisten (koepuun rinnankorkeusläpimitta 18 sm) ja vähiten pienimpien (13 sm) puiden kasvu; suurimmissakaan (23 sm) ei kasvun paraneminen ole aivan yhtä suuri kuin keskikokoisissa. Nämä tulokset ilmeisesti viittaavat siihen, että suurimpien puiden kasvu on kaiken aikaa vähiten kärsinyt alikasvoksesta, joten ne myöskin toipuvat heikoimmin. Sen sijaan keskikokoiset suurimmaksi osaksi kehityskykyiset yksilöt ovat aina kärsineet enemmän ja sen vuoksi myöskin toipuvat voimakkaammin, jota vastoin taas pienimmät, osittain kehityskyvyttömät, takapajulle jääneet yksilöt eivät enää, muiden mäntyjen voimistuneen kilpailunkaan vuoksi, pysty mainittavammin kasvuaan parantamaan. — Myöskin SCHMIDT suoritti maan vesipitoisuusmittauksia, jotka osoittivat maan kosteusprosentin niin talvella kuin kasvuaikanaakin olevan poikkeuksetta puhtaissa männiköissä korkeamman kuin sekametsiköissä. — Hiukan myöhemmin SCHMIDT (1895) julkaisi lisätutkimustensa tulokset. Ne osoittivat, että kuusi-mänty-sekametsikössä mäntyjen kuutiomäärä aina oli pienempi kuin paikallisten tuottotaulujen antamat männiköiden kuutiomäärät, vaikkakin runkoluvut olivat suunnilleen yhtäsuuret. Tämä saa selityksensä mm. siitä, että sekametsiköissä kasvaneet männyt kapenevat huomattavan paljon nopeammin kuin puhtaiden metsiköiden männyt. Esimerkkinä hän mainitsee seuraavat keskiarvot:

	mittauskohdan korkeus, m		
	1.3	5.0	10.0
	läpimitta, sm		
ilman alikasvosta .....	17.50	15.41	11.88
alikasvoksen kanssa .....	17.49	15.11	10.29

Aivan samanlaiseksi kuin BURCHARDT esittää GAYER (1878) kehityksen kulun. Erityisesti hän kuitenkin mainitsee, että jos halutaan kasvattaa mäntyarvopuita, kuusi on sopivilla hakkuilla pysytettävä alikasvoksena, jotta mäntyjen latvukset saisivat rauhassa kehittyä. Kuusi muodostaa siten maan suojapuuston, joka milloin tahansa on valmis täydentämään männikköön mahdollisesti syntyvät aukot, sillä kuusen toipumiskyky on niin hyvä, että vieläpä 30—40 vuotta mäntyjen alla kituneet kuuset vapautettuina voivat kasvaa erittäin hyvin (ss. 323—325).

Kuusen ja muiden puulajien sekaistutuksista esittää KELLER (1884) eräitä mittaustuloksia läheltä Stuttgartia. Istutukset, jotka mitattaessa olivat n. 40-vuotisia, oli aikoinaan perustettu rivittäin sekaisin ja tavallisesti niin, että 2—3 vierekkäisen kuusirivin vierellä oli yksi rivi mäntyä,

lehtikuusta, tammea tai jotakin muuta puulajia, jonka jälkeen taasen pari-kolme kuusiriviä jne. KELLER johtuu havainnoistaan siihen tulokseen, että istutetuista puulajeista mänty parhaiten suoriutuu kuusen taholta tulevasta kilpailusta, mutta sekään ei kehity kovin kauniiksi, vaan oksikkaaksi ja lumenmurtojen vuoksi vikanaiseksi.

HELMS (1896) esittää sängen täydellisiä havaintoja tämän sekametsikkölajin kehityksestä Tanskassa (Tidsvilde-Frederiksværk Distrikt). Sekametsikössä, joka on keskinkertaisella maalla (paa middelgode Bund), mänty kasvaa alusta alkaen nopeammin kuin kuusi. Tästä ei ole kuuselle kuitenkaan mitään vahinkoa, päinvastoin mäntyjen aiheuttama varjostus pitää aluskasvillisuuden kurissa. Pian mänty kuitenkin kasvaa niin paljon kuusen edelle, että kuusi joutuu kärsimään valon puutetta. HELMSin havaintojen mukaan kasvavat ensi aikoina parhaiten ne kuuset, jotka ovat aivan mäntyjen alla, mutta myöhemmin nämä kuitenkin jäävät jälkehen vapaampina kasvavista. Jos mäntyä on kovin runsaasti ja samalla tasaisesti, tulee metsiköstä kaunis, arvokas männikkö, mutta kuuset joutuvat hukkaan; jos taas mäntyä on epäsäännöllisesti siellä täällä, tulee metsiköstä vähemmän kaunis männikkö, jossa on harvakseltaan yksinäisiä kuusia. Suunnilleen sama tulos saadaan, jos mäntyä on vähänlaisesti, mutta tasaisesti. — Paremmilla mailla (paa bedre Bund) metsikön kehitys on aluksi samanlainen, mutta kuuset kasvavat kuitenkin kaiken aikaa nopeammin ja voimakkaammin. Vähitellen männyt joutuvat kärsimään yhä enemmän ja jos ne ovat selvänä vähemmistönä, ne voivat kuollakin. — Jos siis metsikkö halutaan säilyttää sekametsikkönä, on hyvillä mailla autettava mäntyä ja huonoilla kuusta. Norjalainen BARTH (1905 a) mainitsee myöskin lyhyesti, että tasaikäisessä rungoittaisessa sekoituksessa kuusi tosin jää aluksi männyn alle, mutta männyn latvuskatoksen myöhemmin syystä tai toisesta harventuessa kuusi parantaa kasvuaan ja voi lopulta saavuttaakin männyn (ss. 137—140).

SCHWAPPACH (1909) esittää eräitä mittaustuloksia ja päätelmiä Itä-Preussissa sijaitsevilta pysyviltä koealoilta. Tutkitut metsiköt hän jakaa kolmeen tyyppiin, nimittäin I, jossa kuusi ja mänty ovat suunnilleen tasavertaiset, II, jossa kuusi on hiukan mäntyä lyhyempi ja osittain alle jäänyt, sekä III, jossa kuusi on alikasvoksena. Hänen havaintojensa mukaan I metsikkötyyppi edustaa parasta ja III huonointa kasvupaikkaa. — Eri metsikkötyyppien koepuista tehdyt runkoanalyysit osoittivat, että aluksi mänty aina kasvaa nopeammin kuin kuusi ja että näiden puulajien pituusero suurimmillaan ollessaan on sitä suurempi mitä huonommalla maalla metsikkö on, ts. huonoilla mailla kuusi kasvaa suhteellisesti paljon

hitaammin ja männyn vaikutus sen kasvuun on tuntuvampi kuin hyvillä mailla. Vaikka kuuset olivatkin jonkin verran nuorempia kuin männyt (III:ssa tyypissä tosin kokonaista 50—60 v., mille seikalle SCHWAPPACH kuitenkin ei kovin suurta painoa tunnu panevan) ja vaikka ne parhailla mailla kasvoivat n. 50 v:n ikäisiksi saakka hitaasti, ne lisäsivät myöhemmin tuntuvasti kasvuaan. Parhailla mailla ne jo 90 v:n iällä saavuttivat männyt ja kasvoivat sittemmin niiden ohikin. Hiukan huonommalla maalla kuusi ei vielä 140—150 v:n iällä ole aivan männyn pituinen ja huonommalla maalla kuusi ei läheskään ennätä saavuttaa mäntyä. Kuusen osuus metsikön tuotossa on vain parhailla mailla mainittavampi, huonommilla metsikön tuotto jää pääasiassa männyn varaan, mistä syystä SCHWAPPACH suosittelee tällaisia metsiköitä vain hyvillä kasvupaikoille. — Uusintamittausten tulokset (SCHWAPPACH 1914) tukivat täydellisesti aikaisemmin saatuja. Kuitenkin SCHWAPPACH tahtoo erityisesti vielä korostaa sitä, että nämä sekametsiköt eivät kaikissa olosuhteissa ole edullisia. Niinpä esimerkiksi kuivilla kasvupaikoilla kuusi kerää tiheällä ja pinnallisella juuristollaan suurimman osan sadevedestä, joten männyn kehitys voi huomattavasti hidastua. — Kolmannen mittauksen tulokset julkaisi SCHILLING vuonna 1925. Metsiköt olivat maailman sodan aikana tosin melkoisesti joutuneet kärsimään, mutta siitä huolimatta voitiin uusintamittaukset tyydyttävästi suorittaa. Verratessaan kaikkien kolmen mittauksen tuloksia toisiinsa SCHILLING saattoi todeta, että alle 80-vuotisisissa sekametsiköissä männyn osuus, laskettiinpa se runkoluvun, pohjapinta-alan tai kuutiomäärän perusteella, aina säännöllisesti pienenee, kun taas kuusen osuus suurenee; vanhemmissa metsiköissä suunta ei enää ole yhtä selvä. Metsiköiden keskiläpimittojen vertailu vastaaviin tuotto-aulujen keskiläpimitto-arvoihin osoitti, että mänty ei ollut lainkaan kärsinyt kuusen mukanaolosta, mutta sen sijaan se oli erittäin tuntuvasti haitannut kuusta, minkä SCHILLING arvelee johtuvan siitä, että männyn latvuskatos ei ole niin valoa läpäisevä kuin miltä se näyttää. Männyn juokseva vuotuinen kuutiokasvu on sekametsikössä jo n. 45 v:n iältä alkaen suurempi kuin puhtaassa männikössä, kuusen taas vasta 80 v:n iältä lähtien. Sekametsikön vastaava kasvu puolestaan on 60—80 v:n vaiheilta suurempi kuin kuusen ja männyn muodostamien puhtaiden osametsiköiden kasvu (Laskemistapa: vrt. LOREY 1902, LAPPI-SEPPÄLÄ 1930, s. 35, AALTONEN 1935, s. 192). Verratessaan lopuksi kuusi-mänty-sekametsikön tuottoa samanlaisen, puhtaiden osametsiköiden muodostaman metsikön tuottoon SCHILLING toteaa, ettei minkäänlaisesta selvästä sekametsiköiden tuoton suuremmuudesta voida puhua. WIEDEMANN (1928)

esittää, että Itä-Preussin ja Schlesian tuoreilla ja soistuvilla mailla mänty aina aluksi kasvaa nopeammin kuin kuusi, mutta sen ollessa seiväspuun kokoinen kuusi jo sen saavuttaa. Sen jälkeen ne ilman harvennuksiakin kasvavat hyvin yhdessä muodostaen arvokkaita sekametsiä. Sen sijaan kuivemmalla maalla ja varsinkin lämpimämmässä ilmastossa kuusi jää aina männyn alle eikä toivu, vaikka mäntyä myöhemmin harvennettäisiinkin. Harventamisesta on vain se seuraus, että männyt tulevat oksaisemmiksi.

BUSSE (1931) on myöhemmin tullut hiukan toisenlaisiin tuloksiin kuin edelliset. Hän oli Saksissa tutkinut sekametsikköä, jossa mäntyä oli 53 % ja kuusta 43 %, loput koivua, lehtikuusta ja jalokuusta. Mittausten mukaan oli tässä metsikössä mänty yksistään tuottanut suunnilleen yhtä paljon kuin SCHWAPPACHIN ja GEHRHARDTIN tuottotaulut edellyttivät. Kuusi sen sijaan jäi tuottotaulujen arvoista huomattavasti jälkeen, mutta yhteensä kumpikin puulaji ja siis sekametsikkö oli tuottanut tuntuvasti enemmän kuin kumpikaan puulaji tuottotaulujen mukaan puhtaana metsikkönä erikseen olisi tuottanut, minkä vuoksi BUSSE on sitä mieltä, että sekä metsänhoidollisista syistä että tuoton vuoksi (waldbaulich und ertragskundlich) on pyrittävä perustamaan ja kasvattamaan tällaisia sekametsiköitä. KMONITZEK (1930) on Hessenissä tutkinut pyökki- ja kuusialikasvoksen vaikutusta mäntymetsikön maahan ja kasvuun. Monista tuloksista, jotka yleensä osoittivat, että alikasvoksella oli ollut suotuisa vaikutus maahan, mainittakoon ainoastaan, että suoritettujen maan vesipitoisuusmittaukset osoittivat samanlaista suuntaa kuin aiemmin mainitut ZETSCHEN ja SCHMIDTIN: maan vesipitoisuus oli alikasvosta sisältävissä männiköissä aina paljon pienempi kuin puhtaissa männiköissä. Kun molempina tutkimuskesinä (1928 ja 1929) sademäärä oli normaalia huomattavasti pienempi (85 vast. 67 % normaalista), osoittivat tulokset myöskin, että alikasvos ei kykene tasoittamaan maan vesipitoisuuden vaihteluja, niin kuin eräät alikasvosten puoltajat olivat väittäneet, vaan kuivien kausien vaikutus näkyy alikasvosta sisältävissä männiköissä yhtä selvästi kuin puhtaissa. Venäläinen MOROSOW (1928) on esittänyt, että kuusi tukahduttaa männyn sellaisilla kasvupaikoilla, jotka paremmin vastaavat kuusen vaatimuksia sekä silloin kuin mänty on teknillisiltä ominaisuuksiltaan niin huono, ettei se pysty estämään vähemmän valoa vaativan kuusen kehitystä. Sen sijaan ravintoköyhillä kuivilla kankailla kuusi aina jää alikasvokseksi. Keskinertaisilla mailla kuusi ja mänty muodostavat sekametsiköitä, jotka MOROSOWIN mukaan todennäköisesti ovat pysyviä ja joissa siis eri puulajien välillä vallitsee jonkinlainen tasa-

painotila kummankaan puulajin voimatta tukahduttaa toista (s. 296). — Jättäen lähemmin käsittelemättä eräät kirjoitukset, jotka eivät sisällä mitään erityisempää uutta (BJÖRKMAN 1868, REBMANN 1879, WAHLGREN 1914, HORNSCHU 1925, BURGER 1928, SCHWAPPACH 1929 ym.), mainittakoon vielä kotimaisia, tätä sekametsikkölajia koskevia tietoja.

BLOMQVISTIN (1881) mukaan laihoilla mailla kuusi ei tosin koskaan saavuta mäntyä, mutta kykenee kuitenkin täyttämään ne aukot, jotka syystä tai toisesta syntyvät männikköön. Kuuselle keskinkertaisesti sopivilla mailla se aluksi jää paljon männystä jälkeen, mutta jo n. 15—20 v:n ikäisestä alkaen, »kun se on tarpeeksi ennättänyt levittää juuristonsa» sen kasvu alkaa nopeasti parantua ja jo n. 50 v:n iällä se saavuttaa männyn, minkä jälkeen molemmat puulajit kasvavat suunnilleen yhtä nopeasti. Kun kuusen kasvu kuitenkin saattaa tällaisella keskinkertaisella maalla melkoisesti vaihdella, BLOMQVIST kehoittaa aina hankkimaan kuusen joukkoon mäntyä, jotta välttyttäisiin epämiellyttäviltä yllätyksiltä. Parhailta mailla kuusi jää pituuskasvussa jäljelle männystä vain ensimmäisinä vuosinaan. Jotta mänty tämän jälkeen kilpailussa kuusen kanssa voisi säilyä, sen täytyy huomattavasti jouduttaa pituuskasvuun, mistä syystä tällä maalla kasvavissa sekametsiköissä tavataankin yleensä pisimmät männyn (ss. 87—88). Toisessa yhteydessä BLOMQVIST (1883) mainitsee, että kuusi-mänty-sekametsiköistä on vaikeata etukäteen päätellä, kumpi puulaji lopuksi pääsee vallitsevaksi, mutta toteaa kuitenkin, ettei metsikkö ilman harvennushakkauksia tule kuusivaltaiseksi. Sopivalla hoidolla ja oikealla kasvupaikalla voidaan näitä puulajeja kasvattaa yhdessä (ss. 69—70). HANNIKAISEN (1882) mukaan »varjoisa kuusi höystyy valoa vaativan männyn vieressä oivallisesti ja molemmat saavat paremman muodon tämmöisestä sekoituksesta» (s. 106). VUORI (1913) esittää eräitä sängen valaisevia esimerkkejä Vesijaon valtionpuiston osittain hoitamattomien kuusi-mänty-sekakylvöjen kehityksestä. Kuvatuista, hyvänpuoleisella maalla kasvavista metsiköistä oli mänty melkein tyystin hävinnyt tai oli ainakin niin pahasti kärsinyt, ettei se harvennuksen ja perkauksen jälkeenkään enää pystynyt toipumaan; tosin kuuset olivat myöskin kärsineet luonnon siemennyksestä syntyneiden lehtipuiden piiskaamisesta siinä määrin, että oli epävarmaa, tulisiko niistä enää kunnan metsää. Edelleen VUORI esittää mielenkiintoisia lukuja kuusen tunkeutumisen uusille kasvupaikoille. Niinpä vuosina 1872—97 perustetusta 29 mäntymetsiköstä oli tutkimusaikana enää vain 15 säilynyt puhtaana, puhtaiden kuusiköiden lukumäärä oli noussut 2:sta 6:een ja sekametsiköiden lukumäärä 3:sta 13:een. Puhtaiden männiköiden lukumäärä oli

siis supistunut jokseenkin puoleen alkuperäisestä ja loput niistä olivat muuttuneet kuusi-mänty-sekametsiköiksi tai puhtaiksi kuusikoiksi jo tänä suhteellisen lyhyenä aikana (alle 37 vuodessa). Tutkimustensa perusteella VUORI ei suosittele kuusen ja männyn sekaviljelyksiä hyvillä mailla, koska kuusi tällöin helposti tukahduttaa männyn, mutta sen sijaan kyllä kaksi-ikäisiä sekametsiköitä, joissa kuusi istutetaan tai kylvetään vasta männyn alle.

HEIKINHELMON (1915) mukaan tasaikäiset kuusi-mänty-sekametsiköt ovat kaskimailla harvinaisia. Näissä metsiköissä kuusi aina esiintyy alikasvoksena keskinkertaisilla tai niitä huonommilla mailla. Paremmilla metsätyypeillä se sen sijaan metsikön vanhetessa alkaa kohota vallitsevien puiden joukkoon, jos päällä oleva metsikkö on tarpeeksi harva. Jos kuusi on mäntyä nuorempi, se jää yhä enemmän kitumaan mäntyjen alle, ja kuta kuivempaa maa on sitä suuremmaksi muodostuu näiden puulajien pituusero (ss. 219—221). A. K. CAJANDER (1916, s. 631) ja AALTONEN (1934, ss. 86—87 ja 106) mainitsevat siitä, että kuusi vähitellen valtaa parhaimmat metsämaat karkoittaen niiltä männyn.

Tutkiessaan Raja-Karjalassa tavattavia kuusialikasvoksia PÖNTYNEEN (1929) huomasi, että ne tavallisimmin esiintyvät mänty- tai koivuylispuuston alla ja vain hyvin harvoin kuusikoissa (s. 113), minkä hän olettaa johtuvan pääosaksi siitä, että kuusen ja männyn (tai koivun) muodostamisessa metsiköissä juuristokilpailu on pienempi, koska eri puulajien juuristot ainakin suureksi osaksi ovat eri maakerroksissa (s. 123). Edelleen hän osoittaa, että alikasvokset ovat joko yhdenikäisiä päämetsän kanssa tai ainoastaan vähäisen niitä nuorempia, mutta hitaamman kasvunsa vuoksi jääneet alikasvoksiksi (s. 144). Alikasvosten ikämääräysten perusteella voitiin edelleen todeta, että ne tiheydestään huolimatta kehittyvät sitä hitaammin kuta huonommalla maalla ne kasvavat, minkä vuoksi ne huonommalla metsätyypillä säilyvät paljon kauemmin selvällä alikasvoasteella kuin paremmalla (s. 139). Mainittakoon lopuksi vielä, että useissa LAPPI-SEPPÄLÄN (1930) tutkimissa mänty-koivu-sekametsiköissä oli kuusialikasvosta, joka tavallisesti oli 10—15 v. päämetsikköä nuorempi. Nämä alikasvokset olivat yleensä pieniä ja hitaasti kehittyneitä. Pisimmät yksilöt saattoivat ylettyä päämetsikön puiden latvusten alimpien oksien tasolle, mutta yleensä kuuset olivat vain parin metrin pituisia. Päämetsikön aukoissa kehittyneet kuuset voivat kuitenkin olla mäntyjen ja koivujen pituisia (s. 92). LAITAKARI (1934) mainitsee, että meillä ei tois-taiseksi ole tutkittu kuusi-mänty-sekametsiköitä, mutta hän olettaa, että niiden tuotto tutkittaessa osoittautuisi suuremmaksi kuin pinta-alaltaan

yhtä suuren metsikön, jonka osat ovat puhdasta männikköä ja puhdasta kuusikkoa, mikä ennen kaikkea johtuisi näiden puulajien juuristojen tärkeimmän osan, vaakasuoran juuriston, erilaisesta syvyydestä ja siten mahdollisimman pienestä juuristokilpailusta. Kuitenkin puuttuu näiltä metsiköiltä se etu, minkä lehtipuusekoitus varsinkin metsien uudistumisen taimettumisvaiheessa aiheuttaa (s. 157).

#### Kuusi ja jalokuusi (*Abies pectinata*).

G. L. HARTIGIN (1808) mukaan kuusi ja jalokuusi tulevat sangen hyvin keskenään toimeen (s. 159). Sen sijaan GWINNER (1846) korostaa erityisesti sitä, että näiden puulajien muodostamia sekametsiköitä hoidettaessa on jalokuusen kehitystä pidettävä silmällä, koska kuusi muuten nopeammin kasvavana voi tulla jalokuuselle vaaralliseksi (ss. 96—97). Myöskin STUMPF (1854) viittaa siihen, että kuusi 10—15 ensimmäisenä vuotenaan kasvaa melkoista nopeammin kuin jalokuusi, joten se voi vaarantaa jalokuusen menestymisen, varsinkin, jos kuusi muodostaa metsikön pääosan. Mikäli tämä vaara sopivilla hoitotoimenpiteillä saadaan vältetyksi, kumpikin puulaji kehittyy sekametsikössä suunnilleen yhtä hyvin ja yhtä nopeasti, joten ne esimerkiksi hakkuukypsiksi tulevat suunnilleen samanaikaisesti. Sopivimpana puulajisekoituksena STUMPF pitää sellaista, jossa kuusta on  $\frac{1}{3}$  ja jalokuusta  $\frac{2}{3}$  (ss. 127—129). Pääasiallisesti STUMPFIN mukaan myöskin HEYER (1852)<sup>1</sup> esittää kuusi-jalokuusi-sekametsikön kehityksen. Kuusi tosin aluksi kasvaa nopeammin, mutta pian jalokuusi kuitenkin tavoittaa sen, minkä jälkeen niiden pituuskehitys on niin samanlainen, että HEYER esittää niille yhteisen pituuskäyränkin. Ellei jalokuusta ensimmäisinä vuosina auteta, kuusi saattaa tukahduttaa sen, vaikka ensiksi mainittu sietääkin jonkin verran enemmän varjoa kuin jälkimmäinen (ss. 40—41). BURCHARDTIN (1855, 1870) mukaan jalokuusi tulee kuusen kanssa toimeen paremmin kuin minkään muun puulajin kanssa ja, kun se sietää enemmän varjoa kuin kuusi, näiden puulajien muodostamat metsiköt voivat kasvaa niin paljon tiheämpinä, että metsiköiden puumäärät tulevat ehkäpä vielä suuremmiksi kuin puhtaan kuusikon. Saman suuntaiseksi kuin edelliset myöskin GAYER (1878) kuvaa näiden puulajien kehityksen sekametsikössä. Jalokuusi jää aluksi kuusesta pituuskasvussa jälkeen, ja vaikka se sietääkin hyvin melko korkealle oksistaan puhdistuneitten ylispuiden varjostusta, se ei kuitenkaan säily nopeasti ja aivan sen yläpuolella tiiviisti sulkeutuvan nuoren kuusikon

<sup>1</sup> STUMPFIN »Waldbaum» I. painosta ei ole tšekäläisistä kirjastoista saatu.

alla, joka riistää siltä kaiken kasvutilan. Ellei jalokuusta tällöin auteta, se häviää jo ensimmäisinä vuosinaan metsiköstä, mutta jos se onnellisesti läpäisee tämän nuoruusasteen, silloin sen olemassa olo on yleensä turvattu. Näistä syistä GAYER suosittelee kuusi-jalokuusi-sekametsiköitä perustettaessa ryhmittäistä sekoitusta tai jalokuuselle annettavaksi 5—10 v:n etumatkan (ss. 309—310). — Samanlaisiin tuloksiin on myöskin norjalainen MYHRWOLD (1928) tullut. HOLMERZIN (1879) mukaan kuusi-jalokuusi-sekametsikkö on suositeltava metsikkölaji Etelä-Ruotsissa, sillä näiden puulajien ominaisuudet ovat niin samanlaiset, että ne hyvin tulevat keskenään toimeen. Kuitenkin on jalokuuselle annettava 10—15 vuoden etumatka ja mieluummin kasvatettava sitä pienissä ryhmissä (ss. 46—47). DENGLER (1935) mainitsee, että tällaisia sekametsiköitä tavataan Saksassa etenkin keskivuoristoissa (Mittelgebirge), missä ilmasto ei vielä ole jalokuuselle liian kolea. Sekametsä syntyy ja on saatava syntymään siten, että jalokuusen taimet ilmestyvät vielä melkein täysitiheään metsään ja kuusen taimet vasta myöhemmin, kun metsää enemmän harvennetaan. Jos tällaista sekametsikköä hyvin ja tarkoin hoidetaan, se on sangen edullinen (s. 327).

Kotimaiseen aineistoon perustuvia tutkimuksia tai havaintoja tämän sekametsikkölajin kehityksestä ei luonnollisestikaan ole tehty.

#### Kuusi ja lehtikuusi.

Varsinkin vuoristojen metsikkölajina kuusi-lehtikuusi-sekametsiköt ovat Keski-Euroopan metsäkirjallisuudessa saaneet huomiota osakseen. GWINNERIN (1846) mukaan lehtikuusi lopettaa kasvunsa huomattavasti aikaisemmin kuin kuusi, mistä syystä se joutuu kuusen varjostukseen ja on jo harvennushakkauksissa sen vuoksi suurimmaksi osaksi poistettava (ss. 100—101). HEYER (1852) mainitsee, että lehtikuusi kasvaa nuorena nopeammin kuin ehkä mikään muu Saksan puulaji ja jättää täten luonnollisesti aluksi hidaskasvuisen kuusen nopeasti alleen. Useimmiten ja erityisesti lehtikuuselle sopimattomilla kasvupaikoilla kuusi kuitenkin myöhemmin saavuttaa lehtikuusen. Edelleen HEYER on tehnyt sen havainnon, että lehtikuusi voi vahingoittaa kuusta pieksämällä siitä silmuja pois (s. 42). Samantapaisia tietoja näiden puulajien keskinäisestä kehityksestä esittää v. UNGER (1861 a) Braunschweigista. Aluksi kuusen pituuskasvu on paljon hitaampaa kuin lehtikuusen, joten se siis jää lehtikuusikatoksen alle. Myöhemmin kuusi alkaa kuitenkin erittäin huomattavasti lisätä kasvuaan, ja ellei se aivan lehtikuusen pituutta saavutakaan, on tästä kuitenkin

kin seurauksena, että lehtikuusen osalle tuleva valomäärä pienenee, niiden latvukset harvenevat ja lyhenevät sitä myöten, kuin puulajien välinen pituusero pienenee. Kasvutilan pienentyessä lehtikuusen kasvu alkaa hidastua ja kuusi saavuttaa sitä niin, että jo 60 vuoden iällä niiden keskiläpimitat ovat jokseenkin yhtä suuret, ja myöhemmin kuusi kehittyy vahvemmaksi kuin lehtikuusi. Näiden havaintojensa perusteella v. UNGER pitää välttämättömänä, että lehtikuusta on tehokkaasti autettava, jotta sekametsikkö säilyisi ja sen edut pääsisivät oikeuksiinsa. Erityisesti hän myöskin suosittelee lehtikuusen ja kuusen istuttamista rivittäin sekaisin, koska lehtikuusen auttaminen tällöin voidaan suorittaa mahdollisimman pienin uhrauksin.

BURCHARDT (1870) pitää kuusta tällaisessa sekametsikössä tärkeämpänä puulajina, jonka kehitystä on erityisesti seurattava. Kun lehtikuusi kasvaa nuorena nopeammin ja sen vuoksi haittaa kuusen kehitystä, vieläpä melkein aina pilaa sen, on kuusta autettava lehtikuusta poistamalla. Näin sitäkin suuremmalla syyllä, kun lehtikuusi lumi- ym. vahinkojen vuoksi kuitenkin ennemmin tai myöhemmin pilaantuu, mutta ennättää siihen mennessä tuntuvasti hidastuttaa kuusen kasvua. Pääasiallisesti näistä syistä BURCHARDT on sitä mieltä, että tällä sekametsikkölajilla ei koskaan tule Saksassa olemaan suurtakaan merkitystä (ss. 322—323). GAYER (1878) esittää kehityksen kulun suunnilleen samanlaisena kuin edelliset. Sekä hyvillä että huonoilla mailla lehtikuusi kasvaa nuorena kuusta nopeammin. Hyvillä, syväpohjaisilla, lehtikuuselle sopivilla mailla varsinkin vuoristoissa, se säilyttääkin tämän saavuttamansa etumatkan varsin kauan, usein 60—70 vuoden ajan, jopa vanhalle iälle saakka, mutta tavallisesti kuusi kuitenkin sen lopuksi tavoittaa, kauemmin kestävän pituuskasvunsa ansiosta ja meneepä sen ohikin. Parhaiten lehtikuusi näillä mailla säilyy pieninä ryhminä. Huonommilla, lehtikuuselle vähemmän sopivilla mailla, joilla kuusi vielä jotenkuten tulee toimeen, kuusi saavuttaa sen paljon aikaisemmin, jo 20—30 vuoden iällä. Varsinkin huonohkojen maiden tiheissä metsiköissä lehtikuusi joutuu kärsimään valon ja tilan puutteesta. Näistä syistä GAYER suosittelee kaksikäistä metsikkömuotoa, jossa kuusi istutetaan tai kylvetään 20—25-vuotisen lehtikuusikon alle (ss. 317—319).

KELLERIN (1884) aiemmin mainitut runkoanalyysitutkimukset osoittivat, että kuusi saavuttaa lehtikuusen pituuden jo 25 vuoden iällä ja 30. ikävuoden jälkeen kuusi tulee pitemmäksi. Tämän jälkeen lehtikuusen kasvu alkaa hidastua ja muuttua kituvaksi, mikä todistaa, ettei lehtikuusi kestä kilpailua kuusen kanssa. KELLER kehoittaaakin viljelemään ja kas-

vattamaan lehtikuusta ja kuusta yhdessä vain siellä, missä kokemuksesta tiedetään lehtikuusen menestyvän hyvin. BELING (1886) on tämän sekametsikkölajin kehityksestä tehnyt havaintoja samoilla alueilla kuin aikoinaan v. UNGER. Hänen mukaansa tämä sekametsikkö on vain niin kauan edullinen, kuin lehtikuusi on kuusta huomattavasti pitempi, eli niin kauan kuin sen elävä latvus on vähintään  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  puun koko pituudesta. Kuta enemmän kuusi sitä saavuttaa sitä pienemmäksi sen elossa oleva latvus tulee ja sitä heikommaksi sen kasvu käy. Tasaikäisessä sekametsikössä lehtikuusi kasvaa korkeintaan 25—30 vuotta kuusta nopeammin, sen jälkeen kuusi alkaa sitä tavoittaa ja jo 40—45 vuoden iällä ne ovat yhtä pitkät; silloin alkaa myöskin lehtikuusen kohtalo olla ratkaistu.

HELMSIN (1896) Tanskassa tekemät havainnot osoittavat kokolailla toista suuntaa kuin edellä selostetut. Sopivalla maalla lehtikuusi kasvaa aina nopeammin kuin kuusi. Aluksi kuusi viihtyy lehtikuusikatoksen alla hyvin, mutta myöhemmin se joutuu kärsimään sekä valon puutteesta että lehtikuusen piiskaamisesta, mikä turmelee sen latvat. Jos lehtikuusia on hyvin runsaasti, kuusi saattaa lopuksi kuollakin ja jo pienikin lehtikuusisekoitus kuusikossa saattaa aiheuttaa sen, ettei toivottua tulosta, moitteen tonta sekametsikköä, saavuteta.

BODENIN (1899) mukaan kuusi-lehtikuusi-sekametsikön kehityksen kulku riippuu kasvupaikan maantieteellisestä asemasta. Alpeilla, lehtikuusen luonnollisilla kasvupaikoilla, kuusi on huonommassa asemassa ja vielä Etelä-Saksassakin lehtikuusi tulee hyvin toimeen kuusen kanssa, mutta kuta pohjoisemmaksi tullaan sitä enemmän lehtikuusi on kuusen kanssa kilpaillessaan alakynnessä. Kukkula- ja tasankomailla (Hügel- und Flachland) kuusi kasvaa erittäin nopeasti ja tappaa lehtikuusen jo 20—40 vuodessa (ss. 101—104). Saman suuntaisia ovat myöskin itävaltalaisen CIESLARIN (1904) esittämät huomiot. Erityisesti hän kuitenkin mainitsee, että Sudeettien lehtikuusi todennäköisesti ainakin optimikasvupaikoillaan tulee toimeen kuusen kanssa paremmin kuin tavallinen eurooppalainen lehtikuusi. Edellinen kasvaa nuorena jälkimmäistä nopeammin ja pystyy sen vuoksi mahdollisimman kauan säilyttämään välttämättömän valta-asemansa kuuseen nähden. CIESLAR esittääkin (PFEIFERIN mukaan) useita esimerkkejä tällaisista kuusi-lehtikuusi-sekametsiköistä Freudenthalista (nyk. Tsekkoslovakiassa).

HOLMERZIN (1879) mukaan tasaikäisessä sekoituksessa lehtikuusi Ruotsissa kasvaa kaikenlaisilla mailla nuorena kuusta nopeammin ja parhaimmillakin mailla kestää 40—50 vuotta, ennenkuin kuusi sen saavuttaa. Tämän jälkeen kuusi alkaa varjostaa lehtikuusta niin voimakkaasti, että

viimeksi mainittu voi vain suurina ryhminä edelleen säilyä ja kasvaa koh-  
talaisen hyvin, jota vastoin pienet ryhmät ja yksinäiset puut eivät enää  
menesty. — Kuusen kasvattaminen harventuvan, vanhan lehtikuusikon  
alla on HOLMERZIN mukaan suositeltavaa (ss. 47—48).

Tutkiessaan lehtikuusen merkitystä Ruotsin metsätaloudessa SCHOTTE  
(1917) kiinnitti huomiota myöskin jossain määrin lehtikuusisekametsik-  
köihin. Kuusen ja eurooppalaisen lehtikuusen muodostamia sekametsik-  
köjä hän tutki Etelä-Ruotsissa yhdeksässä paikassa. Näistä metsiköistä  
oli vain yksi I:lta jotavastoin neljä III:lta ja IV lehtikuusiboniteetiltä.  
Metsiköt olivat nuorenpuoleisia, vanhin 68-vuotias ja viisi alle 40-vuotiasta.  
Näiden koealametsiköiden perusteella SCHOTTE selittää, että vieläpä  
kuusenkin sekaisissa metsiköissä lehtikuusen kehitys on voimakasta;  
kuusista vain harvat nousevat ylempiin latvuserroksiin, joihin lehtikuusi  
melkein yksinomaan kuuluu, pääosa jää alempiin. Tyypillisellä kuusi-  
maalla (lehtikuusibon. I) lehtikuusen sekoitus voi suurentaa niin metsikön  
tuottoa kuin sen arvoakin. Kun nopeasti kasvava lehtikuusi kuusen juro-  
misaikana aina saa suuren etumatkan, ei kuusen aiheuttama sivuvarjostus  
voine tulla lehtikuuselle vaaralliseksi. Kaiken varalta lienee kuitenkin  
parasta metsiköitä perustettaessa muodostaa yhtenäisiä lehtikuusirivejä.  
Sen sijaan *Chermes Abietis* voi juuri kuusi-lehtikuusi-sekametsikössä viihtyä  
ja levitä erityisen hyvin. — Siperialaisen lehtikuusen menestymisestä seka-  
metsiköissä ei SCHOTTE esitä tietoja. Norjalainen MYHRWOLD (1928) esittää  
näitä sekametsiköitä vastaan sen, että kuusi pidättää pinnallisella juuris-  
tollaan ja myöskin maanpäällisillä osillaan niin suuren osan sadevedestä ja  
kuivattaa maan sikäli, että lehtikuusi voi joutua pahasti kitumaan (s. 600).

Tutkiessaan lehtikuusen muotoja ja esiintymistä Itävallan Alpeilla  
TSCHERMAK (1924) tuli siihen tulokseen, että vieläpä autoktooni lehtikuusi  
sietää kuusen sekoitusta levenemisalueensa optimissakin vain silloin, kun  
sillä on kuuseen nähden riittävä etumatka. Ellei näin ole, lehtikuusi tulee  
säännöllisesti huonomuotoiseksi ja jopa alppiinisilla kasvupaikoillakin voi  
kuolla. KLAMROTH (1929) on mitannut Harzissa joukon kuusi-lehtikuusi-  
sekametsiköitä ja osoittaa mittaustensa perusteella, että mm. lehtikuusen  
juokseva vuotuinen pituuskasvu kulminoi jo n. 15 vuoden iällä, kun taas  
kuusen vasta n.30 vuoden vaiheilla, siis huomattavasti myöhemmin. Tästä  
syystä kuusi saavuttaa lehtikuusen pituuden jo melko aikaisin, 30—40  
vuoden iällä, ja vaikeuttaa sen jälkeen luonnollisesti melkoisesti lehtikuusen  
kasvua. Vain siinä tapauksessa, että lehtikuusta on metsikössä niin run-  
saasti, että se pystyy huomattavasti vaikeuttamaan kuusen kehitystä, se  
voi säilyttää valta-asemansa kiertoajan loppuun saakka.

Kotimaisista tätä sekametsikkölajia koskevista tutkimuksista ja  
kuvauksista mainittakoon ensiksi, että BLOMQVISTIN (1883) mukaan  
kuusen joukossa voidaan harvakseltaan kasvattaa siperialaista lehtikuusta.  
Tällöin on parasta istuttaa lehtikuusi joko useihin rinnakkaisiin riveihin  
tai melkoihin ryhmiin. Puhtaissa lehtikuusikoissa kuusi on taas »juuri-  
metsänä» omiaan varjostamaan ja suojaamaan maata (ss. 71—72). Myös-  
kin HANNIKAISEN (1882) mielestä voidaan valoisan lehtikuusikon alla  
sopivasti kasvattaa kuusta (s. 35). Myöhemmin, kun lehtikuusen kasvat-  
tamisesta oli saatu enemmän kokemusta, HANNIKAINEN (vrt. 1919) kuiten-  
kin kallistui puhtaiden lehtikuusikoiden kannalle (s. 84). Samassa yhtey-  
dessä hän mainitsee esimerkkinä Lounais-Suomen virkatalojen metsissä  
suoritetut lehtikuusen viljelykset. Vuosilohkoille jätetyistä siemenpuista  
syntyi niin runsaasti kuusen nuorennosta ja männyn taimia, että ne pian  
tukahuttivat lehtikuuset (s. 170). Tutkiessaan ulkolaispuulajien vilje-  
lyksiä Vesijaon ja Evon valtionpuistoissa L. ILVESSALO (1913) totesi, että  
niin kuusen kuin männynkin sekapuuna kumpikaan lehtikuusilaji ei ollut  
menestynyt, vaan joutunut alakynteen ja enimmäkseen hävinnyt. Saman-  
laisiin tuloksiin L. ILVESSALO (1916) tuli tutkiessaan lehtikuusen menes-  
tymistä yleensäkin Suomessa. Hän mainitsee, että yritykset »kasvattaa  
lehtikuusta tasaikäisessä, rungottaisessa sekoituksessa männyn tai kuusen  
kanssa ovat — — — — miltei järjestään epäonnistuneet eikä mainitun-  
laisia sekakulttuureita sentähden enää viime aikoina liene perustettukaan.  
Vahvoilla ja usein uudistetuilla apuharvennuksilla voidaan lehtikuusi kyllä  
pelastaa häviöltä, mutta lopputulos on useimmissa tapauksissa sittenkin  
enemmän tai vähemmän epätydyttävä. Kun nämä sekakulttuurit sitä-  
paitsi eivät ole osoittautuneet kestävämmiksi hyönteisvahinkoja vastaan  
kuin puhtaat kulttuurit, päinvastoin, niin ei uusien sellaisten perusta-  
mista voida puolustaa, lukuunottamatta ehkä tapausta, että lehtikuusi  
maan parantamisen tarkoituksessa istutetaan sekapuuksi mäntykulttuu-  
riin laihalla maaperällä.» (s. 102).

Yksinäisten Evolla olevien sekametsiköiden mittaustuloksia ovat  
ERICSSON (1914) ja LEIVO (1915) esittäneet. ERICSSONIN saamat tulokset  
osoittivat, että 32. vuotena istutuksen jälkeen lehtikuusta oli metsikössä  
jäljellä enää vain 11.0 %, jota vastoin kuusia 57.5 %. Kirjoittaja toteakin,  
ettei lehtikuusi ole kestänyt kilpailua kuusen kanssa, vaikka maaperä on  
ollut sille sopiva. LEIVON tutkimassa metsikössä lehtikuuset sen sijaan  
olivat menestyneet hyvin. Vielä n. 30 vuoden iällä ne olivat keskimäärin  
2 m mäntyäkin pitempiä. Kuusi puolestaan oli jäänyt muista pahasti  
jällelle, niistä »lähes puolet ei ole ehtinyt tulla aidanvitsaa vahvemmaksi,

ja lopuistakaan ei voida saada sanottavaa määrää seivästä vahvempaa tavaraa.» Tällainen, lehtikuuselle edullinen kehitys lienee meillä kuitenkin hyvin harvinaista, kuten L. ILVESSALOKIN (1916, s. 70) huomauttaa.

### Kuusi ja pyökki.

Tämä sekametsikkölaji esiintyy vallankin saksalaisessa metsäkirjallisuudessa sangen yleisesti ja on kaikinpuolin saanut runsaasti huomiota osakseen. v. UNGER (1836) esittää hoitoalueestaan (Braunschweigissa) saamiensa esimerkkien avulla, että kuusen pituuskasvu on aluksi hitaampaa kuin pyökin, mutta että se jo 20 vuoden iällä on jälleen saavuttanut pyökin pituuden ja kasvaa sen jälkeen huomattavasti nopeammin, joten pyökki jää sen alle. Ellei pyökkiä auteta, se sortuu ennen hakkuuikää, nopeasti levittäytyvä kuusi riistää siltä kaiken kasvutilan. Samanlaisena v. UNGER (1861 b) myöhemmin esittää kehityksen kulun ja korostaa erityisesti sitä, että ellei pyökkiä kyllin ajoissa auteta, sen jälkeen kun kuusi on sen 15—20 vuoden vaiheilla saavuttanut, se helposti voi saada pahoja vaurioita, jopa hävitäkin metsiköstä. PFEL (1837) kertoo, että Harzvuoristossa havumetsärajan tienoilla on pyökkiä melkein mahdotonta saada hoitamallakaan säilymään, sillä siellä kuusi sen erityisen helposti tukahduttaa; ainoastaan kasvattamalla pyökkiä hyvin suurissa ryhmissä voi tämä onnistua. Sen sijaan alempana vuoristossa, lauhkeammassa ilmastossa ja pyökille sopivalla kasvupaikalla on suhde vallan toisenlainen. Lehtipuut nopeampikasvuina jättävät kuusen alleen ja missä kuusta ei ole autettu, se on usein kokonaan hävinnyt metsiköistä.

ORBARIUS (1845) mainitsee, että tämä sekametsikkö on parhaita sekametsikkölajeja, koska nämä puulajit menestyvät keskenään hyvin, voivatpa kasvaa tiheämmässäkin kuin puhtaina metsikköinä. Etelä-Ruotsissa nämä sekametsiköt menestynevät, joten sellaisten kasvattamista siellä kannattanee yrittää (ss. 130—131). HOLMERZIN (1879) mukaan tasaikäinen kuusen ja pyökin sekoitus ei menesty, mutta jos pyökille annetaan 10—15 vuoden etumatka, ei tämän sekametsikkölajin hoito tuota erityisiä vaikeuksia. Tällöin kuusi yleensä saavuttaa pyökin, ennenkuin viimeksi mainittu on sivuuttanut keski-iän. 20—30 %:n kuusisekoitus on HOLMERZIN mukaan riittävä (s. 47). ZELLÉN (1904) on sitä mieltä, että ilman erityistä hoitoa pyökki ei Etelä-Ruotsissa menesty kuusen kanssa.

GWINNERIN (1846) mukaan on tämän sekametsikkölajin hoidossa yleensä aina pidettävä silmällä pyökin kehitystä, koska kuusi muuten voi sen helposti tappa (ss. 98—99). STUMPF (1854) on sitä mieltä, että kuusi

ja pyökki varsinkin juuristojensa puolesta sopivat hyvin kasvamaan yhdessä; pyökin juuristo tunkeutuu syvälle, kun taas kuusen levittäytyy ylempiin maakerroksiin. Milloin pyökki muodostaa metsikön pääosan, se kasvaa erittäin hyvin ja muodostuu kaunisrunkoiseksi, minkä vuoksi lievä kuusen sekoitus on aina pyökkimetsikössä paikallaan. Jos sen sijaan kuusi muodostaa metsikön vallitsevan osan, pyökki jää jo melko pian kuusen alle. Tällaisissa tapauksissa on siis ennen kaikkea pyrittävä pyökkiä auttamaan poistamalla kuusta, jota, tarpeelliseen sekoitukseen, riittää pienempikin määrä (ss. 125—127). Suunnilleen samanlaisena kuin v. UNGER myöskin G. HEYER (1852) esittää kuusi-pyökki-sekametsikön kehityksen kulun. Aluksi kasvaa kuusi jonkin verran hitaammin kuin pyökki, mutta parantaa sitten kasvuaan ja jättää vähitellen alleen pyökin, joka puolestaan ei enää kuusen synkässä varjostuksessa pysty kasvamaan. Milloin tasaikäinen kuusen ja pyökin sekainen metsikkö jätetään täysin hoitamatta, häviää pyökki lopuksi kokonaan metsiköstä (ss. 41—42). Myöskin BURCHARDT (1870) pitää kuusi-pyökki-sekametsikön onnistumista epävarmana. Hänen mukaansa tosin pyökki on jalokuusen jälkeen kuusen tärkein sekapuu, mutta sen sijaan kuusi on huonoin pyökkimetsikköön soveltuva puulaji, sillä tällaisessa sekametsikössä pyökki tavallisesti joutuu kärsimään. Lukuun ottamatta aivan ensi vuosia kuusi kasvaa nopeammin, joten pyökki jää sen varjoon kitumaan. Myöskin häiritsee kuusi laajalla ja tiheällä oksistollaan lähimpien pyökkien kehitystä, voipa lopuksi tappaakin ne. Sen sijaan kuusi hyötyy pyökin sekoituksesta, se puhdistuu paremmin oksistaan sekä saa kauniin ja arvokkaan rungon. Parhaiten pyökki säilyy puulajisekoituksen ollessa ryhmittäistä (ss. 116—118). GAYERIN (1878) mukaan kuusi tuoreilla ja kosteilla mailla aluksi kasvaa hitaammin kuin pyökki, mutta jonkin ajan kuluttua se parantaa kasvuaan niin voimakkaasti, että se saavuttaa pyökin ja kasvaa sen edelle. Tasaaisessa rungoittaisessa sekoituksessa, missä kuusi vuosien mittaan muodostaa yhä tiheämmän, varjostavan latvuskatoksen, pyökin on vaikeata jatkuvasti säilyä ja hoidon puutteessa tällaiset metsiköt usein muuttuvatkin puhtaiksi kuusikoiksi. Jotta kuusen ja pyökin muodostama sekametsikkö parhaiten onnistuisi, on ryhmittäinen sekoitus välttämätön tai sitten on pyökille annettava metsikköä perustettaessa n. 10 vuoden etumatka (ss. 310—312).

FISCHBACH (1875) pitää kuusi-pyökki-sekametsiköiden perustamista ja kasvattamista suoranaisten vaarana pyökille. Esimerkkinä hän esittää erään pyökkitaimiston kohtalon lähellä Stuttgartia. Melko suurelle, vähitellen paljaaksi hakatulle alalle, johon oli noussut luonnon siemennyksestä



pyökin taimia, istutettiin kuusia. Nämä kasvoivat erittäin hyvin ja jo 50 vuoden kuluttua olivat paljon pyökkiä pitempiä. Pyökit kärsivät valon puutetta ja vähitellen kuolevat, jolloin metsiköstä tulee hyvin aukkoinen kuusikko.

V. LOREY (1896) on tutkinut kuusi-pyökki-sekametsiköiden kehitystä useissa eri hoitoalueissa (Crailsheim, Gailsdorff, Baidt ym.). Runko-analyysien avulla hän saattoi todeta, että vaikka kuusi olisi pyökkiä melkoista nuorempikin, se kuitenkin aina lopuksi saavuttaa pituuskasvussa pyökin. Esimerkkeinä hän mainitsee mm., että eräässä metsikössä, jossa kuusi oli 4 vuotta pyökkiä nuorempi, kuusi saavutti pyökin pituuden 23 vuodessa, toisessa tapauksessa 5 vuotta nuorempi kuusi tavoitti pyökin 15 vuodessa, kerran taas 15 vuotta nuorempi kuusi tuli pyökin pituiseksi 28 vuodessa jne. Jos kuusi ja pyökki ovat yhtä vanhat, kuusi kasvaa alusta alkaen pyökkiä nopeammin; v. LOREY ei siis voinut todeta pyökin edes ensimmäisinä vuosinaan kasvavan kuusta paremmin, niin kuin useat edellä mainitut kirjailijat väittävät. — Kuusi-pyökki-sekametsikön tuottoa v. LOREY (1902) koetti selvittää myös koealametsiköiden avulla. Tällöin hänen ihmeekseen täytyi todeta, että sekametsiköt olivat kauttaaltaan tuottaneet vähemmän kuin puhtaat kuusikot. Tästä tuloksestaan huolimatta hän kuitenkin kehoittaa säilyttämään pyökit kuusikoissa, koska kaikenlaiset tuhot on todettu harvinaisemmiksi sekametsiköissä kuin puhtaissa metsiköissä. DIETERICHIN (1923) tutkimukset, jotka on tehty Württembergin metsätieteellisen koelaitoksen koelaitokselta saadun aineiston perusteella, osoittivat samanlaista suuntaa. Mm. todettiin, että jo 12-vuotissa metsikössä kuusen keskipituus aina on jonkin verran, joskin vähän, suurempi kuin pyökin. Kuta parempi kasvupaikka on ja kuta vanhemmiksi metsiköt tulevat sitä enemmän kuusi jättää pyökin jälkeensä. Pyökin jälkeen jääminen varsinkin hyvillä mailla kuvastuu selvästi myöskin esimerkiksi pohjapinta-alojen osuuksissa, joista DIETERICHIN mukaan mainittakoon seuraavat luvut:

Mittaus- vuosi	Hyvällä maalla (I—II bon.)			Huonolla maalla (III—IV bon.)		
	kuusi	pyökki	Yhteensä	kuusi	pyökki	Yhteensä
	Pohjapinta-alan osuus, %					
1898	82.3	17.7	100.0	80.7	19.3	100.0
1911	84.0	16.0	100.0	75.4	24.6	100.0
1923	86.2	13.8	100.0	72.7	27.3	100.0

Hyvällä kasvupaikalla siis kuusen osuus suurenee selvästi metsikön vanhetessa, kun taas pyökin pienenee, mikä osoittaa, että tällaisilla mailla

pyökki joutuu yhä syrjäytetymppään asemaan. Huonommilla mailla suhde on, niin kuin luvut näyttävät, vallan päinvastainen; iän lisääntyessä pyökin osuus säännöllisesti suurenee, jota vastoin kuusen pienenee. Tällaisten tulosten perusteella DIETERICH pitää epävarmana, kannattaako kuusta huonoilla mailla lainkaan kasvattaa sekametsiköissä. Joka tapauksessa on hänen mukaansa ilmeistä, että parhailla mailla on kasvatettava kuusi-valtaisia metsiköitä ja huonoilla todennäköisesti pyökkivaltaisia. WIEDEMANNIN (1928) mukaan pyökki menestyy kuusen kanssa sitä huonommin kuta huonompi kasvupaikka on, kunnes se vallan huonoilta kokonaan häviää.

EBERTS (1930) pitää kuusen kasvattamista pyökkimetsiköissä välttämättömänä parantamassa pyökkimetsiköiden kannattavuutta. Kuusesta voidaan nimittäin oikein hoitamalla saada melko aikaisin käyttöpuuta, mitä pyökkimetsiköistä taas ei saada, ja sitä paitsi osa kuusista voidaan jättää pyökin kanssa kasvamaan aina loppuhakkaukseen saakka. DENGLER (1935) mainitsee, että kuusi-pyökki-sekametsiköt olivat laajalti levinneet vuoristojen ylemmissä pyökkialueissa, mutta myöhemmin kuusi on työntänyt pyökin alemmaksi. Kuusi ilmestyy pyökkitaimistoon tavallisesti myöhemmin ja joutuu siis aluksi kasvamaan pyökin alla. Jos pyökkiä on hyvin runsaasti ja ikäero on pyökin hyväksi kovin suuri, kuusi ei läheskään aina pääse pyökin kanssa tasavertaiseksi. Muuten kuusi pian tavoittaa pyökin ja jättää sen alleen. Pyökkitaimiston hankkiminen puhtaaseen kuusikkoon ei tavallisesti onnistu; se vaatii erikoistoimenpiteitä (kalkitseminen ym., ss. 328—329).

Lopuksi selostettakoon vielä FLURYN (1926) Sveitsissä suorittamaa tutkimusta kuivien aikakausien vaikutuksesta metsiköiden kasvuun. Tätä varten hän vertasi toisiinsa mm. puhtaiden kuusikoiden, puhtaiden pyökkimetsiköiden ja kuusi-pyökki-sekametsiköiden mittaustuloksia vuosilta 1911—1923; näistä vuosista aikakausi 1911—1916 oli kuiva ja lämmin, kun taas aikakausi 1916—1923 kostea ja viileä. Vertailu osoitti, että kuiva-kausina vaihdella yli 40 %:kin. Puhtaissa pyökkimetsiköissä vaihtelu oli paljon pienempi; näistä metsikkölajeista ne olivat kärsineet kuivista ajoista vähiten. Myöskään pyökin sekaiset kuusikot eivät olleet kärsineet niin paljon kuin puhtaat, ja jo 20—25 %:n pyökkisekoitus osittain riittää estämään kuusien kasvun taantumisen.

Muista kuusi-pyökki-sekametsiköitä käsittelevistä kirjoituksista mainittakoon: BJÖRCKMAN 1868, MEYER 1910, KAUTZ 1921, 1922, HOFMANN

1923, HORNSHU 1925, NĚMEC ja KVAPIL 1925, 1927, DIETERICH 1927, BRUNN 1928, SCHWAPPACH 1929 ym. Tätä sekametsikköä käsitteleviä kotimaisia tutkimuksia ei luonnollisestikaan ole.

### Kuusi ja tammi.

Kuusen ja tammen muodostamista sekametsikoistä on metsäkirjallisuudessa vain suhteellisen harvoja mainintoja. OBBARIUS (1845) kertoo, että useat muut puulajit, kuten koivu, haapa, pihlaja ja mänty tulevat tammen kanssa paljon paremmin toimeen kuin kuusi. Kuusi ja tammi kasvavat niin erilailla, ettei niiden kasvattaminen yhdessä voi tulla kysymykseen (s. 133). HOLMERZ (1879) on sitä mieltä, ettei kuusen ja tammen tasaikäinen sekoitus koskaan onnistu, vaan on tammi ensiksi kasvatettava 30—40 vuotta puhtaana, jonka jälkeen vasta hankitaan kuusitaimisto sen alle. Tämä on HOLMERZIN mukaan ainoa tapa saada nämä puulajit jotenkuten menestymään yhdessä, joskin tulos tällöinkin voi olla epävarma, kuusi voi nimittäin kaikesta huolimatta ennenaikaisesti tukahduttaa tammen (s. 49). Nimimerkki »—et—» (1881) väittää, että tammimetsissä kuusialikasvos vaikuttaa hyvin haitallisesti tammien kasvuun, varsinkin tammien latvojen kuivuminen on yleistä. Tämän hän TH. HARTIGIN (1876) ja v. HÖHNELIN (1881) tutkimuksiin nojautuen arvelee johtuvan siitä, että kuusi tiheällä ja pinnallisella juuristollaan estää ilman pääsyn maahan ja ennen kaikkea kuivattaa maata sikäli, että tammet joutuvat kärsimään veden puutetta. Kaikista näistä syistä kirjoittaja kehoittaa luopumaan kuusi-tammi-sekametsiköiden kasvattamisesta. Aiemmin monesti mainituista KELLERIN (1884) tutkimuksista selviää, että sekaviljelyksissä tammi jää jo 20 vuoden iältä alkaen kuusesta jälkeen ja kituu sen jälkeen hyvin pahasti. Tanskalaisen HELMSIN (1896) mukaan tammi on huomattavasti hidaskasvuisempi kuin kuusi, mistä syystä kuusi jättää sen ajan mittaan alleen. Tällainen sekametsikkö saattaa tulla pysyväiseksi vain siinä tapauksessa, että se kasvaa hyvällä maalla ja että kuusta on sekapuuna vähänlaisesti, jolloin tammi voi kasvaa melko vapaasti. Ryhmittäisessäkin sekoituksessa tammiryhmien reunapuut joutuvat viereisten kuusien vuoksi kärsimään, mistä syystä niitä tai kuusia on poistettava harvennuksissa. Sitä puulajia, jonka kasvattaminen on kannattavampaa, säädetään. GAYER (1878) toteaa ensiksi, että näiden puulajien muodostamat sekametsiköt ovat harvinaisia varsinkin siksi, että puulajien regionaalinen levenemisalue on vallan erilainen, samoin kasvupaikkavaatimukset ym. — Milloin kuusi ja tammi muodostavat tasaikäisen metsikön, jälkimmäinen

säilyy metsikössä vain silloin, kun sekoitus on ryhmittäistä. Rungoittaisesta sekametsiköstä se jo hyvin aikaisin häviää, sillä nopeammin kasvava kuusi muodostaa tiiviisti sulkeutuneen metsikön, jossa tammella ei ole kehitysmahdollisuuksia. Vain todellisilla tammen kasvupaikoilla, lämpimissä laaksoissa, missä kuusi kasvaa huononlaisesti, tammi saattaa paremmin pitää puolensa. GAYER huomauttaa vielä siitakin, että kaksi-ikäisissä metsiköissä, joissa kuusi on tammaa nuorempi, tammen olemassa olo ei ole turvattu. Vasta, kun ikäero nousee 50 vuoteen, voi tammen hoitamalla saada menestymään. Jos kuusialikasvos on tiheä, maa säilyy kylmänä ja sadeveden pääsy maahan vaikeutuu, joten tammen menestymisen edellytykset tämänkin vuoksi huononevat (ss. 330—332). ZELLÉNIN (1904) mukaan on Ruotsissa tammen kasvattamisesta kuusen kanssa luovuttu, koska kuusi aina kasvaa sitä nopeammin ja tukahduttaa sen (s. 124). Samoin DENGLENER (1930) mainitsee, että tästä metsikkölajista on Saksassa nykyään melkein kokonaan luovuttu sen monien varjopuolien vuoksi. Varjopuolina hän esittää mm., että tammen kasvu on erittäin huono, sen latvat kuivuvat, ja itse puut vähitellen kuolevat, mikä ainakin osaksi johtuu siitä, että kuusi kuivattaa maata liiaksi (s. 363).

### Kuusi ja koivu.

PFEIL (1841) toteaa, että puhtaat kuusimetsiköt kärsivät, varsinkin vuoristoissa, erittäin paljon lumituhoista. Näiden tuhojen pienentämiseksi hän suosittelee tällaisiin metsikköihin koivusekoitusta. Koivun hentoihin oksiin ei lumi yleensä jää tai ainakin se heti putoaa, kun tuuli liikuttelee oksia. Koivun oksien heiluminen pudottelee myöskin lumen pois kuusen latvoista, joten lumituhot jäävät täten koivun sekaisissa kuusikoissa pienemmiksi. Tosin koivu tällä piiskaamisellaan voi pilata kuusen latvoja, mutta PFEIL olettaa, että tämä vahinko merkitsee kuitenkin sangen vähän lumituhojen pienentymisen rinnalla. GWINNER (1846) yhtyy täydellisesti PFEILIN mielipiteisiin tästä sekametsikkölajista (ss. 104—105). Sen sijaan G. HEYER (1852) on toista mieltä. Hänen mukaansa koivu kasvaa sekä nuorena että vielä myöhemminkin kuusta paljon nopeammin, minkä vuoksi se ei kärsi kuusen läsnäolosta juuri lainkaan, jota vastoin se piiskaa kuuselta silmut irti, mistä luonnollisesti koituu kuuselle monenlaista vahinkoa. Näistä syistä koivu on aina täydellisesti poistettava kuusimetsistä (ss. 42—43). — GAYER (1878) mainitsee koivujen hyvin usein ilmestyvän nuoriin kuusikkoihin sekapuuksi ja häiritsevän niiden kehitystä usein pensasmaisella kasvutavallaan sekä piiskaamalla kuusten latvoja.

Aukkolsissa kuusitaimistoissa koivu voi kuitenkin olla hyödyllinen, koska se pystyy niissä tuottamaan jonkin verran pientä arvopuuta, ennenkuin kuusi sen tavoittaa. Tiheissä kuusitaimistoissa koivu sen sijaan ei kauan pysty kasvamaan. — Jotta koivu ei vahingoittaisi kuusta, ennenkuin se poistetaan, on koivun karsiminen paikallaan (ss. 346—347). BURCHARDT (1893) puoltaa koivun poistamista kuusitaimistoista siksi, että se piiskaa kuusen latvat pilalle (ss. 358—359).

SCHIER (1892) kertoo eräistä laajoista Saksin Erzgebirgessä olevista metsäalueista (Voigtsgrüner Revier), joilla kauttaaltaan oli erittäin runsaasti koivua kuusen päällä. Kuuset olivat ilmeisesti kasvaneet normaalia paljon hitaammin, mutta SCHIER osoittaa, että se rahamäärä, mikä koivujen kaatamisen jälkeen saatiin niiden myynnistä, hyvin korvaa sen vahingon, minkä kuusten hitaampi kasvu oli aiheuttanut, vieläpä kuusen viljelyskustannuksetkin. Tällä perusteella ja viitattuaan vielä siihen, että pakkas-, lumi-, kuivuus-, eläin- ym. tuhot ovat koivunsekaisissa kuusikoissa pienemmät kuin puhtaassa, kirjoittaja, vastoin sen ajan yleistä käsitystä, suosittelee koivun hankkimista kuusikkoon väliaikaiseksi sekapuuksi (als vorübergehendes Mischholz), joka harvennushakkauksissa poistetaan. Vielä kirjoittaja kokemuksensa perusteella huomauttaa siitä, että koivun aiheuttamat piiskaamisvahingot voidaan koivuja karsimalla välttää.

HOLMERZ (1879) kertoo, että varsinkin Norrlannin kuloaloille ilmestyy helposti koivua. Vasta kun ne 10—15 vuoden aikana ovat parantaneet maata, kuusi ilmestyy niiden alle. Kuuset kasvavat koivumetsän suojassa erittäin hyvin ja jo 30—40 vuoden kuluttua koivu on jäänyt kuusesta jälkeen ja säilyy sen jälkeen vain havumetsän aukoissa (s. 52). Aivan samoista seikoista mainitsee myöskin ZELLÉN (1904). BARTHIN (1905 a) havaintojen mukaan, jotka hän on tehnyt Norjassa, Pohjois-Trøndelagissa, nuoret kuusen taimet kasvavat koivikon alla erittäin hyvin, paremmin kuin ilman päällysmetsää. Paitsi koivun tarjoamasta suojasta BARTH arvelee tämän johtuvan myöskin koivun maata parantavasta vaikutuksesta. Koivun suurin ansio on kuitenkin siinä, että se suojelee kuusta lumivahingoilta, jotka muuten voivat helposti tuhota kuusitaimistot tai ainakin hidastuttaa niiden kasvua sangen tuntuvasti; koivikossa kuusi sen sijaan hyvin säilyy. Metsänhoidon oppikirjassaan BARTH (1905 b) esittää samoja seikkoja. Koivu kasvaa aluksi paljon nopeammin kuin kuusi, mutta kun useimmiten alikasvokseksi tunkeutuneen kuusen kasvu myöhemmin paranee, se vähitellen saavuttaa koivun. Tällöin koivua on alettava poistaa, jottei se pilaa piiskaamisellaan kuusta. Koivulajeista hieskoivu sopii kuusikkoon paremmin kuin rauduskoivu, sen oksat kun yleensä ovat lyhyemmät ja jäykem-

mät (ss. 126—129). Toinen norjalainen, SKINNEMOEN (1927) viittaa näihin BARTHIN havaintoihin, varsinkin siihen, miten koivut antavat suojaa kuusille lumituhoja vastaan; erityisesti metsärajasuilla koivun sekoitus on välttämätön. Lisäksi kirjoittaja mainitsee siitä, että koivumetsän suojassa kuusen taimet pääsevät keväisin aikaisemmin aloittamaan kasvunsa kuin aukealla, mistä seikasta varsinkin tunturiseuduilla voi olla hyötyä. — Jos koivu ja kuusi tulevat yht'aikaa uudistusalalle, koivu kasvaa alusta alkaen nopeammin kuin kuusi, joka kuitenkin ensi aikoina viihtyy koivukatoksen alla hyvin. Kun kuusi myöhemmin alkaa saavuttaa koivun latvuksia ja siten joutuu koivun piiskattavaksi, koivu on jo kasvanut niin suureksi, että se edullisesti voidaan poistaa metsiköstä. Täten koivu muodostaa jonkinlaisen esiviljelyksen (forkultur) pienentämättä lainkaan itse päämetsikön, kuusikon, tuottoa (»uten å sinke selve hovedproduksjonen som skal ydes av barskogen»). Tämänkin jälkeen voidaan varsinkin aukko- paikoissa edelleen kasvattaa yksinäisiä koivuja, joista myöhemmin saadaan arvokasta puutavaraa (s. 27).

Ruotsalainen WAHLGREN (1914) on sitä mieltä, että varsinkin hyvillä mailla koivu harvenee hitaasti ja siten sekä varjostuksellaan että piiskaamisellaan häiritsee kuusen kehitystä. Tästä syystä koivua on jo sangen aikaisin ruvettava harventamaan ja harvennuksia on toimitettava niin usein, että 50 vuoden iällä vain muutamia suuria koivuja on siellä täällä kuusikon aukoissa. Koivusekoituksen hyvinä puolina WAHLGREN mainitsee mm., että koivu nopeammin kasvavana tarjoaa nuorissa metsiköissä suojaa kuuselle, sen lehtikarikeri vaikuttaa varsinkin huonoilla ja ravintoköyhillä mailla elvyttävästi bakteerielämään maassa ja samalla se täydentää tällaisten kasvupaikkojen tavallisesti harvoja metsiä sekä suurentaa ensimmäisten harvennustulosten arvoa (ss. 689—691). SCHOTTEN (1918) mukaan kuusi ensi vuosistaan saakka jää koivun alle alimetsäksi. Jotta kuusi ei alkaisi pahoin kitua, on eniten häiritsevät koivut aina poistettava ja harvennuksia usein toimitettava. Aina on pidettävä silmällä sitä, ettei koivu pääse piiskaamaan kuusta. Metsikkö muuttuu täten vähitellen puhtaaksi kuusikoksi (ss. 22—23). WIEDEMANN (1928) mainitsee, että koivua on Saksassa ruvettu viime aikoina suosimaan kuusitaimistoissa, joista se aikaisemmin aina poistettiin, koska se suojelee kuusitaimistoa hallalta, lievittää kuusikon synkkää varjostusta ja koska sen lehdillä on suotuisampi vaikutus maahan kuin esim. pyökin lehdillä. Sitä paitsi se metsikön aikaisemmilla asteilla suurentaa metsikön tuottoa.

AMANN (1930) on tutkinut, missä määrin nuori koivikko kykenee suojelemaan kuusitaimistoa kevähallailta. Hän suoritti (Baijerissa) minimi-

ja maksimilämpötilan mittauksia sekä paljaaksi hakatulla alalla että koivu-metsikössä, joissa kummassakin oli harvakseltaan kuusen taimia. Tällöin osoittautui, että 11 toukokuun hallayönä minimilämpötila oli kuusen taimien latvan korkeudella keskimäärin 4.5° korkeampi kuin paljaaksi hakatulla alalla. Kun kirjoittajien mukaan hallavahinkojen syntymisen rajalämpötilana voidaan pitää —4°:ta, voi siis lämpötila aukealla laskea aina —8°:een saakka, ilman että hallavahinkoja tapahtuu koivikon alla kasvavassa kuusitaimistossa. — Hallaöiden vaikutus voitiin myös selvästi todeta. Aukealla kuusten kaikki uudet kasvaimet olivat paleltuneet, jota vastoin koivikossa vain hyvin harvat ja nekin aivan metsikön reunaosissa. Koivikon hallavahinkoja pienentävä vaikutus on siis selvä.

Mainittakoon vielä vähän tärkeimmistä Suomen metsänhoitokirjallisuudessa esiintyvistä kuusi-koivu-sekametsiköitä koskevista kirjoituksista. BLOMQUIST (1883) antaa eloisan kuvauksen kuusen vaikeuksista sen pyrkimässä koivun latvusten läpi. Niin kauan kuin se ei vielä ylety koivun alimpiin oksiin saakka, se kasvaa hyvin ja säännöllisesti; vasta myöhemmin alkaa sille ankara taistelu, joka varsinkin siinä tapauksessa on vaikea, että kuusi kasvaa lähellä koivun runkoa, jolloin se joutuu kasvamaan läpi koko koivun latvuksen. Useat kuusiyksilöt sortuvat tässä taistelussa, mutta osa säilyy hengissä, ja vähitellen, kun koivut lyhytikäisempinä häviävät ennen kuusia, metsikkö muuttuu puhtaaksi kuusikoksi, jota muut puulajit eivät pysty valtaamaan (ss. 103—104).

Kaskimaille syntyneissä kuusi-koivu-sekametsiköissä kuusi HEIKINHELMON (1915) mukaan on alkuajat melkein poikkeuksetta »ihometsänä» ja vain hyvillä mailla se voi jo aikaisin nousta keskisiin ja ylimpiin latvuserroksiin, kuitenkin sillä edellytyksellä, ettei kumpikaan puulaji kasva kovin tiheänä. Kun ainakin kaskikoivikot harvenevat paitsi vanhuuttaan myöskin sieni-, lumi- ym. tuhojen vuoksi, kuusi pääsee vähitellen nousemaan koivun rinnalle ja sen ohikin. Jos kuusi on koivua huomattavasti nuorempi, se kasvaa HEIKINHELMON havaintojen mukaan paremmin kuin tasaikäisessä sekametsikössä, sillä näissä olosuhteissa se pääsee heti vapaammin kehittymään ja säästyy paremmin lumituhoilta (ss. 223—224) A. K. CAJANDER (1917) selittää myöskin, että ainakin valon saannin puolesta kuusi menestyy nuorena sangen hyvinkin koivikon alla, lukuunottamatta sitä aikaa, jolloin nuori koivikko on tiheimmillään; tällöin se on kuusen taimillekin liian varjoisa. Kuusen hyvä viihtyminen koivikon alla saattaa johtua siitä, että näiden puulajien lehdet absorboivat eri valonsäteitä eri suuressa määrässä (s. 179). BORG (1926) korostaa erityisesti sitä, että koivu suojaaa kuusitaimistoa hallalta. Kun se sitä paitsi muodostaa

valoisan katoksen ja on keväällä melko kauan lehdettömänä, on hyvin ymmärrettävää, että kuusi kasvaa koivikon alla paremmin kuin esimerkiksi männikön alla (ss. 34—36). Myöskin HERTZ (1930) mainitsee siitä, että kuusi näyttää harvassa koivikossa menestyvän ainakin yhtä hyvin kuin täysin vapaana. Koivun lehtikarikkeet tarjoavat kuusen taimille sopivan itämispohjan ja koivu suojelee nousevia kuusen taimia liialta auringonvalolta. Myöskin kuusen istuttaminen harvaan koivikkoon tarjoaa monia etuja: kuusen taimet kasvavat ripeämmin ja kun koivut lopuksi poistetaan saadaan niistä »ainakin kunnollista polttopuuta, jos ei parempaa» (ss. 38—42). LAITAKARIN (1930) mukaan voi runsas koivun sekoitus tulla kuusitaimistolle vaaralliseksi siksi, että koivut piiskaavat kuusten latvat pilalle. Jos tällaista metsikköä kuitenkin hoidetaan tarkasti, voi se monessa suhteessa olla edullisempi kuin puhtas kuusikko. Tällöin mm. ilmanvaihto maassa on parempi ja juuristokilpailu on pienempi kuin puhtaassa metsikössä. Erittäin suotavana LAITAKARI pitää kuusialikasvoksen kasvattamista valtakoivikon alla. Tämän kuusen kasvatustavan suurin etu on siinä, että koivun ehdittyä hakkausikään uusi metsä on valmiina entisen tilalla. Tutkittuaan myöhemmin koivun juuristoa ja todettuaan mm., että sen vaaka-suora juuristo on pääasiallisesti eri syvyystasossa kuin kuusen, LAITAKARI (1934) saattoi pitää jokseenkin varmana, että juuri tämä seikka selvittää parhaiten kuusen taimiston hyvän viihtymisen koivikon alla. Kuuset tosin usein pyrkivät kehittymään koivun valoisan latvuskatoksen alla oksaisiksi, sen sijaan koivut ovat yleensä hyvämuotoisia ja korkealle oksistaan puhdistuneita. Edullisin kuusi-koivu-sekametsikkö on tämän vuoksi sellainen, jossa kuusi on pääpuulajina ja koivu sekapuuna (ss. 158—159). — Istutettujen kuusitaimistojen menestymisestä koivikon alla on mainittu (ERKKI K. CAJANDER 1933), että ne yleensä menestyvät hyvin, ellei päällysmetsä ole kovin tiheä, mutta niiden kasvaessa juromisaikansa jälkeen erittäin nopeasti, koivujen poistaminen voi tuottaa vaikeuksia, koska tällöin kuusitaimisto helposti vahingoittuu (ss. 48—49).

#### Kuusi ja tervaleppä.

GAYERIN (1898) mukaan tällaisia sekametsiköitä tavataan Saksassa varsinkin jokien tulvamailla ja korvissa, joissa tervalepät aikoinaan ovat muodostaneet puhtaita metsiköitä, mutta joihin kuusi on myöhemmin vähitellen tunkeutunut. Kuusen kasvu näillä mailla riippuu suureksi osaksi maan kosteus-suhteista. Jos maan kosteus on kummallekin puulajille sopiva, tervaleppä kasvaa alusta alkaen nopeammin kuin kuusi, joka saat-

taa 30—40 vuottakin kituen kasvaa tervalepän alla. Vähitellen kuusen kasvu kuitenkin paranee ja se alkaa saavuttaa tervaleppää. Kuusen sekaimessa metsikössä tervalepät kehittävät erinomaisen kauniin, terveen ja vahvan rungon. — Jos pohjavesi tervalepän kasvupaikoilla jatkuvasti laskee ja maa siten alkaa kuivua, huononee tervalepän kasvu siinä määrin, että kuusi melko helposti valtaa alan (s. 266). Norjalaisen SKINNEMOENIN (1927) havaintojen mukaan kuusi yleensä helposti ilmestyy lepän alle (s. 93; lepän laji mainitsematta) ja kasvaa siellä erittäin hyvin, ilman minkäänlaisia kasvun seisahduksia ja säilyttäen mm. syvänvihreän värinsä (s. 68). Yleensä kuusi ja tervaleppä tulevat yhdessä hyvin toimeen ja tervaleppä puhdistuu tällöin paremmin oksistaan (s. 37). Myöskin norjalaisen MYHRWOLDIN (1928) mukaan kuusen sekoitus on tervalepälle edullinen (s. 600).

#### K u u s i j a h a r m a a l e p p ä .

Itävaltalainen HAMPEL (1884) esittää kahden syväpohjaisella, osittain kostealla maalla kasvaneen koealametsikön mittaustulokset. Toisen koealan kuuset olivat kasvaneet harmaalepikön alla, toisen taas ilman suojapuustoa. Edellisellä koealalla sekä harmaalepät että kuuset olivat hyvin eri-ikäisiä, mutta kumpikin keskimäärin 22 vuotta vanhoja. Kuusten keskipituus oli 3 m, läpimitta (»Stockdurchmesser») 7 sm ja viimeisten latvakasvainten keskipituus 30 sm. Tosin kuusten kehitys todennäköisesti oli tällä koealalla jonkin verran hidastunut harmaaleppien vuoksi, mutta ne olivat kuitenkin terveitä ja melko hyväkasvuisia. Kun kuusien lukumäärä harmaaleppien alla oli 3,750 kpl/ha ja puhtaassa kuusikossa vierellä vain 3,000 kpl/ha, HAMPEL olettaa tämän eron johtuvan siitä, että kuuset edellisellä koealalla olivat saaneet kasvaa harmaalepikön suojassa. Edelleen HAMPEL osoittaa, että harmaaleppien, joita oli 2,250 kpl/ha, keskimääräinen vuotuinen pituuskasvu kulminoi jo 12—13 vuoden iällä, suunnilleen samoihin aikoihin kuin keskiläpimitankin vastaava kasvu. Lahovikaisten harmaaleppien prosenttinen osuus suureni yleensä iän mukana. 35—40 vuoden vaiheilla harmaaleppä alkaa väsähtää ja kuolee sen jälkeen vähitellen, joten metsikkö muuttuu puhtaaksi kuusikoksi. Mainittakoon vielä, että vaikka useiden kuusten latvat jo olivat nousseet harmaaleppien latvusten sisään, HAMPEL ei voinut todeta niissä mitään vikoja. BORGMANN (1895) kertoo eräistä Hessenissä, Saksassa, suoritetuista kuusi-istutuksista lievästi väljennetyin harmaaleppäsuojusmetsän alle. Taimet olivat 3-vuotisia, kouluttuja ja istutettu 1.3 m:n välein. Harmaaleppien

tiheyden vuoksi ei halla ollut lainkaan vikuuttanut taimia, eikä myöskään metsikköön ollut noussut liian voimakas aluskasvillisuus. Taimet kasvoivat koko ajan erittäin hyvin ja niiden pituus vaihteli 10. vuotena istutuksen jälkeen 2—3 m:iin. Harmaaleppiä harvennettiin toisen kerran 4. vuotena istutuksen jälkeen, sitten 8. vuotena ja loput poistettiin 10. vuotena. FANKHAUSER (1902) mainitsee Sveitsissä tekemiensä havaintojen perusteella, että kuusi erityisen mielellään tunkeutuu alikasvokseksi harmaalepikköihin. Harmaalepän parantamassa maassa ja sen muodostaman valoisan latvuskatoksen alla kuusi kehittyy erittäin hyvin, varsinkin sen pituuskasvu on nopeata ja melko aikaisin kuusen latvat työntyvät läpi harmaalepän latvusten. FANKHAUSER osoittaa vielä muutamilla esimerkeillä, että kuusen ei voi sanoa pahasti kärsivän harmaalepän alla kasvaessaan, mutta vapautuessaan tai vapautettaessa harmaalepistä se kuitenkin melkoisesti vielä lisää kasvuaan. Harmaaleppää pitää FANKHAUSER verrattomana suojapuuna. — Nimimerkki »M.» (1904) kertoo eräästä Keski-Sveitsissä (»bei Meiringen») suoritetusta istutuskokeesta. Kuivalle, kasvi-piteettömälle etelärinteelle istutettiin sekaisin kuusta, mäntyä, lehtikuusta ja harmaaleppää. Viimeksi mainittu puulaji kasvoi alunperin hyvin ja nopeammin kuin muut puulajit muodostaen siten oman latvuserroksensa muiden päälle. Myöskin kuusten toimeen tulo oli alusta alkaen luottamusta herättävä, jota vastoin mänty ja lehtikuusi näyttivät ensi vuosina antavan epävarman tuloksen. Pian nekin kuitenkin paransivat kasvuaan ja jo 15. vuotena istutuksen jälkeen puhkaisivat lepän latvuskatoksen.

MATTHES (1911) kertoo 8-vuotisesta kuusi-istutuksesta (luult. Eberswaldessa), johon osalle hankittiin kaksi vuotta istutuksen jälkeen harmaalepän sekoitus. Tarkastelun aikoina olivat ne kuusen taimet, jotka kasvoivat edelleen avomaalla, kellertävän värisiä ja pieniä, suunnilleen yhtä suuria kuin istutuksenkin aikoina, jota vastoin harmaalepän alla kasvaneet olivat tummanvihreitä, keskimäärin 1.4 m:n pituisia ja tyvestään (am Wurzelhals) 45 mm:n vahvuisia. Viimeksi mainittujen juuristot olivat myöskin paremmin kehittyneet, juuret olivat 1.0—1.5 m:n pituisia ja tyvestään 7—23 mm:n vahvuisia ja niissä oli runsaasti toisen ja kolmannen asteen haaroja sekä imujuuria. DRAPAL jun. (1928) mainitsee samantapaisista havainnoistaan. Eräällä kuusen istutuslialla, johon kuusen joukkoon oli ilmestynyt paikotellen harmaaleppää, harmaalepän seassa kasvaneet kuusen taimet olivat tummanvihreitä ja erittäin hyväkasvuisia, kun taas aukealla kasvaneet olivat kellahtavanvihreitä ja heikommin kehittyneitä. CANZLERIN (1931) mukaan vuosista 1910—13 lähtien Mittel-

höhen hoitoalueessa Saksissa suoritetut kokeet, joissa varsinkin laihahkojen maiden kuusiviljelyksiin on hankittu harmaaleppä-sekoitusta, ovat antaneet kuusen kehityksen kannalta erittäin hyviä tuloksia, joten tulevaisuudessa tätä tapaa tullaan yhä suuremmissa määrässä käyttämään.

AICHINGER ja SIEGRIST (1930) esittävät kasvisosiologisessa mielessä tulvamaa-kasviyhdyksien muuttumisen metsiköiksi Drau-joen varrella Kärntissä. Joen kaivaessa uomansa yhä syvemmäksi sen rantamaat kuivuvat yhä enemmän ja sen mukaan vaihtuvat myöskin rantamaiden kasviyhdyksennat. Aluksi on paljas tulvaveden jättämä hiekkamaa. Tähän kehittyy ensimmäiseksi *Agrostis alba*-yhdyksunta ja melkein saman aikaisesti tai hiukan myöhemmin ilmestyy myöskin pajulajeja. Maan kuivussa yhä enemmän ilmestyy pajujen joukkoon harmaaleppä, joka nopeasti leviää ja tukahduttaa valoa vaativat pajulajit, joten syntyy puhdas harmaalepikkö (*Alnetum incanae*). Tämä puolestaan edistää vuotuisella lehtisadollaan bakteerielämää maassa ja valmistaa siten yhä kuivuvaa maata kuuselle. Kuusi tunkeutuukin hyvin herkästi harmaalepikköön ja siten syntyy aluksi kuusi-harmaaleppä-sekametsä, joka kuitenkin vähitellen muuttuu kuusivaltaiseksi metsiköksi; tämä on sittemmin pysyvä kasviyhdyksunta (Dauergesellschaft). — Sernf-joen laaksosta Glaruksen kanttoonista Sveitsistä WINTELER (1927) esittää vastaavanlaisen kehityksen, jossa harmaalepikkö myöskin lopuksi muuttuu kuusivaltaiseksi metsiköksi (ss. 81—82).

Kotimaisista kirjoituksista mainittakoon, että BLOMQVISTIN (1883) mukaan puhtaat harmaalepiköt muuttuvat vähitellen, vaikkakin hitaasti kuusikoiksi. Ensimmäisen polven kuuset eivät hänen mukaansa kuitenkaan vielä kehity sahapuiksi, vaan jäävät lyhyenpuoleisiksi (s. 104). LASSILA (1911) mainitsee, että kuusen taimet eivät oikein hyvin menesty harmaalepikön alla, vaan mäntykin tulee siellä usein paljon paremmin toimeen. Syyksi kuusen huonoon menestymiseen LASSILA olettaa sen, että harmaalepän juurivesoja muodostavat juuret risteilevät lähellä maan pintaa ja siis samoissa maakerroksissa kuin kuusen juuret. Harmaaleppien pystyyn kuorimista tai katkaisemista pitkään kantoon ja kantojen kuorimista LASSILA ei töiden hankaluuden vuoksi suosittelen, vaan kehoittaa taittamaan harmaalepät niin, että ne jäävät kantoon kiinni ja vähitellen, heikosti vesovina kuolevat. Latvukset jäävät tällöin maan suojaksi ja niiden väliin voidaan seuraavana keväänä toimittaa istutus ja poistaa taitetut puut. Nimimerkki E. V. (1914) toteaa, että harmaalepiköissä on usein kuusinuorennosta, joka kärsii ylispuiden varjostuksesta ja piiskaamisesta. Jos varsinkin kehityskykyistä kuusitaimistoa on runsaasti, se on vapautettava poistamalla

harmaalepät ja muut lehtipuut. Samoin on harvemmissa kuusitaimistoissa meneteltävä, mutta samalla niitä on täydennettävä istutuksella. Tosin kirjoittajan mukaan tällainen sekametsikkö harmaaleppiä poistamattakin vähitellen muuttuu puhtaaksi kuusikoksi, mutta siten muodostuva kuusikko on kuitenkin useimmiten viallista ja vain harvat sen yksilöistä kehittyvät kunnan tukkipuiksi. HEIKINHELMON (1915) havaintojen mukaan varsinkin siemenistä syntyneet harmaalepiköt ovat tiheitä ja usein niiden puut oksikkaita, joten kuusen kehitys niissä on varsin vaikeata. Sitä paitsi erityisesti lumi turmelee kuusta tässä sekametsikkölajissa. Tuhoisin on lumen vaikutus HEIKINHELMON mukaan isoa kuusta kasvavien korpien laiteilla ja notkelmissa olevilla kaskimailla. Useissa tällaisissa kirjoittajan tutkimissa taimistoissa yli 50 %:kin taimista oli lumen melkein pilalle vahingoittamia. Ellei kuusta auteta, se pääsee kyllä lopulta voitolle, mutta kuusikosta syntyy epäsäännöllinen ja usein ryhmittäinen metsikkö (ss. 224—225).

Erittäin mielenkiintoisessa tutkielmassaan MIETTINEN (1933) on selviteltyt kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden rakennetta. Hän on käsitellyt viittä koealametsikköä, joiden suuruus vaihteli 12—50 a:iin ja jotka tutkimuksia varten jaettiin 10 × 10 m:n ruutuihin; nämä ruudut edustivat tavallaan itsenäisiä koealoja. Metsiköistä oli neljä OMT:ltä ja yksi MT:ltä. Harmaaleppien ikä vaihteli 17—22 vuoteen; kuusten keski-ikä osoittautui olevan ainoastaan vuoden tai pari pienempi kuin harmaaleppien ja kaikilla koealoilla vanhimmat kuuset olivat yhdenikäisiä harmaaleppien kanssa. Tämä puulajien melkoinen yhdenikäisyys johtunee siitä, että metsikkö helpoimmin syntyy kaskialalle, niin kuin HEIKINHELMON on osoittanut, ainoastaan aivan lyhyenä aikana kaskialan hylkäämisen jälkeen, jolloin pintakasvillisuus ei vielä haittaa sen syntymistä. Ottaen huomioon tämän puulajien yhdenikäisyyden, on varsin luonnollista, ettei harmaalepikön tiheydellä ole minkäänlaista selvää vaikutusta alla kasvavan kuusitaimiston tiheyteen (harmaalepikön tiheys on määrätty pohjapinta-alan perusteella). Sen sijaan voitiin todeta, että harmaalepikkö todennäköisesti melkoisesti haittaa kuusien pituuskehitystä. Kuusien, jotka luettiin ja mitattiin 1 m:n pituusluokissa, keskipituus vaihteli eri koealojen ruuduissa 1.13—1.96 m:iin; istutuskuusikkojen keskipituuksiin verrattaessa huomataan, että kuusen kehitys harmaalepikössä on ollut paljon hitaampaa. Sitä paitsi tulokset vielä viittasivat siihen, että niissä ruuduissa, joissa harmaaleppien pohjapinta-ala oli keskimäärää pienempi, kuuset olivat kasvaneet paremmin kuin niissä, joissa pohjapinta-ala oli keskimäärää suurempi.

Kuusen taimien laatua tutkiessaan MIETTINEN jakoi taimet kolmeen luokkaan: terveisiin, viallisiin ja kuolleisiin. Yhtä koealaa lukuun ottamatta terveiden taimien prosenttinen osuus aina oli suurin ja kuolleiden pienin. Normaalin tiheissä harmaalepiköissä terveitä taimia oli suhteellisesti enemmän kuin harvoissa ja aukkoisissa metsiköissä. Samoin voitiin todeta, että kuta suurempiin pituusluokkiin taimet kuuluivat sitä pienempi viallisten ja kuolleiden taimien osuus oli. Erityisen mielenkiintoisia ovat vielä ne tulokset, jotka osoittivat kuusen taimien laadun riippuvaisuutta lähimmän, vähintään 5 m:n vahvuisen harmaalepän etäisyydestä. Osoittautui nimittäin, että niiden kuusten joukossa, jotka kasvoivat alle 1/2 m:n etäisyydellä harmaalepistä, terveitä taimia oli suhteellisesti eniten, sittemmin terveiden taimien suhteellinen lukumäärä väheni, joskaan ei aivan säännöllisesti, taimien kasvaessa yhä kauempana harmaalepistä, kunnes etäisyyden tullessa yli 2 m:ksi terveiden suhteellinen lukumäärä jälleen tuntui lisääntyvän.

Tutkiessaan metsikön ja kasvupaikan vaikutusta kuusen rungon kelpoisuuteen LAITAKARI (1935) saattoi todeta eräiden kuusimetsiköiden kuusissa tiheitä oksakiehkuroita, joiden oksat olivat erittäin vahvat. Tämän hän olettaa juuri harmaalepän aiheuttamaksi. Määrättyinä ikäkautena harmaaleppä haittaa siinä määrin kuusen kehitystä, että kuusen pituuskasvu melkein tyrehtyy, jolloin sen oksisto alkaa levitä ja kehittyä voimakkaasti sivulle päin.

\* \* \*

Jos edellä selostettujen, kirjallisuudesta poimittujen kirjoitusten perusteella koetetaan suorittaa jonkinlaista yhdistelmää kuusen menestymisestä sekapuuna erilaisissa metsiköissä, huomataan heti, että monet seikat vaikeuttavat tätä tehtävää.

Ensiksikin on mainittava, että kuusisekametsiköitä koskevia havaintoja ja tutkimuksia on tehty monissa eri maissa ja siis monissa keskenään sängen erilaisissa osissa kuusen laajaa levenemisaluetta. Osa koskee seutuja, joissa kuusi luontaisesti menestyy erittäin hyvin, osa taas seutuja, jotka ainakin lähenevät sen levenemisalueen reunaosia ja missä sen menestyminen yleensä on heikompaa. Kun samat huomautukset koskevat myöskin toisia sekapuulajeja, on selvää, että sekametsiköiden kehitystä koskevat havainnot saattavat antaa ainakin jossain määrin toisistaan eroavia tuloksia (vrt. esim. BODEN 1899). Toiseksi vaihtelevat bonitoimisperusteet ja -tavat eri maissa melkoisesti, joten varsinkin sekametsiköiden kehitystä koskevia tutkimuksia on vaikeata verrata toisiinsa. Myöskin

tutkimustavat ovat eri tutkimuksia suoritettaessa usein olleet hyvin erilaiset. Pelkkien silmämääräisten huomioitten perusteella tehdyt johtopäätökset ovat varsin yleisiä, mutta voivat kuitenkin, erityisesti sekametsiköistä kyseen ollen, johtaa vallan vääriin tuloksiin. Vasta tarkat mittaukset ja niiden tukena vertailu puhtaiden metsiköiden vastaaviin tuloksiin, voivat antaa todellisen kuvan tietyn puulajin joko hyvästä tai huonosta menestymisestä sekametsikössä. Mutta mittauksissakin on usein pantu pääpaino vallan eri metsikön kuvaajille, milloin esimerkiksi pohjapinta-alan tai kuutiomäärän, milloin taas keskipituuden tai keskiläpimitan kehityksen selvittäminen on katsottu tärkeimmäksi ja kuvaavimmaksi. Näiden lisäksi on vielä mainittava metsikön iän verraten yleinen huomiotta jättäminen tai ainakin vaillinainen ja epätarkka määrääminen, mikä voi johtaa esimerkiksi jonkin sekametsikössä tapahtuvan vaiheen erilaiseen ja epätarkkaan suhteelliseen ajanmääräykseen. Useimmiten ovat myöskin metsiköiden tiheysuhteet jääneet riittävää huomiota vaille, samoin kuin eri puulajien osuuksien määrittäminen tavalla taikka toisella, mitkä seikat ainakin kuusi-sekametsiköitä tutkittaessa pitäisi ottaa huomioon. Lopuksi ovat vallankin pelkkien havaintojen perusteella tehtyjen kuvausten väriin vaikuttaneet epäilemättä kulloinkin vallalla olleet »muotisuunnat». Jonkin puulajin, jolla tietyinä aikana ei ole ollut ainakaan suurta merkitystä metsätaloudessa, vahingollisuutta liioitellaan hyvin helposti, varsinkin, jos sekapuuna on tähän verrattuna paljon arvokkaampi puulaji. Objektivisen yhdistelmän laatimista luonnollisesti tämäkin seikka vaikeuttaa.

Jos ensiksi tarkastellaan, miten eri puulajit tulevat sekametsikössä toimeen kuusen kanssa, huomataan, että käsitellyistä havupuista mänty näyttää parhaiten kestävän kuusen taholta tulevaa kilpailua. Useimmiten nimittäin mainitaan, että kuusen taimet hitaammin kasvavina jäävät männyn alle ja joutuvat siellä pahasti kitumaan (esim. G. L. HARTIG 1808, GWINNER 1846, STUMPF 1854, HELMS 1896 ym.), jopa, varsinkin jos mäntyä on kuuseen verrattuna hyvin runsaasti, voivat kokonaan hävitäkin (esim. G. HEYER 1852, GAYER 1878, HELMS 1896 ym.). On kuitenkin myöskin todettu, että kuusi alkuaikojen kitumisesta huolimatta pystyy toipumaan ja vähitellen saavuttamaan mäntyä (esim. BLOMQUIST 1881), vieläpä vaikeuttamaan männyn kehitystä varsin tuntuvasti (esim. G. HEYER 1852, KELLER 1884, VUORI 1913). Todennäköisesti tasaikäisessä, rungoittaisessa sekoituksessa ja kummallekin puulajille sopivalla maalla, kuusen toimeen tulo männyn alla on vaikeanlaista ja sitä vaikeampaa kuta suurempi männyn osuus metsikössä on. Jos sen sijaan kuusta on mäntyyn verrattuna erittäin runsaasti, voi se »altapäin» tuntuvasti häiritä männyn kehi-

tystä, vieläpä siinä määrin, että männyn säilyminen joutuu vaaraan. — Jalokuusi taas jokseenkin poikkeuksetta kaikkien kuvausten mukaan ei tasaisessa sekoituksessa ilman apua juuri pysty kasvamaan, vaan jo sangen aikaisella asteella, kuusen alle jäätyään, häviää. Myöskään lehtikuusi ei yleensä ainakaan kovin hyvin kestä kilpailua kuusen kanssa, vaikka se aluksi kasvaakin nopeammin (esim. GWINNER 1846, UNGER 1861 a, GAYER 1878, KELLER 1884, BELING 1886, L. ILVESSALO 1913, 1916, ERICSSON 1915, TSCHERMAK 1924). Erityisen suotuisissa oloissa ja muodostaessaan metsikön pääosan se kuitenkin voi säilyä, jopa häiritä melkoisestikin kuusen kehitystä (esim. HELMS 1896, KLAMROTH 1929). Niin kuin L. ILVESSALON tutkimukset osoittavat, ei se meikäläisissä oloissa yleensä kunnolla pysty kuusen kanssa kasvamaan. — Lehtipuista muistuttaa pyökin kehitys lähinnä jalokuusen kehitystä kuusisekametsiköissä. Sekin jää jo nuorena kuusen alle ja, ellei sitä auteta, se melkein kaikkien kuvausten mukaan alkaa vähitellen kitua ja kuolla. Samanlaisiksi kuvataan myöskin tammen kehitys, mainitaanpa se aivan erityisen heikoksi taistelussa kuusen kanssa. Päähuomio kuusi-koivu-sekametsiköiden kuvauksissa on kiinnitetty sen taipumukseen piiskata kuusta ja sen vaikutukseen lumituhojen vähentämisessä; varsinainen metsikön kehityksen kuvaaminen on sen sijaan jäänyt vähemmälle. Kuitenkin saadaan se käsitys, että koivu sangen hyvin kestää kuusen puolelta tulevaa kilpailua ja on tässä kilpailussa voimakas puulaji, jonka voittaminen on kuuselle mahdollista vain sen pitemmän elinajan turvin (esim. BLOMQVIST 1883, HEIKINHEIMO 1915). Harmaaleppä on taas aivan liian lyhytikäinen puulaji voidakseen luonnonoloissa kauan kestää kilpailua (HAMPEL 1884, HEIKINHEIMO 1915). Lyhyenä elinajan se tosin joko välillisesti tai suoranaisesti voi kuusen kehitystä melkoisesti häiritä, mutta kuusi kuitenkin, jos se on riittävän tiheä, melko pian pääsee voitolle.

Kuvausten perusteella voidaan siis sanoa, että kuusi on sekametsikössä yleensä voimakas kilpailija, joka kykenee säilymään sekametsikössä, jopa suoriutuu hyvinkin monissa tapauksissa voitollisesti kilpailijoistaan ja vain hyvin harvoissa tapauksissa on selvästi heikommassa asemassa kuin kilpailijansa. Lienee sen vuoksi paikallaan tarkastella niitä syitä, joita on esitetty selvittämään kuusen menestymistä sekametsiköissä. Tärkeimpänä pidetty ja yleisimmin esitetty näistä on kuusen suuri varjonkestävyys. Kuvauksista selviää, että lukuun ottamatta eräitä nuorella iällä kuusta hitaammin kasvavia puulajeja, (jalokuusi, pyökki), kuusi yleensä alusta alkaen jää muista puulajeista jälkeen, ja melkein poikkeuksetta se, että kuusi siitä huolimatta pystyy säilymään sekametsiköissä,

johtuu kirjoittajien mukaan juuri kuusen suuresta varjon sietämiskyvystä. Samoin kuin tätä ominaisuutta on myöskin yleisesti korostettu kuusen voimakasta varjostamiskykyä. Alkuaikoina kuusta hitaammin kasvavat puulajit, kuusen alle jäätyään, helposti menehtyvät, vaikka ne olisivat hyvinkin varjoa sietäviä (vrt. jalokuusen suhteen: GWINNER 1846, STUMPF 1854, GAYER 1878 ym., pyökin suhteen: v. UNGER 1836, GWINNER 1846, GAYER 1878 ym.). Myöskin eräät valoa vaativat puulajit, jotka tosin alkuaikoina kasvavat nopeammin kuin kuusi, mutta joita kuusi myöhemmin tavoittaa, joutuvat useiden kuvausten mukaan yhä enemmän kärsimään kuusen aiheuttamasta voimakkaasta sivuvarjostuksesta (vrt. lehtikuusen suhteen: v. UNGER 1861 a, BELING 1886 ym.). Hyvin usein esitetty syy kuusen säilymiseen ja menestymiseen sekametsiköissä on myöskin sen kauan kestävä kasvun, joten se aikoinaan, toisten sekapuiden jo »lopetettua» kasvunsa, kykenee ne saavuttamaan, jopa jättämään jälkeensäkin (vrt. männyn suhteen: GWINNER 1846, lehtikuusen suhteen: sama ja GAYER 1878 ym.). Tässä yhteydessä on myöskin mainittava esimerkiksi BLOMQVISTIN (1883) esittämä kuusen ilmeinen kasvunenergian taistellessa koivikossa sekä kuusen kyky toipua voimakkaasti pitkäaikaistenkin epäsuotuisien olosuhteiden jälkeen (esim. GAYER 1878, BARTH 1905 b, FANKHAUSER 1902 ym.). Edelleen kuusi saattaa, varsinkin lyhytikäisten lehtipuiden seassa kasvaessaan pitkän ikänsä lopuksi vallata kasvupaikan (BLOMQVIST 1883 ym.). Vielä ovat useat kirjoittajat kiinnittäneet huomiota kuusen taipumuksen kuivattamaan. Tiheällä pinnallisella juuristollaan kuusi estää sadeveden suuremman tai pienemmän osan painumasta syvempijuurisien puulajien ravinnonottopiiriin ja siten vaikeuttaa niiden kehitystä (vrt. männyn suhteen: ZETSCHKE 1883, SCHMIDT 1890, VATER 1905, SCHWAPPACH 1914, KMONITZEK 1930 ym., lehtikuusen suhteen: MYHRWOLD 1928 ja tammen suhteen: »et-» 1881, GAYER 1878, DENGLE 1930 ym.). Läheisesti liittyvät tähän ne, tosin hyvin harvat maininnat kuusen ilmeisestä melkoisesta kyvystä kestää juuristokilpailua, vieläpä alle jääneenä vaikeuttaa suurempien puiden kehitystä (BORGGREVE, PÖNTYNE 1929, LAITAKARI 1934).

Niistä haitoista, joita edellä mainittujen kirjoittajien mukaan kuuselle aiheutuu sekametsiköissä, mainittakoon ensiksikin, että kuusi nuorena, useimpia muita puulajeja hitaammin kasvavana, joutuu ennen kaikkea kärsimään valonpuutteesta. Kuta suurempi nopeammin kasvavien sekapuiden osuus on, ts. kuta suljetumman latvuskatoksen ne muodostavat sitä enemmän kuusen kasvu häiriintyy, voipa se kokonaan hävitäkin



(vrt. G. L. HARTIG 1808, PFEIL 1837, STUMPF 1854, G. HEYER 1852, BURCHARDT 1870, GAYER 1878, HELMS 1896, SCHILLING 1925 ym.). Juuristokilpailun kuuselle aiheuttamasta haitasta ei yleensä tässäkään mielessä tavata mainintoja, mutta eräisiin huomautuksiin tilan tai kasvu-tilan (Raum, Wuchsraum) puutteesta voinee sekin sisältyä. Yleisesti mainitaan myöskin, että eräät sekapuulajit piiskaavat ja hankaavat kuusen silmuja ja kasvaimia pilalle. Erittäin yleisiksi mainitaan tällaiset tuhot koivun sekaisissa kuusikoissa (PFEIL 1841, HEYER 1852, GAYER 1878, BURCHARDT 1893, SCHOTTE 1918, LAITAKARI 1930 ym.), mutta myöskin kuusi-lehtikuusi-sekametsiköissä niitä tavataan (G. HEYER 1852, HELMS 1896). Kuusen kärsimistä lumivahingoista mainitaan yleensä vain kuusi-koivu- ja kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden yhteydessä. Yleensä tuntuu kuuselle tässä suhteessa olevan hyötyä koivun sekoituksesta; sen kärsimät lumituhot mainitaan tällöin pienemmiksi (PFEIL 1841, GWINNER 1846, BARTH 1905 a, b, HEIKINHEIMO 1915, SKINNEMOEN 1927 ym.). Sen sijaan harmaalepiköissä on kuusen lumivahingot mainittu suuremmiksi kuin puhtaissa kuusikoissa (HEIKINHEIMO 1915, MIETTINEN 1933).

Tärkeimmistä sekametsiköiden kuuselle suomista eduista mainittakoon suoja hallaa, pintakasvillisuutta, kuivumista ym. vastaan. Varsinkin hallalle arka kuusi kykenee ensi vuosinaan paremmin kehittymään sitä nopeammin kasvavien, mutta hallalle vähemmän arkojen puulajien alla kuin ilman suojapuustoa. Samoin vaikeutuu yleensä valoa vaativan pintakasvillisuuden voimistuminen, joten kuusen kehittymismahdollisuudet paranevat (esim. BORG 1926, HERTZ 1930, 1932 ym.). Teknilliseltä kannalta katsottuna on vielä mainittava, että ainakin tietyissä olosuhteissa kuusi suojametsän alla kehittyy hento-oksaisemmaksi (ERKKI K. CAJANDER 1933).

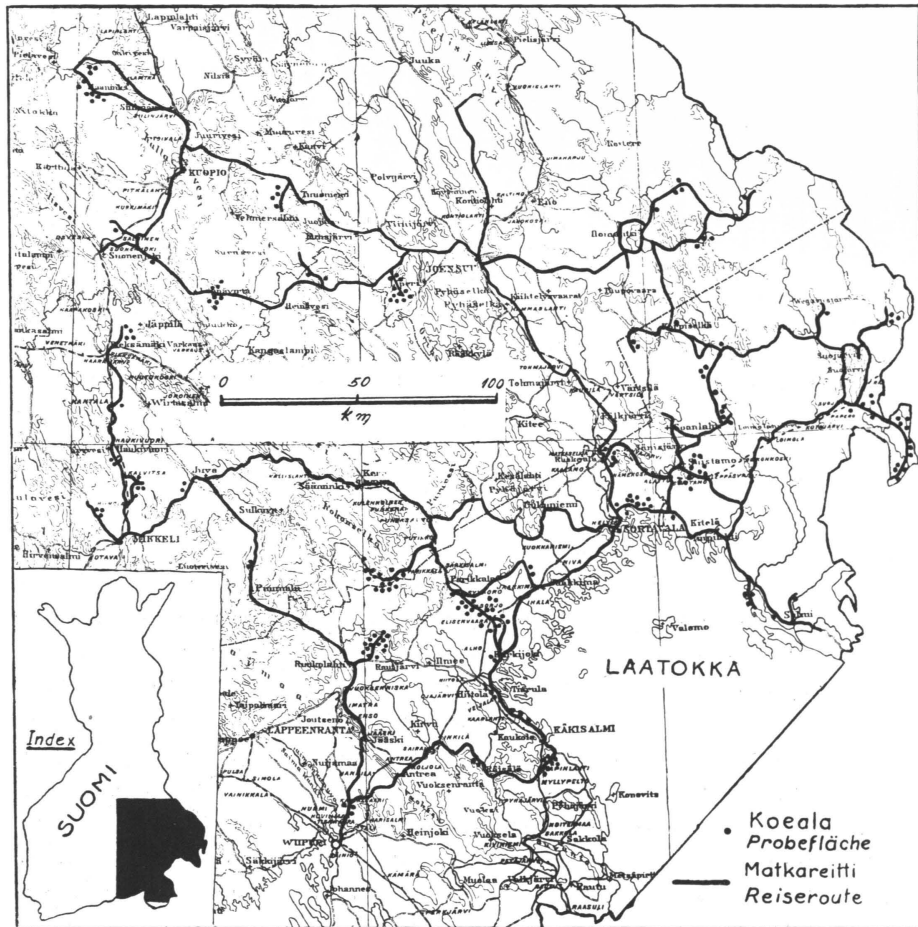
### Tutkimusaineiston keruu.

Tutkimuksen aineistoa on koottu kahtena kesäkautena. V. 1934 suoritettiin yksinomaan kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden mittauksia ja v. 1935 pääasiallisesti juuristotutkimuksia sekä jonkin verran täydennys-havaintoja ja -mittauksia edellisen kesän aineistoon. Tämän lisäksi on yleisluontoisia havaintoja tästä sekametsikkölajista tehty vuodesta 1931 lähtien.

### Metsikköä koskevat tutkimukset.

Tämän osan aineisto on pääasiallisesti koottu Suomen eteläpuoliskon itäosasta, Viipurin, Mikkelin ja Kuopion lääneistä. Aineiston keruutyö aloitettiin kesäkuun alussa 1934 Suojärvellä ja jatkettiin tutkimustyötä kesän kuluessa seuraavissa pitäjissä: Ruokolahti, Räisälä, Käkisalmen mlk., Kaukola, Hiitola, Kurkijoki, Parikkala, Jaakkima, Sortavalan mlk., Ruskeala, Soanlahti, Suistamo, Korpiselkä, Salmi, Impilahti; Mikkelin mlk., Pieksämäki, Virtasalmi, Puumala, Juva, Sääminki, Heinävesi; Leppävirta, Suonenjoki, Tuusniemi, Maaninka, Liperi ja Ilomantsi. Kaikissa edellä luetelluissa pitäjissä tehtiin tarkkoja metsikkötutkimuksia, joiden lisäksi kaikkialla matkojen varsilla suoritettiin ylimalkaisempia huomioita ja muistiinpanoja. Tietoja tutkimuksiin soveltuvista metsiköistä saatiin ennen kaikkea Enso-Gutzeit-Tornator-yhtymän paikallisilta metsänhoitajilta, piirimiehiltä ja metsänvartijoilta, sekä sitä paitsi metsänhoitolautakuntien toimihenkilöiltä. Ilman heidän antamaansa suurta apua, olisi aineiston keruu huomattavasti vaikeutunut ja tutkimustyön kulku paljon hidastunut. Näiden lisäksi ovat lukuisat yksityiset tilanomistajat sekä valtion metsänhoitajat runsaasti ohjeillaan helpottaneet sopivien sekametsiköiden löytämistä. — Suoritetut matkat samoin kuin koealojen paikat selviävät kuvasta 1.

Tutkitut koealametsiköt jakaantuvat eri läänien osalle siten, että niitä Viipurin läänissä on 115 kpl., Mikkelin läänissä 37 kpl. ja Kuopion läänissä 44 kpl., yhteensä siis 196 kpl. Valtavasti suurin osa niistä on yksityismailla (142 kpl.), puutavarayhtiöiden mailla 45 kpl., joista 40



Kuva 1. Tutkimusalue. — Abb. 1. Untersuchungsgebiet.

Enso-Gutzeit-Tornator-yhtymän ja 5 Oy. Läskelä Ab:n mailla, valtion mailla 7 kpl. ja seurakuntien (Mikkelin msk.) 2 kpl.

Koealoista on 18 OMaT:ltä (siihen luettuna OMaT ja AT), 85 kpl. OMT:ltä (niistä 3 kpl. PyT:ltä) ja 93 kpl. MT:ltä. Vaikeinta oli lehdosta löytää sopivia koealoja. Useimmat tämän metsätuoteryhmän metsiköistä olivat liiaksi koivunsekaisia tai kuusitaimiston puolesta harvoja, epätasaisia ja aukkoisia. Ilmeisesti kuusen taimettuminen on näillä mailla vaikeampaa kuin huonommilla metsätuoteryhmillä lyhyen taimettumisajan sekä runsaan ruoho- ja heinäkavillisuuden vuoksi.

Tutkittujen metsiköiden iät 10 v:n ikäluokissa selviävät seuraavasta asetelmasta:

Metsätuoteryhmä Waldtyp	Ikäluokka, v. — Altersklasse, J.								
	<10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81+
	Koealoja, kpl. — Probeflächen, St.								
OMaT . . . .	—	2	8	3	3	2	—	—	—
OMT . . . .	1	21	39	19	3	1	1	—	—
MT . . . . .	1	17	29	24	10	6	1	3	2
Yhteensä Insgesamt	2	40	76	46	16	9	2	3	2

Aivan nuoria, alle 10-vuotisia koealoja oli myöskin sangen vaikeata löytää. Syynä on ensiksikin se, että näin nuoria, koskemattomia (ennen kaikkea karjalta säästyneitä) kaskialoja tavataan enää harvoin ja toiseksi se, että alle 10 v:n ikäisinä kuusen taimet usein vielä ovat niin pieniä, että niitä on pintakasvillisuuden joukosta vaikeata huomatakaan. Vanhempia, yli 50-vuotisia metsiköitä otettiin tarkemmin tutkittaviksi vain sieltä täältä, missä vielä varmuudella voitiin päätellä metsikön aikoinaan olleen harmaaleppäsekoittainen tai missä paikkakuntalaiset varmuudella tiesivät asian laidan näin olleen. Näiden koealojen tarkoituksena oli selvittää kuusikon kasvua jonkin aikaa sen jälkeen kuin harmaaleppä ovat metsiköstä hävinneet.

Metsikkömittaukset ja tarkemmat tutkimukset suoritettiin, niin kuin jo on mainittu, koealoittain. Ennen koealan sijoittamista metsikköön kiinnitettiin huomio ennen kaikkea seuraaviin seikkoihin: että puulajisekoitus oli tasainen ja että metsikkö kokonaisuudessaan oli mahdollisimman yhtenäinen, että metsätuoteryhmä oli riittävän suurella alalla sama, että metsikkö oli koealan sijoittamista varten tarpeeksi suuri ja että sekapuita ei ollut liikaa.

Puulajisekoituksen tasaisuuteen kiinnitettiin erityisesti huomiota. Metsiköt, jotka olivat enemmän tai vähemmän ryhmittäin sekametsiä, hylättiin, koska normaalitapauksena pidettiin mahdollisimman tasaista rungoittaista sekoitusta, jossa eri puulajien vaikutus toisiinsa kautta koko koealan olisi mahdollisimman yhtäläinen. Harmaaleppiä oli yleensä aina riittävästi ja sangen tasaisesti tarkastetuissa metsiköissä, sen sijaan kuusitaimiston tasaisuus antoi useasti toivomisen varaa, ja oli siihen suuri huomio kiinnitettävä koealaa rajoitettaessa. Varsinkin silloin, kun kuusen taimia oli vähänlaisesti metsikössä, jouduttiin usein harmaaleppien puolesta hyvinkin sopivat metsiköt hylkäämään. Jos kuusitaimisto oli riittävän tasainen, ei sen suurempaa tai pienempää tiheyttä pidetty

esteenä, koska tutkimuksissa pyrittiin selvittämään myöskin kuusitaimiston tiheyden vaikutusta metsikön kehitykseen.

Näiden vaatimusten vuoksi pieniä tutkittavaksi kelpaava metsikön osa usein melkoisesti. Edelleen, vaikkakin harvemmin, vaikutti samaan suuntaan sekapuiden (siis muiden kuin kuusten ja harmaaleppien) runsaus ja asema metsikössä. Niiden yhteinen määrä ei lopullisesti hyväksytyillä koealoilla saanut ylittää 15 % metsikön runkoluvusta. Runkolukua pidettiin sopivampana perusteena kuin pohjapinta-alaa, koska varsinkin männy ja koivun osuus nuorenpuoleisissa metsiköissä, joissa kuusi vielä on matalaa ja rinnankorkeusläpimittansa puolesta vähäistä, pohjapinta-alan perusteella arvostellen ilmeisesti tulisi liian suureksi ja niiden vaikutus metsikön kehitykseen todennäköisesti yliarvioituksi.

Vielä pienensi koealojen alaa joskus se seikka, että metsätyyppi jollakin metsikön osalla ilmeisesti oli toinen kuin muualla. Tällaiset osat, jotka todettiin risteilemällä metsikön laidoilla ja sen sisällä, luonnollisesti koealaa rajoitettaessa oli jätettävä koealan ulkopuolelle.

Näiden huomioiden ja metsikön tarkastusten jälkeen vasta ryhdyttiin koealaa rajoittamaan ottaen huomioon edellä todetut seikat. Yleensä pyrittiin koealat muodostamaan neliön tai suorakaiteen muotoisiksi, mutta täytyi tästä vaatimuksesta monesti tinkiä ennen kaikkea yllä mainittujen seikkojen vuoksi, joskin kovin epäsäännöllisiä, kulmikkaita ja monimutkaisia koealoja aina koetettiin välttää. Useimmiten koealojen rajat avattiin lievästi eräitä runkoja tai oksia poistamalla, jolloin samalla kaadettavista rajapuista merkittiin ne, jotka vielä oli otettava huomioon puiden lukemisessa.

Edellä on jo mainittu tärkeimmät syyt, joiden vuoksi koealat yleensä jäivät pienehköiksi. Lisäksi vaikuttaa tähän se, että kaskialat, joille yhtä aikaa on tullut sekä kuusta että harmaaleppää, ovat yleensä pienehköitä ja siten, huomioon ottamattakaan yllä mainittuja seikkoja, tuntuvasti rajoittavat koealojen suuruutta. Yleensä pyrittiin koealat muodostamaan 0.1 ha:aa suuremmiksi; suurimmat koealat, vanhimmissa metsiköissä, ovat  $\frac{1}{3}$  ha:n suuruisia, yleisimmin 0.1—0.2 ha:n kokoisia, mutta eräissä tapauksissa on täytynyt tyytyä vieläkin pienempiin, alle 0.1 ha:n suuruisiin koealoihin. Parissa aivan nuorena metsikössä otettiin vain 1 a:n kokoiset koealat, joille niillekin tuli 150—300 kuusta ja 70—80 harmaaleppää. Kun osoittautui, että koealat olosuhteiden pakosta oli täten muodostettava pienehköiksi, koetettiin tätä haittaa pienentää ottamalla mahdollisimman lukuisia metsiköitä tutkittaviksi ja samalla tiukentamalla metsiköille asetettavia vaatimuksia.

Koealan rajoittamisen jälkeen luettiin ja mitattiin sen rajojen sisälle jääneet puut, erikseen harmaalepät ja erikseen kuuset. Harmaalepät mitattiin aina rinnankorkeudelta käyttämällä rinnankorkeuden osoittajana 1.3 m:n pituista keppiä. Mittaus toimitettiin itsetasaavalla kaulaimella 1 sm:n läpimittaluokissa, joissa luokan keskiarvo sattui aina täyden senttimetrin kohdalle. Samanlaista mittaustapaa ovat mm. LÖNNROTH (1925, ss. 95—96) ja PÖNTYNE (1929, s. 70) aikaisemmin käyttäneet (vrt. myös ERKKI K. CAJANDER 1933, s. 8). Harmaaleppä on niin nopeakasvuinen puulaji, että kaikissa koealoissa käytännöllisesti katsoen jokainen yksilö oli mittausaikana jo vähintään 1.3 m:n pituinen. Sen sijaan kuusten mittaamista ei voitu suorittaa läheskään kaikissa tapauksissa tällä tavoin, koska siten suuri osa kuusiyksilöistä olisi jäänyt mittauksen ulkopuolelle. Vain siinä tapauksessa, että kaikki kuusiyksilöt olivat ilmeisesti 1.3 m:ä pitemmät, puiden rinnankorkeusläpimitta mitattiin puun luvun yhteydessä. Muussa tapauksessa luettiin ja mitattiin puut  $\frac{1}{2}$  m:n pituusluokissa tangon avulla. Tällöinkin mitattiin millimetrikaulaimella useiden eri pituusluokkiin kuuluvien kuusten läpimitat rinnankorkeudelta, jotta kuusten keskiläpimitta myöhemmin voitaisiin laskea (vrt. ss. 82—83). Nuorimmissa metsiköissä, missä kaikki kuuset olisivat joutuneet alimpaan pituusluokkaan (0.0—0.50 m), jonka keskiarvo (0.25 m) ei olisi vastannut likimainkaan niiden todellista keskipituutta, mitattiin taimet 5:n tai 10 sm:n pituusluokissa. — Luetut ja mitatut puut merkittiin heti punamullalla väriwasaraa käyttäen. Männyt ja koivut samoin kuin muut koealalla mahdollisesti esiintyvät puulajit mitattiin aina rinnankorkeudelta niin kuin harmaalepätkin ja merkittiin puunlukulomakkeissa kukin puulaji muista erilleen. — Sen jälkeen kun kävi selväksi, että kuusitaimistojen luokittelu niiden tiheyden mukaan oli välttämätöntä tutkimuksen täydellisyyden kannalta, otettiin puiden lukemisessa ja mittaamisessa huomioon myöskin kuolleet puuyksilöt, joiden suhteen meneteltiin aivan samoin kuin vastaavien elävienkin puiden. 22 ensimmäisellä koealalla muistiinpanot ovat tässä suhteessa kuitenkin epätäydellisiä.

Puiden pituusmittaukset suoritettiin osittain hypsometrillä (Lönnrothin malli) osittain tangon avulla. Jos harmaalepät olivat vielä pienehköitä, mitattiin niiden pituus samalla tangolla, jolla kuusten lukeminen ja mittaaminen oli suoritettu, muuten hypsometrillä. Kun harmaaleppien pituuden ja läpimitan välinen suhde ilmeisesti ei ole yhtä säännöllinen kuin havupuilla, suoritettiin niiden pituusmittauksia hyvin runsaasti, jotta pituuskäyrän kulku mahdollisimman tarkasti saataisiin selville. Kuusten pituuden mittaaminen tuli luonnollisesti kysymykseen

vain silloin, kun ne puun luvun yhteydessä oli mitattu rinnankorkeudelta; tällöin pituusmittaukset suoritettiin hypsometrillä. Myöskin sekapuiden pituuksista tehtiin muistiinpanoja.

Meillä on jo aikaisemmin selvitelty sekä kuusen (Y. ILVESSALO 1920 a, b, ERKKI K. CAJANDER 1933) että harmaalepän (MIETTINEN 1932) kasvu- ja tuottosuhteet tärkeimmillä metsätyypeillä Suomen eteläpuoliskossa, joten tämän tutkimuksen yhteydessä ei tähän puoleen enää pantu niin suurta painoa kuin kummankin puulajin keskinäisiin, biologisiin kehitysmahdollisuuksiin ja niiden sen mukaiseen kehitykseen samassa metsikössä. Tästä syystä ei eri koealoilla valittu ja mitattu koepuita kunkin koealametsikön kuutiomäärän ja -kasvun selvittämiseksi, vaan katsottiin, että kummankin puulajin runkoluvun, pituuden, vahvuuden sekä pohjapintalan kehityksen selvittäminen riittävästi valaisee niiden kehityksen eri puolia.

Eräillä koealoilla, joskin hyvin harvoin, piirrettiin puukartat, joille merkittiin eri merkeillä kukin puulaji, sen elävät ja kuolleet yksilöt. Näiden tarkoituksena oli osoittaa havainnollisesti puulajisekoituksen tasaisuus tarkistuksen vuoksi, jotta totuttaisiin jo silmämääräisesti arvioimaan tämä seikka tyydyttävästi. Edelleen oli tarkoituksena niiden avulla selvittää mm. sitä, oliko eri puulajien sijainnissa, kuolevien ja kuolleiden puuyksilöiden asemassa ym. jotain säännöllisyyttä, eri puulajien latvusprojektoiden alat (vrt. LAPPI-SEPPÄLÄ 1930, ss. 97—109) ym. Kun myöhemmin kuitenkin osoittautui, että tällä tavoin ei mitään oleellisia seikkoja saatu selville, luovuttiin puukarttojen teosta.

Metsätyypin määräämiseen kiinnitettiin edelleen tarkkaa huomiota, koska varsinkin nuorimpien ja nuorenaisten metsiköiden pintakasvillisuus ei useimmiten vielä ole täydellisesti palautunut kaskeamisen jäljiltä ennalleen, vaan sisältää melkoisesti vierasta kasvainesta. Kunkin koealan kasvipeitteestä tehtiin mahdollisimman täydellinen lajiluettelo NORRLININ runsausasteikkoa käyttäen. Edelleen tehtiin muistiinpanoja viereisten metsiköiden metsätyypeistä, jotta niidenkin perusteella voitaisiin varmentaa kyseellisen metsikön metsätyypin määräämistä. Kasvilajiluettelon laadinnassa samoin kuin metsätyypin määräämisessä tekijällä oli aika ajoittain tilaisuus käyttää ammattibotanistin apua.

Metsiköiden ikämääräykset toimitettiin joko mahdollisimman matalista kantoleikkauksista tai kairaamalla. Iät määrättiin kunkin puulajin 5—6 puuyksilöstä eri puolilla koealaa ja osoittautui tällöin, että kullakin koealalla kaikki koepuut ja siis kaikki puulajit olivat miltei poikkeuksetta yhdenikäiset. Kuusen ja harmaalepän ikien erot

nousivat korkeintaan 3 vuoteen, mikä ero saattaa vallan yhtä hyvin joutua siitä, että kuusen ensimmäisten vuosilustojen määrääminen myöhemmin on usein vaikeata, siis ts. iän määräämisen epätarkkuudesta kuin todellisesta eri aikaisesta siementymisestä. Useimmiten kaikkien puulajien ikämääräykset kuitenkin antoivat aivan saman tuloksen, mistä syystä niitä muutamia (7 kpl.) koealametsiköitäkin, joissa ikäeroa huomattiin, pidettiin puulajiansa puolesta yhdenikäisinä, kun ikien erot joka tapauksessa olivat sangen pienet. Myöskin MIETTINEN (1932, s. 30, 1933) mainitsee, että kuusialikasvos harmaalepikössä on useimmiten samanikäinen lepän kanssa (vrt. s. 73).

Lopuksi tehtiin kullakin koealalla vielä joukko yleisiä metsikköä koskevia muistiinpanoja metsikön syntytavasta, siemenpuiden tai siementäneen metsikön runsaudesta, sijainnista koealametsikköön katsoen, laadusta ym., usein karttapiirroksen avulla, hallaym. vahingoista, karikkeiden määrästä, maan kivisyydestä, maaperän laadusta jne. kunkin tutkittavan metsikön erikoislaadun mukaan.

### Juuristotutkimukset.

Juuristotutkimukset suoritettiin pääasiallisesti Enso-Gutzeit-Tornator-yhtymän mailla Ruokolahdella sekä osittain yksityismailla Sortavalan ympäristöillä.

Kun juuristojen tutkiminen on sangen hidasta ja aikaa vaativaa työtä, täytyi tutkittavien puuyksilöiden valintaan kiinnittää runsaasti huomiota, jotta mahdollisimman monipuolisesti voitaisiin valaista erilaisia tapauksia turhaa työtä tekemättä. Tässä suhteessa tutkimuskohteiden valintaa suuresti helpotti edellisenä kesänä ja välisenä talvikautena saatu kokemus kummankin puulajin kehityksestä: käsitys tyyppiyksilöistä ja tyyppitapauksista oli kiteytynyt, joten valinnan suorittaminen tällä pohjalla oli helpompaa ja johdonmukaisempaa.

Tutkittaviksi valittiin aina kaksi lähekkäin kasvavaa puuyksilöä, joista toinen oli kuusi ja toinen harmaaleppä ja joiden juuristot joko kokonaan tai osittain kaivettiin esiin. Näistä pareista pyrittiin saamaan sarja, jossa olisi harmaalepän lähetyvillä kasvava, täysin normaalisti kehittynyt kuusi, hyvin hitaasti kehittynyt, huonomuotoinen ja kituva kuusi ja mahdollisimman monet näiden väliasteet. Kun tutkittavat puut valittiin suunnilleen samanikäisistä yksilöistä, mahdollisimman samankaltaisista metsiköistä ja samalta metsätyypiltä, oli ainakin mahdollisuus todeta,

onko kysymyksessä olevien puulajien maanpäällisten osien kehittymistavalla ja niiden juuristojen keskinäisellä sijainnilla mahdollisesti jonkinlaista suhdetta toisiinsa (vrt. esim. AALTONEN 1920 a). Näiden lisäksi päätettiin vielä kaivaa esiin juuristopareja sellaisista metsiköistä, joista harmaaleppä jo on häviämässä, jotta juuristojen suhteita tässäkin metsikön kehitysvaiheessa voitaisiin selvittää.

Kaivuu- ym. töissä seurattiin pääasiallisesti LATTAKARIN (1927, ss. 52—63, 1934, ss. 14—19) esittämiä työmenetelmiä, joskin metsikön ja tutkimuksen laadun mukaisesti niistä monesti poiketen. Niinpä juuristojen mittaaminen, joka LATTAKARIN tutkimuksissa muodostaa yhden pääosan, jäi huomattavan vähäiseksi; sen sijaan juuristojen ja erityisesti hienoimpien juurenharojen ja juurten päiden esiinkaivamiseen ja kartoittamiseen pantiin suuri paino, jotta kummankin puulajin ravintoaineita ottavien juurten osien keskinäinen asema ja sijainti mahdollisimman tarkasti voitaisiin selvittää.

Ennen varsinaisen kaivuutyön alkua tehtiin niistä puista, joiden juuristot oli päätetty kaivaa esille, tarpeelliset muistiinpanot: mitattiin rinnankorkeusläpimitta, jos puu oli 1.3 m:ä pitempi, puun pituus, latvuksen pituus ja 5—10 viimeisen latvakasvaimen pituudet sekä piirrettiin sen latvuksen projektio valmiiksi ruudutetulle millimetripaperille. Tämän jälkeen lyötiin sinne tänne kaadettavien puiden ympäristölle puupaaluja, joihin pykälällä merkittiin maan pinnan korkeus, jotta kaivuutyön päätyttyäkin tämän taso voitaisiin määritellä. Useimmiten puut heti näiden töiden päätyttyä kaadettiin, koska varsinkin kuusten oksat olisivat haitanneet kaivuutyötä. Ennen kaatamista katkaisukohdan molemmin puolin tehtiin puuhun merkit, jotta puut myöhemmin, jos niin tarvittaisiin, voitaisiin nostaa tarkoin »entisille paikoilleen».

Varsinainen kaivuu aloitettiin tavallisesti yht'aikaa kuusen ja harmaaleppän tyveltä ja paljastettiin ensiksi niiden välinen osa ja vasta tämän osan tultua paljastetuksi levitettiin kaivuutyö kaikkialle ympäristöön, missä näiden juuria oli. Kun kuusen hennoimmat juurten osat saattoivat olla harmaaleppän tyven lähetyvillä ja päinvastoin, oli työssä alusta alkaen noudatettava mitä suurinta varovaisuutta, jottei näitä katkottaisi ja jottei siten kuva juuristoista jäisi epätäydelliseksi. Tästä syystä ei koko kaivuuajana voitu käyttää raskaita työaseita, lapioita, kuokkia ym., vaan oli työ suoritettava käsin kaivamalla pieniä, teräviä puutikkuja apuna käyttäen. Milloin juuri kaikesta huolimatta katkesi, haettiin katkennut pää heti ja sidottiin nuoralla entiselle paikalleen.

Kummankin kannon ympäriltä ja alta kaivettiin maa kokonaan pois,

jotta kaikki juuret varmasti tulisivat huomioon otetuiksi. Samalla tavalla meneteltiin myöskin niiden kantojen suhteen, jotka vasta kaivuun aikana joutuivat työn piiriin, mutta jotka välttämättä oli otettava lähemmän tarkastelun alaisiksi, jotta juuristokuva tulisi täydelliseksi. — Useassa tapauksessa kaivettiin työn piiriin joutuneiden puiden kaikki juuret täydellisesti esille, jotta saataisiin edes jonkinlainen käsitys varsinkin jokseenkin tutkimattomasta harmaaleppän juuristosta. Monesti kuitenkin kaivettiin juuristoista esille vain ne osat, jotka olivat lähellä toisen puulajin juuristoja ja muut, kokonaan muualle suuntautuvat juuret jätettiin kaivamatta. — Kaivuutyössä kertynyt maa, karikkeet ym. siirrettiin aina työn kestäessä sivummalle.

Milloin juurien alta oli poistettu niin runsaasti maata, että ne ilmeisesti olisivat laskeutuneet alkuperäistä tasoaan alemmaksi, tuettiin niitä pienillä tikuilla, kivillä tai jättämällä maata sinne tänne niiden alle. Täten olivat kaikki asiaan kuuluvat juuret kaivuutyön päättyessä mahdollisimman tarkoin entisillä paikoillaan, ja juurten värin perusteella erottautuivat kummankin puulajin juuret selvästi toisistaan: kuusen juuret ovat mustanharmaita, kärjestään usein vaaleampia, jopa kellertäviäkin, sen sijaan harmaaleppän juuret ovat kauttaaltaan punaruskeita, joten kartoitettaessa kummankin puulajin juurten toisistaan erottaminen ei tuottanut mitään vaikeuksia.

Kartoitusta varten pingoitettiin tavallisesti kartoitettavan alan reunalta toiselle nuora, joka kulki kuusen ja leppän kantojen välitse. Tätä »selkälinjaa» pitkin siirrettiin neliön muotoista puukehää, jonka sisämitat olivat 1×1 m. Kun kaikki neliön sisään sattuneet juuret oli merkitty kartalle, siirrettiin kehä äskeisen paikan vierelle, jonka jälkeen tämä neliömetrin ala kartoitettiin jne., kunnes koko ala saatiin valmiiksi. Kartoitus suoritettiin millimetripaperille mittakaavassa 1:20 ja merkittiin tällöin kummankin puulajin kaikki esiin kaivetut juuret kartalle. Kartoitusajana erotettiin kuusen ja harmaaleppän juuret toisistaan pienillä, tiheään merkityillä »k-» ja »l-»kirjaimilla. Näiden perusteella varmuuden vuoksi ja eroituksen selventämiseksi eri puulajien juuret työn päätyttyä merkittiin kartalle erivärisellä musteella.

Juuristojen syvyysmittaukset rajoittuivat siihen, että merkittiin kartalle katkoviivoilla ne juurten osat, jotka olivat 1 dm:ä syvemmillä. Kun kummankin puulajin juuristot melkein kokonaan olivat tämänkin rajan yläpuolella, ei tarkempien syvyysmittausten suorittamista pidetty tarpeellisena, varsinkin kun molempien juuristot risteilivät tässä ohuessa maakerroksessa niin sekaisin, että tarkemmilla mittauksilla mahdollisesti

saataville pienille, keskimääräisille syvyyseroille ei voida antaa kovinkaan suurta arvoa.

Juuren paksuus kuvattiin kartalle ainoastaan siten, että 1 sm:ä paksimmat juuret merkittiin kaksinkertaisella ja sitä ohuimmat yksinkertaisella viivalla. Edellisistä piirrettiin sitä paitsi silmämääräisesti juurten oheneminen kannosta alkaen 1 sm:n paksuuskohtaan saakka.

Juurten pituusmittaukset on tehty vasta jäljestä päin kartan perusteella.

Kun kaikki nämä työt (pituusmittauksia siis lukuun ottamatta) oli suoritettu, kannot useimmissa tapauksissa irroitettiin maasta valokuvaamista tai piirtämistä varten. Jos tällöin oli syytä pelätä, että kuusen ja harmaalepän juuristojen osat olivat niin heikosti toisissaan kiinni, että niiden keskinäinen asema nostettaessa ja irroitettaessa maasta saattaisi muuttua, sidottiin juuria sopivissa risteyskohdissa toisiinsa nuoralla tiukempaan.

Lopuksi tehtiin vielä ympäröivästä metsiköstä ja maan laadusta tarkka kuvaus.

Kaikkiaan paljastettiin juuristoja seitsemällä kaivuualalla sellaisessa laajuudessa, että ne riittävästi valaisivat kulloinkin esillä olevaa tapausta. Pienempiä, pistokokeen luontoisia kaivuutöitä suoritettiin muutamissa metsiköissä edellisten täydennykseksi. Kaikki mainitut seitsemän tapausta ovat OMT:ltä; kaivuutyön hitauden vuoksi ne päätettiin suorittaa vain tällä, tässä tapauksessa keskeisellä metsätyypillä, jotta ainakin yksi metsätyyppi tulisi mahdollisimman täydellisesti edustetuksi.

### Mittausaineiston alkukäsittely.

Metsiköissä suoritettujen mittauksen perusteella laskettiin myöhemmin sisätöissä koealoittain kummankin pääpuulajin, kuusen ja harmaalepän, sekä muiden puulajien runkoluvut ha:n kokoiselle alalle muunnettuna, keskiläpimitat, keskipituudet ja pohjapinta-alat. Nämä laskelmat suoritettiin sekä elävistä että kuolleista puista, minkä jälkeen aineistoa ryhdyttiin lähempää käsittelyä varten ryhmittelemään pienempiin osiin.

Meillä tähän asti julkaistut tutkimukset, jotka koskevat joko puhtaiden luonnonnormaalisten metsiköiden kasvua ja tuottoa eri metsätyypeillä (Y. ILVESSALO 1920 a, b, LÖNNROTH 1925, MIETTINEN 1932 ja tavallaan ERKKI K. CAJANDER 1933) taikka sekametsiköiden kehitystä vastaavasti (LAPPI-SEPPÄLÄ 1930) perustuvat siihen, jo TH. HARTGIN vuonna 1847 esittämään kantaan, että ainoastaan pieneläiset, suurinta tuottoa edustavat koealametsiköt voivat antaa tasaisia ja mahdollisimman säännöllisiä kehityssarjoja metsikön eri kuvaajista, koska vain tällaiset metsiköt ovat kauttaaltaan suunnilleen koskemattomia ja olleet kehityksessään häiriintymättömiä (vrt. LÖNNROTH 1925, s. 88). Kriittisellä ja perusteellisella koealametsiköiden valinnalla voidaankin siten tavata riittävästi metsiköitä, jotka on mahdollista yhdistää samoihin metsikön kehityssarjoihin ja joiden antama kuva metsikön eri kuvaajien kehityksestä metsikön elinaikana suurella todennäköisyydellä vastaa kysymyksessä olevan metsikkölajin keskimääräistä normaalia kehitystä.

Kuten myöhemmin selviää, kaskimaille syntyneet kuusitaimistot ovat syystä tai toisesta todennäköisesti useimmiten jo syntymästään saakka hyvin erilaisia tiheydeltään, milloin harvempia milloin tiheämpiä. Kun jo tutkimustyön alkuvaiheissa selvästi ilmeni, että ainakin kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehityksessä kuusitaimiston vaihtelevalla tiheydellä on sangen tärkeä merkitys niin kuusien kuin harmaaleppienkin kehityksessä, pidettiin erittäin tärkeänä, jopa välttämättömänäkin koettaa selvittää — tavalla taikka toisella — juuri kuusitaimiston tiheyden vaikutusta tämän sekametsikkölajin kehitykseen. Ilman tätä yritystä kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksen selvittely jäisi ilmeisesti puutteelliseksi.

Mitään sellaista »normia» kuin edellä mainituissa tutkimuksissa ollut ns. luonnonnormaalisuus ei kuitenkaan tähän mennessä liene esitetty, johon nojautuen ja jota silmällä pitäen voitaisiin päätellä, mitkä nuoremista ja vanhemmista, vaihtelevan tiheistä kuusitaimistoista kuuluisivat samoihin kehityssarjoihin tai ainakin voitaisiin pitää samoihin kuuluvina. Ainoat tavat, joilla tätä eri metsiköiden samoihin kehityssarjoihin kuulamista voitaisiin selvittää, perustunevat säännöllisesti kehittyneissä ja koskemattomissa metsiköissä tavattaviin kuolleisiin puihin — lähinnä niiden lukumäärään — sekä metsiköiden ulkonäön, habituksen, perusteella suoritettuihin silmämääräisiin ryhmittelyihin.

Lukuisissa tutkimuksissaan A. K. CAJANDER (esim. 1909, ss. 1—18, 1916, ss. 336—340, 1927 ym.) on osoittanut, mikä merkitys niin kasviyksilöiden kuin kasvilajienkin välisellä taistelulla on säännöllisten kasviyhdyksuntien syntymisessä ja kiteyttänyt loppupäätelmäksi seuraavan lauseen: »i n n e r h a l b e i n e s g e g e b e n e n R a u m e s k a n n u n t e r b e s t i m m t e n g e g e b e n e n B e d i n g u n g e n n u r e i n e b e s t i m m t e H ö c h s t z a h l v o n I n d i v i d u e n e i n e r b e s t i m m t e n A r t — P f l a n z e , T i e r , M e n s c h — b l e i b e n d i h r e n B e d a r f d e c k e n»<sup>1</sup> (1927, s. 30). Tämän mukaisesti voidaan päätellä, että milloin metsikön runkoluku pyrkii ylittämään sen äärimmäisen rajan, mikä tiettyinä ikä kautena jollakin metsätyypillä tietyllä alalla saattaa menestyä, täytyy osan ja yleensä naapureihinsa verraten heikoimman osan kuolla. Puuyksilöiden normaalin kasvun edellytyksenä on, että niiden kasvutila voi niiden iän lisääntyessä suureta (vrt. AALTONEN 1925 b, ss. 11—16, 1934 b, ss. 173—179). Tosin puuyksilöt voivat jossain määrin ja eri puulajien yksilöt todennäköisesti eri suuressa määrässä mukautua eri tiheysoloihin, ts. siis eivät liian tiheässä asemassakaan heti kuole, mutta tämä mukautuminen tapahtuu kuitenkin kasvun kustannuksella. Voitaneen olettaa, että kun jokainen puuyksilö pyrkii saamaan ja säilyttämään kyseellisissä olosuhteissa vähintään minimivaatimustensa mukaisen kasvutilan, niin tämän pyrkimyksen yhteistuloksena on, että metsikkö iän lisääntyessä vähitellen harvenee kyseellisissä olosuhteissa edullisinta tiheysastetta kohti, jossa sen kasvu on ainakin mahdollisimman lähellä normaalia. Tästä seuraa, että samanlaisissa olosuhteissa kehittyvien, mutta eri tiheinä syntyneiden metsiköiden runkolukujen erot iän lisääntyessä pyrkivät pienenemään, jopa häviämäänkin (vrt. ERKKI K. CAJANDER 1933, s. 53), eli siis, että tiheimmistä metsiköistä kuolee jonakin

<sup>1</sup> A. K. CAJANDERIN harventama.

aikavälinä enemmän puuyksilöitä kuin muuten samanlaisissa olosuhteissa kehittyneistä harvemmista. Viitattakoon tässä yhteydessä myöskin PÖNTYSEN (1929, ss. 164—166) tutkimuksiin, jotka osoittivat, että alikasvoskuusikoista oli sitä enemmän puita kuollut mitä tiheämpiä ne alkujaan olivat olleet ja että eri tiheiden metsiköiden runkolukujen erot siten metsiköiden vanhetessa pienenevät.<sup>1</sup>

Täten voidaan ainakin teoreettisesti ajatella, että kuolleiden puiden lukumäärän perusteella on mahdollista tehdä päätelmiä metsikön aikaisemmista tiheyssuhteista ja siten mahdollisesti myöskin siitä, mitkä nuoremista ja vanhemmista vaihtelevan tiheistä metsiköistä ainakin läheisesti kuuluvat samoihin kehityssarjoihin ja yhdistettyinä voivat antaa kuvan eri tiheinä syntyneiden metsiköiden kehityksestä. On kuitenkin luonnollista, että jonakin ajankohtana metsikössä tavattavat kuolleet puut eivät ole kuolleet samaan aikaan, vaan päinvastoin melko pitkän ajan kuluessa, eikä niiden lukumäärä elävien puiden lukumäärään lisättyinä siis ole tarkasti jonkin aikaisemman ajankohdan puuluku. Osa pystyssä tavattavista kuolleista puista on jo sortumassa, osa on seissyt kuolleena muutamia vuosia ja osa on vasta aivan äskettäin kuollut. Jotta voitaisiin selvittää, kuinka kauan tämän sekametsikkölajin tärkeimpänä ajanjaksona, 20. ja 40. ikävuoden välisenä aikana, kuolleet kuusiyksilöt säilyvät pystyssä, luettiin usealla koealalla hyvin monien, muutamilla kaikkienkin kuolleiden puiden iät kairanlastusta (tai hyvin lahoista puista kantoleikkauksesta) ts. siis niiden iät kuolinhetkellä, jotta vertaamalla saatuja iäkiä elävien puiden ikään voitaisiin päätellä, kuinka kauan vanhimmat kuolleet kuusiyksilöt ovat säilyneet pystyssä. — Tutkimuksissa

<sup>1</sup> Esimerkkinä samanlaisissa oloissa kehittyneiden, mutta eri tiheiden metsiköiden harventumisesta mainittakoon vielä eräitä lukuja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Pohjankankaan kokeilualueen pysyviltä mäntytaimisto-koealoilta. Syksyllä 1926 näihin keskimäärin 21-vuotisiin taimistoihin asetettiin koealat, jolloin niistä osa harvennettiin ja luonnollisesti mm. koealoilla olevat taimet luettiin. Sen jälkeen taimistot saivat kasvaa koskemattomina aina syksyyn 1935 saakka, siis 9 kasvukautta; tällöin metsiköt uudelleen mitattiin. Edellisen ja viimeksi suoritettujen mittauksen runkolukujen erot osoittavat, miten runsaasti väliaikana eri tiheistä metsiköistä taimia on luontaisesti kuollut. Jos ryhmitetään taimet 1 000 tainta käsittäviin luokkiin, saadaan, että taimistoista, joissa v. 1926 oli keskimäärin 2 500 tainta (3 koealaa), oli tänä aikana kuollut keskimäärin 175 kpl., taimistoista, joissa oli 3 500 tainta (5 koeal.), 480 kpl., niistä, joissa oli 4 500 tainta (5 koeal.), 770 kpl. ja niistä, joissa oli 5 500 tainta (1 koeal.), 1 120 kpl. Taimia oli siis melkein suoraviivaisesti kuollut sitä enemmän kuin tiheämpi taimisto oli v. 1926. Tiheimpien ja harvempien taimistojen alkuperäinen runkolukujen ero, 3 000 kpl., on supistunut n. 2 000 kpl:een, eli siis 9 vuodessa jo n. 1/3:lla.

rajoitettiin vain mainittuun aikaväliin, koska se ensiksikin on tärkein ajanjakso tämän sekametsikkölajin kehityksessä ja toiseksi koska tänä aikavälinä kuolleiden puiden vahvuus säännöllisesti kehittyneissä kuusikoissa ei kovin paljon muutu. Hyvin vahvoina kuolleet puuyksilöt voivat luonnollisesti säilyä pystyssä erittäin paljon kauemmin kuin aivan pienet yksilöt. Niin kuin kasvu- ja tuottotaulut (Y. ILVESSALO 1920 b) kuitenkin osoittavat, kuolevat säännöllisesti kehittyneiden metsiköiden puut »alhaalta päin», ts. pienimmistä läpimittaluokista alkaen ja varsinkin kuusikoissa kuolevat yksilöt ovat kituneet jo vuosikausia eivätkä enää ole sanottavasti kyseellisenä aikavälinä pystyneet vahvuuttaan lisäämään, joten ne säilynevät kuolleina suunnilleen yhtä kauan pystyssä.

Ikämääräykset osoittivat, että kauimmin pystyssä säilyneet kuolleet kuusiyksilöt olivat 15—16 vuotta eläviä puita nuorempia, ja kun tätä suurempaa ikäeroa ei tavattu, täytynee olettaa, että jo tänä aikana 20.—40. vuoden ikäisissä kuusikoissa kuolleet puut kaatuvat. Kuolleiden ja elävien kuusien yhteissumma on luonnollisesti pienempi kuin elävien puiden lukumäärä 15—16 vuotta aikaisemmin, koska silloin tavattiin metsikössä kaikki nämä puut ja lisäksi silloisista elävistä puista tänä aikana kuolleina sortuneet puut. Mainittu yhteissumma osoittaa siis metsikön elävien kuusien runkoluvun jonakin hetkenä nykyisen ja 15—16 vuotta aikaisemman ajankohdan välillä. Jos kuusien kuoleminen ja sortuminen olisi aivan säännöllistä ja suoraviivaista, ts. joka vuosi kuolisi aina yhtä paljon kuusia ja niistä joka vuosi kaatuisi yhtä monta niin, että viimeiset kaatuisivat 16 vuotta kuolleina seistään, voitaisiin päätellä, että mainittu runkolukujen yhteissumma osoittaisi kuusten runkoluvun 8 vuotta aikaisempaa ajankohtana, mutta koska todennäköisesti enemmän puita sortuu tämän 16-vuotisen ajanjakson jälkimmäisellä puoliskolla, siirtyy mainittu vuosimäärä hiukan myöhemmäksi. Tässä tutkimuksessa on oletettu, että kuolleiden ja elävien puiden yhteissumma osoittaa kuusten runkoluvun 7 vuotta metsikön nykyistä ikää aikaisempaa ajankohtana.<sup>1</sup>

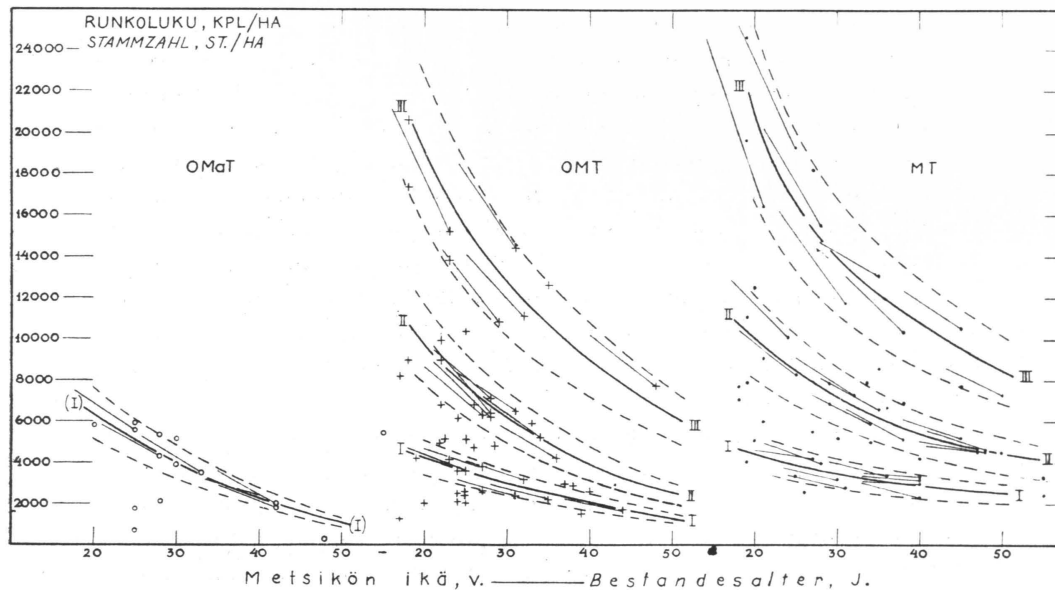
<sup>1</sup> Esitettäköön esimerkkinä pari kasvu- ja tuottotaulujen (Y. ILVESSALO 1920 b) perusteella tehtyä esitetyn menetelmän mukaista laskelmaa. Jos asetetaan kasvu- ja tuottotaulujen mukaiset kuusikon eri 5-vuotiskausina keskimäärin vuosittain kuolleet puut koordinaatistoon, jossa metsikön ikä on vaakasuoralla ja kuolleiden puiden lukumäärä pystysuoralla akselilla, saadaan käyrä, joka siis osoittaa metsikön eri ikäkausina keskimäärin vuosittain kuolleiden kuusten lukumäärän. Nykyhetkeksi voidaan valita jokin metsikön ikäkohta, jolloin sen keskiläpimitta suunnilleen vastaa kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kuusten keskiläpimittaa 20—40 vuoden vaiheilla, esim. OMT:llä 45 vuoden ikä. Mainitusta käyrästä piirretään suorat jokaisesta 30 ja 45 vuoden välisestä ikäkohdasta 15 vuotta vanhempaan ikäkohtaan vaakasuoralla

Kaikkien hyväksytyjen koealojen kuusten runkoluvut asetettiin koordinaatistoon, jossa metsikön ikä oli vaakasuoralla ja kuusen runkoluku pystysuoralla akselilla; tällöin pisteet luonnollisesti hajaantuivat ilman mainittavaa järjestystä sangen laajalle alalle. Kun tämän jälkeen lisättiin koordinaatistoon kunkin koealan elävien ja kuolleiden kuusten yhteissumma 7 v. koealametsikön nykyistä ikää nuoremmalle ikäkohdalle ja näin saadut vastaavat (siis saman koealan) pisteet yhdistettiin janalla, saatiin kuvassa 2 esitetyt tapaukset. Niin kuin aiemmin mainittiin, ei eräillä ensimmäisillä koealoilla vielä otettu kuolleita puita puiden lukemisen yhteydessä huomioon; nämä koealat esiintyvät koordinaatistoissa vain omalla merkillään, samoin kuin ne nuoret metsiköt, joissa ei vielä kuolleita puita tavattu.

Tarkasteltaessa janojen kulkua kuvan perusteella voidaan ensiksikin huomata, että kuta tiheämpi kuusitaimisto on ollut sitä enemmän puita siitä on kuollut, ts. janojen suunta on sitä jyrkempi mitä tiheämpi kuusitaimisto ja mitä nuorempi metsikkö on. Myöskin voidaan ainakin suurin piirtein todeta, että kuta harvempi kuusitaimisto on, sitä vanhemmissa metsiköissä ei vielä kuolleita puita tavata, mikä ilmeisesti viittaa siihen, että puiden välinen taistelu alkaa harvemmissa metsiköissä myöhemmin kuin tiheissä. Edelleen huomataan, että ainakin n. 30. ikävuoden tienoilta paremmilla metsätyypeillä runkoluvun väheneminen on nopeampaa kuin huonommilla, joten ne tämän ikäkohdan jälkeen ovat harvempia kuin saman ikäiset huonompien metsätyyppien metsiköt, mikä vastaa niitä tuloksia, joita puhtaiden metsiköiden runkolukujen vähenemisestä on saatu (Y. ILVESSALO 1920 a, ss. 88—89, LÖNNROTH 1925, s. 155, MIETTINEN 1932, s. 40). Janojen kulku siis vastaa niitä käsityksiä, joita sekä biologiset että puhtaasti taksatoriset tutkimukset ovat osoittaneet.

akselilla; näiden suorien perusteella lasketaan sitten, kuinka monta puuta enintään 15 vuotta sitten kuolleista puista on nykyhetkellä, 45 vuoden iällä, vielä pystyssä. Näin laskien saadaan, että kuolleita, pystyssä olevia puita on n. 1 590 kpl. (kaikki luvut koskevat ha:n kokoista alaa). Kun tämä luku lisätään kasvu- ja tuottotaulujen mukaiseen, OMT:n 45 vuoden ikäisen kuusikon runkolukuun, 4 300 kpl:een, saadaan 5 890 kpl., minkä siis pitäisi suunnilleen vastata 7 vuotta nuoremman, siis 38-vuotisen kuusikon runkolukua. Runkoluvun vähenemistä osoittavasta käyrästä saadaan mainitun ikäkohdan runkoluvuksi n. 5 750 kpl., eli siis melkein yhtä korkea luku. — Vastaavasti laskien saadaan, että MT:llä esim. 35 ja 50 vuoden välisenä aikana kuolleista puista olisi 50 v:n iällä pystyssä 1 580 kpl. Tämän ja elävien puiden yhteissumma on 7 340 kpl., eli jokseenkin sama luku, n. 7 300 kpl. kuin runkolukukäyrästä saadaan 43-vuotiseksi kuusikolle. — Puutteellisuuksistaan huolimatta esitetyt esimerkit siis vahvistavat edellä selostettua menettelytapaa.





Kuva 2. Kuusen runkoluku. Ympyrät (OMaT), ristit (OMT) ja pisteet (MT) esittävät eri koealojen kuusen runkolukuja ja niistä lähtevät janat kuusen runkoluvun vähenemistä kullakin koealalla. Täysiviivat, jotka on piirretty janojen suunnan perusteella, osoittavat eri tiheiden kuusitaimistojen keskimääräisen runkoluvun eri ikäkausina ja katkoviivat kunkin täysiviivan molemmiin puolin taasen 20 % poikkeamisen rajan. Kuolleiden puiden lukumäärää osoittavia janoja ei selvyden vuoksi ole katkoviivojen ulkopuolisille koealoille piirretty.

Abb. 2. Stammzahl der Fichte. Die Zeichen geben die Stammzahlen der Fichte auf den verschiedenen Probestellen an, die kurzen Linien die Verringerung der Stammzahl auf jeder Probestelle. Die dickeren Linien bezeichnen die mittlere Stammzahl der verschiedenen dichten Fichtenpflanzenbestände in den verschiedenen Jahren, die unterbrochenen Linien zeigen die Abweichung um 20 % nach beiden Seiten der dickeren Linien. Die Linien, welche die Anzahl der eingegangenen Bäume angeben, sind der Deutlichkeit halber ausserhalb der unterbrochenen Linien nicht gezeichnet.

Eri koealojen sarjoihin yhdistäminen helpottuu vielä jonkin verran, jos erityisesti merkitään ne koealat, jotka jo ulkotöissä silmämääräisesti arvioitiin samoihin sarjoihin kuuluviksi. Jos nyt näiden merkintöjen perusteella piirretään runkolukujen vähenemistä osoittavat käyrät täydellisimpien ja siis todennäköisesti varmimpien janojen perusteella, janojen yleistä kulkusuuntaa mahdollisimman tarkasti noudattaen, saadaan OMaT:lle yksi ja sekä OMT:lle että MT:lle kolme käyrää, jotka kuvassa on merkitty täydellä viivalla.

Näin saatujen, kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kuusen runkoluvun vähenemistä eri metsätyypeillä osoittavien käyrien perusteella aineisto voidaan jakaa osiin. Koealat, joiden sekä elävien kuusten että elävien ja kuolleiden kuusten yhteinen runkoluku sattui aivan lähelle käyrää, katsottiin tietenkin samoihin kehityssarjoihin kuuluviksi. Kun otetaan huomioon harmaaleppän, ainakin havupuiden kasvuun verrattuna, ilmeinen ja melko suuri kasvun vaihtelevaisuus, vaikka aineisto kerättäisiin hyvinkin suurella tarkkuudella (vrt. MIETTINEN 1932, graaf. piirroksia), päätettiin käyrien väliin jäävistä koealoista ottaa käsiteltäviksi vain ne, joiden kuusten runkoluku ei poikennut lähimmän käyrän antamasta, samanikäisen metsikön runkoluvusta enempää kuin 20 %, mitä poikkeamisen laajuutta mm. Y. ILVESSALO (1920 a, s. 71) on pitänyt eräänä rajana. Tämän rajan ulkopuolelle jäävien koealojen pois jättäminen on luonnollisesti oikeutettua, koska ne ilmeisesti kuuluvat toisiin kuusen runkoluvun kehityssarjoihin kuin käyriä lähinnä olevat ja niiden kulkuun eniten vaikuttaneet koealat ja koska aineisto täten saatiin huomattavan paljon yhtenäisemmäksi. Jokainen lisäksi piirretty käyrä olisi luonnollisesti lisännyt käyttökelpoisten koealojen lukumäärää, mutta edellä mainitut seitsemän käyrää katsottiin kuitenkin varmimmiksi ja riittäviksi osoittamaan kuusitaimiston tiheyden vaikutusta käsiteltävän sekametsikkölajin kehitykseen.

Näin menetellen on siis tutkittujen koealojen sarjoihin yhdistäminen suoritettu. Menetelmässä saatetaan epäilemättä osoittaa puutteellisuksia ja heikkoja kohtia, mutta kun tämä tapa on todennäköisesti kuitenkin ainoa, jolla eri tiheinä kehittyneiden kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehitystä voidaan selvittää (lukuun ottamatta luonnollisesti yksityisten sekametsiköiden kehityksen seuraamista alusta loppuun), ja kun täten saadut, myöhemmin esitettävät tulokset, hyvin vastaavat niitä huomioita, joita metsiköiden rakennetta ja kehitystä silmämääräisesti tarkasteltaessa tehtiin, puolustanee tämä menetelmä ainakin tässä tapauksessa tyydyttävästi paikkaansa. — Viitattakoon tässä samalla myöhemmin esitettävään, tämän menetelmän tarkistukseen (ss. 87—89).

Tarkasteltaessa seuraavissa luvuissa kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehitystä lähemmin käytetään harvimmista metsiköistä nimitystä »I tiheysluokka», keskitiheistä nimitystä »II tiheysluokka» ja tiheimmistä nimitystä »III tiheysluokka».

Vaikka siis kaikkien koealojen mittaustuloksia ei olekaan voitu käyttää selvittäessä kuusen ja harmaaleppän kehitystä niiden muodostamassa sekametsikössä, ei näiden mittaaminen kuitenkaan ole ollut turhaa työtä.

Taulukko 3. Koealojen mittaustuloksia. — Tabelle 3. Messungsergebnisse der Probebestände.

Pitäjä <i>Kirchspiel</i>	Metsä- tyyppi ja tiheys- luokka <i>Waldtyp und Dichte- klasse</i>	Met- sikön ikä, v. <i>Bestan- des- alter, J.</i>	Kuusen — <i>Fichte</i>					Harmaaleppä — <i>Weisserle</i>				
			runko- luku, kpl ha:lla <i>Stamm- zahl, St./Ha</i>	keski- läpi- mitta, sm <i>Mittel- durch- messer, cm</i>	keski- pituus, m <i>Mittel- höhe, m</i>	valta- pituus, m <i>Ober- höhe, m</i>	pohja- pinta- ala, m <sup>2</sup> /ha <i>Grund- fläche, m<sup>2</sup>/Ha</i>	runko- luku, kpl ha:lla <i>Stamm- zahl, St./Ha</i>	keski- läpi- mitta, sm <i>Mittel- durch- messer, cm</i>	keski- pituus, m <i>Mittel- höhe, m</i>	pohja- pinta- ala, m <sup>2</sup> /ha <i>Grund- fläche, m<sup>2</sup>/Ha</i>	
Sortavalan mlk.	OMaT(I)	18	5 810	1.5	1.7	2.7	1.5	6 890	4.3	7.0	13.9	
Harlu .....	»	25	5 995	2.5	2.3	4.2	2.7	5 310	6.3	8.4	25.4	
Sääminki .....	»	25	5 520	2.2	1.8	3.5	2.2	4 410	5.7	8.8	22.0	
Liperi .....	»	28	5 304	2.2	2.3	4.0	1.8	3 552	6.8	9.4	25.2	
Sortavalan mlk.	»	28	4 315	3.2	2.1	5.5	4.7	5 520	6.7	9.0	23.0	
Suistamo .....	»	30	3 978	3.3	3.6	5.2	5.4	4 500	7.8	9.9	22.5	
Sääminki .....	»	33	3 500	4.8	2.6	6.2	8.1	5 400	7.0	9.6	22.8	
Harlu .....	»	40	2 400	9.8	9.3	13.1	26.9	810	11.4	10.9	8.8	
Kurkijoki .....	»	42	1 930	12.2	8.7	17.4	33.4	500	9.5	10.4	3.9	
Sortavalan mlk.	»	42	2 010	9.9	9.4	15.1	28.0	—	—	—	—	
Leppävirta ....	OMT I	19	4 225	1.4	2.8	2.8	0.8	6 715	3.8	7.2	8.7	
» .....	»	23	4 104	3.6	3.2	4.4	4.5	6 000	5.3	8.2	17.0	
Sortavalan mlk.	»	24	3 590	3.9	3.3	4.8	5.7	5 580	5.5	8.3	15.8	
Ilomantsi .....	»	25	3 591	3.0	3.1	4.1	3.3	4 004	6.4	8.9	17.2	
» .....	»	27	3 800	4.0	3.5	5.7	6.5	4 504	6.2	8.8	18.0	
Kurkijoki .....	»	28	2 500	6.2	4.3	8.1	10.0	4 000	6.9	9.0	16.5	
Ilomantsi .....	»	28	2 610	5.1	4.0	6.9	6.8	3 790	7.6	9.2	19.0	
Leppävirta ....	»	31	2 414	6.5	5.0	9.6	9.9	3 105	6.9	9.1	13.5	
Kaukola .....	»	32	3 180	7.8	6.0	10.4	22.4	2 390	7.8	9.3	10.2	
» .....	»	35	2 087	10.3	5.9	14.3	25.5	1 500	8.5	9.5	9.0	
Suistamo .....	»	44	1 776	12.0	10.9	18.1	32.3	—	—	—	—	
Heinävesi .....	OMT II	18	9 010	1.3	1.2	2.4	1.2	8 030	3.4	6.0	8.0	
Suistamo .....	»	22	9 960	1.5	1.5	2.8	1.1	7 008	4.7	7.1	13.9	
Korpiselkä .....	»	22	9 000	2.2	2.2	3.4	1.8	6 100	4.8	7.5	13.1	
» .....	»	26	6 810	2.0	2.0	4.1	2.3	5 100	5.4	8.2	14.1	
Virtasalmi ....	»	27	6 312	3.2	2.9	4.5	6.9	4 014	5.5	8.3	12.0	
Liperi .....	»	28	6 215	2.8	1.8	4.7	5.0	4 295	5.2	8.3	11.3	
Sääminki ....	»	28	7 040	2.4	1.9	4.2	4.2	3 450	5.3	8.5	9.1	
» .....	»	28	6 426	3.2	1.9	5.6	6.1	3 535	5.0	8.0	8.6	
Liperi .....	»	31	6 522	5.4	4.9	7.1	21.6	2 016	6.6	9.0	7.6	

Osan tuloksia on tarvittu kuvailtaessa männyn ja koivun kehitystä tässä sekametsikkölajissa, osan taas esitettäessä vapauttamisen vaikutusta kuusen kasvuun. Useita koealoja, joiden tuloksia ei yhdistelmiin voitu sisällyttää, on mainittu yksityistapauksina valaisemaan joitakin piirteitä sekametsikön kehityksessä ja lopuksi oli varsinkin ensimmäisten koealojen mittaaminen tärkeätä sen vuoksi, että siten tämän sekametsikön

Jatk. taulukko 3.

Pitäjä <i>Kirchspiel</i>	Metsä- tyyppi ja tiheys- luokka <i>Waldtyp und Dichte- klasse</i>	Met- sikön ikä, v. <i>Bestan- des- alter, J.</i>	Kuusen — <i>Fichte</i>					Harmaaleppä — <i>Weisserle</i>				
			runko- luku, kpl ha:lla <i>Stamm- zahl, St./Ha</i>	keski- läpi- mitta, sm <i>Mittel- durch- messer, cm</i>	keski- pituus, m <i>Mittel- höhe, m</i>	valta- pituus, m <i>Ober- höhe, m</i>	pohja- pinta- ala, m <sup>2</sup> /ha <i>Grund- fläche, m<sup>2</sup>/Ha</i>	runko- luku, kpl ha:lla <i>Stamm- zahl, St./Ha</i>	keski- läpi- mitta, sm <i>Mittel- durch- messer, cm</i>	keski- pituus, m <i>Mittel- höhe, m</i>	pohja- pinta- ala, m <sup>2</sup> /ha <i>Grund- fläche, m<sup>2</sup>/Ha</i>	
Suonenjoki ....	OMT II	33	5 905	5.1	3.8	7.3	15.4	2 216	4.5	7.2	4.1	
Salmi .....	»	34	5 200	6.9	4.3	8.2	27.4	1 100	6.6	8.9	4.8	
Käikisalmen mlk.	»	36	4 210	6.5	6.1	9.2	21.3	990	6.5	8.9	3.7	
Ruskeala .....	OMT III	18	20 600	1.1	1.0	2.1	0.1	7 400	3.8	6.0	9.8	
» .....	»	18	17 300	0.7	1.0	2.5	0.3	7 100	3.3	5.1	7.1	
Suistamo .....	»	23	15 218	0.9	1.1	2.3	0.8	7 659	3.7	5.9	11.3	
Korpiselkä ....	»	23	13 820	1.4	1.4	3.0	5.2	5 610	4.2	6.8	9.8	
Leppävirta ....	»	29	10 800	2.6	1.8	3.9	6.4	3 330	4.5	7.1	6.0	
» .....	»	31	14 412	3.7	1.9	4.9	15.8	1 908	4.5	7.2	3.4	
Korpiselkä ....	»	32	11 100	3.4	1.7	4.7	13.2	1 810	5.0	7.9	4.0	
Liperi .....	»	35	12 680	4.5	2.5	6.2	28.5	800	5.2	7.7	1.2	
Kurkijoki .....	»	48	7 705	8.1	6.8	10.5	35.0	—	—	—	—	
» .....	MT I	19	4 135	1.9	2.8	2.7	1.2	7 165	3.0	4.0	7.2	
Sääminki .....	»	20	5 106	1.7	1.7	2.4	1.1	7 512	4.3	5.6	11.3	
Ilomantsi .....	»	25	3 480	3.0	2.9	4.8	2.9	7 210	4.0	5.3	12.2	
Maaninka .....	»	27	4 200	2.3	1.1	4.8	2.5	5 504	5.0	6.2	13.7	
Viipurin mlk. ..	»	28	4 000	5.3	4.8	6.6	10.2	3 928	5.6	6.7	11.7	
Räisälä .....	»	30	3 190	6.3	6.9	7.4	12.5	3 520	5.5	6.6	10.2	
Maaninka .....	»	31	2 805	4.4	3.5	6.7	5.6	3 410	4.0	4.3	6.4	
Ruokolahti ....	»	36	3 400	5.3	4.3	9.4	9.1	1 700	5.4	6.5	5.1	
Mikkelin mlk. ..	»	40	2 280	10.8	8.2	14.0	25.6	—	—	—	—	
» .....	»	40	3 276	7.2	4.0	10.5	16.5	301	9.0	8.0	1.9	
» .....	»	40	3 380	7.8	6.2	11.8	21.9	200	4.5	5.8	0.4	
Suonenjoki ....	»	40	2 892	9.1	9.3	12.9	27.3	408	6.4	7.1	1.5	
Liperi .....	»	55	2 475	12.3	10.3	17.3	32.4	—	—	—	—	
Ruokolahti ....	»	60	1 600	15.1	10.5	19.4	34.4	—	—	—	—	
Sääminki .....	»	80	1 310	15.2	11.9	21.5	26.6	—	—	—	—	
» .....	MT II	19	11 010	0.6	1.2	2.0	1.1	8 235	3.0	4.0	5.7	
Maaninka .....	»	21	9 108	1.4	1.7	2.6	1.3	6 624	2.7	3.5	6.6	
Ilomantsi .....	»	24	10 024	1.8	1.9	3.2	2.8	7 336	4.0	5.3	10.2	

rakenne-erikoisuuksista aluksi päästiin paremmin selville kuin pelkän silmämääräisen tarkastelun perusteella.

Kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehitystä valaisemaan käytettyjen koealametsiköiden tärkeimmät mittaustulokset selviävät taulukosta 3, jossa koealat on lueteltu metsätyyppin, tiheysluokan ja iän mukaisessa järjestyksessä.

Jatk. taulukko 3

Pitäjä <i>Kirchspiel</i>	Metsä- tyyppi ja tiheys- luokka <i>Waldtyp und Dichte- klasse</i>	Met- sikön ikä, v. <i>Bestan- des- alter, J.</i>	Kuusen — <i>Fichte</i>					Harmaalepän — <i>Weisserle</i>				
			runko- luku, kpl ha:lla <i>Stamm- zahl, St./Ha</i>	keski- läpi- mitta, sm <i>Mittel- durch- messer, cm</i>	keski- pituus, m <i>Mittel- höhe, m</i>	valta- pituus, m <i>Ober- höhe, m</i>	pohja- pinta- ala, m <sup>2</sup> /ha <i>Grund- fläche, m<sup>2</sup>/Ha</i>	runko- luku, kpl ha:lla <i>Stamm- zahl, St./Ha</i>	keski- läpi- mitta, sm <i>Mittel- durch- messer, cm</i>	keski- pituus, m <i>Mittel- höhe, m</i>	pohja- pinta- ala, m <sup>2</sup> /ha <i>Grund- fläche, m<sup>2</sup>/Ha</i>	
Tuusniemi ....	MT II	24	10 014	1.5	1.6	2.6	1.5	5 400	4.4	5.7	9.2	
Heinävesi .....	»	25	8 330	1.6	1.8	3.0	1.7	5 280	4.3	5.5	9.9	
Kurkijoki .....	»	28	5 890	4.0	3.1	5.2	11.3	3 820	5.6	6.6	10.0	
Tuusniemi ....	»	29	7 910	5.2	3.8	4.6	8.3	5 010	4.8	6.0	9.5	
Maaninka .....	»	29	6 915	5.3	2.3	4.7	9.5	4 485	4.6	5.8	8.6	
Käkisalmen mlk.	»	32	7 300	5.1	2.2	6.8	17.4	3 200	4.7	6.0	6.4	
Mikkelin mlk. ..	»	34	5 904	6.5	3.9	8.1	22.5	2 040	5.0	6.2	4.6	
Juva .....	»	35	6 615	4.9	3.9	6.5	15.8	1 233	6.2	7.0	4.0	
Ruokolahti ....	»	36	6 680	4.2	3.5	7.1	16.8	310	5.8	6.8	0.9	
» .....	»	38	5 100	6.7	5.1	8.7	22.5	405	6.8	7.4	1.6	
Käkisalmen mlk.	»	45	5 211	8.1	6.3	10.8	31.7	—	—	—	—	
Salmi .....	»	47	4 515	8.4	6.8	11.7	32.8	—	—	—	—	
» .....	»	48	4 500	9.3	7.5	11.5	36.0	—	—	—	—	
Käkisalmen mlk.	»	48	4 600	8.8	7.3	11.3	30.9	—	—	—	—	
» .....	»	50	4 520	8.4	5.2	12.5	30.2	—	—	—	—	
Pieksämäki ....	»	55	3 333	10.3	8.6	13.9	34.8	—	—	—	—	
Viipurin mlk. ..	»	62	3 710	10.3	8.6	14.1	36.4	—	—	—	—	
Sääminki .....	»	75	3 132	10.5	8.7	15.7	33.4	—	—	—	—	
Kurkijoki .....	MT III	19	24 600	0.9	0.8	1.7	0.2	7 900	2.1	2.7	4.7	
Pieksämäki ....	»	19	19 605	1.0	0.9	2.1	0.2	6 420	2.3	3.1	3.7	
Ilomantsi .....	»	21	16 390	1.4	1.4	2.2	2.3	9 210	3.2	4.2	8.3	
Korpiselkä .....	»	25	19 248	1.2	1.3	2.6	1.7	7 736	2.8	3.6	6.9	
Suistamo .....	»	27	18 228	1.4	1.4	2.5	2.6	3 708	3.5	4.7	6.3	
Kurkijoki .....	»	28	15 500	2.3	2.7	3.5	7.8	4 400	3.9	5.2	6.1	
Tuusniemi ....	»	31	11 820	2.4	1.8	4.1	5.3	3 280	4.6	5.8	5.6	
Juva .....	»	35	13 100	4.3	3.6	5.9	23.6	300	4.3	5.6	0.5	
Viipurin mlk. ..	»	38	10 332	4.5	3.1	6.0	21.7	402	4.8	6.1	0.8	
Jaakkima .....	»	45	7 720	6.5	5.5	8.4	28.5	—	—	—	—	
» .....	»	45	10 500	4.6	3.8	7.4	23.9	—	—	—	—	
Käkisalmen mlk.	»	50	7 336	6.5	5.4	8.9	32.0	—	—	—	—	
Kurkijoki .....	»	60	7 700	6.9	6.1	10.9	35.2	—	—	—	—	

## Tutkimusten tulokset.

### Kuusitaimistojen synnystä.

Kuten aiemmin mainittiin, koetettiin jokaisen koalamittauksen yhteydessä myöskin selvittää kuusitaimiston siementäneen metsikön, puuryhmän tai puuyksilön asema taimistoon nähden, niiden laatu ym., jotta tämän perusteella voitaisiin päätellä, minkälaisissa olosuhteissa tyydyttävän kuusitaimiston syntyminen yleensä on ollut mahdollista. Valitettavasti eivät tulokset tässä suhteessa mitenkään ole täydellisiä riippuen monistakin syistä, jotka selviävät seuraavasta.

HEIKINHELMON (1915, ss. 96—97) mukaan alettiin »vasta viime aikoina» yleisemmin jättää kaskiin siemenpuita, jotta kaskialan metsittyminen viljan oton jälkeen kävisi mahdolliseksi tai helpottuisi. Yleensä jätettiin siemenpuiksi mäntyjä ja ainoastaan hyvin harvoissa tapauksissa kuusia, jotka nekin kaskenpolton aikana useimmiten tuhoutuivat. Epäilemättä tällaisia yksinäisiä kuusisiemenpuita onkin jätetty tai jäänyt eläviksi sinne tänne laajoillakin kaskialoilla, vaikkei niistä enää nykyään useimmiten löydy jälkeäkään. Varsinkin juuri seuduilla, missä tavataan laajoja kiertokaskiviljelyksen johdosta syntyneitä harmaalepikköaloja, on nämä yksinäiset siemenpuut myöhemmin kaadettu joko kotitarpeiksi tai ehkä myytäviksi. Sen, että tällaisia yksinäisiä siemenpuita on alalla aikoinaan ollut, voi jälkeensä päätellä vain siitä, että lepiköissä paikotellen tavataan enemmän tai vähemmän tiheitä kuusitaimistoa, jonka syntymistä muulla tavoin tuskin voidaan selittää. Joissakin harvoissa tapauksissa saatettiin vielä löytää siemenpuiden lahoavia kantoja, toisinaan tiesivät paikkakuntalaiset niistä mainita, mutta vain parissa tapauksessa tavattiin vielä siemenpuut jäljellä. Luonnollisesti on näiden harvojen ja yleensä puutteellisten havaintojen ja mainintojen perusteella vaikeata mennä mitään varmaa päättämään; yleensä saatiin se käsitys, että milloin siemenpuita oli ollut hyvin harvassa, useampien kymmenien metrien päässä toisistaan, taimisto oli jäänyt harvaksi ja vaullinaiseksi, paitsi lähempänä siemenpuita, missä se joskus muodosti selvän, muuta taimistoa tiheimmän ryhmän. Jos näitä

siemenpuita sen sijaan oli tiheämmässä tai pieninä ryhminä siellä täällä, jollaisia tavattiin varsinkin Sortavalan ympäristöillä kallioiden alarinteillä, missä ne kaskenpoltolta hyvin olivat säilyneet, taimisto saattoi olla hyvinkin tiheä ja täydellinen. — Esimerkkeinä edellä mainitunlaisista taimistoista mainittakoon seuraavat:

Yksinäisiä siemenpuita:

R u s k e a l a, Vahvajärvi. OMT. 25-vuotinen metsikkö, jossa ha:n alalla 650 kpl. keskim. 3.4 m:n pituista kuusta ja 5 050 kpl. keskim. 7.1 sm:n vahvuista harmaaleppää. Siemenpuita ollut vain 3 kpl/ha.

L e p p ä v i r t a, Mustinmäki. OMT. Samoin 25-vuotinen metsikkö, jossa 2 000 kpl. keskim. 2.1 m:n pituista kuusta ja 8 700 kpl. keskim. 6.2 sm:n vahvuista harmaaleppää ha:lla. Siemenpuita ollut 4—5 kpl/ha.

Ryhmässä kasvavia siemenpuita:

H a r l u, Paksuniemen tienoo. AT. 25-vuotinen metsikkö, jossa 5 600 kpl. keskim. 3.2 m:n pituista kuusta ja 6 300 kpl. keskim. 6.2 sm:n vahvuista harmaaleppää ha:lla. Siemenpuut kasvavat viereisen kallion rinteillä kahdessa pienessä, 8—10 kuusta käsittävässä ryhmässä.

J a a k k i m a, Meriä. MT. 45-vuotias, nyttemmin jo puhdas kuusikko, jossa 7 720 kpl. keskim. 6.5 sm:n vahvuista kuusta sekä 700 kpl. vielä pystyssä olevaa kuollutta, keskim. 3.5 sm:n vahvuista harmaaleppää ha:lla. Kaskialan on siementänyt 6 aivan vierellä ryhmässä kasvavaa kookasta kuusisiemenpuuta.

Ehdottomasti paljon yleisemmin kuin tällaisista yksinäisistä siemenpuista tai siemenpuuryhmistä on kaskialojen kuusettuminen tapahtunut reunametsästä käsin ja tällöin useimmiten läheisestä kuusikorvesta. Korpikuusikoiden merkitys tässä suhteessa on usein aikaisemmin todettu. HEIKINHEIMO (1915, s. 250) mainitsee, että kuivimmat hietakankaat, vuoret ja louhikot sekä rämeet ja korvet »ovat kaskenpolttoa pakeneville puulajeille pakopaikkoja», joista ne kaskenpoltton hävitessä pääsevät siementämään ja valtaamaan takaisin entisiä kasvupaikkojaan. Myöskin A. K. CAJANDER (1916, ss. 697—698, 1917, s. 180) osoittaa korprien merkityksen kuusten säilymiselle ja leviämislle Itä-Suomessa. Edelleen PÖNTYNE (1929, s. 106) korostaa sitä seikkaa, että »nimenomaan Raja-Karjalan valtionmailla vallitsevissa olosuhteissa on korpikuusten osuus alikasvosten syntymisessä silmiinpistävä. Korvet ja kuusialikasvokset kulkevat täällä käsikädessä.<sup>1</sup>

Tämä näin ilmeiseksi todettu seikka selviää myöskin jossain määrin valtakunnan metsien arvioimisen tuloksista (Y. ILVESSALO 1930). Ns. karjalaisen suoyhdistymän esiintymisalueella (vrt. esim. A. K. CAJANDER

<sup>1</sup> PÖNTYSEN harventama.

1913 ja LUKKALA 1931, s. 43) voidaan niissä viljavuusalueissa, joissa harmaaleppävaltaisia metsiä on runsaanlaisesti (yli 3 %) ja missä siis saataan olettaa kaskiviljelyksen olleen hyvin intensiivistä, todeta korprien runsaudella ja kuusivaltaisten metsien yleisyydellä olevan riippuvaisuutta, joka on paljon selvempää kuin muualla, missä kaskiviljelyksestä on aikaisemmin luovuttu ja missä kangaskuusikot jo ovat ennättäneet siementää uusia metsäpolvia.

Myöskin tämän tutkimuksen yhteydessä voitiin todeta, että juuri edellä mainitulla ns. karjalaisella suoyhdistymällä on ratkaiseva merkitys ei ainoastaan valtionmailla vaan myöskin yksityismailla tavattavien kuusitaimistojen syntymisessä ja leviämässä. Kokonaisuutta silmällä pitäen on siemen- ym. jättöpuiden tai puuryhmien merkitys huomattavan paljon pienempi.

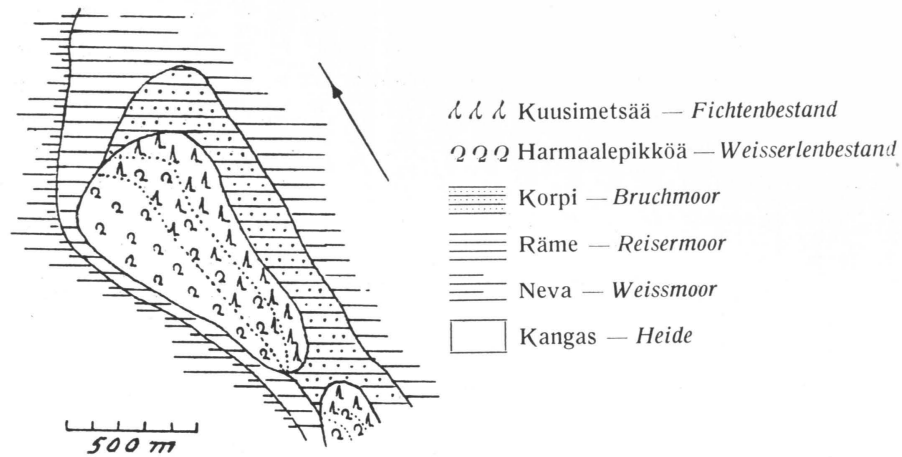
Samanlaista reunametsästä tapahtuvaa siementymistä esiintyy myöskin silloin, kun toinen rajanaapureista on kaatanut kasken niin lähelle tilojen rajaa, että toisen rajanaapurin alueella säilynyt siementämiskykyinen kuusikko on alan siementänyt. Esimerkkejä tällaisesta kuusitaimiston synnystä tavattiin useita, joista mainittakoon:

R u s k e a l a, Vahvajärvi. OMT. 18-vuotinen kuusi-harmaaleppä-sekametsä, jossa oli ha:lla 15 100 kpl. keskim. 1.0 m:n pituista kuusta ja 7 100 kpl. keskim. 3.3 sm:n vahvuista leppää. Metsikkö oli aivan kiinni tilojen rajassa, jonka toisella puolella oli kookasta ja jokseenkin tiheitä (0.5—0.6) tukkipuukuusikkoa. — Lähellä tätä koelaa mitattiin toinen metsikkö, jossa tulosten mukaan oli ha:lla 30 200 kpl. keskim. 1.0 m:n pituista kuusta ja 8 300 kpl. keskim. 2.8 sm:n vahvuista leppää. Siementävä metsikkö oli suunnilleen samanlaista kuin ed. tapauksessa.

Päätetään siitä, että tällä tavoin syntyneitä kuusitaimistoja tavattiin varsin usein, tämän tapauksen merkitys kaskialojen kuusettumisessa lienee melkoinen.

PÖNTYNE (1929, ss. 108—113) on aikaisemmin perusteellisesti selvittelyt korpikuusten siemennyksestä syntyneiden kuusitaimistojen paikallista esiintymistä ja osoittanut, että tällainen taimisto on korven ja kankaan rajatienoilla tiheintä ja harvenee korvesta pois päin siirryttäessä. »Jos korvet ja samalla myös siementävät kuuset joutuvat tarpeeksi kauaksi, puuttuvat kuusialikasvokset kokonaan» (s. 106). — Luonnollisesti aineiston keruun yhteydessä kiinnitettiin huomiota myöskin näihin seikkoihin yksityismailla, pääasiallisesti kuvauksilla ja kartoituksilla, mutta kun tulokset hyvin käyvät yksiin PÖNTYSEN esittämien havaintojen kanssa, sivuutetaan ne tässä yhteydessä mainitsemalla vain yksi tapaus.

S o n k a j ä r v i, Sukeva. Erään tilan n. 1 700 ha käsittävästä pinta-alasta on yli puolet nevaa, rämettä ja korpea, joiden keskellä kangasmaat ovat vain kuin saarek-



Kuva 3. Kangassaarekkeelle korpikuusten siemennyksestä syntynyt kuusimetsikkö.  
Abb. 3. Fichtenbestand auf Heideboden, durch Besamung v.d. Bruchmoorfichten entstanden.

keita. Kangasmaat, jotka yleensä ovat MT:ä ja vain pieneksi osaksi OMT:ä ja VT:ä, on kaikki aikoinaan kaskettu, viimeksi n. 15 v. sitten. Harmaaleppää on kaskialoille runsaasti noussut, mutta riippuen siitä, minkälainen suo kangasta reunustaa ja miten pitkä aika viimeisestä kaskeamisesta on kulunut, lepiköt ovat toistaiseksi säilyneet tai muuttumassa tai muuttuneet havumetsäksi. Kuva 3 esittää erästä tällaista saareketta, jonka toisella puolella on neva, joka kapean ja harvaa, matalaa mäntyä kasvavan rämeen välityksellä liittyy kankaaseen, ja toisella puolella melko leveä, tukkipuukuusikkoa kasvava korpireunus. Korvessa kasvavat, toista sataa vuotta vanhat kuuset ovat siementäneet sen puoleisen kankaan reunan niin, että siellä nyt, n. 50—60 vuotta kaskeamisen jälkeen on puhdasta kuusikkoa, kun taas rämeen ja nevan puoleinen kankaan reuna edelleen on harmaalepikön vallassa. Raja kuusikon ja harmaalepikön välillä ei tietenkään ole jyrkkä, vaan siellä, missä reunametsän siemennys on jäänyt vaillinaiseksi, harmaalepät ovat vielä osittain säilyneet, joten muodostuu kuusi-harmaaleppä-sekametsää. Kun saareke on toisesta päästään melkoista leveämpi kuin toisesta, on harmaalepikönkin ala tässä päässä huomattavasti leveämpi. Tällaisen »mutkan» muodostuminen osoittaa selvästi, että kuusen siemennys on tullut läheisestä kuusikorvesta. — Siemennys on riittänyt n. 200 m:n päähän, mutta niin runsaana, että metsikkö jo olisi muuttunut kuusikoksi, vain n. 100 m:n päähän korven ja kankaan reunasta.

Aiemmin, sivuilla 8—9, on jo pääpiirteittäin selostettu HEIKINHEIMON mukaan, mitä mahdollisuuksia kullakin puulajilla on vallata hylätty kaskiala, ja todettu, miten harmaaleppä vallankin kuuseen verrattuna on tässä suhteessa paljon edullisemmässä asemassa. Täten on ymmärrettävää, että harmaaleppien tiheyteen ei koealametsiköitä valittaessa tarvinnut kiinnittää läheskään niin suurta huomiota kuin kuusen tiheyteen, joka useinkin antoi toivomisen varaa. Kuusitaimiston tiheyteen vaikuttavista seikoista on tässä luvussa jo lyhyesti mainittu yksinäisten siemenpuiden,

pienehköjen siemenpuuryhmien ja reunametsän siemennyksen osuudesta. Yleensä voidaan sanoa, että kaskialalle syntynyt kuusitaimisto on sitä harvempaa mitä kauempaa siemenpuut tai siementävä reunametsä on ja mitä harvemmassa siemenpuuta on. Lisäksi on otettava huomioon vielä kuusen siemenvuosien kertautuminen. Kun edullisin siementymisen ja taimettumisen aika on kaskialoilla heti viimeisen maan muokkauksen jälkeen ja nopeasti kehittyvän pintakasvillisuuden vuoksi taimettumisaika on hyvin lyhyt ja yleensä sitä lyhyempi mitä parempi metsätyyppi on, niin kuin HEIKINHEIMO (1915, s. 142) on osoittanut, lienee selvää, että kuusitaimiston tiheys riippuu läheisesti myös siitä, minkälaisia siemenvuosia kuusella lähivuosina kaskan hylkäämisen jälkeen on. Kun kuusella on hyviä siemenvuosia keskimäärin vain n. joka 3.—5. vuosi (HANNIKAINEN 1882, s. 27, HEIKINHEIMO 1915, s. 138, 1932, s. 44, A. K. CAJANDER 1917, s. 182. Vrt. myöskin LAKARI 1921, s. 38) ja välivuosina huonosti tai ei ollenkaan siementä, voidaan helposti käsittää siemenvuosien kertautumisen merkitys kuusen uudistumiselle kaskimailla ja myöskin se, että kaskimailla tavattavat kuusitaimistot jo syntymästään saakka ovat olleet hyvinkin eri tiheitä ja siten myöskin erilaisissa olosuhteissa kehittyneitä. — Tämä mainittu, ainakin kaskimaiden lyhyt taimettumisaika tulee vanhoissakin kuusi-harmaaleppä-sekametsiköissä näkyviin siinä, että niiden kummankin puulajin yksilöt ovat suunnilleen samanikäisiä, minkä seikan MIETTINEN (1932, s. 30, 1933) on todennut ja mikä myöskin tämän tutkimuksen aineistoa kerätessä selvisi. Samoin voitiin aineiston keruun yhteydessä huomata, että missä varmuudella saatiin tietää, milloin nykyään metsää kasvava kaskiala oli viimeksi viljaa kasvamassa, tämä aikamäärä ja puiden vuosilustojen perusteella laskettu metsikön syntymäaika sattuvat yleensä sangen hyvin yhteen. Tämä osoittaa, että metsikön siementymisen ja taimettumisen on tapahtunut yleensä heti kaskan hylkäämisen jälkeen.

#### Metsiköiden mittautulokset.

R u n k o l u k u.

Kuusen runkoluku.

Hyväksytyjen koealojen kuusten runkoluvut ovat taulukossa 3 sivuilla 66—68. Runkolukua esittävät käyrät taas näkyvät aiemmin esitettyssä kuvassa 2. Käyrät on jokaisessa tapauksessa aloitettu n. 18 vuoden iältä, koska käyrien ulkopuolelle jääneissä nuoremmassa koealametsiköissä

ei ole kuolleita puita tavattu. Lienee selvää — mikäli on puhe puhtaasta metsiköstä —, että ellei taimistossa tapahdu mitään vahinkoja (karja-, lumi-, hyönteis- tms. vahinkoja) heikoimmin kehittyneet yksilöt alkavat kuolla vasta sitten, kun taimien ravinnonotto- ja kasvunopeus ovat laajentuneet niin suuriksi, että ne joiltakin osiltaan yhtyvät, jolloin taimien luonnollinen kehitys häiriintyy. Mitä harvempi taimisto on sitä pitempi aika luonnollisesti kuluu ennenkuin taimet alkavat ahdistaa toisiaan ja päinvastoin. Täten saattaa olettaa, että nuorissa, harvoissa taimistoissa runkoluku aluksi pysyy muuttumattomana ja vasta myöhemmin, taimiston tiheydestä riippuen eri aikoina, alkaa vähetä ja että tällaisten taimistojen runkolukuviivoissa siis esiintyy enemmän tai vähemmän selvä käännekohta. Tämän osoittamiseksi koottu aineisto on kuitenkin liian pieni ja siinä suhteessa epäsuopiva, että nuorella iällä kuusta paljon pitemmälle kehittynyt harmaaleppä on saattanut vaikuttaa haitallisesti, mutta esitettyä olettamusta tukee kuitenkin jo sekin aiemmin mainittu seikka, että tiheissä metsiköissä voidaan suurin piirtein huomata samalla metsätyypillä esiintyvän kuolleita puita aikaisemmin kuin harvemmissä.

Runkolukukäyrästä saadut tasoitettut kuusen runkoluvut eri metsätyypeille, tiheysluokille ja ikäkausille selviävät taulukosta 4, johon on myöskin lisätty puhtaisten kuusikoiden vastaavat luvut (ILVESSALO 1920 a, s. 87).

Esitetyn taulukon johdosta huomautettakoon ainoastaan siitä, että sen luvut osoittavat selvästi jo aiemmin mainitun seikan, nimittäin että alunperin suunnilleen yhtä tiheistä metsiköistä on tiettyyn ikäkauteen mennessä kuollut sitä enemmän puita mitä parempi metsätyyppi on. Kuten

Taulukko 4. Tasoitettut kuusen runkoluvut.  
Tabelle 4. Ausgegliche Stammzahlen für die Fichte.

Ikä, v. Alter, J.	OMaT	OMT				MT			
	(I)	I	II	III	Puhdas kuusikko Reiner Fichtenbes.	I	II	III	Puhdas kuusikko Reiner Fichtenbes.
Runkoluku ha:lla — Stammzahl St./Ha									
20	6 300	4 200	9 700	19 000	—	4 350	10 100	20 900	—
25	5 100	3 600	7 700	15 300	10 400	3 900	8 500	16 600	—
30	4 000	3 000	6 150	12 750	8 050	3 500	7 200	13 900	14 800
35	3 000	2 500	5 000	10 700	6 500	3 200	6 200	12 250	11 300
40	2 200	2 000	4 000	8 900	5 300	2 900	5 450	10 800	8 300
45	1 600	1 600	3 100	7 500	4 300	2 700	4 900	9 600	6 800
50	1 050	1 300	2 550	6 300	3 570	2 500	4 450	8 450	5 760

huomataan, ovat OMT:n ja MT:n vastaavien tiheysluokkien runkoluvut 20. ikävuoden paikkeilla suunnilleen yhtä suuret — mikä luonnollisesti johtuu sattumasta, kun otetaan huomioon käyrien piirtämisperusteet —, joten näillä metsätyypeillä vastaavien tiheysluokkien mittaustulosten kesken sängen hyvin voidaan tehdä vertailuja. Kun vastaavien tiheysluokkien runkoluvut ovat 20 vuoden iällä taulukossa suunnilleen yhtä suuret, voidaan runkolukujen vähentymistä edelleen havainnollistuttaa merkitsemällä MT:n 20-vuotisen, III tiheysluokan puuluku 100:ksi, jolloin saadaan seuraavat suhteelliset runkoluvut muille sarjoille 20:n ja 50 vuoden iällä:

Ikä, v. Alter, J.	Suhteellinen runkoluku Relative Stammzahl für Fichte						
	OMaT (I)	OMT			MT		
	I	II	III	I	II	III	
20	30	20	46	91	21	48	100
50	5	6	12	30	12	21	40

Luvut antavat selvän kuvan siitä, miten kuusen runkoluku on OMT:llä vähentynyt paljon nopeammin kuin MT:llä ja viittaavat myöskin siihen, että OMaT:llä, siis parhailla mailla, vähentyminen on kaikkein nopeinta, minkä Y. ILVESSALO (1920 a, s. 89) on puhtaista kuusimetsistä jo aikoinaan todennut. Kun OMaT:n kuusten runkoluku vastaa 20 vuoden iällä esitettyssä sarjassa muiden metsätyyppien I:n ja II tiheysluokan väliastetta, sen antamia tuloksia on vaikeampi suorastaan verrata muiden metsätyyppien vastaaviin tuloksiin; sen tiheysluokka onkin tästä syystä merkitty sulkeisiin (I).

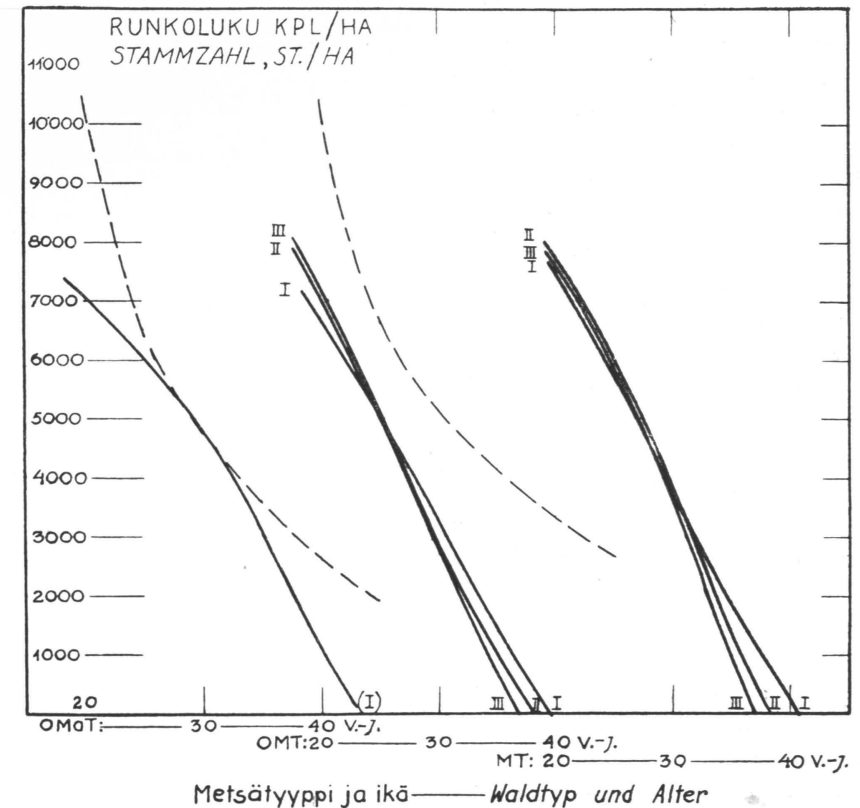
Kun tarkastellaan taulukkoon 4 vertauksen vuoksi merkittyjä täysi-tiheiden, puhtaisten kuusikoiden runkolukuja, huomataan, että ne ovat sekä OMT:llä että MT:llä suurempia kuin mainittujen metsätyyppien I:n ja II tiheysluokan kuusten runkoluvut. Sen sijaan nämä luvut ovat OMT:llä aina III tiheysluokan runkolukuja pienemmät; tämän tiheysluokan metsiköt ovat siis ilmeisesti runsaasti ylitieheitä; MT:llä taas Y. ILVESSALON tutkimien metsiköiden runkoluku on aluksi suurempi kuin vastaava III tiheysluokan, mutta suhde muuttuu 30—35 vuoden iältä päinvastaiseksi. Kaikkien runkolukukäyrien kulku on siis OMT:llä hyvin samantapainen, jota vastoin MT:llä vain vanhemmalla iällä. Kuitenkin on huomattava, että kasvu- ja tuottotauluissa on ilmoitettu vain 1.3 m:ä pitempien kuusten lukumäärä (Y. ILVESSALO 1920, s. 42; 1920 b, s. 16), jota vastoin tämän tutkimuksen lukuihin sisältyvät kaikki metsikön kuuset. Nuorien metsiköiden runkoluvut eivät ole siten täysin rinnastettavia.

### Harmaalepän runkoluku.

Mikään tutkituista metsiköistä ei harmaalepän syntymistavan puolesta ollut puhdas siemen- tai puhdas vesalepikkö, mikäli vanhemmista metsiköistä harmaaleppien syntymistapaa voitiin päätellä, vaan on kaikissa metsiköissä ollut eri tavoilla syntyneitä harmaaleppiä sekaisin — sama seikka, josta MIETTINEN (1932, s. 26) mainitsee. Kun kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden luontaista kehitystä selvittelevät koealat aina koetettiin sijoittaa mahdollisimman koskemattomiin metsikköihin, saatiin harmaalepän syntymistapaa selvitellessä se käsitys, että yleensä aina suurin osa harmaalepistä oli juurivesoja; vain parissa metsikössä pääosa todennäköisesti oli siemenleppiä (Liperi, Kaatamo; Ilomantsi, Ilaja). Kantovesoista syntyneitä harmaaleppiä sen sijaan tavattiin vähänlaisesti, eivätkä ne yhdessäkään mitatussa kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä muodostaneet metsikön pääosaa. Näin ollen täytyy tyytyä vain siihen, tosin käytännön tarpeita ehkä paremmin tyydyttävään toteamukseen, että harmaalepän syntymistavan puolesta harmaaleppämetsiköt yleensä ovat »välimetsiä» (vrt. HEIKINHEIMO 1915, s. 238), ja niin ollen on niiden kehitystä sinänsä selviteltävä. Mainittakoon vielä, että myös MIETTINEN (1932, s. 26) on harmaalepiköiden kasvua selvitellessään pitänyt tutkimiaan metsiköitä samaan sarjaan kuuluvina, vaikka niiden pääasiallinen syntymistapa onkin ollut erilainen. Käsillä olevan tutkimuksen tulokset ovat täten tässä suhteessa vertailukelpoisia aikaisempien kanssa.

Tutkittujen metsiköiden harmaalepän runkoluvut on mainittu taulukossa 3 sivuilla 66—68, ja niiden perusteella piirretyt harmaalepän runkolukukäyrät esiintyvät kuvassa 4, johon vertauksen vuoksi on merkitty myöskin puhtaisten harmaalepiköiden vastaavat käyrät (MIETTINEN 1932, ss. 39—40).

Jo pikainenkin silmäys kuvaan 4 osoittaa, että kuusi-harmaaleppä-sekametsiköissä harmaalepän runkoluvun väheneminen poikkeaa huomattavasti puhtaisten metsiköiden vastaavasta kehityksestä. Käyrien muoto on aivan toisenlainen kuin viimeksi mainittujen kovera, hyperbelimäinen muoto; edellisten runkoluku osoittaa iän kasvaessa hyvin jyrkkää laskua loppuun saakka, aivan lopussa ehkä hiukan hitaampaa, jota vastoin puhtaissa metsiköissä runkoluvun väheneminen vanhemmalla iällä hidastuu. Puhtaissa ja sekametsiköissä kasvaneiden harmaaleppien runkolukujen vertailu osoittaa, että sekametsiköissä harmaalepän runkoluku ei juuri koskaan ole suurempi kuin puhtaissa; OMaT:llä tosin n. 30 vuoden iällä runkoluvut ovat jokseenkin yhtä suuret, mutta ennen tätä



Kuva 4. Harmaalepän runkoluku. — Abb. 4. Stammzahl der Weisserle.

— kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä — im Fichten-Weisserlen-Mischbestand.  
- - - puhtaassa harmaalepikössä — in reinem Weisserlenbestand.

ikäkautta ja sen jälkeen ero on suurempi. OMT:llä puhtaisten harmaalepiköiden runkoluku on aina paljon suurempi. — On vaikeata mennä varmasti väittämään, että kuusi jo aivan nuorelta iältä saakka vaikuttaisi harmaalepän runkolukuun, varsinkin kun alle 18-vuotiset koealat puutuvat, mutta kun otetaan huomioon, että OMT:llä ei yhdenkään yksityisen koealan harmaalepän runkoluku ole suurempi kuin MIETTISEN laatiman tasoitusikäyrän saman ikäisen metsikön runkoluku ja että OMaT:lläkin vain kaksi osoittaa suurempaa ja yksi yhtä suurta runkolukua kuin tämä, ei väite tunnu aivan mahdottomalta. Mainittakoon vielä, että korkein harmaalepän runkoluku, 12 240 kpl/ha, tavattiin eräässä 6-vuotisessa

sekametsikössä Kurkijoella. Tässäkin tapauksessa siis harmaalepikön runkoluku jäi vastaavaa puhtaan harmaalepikön runkolukua pienemmäksi. Edelleen voidaan ajatella sen seikan tukevan tätä ajatusta, että n. 20 vuoden iältä kymmenisen vuotta eteenpäin sekä OMT:llä että MT:llä kaikkien tiheysluokkien harmaalepän runkoluvut ovat suunnilleen yhtä suuret ja ainakin ilman kovin suuria eroja. Tämä voi johtua sattumastakin, mutta kun ei yksityisten, eri tiheysluokkiin kuuluvien koealojenkaan runkoluvuissa ole kovin suuria eroja, ei liene aivan mahdollonta ajatella, että kuusitaimistolla olisi vaikutusta tässä suhteessa. — Joka tapauksessa on tämän tutkimuksen kannalta mielenkiintoista ja tärkeätä todeta tämä eri tiheysluokkien harmaalepän runkolukujen samansuuruus; kun asian laita on näin — johtukoonpa se sitten sattumasta tai kuusitaimiston vaikutuksesta — voidaan harmaaleppien vaikutusta kuusitaimiston kehitykseen pitää suunnilleen samanlaisena eri tiheysluokissa samalla metsätuotannolla. Aineiston käsittely ja tulosten tarkastelu on täten paljon yksinkertaisempaa ja päähuomio voidaan kohdistaa kuusitaimiston kehitykseen ja kuusitaimiston tiheyden vaikutukseen metsikön kehityksessä.

Kuusitaimiston tiheyden vaikutus harmaalepän runkolukuun alkaa selvästi näkyä n. 30. ikävuoden tienoilta. Voidaan todeta, että kummallakin metsätuotannolla, OMT:llä ja MT:llä, harmaalepän runkoluku vähenee sitä nopeammin mitä tiheämpi kuusitaimisto on. Kun suunta on tällainen, on aivan luonnollista, että myöskin metsiköiden viimeiset harmaaleppäyksilöt kuolevat sitä aikaisemmin mitä tiheämpi kuusitaimisto on, ts. sitä aikaisemmin metsikkö muuttuu puhtaaksi kuusikoksi. Niinpä OMT:n I tiheysluokassa kuolevat viimeiset harmaaleppäyksilöt käyrän mukaan 39—41 vuoden iällä, II tiheysluokassa 37—39 vuoden ja III tiheysluokassa 36—38 vuoden iällä; MT:llä vastaavat ikäkohdat ovat 40—42 v., 37—39 v. ja 36—38 v., eli siis liki pitäen samat. Metsiköissä, joissa on tiheä kuusitaimisto, lepät kuolevat siis 5—6 vuotta aikaisemmin kuin sellaisissa, joissa kuusitaimisto on harva. Aikaero ei ole suuri, mutta kuitenkin melkoinen, kun otetaan huomioon harmaalepän kaiken kaikkiaan melko lyhyt elinaika. — OMaT:n käyrän mainittiin lähinnä vastaavan muiden metsätuotannollisten I:n ja II tiheysluokan välistä. Tätä silmällä pitäen voidaan päätellä, että harmaaleppä säilyy lehtomailla melkoista kauemmin kuin parhailla kangasmailla. Viimeiset harmaalepät kuolevat vasta 42—44 vuoden iällä, siis joitakin vuosia myöhemmin kuin OMT:n I:kin tiheysluokassa. Ilmeisesti harmaaleppä pystyy parhaiten pitämään puolensa kuusta vastaan lehtomailla, metsä-

tyypin huonontuessa kuusi tulee harmaaleppään verrattuna suhteellisesti yhä biottisesti voimakkaammaksi. Metsätuotannin huonontuminen vaikuttaa siten todennäköisesti saman suuntaisesti kuin kuusitaimiston tihentyminen, joskaan OMT:lle ja MT:lle ei runkoluvun vähenemisessä saatu selviä eroja.

#### *Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön runkoluku.*

Metsiköiden kokonaisrunkoluvulla, ts. kuusen ja harmaalepän runkolukujen summalla, ei tässä sekametsikkölajissa ole kovin suurta merkitystä, koska, niin kuin myöhemmin selviää, kummankin puulajin alkuaikojen kehitys on vallan erilainen: toinen on erittäin nopea, toinen taas aivan hidaskasvuinen, mistä syystä ne suuren osan sekametsikköajasta muodostavat kumpikin oman latvuserroksensa ja vain lyhyenä aikana ennen harmaalepän kuolemaa ovat »sekoittuneina». Tasoitettujen runkolukujen perusteella saadaan seuraavat, taulukossa 5 esitetyt kokonaisrunkoluvut eri metsätuotannolle, ikäkausille ja tiheysluokille.

Taulukko 5. Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön runkoluku.

*Tabelle 5. Stammzahl des Fichten-Weisserlen-Mischbestandes.*

Ikä, v. Alter, J.	OMaT	OMT			MT		
	(I)	I	II	III	I	II	III
	Runkoluku kpl/ha — Stammzahl St./Ha						
20	13 350	10 850	16 750	26 250	11 850	17 850	28 550
25	11 150	8 600	12 500	20 450	9 600	14 550	22 450
30	8 700	6 250	9 000	15 500	7 250	11 150	17 500
35	6 100	3 950	5 950	11 400	5 050	7 550	13 200
40	3 450	2 000	4 000	8 900	3 150	5 450	10 800
45	1 600	1 600	3 100	7 500	2 700	4 900	9 600
50	1 050	1 300	2 550	6 300	2 500	4 450	8 450

Aiemmin, sivulla 74, on jo esitetty kuusen tasoitetut runkoluvut. Jos niiden ja äskeisessä taulukossa esitettyjen lukujen perusteella lasketaan kuusen runkoluvun prosenttinen osuus metsikön runkoluvusta, saadaan taulukossa 6 esitetyt luvut.



Taulukko 6. Kuusen runkoluvun osuus sekametsikön runkoluvusta.  
Tabelle 6. Fichten-Stammzahl in % der Stammzahl des Mischbestandes.

Ikä, v. Alter, J.	OMaT	OMT			MT		
	(I)	I	II	III	I	II	III
	Kuusen runkoluku % metsikön runkoluvusta. Fichten-Stammzahl in % der Stammzahl des Mischbestandes.						
20	47	39	58	72	37	57	73
25	46	42	62	75	41	58	74
30	46	48	68	82	48	65	79
35	49	63	84	94	63	82	93
40	64	100	100	100	92	100	100
45	100	100	100	100	100	100	100

OMT:llä ja MT:llä kuusen suhteellinen osuus metsikön kokonaisrunkoluvusta säännöllisesti suurenee, aluksi n. 30. ikävuoteen saakka hitaasti, mutta sen jälkeen hyvin nopeasti. Kun kummankin puulajin runkoluvut metsikön vanhetessa pienenevät, niin kuin edellä osoitettiin, merkitsevät taulukon luvut siis sitä, että aluksi kuusen ja harmaalepän runkolukujen väheneminen tapahtuu suunnilleen samassa suhteessa, mutta n. 30. ikävuodesta lähtien harmaalepän runkoluku pienenee suhteellisesti hyvin paljon nopeammin kuin kuusen, joten viimeksi mainitun puulajin osuus suurenee. — Tässäkin yhteydessä lienee paikallaan huomauttaa siitä, miten näiden molempien metsätyyppien eri tiheysluokissa kuusen osuuden lisääntyminen on vastaavasti melko samanlaista, mikä osoittaa näiden tiheysluokkien vertauskelpoisuutta.

Lehtomailla sen sijaan kuusen osuuden suureneminen ei ole aivan säännöllistä. Aluksi suhde pysyy melkein muuttumattomana; toisinaan saattaa kuusen, toisinaan harmaalepän osuus olla suhteellisesti hiukan suurempi. Runkoluvut siis vähenevät jokseenkin samassa suhteessa, mikä viitanee puulajien tasaväkisyyteen lehtomailla. Vasta 35. ikävuoden jälkeen kuusen osuus alkaa ratkaisevasti ja nopeasti suureta. 45 vuoden iällä kuusen osuus on kaikissa metsiköissä sataprosenttinen.

#### Keskiläpimitta.

Keskiläpimitalla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa runkoluvulla punnittua puiden keskimääräistä vahvuutta rinnankorkeudelta mitattuna. Keskiläpimitan laskemisessa jäävät siten pienimmät, alle 1.3 m:n pituiset puut ulkopuolelle. Nuorissa metsiköissä keskiläpimitan merkitys täten,

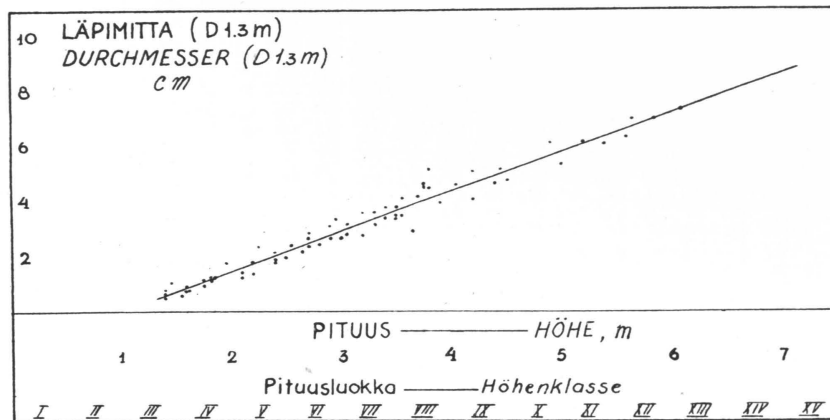
niin kuin kaikissa vastaavanlaisissa tutkimuksissa jää pieneksi, koska keskiläpimitan laskemisessa on otettu huomioon vain osa metsikön puuyksilöistä, joiden lukumäärä vuosittain suurenee, kunnes kaikki ovat 1.3 m:ä pitempiä.

Puhtaiden, täysitiheiden ja luonnonnormaalisten kuusikoiden ja harmaalepiköiden keskiläpimittoja voidaan verrata vain OMT:llä, jolla kummankin puulajin keskiläpimitan kehitystä on tutkittu. Taulukosta 7 selviävät näiden metsiköiden keskiläpimitat eri ikäkausina mainitulla metsätyypillä (kuusi: ILVESSALO 1920 a, s. 80, taul. VII; harmaaleppä: MIETTINEN 1932, s. 54, taul. 9).

Taulukko 7. Puhtaiden kuusikoiden ja harmaalepiköiden keskiläpimittojen vertailua.  
Tabelle 7. Vergleich der mittleren Durchmesser der reinen Fichten- und Weisserlenbestände.

Puulaji Holzart	Keskiläpimita — — — v:n iällä, sm Mittlerer Durchmesser, cm, im Alter von							
	10	15	20	25	30	35	40	45
Kuusi — Fichte .....	1.2	2.0	2.9	3.8	4.7	5.8	6.8	7.9
Harmaaleppä — Weisserle erotus, sm — Unterschied, cm .....	2.2	3.7	5.2	6.7	8.2	9.6	10.7	11.6
Suhteellinen erotus % — Relat. Unterschied, % ..	1.0	1.7	2.3	2.9	3.5	3.8	3.9	3.7
	83	85	79	76	74	66	57	47

Taulukosta selviää, että ainakin 45. ikävuoteen saakka harmaalepän keskiläpimita on aina suurempi kuin kuusen, mistä seikasta MIETTINEN (1932, s. 55) mainitsee. Absoluuttisesti keskiläpimittojen erotus on 40 vuoden iällä suurimmillaan (3.9 sm), mutta suhteellisesti, siis metsiköiden kunkin ikäkohdan silloiseen kehitystasanteeseen verrattuna, erotus on suurin jo 15 vuoden iällä ja pienenee sen jälkeen (suhteellinen erotus on laskettu absoluuttisen eron prosenttisena osuutena kuusen keskiläpimitasta). »Suhteellinen erotus» antanee paremman käsityksen metsiköiden keskiläpimittojen erotuksen suuruudesta eri ikäkausina, ts. se paremmin kuvastaa näiden metsiköiden kehityksen eron, harmaalepän nopean ja kuusen hitaan alkuaikojen kasvun. Sen perusteella saa myöskin käsityksen siitä, miten kuusen keskiläpimita n. 30 vuoden iältä alkaen yhä nopeammin saavuttaa harmaalepän keskiläpimittaa ja todennäköisesti



Kuva 5. Eri pituusluokkiin kuuluvien kuusen taimien keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta. — Abb. 5. Mittlerer Brusthöhendurchmesser der Fichtenpflanzen in den verschiedenen Höhenklassen.

melko pian taulukossa esitettyjen ikävuosien jälkeen tulee suuremaksikin kuin se. — Viljelyskuusikoiden keskiläpimitta (ERKKI K. CAJANDER 1933, s. 23) on jo 20 vuoden iältä alkaen suurempi kuin harmaalepikön.

#### Kuusen keskiläpimitta.

Niin kuin aiemmin mainittiin (ss. 53—54), luettiin ja mitattiin kuuset  $\frac{1}{2}$  m:n pituusluokissa kaikilla niillä koealoilla, joilla suuri osa kuusista oli alle 1.3 m:n pituisia. Kun näin mitattujen metsiköiden keskiläpimittaa tai pohjapinta-alaa ei myöhemmin olisi voitu laskea, mitattiin vielä kullakin tällaisella koealalla eri pituusluokkiin kuuluvien taimien läpimittoja rinnankorkeudelta ja merkittiin samalla muistiin vastaavan taimen pituus 1 sm tarkkuudella. Näin saadut luvut tasoitettiin sittemmin koordinaatistossa, jossa taimen pituus oli vaakasuoralla ja vastaava läpimitta pystysuoralla akselilla. Aluksi oli tarkoitus piirtää kullekin metsätyypille oma tasoitusviivansa, mutta kun viivat jokseenkin tarkoin sattuvat yhteen, mikä onkin varsin luonnollista, kun on kysymys vain pienien kuusien läpimitan ja pituuden suhteesta, yhdistettiin kaikki samaan akseliristikoon, jolloin saatiin kuvassa 5 esitetty suora viiva. Suorasta voitiin sen jälkeen lukea kunkin pituusluokan taimien keskimääräinen läpimitta. Kun mittaukseen oli merkitty rinnankorkeuden kohta, voitiin jo puiden lukemisen ja mittaamisen yhteydessä määrätä niiden

III pituusluokkaan (pituus 1.0—1.5 m) kuuluvien taimien lukumäärä, joiden pituus oli yli 1.3 m:ä ja jotka keskiläpimitan laskemisessa oli otettava huomioon. Tällöin on myöskin huomattava, että keskiläpimittaa ja pohjapinta-alaa laskettaessa 1.0—1.5 m:n pituusluokan jäljelle jääneiden taimien keskipituus teoreettisesti on 1.4 m eikä 1.25 m, koska alle 1.3 m:n pituiset taimet jäävät ulkopuolelle, ja siis suorasta on myöskin tämän mukaisesti otettava puheena olevan pituusluokan keskimääräinen läpimitta. — Tasoitettujen keskimääräisten läpimittojen eri pituusluokille selviävät taulukosta 8.

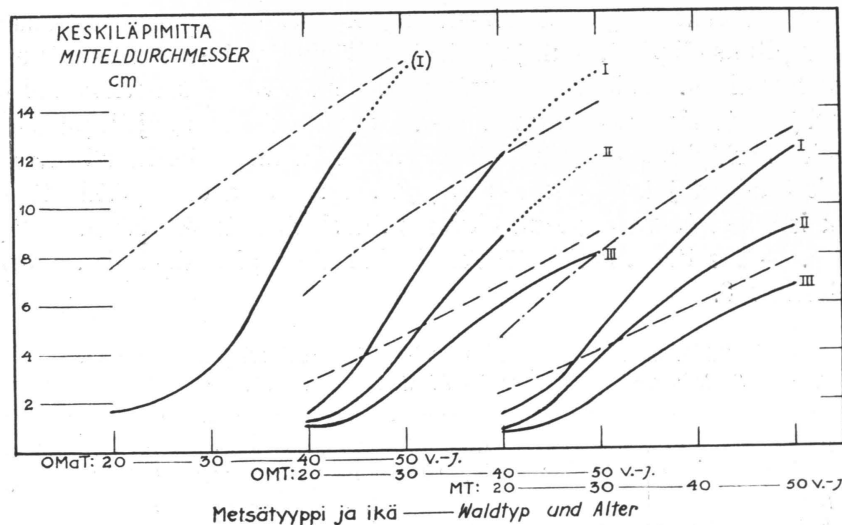
Taulukko 8. Kuusen keskimääräiset läpimitat eri pituusluokissa.

Table 8. Mittlere Durchmesser der Fichte in den verschiedenen Höhenklassen.

Pituusluokka, m	Läpimitta, sm	Pituusluokka, m	Läpimitta, sm	Pituusluokka, m	Läpimitta, sm	Pituusluokka, m	Läpimitta, sm
Höhenklasse, m	Durchmesser, cm	Höhenklasse, m	Durchmesser, cm	Höhenklasse, m	Durchmesser, cm	Höhenklasse, m	Durchmesser, cm
1.0—1.5	0.6	2.5—3.0	2.6	4.0—4.5	4.7	5.5—6.0	6.9
1.5—2.0	1.1	3.0—3.5	3.3	4.5—5.0	5.4	6.0—6.5	7.6
2.0—2.5	1.9	3.5—4.0	4.0	5.0—5.5	6.1	6.5—7.0	8.3

Kun koealoista osan keskiläpimitta on laskettu yllä esitettyjä lukuja hyväksi käyttäen, esiintyy koealaluettelossa eräiden nuorimpien koealojen kuusten keskiläpimitta alle 1 sm:n suuruisena. Eri koealojen kuusten keskiläpimitat on mainittu taulukossa 3, sivuilla 66—68, ja niiden perusteella piirretyt kuusen keskiläpimitan kehitystä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä esittävät käyrät ovat kuvassa 6.

Käyriä tarkastelemalla voidaan heti todeta, että kuusiosan tiheys sängen ratkaisevasti vaikuttaa kuusen keskiläpimitan kehitykseen. Kuten aiemmin osoitettiin, harmaaleppien lukumäärä on eri tiheysluokissa varsinkin alkuaikoina, mutta myöskin myöhemmin melko saman suuruinen, joten harmaaleppien vaikutuksenkin voidaan olettaa olevan eri tiheysluokissa suunnilleen sama (ettei se kuitenkaan ole aivana sama, selviää myöhemmin harmaaleppien keskiläpimittaa selostettaessa), mistä syystä eri tiheysluokkien kuusen keskiläpimittojen erot siis pääasiallisesti johtuvat kuusen erilaisesta tiheydestä. Kuusen tiheyden vaikutus sen keskiläpimitan kehitykseen onkin sängen huomattava. Sekä OMT:llä että MT:llä jo 20 vuoden iällä erot ovat selvät, joskin pienet; metsikön vanhentuaessa erot yhä suurenevät. Niinpä kuusen keskiläpimitta esimerkiksi



Kuva 6. Kuusen keskiläpimitta. — Abb. 6. Mitteldurchmesser der Fichte.

- kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä.  
*im Fichten-Weisserlen-Mischbestand.*
- - - - - viljelyskuusikon keskiläpimitta  
*Mitteldurchmesser des Kulturfichtenbestandes.*
- ..... luonnonnormaalisen kuusikon keskiläpimitta.  
*Mitteldurchmesser des naturnormalen Fichtenbestandes.*

40 vuoden iällä on OMT:llä harvimmissa metsiköissä 12.0 sm, keskitiheissä 8.7 sm ja tiheimmissä 5.9 sm; MT:llä vastaavat luvut ovat 9.1, 7.0 ja 4.8 sm.

Sama, tiheyden merkitys kuusen kehitykselle, kuvastuu myöskin, jos verrataan sekametsikössä kasvaneiden kuusten keskiläpimittakäyriä puhtaisten luonnonnormaalisten kuusikoiden vastaaviin käyriin. Tällöin voidaan todeta, että puhtaan kuusikon keskiläpimitta on aluksi aina suurempi kuin sekametsikössä kasvaneiden kuusten. III tiheysluokan kuusten keskiläpimitta jääkin aina pienemmäksi kuin puhtaan luonnonnormaalisen kuusikon, mutta sen sijaan I:n ja II tiheysluokan kuusen keskiläpimitat kehittyvät jo 20—30 ikävuoden tienoilla suuremmiksi ja sitä aikaisemmin mitä harvempi kuusitaimisto on. Aiemmin, s. 75, jo mainittiin, että ILVESSALON (1920 a, b) tutkimien luonnonnormaalisten kuusikoiden runkoluku aina, sekä OMT:llä että MT:llä on suurempi kuin tässä tutkimuksessa esitetyn kahden harvimman tiheysluokan kuusen runkoluvut, mutta sen sijaan ainakin jo 35 vuoden iältä pienempi kuin tiheimpien kuusitaimisto-

jen runkoluku. Jos nyt toistaiseksi jätetään huomioon ottamatta alle 30-vuotiset metsiköt, joissa harmaaleppän vaikutus vielä selvästi tuntuu ja joissa runkoluvutkaan eivät ole täysin vertauskelpoisia (s. 75), huomataan, että ILVESSALON esittämät lukusarjat erittäin hyvin sopivat tässä tutkimuksessa saatuihin kuusen keskiläpimitan lukusarjoihin, sillä niin kuin voidaan todeta, luonnonnormaalisten kuusikoiden keskiläpimitta on pienempi kuin I:n ja II tiheysluokan kuusien, mutta suurempi kuin III tiheysluokan. Tämäkin vertailu siis osoittaa, että kuusen keskiläpimitan kehitykseen vaikuttaa sen oma tiheys aivan ratkaisevasti ja siten, että kuta tiheämpi kuusitaimisto on sitä pienemmäksi kuusen keskiläpimitta jää. — Edelleen osoittaa vertailu ILVESSALON esittämiin luonnonnormaalisten kuusikoiden käyriin, että sekametsikössä kasvaneiden kuusten keskiläpimitta tulee sitä aikaisemmin edellisiä suuremmaksi kuta harvempi kuusitaimisto on. Niinpä OMT:llä tämä ikäkausi sattuu I tiheysluokassa 25—27 vuoden ja II:ssa 29—31 vuoden vaiheille. III tiheysluokan puut tuskin koskaan saavuttavatkaan luonnonnormaalisten kuusikoiden arvoja, yhtä vähän OMT:llä kuin MT:lläkään. MT:n I tiheysluokan vastaava ikäkohta on n. 28—30 vuoden ja II:n n. 29—31 vuoden vaiheilla.

Vielä voidaan, samoja käyriä toisiinsa verrattaessa, todeta, että harmaaleppänkin vaikutus kuusen keskiläpimitan kehitykseen on varsin huomattava. Sen osoittaa se, että kaikissa tiheysluokissa, harvimmissakin taimistoissa, kuusen keskiläpimitta aluksi on pienempi kuin luonnonnormaalisten metsiköiden, vaikka sen, aiemmin sanotun perusteella, pitäisi kahdessa tiheysluokassa, I:ssä ja II:ssa, olla suurempi; erotus vaihtelee eri tiheysluokkien mukaan laskettuna OMT:llä 1.3—1.9 sm:iin ja MT:llä 0.8—1.7 sm:iin 20 vuoden iällä. Pian mainitun ikäkohdan jälkeen huomataan kuusen keskiläpimitassa kasvun parantumista; kuusi alkaa toipua. Toipuminen alkaa OMaT:llä 27—28 vuoden iällä, OMT:llä I tiheysluokassa 21—22 vuoden, II:ssa 25—26 vuoden ja III:ssa 26—27 vuoden vaiheilla; MT:llä taas vastaavat ikäkohdat ovat 23—24, 25—26 ja 27—28.

Kaikki nämä huomiot viittaavat siihen, että kuusitaimiston ja nuoren kuusikon kehitykseen sen oma tiheys vaikuttaa vallan ratkaisevasti, jopa metsätuotteen merkitys osittain jää pienemmäksi, sillä niin kuin käyrien kulku osoittaa, esimerkiksi kuusen keskiläpimitta on MT:n I tiheysluokassa aina suurempi kuin OMT:n III:ssa. Luonnollista on kuitenkin, että milloin verrataan toisiinsa eri metsätuotteen yhtä tiheitä kuusikoita, metsätuotteen merkitys tulee ratkaisevaksi. — Edelleen voidaan päätellä, että kuusikon tiheyden vaikutus sen kehitykseen on suurempi kuin harmaa-

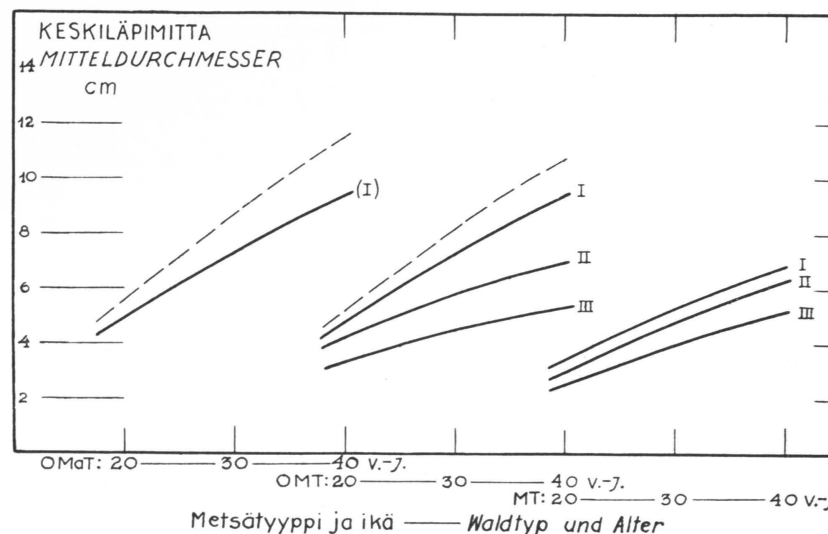
lepän vaikutus. Kuten nimittäin myöhemmin tullaan huomaamaan, harmaaleppä jää sitä heikommaksi kuin tiheämpi kuusitaimisto sen alla on, ts. harvoissa kuusitaimistoissa harmaaleppä kehittyi biottisesti voimakkaammaksi kuuseen nähden kuin tiheissä, mistä syystä se ensiksi mainitunlaisissa metsiköissä epäilemättä pystyy paremmin pitämään puolensa ja säilymään kauemmin, niin kuin jo runkolukusuhteita selostettaessa selvisi. Se seikka, että kuusi harvassa taimistossa, jossa harmaaleppä siihen nähden on siis biottisesti voimakkaampi, kykenee kuitenkin aikaisemmin toipumaan ja kasvamaan suuremmaksi kuin tiheissä, joissa harmaaleppä on heikompi, osoittaa, että kuusikon tiheys tässäkin suhteessa on ratkaisevampi tekijä.

Verrattaessa vielä viljelyskuusikon keskiläpimittaan näitä läpimittoja, voidaan todeta, että sekä OMT:llä että MT:llä II:n ja III tiheysluokan, siis tiheimpien taimistojen, keskiläpimitat aina ovat edellisiä pienempiä. Sen sijaan kaikkien metsätyyppien (OMaT siihen luettuna) I tiheysluokka, jonka runkoluku lähinnä vastaa istutuskuusikon runkolukua, myöhemmällä iällä, jolloin harmaalepän vaikutus on jo pieni, jokseenkin saavuttaa viljelyskuusikon keskiläpimitan. Tässäkin tapauksessa siis kuusikon keskiläpimitan ja sen tiheyden suhde hyvin vastaa aiemmin esitettyjä huomioita.

#### Harmaalepän keskiläpimitta.

Harmaaleppä on nuorena niin nopeakasvuinen puulaji, että tämän tutkimuksen yhteydessä suoritetuissa koealamittauksissa voitiin kaikki harmaaleppäyksilöt aina mitata rinnankorkeudelta. (MIETTISEN [1932, s. 48] mukaan harmaalepikön keskipituus jo alle 5-vuotuisissa metsiköissä on 1,3 m). Mittausten perusteella lasketut harmaalepän keskiläpimitat selviävät taulukosta 3 sivuilla 66—68 ja niiden perusteella piirretyt harmaalepän keskiläpimitan kehitystä osoittavat käyrät kuvasta 7.

Kuusen vaikutus harmaalepän keskiläpimitan kehitykseen kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä on sangen selvä. Kummallakaan metsätyypillä OMaT:llä tai OMT:llä, joilla vertailuja puhtaan harmaalepikön keskiläpimittaan voidaan tehdä, sekametsikössä kasvanut harmaaleppä ei saavuta puhtaan harmaalepikön mittoja, vaan aina jää pienemmäksi. Tämän lisäksi voidaan todeta, että myöskin harmaalepän keskiläpimitan kehitykseen kuusen tiheys sangen ratkaisevasti vaikuttaa. Sen keskiläpimitta jää selvästi sitä pienemmäksi mitä tiheämpi kuusitaimisto on. — Kuusen vaikutus harmaalepän keskiläpimittaan alkaa ilmeisesti hyvin



Kuva 7. Harmaalepän keskiläpimitta. — Abb. 7. Mitteldurchmesser der Weisserle. Merkkien selitys kuvassa 4. — Zeichenerklärung Abb. 4.

aikaisin, sillä jo 20 vuoden iällä voidaan käyrissä todeta erot, mutta vasta lähempänä 30 ikävuotta vaikutus tulee hyvin selväksi ja suurenee sen jälkeen jatkuvasti, ja samalla huomataan, että kuusen vaikutus on sitä suurempi mitä tiheämpi kuusi on. Esimerkiksi OMT:llä puhtaan harmaalepikön ja kuusi-harmaaleppä-sekametsikön harmaalepän keskiläpimittojen suhteellinen erotus (vrt. s. 81) suurenee seuraavasti: I tiheysluokan harmaaleppiin verrattuna se on 20 vuoden iällä 8 % ja 40 vuoden iällä 14 %, II tiheysluokassa vastaavasti 24 % ja 53 % sekä III:ssä 58 % ja 102 %; OMaT:llä taas 14 % ja 22 %. Erotus on siis suurentunut OMT:llä I:stä III tiheysluokkaan luetellen 6 %, 29 % ja 44 % sekä OMaT:llä 8 %.

Kuusen tiheyden vaikutusta harmaalepän keskiläpimittaan voidaan tässä yhteydessä sopivasti tarkastella niin, että samalla selviää, missä määrin koealojen yhdistäminen samoihin kehityssarjoihin on onnistunut. Onhan nimittäin ilmeistä, että vertaamalla saman metsätyypin yhtä vanhojen, mutta eri tiheyden metsiköiden mittaustuloksia toisiinsa, kuusen tiheyden haitallisen vaikutuksen, jos sitä todella on, täytyisi näkyä, varsinkin jos yhtä vanhoja saman metsätyypin koealoja on riittävän monta ja kuusen runkoluvut niissä ovat hyvin eri suuret. Seuraava tämän tapainen tarkastelu rajoitetaan käsittämään vain OMT:ä, koska tältä metsätyypiltä saadaan nyt mitattujen koealojen lisäksi puhtaiden harmaa-

Taulukko 9. Kuusen runkoluvun ja harmaalepän keskiläpimitan suhde OMT:llä eri koealojen mukaan. — *Tabelle 9. Verhältnis zwischen Stammzahl der Fichte und mittlerem Durchmesser der Weisserle auf OMT nach einzelnen Probeflächen.*

Ikä, v. — Alter, J.					
22		28		33	
Kuusen runkoluku, kpl/ha Stammzahl der Fichte, St./Ha	Lepän keskiläpimitta, sm Mitteldurchmesser der Weisserle, cm	Kuusen runkoluku, kpl/ha Stammzahl der Fichte, St./Ha	Lepän keskiläpimitta, sm Mitteldurchmesser der Weisserle, cm	Kuusen runkoluku, kpl/ha Stammzahl der Fichte, St./Ha	Lepän keskiläpimitta, sm Mitteldurchmesser der Weisserle, cm
0	5.8	0	7.6	0	9.5
4 104	5.3	2 200	6.9	2 087	8.5
4 300	5.6	2 500	6.9	2 400	8.5
5 110	5.0	2 610	7.6	3 180	7.8
6 800	5.2	2 900	6.8	3 200	6.6
9 000	4.8	3 800	6.2	5 905	4.5
9 960	4.7	4 804	6.0	6 522	6.6
12 820	4.2	6 215	5.2	6 600	4.5
15 218	3.7	6 312	5.5	11 100	5.0
—	—	6 426	5.0	15 612	4.5
—	—	7 040	5.3	—	—
—	—	10 800	4.5	—	—

lepiköiden vastaavat tulokset (MIETTINEN 1932, kuva 6). 22:n (joihin on luettu 21-, 22- ja 23-vuotiset metsiköt), 28:n (27—29) ja 33:n (32—34) vuoden ikäisiä metsiköitä on tältä metsätyypiltä eniten, joten ne sopivat parhaiten vertailtaviksi. Taulukossa 9 on lueteltu vastaavasti kaikkien koealojen, siis myöskin sivulla 65 mainitun 20 % poikkeamisen ulkopuolelle jääneiden koealojen, kuusen runkoluvut ja harmaalepän keskiläpimitat.

Taulukossa esitetyt lukusarjat osoittavat selvästi, että mitä tiheämpi kuusitaimisto on sitä pienemmäksi jää harmaalepän keskiläpimitta. Pieniä poikkeuksia puoleen ja toiseen tietenkin huomataan, mutta sarjojen osoittama suunta on kuitenkin selvä, ts. kuusen tiheydellä ja harmaalepän keskiläpimitalla voidaan todeta sekametsiköissä olevan ilmeisen riippuvaisuussuhteen. Ainakin suurin piirtein voidaan edelleen huomata, että kuusitaimiston tihtyminen n. 6 000 kpl:een saakka ha:lla vaikuttaa hyvin voimakkaasti pienentävästi harmaalepän keskiläpimitaan ja että vaikutus tässä suunnassa suurenee metsiköiden vanhetessa; jos kuusen tiheys on asteittain vielä suurempi, harmaalepän keskiläpimitta ei enää pienee suhteellisesti yhtä voimakkaasti. Todennäköisesti kuusi on tällöin

Taulukko 10. Tasoituskäyrästä saadut kuusen runkoluvun ja harmaalepän keskiläpimitan arvot eräinä ikäkohtina OMT:llä. — *Tabelle 10. Die aus den Ausgleichungskurven erhaltenen Werte für die Fichten-Stammzahl und den mittleren Durchmesser der Weisserle für einige Altersjahre auf OMT.*

Tiheysluokka Dichteklasse	Ikä, v. — Alter, J.					
	22		28		33	
	Kuusen runkoluku, kpl/ha Stammzahl der Fichte, St./Ha	Lepän keskiläpimitta, sm Mitteldurchmesser der Weisserle, cm	Kuusen runkoluku, kpl/ha Stammzahl der Fichte, St./Ha	Lepän keskiläpimitta, sm Mitteldurchmesser der Weisserle, cm	Kuusen runkoluku, kpl/ha Stammzahl der Fichte, St./Ha	Lepän keskiläpimitta, sm Mitteldurchmesser der Weisserle, cm
I	4 000	5.3	3 200	6.8	2 700	8.0
II	8 800	4.6	6 800	5.5	5 500	6.2
III	17 300	3.6	13 700	4.2	11 500	4.8

jo »ylitiheä» eikä kuusen runkoluvun suurentumisella enää ole samaa merkitystä.

Edellä mainituille ikäkohdille, 22, 28 ja 33 vuotta, saadaan vastaavista tasoituskäyrästä taulukossa 10 esitetyt arvot.

Kun verrataan tässä taulukossa esitettyjä, tasoituskäyrästä otettuja tuloksia edellisen taulukon antamiin tuloksiin, voidaan todeta, että ne sängen hyvin sopivat yhteen, ts. että vastaavina ikäkohtina kummassakin taulukossa yhtä suuria kuusen runkolukuja vastaavat jokseenkin saman suuruiset harmaalepän keskiläpimitat, mikä osoittaa, että eri sarjoihin yhdistettyjen koealojen antamat tasoitetut tulokset ovat riittävän oikeat, ja siis myöskin, että eri koealojen yhdistäminen sarjoihin aiemmin esitetyllä tavalla on johtanut tyydyttäviin tuloksiin.

#### Keskiläpimittojen vertailua.

Aiemmin osoitettiin, minkälainen suhde vallitsee puhtaan kuusikon ja puhtaan harmaalepikön keskiläpimittojen kesken. Mielenkiintoista on nyt todeta, minkälainen näiden puulajien keskiläpimittojen suhde on sekametsikössä. Parhaiten mainittu seikka selviää ehkä taulukosta 11, jossa — merkki tarkoittaa sitä, että kuusen keskiläpimitta on pienempi, + merkki, että se on suurempi kuin harmaalepän läpimitta.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Niin kuin runkolukujen selvittelyn yhteydessä osoitettiin, harmaaleppä kuolee eräissä tiheysluokissa jo ennen 40. ikävuotta, joten sen keskiläpimitan määrääminen vielä 40-vuotisissa metsiköissä ei aina ole paikallaan, vaikka keskiläpimitan suuruus käyrien perusteella helposti voidaankin arvioida. Keskiläpimittojen vertailussa suunnan osoittamisen selvittämiseksi on näin kuitenkin menetelty.

Taulukko 11. Kuusen ja harmaalepän keskiläpimittojen suhde sekametsikössä. —  
Tabelle 11. Verhältnis des Fichten- und Weisserlendurchmessers in den Mischbeständen.

Ikä, v. Alter, J.	OMaT	OMT			MT		
	(I)	I	II	III	I	II	III
	Kuusen ja harmaalepän keskiläpimittojen erotus, sm. Differenz zwischen den Durchmesser der Fichte und Weisserle, cm.						
20	— 3.2	— 3.2	— 2.8	— 2.3	— 1.2	— 2.1	— 1.8
25	— 4.0	— 2.8	— 2.9	— 2.4	— 1.7	— 2.0	— 1.9
30	— 3.8	— 0.7	— 1.7	— 1.5	— 0.5	— 0.8	— 1.7
35	— 2.2	+ 1.1	— 0.2	— 0.4	+ 1.0	± 0.0	— 0.9
40	+ 0.5	+ 2.6	+ 1.8	+ 0.7	+ 2.3	+ 0.7	— 0.3

Yleisenä suuntana on siis se, että harmaalepän keskiläpimitta on aluksi aina suurempi kuin kuusen, mutta myöhemmin kuusen keskiläpimitta tulee suuremmaksi ja ilmeisesti sitä aikaisemmin mitä harvempi kuusimistö on.

OMaT:llä keskiläpimittojen erotus on suurimmillaan 25 vuoden iällä, jolloin se on 4 sm, ja kuusen keskiläpimitta tulee 38—40 vuoden iällä suuremmaksi kuin harmaalepän. OMT:n I tiheysluokassa erotus ainakin 20 vuoden iältä alkaen säännöllisesti ja yhä nopeammin pienenee, kunnes kuusen keskiläpimitta jo ennen 35. ikävuotta tulee suuremmaksi kuin harmaalepän. II:ssä ja III tiheysluokassa erotus on suurimmillaan (2.4—2.9 sm) n. 25 vuoden iällä; kuusi tulee taas harmaaleppää vahvemmaksi II tiheysluokassa n. 35—36 vuoden ja III:ssa n. 37—38 vuoden vaiheilla. — MT:llä näiden puulajien keskiläpimittojen erotus suurimmillaan ollessaan on pienempi kuin paremmilla metsätyypeillä, se vaihtelee 1.7—2.1 sm:iin. I tiheysluokassa kuusen keskiläpimitta tulee harmaalepän keskiläpimittaa suuremmaksi suunnilleen samoihin aikoihin kuin OMT:n vastaavassa tiheysluokassa, n. 32 vuoden vaiheilla, II tiheysluokassa n. 35 vuoden iällä, mutta III:ssa ne eivät vielä 40 vuoden iälläkään ole edes aivan yhtä suuret. Vaikka harmaaleppä tässä tiheysluokassa kehittyi erittäin huonosti, niin kuin edellä osoitettiin, kuusen oman tiheyden hidastava vaikutus kuusen kehitykseen on kuitenkin niin tuntuva, että harmaalepän läpimitta MT:llä tässä tiheysluokassa kauimmin säilyy suurempana, samoin kuin vastaavassa tiheysluokassa OMT:llä.

40. ikävuoden jälkeen siis kuusen keskiläpimitta, yllä mainittua tapausta lukuun ottamatta, on aina suurempi kuin harmaalepän. Sekametsikössä kuusen keskiläpimitta täten tulee harmaalepän keskiläpimittaa suuremmaksi huomattavasti aikaisemmin kuin puhtaiden metsiköiden keskiläpimittojen vertailu osoitti. Kun jo kuusen keskiläpimitan tarkas-

telun yhteydessä voitiin todeta, että kuusenkin kasvu on sekametsiköissä alkuaikoina hitaampaa kuin puhtaissa, merkitsee yllä tehty huomio siitä, että harmaalepän kehitys on sekametsiköissä huomattavan hidasta ja todennäköisesti sen kehitys kärsii sekametsiköissä suhteellisesti vielä enemmän kuin kuusen.

### Valtapituus.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on selvitelty vain kuusen valtapituus, jotta siten voitaisiin, keskipituuden lisäksi, selvittää kuusen pituuskasvua ja sen tunkeutumista harmaalepän latvuserrokseen; harmaalepän valtapituuden selvittämisellä ei tässä mielessä luonnollisesti ole samaa merkitystä.

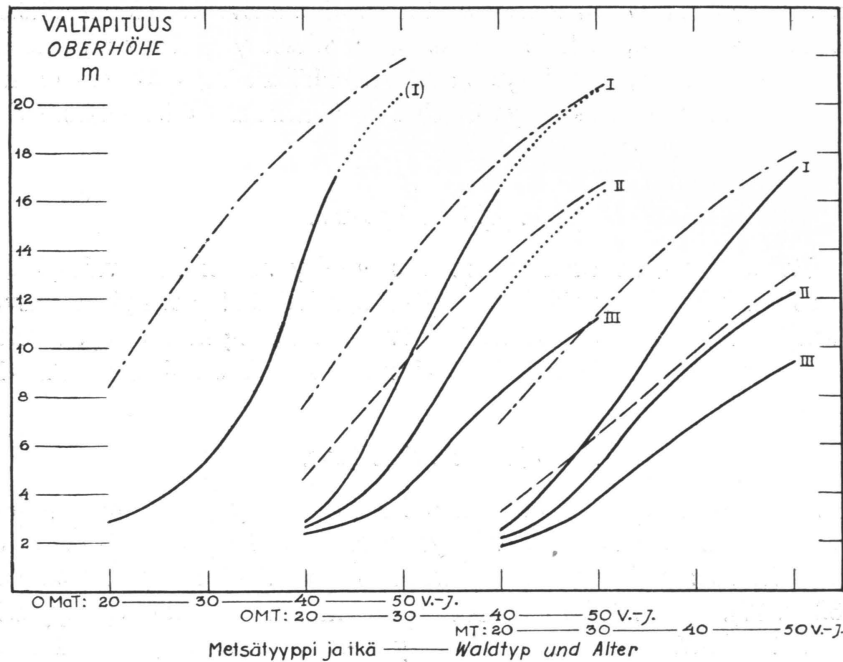
### Kuusen valtapituus.

Valtapituutena on tässä tutkimuksessa pidetty vahvimpien puiden keskipituutta. Tutkimuksessa viljelyskuusiköiden kasvua otettiin valtapituudeksi 100:n vahvimman puun keskipituus ha:lla (ERKKI K. CAJANDER 1932, s. 17). Kun käsillä olevassa tutkimuksessa kuitenkin esiintyy sekä OMT:llä että MT:llä kolmen eri tiheysluokan metsiköitä, ei tätä tapaa katsottu voitavan nyt noudattaa; sitenhan esimerkiksi I tiheysluokassa tulisi valtapuiksi puulukuun nähden 4—5 kertaa enemmän puita kuin III tiheysluokassa, joten edellisen valtapituus todennäköisesti siten laskeutuisi suhteellisesti pienemmäksi kuin jälkimmäisen. Tämän vuoksi otettiin huomioon jokaiselta koealalta 10 % puuluvusta vahvimma päästä alkaen ja näiden keskipituutta pidettiin valtapituutena.

Näin lasketut eri koealojen kuusten valtapituudet selviävät taulukosta 3 sivuilla 66—68 sekä niiden perusteella piirretyt kuusen valtapituuden kehitystä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä osoittavat käyrät kuvasta 8.

Käyrien kulkua tarkasteltaessa voidaan huomata, että myöskin pisimpien kuusten pituuskehitykseen kuusen tiheys vaikuttaa sangen ratkaisevasti. Niinpä käyrien mukaan kuusen valtapituus 30:n, 40:n ja 50 vuoden iällä on OMT:llä ja MT:llä seuraava:

Ikä, v. Alter, J.	OMT			MT		
	I	II	III	I	II	III
	Valtapituus, m					
30	8.9	5.9	4.2	6.8	6.1	3.8
40	16.5	12.0	8.1	12.5	9.4	6.8
50	20.5	16.2	11.2	17.2	12.2	9.4



Kuva 8. Kuusen valtapituus. — Abb. 8. Oberhöhe der Fichte.

Merkkien selitys kuvassa 6. — Zeichenerklärung Abb. 6.

Luvut antavat selvän käsityksen siitä, miten voimakkaasti kuusikon tiheys vaikuttaa sen valtapituudenkin kehitykseen. Kun valtapituuskin on näin herkkä metsikön tiheysvaihteluille, on tältäkin kannalta ilmeistä, että se on useissa tapauksissa verraten huono maan hyvyuden osoittaja, jona sitä monissa maissa käytetään (vrt. Y. ILVESSALO 1920 a, ss. 1—17; A. K. CAJANDER 1925, 1927 ym.). Jos kuusikon tiheys jätetään huomioon ottamatta, olisi edellä esitettyjen kuusikon valtapituutta osoittavien käyrien mukaan esimerkiksi OMT:n II ja MT:n I tiheysluokka luettava suunnilleen samaan boniteettiin ja jälkimmäinen taas parempaan kuin OMT:n III tiheysluokka. Kuitenkin sopivien harvennushakkausten jälkeen tiheimmän kuusikon valtapituus epäilemättä nousee yhtä suureksi kuin saman metsätyyppin harvimman. Boniteetin osoittajana kuusikon valtapituutta voidaan siis käyttää vain silloin, kun verrataan toisiinsa yhtä tiheitä tai samoihin tiheysarjoihin kuuluvia kuusikoita (boniteettihan on alunperin suhteellinen käsite), mutta ei verrattaessa eri tiheitä tai eri tavoin hoidettuja kuusikoita.

Verrattaessa sekametsiköissä kasvaneiden kuusien valtapituutta puhtaan kuusikon valtapituuteen<sup>1</sup> voidaan jälleen, niin kuin vastaavassa keskiläpimittojen vertailussa, todeta suunnilleen kuusen tiheyttä vastaava suhde. Tosin aivan alkuaikoina kuusen valtapituus jää sekametsikössä hyvinkin paljon jälkeen puhtaan kuusikon valtapituudesta, mikä osoittaa, että harmaalepän häiritsevä vaikutus tuntuu pisimpienkin kuusien pituuskasvussa. Lisäksi voidaan pituuskäyrien perusteella päätellä, että harmaalepän vaikutus on sitä voimakkaampi mitä parempi metsätyyppi on. Niinpä erotus puhtaan, luonnonnormaalisen kuusikon ja sekametsikössä kasvaneiden kuusten valtapituuksien välillä on esimerkiksi 20 vuoden iällä MT:llä melko pieni (tiheysasteesta riippuen 0.7—1.4 m), mutta OMT:llä jo huomattavasti suurempi (1.8—2.4 m). Saman suuntainen suhde saadaan, jos vertailut tehdään viljelykuusikon valtapituuteen samalla iällä. Erotus on tällöin MT:llä 4.3—5.0 m, OMT:llä 4.8—5.3 ja OMaT:llä 5.5 m. Harmaalepän vaikutus on siis selvästi havaittavissa ja ilmeisesti se on suurin sellaisilla kasvupaikoilla, joilla harmaaleppä hyvin menestyy. Aivan erityisen suuri tuntuu harmaalepän vaikutus olevan lehtomailla, missä harmaaleppä kehittyy voimakkaimmaksi, on kilpailukykyisin kuusen kanssa ja epäilemättä myöskin eniten pystyy sen kehitystä häiritsemään. Lehtomailla viljelykuusikon ja sekametsikkö-kuusen valtapituuksien ero saattaa nousta aina 9 m:iin saakka; OMT:llä ja MT:llä, siis huonommilla kasvupaikoilla, erotus ei koskaan tule läheskään näin suureksi, mikä johtuu siitä, että kuusen pituuskasvu elpyy näillä metsätyypeillä aikaisemmin kuin lehtomailla. OMT:llä vastaava erotus on suurimmillaan ollessaan, 25 vuoden vaiheilla, 5.6 m ja MT:llä 4.6 m samalla iällä. Sekametsikkökuusen pituuskasvu alkaa huomattavammin parantua OMT:llä ja MT:llä jo n. 25. ikävuoden vaiheilla, jota vastoin OMaT:llä vasta n. kymmenkunta vuotta myöhemmin. Harmaalepän vaikutus on siis OMaT:llä ilmeisesti erittäin voimakas, jota myöskin tämän metsätyyppiryhmän valtapituuskäyrän »epänormaali» muoto osoittaa.

Kun harmaalepän vaikutus alkaa heiketä, kuusi pääsee vapaammin kehittymään ja sen oman tiheyden vaikutus puolestaan tulee näkyviin. Puhtaan, luonnonnormaalisen kuusikon valtapituus jää pienemmäksi kuin valtapituus I tiheysluokassa OMT:llä 30—32 vuoden ja MT:llä 28—30 vuoden vaiheilla. Kun tämä tiheysluokka lähinnä vastaa tiheydensä puolesta istutuskuusikkoa, voidaankin todeta, että noin 50 vuoden iällä niiden valtapituudet ovat suunnilleen yhtä suuret, vaikka sekametsikön kuuset

<sup>1</sup> Valtapituuden erilaisista laskemistavoista johtuen vertailu ei ole täysin oikeutettu.

Taulukko 12. Puhtaiden kuusikoiden ja harmaalepiköiden keskipituuksien vertailua. —  
Tabelle 12. Vergleich der mittleren Höhe der reinen Fichten- und Weisserlenbestände.

Puulaji Holzart	Keskipituus — v:n iällä, m Mittlere Höhe, m, im Alter von							
	10	15	20	25	30	35	40	45
Kuusi — Fichte	1.3	2.4	3.4	4.5	5.6	6.7	7.8	8.9
Harmaaleppä — Weisserle	4.3	6.3	7.9	9.3	10.5	11.5	12.4	13.3
Erotus, sm — Unterschied, cm	3.0	3.9	4.5	4.8	4.9	4.8	4.6	4.4
Suhteellinen erotus, % — Relat. Unterschied, %	231	163	132	107	88	72	59	49

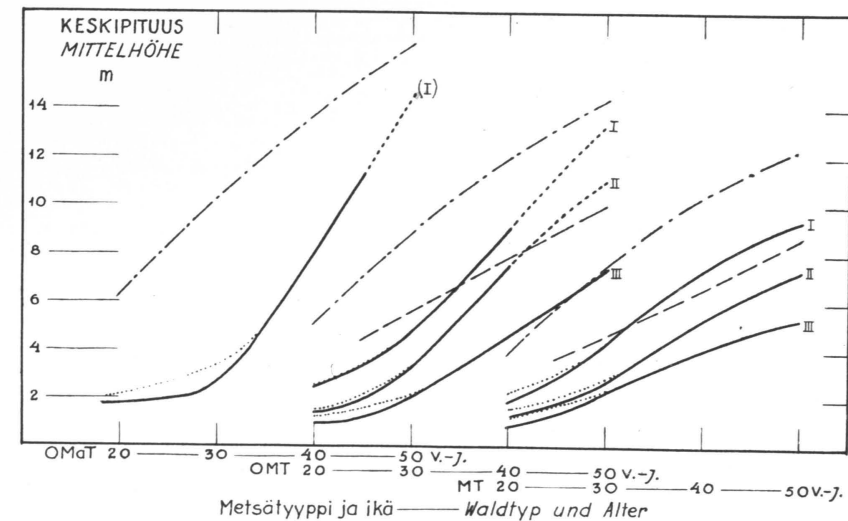
ovatkin kärsineet harmaalepän vuoksi alkuaikoina melkoisesti. Samalla iällä saavuttaa sekä OMT:n että MT:n II tiheysluokan valtapituus puolestaan melkein luonnonnormaalisten kuusikoiden valtapituuden; nämä metsiköthän taas lähinnä vastaavat tiheydensä puolesta toisiaan. III tiheysluokan valtapituus jää aina melkoisen pieneksi, mutta nehan ovatkin yli-tiheitä metsiköitä.

Yleensä voidaan siis todeta, että kuusen valtapituuden kehitys läheisesti riippuu sen omasta tiheydestä ja että harmaaleppä alkuaikoina melkoisesti hidastaa kuusen valtapituuden kehitystä ja todennäköisesti sitä enemmän mitä parempi metsätyyppi on.

### Keskipituus.

Puhtaiden luonnonnormaalisten kuusikoiden ja harmaalepiköiden keskipituudet, joihin sisältyvät vain vähintään 1.3 m:n pituiset yksilöt, OMT:llä selviävät taulukosta 12 (kuusi: Y. ILVESSALO 1920, s. 120, taul. XXII, kuva n:o 44; harmaaleppä: MIETTINEN 1932, s. 48, taul. 6).

Puhtaiden kuusikoiden ja harmaalepiköiden keskipituuksien erotus on absoluuttisesti siis suurimmillaan 30 vuoden iällä, eli hiukan aikaisemmin kuin keskiläpimittojen vastaava ero. Suhteellinen erotus on sen sijaan suurimmillaan jo aivan nuorissa metsiköissä ja pienenee sen jälkeen, aluksi hyvin nopeasti, myöhemmin hitaammin. Kuitenkin on huomattava, että kuusen keskipituutta osoittavat luvut 10—20 vuoden iällä eivät ole aivan tarkkoja, sillä ILVESSALO (1920 a) ilmoittaa kuusikon keskipituuden vasta 25. ikävuodesta alkaen, minkä vuoksi tätä nuorempien metsiköiden keskipituus on otettu mahdollisimman tarkasti kuusen keskipituuden kehitystä



Kuva 9. Kuusen keskipituus. — Abb. 9. Mittelhöhe der Fichte.  
Merkkien selitys kuvassa 6. — Zeichenerklärung Abb. 6.

osoittavasta käyrästä (kuva n:o 44). Tästä huolimatta voitaneen kuitenkin pitää varmana, että keskipituuksien suhteellinen erotus on suurempi kuin saman ikäisten metsiköiden keskiläpimittojen erotus, eli ts. kuusi jää ainakin alkuaikoina harmaalepältä suhteellisesti enemmän jälkeen pituuskuin vahvuuskasvussa. — Muuten voidaan taulukon lukujen perusteella todeta, että koko sinä aikana, jona vertailuja voidaan tehdä, harmaalepän keskipituus on aina suurempi kuin saman ikäisen kuusen (vrt. MIETTINEN 1932, s. 49).

### Kuusen keskipituus.

Tutkittujen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kuusen keskipituudet selviävät taulukosta 3 sivuilla 66—68 sekä niiden perusteella piirretyt, kuusen keskipituutta eri ikäkausina osoittavat käyrät kuvasta 9.

Käyrien kulkua tarkasteltaessa voidaan jälleen todeta, että ainakin OMT:llä ja MT:llä kuusen pituuskehitykseen ratkaisevasti vaikuttaa kuusen tiheys. Käyrien keskinäinen suhde ei tosin ole aivan niin säännöllistä kuin vastaavien keskiläpimittojen suhde, mutta kuitenkin aivan selvä. Kuusen keskipituuskin on sitä suurempi mitä harvempi kuusitaimisto on ja eri tiheysluokkien ero on jo 20 vuoden iällä selvä.



Runkolukujen yhteydessä jo mainittiin, että käsillä olevan tutkimuksen kuusen runkolukuihin sisältyvät kaikki metsiköissä tavatut kuuset, joten varsinkaan nuorten metsiköiden kuusen runkolukuja ei suorastaan voida verrata tuottotaulujen vastaaviin lukuihin (s. 75). Samasta syystä ei myöskään molempien tutkimusten kuusen keskipituuksia ilman muuta voida keskenään verrata, sillä nuorissa metsiköissä, joissa on runsaasti alle 1.3 m:n pituisia kuusia, niiden keskipituus ilmeisesti sekametsiköiden osalta tulisi suhteellisesti liian pieneksi. Sivulla 83 jo mainittiin, että puiden lukemisessa merkittiin erikseen ne kuuset, jotka olivat nuorissa metsiköissä 1.3 m:ä pitempiä. Täten voitiin laskea myöskin vain yli rinnan korkeuden ylettyvien kuusten keskipituus, joka siis on verrannollinen tuottotaulujen lukuihin ja jota kuvassa 9 esittävät pisteiviivat. Erotus näiden ja vastaavien todellisten keskipituuksien välillä ei ole kovin suuri ja suurin nuorissa, tiheissä taimistoissa, joissa taimien kehitys on hitaampaa kuin harvemmissä. Metsiköiden valtapituuksissa ei tätä seikkaa tarvinnut ottaa huomioon, sillä valtapituuden laskemisessa mukaan tulevat puut olivat poikkeuksetta 1.3 m:ä pitempiä.

Kun verrataan näitä käyriä Y. ILVESSALON (1920 a, kuva 44) julkaisemiin luonnonnormaalisten metsiköiden sekä viljelyskuusikoiden vastaaviin käyriin, huomataan ensiksikin, että harmaalepän vaikutus kuusen pituuskehitykseen on varsin huomattava. Parhaitenkin kasvaneiden, siis harvimpienkin kuusitaimistojen keskipituus on alkuaikoina tuntuvasti pienempi kuin puhtaiden kuusikoiden. Niin kuin aiemmin mainittiin, tämä erotus johtunee todennäköisesti harmaalepän haittaavasta vaikutuksesta, koska muuten on vaikeata selittää, mistä syystä harvimmatkin sekametsiköiden kuusitaimistot kehittyisivät hitaammin kuin luonnonnormaaliset kuusikot ja paljon hitaammin kuin alusta alkaen vapaina kehittyvät viljelyskuusikot. Kun harmaalepän vaikutus heikkenee ja lopuksi kokonaan lakkaa, kuusi parantaa kasvuaan ja silloin tulee kuusitaimiston tiheyden vaikutus selvästi näkyviin. OMT:llä I tiheysluokassa kuusi kasvaa pituuskasvun elvyttyä erittäin hyvin ja jo 50 vuoden iällä saavuttaa lähes viljelyskuusikon keskipituuden, II tiheysluokassa sekametsikkö-kuusen keskipituus tulee yhtä suureksi, jopa ehkä suuremmaksi kuin luonnonnormaalisen kuusikon keskipituus, jota vastoin yli-tiheät III tiheysluokan kuusitaimistot ilmeisesti kasvavat muita paljon hitaammin ja aina, ellei harvennusta toimiteta, jäävät sangen mataliksi. — MT:llä kuusitaimiston keskipituus sekametsikössä tuntuu aina jäävän melko pieneksi. I tiheysluokassa se ei tule läheskään niin suureksi kuin viljelyskuusikon vastaavalla metsätyypillä, vaan ero pysyy aina melko suurena. Myöskään II tiheysluokassa kuusen keskipituus ei saavuta

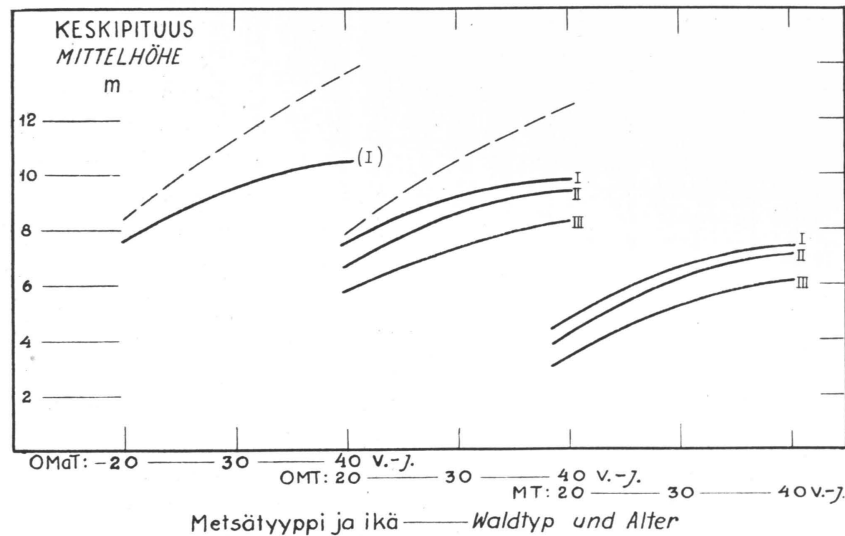
luonnonnormaalisten metsiköiden keskipituutta, joskaan erotus ei ole niin suuri kuin edellisessä tapauksessa. III tiheysluokan kuuset kasvavat tasaisen hitaasti, tullen 50 vuoden iällä vain hiukan yli 5 m:n pituisiksi. — Muiden käyrien kulusta poikkeaa kuusen keskipituutta OMaT:llä osoittavan käyrän kulku. Se kulkee lähelle 30 ikävuotta melkein vaaka-suorasti, mikä osoittaa, että kuusen keskipituus siihen saakka vain hyvin heikosti suurenee. Jo aiemmin, kuusen keskiläpimitan kehitystä tällä metsätyypillä selvitetäessä, mainittiin, että harmaalepän vaikutus lehtomailla, joilla harmaaleppä kehittyy voimakkaimmin, on kuusen kehitykselle hyvinkin kohtalokasta. Kuusen keskipituuden kehitys osoittaa aivan samaa. Ei siis yksinomaan kuusen vahvuus-, vaan myöskin sen pituuskehitys kärsii OMaT:llä harmaalepältä erittäin paljon ja pituuskehitys ehkäpä vieläkin enemmän. — 28 vuoden iällä sekametsiköissä kasvaneen kuusitaimiston ja viljelyskuusikon keskipituuksien ero on n. 7.0 m. Mainitun ikäkohdan jälkeen elpyy kuusen pituuskasvu kuitenkin erittäin voimakkaasti. Vastaava erotus on 40 vuoden iällä enää 5.6 m sekä 50 vuoden iällä vain 2.1 m. Kuusitaimiston pituuskasvu on siis erittäin ripeätä sen jälkeen kuin harmaalepän vaikutus heikkenee ja lakkaa.

Osoituksena siitä, että harmaalepän vaikutus todennäköisesti tuntuu voimakkaammin kuusen pituus- kuin vahvuuskasvussa, mainittakoon, että OMT:llä kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kuusen keskipituus tulee I tiheysluokassa n. 35 vuoden vaiheilla suuremmaksi kuin luonnonnormaalisen kuusikon keskiläpimitta ja II tiheysluokassa 42—43 vuoden iällä, siis n. 7—10 vuotta myöhemmin kuin keskiläpimittojen vastaava vertailu osoitti; MT:llä I tiheysluokassa vain n. 4 vuotta myöhemmin, mutta, kuten mainittiin, II tiheysluokan kuusen keskipituus ei lainkaan saavuta luonnonnormaalisen kuusikon keskipituutta.

Yleensä voidaan sanoa, että alkuaikoina harmaalepän vaikutus tuntuu voimakkaasti kuusen pituuskasvussa, joskin tällöinkin harvimmat kuusitaimistot kasvavat parhaiten, mutta harmaalepän alkaessa kuolla kuusen pituuskasvu elpyy ja todennäköisesti sitä voimakkaammin mitä harvempi kuusitaimisto on. Harvimpien kuusitaimistojen keskipituus tulee lopuksi melkein yhtä suureksi kuin viljelyskuusikonkin.

#### *Harmaalepän keskipituus.*

Harmaalepän keskipituuden määrittäminen oli useimmissa tapauksissa siinä suhteessa vaikeata, että ainakin kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä harmaalepät jo 15—20 vuoden iältä alkaen muodostavat suunnilleen tasapitkän, vallitsevan latvuskatoksen, jossa eri vahvuisten harmaaleppien



Kuva 10. Harmaalepän keskipituus. — Abb. 10. Mittelhöhe der Weisserle.  
Merkkien selitys kuvassa 4. — Zeichenerklärung Abb. 4.

pituuserot melkoisesti vaihtelevat. Siten voi heikompien harmaaleppien pituus olla suurempi kuin vahvempien, joskin useimmiten luonnollisesti päinvastoin. Tämä seikka aiheuttaa lukuisia poikkeuksia suuntaan ja toiseen mitatuissa pituusarvoissa ja siten vaikeuttaa harmaalepän pituuskäyrän piirtämistä. Jotta tämä epätasaisuus ei pahoin pääsisi häiritsemään ja epävarmentamaan lopullista keskipituuden määräämistä, suoritettiin jokaisella koealalla mahdollisimman monia pituusmittauksia.

Tutkittujen koealojen harmaalepän keskipituudet selviävät taulukosta 3 sivuilla 66—68 ja niiden perusteella piirretyt harmaalepän keskipituutta eri ikäkausina osoittavat käyrät kuvasta 10.

Pituuskäyrät osoittavat, että harmaalepän keskipituuden suureneminen 20. ikävuoden jälkeen on erittäin vähäistä. Niinpä esimerkiksi OMT:llä harmaalepän keskipituus nousee 20:sta 40. ikävuoteen vain 2.2—2.7 m tiheysluokasta riippuen, jota vastoin puhtaan harmaalepikön keskipituus suurenee samana aikana 4.1 m. Sama seikka selviää myöskin pituuskäyrästä. 20. ikävuoden tienoilla harmaaleppien keskipituus on I tiheysluokassa lähes yhtä suuri kuin puhtaan harmaalepikön, mutta sen jälkeen edellisen käyrä nousee enää hyvin hitaasti ja jo 30. ikävuoden tienoilta käytännöllisesti katsoen miltei lakkaa nousemasta. Sen sijaan puhtaan harmaalepikön keskipituutta osoittava käyrä nousee ripeästi

ainakin 45. ikävuoteen saakka. II tiheysluokan harmaalepän keskipituus on 20 vuoden iällä edellistä melkoista alempana, mutta kun keskipituuden suureneminen ei tässä tapauksessa hidastu aivan niin nopeasti kuin edellisessä, ero edellisen tiheysluokan ja tämän välillä myöhemmin pienenee. Tasaisin on harmaalepän keskipituuden kehitys III tiheysluokassa. Aivan niin selvää pituuskasvun tyrehtymistä kuin kahdessa edellisessä tapauksessa ei tässä huomata, vaan on pituuden lisääntyminen tasaisen hidasta. — Suunnilleen samanlaiset ovat keskipituuksien suhteet myöskin MT:n eri tiheysluokissa. I:n ja II tiheysluokan harmaalepän pituuskäyrät kulkevat lähellä toisiaan ja hyvin saman suuntaisina; aluksi ero niiden välillä on melkoinen, mutta metsiköiden vanhetessa se pienenee. Tälläkin metsätyypillä III tiheysluokan pituuskäyrä eroaa muista eniten; aluksi erotus muiden pituuskäyrien ja tämän välillä on pienempi, mutta suurenee myöhemmin samoin kuin OMT:lläkin. — Myöskin OMaT:llä sekametsikössä harmaalepän keskipituus aina on pienempi kuin puhtaassa metsikössä, ja näiden keskipituuksien ero suurenee yhä enemmän metsiköiden vanhetessa. Niinpä erotus on 20 vuoden iällä 0.8 m, mutta 40 vuoden iällä jo 3.1 m, siis lähes nelinkertainen aikaisempaan verrattuna.

Kuusen vaikutus harmaalepän pituuskasvuun sekametsikössä voidaan siis selvästi todeta. MIETTINEN (1932, s. 48) on osoittanut, että puhtaan harmaalepikön juokseva vuotuinen keskipituuden lisäys on suurimmillaan jo 5-vuotisissa metsiköissä. Todennäköisesti myöskin kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä harmaalepän keskipituus nopeimmin suurenee aivan nuorella iällä, jolloin kuusesta ei vielä liene sanottavaa haittaa sen kehitykselle. Melko aikaisin kuusen vaikutus kuitenkin alkaa tuntua, koskapa jo 20 vuoden iällä puhtaan harmaalepikön keskipituus aina on suurempi kuin sekametsikössä kasvaneiden harmaaleppien ja myöskin eri tiheysluokkien erot jo tällöin ovat selvät. Kuta vanhemmaksi kuusitaimisto tulee sitä enemmän se haittaa harmaalepän pituuskehitystä, kunnes n. 40 vuoden iällä, niin kuin edellä osoitettiin, harmaaleppien keskipituus enää vain heikosti suurenee sekametsiköissä, jota vastoin puhtaan harmaalepikön keskipituus tällöin vielä nousee parikymmentä sm:ä vuosittain (MIETTINEN 1932, s. 48).

#### Keskipituuksien vertailua.

Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kuusen ja harmaalepän keskipituuksien suhde selviää taulukosta 13, jossa — merkki jälleen tarkoittaa sitä, että kuusen keskipituus on pienempi, + merkki sitä, että se on suurempi kuin harmaalepän.

Taulukko 13. Kuusen ja harmaalepän keskipituuksien suhde sekametsikössä.  
Tabelle 13. Verhältnis der Mittelhöhen der Fichten- und Weisserlen in den Mischbeständen.

Ikä, v. Alter, J.	OMaT	OMT			MT		
	(I)	I	II	III	I	II	III
	Kuusen ja harmaalepän keskipituuksien erotus, m Differenz zwischen den Mittelhöhen der Fichte und Weisserle, m						
20	— 5.8	— 5.0	— 5.2	— 4.8	— 2.9	— 2.9	— 2.6
25	— 6.7	— 5.2	— 5.8	— 5.3	— 3.0	— 3.6	— 3.0
30	— 6.9	— 4.4	— 5.2	— 5.3	— 2.3	— 3.6	— 2.9
35	— 5.1	— 2.8	— 3.7	— 4.5	— 1.1	— 2.8	— 2.5
40	— 2.5	— 0.7	— 1.9	— 3.7	± 0.0	— 1.4	— 2.1

Taulukon lukuja on jatkettu jälleen 40. ikävuoteen saakka, vaikka se harmaaleppään nähden ei olekaan aivan paikallaan, niin kuin aiemmin mainittiin. — Yleensä voidaan taulukon lukuja tarkasteltaessa sanoa, että harmaalepän keskipituus on kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä aina suurempi kuin kuusen. OMaT:llä erotus on suurimmillaan 30 vuoden iällä, lähes 7 m, mutta pienenee sen jälkeen sangen nopeasti. Kuusen keskipituus ei kuitenkaan saavuta harmaalepän keskipituutta ennen harmaalepän kuolemista. OMT:llä ja MT:llä voidaan todeta sama seikka, mikä jo keskiläpimittojen vastaavia eroja tarkasteltaessa huomattiin, nimittäin, että kuta tiheämpi kuusitaimisto on sitä suuremmaksi näiden puulajien keskipituuksien ero jää harmaalepän kuollessa. Aiemmin on jo useasti huomautettu siitä, että niin keskiläpimitan kuin keskipituuden ja valtapituuden perusteella päätellen kuusen kasvu jo ennen 30. ikävuotta alkaa huomattavammin parantua. Jos tarkastellaan kuusen ja harmaalepän keskipituuksien suhdetta näihin kuusen kasvun toipumisen aikoihin, huomataan, että vielä 30 vuoden iällä kuusen keskipituus on kaikilla metsätyypeillä ja kaikissa tiheysluokissa erittäin paljon pienempi kuin harmaalepän. Kuusi pystyy siis täysin harmaalepän alla ollessaan voimakkaasti toipumaan ja häiritsemään harmaalepän kehitystä silloin, kun se ei vielä latvuksillaan lainkaan pysty vaikeuttamaan harmaalepän latvusten toimintaa. Kuva tulee vielä selvemmäksi, jos verrataan kuusen valtapituutta ja harmaalepän keskipituutta toisiinsa tällä iällä. Aiemmin esitettyjä merkintöjä käyttäen saadaan silloin seuraavat luvut:

OMaT	OMT			MT		
(I)	I	II	III	I	II	III
	Erotus, m					
— 4.0	— 0.3	— 2.7	— 3.2	+ 0.2	— 1.1	— 1.4

Pisimpienkin kuusten keskipituus on siis tällöin vielä yleensä pienempi kuin harmaalepän kaikkien yksilöiden keskipituus. Poikkeuksena on vain MT:n I tiheysluokka, jossa kuusen valtapituus on hieman suurempi. — Yleensä voidaan siis sanoa, että silloin kun kuusen kasvu alkaa parantua, kuusi on vielä täydellisesti harmaalepän alla ja sitä paljon lyhyempi.

Verrattaessa keskenään toiselta puolelta kuusen ja harmaalepän keskiläpimittojen, toiselta puolelta niiden keskipituuksien suhdetta toisiinsa, huomataan, että kuusi saavuttaa harmaalepän vahvuuden jonkin verran aikaisemmin kuin harmaalepän pituuden, mikäli harmaaleppä siihen saakka on säilynyt elossa. Keskiläpimitat tulevat yleensä viimeistään 40. ikävuoteen mennessä yhtä suuriksi, jota vastoin keskipituudet tähän mennessä eivät yleensä vielä tätä ole.

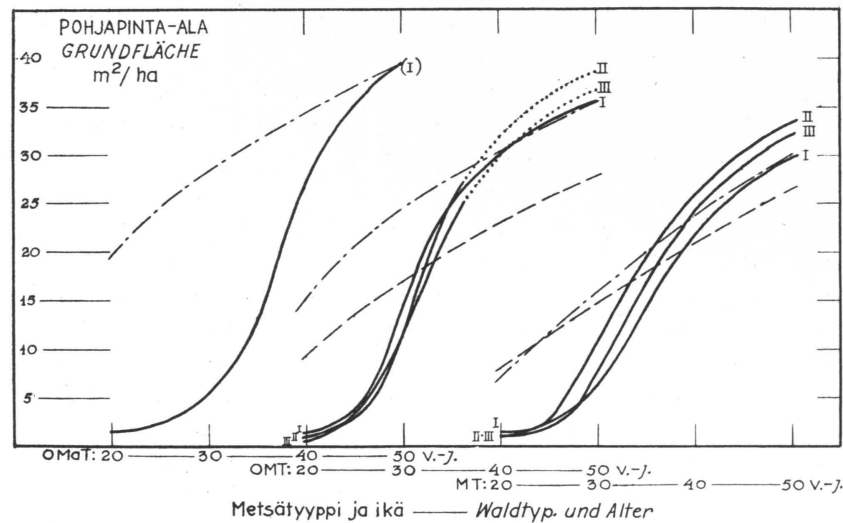
Kun verrattiin keskenään puhtaan kuusikon ja puhtaan harmaalepikön keskipituuksia, todettiin, että viimeksi mainitun keskipituus oli aina OMT:llä suurempi kuin edellisen ja erotus vaihteli 5.0—4.4 m:iin. Sekametsikössä kasvavan kuusen ja harmaalepän keskipituuksien erotus ei nouse loppuaikoina läheskään näin suureksi, vaan erotus pienenee melko vähäiseksi, joten tässäkin tapauksessa on todettava, että harmaaleppä melko pahoin joutuu kärsimään kasvaessaan kuusen kanssa.

### P o h j a p i n t a - a l a .

Puhtaan, luonnonnormaalisen kuusikon ja harmaalepikön pohjapinta-alat OMT:llä selviävät taulukosta 14 (kuusi: Y. ILVESSALO 1920 a, s. 115, taul. XX; harmaaleppä: MIETTINEN 1932, s. 57, taul. 10).

Taulukko 14. Puhtaiden kuusikoiden ja harmaalepiköiden pohjapinta-alojen vertailua.  
Tabelle 14. Vergleich der Grundfläche der reinen Fichten- und Weisserlenbestände.

Puulaji Holzart	Pohjapinta-ala — — — v:n iällä, m <sup>2</sup> /ha Grundfläche, m <sup>2</sup> /Ha, im Alter von						
	15	20	25	30	35	40	45
Kuusi — Fichte .....	5.0	9.3	13.4	17.0	20.2	23.0	25.6
Harmaaleppä — Weisserle .....	20.9	24.5	27.1	29.1	30.9	32.5	34.0
Erotus, m <sup>2</sup> — Unterschied, m <sup>2</sup> ..	15.9	15.2	13.7	12.1	10.7	9.5	8.4
Suhteellinen erotus, % — Relat. Unterschied, % .....	318	163	102	71	53	41	33



Kuva 11. Kuusen pohjapinta-ala. — Abb. 11. Grundfläche der Fichte.  
Merkkien selitys kuvassa 6. — Zeichenerklärung Abb. 6.

Kuusen pohjapinta-ala 15 vuoden iällä on, kuten edelläkin, määrätty vastaavasta käyrästä (Y. ILVESSALO 1920 a, kuva 41) mahdollisimman tarkasti. Lukujen perusteella voidaan todeta, että niin kuin aiemmin tarkastetut metsikön mittasuhteet, myöskin kuusikon pohjapinta-ala on ainakin 45. ikävuoteen saakka aina pienempi kuin puhtaan harmaalepikön. Suurimmillaan näiden puulajien pohjapinta-alojen erotus on n. 15 vuoden iällä,  $15.9 \text{ m}^2$ , ja pienenee sen jälkeen melko tasaisesti, mutta säilyy aina 45 vuoden iälle saakka melko suurena. Pohjapinta-alojen suhteellinen erotus on aluksi hyvin suuri — paljon suurempi kuin keskiläpimittojen ja keskipituuksien vastaava erotus —, mutta pienenee sen jälkeen, aluksi hyvin nopeasti, myöhemmin yhä hitaammin. Lopuksi pohjapinta-alojen suhteellinen erotus on jonkin verran pienempi kuin keskipituuksien ja keskiläpimittojen vastaavat erotukset.

#### Kuusen pohjapinta-ala.

Tutkittujen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kuusen pohjapinta-alat selviävät taulukosta 3 sivuilla 66—68 sekä niiden perusteella piirretyt kuusen pohjapinta-alan kehitystä sekä metsiköissä osoittavat käyrät kuvasta 11.

<sup>1</sup> Koska harmaalepän pohjapinta-ala aikaisemmin on pienempi kuin tämä erotus (esim. 10 vuoden iällä  $15.6 \text{ m}^2/\text{ha}$ ), erotus on siis 15 vuoden iällä suurin.

Sekä OMT:llä että MT:llä on eri tiheysluokkien kuusen pohjapinta-alojen kehitys hyvin samanlainen. Varsinkin alussa erot ovat eri tiheysluokkien pohjapinta-aloissa varsin pienet, vain  $1 \text{ m}^2$  tai vähemmän. Tämä pohjapinta-alojen samansuuruus, vaikka runkoluvut ovat hyvinkin eri suuret, johtuu luonnollisesti siitä, että ne taimistot, joissa runkoluku on pieni, kasvavat paremmin kuin ne, joissa runkoluku on suuri, ts. edellisissä yksityisten puuyksilöiden keskimääräinen pohjapinta-ala on suurempi kuin jälkimmäisissä; runkolukujen ja keskimääräisten pohjapinta-alojen suuri ero siis tasoittuu, kun lasketaan koko metsikön pohjapinta-ala. — Verrattaessa luonnnonnormaalisten kuusikoiden ja viljelyskuusikoiden pohjapinta-aloja (ERKKI K. CAJANDER 1933, s. 25) voitiin todeta, että juuri viljelyskuusikoiden pienemmän puuluvun vuoksi niiden pohjapinta-ala aivan ensi vuosina on pienempi kuin tiheämmän luonnonkuusikon, mutta suhde muuttuu jo 20—25 vuoden iällä päinvastaiseksi ja pysyy sittemmin tällaisena. Näin selvä runkoluvun ja pohjapinta-alan suhde voidaan huomata verrattaessa puhtaita metsiköitä keskenään; sen sijaan sekametsiköissä metsikön sisäisen rakenteen vaihtelumahdollisuudet ovat niin rajattomat, että tuskin voitaneen löytää kahta sekametsikköä, joiden voitaisiin väittää kuuluvan täsmälleen samoihin kehityssarjoihin. Jo tämäkin seikka aiheuttaa sen, että runkoluvun ja pohjapinta-alan suhteet eivät eri tiheissä sekametsiköissä ole yhtä selvät. Lisäksi on käsillä olevassa yksityistapauksessa otettava erityisesti huomioon harmaalepän kuusen kehitystä häiritsevä vaikutus yleensä sekä harmaalepän erilaisesta kehityksestä johtuva erilainen vaikutus eri tiheysluokkien kuusen kehitykseen, jotka aiheuttavat epäsäännöllisyyksiä kuusen pohjapinta-aloihin. Kuitenkin voidaan näidenkin käyrien perusteella huomata eräitä mainittavia piirteitä.

OMT:llä on I tiheysluokan pohjapinta-ala aluksi suurin — mikäli 20 vuoden iällä havaittaville pienille eroille voidaan merkitystä antaa — ja III:n pienin. 25 vuoden iällä on II tiheysluokan pohjapinta-ala pienin, mutta erot ovat edelleenkin vähäiset; vielä 30. ikävuoden tienoilla kahden viimeksi mainitun tiheysluokan pohjapinta-alat ovat yhtä suuret. Voitaan ajatella, että kun tiheimpien kuusitaimistojen keskipituuden lisääntyminen on alkuaikoina varsin hidasta, niin kuin aiemmin esitettiin, ja siten rinnankorkeuspohjapinta-alaan osallistuvien kuusten lukumäärä on aluksi hyvin pieni, ehkäpä pienempikin kuin harvojen kuusitaimistojen, joissa tiettyyn ikään mennessä ainakin useimmat taimet tulevat pohjapinta-alan laskemisessa huomioon otettaviksi. Kun viimeksi mainittujen keskimääräinenkin pohjapinta-ala on suurempi kuin tiheimpien, on varsin

luonnollista, että tiheimpien kuusitaimistojen pohjapinta-ala aluksi on pienin. Kuta harvempi kuusitaimisto on ja kuta paremmin se siis kasvaa sitä aikaisemmin kaikki sen yksilöt tulevat 1.3 m:ä pitemmiksi ja siis sitä aikaisemmin metsikön pohjapinta-alan suureneminen jää yksinomaan puiden pohjapinta-alan kasvusta riippuvaksi. Tiheissä taimistoissa siis rinnankorkeuspohjapinta-alaan osallistuvien taimien lukumäärä lisääntyy paljon pitemmän ajan kuin harvoissa, samalla kuin aikaisemmin rinnankorkeuden saavuttaneiden puuyksilöiden pohjapinta-ala suurenee. Näin ajatellen on ymmärrettävää, että myöhemmin, kun harmaalepän vaikutus heikkenee ja kuusitaimistot alkavat elpyä, tiheämpien (II ja III tih. I.) kuusitaimistojen pohjapinta-ala tulee suuremmaksi kuin harvempien (I tih. I.). 40 vuoden iällä on II tiheysluokan pohjapinta-ala jo suurin ja viitisen vuotta myöhemmin tulee III:nkin suuremmaksi kuin I tiheysluokan, joten 50 vuoden iällä kuusen pohjapinta-ala on suurin II tiheysluokassa ja pienin I:ssä.

MT:llä erot ovat kaiken aikaa selvemmat. Jo 25 vuoden iältä II tiheysluokka antaa suurimmat pohjapinta-alan arvot ja ennen 30. ikävuotta III:kin tiheysluokka sivuuttaa I tiheysluokan, minkä jälkeen kuusen pohjapinta-alan suuruuden järjestys säilyy muuttumattomana, joten esimerkiksi 50 vuoden iällä siis eri tiheysluokkien järjestys on sama kuin OMT:llä.

Kummallakin metsätyypillä on siis II tiheysluokka antanut parhaan tuloksen, jos kuusen pohjapinta-alan suuruutta pidetään silmällä. Tässä suhteessa lienee I tiheysluokka liian harva; joskin sen yksityiset puuyksilöt kasvavat erittäin hyvin, niiden muodostaman metsikön pohjapinta-ala jää kuitenkin pienemmäksi kuin tiheämpien. III tiheysluokassa taas suuri runkolukukaan ei pysty korvaamaan yksityisten puiden hitaan kasvun aiheuttamaa metsikön pohjapinta-alan heikohkoa kehitystä.

Kun kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kuusen pohjapinta-aloja verrataan puhtaiden, luonnonnormaalisten kuusiköiden pohjapinta-aloihin (Y. ILVESSALO 1920 a, s. 115, taul. XX ja kuva 41), voidaan todeta, että jälkimmäisten pohjapinta-ala on nuorella iällä huomattavan paljon suurempi. Esimerkiksi 25 vuoden iällä erotus on OMT:llä n. 10 m<sup>2</sup> ja MT:llä n. 9 m<sup>2</sup>. Kun harmaalepän vaikutus alkaa heiketä, ja kuusen kasvu alkaa parantua, pienenee erotus kuitenkin hyvin voimakkaasti. Jo 7—9 vuotta mainitun ikäkohdan jälkeen, siis 32—34 vuoden iällä, sekametsikössä kasvavien kuusten pohjapinta-ala tulee jokaisessa OMT:n tiheysluokassa suuremmaksi kuin puhtaan kuusikon. MT:llä tämä tapahtuu tiheysluokittain pitemmän ajan kuluessa: II tiheysluokassa alkuperäinen kuu-

sen pohjapinta-alojen suhde muuttuu päinvastaiseksi n. 33:n, III:ssa n. 36—37:n ja I:ssä n. 39 vuoden vaiheilla. Mainittujen vuosien jälkeen jatkuu sekametsikössä kuusen pohjapinta-alan suureneminen edelleen paljon voimakkaampana kuin puhtaassa kuusikossa, joten pohjapinta-alojen erotus jatkuvasti suurenee ja vaihtelee esimerkiksi 45 vuoden iällä OMT:llä 7.4—10.6 m<sup>2</sup>:iin ja MT:llä 2.7—6.5 m<sup>2</sup>:iin. — Huomautettakoon vielä kuusen pohjapinta-alan erityisen nopeasta suurenemisestä 30. ja 40. ikävuoden välillä.

Vielä voidaan verrata sekametsikössä kasvaneiden kuusten pohjapinta-aloja kaikilla kolmella metsätyypillä vastaaviin viljelykuusiköiden arvoihin (ERKKI K. CAJANDER 1933, s. 24, taul. 8 ja kuva 5).

Nuorella iällä viljelykuusikon pohjapinta-ala on aina erittäin paljon suurempi. Niinpä erotus on esimerkiksi 25 vuoden iällä OMaT:llä 22.1 m<sup>2</sup>, OMT:llä 16.0—17.0 m<sup>2</sup> ja MT:llä 8.7—9.7 m<sup>2</sup>, mutta nämäkin suuret erotukset pienenevät 25—40 ikävuoden välisenä aikana, sekametsikön kuusten voimakkaana kasvuaikana, sangen nopeasti. Niinpä 10 vuotta myöhemmin, 35 vuoden iällä, erotukset ovat enää vastaavasti: 18.3 m<sup>2</sup>, 2.7—4.9 m<sup>2</sup> ja 0.6—5.7 m<sup>2</sup>. 38—42 vuoden iältä sekametsikön kuusten pohjapinta-ala tulee OMT:n kaikissa tiheysluokissa suuremmaksi kuin viljelykuusikon, tosin ei enää kovin paljon, mutta kuitenkin jonkin verran. MT:n II:ssa ja III tiheysluokassa tämä tapahtuu jokseenkin samoihin aikoihin, mutta erotus ei sittemmin tässäkin tapauksessa tule vakaan suureksi. I tiheysluokassa kuusten pohjapinta-ala ei sitä vastoin tule lainkaan viljelykuusikon vastaavia arvoja suuremmaksi, mutta n. 50 vuoden iältä suunnilleen samaksi. — OMaT:llä sekametsikön kuusten pohjapinta-alan kehitys on aluksi hyvin hidasta, 25. ja 35. ikävuosien välillä jopa hitaampaa kuin muiden metsätyyppien minkään tiheysasteen. Sittemmin kuusten kasvu tälläkin metsätyypillä huomattavasti paranee, mutta vasta n. 39—40 vuoden vaiheilla niiden pohjapinta-ala saavuttaa MT:n saman ikäisen metsikön korkeimman arvon ja OMT:n vastaavasti vasta n. 46—47 vuoden iällä. N. 50. ikävuoden vaiheilla näiden metsiköiden pohjapinta-ala saavuttanee viljelykuusiköiden pohjapinta-alan suuruuden.

Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kuusen pohjapinta-alan tarkastelu on siis osoittanut, että metsikön ollessa nuori harmaaleppä erittäin tuntuvasti häittää kuusen kehitystä. Suurin sen haittaava vaikutus on, niin kuin jo kuusen keskipituuden, valtapituuden ja keskiläpimitan perusteella voitiin todeta, lehtomailla, joilla se ilmeisesti voimakkaimmin ja pisimmän ajan pystyy menestyksellisesti kilpailemaan kuusen kanssa. Kuitenkin kuusi jo yleensä ennen 30. ikävuotta toipuu ja kasvaa sen

jälkeen erityisen ripeästi, joten sen pohjapinta-ala tulee aina suuremmaksi kuin luonnonnormaalisten metsiköiden. Johtuneeko tämä harmaalepän keräämästä typpivarastosta<sup>1</sup>, jonka vaikutukset tulevat vasta sitten näkyviin, kun harmaalepän haitallinen, kuusen kasvua hidastava vaikutus lakkaa tai ainakin runsaasti heikkenee, jääköön tässä ratkaisematta. Ainakin sitä on vaikeata mennä väittämään, ennenkuin on selvitetty perusteellisemmin kuusen kasvun ja kuusikon tiheyden suhdetta, koska kuusen kasvu on ilmeisesti melkoisen herkkä metsikön tiheyden vaihteluille.

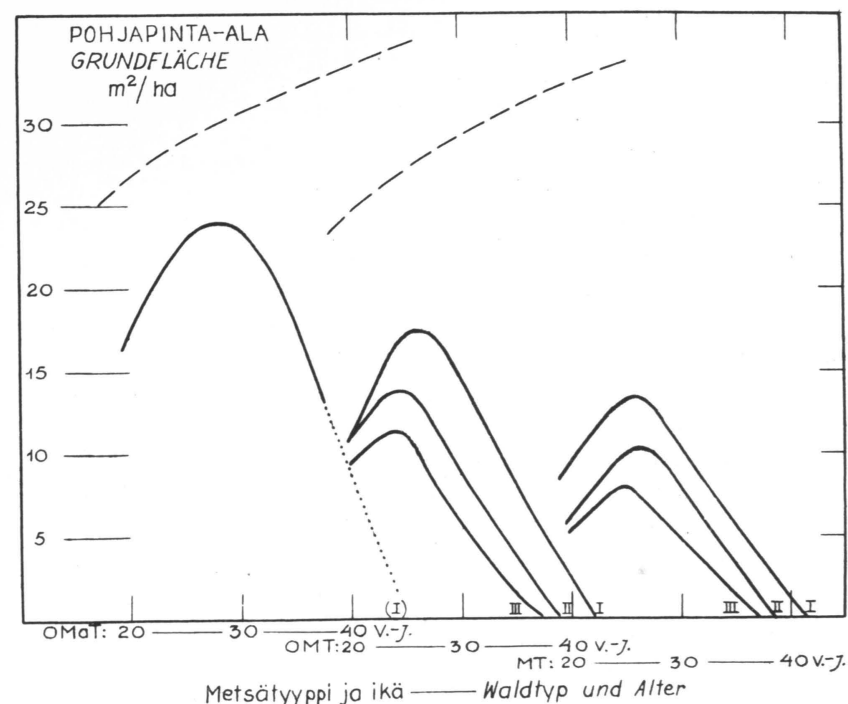
#### Harmaalepän pohjapinta-ala.

Tutkittujen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden harmaalepän pohjapinta-alat selviävät taulukosta 3 sivuilla 66—68 sekä niiden perusteella piirretyt harmaalepän pohjapinta-alaa eri ikäkausina osoittavat käyrät kuvasta 12.

Kaikilla näillä käyrillä on hyvin samanlainen ja tyypillinen muoto: aluksi melko ripeä nousu, kulminatiokohta ja sen jälkeen nousua melkein vielä jyrkempi, jokseenkin suoraviivainen lasku.

OMT:llä on eri tiheysluokkien käyrien kulku hyvin säännöllistä. Aluksi kuusitaimiston vaikutuksen ollessa vielä pienehkö käyrien erot ovat pienenlaiset ja osittain olemattomatkin. Vasta 20. ikävuoden jälkeen eri tiheysluokkien erot alkavat tulla suuremmiksi. Kuta harvempi kuusitaimisto harmaaleppien alla on sitä suuremmaksi harmaalepän pohjapinta-ala tulee ja sitä myöhemmin, ainakin tällä metsätyypillä, ne maksiminsa saavuttavat. Viimeksi mainittu ajankohta sattuu I tiheysluokassa n. 26 vuoden, II:ssa n. 25 vuoden ja III:ssa n. 24 vuoden vaiheille. I:n ja II tiheysluokan maksimiarvojen erotus on 3.7 m<sup>2</sup> ja I:n ja III:n 6.1 m<sup>2</sup>. Jo mainittujen ajankohtien jälkeen siis harmaalepän pohjapinta-ala alkaa OMT:llä pienentyä. Harmaalepän pohjapinta-alan pieneminen maksiminsa jälkeen on, niin kuin jo edellä mainittiin, jokseenkin tasaista ja suoraviivaista. Kuta suurempi harmaaleppien pohjapinta-ala suurimmillaan ollessaan on ollut sitä jyrkemmin se myöhemmin pienenee, mutta sitä kauemmin kuitenkin kestää, ennenkuin viimeiset harmaalepät ovat kuolleet, niin kuin jo runkolukuja tarkasteltaessa huomattiin. Pohjapinta-alan perusteella tarkastellen viimeiset harmaalepät kuolevat 42—43 vuoden iällä I tiheysluokassa, II:ssa n. 39 vuoden ja III:ssa 37—38 vuoden vaiheilla.

<sup>1</sup> Vrt. esim. A. I. VIRTANEN, Esitelmä Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 18. XII. 1934.



Kuva 12. Harmaalepän pohjapinta-ala. — Abb. 12. Grundfläche der Weisserte. Merkkien selitys kuvassa 4. — Zeichenerklärung Abb. 4.

MT:llä harmaalepän pohjapinta-alaa osoittavien käyrien kulku ei ole vällän yhtä säännöllistä, mutta kuitenkin hyvin saman suuntaista. Tällä metsätyypillä harmaalepän pohjapinta-alan maksimikohta sattuu eri tiheysluokissa hyvin samoihin aikoihin, joskin — käyrien mukaan — II tiheysluokassa hiukan muita myöhemmin. I tiheysluokan maksimi on n. 26 vuoden, II:n n. 27 vuoden ja III:n n. 25 vuoden vaiheilla. Eri tiheysluokkien maksimiarvojen erotukset ovat lähes yhtä suuret kuin OMT:llä. Erotus I:n ja II tiheysluokan välillä on 3.0 m<sup>2</sup> sekä I:n ja III:n välillä 5.2 m<sup>2</sup>. Maksiminsa jälkeen pohjapinta-alat tässäkin tapauksessa pienenevät hyvin suoraviivaisesti, kunnes viimeiset harmaalepät I tiheysluokassa n. 42 vuoden, II:ssa n. 38—39 vuoden ja III:ssa n. 37 vuoden iällä kuolevat.

Jos verrataan OMT:llä ja MT:llä vastaavien tiheysluokkien harmaalepän pohjapinta-alan maksimiarvoja, voidaan todeta, niin kuin luonnollista onkin, että ne OMT:llä ovat korkeammat kuin MT:llä. Erotus on

I tiheysluokkien välillä 4.3 m<sup>2</sup>, II:sten välillä 3.6 m<sup>2</sup> ja III:sien välillä 3.2 m<sup>2</sup>. Sen sijaan OMT:n III tiheysluokan maksimiarvo jää 2.0 m<sup>2</sup> pienemmäksi kuin MT:n I tiheysluokan, joten tässäkin tapauksessa voidaan todeta, että kuusitaimiston tiheyden vaikutus harmaalepän kehitykseen voi olla voimakkaampi kuin metsätyypin vaikutus.

OMaT:llä harmaalepän pohjapinta-ala saavuttaa suurimmat arvonsa kuusi-harmaaleppä-sekametsiköissä. Maksimikohta on n. 28—29 vuoden vaiheilla, siis jonkin verran myöhemmin kuin muilla metsätyypeillä, ja harmaaleppä säilyy myöskin lehtomailla hiukan kauemmin kuin edellisillä metsätyypeillä, niin kuin jo runkolukujen yhteydessä huomattiin. Viimeiset yksilöt kuolevat n. 45 vuoden iällä.

Jos verrataan niitä ikäkohtia, jotka osoittavat, milloin viimeiset harmaaleppäyksilöt eri tapauksissa kuolevat ja jotka toiselta puolen on määrätty pohjapinta-alan, toiselta puolen runkoluvun perusteella, huomataan, että pohjapinta-alan perusteella arvostellen harmaaleppä säilyy metsikössä yleensä vuoden tai pari kauemmin kuin runkoluvun perusteella arvostellen. Tämä johtuu siitä, että viimeiset harmaalepät ovat yleensä suurimpia harmaaleppäyksilöitä, joiden pohjapinta-ala on suuri, mutta joiden suhteellinen suuruus ei runkoluvussa tule näkyviin, ts. viimeiset harmaaleppäyksilöt ovat pystysuoran akselin yksikköön nähden pohjapinta-alansa puolesta suhteellisesti suurempia kuin runkolukunsa puolesta.

Kun harmaalepän pohjapinta-aloissa voidaan eri tiheysluokissa huomata selvät erot ja siten, että harmaalepän pohjapinta-ala on sitä suurempi mitä harvempi kuusitaimisto on, on ilmeistä, että mainitut erot johtuvat juuri kuusen harmaalepän kehitystä haittaavasta vaikutuksesta, joka on sitä suurempi mitä tiheämpi kuusitaimisto on. Tämä seikka tulee myös selvästi esille verrattaessa kuusi-harmaaleppä-sekametsikön harmaalepän pohjapinta-aloja puhtaisten, luonnonnormaalisten harmaalepiköiden pohjapinta-aloihin (MIETTINEN 1932, s. 57, taul. 10). Tällöin huomataan, että jälkimmäisten pohjapinta-ala on aina huomattavan paljon suurempi kuin edellisten; erotus on pienin suunnilleen silloin, kun harmaalepän pohjapinta-ala sekametsikössä on maksimissaan, jolloin tämä erotus on OMaT:llä 6.1 m<sup>2</sup> ja OMT:llä I tiheysluokassa 10.0 m<sup>2</sup>, II:ssa 13.0 ja III:ssa 15.1 m<sup>2</sup>. Lehtomailla harmaaleppä siis kuusen seassa kasvaessaan pääsee lähimmäksi puhtaan harmaalepikön lukuja, ts. sen kasvu siis kärsii vähimmin kuusesta. Vielä selvemmäksi tämä suhde tulee, jos lasketaan vastaavat suhteelliset erot, joiksi saadaan OMaT:llä 26 %, OMT:llä I tiheysluokassa 57 %, II:ssa 94 ja III:ssa 135 %. Suh-

teellinen erotus on siis OMaT:llä selvästi muita paljon pienempi. — Kun puhtaan harmaalepikön pohjapinta-ala vuosittain suurenee ainakin 45 vuoden iälle saakka, jota vastoin sekametsikössä harmaalepän pohjapinta-ala jo 24—29 vuoden iältä lähtien alkaa selvästi ja nopeasti pienetä, on selvää, että näiden metsiköiden harmaalepän pohjapinta-alojen erot viimeksi mainittujen vuosien jälkeen erittäin nopeasti suurenevät aina siihen saakka, kunnes harmaaleppä sekametsiköstä kuolee.

Suoritettu, erilaisissa olosuhteissa kehittyneiden harmaaleppien pohjapinta-alojen vertailu ei kuitenkaan anna vallan oikeata kuvaa kyseessä olevien pohjapinta-alojen suhteesta. Niin kuin verrattaessa vastaavia runkolukujen suhteita nimittäin jo huomattiin, sekametsikössä harmaalepän runkoluku on melkein poikkeuksetta pienempi kuin puhtaassa harmaalepikössä (OMaT:llä runkoluvut n. 30 vuoden iällä ovat suunnilleen yhtä suuret). Voidaanhan ajatella, että kyseessä olevien metsiköiden harmaalepän pohjapinta-alojen erot johtuvat, ellei kokonaan, niin ainakin suureksi osaksi, juuri runkolukujen erilaisuudesta. Tämän seikan selvittämiseksi on taulukkoon 15 laskettu tasoituskäyrien antamien lukujen perusteella kummankin metsikkölajin harmaaleppäyksilöiden keskimääräiset pohjapinta-alat eri ikäkausille, ts. jaettu metsikön harmaaleppien pohjapinta-ala vastaavalla runkoluvulla.

Taulukko 15. Harmaalepän keskimääräinen pohjapinta-ala puhtaassa metsikössä ja sekametsikössä. — *Tabelle 15. Mittlere Grundfläche der Weissertlen in reinen und Mischbeständen.*

Metsikkölaji <i>Bestandesart</i>	Metsä- tyyppi <i>Waldtyp</i>	Harmaalepän keskimääräinen pohjapinta- ala — — — v:n iällä, sm <sup>2</sup> <i>Mittlere Grundfläche, cm<sup>2</sup>, der Weissertlen im Alter von</i>				
		20	25	30	35	40
Puhdas harmaalepikkö <i>Rein. Weissertlenbestand</i> . . . .	OMaT	28	45	64	89	127
Sekametsikkö — <i>Mischbestand</i>		24	38	49	58	77
Puhdas harmaalepikkö — <i>Rein. Weissertlenbestand</i> . . . . .	OMT	26	41	57	74	96
Sekametsikkö I — <i>Misch- bestand I</i> . . . . .		16	34	45	55	—

Taulukon 15 luvut osoittavat, että ainakin jo 20. ikävuodesta alkaen kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä harmaalepän pohjapinta-ala on keskimäärin pienempi kuin vastaavasti puhtaassa harmaalepikössä ja että

erotus varsinkin viimeisissä ikäkohdissa on erityisen suuri. Suoritettun vertailun perusteella voidaan siis sanoa, että paitsi harmaaleppien pienempi runkoluku, myöskin niiden keskimäärin pienempi pohjapinta-ala — minkä tietenkin saattaa jo keskiläpimittojen perusteella päätellä — aiheuttaa sen, että kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä harmaaleppien pohjapinta-ala on pienempi kuin puhtaassa harmaalepikössä. Kuusen vaikutus harmaaleppien kehitykseen voidaan siis jälleen todeta.

#### *Pohjapinta-alojen vertailua.*

Kuusen ja harmaaleppien pohjapinta-alojen suhde kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä eri ikäkausina selviää taulukosta 16, jossa — merkki jälleen tarkoittaa sitä, että kuusen pohjapinta-ala on pienempi ja + sitä, että se on suurempi kuin harmaaleppien pohjapinta-ala.

Taulukko 16. Kuusen ja harmaaleppien pohjapinta-alojen suhde sekametsikössä.  
Tabelle 16. Verhältnis zwischen Fichten- und Weisserlengrundflächen im Mischbestand.

Ikä, v. Alter, J.	OMaT	OMT			MT		
	(I)	I	II	III	I	II	III
	Kuusen ja harmaaleppien pohjapinta-alojen erotus, m <sup>2</sup> Differenz zwischen den Grundflächen der Fichte und Weisserle, m <sup>2</sup>						
20	— 15.7	— 9.3	— 9.8	— 8.9	— 7.9	— 5.2	— 4.3
25	— 20.5	— 13.2	— 12.7	— 7.6	— 10.7	— 7.0	— 6.0
30	— 18.0	— 0.2	+ 4.7	+ 6.8	— 3.8	+ 3.0	+ 3.2
35	— 5.0	+ 17.0	+ 21.2	+ 21.1	+ 8.9	+ 16.2	+ 15.6
40	+ 17.8	+ 27.7	— 1	— 1	+ 20.3	— 1	— 1

Aluksi on siis harmaaleppien pohjapinta-ala aina suurempi kuin kuusen ja niiden pohjapinta-alojen erotus on sitä suurempi mitä parempi metsätyyppi on ja yleensä, lukuun ottamatta OMT:n kahta ensimmäistä tiheysluokkaa, myöskin sitä suurempi mitä harvempi kuusitaimisto on. Tiheämmässä kuusitaimistossa pohjapinta-alojen erotus on tällöin siis pienempi kuin harvemmassa, mistä seuraa, että tiheämmässä metsikössä kuusen pohjapinta-ala aikaisemmin tulee suuremmaksi kuin harmaaleppien pohjapinta-ala. Tämä ajankohta sattuu nimittäin taulukon lukujen mukaan OMaT:llä 35—40 vuoden välille ja OMT:n ja MT:n I tiheysluokassa 30—35 vuoden vaiheille, mutta näiden metsätyyppien II:ssa ja III tiheysluokassa jo 25—30 vuoden iälle. Sama, keskimäärin n. 5 vuoden ikäero huomataan näillä ryhmillä tarkasteltaessa sitä ajankohtaa, josta

<sup>1</sup> Harmaaleppä on o hä vinnyt, joten erotusta ei voida laskea.

lähtien kuusen pohjapinta-ala yksinomaan muodostaa metsikön pohjapinta-alan; se sattuu OMaT:llä 45. ikävuoden jälkeen, I tiheysluokassa 40—45 vuoden ja jälkimmäisissä 35—40 vuoden iälle.

Aiemmin on vastaavanlaisten taulukoiden perusteella tarkasteltu kuusen ja harmaaleppien keskiläpimittojen ja keskipituuksien suhteita eri ikäkausina kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä. Kun verrataan mainittujen taulukoiden ja taulukon 16 lukusarjoja toisiinsa, voidaan todeta, että kuusen pohjapinta-ala tulee harmaaleppien pohjapinta-alaa suuremmaksi huomattavan paljon aikaisemmin kuin vastaavasti sen sekä keskipituus että keskiläpimitta. Myöskin huomataan, että kuusen pohjapinta-ala tulee tiheimmissäkin taimistoissa suuremmaksi kuin harmaaleppien — koska pohjapinta-alaan sisältyy runkoluku —, mitä muissa kuvaajissa ei aina voitu huomata.

Puhtaiden kuusiköiden ja puhtaiden harmaaleppiköiden pohjapinta-alojen vertailu osoitti, että harmaaleppiköiden pohjapinta-ala on ainakin 45 vuoden iälle melkoista suurempi kuin kuusiköiden. Sekametsikössä on suhde tämän suuntainen vain alkuaikoina. Kun kummankin puulajin kehitys ilmeisesti kärsii toisesta puulajista, mutta pohjapinta-alojen suhde tästä huolimatta muuttuu kuuselle edullisemmaksi erittäin paljon aikaisemmin kuin mitä puhtaiden metsiköiden vertailun perusteella voitiin päätellä, viitannee tämä siihen, että harmaaleppien kehitys kärsii vieläkin enemmän kuin kuusen.

Jos käyrien perusteella vielä määrätään ne ikäkohdat, joista lähtien kuusen pohjapinta-alassa aletaan huomata toipumista, saadaan niiksi OMaT:llä 27—30 vuoden ikä, OMT:n kaikille tiheysluokille 26—27 vuoden ikä sekä MT:n I tiheysluokalle 27—29 vuoden ja II:lle ja III:lle 25—26 vuoden ikä. Kuten aiemmin todettiin, harmaaleppien pohjapinta-alan maksimi sattuu OMaT:llä n. 29. ja muilla metsätyypeillä 25. ikävuoden tienoille. Kun verrataan viimeksi mainittuja lukuja ja kuusen toipumisen ajankohtaa ilmoittavia lukuja, huomataan, että kuusen pohjapinta-alan suureneminen tulee hyvin nopeaksi samaan aikaan kuin harmaaleppien pohjapinta-ala saavuttaa maksiminsa tai korkeintaan pari-kolme vuotta sen jälkeen, ts. silloin kun harmaaleppien pohjapinta-ala alkaa pienetä.

#### *Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön pohjapinta-ala.*

Jotta saataisiin käsitys kuusi-harmaaleppä-sekametsikön pohjapinta-alasta ja jotta tämän sekametsikkölajin pohjapinta-aloja voitaisiin verrata muiden metsikkölajien pohjapinta-aloihin, on taulukkoon 17 las-



kettu yhteen käyrien antamien tulosten perusteella kuusen ja harmaalepän pohjapinta-alat ikäluokittain, metsätyypeittäin ja tiheysluokittain. Vertauksen vuoksi on taulukkoon liitetty myöskin viljelyskuusikon pohjapinta-alat kolmella metsätyyppillä (ERKKI K. CAJANDER 1933, taul. 8).

Taulukko 17. Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön pohjapinta-ala. — *Tabelle 17. Grundfläche des Fichten-Weisserlen-Mischbestandes.*

Ikä, v. Alter, J.	Kuusi-harmaaleppä-sekametsikkö <i>Fichten-Weisserlen-Mischbestand.</i>							Viljelyskuusikko <i>Kulturfichtenbestand</i>		
	OMaT	OMT			MT			OMaT	OMT	MT
	(I)	I	II	III	I	II	III			
	Pohjapinta-ala — <i>Grundfläche</i> m <sup>2</sup> /ha									
20	18.7	12.3	11.8	10.1	10.9	7.2	6.3	19.0	15.0	7.1
25	25.5	21.2	18.7	14.6	15.7	13.0	10.0	24.5	20.6	11.7
30	29.0	29.2	21.4	18.2	16.8	19.0	12.8	28.3	24.5	16.0
35	31.0	33.0	28.8	24.3	20.1	22.8	18.4	31.3	27.7	20.0
40	35.4	32.3	32.0	30.0	23.6	25.6	24.4	34.3	30.5	23.6
45	35.5	33.0	36.0	34.3	26.5	30.3	28.8	37.0	33.0	27.0

Taulukosta 17 huomataan, että kuusi-harmaaleppä-sekametsikön pohjapinta-ala on samalla iällä yleensä sitä suurempi mitä parempi metsätyyppi on ja kullakin metsätyyppillä taas aluksi sitä suurempi mitä harvempi kuusitaimisto on. Tämä on hyvin ymmärrettävää, koska alkuaikoina metsikön pohjapinta-alan suuruuden määrää melkein yksinomaan harmaalepän pohjapinta-ala. OMT:llä, jolla kuusen pohjapinta-alat olivat eri tiheysluokissa hyvin saman suuruisia, vaikuttaa harmaalepän pohjapinta-alan osuus ratkaisevasti metsikön pohjapinta-aloihin eri tiheysluokissa aina siihen saakka, kunnes harmaaleppä häviää. Sen jälkeen kuusen pohjapinta-ala luonnollisesti muodostaa koko metsikön pohjapinta-alan ja tällöin se II tiheysluokassa tulee suurimmaksi, niin kuin aiemmin jo osoitettiin. Sen sijaan MT:llä, jolla kuusen pohjapinta-aloiissa tiheysluokissa huomattiin jo 25 vuoden iältä selvemät erot, harmaalepän pohjapinta-ala vaikuttaa ratkaisevasti vain mainittuun ikäkohtaan saakka. Sen jälkeen kuusen pohjapinta-alan vaikutus alkaa näkyä: metsikön pohjapinta-ala tulee II tiheysluokassa suurimmaksi ja säilyy suurimpana loppuun saakka; III tiheysluokassakin metsikön pohjapinta-ala tulee 35—40 vuoden iällä suuremmaksi kuin I:ssä, joten eri tiheysluokkien metsikön pohjapinta-alojen suhde 45 vuoden iällä on samanlainen kuin samalla iällä kuusen pohjapinta-alojen suhde MT:llä eri tiheysluokissa.

Kun metsikön pohjapinta-alan tässä tapauksessa muodostaa kaksi puulajia, joista toinen, harmaaleppä, aluksi kasvaa hyvin nopeasti, mutta kuitenkin melko pian häviää metsiköistä, ja toinen, kuusi, on aluksi hitaasti kasvava, mutta myöhemmin voimakkaasti parantaa kasvuaan, on selvää, että metsikön pohjapinta-alan kehitystä osoittavat lukusarjat ja käyrät eivät voi antaa aivan säännöllisiä tuloksia. Taulukon 17 lukusarjoissakin voidaan tästä syystä huomata melkoisia epäsäännöllisyyksiä, jopa, että erään ikäkohdan jälkeen metsikön pohjapinta-ala pienenee, mikä johtuu siitä, että kuusen pohjapinta-ala ei suurene yhtä nopeasti kuin harmaalepän pienenee. Tästä syystä on tämän sekametsikkölajin pohjapinta-aloja vaikeata verrata muiden metsikkölajien pohjapinta-aloihin. Jos näitä kuitenkin verrataan viljelyskuusikon vastaaviin lukuihin, huomataan, että luvut varsinkin OMaT:llä hyvin vastaavat pitkin matkaa toisiaan. Sen sijaan OMT:llä ja MT:llä, joiden I tiheysluokka vertailussa lähinnä tulee kysymykseen, on lukuisia poikkeuksia, mutta suunta on yleensä se, että 20—25 vuoden iältä n. 45 vuoden iälle sekametsikön pohjapinta-ala on suurempi kuin viljelyskuusikon ja viimeksi mainitusta vuodesta alkaen suurin piirtein yhtä suuri.

Sikäli kuin asiasta käsiteltyjen metsikön kuvaajien perusteella voi päätellä, harmaaleppä suurentaa siis lyhyenä aikanaan näillä metsätyypeillä sekametsikön tuottoa, tosin ainakin osittain kuusen kustannuksella, niin kuin edellä on selvinnyt, ja sekametsikkö pystyy siten antamaan käyttökelpoista puuta aikaisemmin kuin puhdas kuusikko, ilman, että viimeksi mainitun tuotto juuri lainkaan lopullisesti kuitenkaan pienenee, mikä johtuu kuusen erittäin hyvästä toipumiskyvystä. Tämän perusteella kannattanee harmaaleppää hoitaen kasvattaa lyhytaikaisena sekapuuna saman ikäisissä tai sitä nuoremmassa kuusikoissa (vrt. s. 166).

Männyn ja koivun kehityksestä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä.

Yleisimmät kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä pääpuulajien ohella tavattavat puulajit ovat koivu ja mänty. Haapa ja tervaleppä ovat harvinaisia sekä raita ja pihlaja hyvin harvinaisia ja samalla merkityksettömiä. Tämän vuoksi kiinnitettiin vain koivun ja männyn kehitykseen tässä sekametsikkölajissa enemmän huomiota ja muista tehtiin vain ylimalkaisempia muistiin panoja.

Aivan »puhtaat» kuusi-harmaaleppä-sekametsiköt, siis metsiköt, joissa mainittujen puulajien ohella ei ole mitään muuta puulajia, ovat melkoisen

harvinaisia; useimmiten niissä tavataan lisäksi koivua tai mäntyä. Keskikokoisista metsiköistä oli »puhtaita» kuusi-harmaaleppä-sekametsiköitä vain 28 %, ja metsiköitä, joissa kuusen ja harmaaleppän lisäksi oli jotain muuta puulajia, 72 %, eli siis valtava pääosa. Mainituista 72 %:sta oli sellaisia metsiköitä, joissa kuusen ohella oli vain mäntyä, 13 %, metsiköitä, joissa niiden lisäksi oli vain koivua, 22 % ja metsiköitä, joissa oli molempia puulajeja pääpuulajien ohella, 37 %. Nämä luvut antavat jonkinlaisen käsityksen »puhtaiden» kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden harvinaisuudesta, varsinkin kun otetaan huomioon melko laaja tutkimusalue sekä se, että »puhtaita» metsiköitä luonnollisesti erityisesti etsittiin. Toiselta puolelta on kuitenkin huomattava, että sellaista metsikköä ei enää ole luettu, yllä mainittuja lukuja laskettaessa, »puhtaaksi», jossa koealalla oli vain esimerkiksi yksi mänty tai yksi koivu.

Ymmärrettävästi ei tutkituissa kuusi-harmaaleppä-sekametsiköissä sekapuuden osuus nouse kovin korkeaksi. Taulukkoon 18 on laskettu, montako % keskimäärin on mäntyä runkoluvun ja pohjapinta-alan perusteella laskettuna niillä koealoilla, joilla sitä on tavattu, ja samoin koivua, joilla sitä on tavattu, sekä vastaavasti sekapuuden yhteinen osuus.

Taulukko 18. Männyn ja koivun esiintymisrunsaudesta tutkituissa kuusi-harmaaleppä-sekametsiköissä. — *Tabelle 18. Anteil der Kiefer und Birke in untersuchten Fichten-Weisserlen-Mischbeständen.*

Vertausperuste <i>Grundlage der Vergleichung</i>	OMaT		OMT		MT	
	mänty <i>Kiefer</i>	koivu <i>Birke</i>	mänty <i>Kiefer</i>	koivu <i>Birke</i>	mänty <i>Kiefer</i>	koivu <i>Birke</i>
	Sekapuun %-osuus — %-Anteil des Mischholzes					
Runkoluku — <i>Stammzahl</i> .....	1.6	6.4	3.5	8.9	4.9	8.1
Pohjapinta-ala — <i>Grundfläche</i> .....	1.4	7.2	9.0	7.3	14.8	9.9
Yhteensä sekapuuta % — <i>Mischholz insgesamt %</i>						
Runkoluku — <i>Stammzahl</i> .....	7.1		10.0		9.2	
Pohjapinta-ala — <i>Grundfläche</i> .....	7.4		12.4		17.6	

Yleensä on siis sekapuuden keskimääräinen osuus pienentynyt, se ei runkoluvun perusteella laskien ylitä 10.0 %:a missään tapauksessa eikä pohjapinta-alankaan perusteella laskien 20 %:a. Männyn osuus suurenee aina kasvupaikan huonontuessa, koivulla taas ei tässä suhteessa ole selvää suuntaa.

»Sekapuuden», siis muiden kuin kuusen ja harmaaleppän, pituusmittauksia ei suoritettu, joten niiden keskipituuksia ei voida laskea, mutta sen sijaan merkittiin muistiin jokaisessa metsikössä eri puulajien pituussuhteet, ts. eri puulajien muodostamien latvuserrosten korkeussuhteet, mikäli tässä tapauksessa latvuserroksista voi puhua.

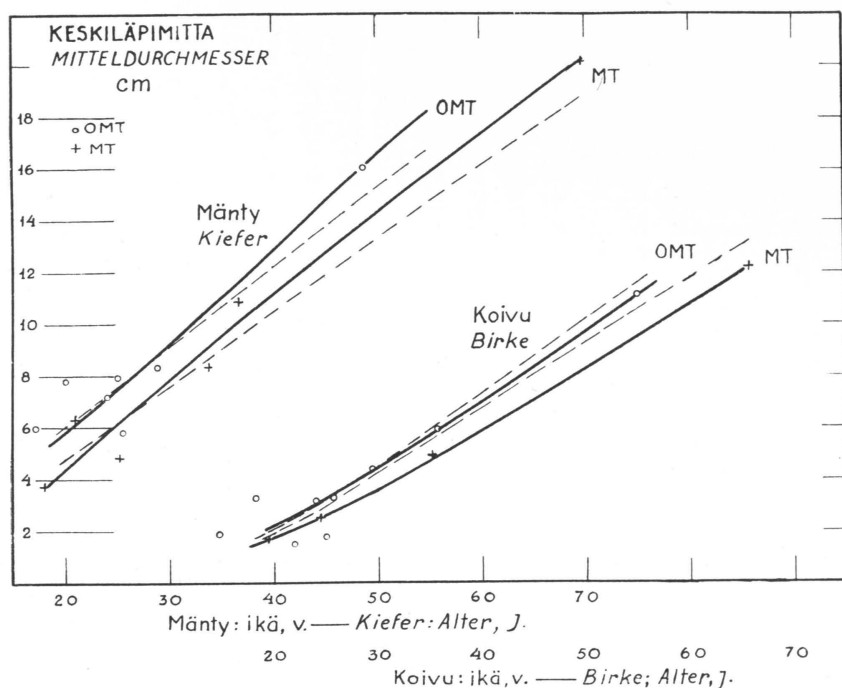
Jos metsikössä on kaikkia neljää puulajia, muodostaa harmaaleppä aluksi ylimmän latvuserroksen, mutta jo n. 20 vuoden iällä koivun latvukset ylettyvät samalle korkeudelle ja hiukan myöhemmin korkeammallekin. Koivu säilyy sen jälkeen pisimpänä aina n. 40 vuoden iälle saakka, jolloin mänty alkaa saavuttaa sen ja vanhemmissa metsiköissä muodostaa sittemmin ylimmän latvuserroksen. Harmaaleppän ohii mänty menee jo 25—30 vuoden iällä. Kuusi sen sijaan ei ainakaan 70—80 vuoden ikään mennessä koskaan ole pisin puulaji; joskin se mainittujen ikävuosien tienoilla saavuttaa koivun ja kohottaa latvuksensa sen yläpuolellekin, mänty säilyy kuitenkin pisimpänä.

Esimerkkinä tästä kehityksestä mainittakoon seuraavien, Suojärvellä ja Suistamolla tehtyjen latvuserrosmittausten tulokset. Asetelman kunkin ikäkohdan ensimmäisenä mainittu puulaji muodostaa ylimmän ja viimeisenä mainittu alimman latvuserroksen; kaarisululla yhdistetyt puulajit kuuluvat samaan latvuserrokseen.

Metsikön ikä, v. — *Bestandesalter, J.*

16	17	18	19	23	23	24	27	28	32	37	42	55	72
Puulajit — <i>Holzarten</i>													
le	le	le	le	ko	ko	ko	ko	ko	ko	ko	ko	ko	mä
ko	ko	ko	ko	le	le	mä	mä	mä	mä	mä	mä	mä	ko
mä	mä	mä	mä	mä	mä	le	le	le	le	le	le	le	ku
ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	ku	—

HEIKINHEIMO (1915, s. 209) on laatinut vastaavanlaisen, mutta jonkin verran täydellisemmän asetelman eri puulajien keskinäisestä pituudesta tavallisilla kaskimailla. Asetelman tulokset osoittavat yleensä aivan samanlaisen kehityskulun, mutta poikkeavat edellä esitetyn asetelman tuloksista pääasiallisesti siinä, että eri puulajien siirtyminen toisen edelle tapahtuu jonkin verran myöhemmin kuin yllä olevassa asetelmassa. Tämä eroavaisuus johtunee siitä, että nyt tutkituissa metsiköissä on aina ollut melko runsaasti kuusitaimistoa tai kuusisekoitusta. Niin kuin aiemmin osoitettiin, kuusitaimisto vaikuttaa erityisen voimakkaasti harmaaleppän pituuskehitykseen ja näissä molemmissa asetelmissahan juuri harmaaleppän sijoituksessa huomataan suurimmat eroavaisuudet. Pääasiallisesti kuusi-



Kuva 13. Männyn ja koivun keskiläpimitta. — Abb. 13. Mitteldurchmesser der Kiefer und Birke.

———— kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä — im Fichten-Weisserlen-Mischbestand.  
 - - - - - vastaavassa puhtaassa metsikössä — in dem entsprechenden reinen Bestand.

taimisto, mutta lisäksi vielä muut harmaaleppää biottisesti voimakkaamat puulajit, mänty ja koivu, aiheuttavat harmaaleppän pituuskasvun ennaikaisen melkein täydellisen pysähtymisen ja kuoleman. Tämä seikka vaikuttaa luonnollisesti muidenkin puulajien keskinäiseen järjestykseen asetelmassa.

Nämä tulokset koskevat OMT:n metsiköitä, mutta näin karkeiden huomioiden perusteella ei MT:lle saada juuri edellisistä poikkeavia tuloksia. Vain mänty on joissakin sekametsiköissä osoittanut parempaa sijoitusta, mutta ratkaisevia eroja ei ole huomattu. Mainittakoon, että myöskin HEIKINHELMON esittämän asetelman pituusjärjestys tarkoittaa yleensä tavallisia kaskimaita eikä mitään erityistä metsätyyppiä (s. 209).

Koealan puiden lukemisen ja mittaamisen yhteydessä luettiin ja mitattiin myöskin sekapuut. Täten saadaan joitakin tietoja männyn ja koivun keskiläpimitan kehityksestä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä. Ennen

kuin tätä kuitenkin ryhdytään selvittämään, on mainittava hiukan sekapuuta kasvavien metsiköiden tiheydestä, koska on mahdollista, että metsikön tiheys voisi vaikuttaa männyn ja koivun kehitykseen saman tapaisesti kuin kuusen ja harmaaleppän. — Harmaaleppän runkolukua selostettaessa selvisi, että se on kaikissa tiheysluokissa suunnilleen yhtä suuri. Tästä syystä voidaan päähuomio jälleen kiinnittää kuusen runkolukuun. Jos käytetään samaa tiheysluokajaoitusta kuin aiemminkin, huomataan, että kaikki OMT:n mäntyä tai koivua sisältävät metsiköt kuuluvat kuusen runkoluvun perusteella I tiheysluokkaan ja MT:n metsiköt kolme lukuunottamatta samoin I tiheysluokkaan; mainitut kolme taas kuuluisivat lähinnä II tiheysluokkaan. Kysymyksessä olevissa metsiköissä on siis yleensä ollut harvanlainen kuusitaimisto; kuusitaimiston runkoluku (ha:lla) vaihtelee, lukuun ottamatta paria poikkeusta, joissa oli ylitieheä kuusitaimisto ja jotka toistaiseksi on jätetty käsittelemättä, 15—40 vuotisisissa metsiköissä OMT:llä 2 500:n ja 5 000:n välillä ja MT:llä 3 500—8 000:een. MT:llä on siis kuusitaimisto ollut jonkin verran tiheämpää, mutta mitään tiheysluokajaoituksia ei näiden koealametsiköiden perusteella voitu tehdä.

Kuvaan 13 on mittaustulosten perusteella piirretty männyn ja koivun keskiläpimitan kehitystä sekametsikössä esittävät käyrät OMT:lle ja MT:lle sekä luonnonnormaalisten metsiköiden vastaavat käyrät. Edellisten käyrien kulku on epäilemättä epävarma; pisteet, vaikka ovatkin keskiarvoja, hajaantuvat melkoisesti ja käyrien loppupäässä niitä on vähän. Käyrät osoittavat kuitenkin, ettei männyn keskiläpimitta tutkituissa sekametsiköissä ole pienempi kuin puhtaan männikön keskiläpimitta, pikemmin päinvastoin, joskin erotus suureksi osaksi saattaa johtua sekametsikössä kasvaneiden mäntyjen liian pienestä lukumäärästä. Missään tapauksessa ei kuitenkaan voida väittää, että ainakaan normaalitiheä (II tiheysluokka) tai sitä harvempi kuusitaimisto hidastaisi mäntyjen vahvuuskehitystä. Sen sijaan on parissa tapauksessa voitu todeta, että hyvin tiheä, ylitieheä, kuusitaimisto on vaikuttanut häiritsevästi männyn kehitykseen. Esimerkkinä tästä mainittakoon erään koealametsikön mittaustulokset.

Ruskeala, Särkisyrjä. 30-vuotisessa OMT:n kaskimalle syntyneessä sekametsikössä olivat eri puulajien runkoluvut ha:lla: kuusi 16 910 kpl., harmaaleppä 4 840 kpl. ja mänty 210 kpl.; näiden keskiläpimitat olivat: kuusi 2.7 sm, harmaaleppä 3.5 sm ja mänty 4.5 sm. Mänty on jäänyt normaalikehityksestä huomattavan paljon jälkeen, sillä normaalitapauksessa 30-vuotisten mäntyjen keskiläpimitta on hiukan yli 9.0 sm. Näiden mäntyjen lisäksi oli metsiköissä kuolleina pystyssä 690 mäntyä, eli 77 % mäntyjen lukumäärästä. Näiden keskiläpimitta oli 2.9 sm.

Ilmeisesti kuusi on tässä tapauksessa, niin kuin muissakin vastaavallisissa, alusta alkaen hidastanut ja haitannut mäntyjen kehitystä ja siten vähitellen aiheuttanut eniten jälkeen jääneiden yksilöiden kuoleman.

Jos verrataan männyn keskiläpimittaa muiden kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden puulajien keskiläpimittoihin, voidaan todeta ensiksikin, että se on aina suurempi kuin harmaalepän. Varsinkin silloin erotus tulee hyvin suureksi, kun harmaalepän vahvuuskasvu alkaa huomattavammin hidastua. Myöskin kuusen keskiläpimitta on aina pienempi kuin männyn. Tässä tapauksessa erotus on luonnollisesti suurin nuorissa metsiköissä ja pienenee sittemmin melko pieneksi, kun kuusen vahvuuskasvu elpyy ja paranee. Kun vielä koivunkin keskiläpimitta aina on pienempi, ovat siis männyn tässä sekametsikkölajissa — mikäli niitä tavataan — metsikön vahvimpia puita.

Koivun keskiläpimittakäyrien nojalla huomataan, että sekametsiköissäkin koivu paremmalla maalla kehittyy vahvemaksi kuin huonommalla niin kuin mäntykin. Erotus eri metsätyyppien välillä on selvä ja hiukan suurempi kuin puhtaiden koivikoiden vastaava erotus. Edelleen huomataan, että keskitiheä ja sitä harvempi kuusitaimisto ei ainaakaan erityisen runsaasti ole pystynyt häiritsemään koivun vahvuuskehitystä. Tosin sekametsikön koivun keskiläpimitta on sekä OMT:llä että MT:llä pienempi kuin vastaava puhtaan koivikon keskiläpimitta, mutta erotus aineiston pienuuteen katsoen ei kuitenkaan ole vakuuttava. Se seikka, että erotus puhtaan koivikon ja sekametsikkökoivujen keskiläpimittojen välillä on MT:llä suurempi kuin OMT:llä, voinee tosin ehkä viitata siihen, että tiheä kuusitaimisto voi vaikeuttaa koivunkin kehitystä, sillä, niin kuin aiemmin mainittiin, MT:llä kuusen runkoluku oli keskimäärin suurempi kuin OMT:llä. Koivu ei tosin liene tässä suhteessa läheskään yhtä herkkä puulaji kuin harmaaleppä, mutta muutamia havaintoja on kuitenkin tehty siitä, että määrätyissä olosuhteissa kuusitaimisto on tullut koivun kehitykselle melko kohtalokkaaksi. Esimerkkinä mainittakoon jälleen eräs koealametsikkö.

Suistamo, Suistamon aseman tienoo. Hyvin tiheä kaskeen syntynyt kuusi-harmaaleppä-koivu-sekametsikkö. OMT. Runkoluvut: kuusi 18 825 kpl., suurimmaksi osaksi alle 1.3 m:n pituisia, harmaaleppä 7 494 kpl. ja koivu 4 839 kpl. Keskiläpi-mitat: harmaaleppä 3.2 sm, koivu 1.7 sm. Harmaalepät olivat vielä melko hyvinvoivan näköisiä, jota vastoin koivut olivat pieniä, keskimäärin 3.0—3.5 m:n pituisia ja hyvin kituvia. Kuolleita, keskimäärin 1.1 sm:n vahvuisia koivuja oli 234 kpl.

Kun metsiköissä, joissa on harva kuusitaimisto, koivun keskiläpimitta ei yleensä jää näin pieneksi eikä kuolleidenkaan lukumäärä suhteellisesti nouse näin korkeaksi, täytynee olettaa, että koivun huono kehitys on kuusitaimiston aiheuttama.

Kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä kasvaneiden koivujen keskiläpimitta on aina jonkin verran pienempi kuin harmaalepän keskiläpimitta I:ssä ja II tiheysluokassa sekä OMT:llä että MT:llä, ts. niissä tiheysluokissa, joiden harmaalepän keskiläpimittoja voidaan verrata tässä esitettyihin koivun keskiläpimittoihin. Koivun keskiläpimitan vertaaminen sekametsikössä kasvaneen kuusen keskiläpimittaan taas osoittaa, että edellinen on aluksi hiukan suurempi, mutta jo n. 25 vuoden iällä I:ssä ja n. 30 vuoden iällä II tiheysluokassa kuusen keskiläpimitta tulee suuremmaksi. Niin kuin edellä mainittiin, männyn keskiläpimitta on sekametsiköissäkin aina suurempi kuin koivun.

Aiemmin mainittiin, että koivu on 20. ja 40. ikävuoden välillä sekametsikön pisin puulaji. Kun nyt kuitenkin todettiin, että koivun keskiläpimitta sekametsikössä on aina pienempi kuin männyn, täytyy siis yhtä vahvoista puista koivun olla huomattavasti pitempi. Puhtaiden metsiköiden kasvututkimuksista (Y. ILVESSALO 1920 a, b; MIETTINEN 1932) tämä voidaankin todeta: keskiläpimittansa puolesta yhtä vahvoista metsiköistä koivikon keskipituus on aina suurin ja esimerkiksi erotus koivikon ja männikön välillä vaihtelee 2.0—2.5 m:iin. — Yleensä voidaan eri puulajien muodostamista metsiköistä tässä suhteessa sanoa, että nuorissa metsiköissä harmaaleppä on pisin ja sen jälkeen pituusjärjestyksessä ovat koivu, kuusi ja mänty. Keski-ikäisissä metsiköissä järjestys on koivu, harmaaleppä sekä kuusi ja mänty jokseenkin yhtä pitkinä ja vanhoissa koivu, mänty, kuusi — harmaaleppä on jo kuollut. Tämä vertailu siis tukee sitä, että koivu, pienemmästä keskiläpimitastaan huolimatta, voi eräinä ikäkausina muodostaa sekametsikön ylimmän latvuskerroksen.

Edellä esitetyt havainnot ovat puutteellisuuksistaan huolimatta osoittaneet, että männyn ja koivun kehitykseen ei tavallisen tiheä kuusitaimisto sanottavasti vaikuta, vaan ne kasvavat — sikäli kuin sitä keskiläpimitan perusteella voi päätellä — jokseenkin yhtä hyvin kuin puhtaat metsiköt. Sen sijaan erityisen tiheä kuusitaimisto voi melkoisesti häiritä näiden puulajien kehitystä, jopa suorastaan saattaa niiden säilymisen kyseen alaiseksi.

#### Yhdistelmä edellisessä esitetystä tuloksista.

Kun jo tutkimustyön alkuasteilla selvisi, että kuusitaimiston tiheys sangen ratkaisevasti vaikuttaa sekametsikön kummankin puulajin kehitykseen, jaettiin aineisto kuusitaimiston tiheyden mukaan ns. tiheysluokkiin, joita OMT:lle ja MT:lle tuli kolme sekä OMaT:lle yksi. Näissä eri tiheysluokissa voitiin todeta, että

1:o vaikka harmaalepän runkoluvut alunperin eri tiheysluokissa olisivatkin jokseenkin yhtä suuret, sen runkoluvun väheneminen metsikön vanhetessa tapahtuu sitä nopeammin kuin tiheämpi kuusitaimisto on. Kuusitaimiston tiheyden vaikutus harmaalepän häviämiseen on siten sangen selvä;

2:o harmaaleppä häiritsee kuusitaimiston vahvuuden kehitystä, mikä voidaan todeta siitä, että kaikissa tiheysluokissa kuusen keskiläpimitta on alkuaikoina pienempi kuin puhtaiden kuusikoiden vastaavalla metsätyypillä. Myöskin kuusitaimiston oma tiheys hidastuttaa sen keskiläpimitan kehitystä siten, että samalla iällä ja metsätyypillä kuusen keskiläpimitta on sitä pienempi mitä tiheämpi kuusitaimisto on;

3:o myöskin harmaalepän keskiläpimitaan kuusitaimiston tiheys ratkaisevasti vaikuttaa. Kuusen sekaisessa metsikössä sen keskiläpimitta ei koskaan tule yhtä suureksi kuin puhtaiden harmaalepikköjen keskiläpimitta samalla iällä ja metsätyypillä, mutta erotus on sitä pienempi mitä pienempi kuusisekoitus on metsikössä. Kuusitaimiston vaikutus harmaalepikön keskiläpimitaan on siten todettavissa;

4:o sekametsikössä kuusen keskiläpimitta saavuttaa harmaalepän keskiläpimitan 35—40 v:n vaiheilla eli paljon aikaisemmin kuin vastaava puhtaiden metsiköiden vertailu osoittaa;

5:o kuusen pituuskehitystä harmaaleppä tuntuvasti häiritsee. Sekametsikössä kuusen sekä valtapituus että keskipituus alkuaikoina ovat melkoisesti puhtaiden kuusikoiden vastaavia arvoja pienemmät. Kuta parempi kasvupaikka on sitä enemmän ja sitä kauemmin harmaaleppä pystyy kuusen pituuskehitystä häiritsemään. Suunnilleen 25 v:n iältä kuusen pituuskasvu OMT:llä ja MT:llä kuitenkin elpyy ja sen jälkeen erittäin huomattavasti paranee;

6:o harmaalepän keskipituuden kehitys on aluksi varsin nopea, joskin kuusitaimiston vaikutus siihen voidaan todeta. Sen pituuskasvu hidastuu kuitenkin hyvin tuntuvasti, vähitellen melkein olemattomaksi 25.—30. ikävuodesta lähtien, jolloin puhtaissa harmaalepiköissä pituuskasvu vielä sangen nopeana jatkuu. Myöskin harmaalepän pituuskehitys on siten kuusitaimistosta riippuvainen. Kuta tiheämpi kuusitaimisto on sitä matalammiksi harmaalepät keskimäärin jäävät;

7:o puhtaan kuusikon keskipituus ei ainakaan 45. ikävuoteen mennessä läheskään saavuta puhtaan harmaalepikön keskipituutta, mutta sekametsiköissä tulee harvimpien kuusitaimistojen keskipituus jo 40—45 v:n vaiheilla yhtä suureksi kuin harmaalepän;

8:o sekametsikössä kuusen pohjapinta-alan kasvu on aluksi erittäin

hidas ja paljon hitaampi kuin puhtaiden kuusikoiden. Jo ennen 30. ikävuotta pohjapinta-ala kuitenkin alkaa nopeasti suureta ja ylittää (OMT:llä ja MT:llä) runsaasti luonnonnormaalisten sekä jonkin verran myöskin viljelyskuusikoiden vastaavat arvot. Kuusen pohjapinta-alojenkin tarkastelu siis osoittaa, että harmaaleppä alkuaikoina pystyy melko lailla häiritsemään kuusen kehitystä. Kuusitaimiston oman tiheyden vaikutus sen sijaan pohjapinta-alassa ei ole varsin yhtä selvä kuin edellä. MT:llä noin 25 v:n iältä keskitiheyden metsiköiden pohjapinta-ala on suurin ja harvojen pienin, kun sen sijaan OMT:llä eri tiheysluokkien kuusikoiden pohjapinta-alat ovat jokseenkin yhtä suuret;

9:o harmaalepän pohjapinta-ala on myöskin aina sekametsikössä huomattavasti pienempi kuin puhtaassa harmaalepikössä. Sen pohjapinta-alan pieneneminen alkaa jo 25—30 vuoden iällä ja on se sen jälkeen erittäin nopeata. Sitä aikaisemmin, myöskin pohjapinta-alan perusteella arvostellen, harmaalepät metsiköstä häviävät kuin tiheämpi kuusitaimisto on. Myöskin huomattiin, että erityisesti harmaalepän pohjapinta-alan kuusitaimiston tiheys ratkaisevasti vaikuttaa, siten, että harvoissa kuusitaimistoissa harmaalepän pohjapinta-ala kehittyy huomattavan paljon suuremmaksi kuin tiheissä;

10:o myöskään pohjapinta-aloja verrattaessa ei puhdas kuusikko vielä 45. ikävuoteen mennessä läheskään ole saavuttanut harmaalepikköä, mutta sen sijaan sekametsikössä kuusen pohjapinta-ala jo 30—35 vuoden iällä tulee yhtä suureksi kuin harmaalepän pohjapinta-ala;

11:o sekametsikössä harmaaleppä kehittyy aluksi huomattavan paljon nopeammin kuin kuusi, mutta ei kuitenkaan läheskään niin hyvin kuin puhtaana metsikkönä, vaikkakin sitä paremmin mitä harvempi kuusikko on. Nopeammin ja suuremmiksi kehittyvät harmaalepät estävät aluksi sangen tuntuvasti kuusten kehitystä, mutta jo noin 25—30 vuoden iällä kuusitaimiston kehitys nopeasti paranee ja samalla harmaalepikkö alkaa taantua. Kuusen erittäin ripeän kasvun johdosta harmaalepät tämän jälkeen nopeasti häviävät;

12:o männyn ja koivun kasvu ei sanottavasti kärsi harvanlaisessa ja kohtalaisen tiheässä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä, mutta hyvin tiheässä voi kuusen kilpailu tulla niiden kehitykselle kohtalokkaaksi.

### Saatujen tulosten tarkastelua.

Jo aivan ensimmäisistä vuosista lähtien voidaan harmaaleppä ja kuusen pituuskasvussa todeta selvä ero: harmaaleppä kasvaa nuorena nopeammin kuin mikään niistä puulajeistamme, joiden kasvua on tarkemmin tutkittu, kuusi taas hitaimmin (vrt. HEIKINHEIMO 1915, ss. 207, 209; A. K. CAJANDER 1917, ss. 175, 395; Y. ILVESSALO 1920 a, s. 118; MIETTINEN 1932, s. 73). Esimerkkeinä mainittakoon, että HERTZIN (1931, s. 169) mukaan 3-vuotisten kuusen taimien pituus vaihtelee OMT:llä metsikön tiheydestä riippuen 43—54 mm:iin ja MT:llä samasta syystä johtuen 39—54 mm:iin. Sen sijaan HEIKINHEIMON (1915, s. 206) mittaustulokset osoittavat, että 3-vuotisen harmaalepikön pituus on 0.7 m, ja MIETTISEN (1932) harmaalepikön keskipituutta osoittavasta käyrästä saadaan 3-vuotisen harmaalepikön keskipituudeksi sekä OMaT:llä että OMT:llä likimäärin 1.1 m ja valtapituudeksi vastaavasti OMaT:llä 1.6 m ja OMT:llä 1.4 m. Aivan näin nuoria metsiköitä ei tämän tutkimuksen aineistoa kerättäessä tavattu, mutta eräässä hiukan vanhemmassa, 6-vuotisessa, »sekametsikössä» harmaaleppien keskipituus oli 2.1 m ja kuusten 0.13 m ja eräässä 11-vuotisessa vastaavasti 3.6 m ja 0.75 m. — Ulkomaisista mittaustuloksista mainittakoon tässä ainoastaan, että ÖRTENBLADIN (1902, s. 56) mukaan taimitarhassa kasvaneiden 3-vuotisten harmaaleppien pituus (»höjd») on 74 sm ja että FLURYN (1895, s. 199) suorittamat mittaukset osoittivat 3-vuotisten taimitarhassa kasvaneiden keskikokoisten kuusen taimien pituuden olevan 0.16 m, jota vastoin saman ikäisten ja samanlaisissa olosuhteissa kehittyneiden tervaleppien keskipituus oli 2.17 m ja koivujen 1.02 m. — Jo näidenkin mainintojen perusteella voidaan päätellä, että milloin kuusi ja harmaaleppä yht'aikaa ilmestyvät samalle alalle, kuusi alusta alkaen jää harmaaleppää paljon lyhyemmäksi ja joutuu siis siten ainakin alkuaikat kasvamaan harmaaleppä alla.

Tästä alistetusta asemastaan huolimatta kuusi tuskin kuitenkaan harmaaleppä vuoksi ensimmäisinä vuosinaan kasvussaan juuri lainkaan kärsii. Tähän viittaavat jo aiemmin esitetyt, kuusen kehitystä selvittelevät käyrät, joiden »vaakasuoja» kulku 15—20 vuoden iällä voitaneen

selittää vain siten, että kuusten kehitys on alkuaikoina ollut melko ripeätä ja vasta vähitellen, iän lisääntyessä toiselle vuosikymmenelle niiden kasvu on alkanut hidastua. Samoin molempien edellä mainittujen nuorimpien kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kuusten keskipituudet osoittavat, että kuusten kasvu ainakaan siihen mennessä ei ole pahoin kärsinyt. Harmaalepikköön istutetuista kuusitaimistoista HEIKINHEIMO (1935) mainitsee, että juromisvaiheen aikana hyvien kuusen taimien osuus on harvennetun ja harventamattoman suojustametsän alla melkoista suurempi kuin aukealla ja taas kuolleiden taimien osuus aukealla suurin. Suojustametsän alla ei pintakasvillisuus pääse kehittymään niin voimakkaaksi kuin aukealla, joten se myöskin vähemmän häiritsee taimien kehitystä. Juromisvaiheen päätyttyä kuusen taimet sen sijaan HEIKINHEIMON mukaan kasvavat aukealla paremmin kuin suojustametsän alla. — Tosin istutustaimet ovat, niin kuin myöhemmin selitetään, harmaalepiköiden luonnon siementämiin taimiin verrattuna erilaisessa asemassa, mutta kuitenkin jo yllä mainitut havainnot viittaavat siihen, että kuusen taimien pituuskehitys ei ensimmäisinä vuosina sanottavasti kärsi harmaaleppä sekoituksesta, vaan molemmin puolinen toistensa häiritseminen alkaa vasta myöhemmin, suunnilleen 10. ikävuoden tienoilta alkaen.

Tarkasteltaessa niitä syitä, jotka aiheuttavat kuusen taimien kasvun häiriintymisen harmaalepiköissä, tulevat ensi sijassa kysymykseen harmaaleppä aiheuttama varjostus sekä harmaaleppä ja kuusen välinen juuri-istokilpailu.

Niin kuin edellä selvisi, joutuvat kuusen taimet jo ensimmäisistä vuosistaan lähtien kasvamaan harmaaleppien alla ja siten kehittymään enemmän tai vähemmän puutteellisissa valaistusoloissa. Todennäköisesti ei tämä valon saannin rajoitus kuitenkaan ole ratkaiseva tekijä kuusen taimien kitumisessa. Kuusihan on tunnetusti varjoa sietävä puulaji, ts. se kykenee assimiloimaan tyydyttävästi heikommassa valossa kuin useat muut puulajit, mikä on todettu sekä käytännössä (vrt. useat luokittelut puiden valon vaatimusten mukaan, esim. SEIDENSTICKER 1849, G. HEYER 1852, KRAFT 1878, GAYER 1898, MAYR 1908, BÜHLER 1918) että mittauksilla (esim. WIESNER 1907, STÄLFELT 1921, LUNDEGÅRD 1930, GIA 1927). Toiselta puolelta harmaaleppä ei muodosta erityisen voimakkaasti varjostavaa katosta. Yleensä on suurin piirtein se käsitys vallalla, että puulaji, joka on hyvin varjoa sietävä, myöskin itse runsaasti varjostaa. Edellä mainituissa puulajien valon vaatimusten mukaisissa luokitteluissa harmaaleppä yleensä on sijoitettu sarjan keskivaiheille — mikäli se erikseen on mainittu —, onpa GIA asettanut leppä-



Kuva 14. Kaunista, 22-vuotista kuusi-harmaaleppä-sekametsää. OMT. Korpiselkä, Lehmivaara.  
Abb. 14. Schöner, 22-jähriger Fichten-Weisserlen-Mischbestand. OMT.

lajit heti sellaisten valoa vaativien puulajien jälkeen kuin lehtikuusi, mänty ja koivu. Tämän mukaan ei siis harmaaleppä varjostaisikaan erityisen voimakkaasti. Samaan viittaa myöskin se, että harmaaleppää suositaan hakamaapuuna, koska sen alla ruohokasvillisuus vielä säilyy melko hyvin. Edelleen LINKOLAN (1921) ja MIETTISEN (1932) julkaisemat kasvilajiluettelot osoittavat, että valoa vaativia ruoho- ja heinäkasveja esiintyy harmaalepiköissä runsaammin kuin havumetsissä, mitkä seikat tukevat sitä käsitystä, ettei harmaalepikkö ole kovin varjoisa kasvupaikka. Samaan viittaa myöskin AICHINGERIN ja SIEGRISTIN (1930) esittämä vastaavanlainen luettelo. Sitä paitsi äsken osoitettiin, että aivan nuorella iällä kuusi menestyy harmaaleppän alla paremmin kuin aukealla. Erityisesti on tässä suhteessa muistettava istutustaimistot; tällöinhän kuusi on heti joutunut kasvamaan enemmän tai vähemmän tiheän harmaaleppäkatoksen alla, jota vastoin tasaikäisessä sekametsikössä kuluneen ainakin muutamia vuosia ennen kuin harmaaleppän latvus-



Kuva 15. Erittäin tiheä kuusitaimisto harmaalepikössä. Metsikön ikä 23 v. MT. Suistamo, Koitto.  
Abb. 15. Ein sehr dichter Fichtenunterwuchs im Weisserlenbestand. Bestandesalter 23 J. MT.

katos sulkeutuu.<sup>1</sup> Nämä havainnot viittaavat samalla monesti mainittuun seikkaan, että kuusi mieluummin ilmestyy vasta muiden puulajien jälkeen uusille kasvupaikoille, joten sen ominaisuuksiin suorastaan saat-

<sup>1</sup> Esimerkkinä harmaaleppän alle istutettujen kuusen taimien istutuksen jälkeisten ensi vuosien kehityksestä mainittakoon eräitä lukuja prof. O. HEIKINHEIMON ystävällisesti antamien tietojen mukaan. Istutukset on suoritettu keväällä 1933 2 + 2 vuotisia taimia käyttäen Turvan tilan mailla Padasjoella OMT:n harmaalepikköihin, joista osa ennen istutusta hakattiin aukeaksi, osa harvennettiin ja osa jätettiin koskemattomaksi.

Syksyllä 1933 olivat tulokset seuraavat (hyvyysluokittelussa tarkoittaa 1 parasta ja 6 huonointa luokkaa):

	Hyvyysluokat						Taimien keskipit., sm	Viimeisen latvakasv. pituus, sm
	1	2	3	4	5	6		
	Taimien osuus hyvyysluokassa, %							
Aukea ....	25.2	51.0	13.5	3.9	2.9	3.5	27.9	6.0
Harvennettu	12.8	57.8	17.2	8.3	2.6	1.3	27.2	5.2
Koskematon	7.3	61.1	23.4	5.8	1.5	0.9	28.9	5.5

taa kuulua nuorena kasvaa muiden puulajien alla.<sup>1</sup> Nämä tulokset siis osoittavat, että ainakaan tänä aikakautena kuusi ei kärsi harmaalepän varjostuksesta, pikemmin päinvastoin. Lopuksi on vielä mainittava, että keväällä, kasvuaikana, ennenkuin harmaalepän lehdistö täydellistyy, kuusi saa kasvaa melko runsaassa valossa. KUJALAN (1924, s. 11) mukaan harmaalepän lehtien puhkeaminen Etelä-Suomessa ja järviolueella tapahtuu keskimäärin 25. päivänä toukokuuta, eli n. viikkoa myöhemmin kuin koivun ja todennäköisesti suunnilleen samoihin aikoihin kuin kuusen pituuskasvukin alkaa (HERTZ 1929, s. 15). Kajaanin seudulla harmaalepän lehtien puhkeaminen alkaa keskimäärin 2. päivänä kesäkuuta (4 päivää koivun jälkeen) ja Lapissa saman kuun 15. päivänä (10 päivää koivun jälkeen). Vaikka harmaalepän lehtien puhkeaminen alkaa näinkin aikaisin, säilyy harmaalepikön varjostus kuitenkin vielä jonkin aikaa heikohkona, sillä metsikössä sen lehdistö vasta vähitellen täydellistyy, Etelä-Suomessa aina juhannuksen tienoille saakka saavutetaan vasta tällöin lopullisen tiheydensä. Näihin aikoihin on kuusen pituuskasvu kuitenkin jo heikkenemässä (HERTZ 1929, s. 15). Samaan viittaavat myöskin Y. ILVESSALON (1932) toimittamat mittaukset, joista selviää, että kuusen pohjapinta-alan kasvu alkaa keväällä jonkin verran aikaisemmin ja samalla ripeämmin kuin koivun pohjapinta-alan kasvu.

Edellä esitettyjen seikkojen perusteella täytynee olettaa, että valaistussuhteet eivät ole ratkaisevina tekijöinä kuusen taimien kasvun häiriintymisessä. Myöskin on vaikeata käsittää, minkä vuoksi kuusen taimien kasvu n. 25 vuoden iällä selvästi toipuisi, vaikka ei voida olettaa, että valaistussuhteet näihin aikoihin jokseenkin yht'äkkiä tulisivat kuuselle edullisemmiksi. Mutta vielä vaikeampi, jopa mahdotontakin on täten selittää, minkä vuoksi harmaaleppien kasvu on kuusen sekaisissa metsiköissä selvästi huonompi kuin puhtaissa lepiköissä ja minkä vuoksi

Syksyllä 1934 olivat vastaavat tulokset:

Aukea . . . .	—	4.5	42.2	41.7	4.8	6.8	30.9	3.0
Harvennettu	2.3	34.0	48.6	9.4	2.8	2.9	31.7	3.5
Koskematon	—	44.4	48.8	3.1	0.7	3.0	33.4	4.5

Istutuskesänä taimet ovat kasvaneet hyvin ja kaikilla aloilla suunnilleen samalla tavalla, sillä niiden silmut ovat muodostuneet taimitarhassa. Toisena kesänä sen sijaan suojustametsän alla olevat ovat kasvaneet p a r e m m i n kuin aukealla ja päätellen taimien jakautumisesta eri hyvyysluokkiin kehitys ainakin parina seuraavana kesänä jatkuu saman suuntaisena. — Varjostuksen kuusen taimien kehitystä häiritsevää vaikutusta ei siis voida todeta tässäkin tapauksessa.

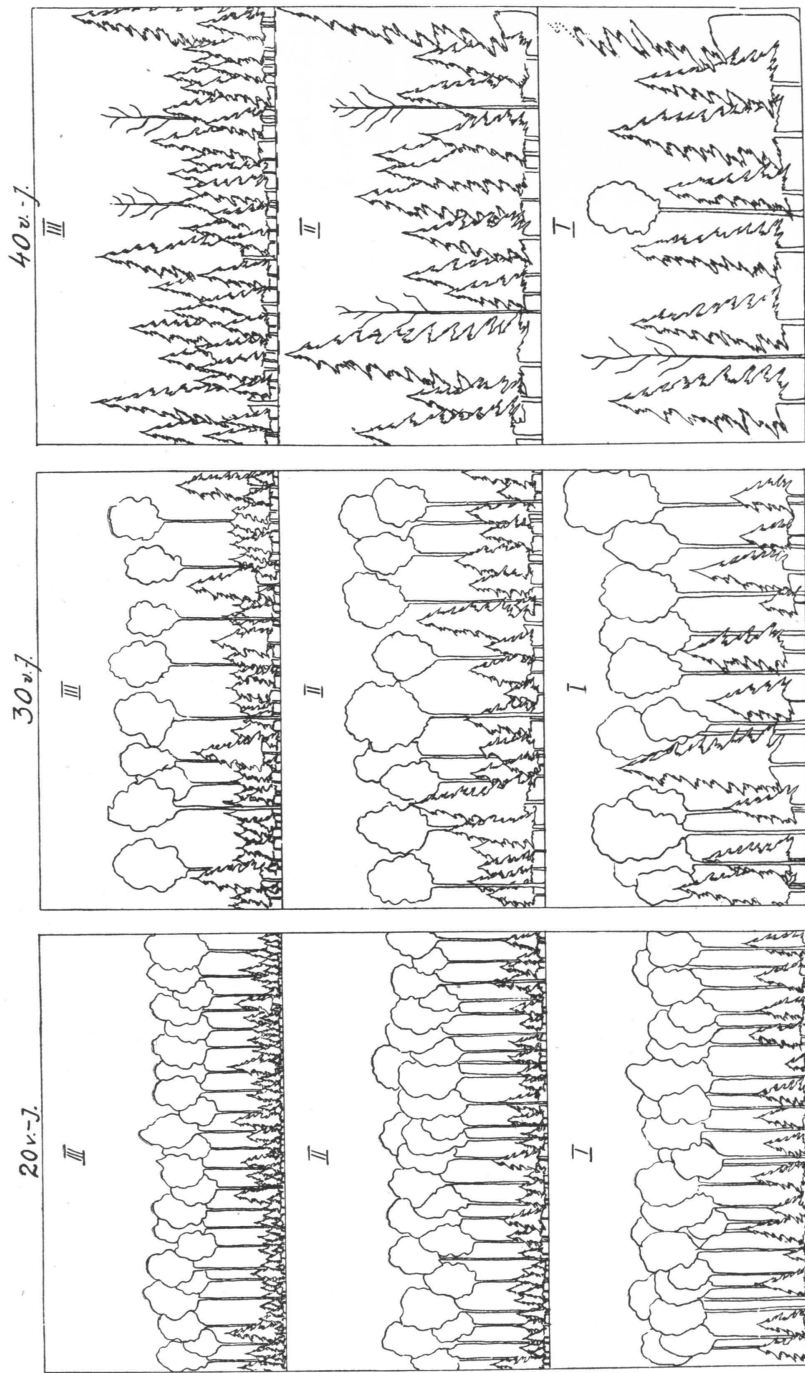
<sup>1</sup> Vrt. V. T. AALTONEN, Esitelmä Suomen Metsätieteellisessä Seurassa 26. IV. 1935.

tiheämpi kuusitaimisto häiritsisi niiden kasvua enemmän kuin harvempi. Kuten jo aiemmin osoitettiin, saavuttaa kuusen keskipituus harmaalepän keskipituuden vasta aikaisintaan n. 40 vuoden vaiheilla, siis sekametsikkövaiheen aivan viimeisinä vuosina. Vasta tällöin tai — ottaen huomioon, että on kysymys keskipituudesta — hiukan aikaisemmin kuusi kykenee sivulta päin varjostamaan harmaaleppää ja varjostuksellaan vaikeuttamaan harmaalepän kehitystä. Kuitenkin voitiin todeta, että kuusen vaikutus harmaalepän kehitykseen alkaa jo paljon aikaisemmin, ainakin 15—20 vuoden vaiheilla, jolloin kuusi on vielä täydellisesti harmaalepän alla, eikä lainkaan voi harmaaleppää varjostaa. Havainnollisen käsityksen edellä sanotusta antavat mittaustulosten perusteella piirretyt kaavamaiset kuvat sivulla 128.<sup>1</sup> Kuvista selviää erityisesti, että käytännöllisesti katsoen kaikissa tiheysluokissa kuusi ainakin 30 vuoden iälle saakka säilyy omana latvuserroksenaan eikä tähän mennessä lainkaan pysty harmaaleppää varjostamaan. — Samalla kuvista havainnollisesti selviää suurin piirtein koko kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehitys OMT:llä tiheysluokittain. — Ainoa tapa, jolla voidaan ajatella kuusen voivan häiritä harmaalepän kehitystä, on juuristokilpailu, ts. kyky juurilla vaikeuttaa harmaalepän veden ja ravinnon saantia. Juuristokilpailun seurauksina voidaankin luontevasti selittää monet muuten vaikeasti käsitettävät ilmiöt kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehityksessä.

Meillä on erityisesti AALTONEN kiinnittänyt huomiota juuristokilpailun merkitykseen selvitellessä eri metsikkölajien uudistumista ja kehitystä. Tutkiessaan metsien uudistumista Pohjois-Suomen kuivilla kangasmailla (1919) hän totesi, että useita esille tulleita seikkoja ei voitu tyydyttävästi selittää pelkästä varjostuksesta johtuviksi. Tällaisista seikoista mainittakoon esimerkiksi se, että taimisto usein puuttuu tai ainakin on hyvin kituvaa vanhoissa, varsinkin valtion mailla tavattavissa metsiköissä, jota vastoin nuorissa tai ainakin edellisissä paljon nuoremmissa, läheisissäkin yksityismailla kasvavissa metsiköissä elinvoimaista taimis-

<sup>1</sup> Kuvat on piirretty siten, että samankokoiselle »alalle» on sijoitettu kumpaakin puulajia suhteelliset, mittausten mukaiset määrät merkitsemällä 30-vuotisen sekametsikön I tiheysluokan kuusten lukumäärän 10:ksi. Keskipituudet ja kuusen valtapituus on taas määrätty kaikissa kuvissa saman mittakaavan mukaisesti. Harmaaleppien latvusten pituudet perustuvat niihin mittauksiin ja piirroksiin, joita suoritettiin siellä täällä erilaisissa metsiköissä. 40-vuotisissa metsiköissä on kuolleet harmaalepät merkitty vain osoittamaan, että tällaisia kuolleita pystypuita alalla on, vaikka niiden lukumäärään ei ole kiinnitetty huomiota.





Kuva 16. Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehitys kaavamaisesti esitettynä. Roomalaiset numerot tarkoittavat vastaavia tiheysluokkia. — Abb. 16. Schematische Darstellung der Entwicklung des Fichten-Erlenmischbestandes. Die römischen Ziffern bezeichnen die entsprechenden Dichteklassen.

toa saattaa olla hyvinkin runsaasti, vaikka valaistussuhteet ovat suunnilleen samanlaiset kummankin laatuissa metsiköissä. Metsiköiden iässä on siis ainoa huomattava ero näiden metsiköiden välillä, mistä AALTONEN päättelee, että »ikäeroa vastaa joku eroavaisuus ravinnon otossa maaperästä», ts. mitä kehittyneempi jokin puuyksilö on sitä kehittyneempi on myöskin sen juuristo, sitä paremmin se pystyy kilpailemaan ravinnon otossa muiden puuyksilöiden kanssa ja sitä vaikeampi on sitä paljon nuorempien ja pienempien yksilöiden menestyä sen ravinnonottoapiirissä. Juuristokilpailun perusteella on myöskin helpompi selittää, mistä johtuu, että paremmalla metsätyypillä taimisto menestyy paremmin kuin yhtäläisen metsikön alla huonommalla metsätyypillä tai että hyvällä kasvupaikalla taimisto saattaa olla yhtä elinvoimaista kuin huonolla kasvupaikalla melkoista harvemman metsikön alla. Juuristokilpailun merkitys selviää vielä lukuisista muista Pohjois-Suomen kuivilla kangasmailla tavattavista ilmiöistä, joita pelkän valovaikutuksen avulla on vaikeata selittää: nuorennoksen täydellinen puuttuminen eräistä »vanhemmista», melko suurista aukoista, aukkotaimistojen parhaiden taimien kasvaminen lähellä aukon keskustaa eikä aukon pohjoisreunalla, reunametsän vaikutus taimien pituuskasvuun suunnilleen samanlaisena kaikilla ilmansuunnilla jne.

Myöhemmin AALTONEN (1920 a) on edelleen osoittanut, että juuristotiheydellä ja latvustiheydellä on jokseenkin selvä riippuvaisuussuhde niin, että suuempaa latvusyhteyttä vastaa myöskin suurempi juuristotiheys. Edelleen hän saattoi todeta, että huonommilla metsätyypeillä tavataan enemmän ja tiheämmässä juuria kuin paremmilla. Tämän tutkimuksen tuloksilla voitiin siis perustella useat vielä olettamuksen luontoiset edellisen tutkimuksen (1919) tulokset. Tutkittaessa yksityisten puiden ja metsikön vaikutusta maan vesipitoisuuteen (AALTONEN 1920 b) osoittautui, että niiden vaikutuksesta vesipitoisuus ylimmissä maakerroksissa on pienempi kuin niiden vaikutuspiirin ulkopuolella, joten ainakin kuivilla kankailla juuristokilpailu on varsin ratkaiseva tekijä.

Selvitelläkseen edelleen juuristokilpailun merkitystä kasvien kehityksessä AALTONEN (1923, 1925) suoritti maissilla astiakokeita. Kokeiden tulokset, joista tässä yhteydessä erityisesti kannattaa mainita, osoittivat, että astioissa, joissa oli sekä vanhempia (suurempia) että nuorempia (pienempiä) taimia, edellisten vaikutuksesta jälkimmäisten kehitys huomattavassa määrässä hidastui, kun sen sijaan jälkimmäiset eivät sanottavasti vaikuttaneet edellisten kehitykseen, mitkä seikat voitiin todeta mm. vertaamalla kummankin taimilajin tuore- ja kuivapainoa vastaaviin

»puhtaisiin» astiaviljelyksiin. Kun valaistussuhteet oli kaikille astioille järjestetty samanlaisiksi, voitiin siis todeta, että suuremmat saman kasvilajin taimet pystyivät juuristoillaan häiritsemään pienempien taimien ravinnon ottoa. Nämä tulokset saatiin jokseenkin yhtäpitävinä sekä »kuivista» (vesipitoisuus 35 %) että kosteista (vesipit. 75 %) astioista, mistä voitaneen päätellä, että juuristokilpailu voi olla merkityksellinen myöskin tuoreilla mailla. — Edelleen tulokset osoittivat, että maissin juurisolujen osmoottinen paine ja todennäköisesti siis myöskin niiden osmoottinen imuvoima riippuvat maan vesipitoisuudesta siten, että ne kuivemmassa maassa ovat suuremmat kuin kosteammassa, mikä osoittaa, että kasvit kuivassa maassa käyttävät hyväkseen maan vesivarastoa paremmin ja täydellisemmin kuin tuoreessa. Myöskin selviää tuloksista, että juurisolujen osmoottinen paine suurenee taimien kasvaessa. — Lukuisissa kirjoituksissaan AALTONEN (esim. 1925, 1934 a, b) on juuristokilpailun olemusta ja merkitystä selvitetty myöskin maaperätieteelliseltä ja teoreettiselta kannalta, ja tällöin osoittanut, että kysymyksessä on ennen kaikkea kilpailu vedestä, koska kasvit ottavat maasta ravintoaineensa veteen liuenneina. Edelleen hän korostaa erityisesti sitä, että juuristokilpailua koskeviin seikkoihin on tähän saakka kiinnitetty liian vähän huomiota ja siten on jouduttu selvittämään puutteellisesti, jopa ontuvastikin useita tärkeitä metsikön kehitystä koskevia kysymyksiä, joihin riittävät ja perusteelliset kasvutekijöiden ja juuristojen selvittelyt antaisivat huomattavasti valaistusta, sekä osoittaa, miten varsinkin ulkomailla viime vuosina suoritettut kokeet tällä alalla (BATES 1925, FABRICIUS 1927, 1929, CLEMENTS ym. 1927, TOUMEY ja KIENHOLZ 1931, COSTER 1932 ym.) edelleen ovat tukeneet sitä käsitystä, että juuristokilpailun merkitys on usein arvioitu liian pieneksi ja valon vaikutus liian suureksi.

Muista kotimaisista juuristokilpailua koskevistä tutkimuksista mainittakoon ennen kaikkea LAITAKARIN (1927, 1929, 1934) monipuoliset juuristojen selvittelyt. Tutkimusten tulosten mukaan pääpuulajiemme, männyn, kuusen ja koivun juuristoissa on melkoisia eroja, mm. niiden vaakasuorat juuristot ovat suureksi osaksi eri syvyyksissä, koivun syvimässä ja kuusen matalimmassa. Yleensä voitiin juuristoista todeta, että niiden vaakasuorat osat ovat suppeampia paremmilla kuin huonommilla mailla, että vaakasuora juuristo ei koskaan rajoitu latvuspiirin alaan, vaan ulottuu laajemmalle ja että sen syvyys suurenee puun kasvaessa ja metsätyypin parantuessa. Saamiensa tuloksia LAITAKARI voi suorastaan soveltaa käytännölliseen metsänhoitoon ja vahvistaa useita aikai-

semmin esitettyjä mielipiteitä; mm. sekametsiköiden kasvatusta, harvennushakkausten suoritus, aukeitten alojen metsitys, taimiston kasvatusta ylispuuston alla ym. saavat, juuristokilpailun vaikutuksen huomioon ottaen, huomattavaa lisävalaistusta ja runsaasti hoito-ohjeita.

Mainittakoon myöskin, että HEIKINHEIMO (1935) on koivujen alle istutetuista kuusen taimista todennut niiden kasvaneen huonoimmin, jotka istutettaessa ovat joutuneet koivujen juuristojen vaikutuspiiriin. Viitattakoon samalla vielä aiemmin esitettyihin PÖNTYSEN (1929) tutkimuksiin; hänen mukaansa se seikka, että kuusitaimistot yleensä tavaataan mänty- ja koivuylispuiden alla ja vain hyvin harvoin kuusien alla, riippuu pääasiallisesti siitä, että juuristokilpailu on tällöin pienempi.

Juuristokilpailun olemassa olo selittää myöskin kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehityksessä huomattavat monet ilmiöt ja vaiheet. Kun samalle alalle yht'aikaa ilmestyy kuusen ja harmaaleppän taimistoa, on selvää, että aluksi kummankin puulajin yksilöt saavat kasvaa melko vapaasti, naapurien pahemmin toisiaan häiritsemättä, enempää latvuk-sillaan kuin juuristoillaankaan. Täten saa luonnollisen selityksensä se, että kuusen taimet voivat, niin kuin edellä mainittiin, ensimmäisinä vuosinaan menestyä harmaaleppikön alla yleensä hyvin, jopa paremmin kuin aukealla. Taimien kasvaessa ja juuristojen kehittyessä niiden ravinnonottopiirit vuosittain laajenevat, kunnes ne alkavat sivuta toisiaan. Kun eivät kuusen (vrt. LAITAKARI 1927, 1935) enempää kuin harmaaleppänkään juuristot läheskään rajoitu latvusprojektion alaan, vaan leviävät aina sen ulkopuolelle, voitaneen päätellä, että juurien keskimääräinen pituuskasvu on suurempi kuin oksien ja että ennen kuin latvukset alkavat koskettaa toisiaan, juuristot ovat jo joutuneet kosketuksiin toistensa kanssa ja siten juuristojen sulkeutuminen on tapahtunut aikaisemmin kuin latvusten. Kuta tiheämpi taimisto on sitä aikaisemmin puuyksilöiden ravinnonottopiirit alkavat sivuta toisiaan, mistä syystä siis se aika, jonka juuristot ja siten myöskin taimet saavat vapaasti kehittyä, on sitä lyhyempi mitä tiheämpänä taimisto on syntynyt. Luonnon siementämissä, aina jonkin verran epäsäännöllisissä taimistoissa, kehityksen kulku ei ole tietenkään aivan niin johdonmukaista kuin säännöllisin välein istutetuissa taimistoissa, mutta luonnollisesti kuitenkin suurin piirtein tämän suuntainen. Kun juuristojen sulkeuduttua taimien ravinnon otto ja siten myöskin niiden kehitys vaikeutuu, on ilmeistä, että tiheimpien taimistojen kehitys aikaisemmin häiriintyy ja että ne tiettyyn ikään vartuttuaan ovat kauemmin kärsineet tästä kilpailusta kuin niitä harvemmat taimistot ja ovat siis muihin nähden jääneet kehityksessään

eniten jälkeen. Tästä syystä voidaankin todeta jo esimerkiksi 20 vuoden iällä eri tiheysluokkien kuusitaimistojen keskipituuksissa selvät erot: harvimmat taimistot ovat keskimäärin n. kaksi kertaa pitemmät kuin tiheimmät.

Myöskin harmaalepän osuus juuristokilpailussa on merkittävä. Se on kilpailussa kuusen kanssa tosin bioottisesti heikompi puulaji, mutta tasaikäisessä metsikössä se suurempikokoisena kuitenkin pystyy kuusen kehitystä häiritsemään, mikä selviää siitä, että harvimpienkin kuusitaimistojen kehitys 30. ikävuoden tienoille saakka on heikompaa kuin huomattavasti tiheämpien, mutta puhtaiden kuusikoiden. Tässä yhteydessä huomautettakoon vielä niistä MIETTISEN (1933) aiemmin mainituista tutkimustuloksista, jotka osoittivat kuusen taimien laadun riippuvaisuutta siitä etäisyydestä, jolla ne kasvavat lähimmästä, suurehkosta harmaalepästä. Nämä tulokset, jotka aineiston pienuuden vuoksi tosin ovat hiukan epäsäännöllisiä, mutta yleensä kuitenkin suurin piirtein saman suuntaisia, vastannevat jossain määrin niitä havaintoja, joita AALTONEN (1919, ss. 143—147, 232—233) esittää ns. »tarha»-ilmiöistä Lapissa ja joiden esiintymistapa hänen mukaansa pääasiallisesti johtuu juuri juuristokilpailusta (vrt. myöskin LAITAKARI 1927, ss. 291—293). Täten MIETTISEN toteama seikka, että näiden suurehkojen harmaaleppien kuusen taimien kehitystä haittaava vaikutus ulottuu vain n. 2 m:n päähän, tulee hyvin ymmärrettäväksi arvosteltaessa asiaa juuristokilpailun kannalta, varsinkin kun juuristokilpailulla näyttää kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksessä olevan suuri merkitys.

Hyvin selvästi voidaan edelleen todeta kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä myöskin kuusen vaikutus harmaalepän kehitykseen; juuri tämä seikka ehkä parhaiten osoittaa juuristokilpailun merkityksen tässä sekametsikkölajissa, koska kuusi jäätyään harmaalepän alle ei voi sitä varjostaa ja kuitenkin kuusen vaikutus harmaalepän kasvuun jo sängen aikaisin voidaan todeta: harmaalepän kehitys on sitä heikompaa mitä tiheämpi kuusitaimisto on. Kuta harvempi kuusitaimisto on ja kuta heikommaksi juuristokilpailu siis muodostuu sitä enemmän harmaaleppien kehitysaste vastaa puhtaan harmaalepikön kehitysastetta ja päinvastoin. — Puuyksilöiden kyky kestää juuristokilpailua ja selvitä siitä voitollisesti riippuu ainakin puhtaissa metsiköissä suuresti niiden koosta ja suuremman koon mukanaan tarjoamista eduista, mikä selviää esimerkiksi siitä, että kuusitaimistossa sen vapauttamisen jälkeen suurimmat yksilöt toipuvat voimakkaimmin (ERKKI K. CAJANDER 1934). Tätä voitaneen kuitenkin ainakin jossain määrin soveltaa myöskin tähän



Kuva 17. 26-vuotinen kuusi-harmaaleppä-sekametsikkö. OMT. Korpiselkä, Hoilola. — Abb. 17. 26-jähriger Fichten-Weisserlen-Mischbestand. OMT.

sekametsikkölajiin. Esimerkiksi OMaT:llä, jolla kuusitaimisto on yleensä harvanlainen ja jolla kumpikin puulaji puhtaana menestyy, kasvun alkuun päästyään, erittäin hyvin, harmaalepät kasvavat melko kauan vapaasti ja liki pitäen yhtä hyvin kuin puhtaina metsikköinä ja kehittyvät täten suhteellisesti hyvin suurikokoisiksi ja kykenevät sen vuoksi myöskin voimakkaimmin ja kauimmin kestämään kilpailussa kuusen kanssa. Muillakin metsätyypeillä harmaalepät harvimmissa kuusitaimistoissa säilyvät kauimmin elossa.

Niin kuusten kuin harmaaleppienkin vuosi vuodelta kasvaessa ja vaatiessa yhä suuremman kasvutilan suurenee luonnollisesti myöskin puuyksilöiden ja puulajien välinen taistelu tilasta ja ravinnosta kiristyen lopuksi aivan äärimmilleen saakka. Luonnollisesti kilpailu olemassa olostä on sitä ankarampi mitä bioottisesti tasaväkisempiä keskenään kilpailevat yksilöt ovat ja siis erityisen ankara saman puulajin (kasvilajin) yksilöiden kesken. Kun taistelu vuosi vuodelta yhä kiristyy, eivätkä kuusiyksilöt keskenään tasaväkisinä saa toisiltaan riittävästi tilaa, muuttuu taistelu epäilemättä lisäksi puulajien väliseksi taisteluksi. Tämän vaiheen aikana, jolloin kummankin puulajin, mutta varsinkin kuusen

kehitys on hyvin hidasta, syntyvät ne tiheät ja voimakkaat oksäkiehkurat, joista LAITAKARI (1935) mainitsee ja jotka ovat tyypillisiä aikoinaan harmaaleppän alla kasvaneille kuusitaimistoille ja joita usein pidetään yksinomaan lumen aiheuttamina. — Puulajien välisessä taistelussa harmaaleppä on heikompi; se taistelee säilymisestään niin kauan kuin suinkin; tiettyyn rajaan saakka se kestää, sitten vastarinta melkein pä yht'äkkiä murtuu ja sen häviäminen metsiköstä alkaa. Harmaaleppän pohjapinta-alan perusteella arvostellen tämä taitekohta sattuu 25—30 ikävuoden vaiheille. Siihen saakka harmaaleppän osuus pohjapinta-alan perusteella suurenee, mutta sen jälkeen alkaa pienetä, ts. sen jälkeen elävien harmaaleppien pohjapinta-alan kasvu ei enää jaksa korvata kuolevien harmaaleppien pohjapinta-alan aiheuttamaa vähennystä harmaaleppän summapohjapinta-alassa. Tämän taitekohdan jälkeen häviävät viimeisetkin harmaalepät metsiköstä hiukan yli kymmenen vuoden kuluessa, jonka jälkeen metsikkö siis muuttuu puhtaaksi kuusikoksi. — Harmaaleppän vastarinnan äkillinen murtuminen kuvastuu hyvin kuusen toipumisessa, joka tapahtuu, niin kuin mainittiin, suunnilleen samoihin aikoihin tai hiukan myöhemmin kuin harmaaleppän pohjapinta-alan kuluminoiminen. Tämä toipuminen on sitä voimakkaampaa mitä harvempi kuusitaimisto on; heikoimmin elpyvät tiheimmät taimistot, joissa harmaaleppien kuoleminen tarjoaa suhteellisesti pienimmän kasvutilan lisääntymisen. Varsinkin harvempien kuusitaimistojen toipumisen jälkeinen kasvu on aikaisempaan verrattuna sangen ripeätä; jo 15—20 vuodessa ne lähes saavuttavat metsikön tiheydestä riippuen joko puhtaiden viljelyskuusikoiden tai puhtaiden luonnonnormaalisten kuusikoiden vastaavat mittasuhteet ja pystyvät siten korvaamaan sen kasvutappion, minkä lähes 30-vuotinen harmaaleppän painostus on niille aiheuttanut.

AALTOSEN tutkimukset ovat kohdistuneet ennen kaikkea kuiviin kangaksiin, joilla juuristokilpailun merkitys ymmärrettävästi on selvin ja helpoimmin havaittava ja jotka ovat erittäin kiitollisia selviteltäessä juuristokilpailua meikäläisissä oloissa. Esillä oleva tutkimus taas käsittelee tuoreempia metsämaita ja osoittavat tulokset, että näilläkin mailla juuristokilpailun vaikutus on merkityksellinen. — Aiemmin on jo selostettu ZETSCHEN, SCHMIDTIN ja KMONIZEKIN tutkimukset, jotka ovat mm. poikkeuksetta osoittaneet, että maan vesipitoisuus on pienempi metsiköissä, joissa on kuusialikasvos kuin metsiköissä ilman alikasvosta. Lisäksi voidaan vielä mainita VATERIN (1905) Wermsdorfissa suorittamat tutkimukset, jotka myöskin osoittivat, että metsiköissä, joissa tammi-ohella oli kuusialikasvos, maan vesipitoisuus on ainakin 40 sm:n

syvyyteen saakka pienempi kuin niissä metsiköissä, joista kuusialikasvos puuttui. VATER olettaa, että saatavissa oleva vesimäärä ei riitä molemmille puulajeille kasvupaikan edellyttämään kehitykseen, mistä syystä tammien veden saanti paranee, kun kuusialikasvos poistetaan. Tosin kuusien tilalle syntyy runsas ja voimakas pintakasvillisuus, mutta tämä ei kuitenkaan ota vettä niin runsaasti kuin kuusialikasvos, joten tammien kasvu paranee. — Erittäin mielenkiintoinen on tämän tutkimuksen kannalta KIVEKKÄÄN toistaiseksi julkaisematon tutkimus, jonka tulokset osoittavat, että aikoinaan kasketun maan vesipitoisuus on huomattavasti alhaisempi kuin kaskeamattoman maan, jopa joskus puoltakin pienempi, ja että kaskeamisen vaikutus voi tuntua tässä suhteessa hyvin kauan, 40—45 vuottakin. Mainittakoon vielä englantilaisen ROGERSIN (1932) suorittamat tutkimukset, jotka osoittavat, että vielä puutarhamaassa kehittyneissä hedelmäpuiden ja -pensaiden juuristoissa voidaan todeta merkkejä juuristokilpailun vaikutuksesta. — Kaikki nämä tulokset siis tukevat sitä, että kilpailu vedestä on tuoreillakin mailla metsiköiden kehityksessä huomioon otettava tekijä, ainakin kun on kysymys kuusivaltaisista tai kuusen sekaisista metsiköistä.

Tarkasteltakoon vielä jonkin verran metsätyypin vaikutusta kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehitykseen. Puhtaista metsiköistä kyseen ollen kummankin puulajin tuotto suurenee metsätyypin parantuessa (Y. ILVESSALO 1920 a, b; MIETTINEN 1932), mutta sen sijaan kuusi muodostaa täysitiheitä metsiköitä ilmeisesti huonommalla maalla kuin harmaaleppä. Esimerkiksi MIETTINEN ei tavannut enää MT:ltä riittävää määrää tällaisia metsiköitä kasvututkimuksiaan varten, kun taas mainittu metsätyyppi käytännössä yleensä luetaan vielä ns. kuusimaaksi. Tosin tavataan harmaaleppiä, vieläpä harmaaleppävaltaisia metsiköitä puolukkatyyppillä ja sitä huonommilla metsätyypeillä, mutta harmaalepät jäävät näillä kasvupaikoilla enimmäkseen pensasmaisiksi ja niiden muodostamat metsiköt harvanlaisiksi ja aukkoisiksi. Ilmeisesti kuusi kykenee muodostamaan käyttökelpoisia metsiköitä jonkin verran huonommilla mailla kuin harmaaleppä ja on siten harmaaleppää suhteellisesti bioottisesti sitä voimakkaampi mitä huonompi metsätyyppi on.

K ä e n k a a l i - o r a v a n m a r j a t y y p i l t ä ei tavattu tiheitä kuusitaimistoja, niin kuin edellä on selvinnyt. Pääsyynä saattaa olla se, että lehtomaiden aukeat kaskialat heinittyvät ja ruohottuvat viimeisen viljan oton jälkeen niin nopeasti, että kuusi vain vaillinaisesti ennättää siementää alan, ja taas näille maille ominaisen erityisen runsaan ja voimakkaan pintakasvillisuuden vuoksi suuri osa kasvamisen alkuun pääs-

seistä taimista tuhoutuu. Tällä harmaalepälle erityisen suotuisalla kasvupaikalla ja näissä harvoissa kuusitaimistoissa harmaaleppä kehittyy erittäin voimakkaaksi ja suurikokoiseksi sekä pystyy eniten häiritsemään kuusen kasvua. Vaikka kuusikin puhtaana metsikkönä kasvaa parhaiten lehtomailla (vrt. Y. ILVESSALO 1920 a, ERKKI K. CAJANDER 1933) se jää harmaaleppien seassa kehityksessään runsaammin jälkeen tällä metsätyypillä (coll.) kuin huonommilla, minkä osoittaa minkä metsikön kuvaajan tahansa vertailu esimerkiksi viljelyskuusikon vastaavaan lukuun. Samoin voitiin todeta, että sekametsiköissä kasvavien kuusten toipuminen tapahtuu OMaT:llä melkoista myöhemmin kuin huonommilla mailla, mikä ilmeisesti myöskin viittaa siihen, että harmaaleppä lehtomailla pitää parhaiten puolensa kuusta vastaan ja että se on kuusen kanssa tasaväkisin parhailla mailla. Edelleen viittaa samaan seikkaan se, että harmaalepän sekoitus kauimmin säilyy metsikössä juuri lehtomailla. Vielä on otettava huomioon, että huolimatta harmaalepän melkein täydellisestä latvusten sulkeutumisesta, pintakasvillisuus alkuaikoina epäilemättä eniten lehtomailla häiritsee kuusen taimien kehitystä, joten nämä näissä oloissa jäävät suhteellisesti runsaimmin jo alunperin harmaalepältä jälkeen. — Kuusen taimien vaikutus harmaalepän kasvuun on aluksi lehtomailla melko vähäinen, suurenee ilmeisesti vuosien mittaan ja n. 30 vuoden iällä, jolloin harmaalepän pohjapinta-ala kulminoit, kuusen vaikutus on jo selvä. Varsinkin harmaalepän keskipituuden kehityksessä huomataan mainitun ikäkauden jälkeen ilmeinen hidastuminen.

Lehtomailla siis kuusen kehitys harmaalepän voimakkaan kasvun takia eniten kärsii ja sen vuoksi on näillä mailla kasvavien kuusitaimistojen hoitoon kiinnitettävä erityistä huomiota.

Käenkaali-mustikkatyypillä kuusi ja harmaaleppä ovat alusta alkaen bioottisesti tasaväkisempiä kuin OMaT:llä, joten metsikön kehityksen kulku on huomattavasti säännöllisempää. Kuta harvempi kuusitaimisto on sitä paremmin kumpikin puulaji kasvaa. Kuusen kehitys kärsii tällä metsätyypillä harmaalepän läsnäolosta huomattavasti vähemmän kuin lehtomailla; sen osoittaa mm. se, että kuusen keskipituus ja keskiläpimitta 20 ikävuoden tienoilla ovat harvimmissa metsiköissä kummallakin metsätyypillä jokseenkin yhtä suuret, joten kuusen kehitys on enemmän hidastunut lehtomailla, joilla se puhtaana metsikkönä kasvaa paremmin kuin OMT:llä. — Kuusitaimiston oma tiheys vaikuttaa kuitenkin sen kehitykseen enemmän ja pitemmän ajan. Harmaaleppien hävittyäkin eri tiheysluokkien erot säilyvät sangen selvinä ja erityisesti tiheimpien taimistojen erittäin hidas kehitys on merkille

pantava. Sama seikka koskee myöskin kuusen tiheyden vaikutusta harmaalepän kasvuun. Jo n. 25 vuoden iältä, siis aikaisemmin kuin lehtomailla, varsinkin niiden pituuskasvu alkaa hidastua.

Mustikkatyypillä näiden puulajien keskinäinen voimakkuus jälleen muuttuu: kuusi tulee harmaaleppään verrattuna bioottisesti yhä voimakkaammaksi. Tämä metsätyyppi on jo harmaalepälle niin huono kasvupaikka, että se kehittyy runkomaisenakin lyhyeksi ja heikoksi metsiköksi, joka kuitenkin aikoinaan jonkin verran häiritsee kuusen kehitystä, kun kuusenkin kasvu on tällä metsätyypillä melko paljon hitaampaa kuin edellisellä. Muuten on kummankin puulajin kehityksen kulku suunnilleen samanlainen kuin OMT:llä.

### Juuristotutkimusten tulokset.

Edellisissä luvuissa esitettyjen sekametsiköiden mittaustulosten ja niistä tehtyjen päätelmien perusteella tultiin siihen tulokseen, että kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksessä puulajien ja -yksilöiden välisellä juuristokilpailulla täytyy olla erittäin tärkeä, jopa ratkaiseva merkitys. Tästä syystä pidettiin välttämättömänä selvittää jonkin verran näiden puulajien juuristojen keskinäisiä suhteita tässä sekametsikkölajissa, jotta siten, jos mahdollista, voitaisiin tarkistaa tehtyjä johtopäätöksiä.

### Harmaalepän juuriston yleisiä piirteitä.

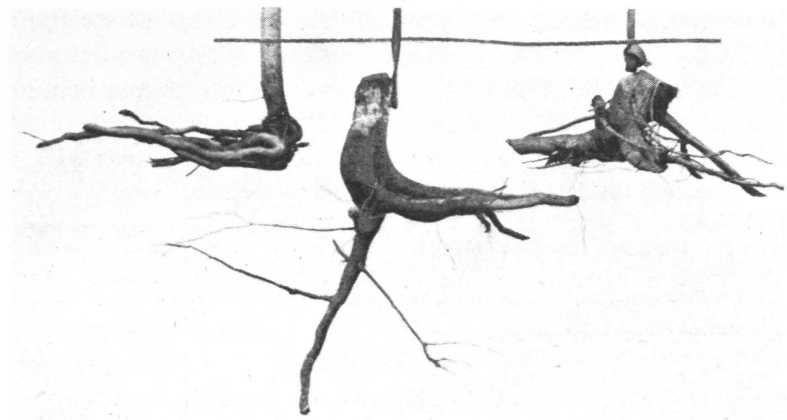
Ennen kuin selostetaan suoritettujen juuristotutkimuksien antamia tuloksia, selvitetäköön lyhyesti eräitä harmaalepän juuriston yleisiä piirteitä, joita kaivuiden yhteydessä selvisi.

Varsinaisia harmaalepän juuristoja koskevia tutkimuksia lienevät vain BRÜCKNER ja JAHN (1932) suorittaneet (Itä-Türingenissä). He totesivat harmaalepän juuriston olevan yleensä sangen syvällä. Säännöllisesti tavattiin juuristoja kahdessa kerroksessa eri maahorisonttien mukaan, mutta eräissä tapauksissa vielä kolmannessakin, joka oli 80 sm syvyydessä. Kirjoittajat pitävätkin harmaaleppää syväjuurisena puulajina (tief wurzelnde Holzart). MATTHES (1911) on tutkinut kuusen juuristojen suhdetta harmaaleppään, mutta ei kuitenkaan mainitse mitään harmaalepän juuristoista. — Yleensä ovat metsätieteellisessä kirjallisuudessa tavattavat maininnat harmaalepän juuristosta niukat ja ylimalkaiset. KASTHOFER (1828) sanoo sen leviävän laajalti ympäristöön, haaroittuvan runsaasti ja muodostavan

lukuisia juurivesoja (s. 107). OBBARIUKSEN (1857) mukaan lähtee harmaalepän lyhyestä kannosta monia, usein 20—30 jalkaa pitkiä pintajuuria (flackrötter), joihin harvoissa metsiköissä nousee runsaasti juurivesoja (s. 155). STUMPF (1854) mainitsee sen juurien menevän syvälle, joskin monet sivuhaarat leviävät myöskin laajalti maan pintaosiin (s. 66). Tämä on yksi niitä harvoja lausuntoja, joissa todetaan harmaalepän juurien olevan pääasiallisesti syvällä. PFEIL (1860, s. 339), ROSSMÄSSLER (1863, s. 423), GRUNERT (1872, s. 99), NEY (1885, s. 419), HEMPEL ja WILHELM (s. a., s. 16), KLEIN (1926) ja WAHLGREN (1914, s. 704) toteavat, että harmaalepän juuristo on aivan pintamyötäinen, pinnallisempi kuin tervalepän ja että se leviää melko laajalle ja haaroittuu runsaasti. GAYER (1878, s. 134) mainitsee tämän lisäksi, että harmaalepän juuriston syvyys riippuu maan laadusta, varsinkin hyvin kivikkoisella maalla sen juuret voivat mennä melko syvälle. Myöhemmin GAYER (1882) vielä täydentää kuvaustaan mainitsemalla, että sivujuurissa tavataan ryhmittäin hienoja juuren haaroja, jotka voivat tulla hyvinkin pitkiksi (s. 110).

Kotimaisessa kirjallisuudessaakin maininnat harmaalepän juuristosta ovat niukkoja. A. K. CAJANDER (1917) sanoo sen juuriston tunkeutuvan syvemmälle kuin koivun, joskin se leviää huomattavasti myöskin maan pintaosiin (s. 392). AALTOSEN (1934) mukaan taimien juuristo on enemmän haaroittunut ja syvemmälle ulottuva kuin koivun. Vanhempien puiden juuristot, joita ei lähemmin vielä tunneta, näyttävät yleensä pysyttelevän pääasiallisesti maan pintakerroksissa (ss. 133—134).

Suurin piirtein otettuna voidaan sanoa, että harmaalepän juuristo on yleisimmin kuvattu joko kokonaan hyvin pinnalliseksi tai ainakin osittain. Samaan viittaavat myöskin tämän tutkimuksen yhteydessä tehdyt havainnot. Voitiin nimittäin todeta, että jokseenkin poikkeuksetta kaikkien harmaaleppien kaikki juuret kulkevat aivan pintamyötäisesti ja vaakasuorasti lähellä maan pintaa. Jo heti kannosta juuret taipuvat vaakasuoraan asentoonsa ja vasta juurten päät voivat taipua alaspäin. Näin ollen ei harmaalepän juuristossa voida sanottavasti osoittaa horisontaalista ja vertikaalista osaa, jälkimmäinen on joka tapauksessa hyvin harvinainen. Tosin vaakasuoraan kulkevissa juurissa yleisesti esiintyy mutkia; tällöin juuri on jonkin matkaa kasvanut vinosti alaspäin, mutta pian muuttanut suuntansa ja jälleen noussut maan pintaosiin. Näiden mutkien suurin syvyys nousee hyvin harvoin yli 10 sm:n. Mainittua syvyysrajaa, jota syvemmällä kulkevat juuret merkittiin erikseen, juuret muutenkin sangen harvoin ylittävät, pääasiallisesti ne kulkevat mainitun rajan yläpuolella, jopa niin lähellä maan pintaa, että useissa tapauksissa pelkän



Kuva 18. Harmaalepän keskusjuuristoja. Kuvassa näkyy ainoa, kaivuualalla 1 tavattu harmaalepän voimakas, vertikaalinen juuri. Kuvassa näkyvä mitta 1 m. — *Abb. 18. Zentralwurzelsysteme der Weisserle. Man sieht die einzige auf Probestelle 1 gefundene kräftige, vertikale Wurzel. Massstab 1 m.*

sammal- ja karikekerroksen poistaminen paljastaa ne. Myöskin se seikka, että harmaalepän juuret risteilevät hyvinkin sekaisin kuusen juurten kanssa, osoittaa, että edellisen juuristo on sangen pinnallinen; kuusen juurethan ovat tunnetusti matalalla kulkevia ja varsinkin niin pienten kuusten kuin tässä tutkimuksessa esitettävät (vrt. esim. LAITAKARI 1927, s. 295).

Niin kuin mainittiin, harmaalepällä ei tavattu pystysuoraa juuristoa. Vain kerran tavattiin kannosta suoraan alaspäin suuntautunut, yksinäinen juuri; sen sijaan muut samasta kannosta lähtevät juuret kääntyivät maan pinnan suuntaan, samoin kuin muidenkin leppien kaikki juuret, joten tapaus epäilemättä on ainakin harvinainen. Mainittua juurta seurattiin 1.1 m:n syvyyteen, missä se n. 2 mm:n vahvuisena katkesi; pohjaveteen ei tällöin vielä oltu päästy. Joskin tällaiset juuret ovat harvinaisia, näyttää sen sijaan olevan vallan yleistä, että harmaalepän juurten päät kääntyvät jyrkästi maan sisään, usein hyvinkin kaukana puun tyvestä. Kun nämä jo kääntymäkohdassaan ovat sangen hienoja, on niiden seuraaminen hyvin vaikeata, eikä yhtään juurta onnistuttu saamaan esille loppuun asti, vaan viimeistään 70—80 sm:n syvyydessä, ennen pohjavesikorkeutta, ne katkeilivat. Edelleen näyttää siltä, että kuta ahdistetumpaan asemaan harmaaleppä joutuu sitä useammat juuret tällä tavoin kaivautuvat maan sisään, mikä seikka selviää jossain määrin myös juuristokarttoja tarkasteltaessa.

Kun useimmista harmaalepän juuristoista kaivettiin esille vain ne osat, jotka olivat lähellä kuusen juuria, ei kaikista tutkituista harmaalepän juuristoista saada niiden laajuutta osoittavia lukuja. Ainoastaan kolmen harmaalepän juuristot tulivat kaivetuiksi täydellisesti esille; ne ovat taulukossa 19 esitetyt rinnakkain suunnilleen samankokoisten mäntyjen, kuusten ja koivujen juuristojen kanssa.<sup>1</sup>

Taulukko 19. Harmaalepän vaakasuoran juuriston laajuus verrattuna koivun, kuusen ja männyn vastaaviin lukuihin. — *Table 19. Ausdehnung des horizontalen Wurzelwerks der Weisserle verglichen mit den entsprechenden Zahlen für Birke, Fichte und Kiefer.*

Harmaalepän Weisserle			Koivun Birke			Kuusen Fichte			Männyn Kiefer		
Ikä, v. Alter, J.	D 1.3, sm	Juuristo m <sup>2</sup> Wurzel- werk m <sup>2</sup>	Ikä, v. Alter, J.	D 1.3, sm	Juuristo m <sup>2</sup> Wurzel- werk m <sup>2</sup>	Ikä, v. Alter, J.	D 1.3, sm	Juuristo m <sup>2</sup> Wurzel- werk m <sup>2</sup>	Ikä, v. Alter, J.	D 1.3, sm	Juuristo m <sup>2</sup> Wurzel- werk m <sup>2</sup>
22	3.1	12	31	3.3	35	24	2.7	18*	13	2.8	13
—	—	—	56	3.4	19	22	3.1	9*	—	—	—
—	—	—	—	—	—	29	3.8	10*	—	—	—
23	3.9	15	33	3.6	54	23	3.9	14*	—	—	—
—	—	—	10	4.7	10.7	34	4.8	29	—	—	—
34	8.3	38	38	9.5	38	34	9.1	36	32	6.2	24
—	—	—	—	—	—	36	10.0	64*	16	7.7	43

Yllä olevien lukujen perusteella on varmojen johtopäätösten tekeminen vaikeata; siinä määrin kaikkialla esiintyy poikkeamia suuntaan ja toiseen. Voitaneen kuitenkin sanoa, että samankokoisista puista koivulla todennäköisesti aina on jonkin verran laajempi juuristo kuin harmaalepällä; sen sijaan kuusen on aluksi suurin piirtein yhtä laaja, mutta tulee vanhemmiten laajemmaksi kuin harmaalepän. Männyn juuriston laajuus taas tuntuu olevan suunnilleen harmaalepän juuristoa vastaava.

Harmaalepän juuren paksuus ei läheskään aina pienene tasaisesti tyvestä päähän saakka. Päinvastoin hyvinkin usein juuret joissain kohdin

<sup>1</sup> Männyn, kuusen ja koivun juuristojen laajuutta koskevat luvut on otettu LAITAKARIN koepuiden mittaustuloksista (1927, ss. 201—204, 1934, ss. 90—91) ja koskevat ne vain OMaT:llä, OMT:llä ja MT:llä kasvaneita puita. Koivujen vesaryhmät on jätetty pois, mutta lisätty sen sijaan tämän tutkimuksen yhteydessä saatuja kuusen juuriston laajuuslukuja, jotka on merkitty tähdellä (\*).

paksunevat, jatkuvat tällaisina jonkin matkaa ja jälleen ohenevat. Juuristoja kartoitettaessa jouduttiin tämän vuoksi usein jo yhdellä viivalla merkitty juuri (paksuus alle 1 sm:n) merkitsemään myöhemmin kahdella viivalla (paksuus yli 1 sm:n) jne. Juuristokartoissa huomataan tästä muutamia esimerkkejä.

Harmaalepän juurten väliset yhteenkasvettumat ovat melko yleisiä ja ilmeisesti helposti syntyviä. Koskaan ei kuitenkaan huomattu harmaalepän ja kuusen juurten kasvaneen keskenään yhteen, vaikka kuusen hennoimmat juuret usein kasvoivatkin harmaalepän juurten pinnassa ja toisinaan puristivat jälkimmäisiä siinä määrin, että niihin jäi syvä vako, kun kuusen juuret irroitettiin. — Edelleen voitiin parissa tapauksessa todeta kahdella usean metrin päässä toisistaan kasvavalla harmaalepällä olevan yhteinen juuri, joka alkoi toisesta ja päättyi toiseen. Todennäköisesti oli tällöin toinen harmaaleppä toisen juurivesa, vaikkakin oli vaikeata todeta, kumpi oli vesa ja kumpi taas emäpuu.

Kaikien kaikkiaan voidaan sanoa, että harmaalepällä on hyvin matalalla, lähellä maan pintaa kulkeva, melkein yksinomaan horisontaalinen juuristo. Syväjuuret ovat harvinaisia, mutta juurten haarojen päät taipuvat yleisesti alaspäin maan sisään. Juuristo ei ole kovin laaja, tässä suhteessa lähinnä männyn juuristoon verrattava, eikä silmiinpistävän runsaasti haaroitu.

#### K a i v u u a l a t.

Kuusi-harmaaleppä-sekametsikön kehityksessä voidaan erottaa ainakin seuraavat vaiheet:

1. Harmaalepän valtakausi (alle 25-vuotiset metsiköt).
2. Harmaalepän valtakauden taittuminen (25—30-vuotiset metsiköt).
3. Harmaalepän kuoleminen ja kuusen valtakauden alkaminen (yli 30-vuotiset metsiköt).

Juuristoja esiin kaivettaessa pidettiin silmällä, että kaikki nämä vaiheet tulisivat edustetuiksi, jotta siten voitaisiin saada selville ensiksikin juuristojen keskinäisissä suhteissa mahdollisesti tapahtuneet muutokset metsikön vanhetessa. Jos lisäksi harmaalepän valtakaudelta kaivettaisiin saman ikäisissä (tai samoissa) metsiköissä useiden lähekkäin kasvavien kuusten ja harmaaleppien juuristoja esiin sen mukaan, onko kuusi kehittynyt hyvin, keskinkertaisesti vai huonosti, olisi mahdollista kaikkien näiden tulosten perusteella päätellä, missä määrin puiden maan päällisten osien kehitysvaiheita vastaavia ilmiöitä esiintyy juuristoissa ja

juuristojen suhteessa toisiinsa. Täten voitaisiin myöskin päätellä, onko mainituilla ilmiöillä, jos niitä esiintyy, ollut vaikutusta puiden maan päällisten osien kehitykseen vai ei.

Seuraavassa tarkastellaan lähemmin kutakin kaivuualaa erikseen.

#### *Kaivuuala 1.*

*Metsikkö.* Melkoisen tiheätä kuusi-harmaaleppä-sekametsää, joka aikoinaan on syntynyt kynnettyyn kaskeeseen. Metsikön kuuset ovat kehittyneet hyvin eri tavoin, osa aivan säännöllisesti ilman mitään kitumisen merkkejä, osa on taas sangen pahoin kärsinyt ilmeisesti harmaaleppän läsnäolosta (vrt. kaivuuala 2). Tähän kuusten erilaiseen kehitykseen, jota on hyvin vaikeata selittää vain metsikköä tarkastelemalla, toivottiin saata- van valaistusta juuristoja esiin kaivettaessa.

*Maa.* Kariketta ja sammalta 4—6 sm, mullasta 7—8 sm ja sen alla melko hienoa, kosteahkoa murtosoraa. Juuristot, eräitä vertikaalisia juuria lukuun ottamatta, karikkeessa ja mullaksessa.

*Koepuiden iät:* kuusi: 23 v.  
harmaaleppä: 24 v.

*Koepuiden mitat:* kuusi: pituus: 3.3 m, D 1.3 : 3.9 sm.  
harmaaleppä: » 8.4 m, D 1.3 : 6.3 sm.

Tämän koepuuparin kuusi oli sangen hyvin kasvanut, viimeisinä viitenä vuotena keskimäärin 32 sm vuodessa. Mitään huomattavaa hidastumista ei sen pituuskasvussa voitu huomata koskaan tapahtuneen, eivät myöskään oksat olleet levinneet niin kuin kituvilla kuusilla, vaan kuusen muoto oli suipon kartiomainen. Myöskin harmaaleppä oli normaalisti kehittynyt ja hyvässä kasvukunnossa.

Juuristokarttaa (kuva 27) tarkasteltaessa huomataan, että tässä tapauksessa kummankin puulajin juuristot ovat pääasiallisesti omilla tahoillaan haittaamatta pahoinkaan toisiaan, joten juuristojen välisestä kilpailusta tässä tapauksessa tuskin voitaneen puhua tai ainakin sen täytyy olla jokseenkin lievä. Vain yksi harmaaleppän juurista on suuntautunut kuusta kohti ja kasvanut sen kannon alitse lähelle kuusen ravinnonotto- paikkoja; tosin tämä juuri haaraantumatta painuu jonkin matkan päässä kuusen kannon takana jyrkästi maan sisään, mutta se on luonnollisesti aivan nuorella iällä, jolloin sen kärkiosat ovat olleet kuusen kannon kohdalla, voinut hiukan häiritä kuusen kehitystä. — Samoin on myöskin vain yksi kuusen juurista suuntautunut harmaaleppää kohti, vieläpä eräs sen

haaroista on osittain kiertynyt lepän tyven ympärille. Tämä juuri on kasvanut harmaaleppän tyven ohitse ja sen jälkeen haarautunut.

Kuvatassa tapauksessa kuusen juuret olivat harmaaleppän juurten kanssa risteillessään aina yläpuolella, joskin risteyskohdissa usein aivan kiinni toisissaan. Mainittakoon vielä, että ainoa suoraan harmaaleppän kannosta lähtevä vertikaalinen juuri tavattiin tällä harmaalepällä (vrt. kuva 18). Sen kulkua seurattiin maan sisään 1.1 m, mutta se jatkui vieläkin syvemmälle. Sangen monet harmaaleppän juurien päistä sen sijaan kyllä jyrkästi kääntyivät alaspäin (vrt. karttaa) ja saattoivat tasapaksuina jatkua hyvinkin syväälle.

Tässä tapauksessa täytyy siis todeta, että kummankin puulajin juuristojen suhde toisiinsa hyvin vastaa niiden maan päällisten osien kehityksen kulkua ja nykyistä kehitystapaa.

#### *Kaivuuala 2.*

*Metsikkö:* sama kuin edellinen.

*Koepuiden iät:* kuusi: 24 v.  
harmaalepät: 24 v. kumpikin.

*Koepuiden mitat:* kuusi: pituus: 1.9 m, D 1.3 2.7 sm.  
harmaalepät: A: » 10.4 m, » 8.4 sm.  
B: » 8.7 m, » 7.0 sm.

Kuusi on eräs edellä kuvatun metsikön erittäin kituvasti kasvaneista kuusista. Viimeisinä viitenä vuotena sen pituuskasvu on vuosittain ollut keskimäärin 8 sm. Sen varsinkin alimmat oksat olivat melkoisesti levinneet, joten sen ulkomuoto oli jossain määrin pallomainen. Pääranka oli kuivunut ainakin neljä kertaa, viimeksi 3 v. sitten. Harmaalepissä sen sijaan ei voitu huomata mitään erityisiä kitumisen merkkejä, vaan olivat ne terveitä ja rehevälatvuksisia.

Jo pikainenkin silmäys juuristokarttaan (kuva 28) osoittaa, että juuristojen suhde tässä tapauksessa on vallan toinen kuin edellisessä. Nyt kummankin harmaaleppän juuriston osat risteilevät sangen tiheänä kuusen tyven ympärillä; niiden sekä vahvempia juuria että heikompia juurten päitä ja juurten haaroja tavataan runsaasti jokseenkin kaikkialla siellä, minne kuusenkin juuret ovat levinneet, ja kun, niinkuin juuristokartastakin selviää, kummankin puulajin juuristot ovat hyvin samoissa maakeroksissa risteillen sekaisin milloin toinen milloin toinen ylempänä (vrt. myös kuvaa 19), on helppo ymmärtää, että tässä tapauksessa juuristo-



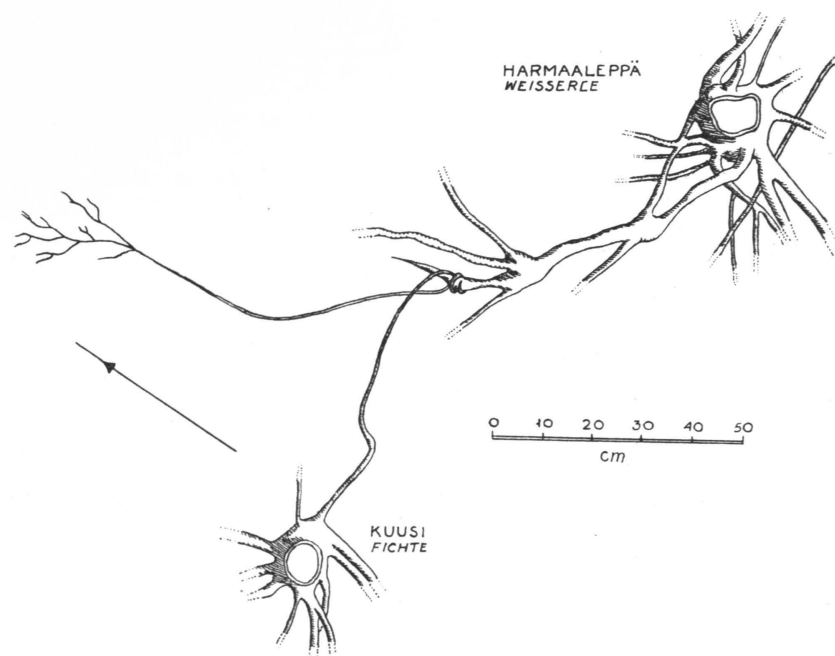


Kuva 19. Yleiskuva kaivuualalta 3. Kuusen kanto on keskellä ja harmaalepän kannot sen molemmin puolin. Kuvassa näkyvä mitta 1 m.  
— Abb. 19. Probestelle 3. Die Fichtenstube zwischen den beiden Weisserlenstubben. Massstab 1 m.

kilpailun vaikutuksen maan päällisten osien kehitykseen täytynee olla paljon suurempi kuin edellisessä tapauksessa. Kuusi on huomattavasti huonommassa asemassa kuin harmaalepät, vain yhden sen juurista on onnistunut kasvaa »vapaaseen maahan» harmaaleppien juurten ulkopuolelle, muut kaikki ovat harmaaleppien ravinnonotto- ja juuristoverkoston osittain jätetty) on kokonaan vapaa kuusen aiheuttamasta kilpailusta, ulkopuolella kuusen juuristoverkoston.

Edelleen voidaan siis todeta, varsinkin äskeiseen tapaukseen rinnastettuna, että tässä tapauksessa eri puulajien juuristojen asema toisiinsa nähden on puuyksilöille huomattavasti epäedullisempi ja juuristokilpailun voidaan olettaa olevan kiivaamman, mihin myös maan päällisten osien kehitystila viittaa.

Eräaseen näiden juuristojen kaivuun yhteydessä esiin tulleeseen yksityistapaukseen kannattanee vielä kiinnittää huomiota. Kuusen kannosta lähtee muuan hento juuri oikeanpuoleista harmaaleppää kohti (kuva 20). Kun kaikki puuyksilöt vielä olivat pieniä eikä niillä ollut tuntumaa toisiinsa, tämäkin juuri saattoi vapaasti kasvaa, kunnes kummankin puulajin juuret alkoivat kohdata toisiansa. Tällöin kuusen juuren eteneminen säteen suuntaan kannostaan on keskeytynyt ja se on muuttanut suuntaansa



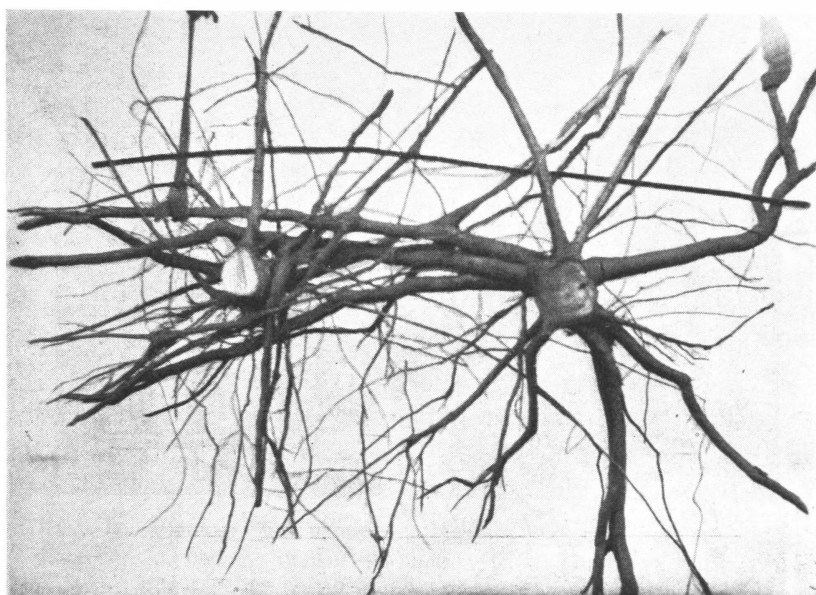
Kuva 20. Yksityiskohta kaivuualan 2 juuristoista. Kohdattuaan harmaalepän juuren kuusen juuri on jyrkästi kääntynyt siitä pois päin. — Abb. 20. Ausschnitt aus Probestelle 2. Die Fichtenwurzel ist zuerst nach der Weisserle hingewachsen und dann von dieser fort.

jyrkästi entistä vastaan ja suoraan pois päin harmaalepältä. Kääntymiskohdassaan se on haaraantunut kahteen haaraan, joista pienempi on tiukasti kiertynyt harmaalepän juuren ympäri ja suurempikin osittain ennen »pakoon lähtöään». Se harmaalepän juuri, jonka ympäri kuusen juuren haarat kiertävät, on 2.5—3.0 sm paksu, mutta jo kaivuuaikana kuollut.

On luonnollisesti vaikeata sanoa varmasti, onko tässä kysymyksessä todellinen toisen puulajin karttaminen syystä tai toisesta, jonkinlainen negatiivinen tropismi, mutta rinnastettuna eräisiin myöhemmin esitettäviin havaintoihin, ei sitäkään voida pitää aivan mahdottomana, minkä vuoksi tapaus kannattanee tulla mainituksi.

### Kaivuuala 3.

**Metsikkö.** Kaunista, tasaista, vartevaa, todennäköisesti pääasiallisesti siemenistä syntynyttä harmaalepikköä, jossa harvanlaisesti, paikatellen kuitenkin pienissä ryhmissä, kuusitaimistoa. Kuuset yleensä jokseenkin hyväkasvuisia.



Kuva 21. Kuusen (vas.) ja harmaalepän (oik.) keskusjuuristot kaivuualalta 3. Harmaalepän juurien voimakas suuntautuminen kuusta kohti on ilmeinen. Kuvassa näkyvä mitta 1 m. — *Abb. 21. Zentralwurzelsysteme der Fichte (l.) und der Weisserle (r.) von der Probestelle 3. Die kräftige Entwicklung der Erlenwurzeln nach der Fichte hin ist deutlich. Massstab 1 m.*

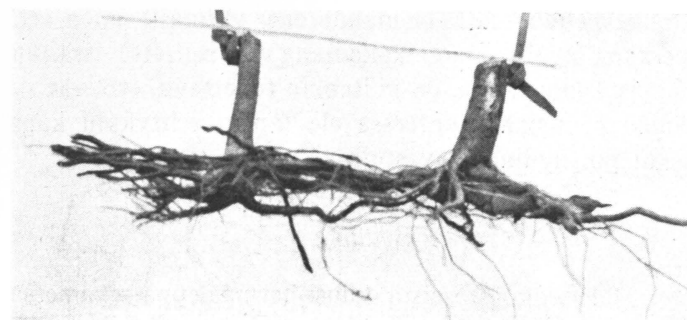
*Maa.* Kariketta 1—3 sm, mullasta 20 + sm (kaivuuta ei syvemmälle tarvinnut ulottaa).

*Koepuiden iät:* kuusi: 22 v.  
harmaaleppä: 21 v.

*Koepuiden mitat:* kuusi: pituus: 2.4 m, D 1.3: 3.1 sm.  
harmaaleppä: » 6.5 m, » 5.2 sm.

Tässä tapauksessa herätti erityisesti huomiota se, että kuusi oli eräänä aikaisempana ikäkautenaan ilmeisesti kasvanut kituen, mikä näkyi selvästi lähekkäisistä oksakiehkuroista, joiden väli useina vuosina oli vain 2—5 sm. Tämän jälkeen kuusen pituuskasvu oli huomattavasti parantunut ollen nykyään jokseenkin normaali, esim. viiden viimeisen latvakasvaimen pituudet olivat keskimäärin 28 sm. Kuusi oli säilyttänyt kartiomaisen ulkonäkönsä. — Harmaaleppä oli terve ja hyväkasvuinen.

Juuristokartan (kuva 29) perusteella huomataan, että nykyisin suurin osa kuusen juurista on levinnyt omalle taholleen ja samoin harmaalepän



Kuva 22. Edellisen kuvan keskusjuuristot sivulta katsottuna. Molempien puulajien juuristot hyvin pintamyötäisiä ja jokseenkin samassa tasossa. Kuvassa näkyvä mitta 1 m. — *Abb. 22. Die gleichen Zentralwurzelsysteme wie in Abb. 21, von der Seite gesehen. Die Wurzelsysteme beider Holzarten flachlaufend und ungf. im gleichen Niveau. Massstab 1 m.*

omalleen, joten ainakin osat kummankin puulajin juuristoista voivat toimia ilman toisen puolelta tulevaa kilpailua eikä kilpailun vedestä voida siten kaiken kaikkiaan olettaa olevan nykyisin kovin ankaraa. Osa kuusen juurista on kasvanut harmaalepän tyven ohitse »harmaalepän alueelle», mutta kun kummankin puulajin juuriverkosto on melko harva, ei kilpailu täälläkään liene erityisen ankara, joten kuusen viimeaikainen hyvä pituuskasvu on ymmärrettävää.

Eniten kiinnittää kartassa huomiota se, että kolme vahvaa harmaalepän juurta kulkee aivan kuusen tyven vieritse jatkaen matkaansa pitkälle sen ohi ja haaroittuen vasta kauempana (vrt. myös kuvaa 21). Ne suorastaan kuristavat kuusen tyveä ja on helppo käsittää, että silloin kun niiden ravintoa ottavat osat, puiden ollessa aivan nuoria, olivat kuusen tyven ympäristöillä, ne varmasti suuresti vaikeuttivat kuusen ravinnon saantia ja tältä ajalta edellä mainitut lähekkäiset oksakiehkurat varsin luonnollisesti saattavat olla peräisin. On nimittäin lisäksi muistettava, että hyvin nuorena on kuusen ja harmaalepän pituusero suhteellisesti suurin ja että tällöin myös pieni kuusen taimi on voimakkaasti kehittyvään harmaaleppään nähden bioottisesti erittäin heikossa asemassa. — Tarkasteltaessa kuvaa 22, jossa molemmat kannot keskusjuuristoineen näkyvät sivulta päin, selviää havainnollisesti, miten pinnallinen harmaalepän juuristo on ja miten sen juuret tässä tapauksessa kulkevat kuusen tyven kohdalla kuusen juurten ylitse ja siis vallan samoista maakerroksista ottavat ravintonsa, joten edellä mainittu seikka täten käy luonnolliseksi.

Joskin kaikesta huolimatta on mahdotonta varmasti sanoa, että kuusen kituminen eräänä aikaisempana ikäkautena olisi selitettävissä juuri edellä kerrotuista syistä johtuvaksi, on kuitenkin todettava, etteivät suoritettun kaivuun tulokset missään suhteessa ole tämän selityksen kanssa ristiriitaisia, vaan pikemmin päinvastoin.

#### Kaivuuala 4.

*Metsikkö.* Jokseenkin tasaista kuusi-harmaaleppä-sekametsää, jossa kuuset osittain hyvin kituvia.

*Maa.* Kariketta 1—3 sm, mullasta 3—6 sm, alla karkeahkoa soraa, jossa runsaasti eri kokoisia kiviä.

*Koepuiden iät:* kuuset, A: 24 v., B: 24 v.

harmaalepät, A: 25 v., B: 25 v., C: 24 v.

*Koepuiden mitat:* kuuset, A: pituus: 1.5 m, D 1.3: 0.7 sm.

B: » 1.3 m, » — sm.

harmaalepät, A: » 8.8 m, » 6.9 sm.

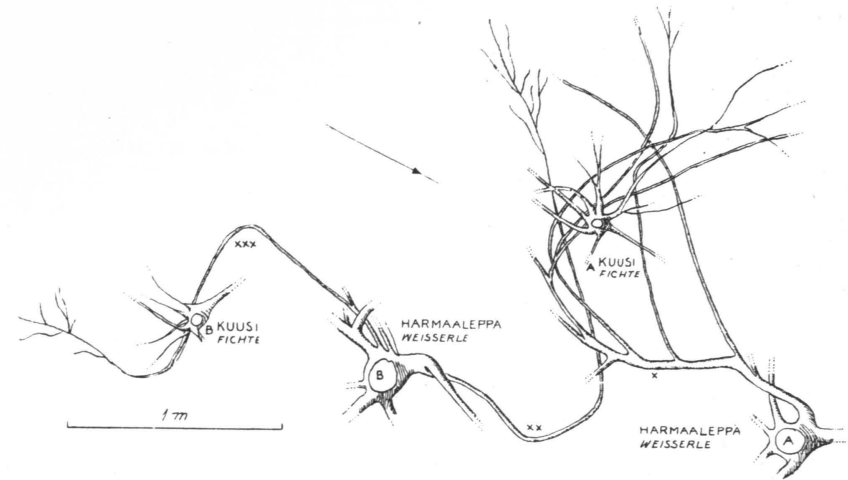
B: » 9.4 m, » 7.2 sm.

C: » 7.7 m, » 6.5 sm.

Tarkoitus oli kaivaa tästä metsiköstä, joka oli suunnilleen saman ikäinen kuin edelliseltäkin, mahdollisimman pahoin kärsineen ja edelleen kituen kasvavan kuusen juuret esille. Tapaus saisi siten edustaa äärimmäistä astetta kuusen huonosta menestymisestä harmaalepikössä.

Sopivimpana pidettiin kuusta A (kuva 30), joka oli surkean näköinen, osittain jäkälöitynyt ja monesti menettänyt latvakasvaimensa. Sen oksisto oli hyvin levinnyt, joten kuusen kartiomaisesta ulkonäöstä ei ollut mitään jällellä. Pituuskasvu oli aina ollut hyvin heikko, viimeisinä viitenä vuotena vain 4 sm keskimäärin vuodessa. Kaivuun aikana joutui työn piiriin myöskin kuusi B, joka sekin oli sängen pahoin kärsinyt muistut-taen joka suhteessa A-kuusta; viimeisinä viitenä vuotena se oli kasvanut keskimäärin 5 sm vuosittain. Sen sijaan harmaaleppien ulkonäössä ei voitu huomata mitään merkkejä kehityksen häiriintymisestä.

Puheena olevassa tapauksessa oli juuristojen esiin kaivaminen erityisen työlästä ja hidasta. Juuria risteili sekaisin useassa kerroksessa ja niin tiheänä, että koko työ oli suoritettava käsin ja sittenkin äärimmäisen varovaisesti, jotta varsinkin hentojen kuusen juurten kulku saataisiin mahdollisimman täydellisenä esille. Kun kaivuutyön päätyttyä tarkasteltiin ja kartoitettiin paljastettuna juuristomattoa, tultiin siihen varmaan käsi-



Kuva 23. Eräitä yksityiskohtia kaivuualan 4 juuristoista. Monet harmaaleppän juurista ovat suuntautuneet kuusia kohti tai kiertävät niiden ympäri. — *Abb. 23. Einige Teile des Wurzelsystems von Probestelle 4. Mehrere Erlenwurzeln sind um die Fichte gewachsen.*

tykseen, että kuusen ravinnon saannin on täytynyt tässä tapauksessa olla hyvinkin vaikeata. Kummankaan kuusen juuristojen mitkään osat eivät nimittäin olleet päässeet täydellisesti harmaaleppien juuristojen ulkopuolelle, vaan olivat aina jälkimmäisten tiheästi ympäröimiä ja monen harmaaleppän juuren kulkua lähemmin tarkasteltaessa tuntui melkein pä siltä, että harmaaleppä suorastaan vainoaisi ja kiusaisi kuusta. Sellainen juuri on esimerkiksi A-harmaaleppän vahvin juuri (x) (kuva 23) monine haaroineen, jotka melkein täydellisesti kiertävät A-kuusen tyven ympäri ja varmasti aikoinaan ovat pienen kuusen taimen kehitystä haitanneet. Samoin B-leppän muuan juuri (xx) on monien mutkien jälkeen kasvanut lopuksi suoraan saman kuusen tyven alitse. Samasta harmaaleppästä lähtee edelleen juuria (xxx), jotka alkuperäisen suuntansa jyrkästi muuttaen kääntyvät suoraan B-kuusta kohti. Yleensä ei voida huomata, että harmaaleppien juuret missään suhteessa karttaisivat kuusta; mutta voidaanko myöskään puhua suoranaisesta »kiusaamispyrkimyksestä», on ainakin toistaiseksi kuitenkin mahdotonta sanoa.

Sen sijaan juuristokartasta selviää eräs toinen mielenkiintoinen seikka, joka viittaa siihen, että kuusen juuret ehkä jossain määrin karttavat harmaaleppän juuria tai ainakin koettavat hakeutua paikkoihin, missä kilpailu ravinnosta on pienin. Kuten nimittäin huomataan, kummankin



Kuva 24. Osa kaivuualan 4 juuristoista. Kuvassa näkyvät molemmat kuusen kannot sekä muuan harmaalepän kanto. — *Abb. 24. Teil der Probestelle 4. Rechts und links am Rande die Fichtenstubben, im Hintergrund eine Weisserte.*

kuusen juuret päättyvät ja haaroittuvat runsaammin varsinkin B- ja C-leppien tyven ympäristöillä. Ne ovat epäilemättä tässä tapauksessa löytäneet harmaaleppien tyveltä, missä ei tämän puulajin ravintoa ottavia juurten osia enää ole, vapaamman kasvupaikan kuin muualta. Mikään näistä juurista ei ole edennyt harmaalepän tyven ohitse, vaan on päinvastoin usein monia mutkia tehden koettanut näillä paikoilla pysytellä, mikä myöskin viittaa siihen, että nämä paikat tarjoavat niille jossain suhteessa enemmän etuja kuin muut. Mainittakoon vielä, että kummankaan harmaalepän tyvessä ei tavattu juurinystryöitä tai jätteitä niistä, vaan oli lähimpiin matkaa B-lepästä 80 sm ja C-lepästä 105 sm.

Se käsitys, mikä on saatu aiemmin esitetystä tapauksesta kuusen kehityksen ja kummankin puulajin juuristojen

sijainnin välisestä suhteesta, saa nyt esitetystä tapauksesta edelleen runsaasti tukea, ilman että mikään seikka olisi ristiriitaisuuteen viittaava.

#### *Kaivuuala 5.*

*Metsikkö.* Melkoisen tiheätä kuusi-harmaaleppä-sekametsää, jossa kuuset ovat toipumassa ja harmaaleppien valtakausi päättymässä. Kuuset ovat yleensä sangen hyväkasvuisia.

*Maa.* Kariketta 1—2 sm, mullasta 6—8 sm ja sen alla karkeata, melko kivistä soraa.

*Koepuiden iät:* kuusi: 29 v.

harmaalepät, A: 29 v., B: 29 v.

*Koepuiden mitat:* kuusi: pituus: 3.2 m, D 1.3: 3.8 sm.

harmaalepät, A: » 7.2 m, » 4.8 sm.

B: » 6.6 m, » 3.7 sm.

Vuosikasvainten perusteella arvostellen kuusi on aikoinaan nuorempana melkoisesti kärsinyt harmaalepän vuoksi, mutta viimeisinä vuosina oli sen pituuskasvu huomattavasti parantunut. Niinpä se viimeisten viiden vuoden aikana oli kasvanut pituutta keskimäärin 24 sm, mutta kahtena viimeisenä 29 ja 34 sm. Harmaalepät olivat vielä jokseenkin hyvinvoivan näköisiä, mutta niiden paksuuskasvu oli viimeisinä vuosina sangen tuntuvasti heikentynyt.

Juuristokartan (kuva 31) perusteella voidaan ensiksikin todeta, että kuusen juuristo on pääasiallisesti suuntautunut harmaalepistä pois päin. Vain harvat sen juurista kulkevat suoraan harmaaleppiä kohti ja nekin ovat lyhyitä ja melko mutkaisia, kun taas muualle suuntautuneet ovat melko pitkiä ja runsaasti haaroittuneita. Kun kaikki puut ovat yhtä vanhoja ja suhteessa toisiinsa niillä siten on ollut yhtä suuret mahdollisuudet kehittää juuriaan vapaasti kaikkialle, kiinnittää tämä seikka ehdottomasti huomiota, varsinkin kun se ei ollut ainoa tähän viittaava tapaus. Edelleen huomataan, että ne kuusen juuret, jotka ovat suuntautuneet harmaaleppiä kohti, ovat kerääntyneet ja jääneet harmaaleppien tyven ympäristölle, siis aivan sama seikka, joka jo edellisessä tapauksessa voitiin todeta. Myöskään tässä tapauksessa ei harmaaleppien tyvien lähistöillä ollut pieniä, ravintoa ottavia juuria eikä juurinystryöitä.

Tärkein uusi seikka, mikä selvisi näitä juuristoja esiin kaivettaessa, oli kuitenkin se, että näillä harmaalepillä tavattiin ensi kerran kuolleita juuria tai kuolleita juurten osia. A-lepästä lähtevistä juurista nimittäin kolme on täydellisesti kuollut ja osittain lahonnutkin ja eräs haara on tyvestään vielä pienen matkaa elävä, mutta muilta osiltaan kuollut. Erityisen mielenkiintoista on todeta, että kaikki nämä harmaaleppien kuolleet juuret tai niiden kuolleet osat ovat kuusen juurten keskellä ja niiden ympäröimänä, kun taas mikään muualle, kuusen juuriston ulkopuolelle suuntautuvista juurista ei ole kuollut, vaan ne kaikki ovat terveitä ja elinvoimaisia. Tämän ikäisissä, lähes 30-vuotisissa metsiköissä harmaalepän valtakausi on jo päättymässä ja harmaalepät vähitellen häviävät, niin kuin aiemmin osoitettiin. Kun harmaaleppien juuristo alkaa kuolla ja ensimmäiseksi sen osista kuolevat ne, jotka ovat lähimpänä kuusen juuristoja, johdutaan ajattelemaan, että kuusella olisi jotain osaa harmaaleppien juurten kuolemisen ja kun varsinkin muistetaan, että kuusen vaikutus »alhaalta päin» harmaaleppien kehitykseen voitiin todeta, ei tunnu mahdollomalta olettaa, että kuusen vaikutus tuntuisi muun muassa täten.

*Kaivuuala 6.*

*Metsikkö.* Melkein puhdasta kuusikkoa, josta harmaalepät jo jokseenkin kokonaan hävinneet, ainoastaan metsikön reunaosissa tavataan enää jokin yksinäinen, suurehko harmaaleppä.

*Maa.* Kariketta ja sammalta 3—6 sm, mullasta 8—10 sm ja sen alla karkeahko sora.

*Koepuiden iät:* kuuset, A: 34 v., B: 33 v., C: 29 v. ja D: 34 v.  
harmaaleppä: 34 v.

*Koepuiden mitat:* kuuset, A: pituus: 6.2 m, D 1.3: 9.1 sm.  
B: » 1.8 m, » 1.1 sm.  
C: » 2.3 m, » 1.4 sm.  
D: » 2.8 m, » 2.0 sm.  
harmaaleppä: » 9.5 m, » 8.3 sm.

Harmaaleppä oli muuan metsikön reunassa elossa säilynyt yksilö, jonka kasvu jo oli hyvin heikko. Sen latvus oli pyöristynyt, lehdistö hyvin harva ja lehdet pienikokoisia; paksuuskasvu oli viime vuosina ollut hyvin vähäistä. Kaiken kaikkiaan harmaaleppä teki raihnaisen ja kituvan vaikutuksen, mistä syystä voitiin olettaa, että sen juuristot paljastamalla saataisiin valaistusta harmaaleppien kuolemiseen. — Kuusista varsinkin A-kuusi oli viime vuosina kasvanut erittäin hyvin, viimeisenä 5-vuotiskautena keskimäärin 42 sm vuodessa. Myöskin sen paksuuskasvu oli tänä aikana ollut huomattavan ripeätä. Sen sijaan se, samoin kuin muutkin kuuset, oli alkuaikoinaan kasvanut jokseenkin hitaasti, kituen. Myöskin C- ja D-kuuset olivat viime vuosinaan parantaneet vallan huomattavasti kasvuaan; vastaavana aikana niiden pituuden lisäys oli ollut keskimäärin 27 ja 26 sm vuosittain. Sen sijaan B-kuusi ei ollut vielä sanottavasti pääsyt toipumaan, mutta sen asema harmaaleppään nähden olikin kaikkein epäedullisin; sen pituus oli lisääntynyt viime vuosina vain keskimäärin 9 sm vuosittain.

Jo ensi silmäys juuristokarttaan osoittaa (kuva 32), että tämän ikäisellä ja jokseenkin kookkaalla harmaalepällä on melkoisen laajalle levinnyt juuristo; juuriston pisimmät juuret ovat 10 ja 7 m:n pituiset, kun saman ikäisen kuusen pisimmät juuret ovat vain 6 ja 5.5 m pitkät. Suurimman, A-kuusen juuristoa tarkasteltaessa kiintyy huomio siihen, että jälleen ja sangen selvästikin sen juuret jo kannosta lähtien melkein poikkeuksetta suuntautuvat pois päin harmaalepältä; eräskin juuri, jonka tyvi oikeastaan on harmaalepän kohdalla, kaartuu kokonaan toiseen suuntaan

kauemmaksi lepästä. Vain yksi sen juurista on kasvanut jossain määrin harmaaleppää kohti ja sen tyven ohi, mutta kuitenkin vain harmaalepän juurien poikki melkein kohtisuoraan. Huomattakoon samalla, että tämän juuren alkukohdan tienoilla on harmaalepän juuria kaikkein vähiten. B-kuusi on joutunut kasvamaan aivan harmaalepän tyvellä ja epäilemättä se sen vuoksi on jäänytkin pienehköksi ja kituvaksi. Senkään juurista ei mikään ole harmaaleppään päin, vaan ne ovat suuntautuneet mahdollisimman suoraan pois päin harmaalepältä. C-kuusen juurten harmaalepän juuria karttava asento herätti kaivuun aikana aluksi ihmettelyä, koska oli vaikeata käsittää, minkä vuoksi näin kaukana harmaalepältä kasvava kuusi oli suunnannut juurensa täten, vaikka varmasti oli täytynyt kulua joitakin vuosia, ennenkuin harmaalepän juuret olivat ennättäneet kasvaa kuusen kohdalle saakka. Vasta kun tarkat ikämääräykset osoittivat kuusen olevan 5 v. muita kuusia nuoremman, kävi asia ymmärrettäväksi. Todennäköisesti osa harmaalepän juuria oli kuusen syntymän aikoihin jo ennättänyt kasvaa kuusen lähetyville ja tämän vuoksi kuusen juurten suunta tuli kuvatuunlaiseksi. Sen sijaan D-kuusen juurten kulussa ei voida tämän tapaisia ilmiöitä havaita, enempiä kuin muissakaan mainitsemattomien, kaivuutyön piiriin joutuneiden kuusten juurissa, mutta ne ovatkin harmaalepän ikäisiä, ja siis saaneet luultavasti muutamia ensi vuosiaan kasvaa rauhassa.

Kuolleita juuria tai kuolleita juurten osia oli tällä harmaalepällä sangen runsaasti, mutta huomattava on, että ne kaikki ovat jokseenkin lähellä A-kuusen tyveä ja että pisimmistä juurista mikään ei ole kuollut. Harmaalepän maasta tapahtuva ravinnon otto oli siis viime aikoina yksinomaan niiden juurien varassa, jotka olivat kuusen ravinnonottopiirin ulkopuolella ja ilman muiden puuyksilöiden taholta tullutta kilpailua. Tällaisten juurien avulla, jotka ulottuvat usein hyvinkin kauas, saattaa lähellä sekametsikön reunaa kasvava harmaaleppä säilyä hengissä vielä pitkät ajat, joskin sen kasvu vaikeutuneen ravinnon saannin vuoksi epäilemättä melkoisesti heikkeneekin. On helppo kuvitella, miten paljon huonommassa asemassa ne harmaalepät ovat, jotka kasvavat metsikön keskiosissa eivätkä saa juuriaan »vapaaseen maahan»; niiden aikaisemmin tapahtuva kuoleminen metsikön reunamilla kasvaviin verrattuna onkin täten hyvin ymmärrettävissä, samoin kuin tällä pohjalla on helpompi käsittää myöskin se, että harmaalepät kuolevat aikaisemmin tiheämmistä kuusitaimistoista kuin harvemmistä.

Edelliseen tapaukseen verrattuna voidaan todeta, että sen suuntainen kehitys harmaalepän juurien kuolemisen, joka siellä todettiin, on tässä,

vanhemmassa metsikössä, jatkunut saman suuntaisesti. Ne harmaalepän juuret, jotka kasvavat lähinnä kuusen juuria, kuolevat ensiksi ja kauimmin säilyvät elossa ne juuret, jotka ovat kuusen puolelta tulevalta kilpailulta parhaiten rauhassa, useinkin kaukana emäpuun tyveltä. Nämä pitkien juurien kauimmat haarat saattaisivat todennäköisesti elää ja toimia hyvin kauan, mutta juurien tyvipuolessa olevien haarojen kuoleminen lahottanee vähitellen juurien tyviosat, joten juurien päät menettävät yhteytensä emäpuuhun.

#### *Kaivuuala 7.*

*Metsikkö:* sama kuin edellinen.

*Koepuiden iät:* kuusi: 34 v.

harmaaleppä: 19 v.

*Koepuiden mitat:* kuusi: pituus: 5.5 m, D 1.3: 7.6 sm.

harmaaleppä: » 5.8 m, » 3.9 sm.

Tämän tapauksen tarkoituksena oli selvittää, miten kuusi suhtautuu niihin vesoihin tai siementaimiin, joita saattaa syntyä, varsinkin harmaaleppien alkaessa kuolla, sinne tänne, joskus pieniinkin aukkoihin ja metsikön reunamille. Kysymyksessä oleva harmaaleppä oli todennäköisesti juurivesa, vaikkakin sen yhteys emäpuuhun oli jo katkennut ja emäpuu hävinnyt. Sen latvus oli hyvin harva ja pieni, tupsomainen sekä lehdet pienikokoisia ja koko puu kituvan näköinen; paksuuskasvu oli aina ollut heikkoa, mutta viime vuosina erityisesti. Kuusi oli sen sijaan viime aikoina kasvanut erittäin hyvin, mutta oli aikoinaan melkoisesti kärsinyt lepästä, minkä saattoi päätellä tiheistä oksakiehkuroista ja hitaasta paksuuskasvusta. Sen viiden viimeisen vuoden latvakasvainten keskipituus oli 33 sm.

Silmäys juuristokarttaan (kuva 33) osoittaa heti, että tässä tapauksessa juuristojen keskinäinen suhde on jokseenkin päinvastainen kuin neljässä ensimmäisessä tapauksessa. Kuusen juuristo on erittäin voimakkaasti levittäytynyt harmaalepän ympärille (kuusen juurista on kaivettu esille vain ne, jotka ovat suuntautuneet lähelle harmaalepän juuria) eikä sanottavasti voida huomata minkäänlaisia piirteitä, jotka viittaisivat siihen, että kuusi tässä tapauksessa pyrkisi karttamaan harmaaleppää, päinvastoin koko juuriston ulkonäössä on jotain rehevää ja elinvoimaista. Sen sijaan harmaalepän juuristo on pienenlainen ja kituva. Yksikään sen juurista ei ole alkanut kasvaa suoraan kohti kuusen tyveä, vaan pikem-

minkin tuntuu sille, että sen juuret olisivat pyrkineet pois päin kuusesta. Lisäksi huomataan jälleen, että harmaalepän juurista sangen suuri osa on kuollut ja että nämä kuolleet juuret tai niiden osat ovat lähimpänä kuusen tyveä ja kuusen ravinnonottoaikoja. Elossa olevat juuret ovat joko kokonaan kuusesta pois päin suuntautuneet tai ovat »vapaina».

Kun kuusi, niin kuin kuvatussa tapauksessa, on saanut riittävän etumatkan harmaaleppään nähden, on se viimeksi mainittuun verrattuna ilmeisesti niin paljon voimakkaampi, että se hyvin pitää puolensa, jopa niin hyvin, että harmaalepän asema käy varsin vaikeaksi ja uusien harmaaleppien ja uuden harmaaleppäpolven syntyminen melkein estyy, sikäli kuin ne ovat kuusen ulottuvissa. Se seikka, että näin nuoren harmaalepän (19 v.) juurista hyvin suuri osa jo on kuollut ja varsinkin osa, joka on saanut vähiten rauhassa kasvaa, tukee voimakkaasti sitä käsitystä, että kuusen juuristoilla on osuutta harmaalepän juurten kuolemisen ja harmaalepän häviämisen.

#### **Yhdistelmä juuristotutkimusten tuloksista.**

Lienee luonnollista, että ainoastaan juuristoja esiin kaivamalla ei voida saada täysin tyhjentävää selvitystä juuristokilpailun laadusta ja merkityksestä kuusi-harmaaleppä-sekametsikössä — kasvifysiologisena ilmiönä se vaatisi täydennyksenä myöskin tämän laatuista tutkimuksia ja kokeita, joiden suorittaminen metsiköissä on kuitenkin hyvin vaikeata ja jotka aivan toisenlaatuisina on joka tapauksessa jätettävä eri tutkimuksen varaan. Sen vuoksi on tyydyttävä karkeampiin menetelmiin, joiden tuloksista edellisessä luvussa on esitetty muutamia tyyppitapauksia. Eräät kuvaukset, jotka näiden lisäksi voitaisiin esittää, eivät tuo esille mitään uusia, metsikön kehitystä valaisevia piirteitä, joten ne on voitu jättää pois. Kuvausten lukumäärään ei täten ole suuri, minkä vuoksi useita päätelmiä joudutaan tekemään yksityistapausten perusteella. Tällöin saatetaan tietenkin ajatella, että päätelmät voivat joskus olla harhaan osuneita, mutta kun yksityistapaukset toisiinsa liitettyinä osoittavat samaa luonnollista suuntaa, joka voidaan luonnollisella tavalla selittää ja joka ei ole ristiriidassa aikaisempien tutkimustulosten kanssa, käynee varovaisten johtopäätösten tekeminen näiden perusteella pänsä, olletikin muistettaessa, että kaikkien yksityistapausten ja vivahdusten riittävästi huomioon ottaminen helposti on ylivoimainen tehtävä. Sitäpaitsihan juuristotutkimusten päätarkoitus oli vain antaa lisäselvitystä suoritetuille metsiköiden mittaustuloksille.

Ensimmäisessä, toisessa ja neljännessä tapauksessa esitetyt juuristot muodostavat sarjan, jossa kuusten maan päällisten osien kehitys asteittain on ollut yhä huonompi, vaikka ympäröivä metsikkö kussakin tapauksessa oli mahdollisimman samanlainen ja kuuset olivat jokseenkin saman ikäisiä. Vertaamalla toisiinsa näitä juuristoja voitiin todeta, että samassa suunnassa kuin kuusten tila huononi, muuttui juuristojen keskinäinen suhde kuusille yhä epäedullisemmaksi, ts. kuusen juurille jäi siinä suunnassa yhä vähemmän vapaata tilaa. Asian valaisemiseksi esitettäköön vielä seuraava taulukko, josta käy selville, 1. kuinka monessa kartoitusta varten muodostetussa ruudussa (vrt. LAITAKARI 1927, ss. 250—251) eri tapauksissa oli vain kuusen juuria, 2. kuinka suuri näiden ruutujen prosenttinen osuus on kaikista niistä ruuduista, joissa kuusen juuria on ja 3. kuinka suuri on harmaalepän juurten keskimääräinen pituussumma niissä ruuduissa, joissa on kummankin puulajin juuria.

Taulukko 20. Kuusen kasvun ja sen juuriston aseman suhde. — *Tabelle 20. Zuwachs der Fichte im Verhältnis zur Lage ihres Wurzelwerkes.*

Kaivuuala Probe- stelle	Kuusen kasvu ja nyk. kehitystila <i>Zuwachs der Fichte und jetziger Entwicklungsstand</i>	1. <sup>1</sup>	2. <sup>1</sup>	3. <sup>1</sup>	Suht. har- maalepän juu- ristotiheys <i>Relat. Wurzel- dichte der Weisserle</i>
1	hyvä — <i>gut</i> . . . .	8	57	3.27	1.0
2	keskinkert. — <i>mit- telmässig</i> . . . . .	3	17	11.55	3.5
4	huono — <i>schlecht</i>	0	0	19.99	6.1

Taulukko antaa ensiksikin käsityksen siitä, miten kuusen kehitys on ollut sitä parempi mitä useammassa ruudussa, sekä absoluuttisesti että suhteellisesti, on yksinomaan kuusen juuria, ts. mitä vapaammassa kuusen juuret ovat saaneet kasvaa. Toiseksi huomataan myöskin, että kuta tiheämmässä harmaalepän juuria on kuusen juurten ympärillä sitä huonompi on kuusen kehitys ollut. Varsinkin kahden viimeisen sarakkeen luvut hyvin mielenkiintoisella tavalla osoittavat, että harmaalepän juurten tiheys (LAITAKARI 1927, s. 256) aivan huomattavan selvästi on suurentunut kuusen kehityksen huonontuessa, vaikka tapaukset on valittu vain maan päällisten osien perusteella, mikä osoittaa, että eri puulajien juuristojen keskinäisellä asemalla on merkitystä näiden puulajien kehityksessä. Onhan selvää, että kun juuristot ottavat vettä ja ravintoa jokseenkin samoista maakerroksista ja joka tapauksessa niin, ettei voida sanoa toisen

<sup>1</sup> Otsikot selitetty edeltäneessä tekstissä.

systemaattisesti ottavan ylemmistä tai alemmista maakerroksista kuin toisen, kilpailun vedestä täytyy olla suurempi siellä, missä juuria on tiheämmässä ja missä ne siis joutuvat olemaan lähempänä toisiaan. Kun taas juuristojen tiheydellä ja kuusen kehittymisellä tuntuu olevan riippuvaisuutta toisistaan, voitaneen päätellä, että kilpailu vedestä kummankin puulajin kesken selvästi vaikuttaa niiden kehitykseen, niin kuin jo mittaustulosten perusteella pääteltiin.

Tuloksista, jotka edelleen viittaavat samaan, mainittakoon vielä kaivuualalla 3 tehdyt havainnot. Voitiin todeta, että eräänä aikaisempaan ajankohtana, jolloin harmaalepän juuristo oli kuusen tyven ympärillä, jälkimmäisen kasvu oli ollut kituvaa, mutta kun harmaalepän juuret kasvoivat kuusen tyven ohi, eivätkä kummankaan puulajin juuret myöhemminkään joutuneet kosketuksiin toistensa kanssa, kuusen kasvu oli parantunut vallan normaaliksi. Edelleen mainittakoon, että kaivuualojen 1 ja 2 puuparit kasvoivat samassa metsikössä ja niin lähellä toisiaan, että valaistus- ym. suhteet täytyy olettaa kummallekin kuuselle suunnilleen samanlaisiksi, mutta kun tästä huolimatta kuusten kasvu ja nykyinen tila olivat vallan erilaiset, täytynee tämä olettaa juuristojen välisen kilpailun aiheuttamaksi, koska toisen, paremmin kehittyneen kuusen juuristot olivat melkein kokonaan »vapaina», mutta toisen, huonomman, taas jokseenkin täydellisesti harmaalepän juurten ympäröimiä.

Näiden lisäksi voitiin jo juuristokarttojen perusteella huomata seikkoja, jotka edelleen tukevat yllä esitettyjä huomioita, vaikkakin hiukan toisilla tavoilla. Useissa muodoissa voitiin nimittäin todeta, että kuusen juuret tänä harmaalepän valtakautena ainakin jossain määrin pyrkivät karttamaan harmaalepän juuria ja kulkeutumaan paikoille, missä ne saattavat mahdollisimman rauhassa toimia.

Ensiksikin voitiin huomata, että melkein aina jossain määrin ja usein hyvinkin selvästi kuusen useimmat juuret ovat kääntyneet pois päin lähimmästä harmaalepästä. Tätä seikkaa valaisemaan esitettäköön taulukko 21, josta selviää, millä suunnilla harmaaleppään nähden kuusen juurten alkukohta kuusen tyvessä on ja myöskin millä suunnilla nämä juuret ovat harmaaleppään nähden 0.5 m:n päässä kuusen kannosta.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lukujen laskemista varten piirrettiin kuusen kanto keskipisteenä suorakulmainen ristikko siten, että harmaalepän kanto joutui keskelle yhtä neljännessä (I), sekä ympyrä samoin kuusen kanto keskipisteenä ja 0.5 m:n pituutta vastaava jana säteenä. Tämän jälkeen voitiin laskea, kuinka monta kuusen juurta joutui kuhunkin neljänneeseen, joista IV oli pois päin harmaalepästä, tyvipisteensä perusteella, ja sen mukaan, missä neljänneksessä ne olivat 0.5 m:n päässä tyvestään.

Taulukko 21. Kuusen juurten kääntyminen harmaalepistä poispäin.

Juurien lukumäärän laskemiskohta	Juurien lukumäärän prosenttinen jakaantuminen eri neljänneksiin				
	I	II	III	IV	Yht.
Tyvässä .....	21.7	27.5	18.9	31.9	100
0.5 m:n päässä tyvestä .....	18.9	20.3	15.9	44.9	100
Lisäys (+) tai vähennys (—) ..	— 2.8	— 7.2	— 3.0	+ 13.0	± 0

Taulukosta selviää ennen kaikkea se, että kuusen juurten lukumäärä vähenee kannosta ulospäin siirryttäessä kaikissa muissa neljänneksissä, paitsi IV:ssä, missä juurten lukumäärä huomattavasti suurenee, ts. siis kuusen juuret ovat yleensä ainakin jossain määrin kääntyneet harmaalepistä poispäin. Täten esitetyt luvut siis selventävät samaa seikkaa, mikä jo juuristokarttoja tarkasteltaessa voitiin huomata.

Näihin havaintoihin liittyvät läheisesti ne, jotka huomattiin kaivuualalla 6. Muita kuusia ja harmaaleppää muutamia vuosia nuoremman kuusen juuret olivat sangen selvästi suuntautuneet lähellä kulkevasta harmaalepän juuresta poispäin, todennäköisesti siitä syystä, että kuusen alkaessa kasvamisensa harmaalepän juurten päät olivat lähellä mainitun kuusen tyveä. Olettamusta tukee sekin, että muiden kuusten, jotka olivat suunnilleen harmaalepän ikäisiä, juuristoissa ei tällaista voida huomata, vaikka ne kasvavat yhtä lähellä tai lähempänäkin harmaalepän tyveä ja juuria; ne ovat alkuaikoinaan muutamia vuosia saaneet kasvaa rauhassa ilman harmaalepän puolelta tulevaa kilpailua. — Vielä voitiin kaivuualalla 1 todeta, että muuan kuusen juuri, joka aluksi oli kasvanut harmaaleppää kohti, oli myöhemmin, todennäköisesti kohdattu harmaalepän juuria, pyörtänyt kokonaan ympäri ja suuntautunut sittemmin jokseenkin suoraan poispäin harmaalepistä.

Esimerkkejä siitä, että kuusen juuret olivat hakeutuneet mahdollisimman rauhallisille paikoille, tavattiin kaivuualalla 4. Siellähän huomattiin, että hyvin monet kummankin koepuukuusen juurista olivat joskus sangen etäältäkin kerääntyneet ja päätyneet harmaaleppien tyven ympärille, siis paikkaan, missä harmaalepän ravintoa ottavia juuria ei ole tai on hyvin vähän ja missä joka tapauksessa kilpailu ravinnosta on paljon lievempi kuin muualla. Saattaa kuitenkin olla, että tämän tapaisia ilmiöitä tavataan vain siellä, missä harmaalepän juuria on niin tiheässä

kaikkialla kuusen ympärillä, etteivät kuusen juuriston mitkään osat pääse »vapaaseen maahan».

MATTHES (1911) mainitsee samantapaisista havainnoista. Eräs 3.7 m:n pituinen ja tyvestään 13 sm:n vahvuinen kuusi oli kahdeksan harmaalepän ympäröimä. Harmaalepät muodostivat vielä jonkin verran juurivesoja, mutta monet niiden juurista olivat jo kuolleet. Kuusen juurista neljä oli kasvanut kukin harmaalepän tyveen; nämä olivat 80—250 sm:n pituisia ja 22—55 mm:n vahvuisia, siis suhteellisen vahvoja. Juurien kärjet olivat osittain kaivautuneet harmaaleppien kanton ja yleensä muodostivat harmaaleppien tyven ympäristöille runsaasti imujuuria. Muut juuret, jotka eivät olleet harmaaleppiä saavuttaneet, olivat pitempiä (1.27—3.0 m), mutta heikompia (15—22 mm) kuin edellä mainitut.

Joskin siis kuusen juuristossa voidaan tavata piirteitä, jotka viittaavat siihen, että sen osat pyrkivät karttamaan harmaaleppää, ei sen sijaan harmaalepän juurissa huomata minkäänlaisia kuusen karttamiseen viittaavia piirteitä. Tämä johtunee siitä, että harmaaleppä on nuorena sekä maan päällisten osiensa että juuristojensa puolelta saman ikäistä kuusta paljon nopeampikasvuinen, joten se, ainakin aukean alan (esim. hylätyn kaskimaan) ollessa kysymyksessä, voi jokseenkin vapaasti kehittää juuristoansa kaikille suunnille ilman, että pieni kuusen taimi voi sanottavasti siihen vaikuttaa. Hyvänä esimerkkinä mainittakoon kaivuualalta 3 esitetyt harmaalepän juuret, joista monet olivat aivan suoraan kasvaneet kuusen tyven ohi molemmin puolin ja vieläkin suorastaan kuristivat kuusta. Kaivuualalta 4 esitetyt harmaalepän juuret (kuva 23) viittaavat paitsi siihen, etteivät ne lainkaan karta kuusen juuria, myöskin siihen, että ne monesti, tekisi mieli sanoa, suorastaan pyrkisivät vaikeuttamaan kuusten kehitystä suuntautumalla kohti kuusen tyveä tai ympäröimällä sitä monelta taholta ja siten kukin aikanaan haittaamaan kuusen kasvua. — Vaikka monet huomattavat tapaukset viimeksi mainittuun ilmiöön viittaavatkin, täytynee sitä toistaiseksi kuitenkin pitää lopullisesti todistamattomana.

Kaikki edellä esitetyt havainnot ovat harmaalepän valtakaudelta, hiukan yli 20-vuotisista metsiköistä, ajalta, jolloin kuusi vielä on enemmän tai vähemmän alakynnessä. Vanhemmissa metsiköissä tehdyt juuristotutkimukset valaisevat taas toisia vaiheita metsikön kehityksessä, harmaalepän valtakauden taittumista ja kuusen voitolle pääsemistä.

On jokseenkin vaikeata ajatella, että jokin korkeampi kasvi voisi kuolla luonnollisella tavalla aivan äkkiä, vaikkapa se taistelisiväkin olemassa olostaan jonkin toisen kasvilajin kanssa. Kuoleminen tapahtuu, joskin maini-



tussa tapauksessa tavallista nopeammin, kuitenkin vähitellen ja tämän vuoksi on erityisen mielenkiintoista todeta, että jo ennen kuin harmaalepän maan päällisissä osissa voidaan huomata kuoleamisen merkkejä sen juuristossa tavataan kuolleita osia ja ennen kaikkea, että sen juuristojen kuoleminen alkaa niistä osista, jotka ovat lähimpänä kuusen juuria. Tämä seikka lienee parhaiten käsitettävissä ainoastaan erääksi jatkoilmaukseksi kuusen ja harmaalepän taistelussa, vaiheeksi, joka kiinteästi liittyy aikaisempiin. Aiemmin osoitettiin nimittäin, miten kuuset alistetusta asemastaan huolimatta pystyvät hidastuttamaan harmaaleppien kehitystä. Kun tämä voi tapahtua vain juuristojen välisenä kilpailuna ja siis siten, että juuristoilla on tuntuma toisiinsa jo jokseenkin nuorelta iältä saakka, on luonnollista ajatella, että silloin kun harmaaleppien valtakausi, todennäköisesti ennenaikaisesti, alkaa loppua, loppumisen merkit huomataan ensiksi juuri siellä, missä kuusen vaikutus on läheisin ja voimakkain.

Kaivuualalta 7 saadaan tähän kysymykseen edelleen tukea. Kuusen lähellä kasvaneen, nuoren harmaalepän juurista oli niin iso osa kuollut, että on jokseenkin mahdotonta ajatella näin suuren osan kuolemista aivan luonnolliseksi ja harmaalepän myöhemmän kasvun voivan tapahtua vain jäljelle jääneiden juurten varassa. Niin yksipuolista ja kuusesta pois päin suuntautuvaa juuristoa, kuin mikä harmaalepällä vielä oli elossa, ei ole muilla kaivuualoilla tavattu, vaikka harmaalepät niillä ovatkin saaneet kasvaa aluksi rauhassa. Sen vuoksi kuusen vaikutus harmaalepän juurten kuolemisisä tuntuu tässä tapauksessa erityisen ilmeiselle.

\* \* \*

Juuristojen tutkimisessä saatujen tulosten tarkastelu on osoittanut, että ne päätelmät, jotka tehtiin metsiköiden mittausten perusteella kuusen ja harmaalepän kehityksestä ja sen syistä eri ikäkausina, saavat voimakkaasti tukea juuristojen tutkimisesta. Joskaan aivan varmojen johtopäätösten tekeminen ei ole mahdollista, voidaan kuitenkin todeta, että viimeksi mainittujen tutkimusten tulokset eivät missään suhteessa sodi aikaisempia päätelmiä vastaan, vaan ovat kauttaaltaan myönteisiä. Siten voidaan pitää varmana, että juuristojen välinen kilpailu vedestä, jonka tärkeyttä meillä erityisesti AALTONEN on korostanut, on ilmeisesti vaikuttavin tekijä kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksessä, tekijä, jonka perusteella luonnollisimmin voidaan selittää tämän sekametsikkölajin kehityksen eri vaiheet ja niiden syyt.

### Kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden hoidosta.

Seuraavassa tyydytään esittämään tärkeimpiä kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden hoitoa koskevia toimenpiteitä, joihin tämän metsikkölajin kehitystä selvitellet havainnot tuntuvat viittaavan. Kuusen istuttaminen ja kylväminen harmaalepikköihin samoin kuin viljelystaimistojen hoito jätetään pääasiallisesti käsittelemättä, koska Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella on par'aikaa laajat näitä koskevat kokeilu- ja tutkimustyöt käynnissä. Kun näiden töiden lopulliset tulokset kuitenkin vielä jonkin aikaa viipyvät, on, milloin nyt saavutetut tulokset siihen antavat aihetta, esitetty viitteitä myös näihin harmaalepiköiden kunnostamistöihin.

Ensimmäiset vuotensa kuusi ja harmaaleppä saman ikäisenä taimistona menestyvät keskenään hyvin, kummankaan pahemmin toistansa häiritsemättä. Kun tästä seikasta ja erityisesti vielä harmaalepän nopeasta pituuskasvusta ja sulkeutumisesta lisäksi on se etu, että pintakasvillisuus heikentyy sekä siten ainakin melkoista vähemmän kuin aukealla häiritsee kuusen taimien kehitystä, samoin kuin se, että harmaalepikkö suojaa kuusitaimistoa hallalta, joka muuten herkästi aukeilla kaskialoilla kuusia vikuuttaa ja minkä suojelevan vaikutuksen ainakin Itä-Suomessa hallaisena keväänä 1934 monin paikoin saattoi todeta, estää karjan vapaan liikkumisen alalla jne., ei siis tällaisen sekametsikön hoitoon ensimmäisinä kymmenenä vuotena juuri lainkaan tarvitse puuttua. Myöskin istutetut kuusitaimistot menestyvät ensimmäisinä vuosinaan hyvin harmaalepikön alla, niin kuin edellä mainittiin. Tämä johtunee pääasiallisesti siitä, että taimia istutettaessa maata istutuspaikan ympäriltä enemmän tai vähemmän pöyhittää, jolloin harmaaleppien juuria katkotaan ja vahingoitetaan niin paljon, että harmaaleppien osuus juuristikilpailussa muutamiksi vuosiksi ainakin heikkenee, ellei kokonaan lakkaa. Vasta kun harmaaleppien juuret uudelleen tunkeutuvat pöyhittyyn maahan, alkaa harmaalepän kuusen kasvua häiritsevä vaikutus. Istutustaimet saavat täten muutamia vuosia, suunnilleen juromisaikansa, kasvaa melko rauhassa. Kun juromisajan jälkeen istutettujen kuusen taimien kasvu

nopeasti ja voimakkaasti paranee vapailla kasvupaikoilla ja kun ne jo kymmenvuotisia ovat luonnontaimia melko runsaasti pitempiä (ERKKI K. CAJANDER 1933, ss. 63 ja 16), täytynee näissä metsiköissä puuttua harmaalepikön käsittelyyn aikaisemmin kuin siellä, missä on luonnon siementämää taimistoa, siis jo ennen kymmenettä ikävuotta. — Jos kerran harmaalepät häiritsevät kuusten kehitystä pääasiallisesti juuristoillaan, ei lepikköjä ennen istutustyötä juuri tarvitse harventaa, korkeintaan perata vain huonoimpia yksilöitä pois, koska istutuskuoppaa valmistettaessa leppien juuria katkotaan ja vahingoitetaan riippumatta siitä, onko lepikkö tiheä vai harva ja juurien välistä kilpailua siten joka tapauksessa vaimennetaan. Tiheän harmaalepikön alla taas pintakasvillisuus jää heikoksi ja vähemmän estää pienten taimien kehitystä.

Istutettaessa kuusia harmaalepikköön on epäilemättä syytä koettaa katkoa ja vahingoittaa harmaalepän juuria istutuspaikan ympäriltä melko laajalta alalta. Täten pienennetään harmaalepän puolelta tulevaa juuristokilpailua ja annetaan kuusen taimille mahdollisuus kehittyä niissä edullisissa olosuhteissa, joita harmaalepikkö kasvupaikkana kuuselle muuten tarjoaa. — Sen sijaan kuusta kylvettäessä tämä tapa voi olla epäilyttävämpi. Ainakin TOUMEYN ja KIENHOLZIN (1931) tutkimukset, jotka osoittivat, että metsässä täytetyillä ojilla eristetyille ruuduille syntyy niin lajikuin yksilölukumääränsä puolesta runsaampi aluskasvillisuus kuin muualla ympäristöön, viittaavat siihen, että juuristokilpailun heikentymisen vuoksi syntyvä voimakkaampi aluskasvillisuus voi kylvötaimille tulla vaaralliseksi. — Edelleen käsillä olevan tutkimuksen tulokset näyttävät osoittavan, että kuusen taimia voidaan istuttaa aivan harmaaleppien tyvellekin, koska ainakin sen harmaalepän ravintoa ottavia juuren osia on aivan tyven lähistöllä vähän. Tosin jonkin toisen harmaalepän juuria voi olla tämän tyven lähetyvillä, joten tulosten ei tässä suhteessa ehdottomasti aina tarvitse olla parempia, mutta todennäköisesti on kuitenkin harmaalepän tyven ympäristölle istutettaessa mahdollisuus kasvattaa kuusia helpommissa olosuhteissa kuin muualla.

Luonnon siementämien kuusitaimistojen kasvun häiriintyminen alkaa n. kymmenennen ikävuoden tienoilla, vaihdellen jonkin verran kuusitaimiston tiheyden mukaan. Näihin aikoihin juuristot alkavat sulkeutua ja juuristokilpailu eri puuyksilöiden välillä rupeaa tuntumaan. Jokaisen puuyksilön poistuessa ennen aikaisesti tai vähitellen kuollessa paranevat luonnollisesti jäljelle jääneiden, ympärillä kasvavien yksilöiden ravinnonsaantimahdollisuudet, joten ne entistä paremmin saattavat kehittyä ja jonka vuoksi niiden kasvussa voidaan huomata toipumista. Lienee selvää,



Kuva 25. Kaikki harmaalepät on yhdellä kerralla poistettu kuusitaimiston päältä. Kuuset ovat jääneet harmaalepän rankojen ja oksien alle. Orivesi. — *Abb. 25. Erlenoberstand über Fichtenpflanzen auf einem Mal fortgehauen. Die Fichten sind unter den Erlenstämmen geblieben.*

että jos puuyksilö vähitellen sitä ympäröivien yksilöiden painostuksesta kuolee, naapuripuiden toipuminen ei ole niin ilmeinen kuin silloin, kun jokin kilpailukykyisenä ja voimakkaana poistetaan, koska edellisessä tapauksessa ympärillä kasvavat yksilöt ovat jo ainakin suureksi osaksi vallanneet kuolevan yksilön kasvupaikan. Sen sijaan jälkimmäisessä tapauksessa todella vapautuu äkkiä »uutta maata», jonka lähellä kasvavat yksilöt aluksi jokseenkin ilman kilpailua pääsevät valtaamaan. Täten käy ymmärrettäväksi, että kuusitaimistojen vapauttaminen, siis tässä tapauksessa harmaaleppien poistaminen, runsaasti parantaa niiden kehitysmahdollisuuksia. Lisäksi on vielä huomattava, että tällöin kuusen taimet eivät enää joudu kilpailemaan vedestä ja ravinnosta ainakaan harmaaleppien kanssa siihen saakka, kunnes viimeksi mainitut vähitellen kuolevat eivätkä siten joudu tuhlaamaan kasvuenergiaansa tässä kilpailussa, vaan saavat ikään kuin »keskittyä» luonnolliseen ja terveeseen, yksilötaipumusensa ja -ominaisuuksiensa mukaiseen kilpailuun oman lajinsa yksilöiden kanssa.

Edellisestä selviää, että kuta suurempia ja voimakkaampia harmaa-

leppäyksilöitä poistetaan sitä paremmin edistetään kuusen taimien kehitystä. Toiselta puolelta tällöin kuitenkin voidaan heikentää metsikön kokonaistuottoa, josta harmaalepän osuus näihin aikoihin muodostaa pääosan; kun metsikön tuotosta on koetettava mahdollisimman paljon hyötyä, on siis määrätyissä rajoissa kiinnitettävä huomiota myöskin harmaaleppien hoitoon, jotta niiden nopea kasvu ja suuri tuotto mahdollisimman suurena voitaisiin hyväksi käyttää.

Leppien yhdellä kerralla poistaminen voi tulla kysymykseen hyvin tiheiden kuusitaimistojen päältä, missä ne ovat jo vuosien kuluessa heikollaisesti kehittyneet ja missä niiden kehitysmahdollisuudet vuosi vuodelta yhä pienenevät. Näissä oloissa ei voida olettaa, että ne myöhemminkään tuottaisivat mitään hyötyä, joten niiden poistaminen on melkein välttämätöntä, kun siten voidaan lieventää tällaisten tiheiden kuusitaimistojen muutenkin ankaraa juuristokilpailua. Tuskin kuusitaimisto myöskään äkillisen vapauttamisen vuoksi tässä tapauksessa joutuu auringon poltolle ainakaan pahemmin alttiiksi, koska harmaalepät ovat tiheän kuusitaimiston päällä pieniä ja latvuksensa puolesta harvoja ja pienilehtisiä. Myöskään ei heikollaisesti kehittyneistä harmaalepistä niitä kaadettaessa synny pahaa murrokkoa. Vaikka tällaisista taimistoista kaadettujen leppien rangat vahingoittaisivatkin kuusen taimia, on näiden osuus kuusen suureen lukumäärään nähden kuitenkin pienenlainen. Ainoastaan ilmeisesti hallanaroilla kasvupaikoilla on syytä jättää kuusen taimien suojaksi jokin määrä harmaaleppiä.

Hiukan toinen on asian laita metsiköissä, joissa on harvempi kuusitaimisto. On todettu, että kuusen taimet ensimmäiset vuotensa vapauttamisensa jälkeen kasvavat parhaiten siellä, missä vapauttaminen ei ole ollut aivan täydellinen, vaan missä ylispuita on harvakseltaan jätetty kasvamaan (ERKKI K. CAJANDER 1934, s. 25). Tosin tutkimukset kohdistuivat tukkipuunmitan saavuttaneisiin kuusimetsiin, siis melkoisesti toisenlaisiin metsikköihin kuin harmaalepiköt, mutta voitaneen tuloksia varovaisesti soveltaa myöskin jälkimmäisiin metsikköihin. Tämän mukaisesti ei siis harmaaleppiä tarvitse poistaa yhdellä kerralla, päinvastoin voidaan mahdollisesti edistääkin kuusten kasvua jättämällä harvennettu harmaalepikkö niiden päälle muutamiksi vuosiksi. Voidaan olettaa, että nämä jättopuut harvennetussa asemassaan vielä ainakin jonkin verran parantavat myöskin omaa, muutenkin hyvää kasvuaan ja siten pystyvät tuottamaan joka tapauksessa enemmän halkopuuta kuin jos ne olisi kerralla poistettu. Jos harmaalepille kehitetään jokin arvokkaampi käyttömuoto, tällaisten jättopuiden seisottaminen on yhäti tärkeämpää, joskin



Kuva 26. Sama metsikkö kuin edellisessä kuvassa. Kuusen taimet vapautetaan murrokosta. — Abb. 26. Derselbe Bestand wie in Abb. 25. Die Fichtenpflanzen werden von dem Reisig usw. befreit.

on mainittava, että harmaalepät liian väljässä asennossa helposti kehittävät runsaasti runkovesoja, joiden vuoksi jättopuiden käyttöarvo jalompiin tarkoituksiin voi kärsiä. — Sitä paitsi näissä metsiköissä voimakkaammin kehittyneet harmaalepät yhdellä kerralla kaadettaessa helposti muodostavat murrokon, joka painaa kuusen taimia ja vahingoittaa niitä, siten jälleen häiriten kuusten kehitystä. Näistä syistä on paikallaan poistaa lepät ensimmäisellä kerralla vain osittain ja jättää kauneimmat ja suurimmat runkomaiset yksilöt edelleen kasvamaan. Tärkeätä on tällöin, että lepät jätetään tasaisesti yli koko alan eikä muodosteta ryhmiä eikä aukkoja, koska on todettu, että lumituhot ovat yleisimpiä aukkoissa esiintyvissä taimistoissa sekä epätasaisimpien lepiköiden alla (vrt. MIETTINEN 1933). Jos harmaalepät poistetaan kahteen otteeseen, voidaan ensimmäisellä kerralla poistaa n.  $\frac{2}{3}$  leppien lukumäärästä ja n.  $\frac{1}{3}$  jättää edelleen kasvamaan. Jos metsiköiden kasvatus on niin voimaperäistä, että lepät voidaan useampina peräkkäisinä kertoina poistaa taimiston kehitystä tarkoin silmällä pitäen, täytyy edellä esitetyt seikat joka tapauksessa ottaa huomioon ja samalla muistaa, että jo ensi kerralla poistetaan osittain myös suuria leppiä vikanaisen, taipuneiden, kehityksessään jäljelle jääneiden ym. lisäksi, jotta taimiston kehitys todella paranisi.

Pystyyn jätettävien harmaaleppien lukumäärään vaikuttaa alla olevan kuusitaimiston tiheys. Kuta harvempi taimisto on todennäköisesti sitä lievempi on juuristokilpailu maassa, sitä enemmän siis voidaan harmaaleppiä alalle jättää pystyyn ja sitä kauemmin niiden, tosin niitä vähitellen harventamalla, voidaan kuusitaimiston kehitystä pahemmin haittaamatta antaa olla alalla. Harvoissa taimistoissa on tiheänlaisen päällysmetsän jättäminen senkin vuoksi välttämätöntä, etteivät kuusten oksat kehittyisi liian vahvoiksi.

Luonnollisesti edelleen metsätyyppi vaikuttaa paikalle jätettävän harmaalepikön tiheyteen. Suunnilleen samalla kehitysasteella olevien kuusitaimistojen päälle voidaan OMT:llä jättää tiheämpi lepikkö kuin MT:llä ilman, että taimet edellisellä runsaammin kärsisivät. Tähän voi olla syytä myöskin sen vuoksi, että harmaalepät OMT:llä voivat tuottaa melkoisen hyödyn, koska niiden kasvu tällä metsätyypillä on huomattavasti parempi kuin MT:llä. Tulokset osoittivat harmaaleppien OMaT:llä kehittyvän niin voimakkaasti, että harvanlaisenkin kuusitaimiston kasvu joutuu niiden alla pahoin kärsimään. Tämän vuoksi lienee syytä jättää harmaalepikkö lehtomailla korkeintaan yhtä tiheäksi kuin OMT:llä, jotta kuusten kasvu ei liikaa hidastuisi. Kuitenkin voi olla aihetta kussakin yksityistapauksessa ajatella, kannattaako ehkä sittenkin tällä kasvupaikalla, jolla harmaaleppä menestyy erittäin hyvin, paremmin antaa kuusten kasvun jonkin verran kärsiä ja hoitamalla kasvattaa harmaalepikkö mahdollisimman tuottavaksi, ennenkuin se hakataan, koska kuusi pystyy hyvin toipumaan ja riipeällä kasvullaan korvaamaan harmaalepän vuoksi kärsimänsä kasvutappion. Paikalliset menekkiolot, tilan puun tarve yms. seikat vaikuttanevat tärkeimpinä ratkaisua tehtäessä. — Aina on leppiä poistettaessa muistettava, ettei tätä työtä pintakasvillisuuden, hallavaaran ym. vuoksi pidä aloittaa liian aikaisin.

Poistettaessa harmaaleppiä istutustaimistojen päältä voidaan edellä mainitut seikat pääasiallisesti ottaa huomioon. Tärkein ero luonnontaimistojen ja näiden metsien välillä aiheutuu siitä, että jälkimmäiset metsiköt ovat kaksi-ikäisiä, lepät ovat kuusia vanhemmat, mistä syystä AALTOSEN (1919) tutkimuksiin nojaten voitaneen olettaa, että istutustaimistojen päältä täytyy poistaa enemmän puita kuin luonnontaimistojen päältä. Kun istutustaimistot kuitenkin ovat harvanlaisia ja ennen kaikkea jokseenkin säännöllisiä, voidaan niissä kasvat<sup>t</sup>taa molempia puulajeja rinnakkain silloin, kun lepällä vielä on kehitysmahdollisuuksia. Jos harmaalepikkö on jo niin vanha, ettei se sanottavasti enää pysty kasvuaan parantamaan, ei niiden vuoksi liene lainkaan syytä antaa kuusitaimiston

vähääkään kärsiä; ainoastaan jottei harmaaleppien rangoista muodostuva murrokko tulisi liian vahvaksi ja hankalaksi, jätetään kuusitaimistoon tasaisesti jonkin verran leppiä, jotka nekin melko pian voidaan poistaa, koska istutustaimet kasvavat juromisaikansa jälkeen erittäin nopeasti. Nuorissa ja kehityskykyisissä harmaalepiköissä sen sijaan kuusitaimistojen ohella kannattaa kiinnittää huomiota myöskin harmaaleppien hoitoon, jotta ne ainakin halkopuina voisivat korvata istutuskustannuksia, varsinkin, koska istutustaimistojen taimet ovat tasaisesti jakaantuneet yli istutusalan ja siten näissä helpommin kuin luonnontaimistoissa voidaan jättää tasainen, valioleppien muodostama latvuskatos kuusten päälle.

Mutta niin kuin tulokset osoittivat, ei ainoastaan harmaalepikkö vaikuta ehkäisevästi kuusitaimiston kasvuun, vaan myöskin kuusitaimiston oma tiheys ja jälkimmäinen monesti vielä ratkaisevampanakin. — Kun kaksi kasvilajia taistelee säilymisensä puolesta jollakin kasvupaikalla, ne ovat kasvupaikalla vallitsevissa olosuhteissa vain harvoin aivan tasaväkiset, mistä syystä taistelu ei kehity niin ankaraksi eikä ainakaan niin pitkäaikaiseksi kuin saman kasvilajin yksilöiden kesken. Sellaisten kasvilajien kesken, jotka yleensä menestyvät kasvilajien välisessä taistelussa hyvin, yksilöiden välinen taistelu kehittyy kaikkein sitkeimmäksi ja pitkäaikaisimmaksi. Meikäläisistä puulajeista epäilemättä ennen kaikkea kuusi kuuluu näihin lajeihin, minkä vuoksi on ymmärrettävää, että taistelu kuusikoissa jatkuu hellittämättömänä erittäin kauan aiheuttaen siten niiden hitaan kehityksen, joka tietyissä rajoissa on verrannollinen kuusikon tiheyteen. Harventamalla kuusitaimistoa voidaan tätä kilpailua pienentää ja täten kuusitaimiston kehitystä jouduttaa, sillä puuyksilöiden ennenaikainen poistaminen vaikuttaa puhtaissa metsiköissä ainakin samantapaisesti kuin leppien poistaminen kuusitaimistosta, josta aiemmin mainittiin. Harvoin voitaneen kilpailua kokonaan poistaa, eikä se ole välttämätöntäkään, sillä yksilöiden välisessä kohtalaisessa kilpailussa niiden teknilliset ominaisuudet kehittyvät paremmiksi ja niiden yksilöominaisuudet tulevat parhaiten näkyviin.

Näistä syistä on jo sangen nuorella iällä kiinnitettävä huomiota ylitihedien kuusitaimistojen harventamiseen. Kuta harvempia kuusitaimistot ovat sitä myöhemmäksi kuusitaimistojen harventaminen lykkääntyy, elleivät jotkin erikoiset syyt anna aihetta sitä aikaisemmin suorittaa. Harventamistyötä ei kuitenkaan pidä suorittaa samalla kerralla kuin harmaalepikkö joko poistetaan tai väljennetään. Tämä ennen kaikkea siitä syystä, että harmaalepikön raivaamisen jälkeen kuluu muutamia vuosia, ennenkuin kuusitaimisto alkaa toipua (vrt. ERKKI K. CAJANDER

1934), ja tämän vuoksi ei vielä harmaaleppiä poistettaessa voida varmuudella päätellä, mitkä taimet ovat kehityskykyisiä ja mitkä mahdollisesti eivät lainkaan pysty toipumaan. Tiheimmät kuusitaimistot tosin toipuvat heikoimmin, mutta voidaan niissä toipuminen kuitenkin havaita, varsinkin, jos kaikki harmaalepät on poistettu ja siis mahdollisimman paljon tilaa on vapautunut. Kuusitaimiston toivuttua harvennustyön suorittaminen on huomattavasti helpompaa ja selvempää, tällöin eivät leppien rangat enää ole työtä häiritsemässä, ne ovat painuneet maahan, ja samalla voidaan poistaa harmaaleppiä raivattaessa vahingoittuneet kuuset, jotka eivät enää pysty kunnolla elpymään ja joita aikaisemmin on vaikeata, jopa mahdotontakin erottaa paremmin toipuvista taimista. — Milloin kuusitaimiston päälle on harvakseltaan jätetty harmaaleppiä, voidaan mahdollisesti niiden poistaminen ja kuusitaimiston harventaminen suorittaa samalla kerralla, ellei harmaaleppien pitempiäaikaiseen kasvattamiseen katsota olevan syytä; missään tapauksessa ei ainakaan ylitieheän kuusitaimiston harventamista pidä siirtää turhan myöhäiseksi.

Kuusikoiden seuraaviin harvennuksiin ei tässä yhteydessä ole aihetta lähemmin puuttua, koska ne lähinnä jo kuuluvat puhtaiden kuusikoiden hoitoon.

Luonnollisesti tutkimuksia suoritettaessa kiinnitettiin huomio myöskin siihen, mikä vaikutus harmaaleppien poistamisella on ollut kuusitaimistojen kehitykseen. Tämän kysymyksen täydellinen selvittäminen ei kuitenkaan ollut mahdollista, sillä olisi tarvittu tavattoman runsas aineisto, ennenkuin eri-ikäisinä vapautettujen kuusitaimistojen siihenastinen ja myöhempi kehitys olisi voitu selvittää. Samalla olisi kuitenkin jouduttu liian kauas varsinaisesta tutkimusaiheesta.

Muutamien viime vuosien aikana on hyvin paljon tehty harmaaleppien alla kasvavien kuusitaimistojen vapauttamiseksi. Varsinkin puunjalostus-yhtiöiden, mutta melko paljon myöskin yksityisten mailla on näinä vuosina raivattu lepiköitä. Tutkimuksille eivät näin äskettäin suoritettavat raivaukset tietenkään tarjoa vielä käyttökelpoista aineistoa, raivausten seuraukset eivät vielä ole näkyvissä ja vanhempia raivauksia on taas niin vähän, että tulokset toistaiseksi jäävät puutteelliseksi, minkä vuoksi tyydyttään esittämään vain eräitä mittaustuloksia tutkimuskohteiksi sattuneista, vapautetuista kuusitaimistoista. Kaikki tässä mainitut tutkimusmetsiköt ovat kasvaneet mustikkatyypillä; muutamia käenkaali-mustikkatyypillä kasvaneita metsiköitä tosin mitattiin, mutta kun ei varmuudella saatu tietää niiden vapauttamisvuotta, ei niitä voitu tutkimuksissa juuri käyttää. Kaikki metsiköt ovat olleet nuorenpuoleisia, 17—25 v:n

ikäisiä mitattaessa ja kaikista metsiköistä lepät oli poistettu kokonaan yhdellä kerralla.

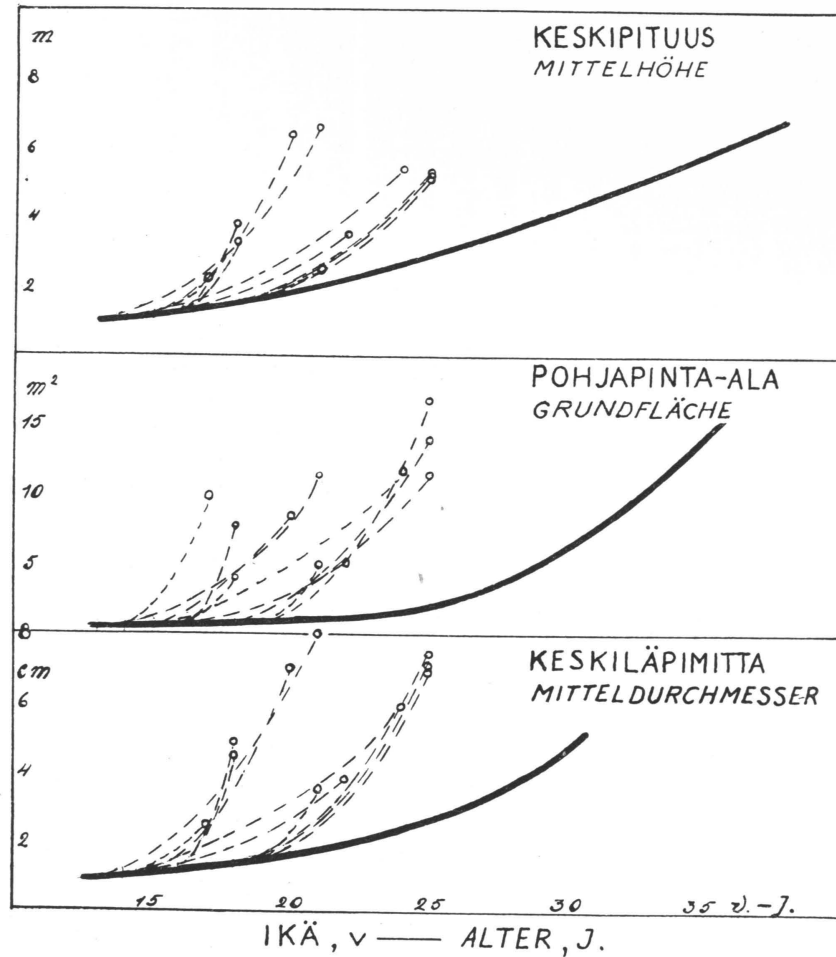
Taulukossa 22 on mainittu näiden mustikkatyypin koealametsiköiden keskiläpimitan, keskipituuden ja pohjapinta-alan mittaustulokset.

Taulukko 22. Vapautettujen kuusitaimistojen mittaustuloksia. — *Tabelle 22. Messungsergebnisse der befreiten Fichtenbestände.*

Pitäjä <i>Kirchspiel</i>	Metsikön					
	ikä, v. <i>Alter, J.</i>	vapauttamisesta kulunut, v. <i>Nach der Befreiung, J.</i>	runkoluku kpl/ha <i>Stammzahl, St./Ha</i>	keskiläpimita <i>Mitteldurchmesser, cm</i>	keskipituus <i>Mittelhöhe, m</i>	pohjapinta-ala, <i>Grundfläche, m<sup>2</sup></i>
Maaninka ..	17	3	8 200	3.0	2.3	12.3
Ruokolahti	18	2	2 200	4.5	3.3	4.1
Sääminki ..	18	2	3 500	4.9	3.8	7.7
Ruokolahti	20	5	1 800	7.0	6.4	8.6
»	21	8	1 700	8.0	6.6	11.5
Sääminki ..	21	2	4 700	3.5	2.5	5.0
Ruokolahti	22	6	4 300	3.8	3.5	5.1
»	24	10	4 000	5.9	5.1	11.9
»	25	7	2 298	7.4	5.2	11.5
»	25	7	3 019	7.1	5.3	13.9
Sääminki ..	25	6	3 800	6.9	5.1	16.8

Taulukosta huomataan, että ensimmäistä koealaa lukuun ottamatta kaikkien vapautettujen kuusitaimistojen runkoluvut ovat olleet jokseenkin pienet, vaihdellen 1 700—4 700 kpl/ha ja vastaten lähinnä I tiheysluokan runkolukuja (s. 74). Vertaamalla näitä tuloksia vastaaviin raivaamattomien koealametsiköiden lukuihin voidaan jo päätellä, että harmaaleppien raivaamisen johdosta kuusten kasvu on huomattavasti parantunut. Vielä selvemmin tämä tulee esille hiukan kaavioidusta kuvasta 26<sup>1</sup>, josta selviää, että jokaisessa tutkitussa metsikön kuvaajassa

<sup>1</sup> Kuva on piirretty olettaen, että vapautettujen taimistojen kehitys on vapauttamiseen saakka vastannut vapauttamattomien taimistojen keskimääräistä kasvua, jota paksu musta viiva kussakin kuvassa esittää. Kun vapautettujen taimistojen runkoluvut lähinnä vastaavat I tiheysluokan taimien runkolukuja, on vertaukset suoritettu tämän tiheysluokan taimien kehitykseen. Ympyrät tarkoittavat vapautettujen taimistojen mittauksen aikaista keskiläpimittaa, keskipituutta ja pohjapinta-alaa ja katkoviiva taas kunkin metsikön kuvaajan kehitystä raivausvuodesta mittaavuoteen, sellaisena kuin sen voidaan olettaa tutkimusten perusteella tapahtuneen (vrt. ERKKI K. CAJANDER 1934).



Kuva 26. Vapautettujen kuusitaimistojen toipumista valaiseva kaavioitu kuva.  
 Abb. 26. Schematische Darstellung der Erholung der befreiten Fichtenpflanzen.

poikkeuksetta voidaan todeta toipumista, joskin toipumisen voimakkuus ja kulku eri metsiköissä melkoisesti vaihtelee. Eräissä tapauksissa saattoi vielä jälkepäinkin huomata, että huolimaton harmaaleppien raivaaminen oli taimien toipumista huomattavasti hidastuttanut (Ruokolahti 22 ja 24 v.); päinvastaisissa tapauksissa tulos oli paljonkin parempi (Ruokolahti ja Sääminki 18 v.).

Edellä esitettyjen piirrosten perusteella ei voida päätellä, millä iällä suoritettu raivaus mahdollisesti antaisi parhaan tuloksen, mutta sen ver-

ran niiden nojalla voitaneen sanoa, että ainakin jo viidentoista vuoden vaiheilla suoritettua raivauksen jälkeen kuuset ovat erittäin nopeasti elpyneet ja kehittyneet ainakin yhtä hyvin kuin vanhempina vapautuneet taimet, joten siis ajassa on voitettu useita vuosia ja raivaamattomiin kuusitaimistoihin verrattuna jopa 10—15:kin vuotta. Harmaaleppiköissä kasvavien kuusitaimistojen vapauttaminen siis epäilemättä hyvin kannattaa.

### Kirjallisuusluettelo.

- AALTONEN, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. (Mit deutschem Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. I.). Metsätieteellisen Koelaitoksen Julkaisuja 1. Helsinki.
- »— 1920 a. Über die Ausbreitung und den Reichtum der Baumwurzeln in den Heidewäldern Lapplands. Acta Forestalia Fennica 14. Helsinki.
- »— 1920 b. Wasserverbrauch der Bäume und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens. Ibid. 14.
- »— 1923. Über die räumliche Ordnung der Pflanzen auf dem Felde und im Walde. Eine botanisch-bodenwissenschaftliche Studie. Ibid. 25.
- »— 1925 a. Allgemeines über die Einwirkung der Bäume auf einander. Ibid. 29.
- »— 1925 b. Metsikön itseharventumisesta ja puiden kasvutilasta luonnonmetsissä. (Mit deutschem Referat: Über die Selbstabscheidung und den Wuchsraum der Bäume in Naturbeständen). Metsätiet. Koel. Julk. 9.
- »— 1925 c. Harvennushakkausten perusteista. Suomen Metsäpäivät I. Helsinki.
- »— 1926. On the space arrangement of trees and root competition. Journal of Forestry XXIV. Washington, D. C.
- »— 1934 a. Die Entwicklung des Waldbestandes und die Wachstumsfaktoren. (Suomenkiel. selostus: Metsikön kehitys ja kasvutekijät). Acta Forest. Fenn. 40.
- »— 1934 b. Metsänhoito-opin alkeet. Porvoo — Helsinki.
- AICHINGER, ERWIN und SIEGRIEST, RUDOLF. 1930. Das »Alnetum incanae« der Auenwälder an der Drau in Kärnten. Forstwissenschaftliches Centralblatt. Berlin.
- AMANN, H. 1930. Birkenvorwald als Schutz gegen Spätfröste. (Aus dem forstlichen Versuchswesen Bayerns). Ibid.
- BARTH, A. 1905 a. Om granens foryngelse og hugstmaaden i de nordtrønderske skoge. Forstligt Tidsskrift. Kristiania.
- »— 1905 b. Skogbrukslaere I. Hugstsystemerne og skogens naturlige foryngelse. Kristiania.
- BATES, C. G. 1925. The relative light requirements of some coniferous seedlings. Journal of Forestry.
- BELING. 1886. Das forstliche Verhalten der Lärche insbesondere in Mischung mit der Fichte. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. Frankfurt am Main.
- V. BERG, EDMUND. 1859. Berättelse om Finlands skogar. Helsingfors. — Kertomus Suomenmaan metsistä. Suomenkos. Helsinki. (Kts. myös: v. Berg. 1859. Die Wälder in Finnland. Tharandter Forstliches Jahrbuch. Leipzig).
- BJÖRKMANN, C. A. T. 1868. Handbok i Skogs-Skötsel. Stockholm.
- BLOMQVIST, A. G. 1881. Finnlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Finska Forstföreningens Meddelanden. Helsingfors. (Suomentanut T. A. Cannelin: Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta kerrotut A. G. Blomqvist. I. Mänty. 1891.)
- »— 1883. Finnlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Ibid. (Suomentanut F. G. Bergroth: Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta kerrotut A. G. Blomqvist. II. Kuusi. 1891.)
- BODEN, FRANZ. 1899. Die Lärche, ihr leichter und sicherer Anbau in Mittel- und Norddeutschland durch die erfolgreiche Bekämpfung des Lärchenkrebses. Hameln und Leipzig.
- BORG, ARVID. 1926. Koivu ja sen merkitys nykyhetken metsätaloudessa. Helsinki.
- BORGMANN. 1895. Ueberführung wertloser Weisserlenbestände in Fichten und Eschen. Allg. Forst- u. Jagdz.
- BRUNN. 1928. Ein Beitrag zur Mischung von Fichte und Buche. Forstliche Wochenschrift Silva. Tübingen.
- BRÜCKNER, E. und JAHN, R. 1932. Über Wurzelbildung verschiedener Holzarten in Böden des ostthüringischen Bundsandsteingebietes. Thar. forstl. Jahrb.
- BURCHARDT, HEINRICH. 1855. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. Handbuch der Holzerziehung. 1870 4. painos, 1880 5. painos. Hannover.
- BURGER, HANS. 1928. Reine und gemischte Bestände. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.
- BUSSE. 1931. Ein Kiefern-Fichten-Mischbestand in Sachsen. (Mitteilung aus der Sächsischen Forstlichen Versuchsanstalt). Thar. forstl. Jahrb.
- BÜHLER, ANTON. 1918. Der Waldbau nach wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung. Ein Hand- und Lehrbuch. I. Stuttgart.
- CAJANDER, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. Fennia 28, n:o 2 ja Acta Forest. Fenn. 1. Helsinki.
- »— 1910. Metsät ja metsätalous. Suomen Kartasto. Helsinki.
- »— 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta Forest. Fenn. 2.
- »— 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.
- »— 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.
- »— 1923. Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Acta Forest. Fenn. 25.
- »— 1925. Metsätyypiteoria. Ibid. 29.
- »— 1927. Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Tartu Ülikooli Metsäosakonna toimitused 10. Tartu.
- CAJANDER (KALELA), ERKKI K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland). Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen Julkaisuja 19. Helsinki.
- »— 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. (Mit deutschem Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichten-Pflanzenbestände nach der Befreiung). Ibid. 19.
- CANZLER, R. 1931. Bestandes- und Bodenpflege im Reviere Mittelhöhe. Thar. forstl. Jahrb.
- CIESLAR, ADOLF. 1904. Waldbauliche Studien über die Lärche. (Mitteilung der k. k.

- forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn). Centralblatt für das gesammte Forstwesen. Wien.
- CLEMENTS, FREDERIC E., WEAWER, JOHN E. and HANSON, HERBERT C. 1929. Plant competition, an analysis of community functions. Carnegie Institution of Washington, Publication No 398. Washington.
- COSTER, CH. 1932. Wurzelkonkurrenz in den Tropen unter besonderer Berücksichtigung von *Tectona grandis* L. f. Verhandlungen Internationalen Verbandes forstlicher Versuchsanstalten. Nancy.
- DENGLER, ALFRED. 1930. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin. 1935. 2. painos.
- DIETERICH. 1923. Beiträge zur Zuwachslehre. Forstl. Wochenschr. Silva.
- »— 1927. Ueber den Einbau des Nadelholzes in Laubholzgebieten. Ibid.
- DRAPAL jun. 1928. Die Bedeutung der Weisserle in den Auwäldern. Wiener Allgemeine Forst- und Jagdwesen. Wien.
- EBERTS. 1930. Die Einbringung der Fichte in die Buchenverjüngungen mittel- und norddeutscher Laubholzgebiete. Der Deutsche Forstwirt. Berlin.
- ERICSSON, BERNH. 1914. Eräs kuusen ja lehtikuusen sekainen istutus Evon kruunupuistossa. Tapio. Helsinki.
- et —. 1881. Die Fichte als Bodenschutzholz. Allg. Forst- u. Jagdz.
- E. V. 1914. Lepikkömme ja mitä niille olisi tehtävä. Metsätaloudellinen Aikakauskirja. Helsinki.
- FABRICIUS, L. 1927. Der Einfluss des Wurzelwettbewerbs des Schirmstandes auf die Entwicklung des Jungwuchses. Forstwiss. Centralbl.
- »— 1929. Neue Versuche zur Feststellung des Einflusses von Wurzelwettbewerb und Lichtenzug des Schirmstandes auf den Jungwuchs. Ibid.
- FANKHAUSER, F. 1902. Zur Kenntnis des forstlichen Verhaltens der Weisserle. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. Bern.
- FISCHBACH. 1875. Mischung von Buche und Fichte eine Gefahr! Monatschrift für das Forst- und Jagdwesen.
- FLURY, TH. 1895. Untersuchungen über die Entwicklung der Pflanzen in der frühesten Jugendperiode. Mittheilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen IV. Zürich.
- »— 1926. Über den Einfluss von Trockenperioden auf das Bestandeswachstum. Ibid. XIV.
- GAYER, KARL. 1878. Der Waldbau. 1882 2. painos. 1898 4. painos. Berlin.
- »— 1886. Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. Berlin.
- GIA, TSCHENG DSCHANG. 1927. Beitrag zur Kenntnis der Schattenfestigkeit verschiedener Holzarten im 1. Lebensjahre. Forstwiss. Centralbl.
- GRASOWSKY, AMIHUD. 1929. Some aspects of light in the forest. Yale University: School of Forestry. Bulletin 23. New Haven.
- GROTEFELT, GÖSTA. 1899. Det primitiva jordbrukets metoder i Finland under den historiska tiden. Helsingfors.
- GRUNERT, JULIUS THEODOR. 1872. Forstlehre. Unterricht im Forstwesen für Forstlehrlinge und angehende Förster. Erster Theil: Die forstlichen Hilfswissenschaften. Hannover.
- GWINNER, W. H. 1846. Der Waldbau in kurzen Umrissen. 3. painos. Stuttgart.

- HAMPEL, L. 1884. Die Weisserle in Mischung mit der Fichte als Bestandesschutzholz. Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.
- HANNIKAINEN, P. W. 1882. Metsien hoidosta. Metsän ystäville. Ensimmäinen vihko. Helsinki.
- »— 1919. Metsänhoito-oppi. 4. painos. Helsinki.
- HANSON, HERBERT C. 1929. Katso Clements, Frederic E. 1929.
- HARTIG, GEORG LUDVIG. 1808. Anweisung zur Holzzucht für Förster. 6. painos. Marburg.
- HARTIG, TH. 1847. Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Röhbuche, im Hoch- und Pflanz-Walde, im Mittel- und Niederwald-Betriebe, nebst Anleitung zu Vergleichenden Ertragsforschungen. Allg. Forst- u. Jagdz:n mukaan 1847.
- »— 1851. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin.
- »— 1876. Beiträge zur Physiologie der Holzpflanzen. Allg. Forst- u. Jagdz.
- HEIKINHEIMO, OLLI. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. (Mit deutschem Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands). Acta Forest. Fenn. 4.
- »— 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. (Mit deutschem Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I). Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 17.
- »— 1935. Kuusen keinollisesta uudistamisesta. Metsälehti. Helsinki.
- HELMS, JOH. 1896. Rødgran i Blanding med Lystræ paa Tisvilde-Frederiksværk Distrikt. Tidsskrift for Skovvæsen. Rkk. B. København.
- HEMPEL, GUSTAV und WILHELM, KARL. s.a. Die Bäume und Sträucher des Waldes in botanischer und forstwirtschaftlicher Beziehung. II. Abteilung: Die Laubhölzer. Erster Theil: Die Kätzchenträger. Wien.
- HERTZ, MARTTI. 1929. Huomioita männyn ja kuusen pituuskehityksen »vuotuisesta» ja vuorokautisesta jaksosta. (Mit deutschem Referat: Beobachtungen über die »jährlichen» und täglichen Perioden im Längenwachstum der Kiefer und Fichte). Acta Forest. Fenn. 34.
- »— 1930. Kuusi ja sen merkitys maamme metsätaloudessa. Helsinki.
- »— 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. (Mit deutschem Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden). Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 17.
- HESS, RICHARD. 1883. Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten. Ein akademischer Leitfadens zum Gebrauche bei Vorlesungen über Waldbau. — 1905. 3. painos. Berlin.
- HEYER, GUSTAV. 1852. Das Verhalten der Waldbäume gegen Licht und Schatten. Erlangen.
- HOFMANN, FR. 1923. Mischungen von Buchen mit Nadelholz, insbesondere mit der Fichte und Tanne. Allg. Forst- u. Jagdz.
- HOLMERZ, C. G. 1879. Vägledning i skogshushållning, närmast afsedd för skogsskolorna, landbruksläroverken, kronojägare, skogvaktare med flera. Stockholm.
- HORNESCHU. 1925. Mischwuchsbestände in Thüringen. Forstl. Wochenschr. Silva.
- V. HÖHNEL, FRANZ R. 1881. Ueber die Transpirationsgrößen der forstlichen Holzgewächse mit Beziehung auf die forstlich-meteorologischen Verhältnisse. Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs. Wien.



- ILVESSALO, L. 1913. Versuche mit ausländischen Holzarten im Staatsforst Vesijako. Acta Forest. Fenn. 2.
- »— 1916. Lehtikuusen viljelys Suomessa. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja. Erikoistutkimuksia 5. Helsinki.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1920 a. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend). Acta Forest. Fenn. 15.
- »— 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Mit deutschem Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland). Ibid. 15.
- »— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritettusta valtakunnan metsien arvioimisesta. (Summary in english: The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924). Metsätiet. Koel. Julk. 11.
- »— 1930. Suomen metsät viljavuusalueittain kuvattuna. Tuloksia vuosina 1921—1924 suoritettusta valtakunnan metsien arvioimisesta. (Summary in english: The forests of Suomi (Finland) described by areas of fertility. Results of the general survey of the forest of the country carried out during the years 1921—1924). Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 15.
- »— 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). (Suomenkiel. selostus: Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa). Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 17.
- KALELA, ERKKI K. Katso Cajander, Erkki K.
- KAST, K. 1889. Ueber den Unterbau und seine wirtschaftliche Bedeutung. Centralbl. f. d. ges. Forstwes.
- KASTHOFER, KARL. 1828. Der Lehrer im Walde. Ein Lesebuch für schweizerische Landschaften, Landleute und Gemeindevorwarter, welche über die Waldungen zu gebieten haben. Erster Theil, welcher von der Natur und dem Nutzen der vorzüglichsten Bäume und Sträucher handelt. Bern.
- KAUTZ. 1921. Die Verjüngung und Pflege der Buchen- und Fichtenhochwaldbestände im Schmalschlagbetriebe in der Oberförsterei Sieber (Harz). Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
- »— 1922. Die Verjüngung der Buche und Fichte im Harz. Ibid.
- KELLER. 1884. Beiträge zur Lösung der Frage über Bestandesmischungen. Forstwiss. Centralbl.
- KIENHOLZ, RAYMOND. 1931. Katso Toumey, James W. 1931.
- KIVEKÄS, JORMA. Kaskiviljelyksen vaikutus eräisiin maan ominaisuuksiin. (Käsi- kirjoitus).
- KLAMROTH. 1929. Larix europaea (D.C.) L. decidua (Mill.) und ihr Anbau im Harz. Forstwiss. Centralbl.
- KLEIN, LUDWIG. 1926. Forstbotanik. Handbuch der Forstwissenschaft und Forstwirtschaft im Allgemeinen, Standortslehre, Forstzoologie, Forstbotanik. Tübingen.
- KMONITZEK, EDUARD. 1930. Die Einwirkung eines Buchen- und Fichtenunterbaus auf den Bodenzustand und die Zuwachsleistung von Kiefernbeständen. Forstwiss. Centralbl.

- KRAFT. 1878. Ueber das Beschattungsertragniss der Waldbäume. Allg. Forst- u. Jagdz.
- KVAPIL, KAREL und NEMEC, ANTONIN. 1925. Beitrag zur Frage des Einflusses reiner Fichten- und Buchenbestände sowie durch beide Holzarten gebildeter Mischbestände auf einige Eigenschaften der Waldböden. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
- »— 1927. Katso Nemeč, Antonin. 1927.
- KUJALA, VIJO. 1924. Laskelmia lehtipuiden lehtikauden pituudesta ja puiden kukkimisajoista Suomessa. (Mit deutschem Referat: Berechnungen über die Länge der Laubperiode der Laubbäume und Blühzeiten der Bäume in Finnland). Metsätiet. Koel. Julk. 7.
- LAITAKARI, ERKKI. 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. (Summary in english: The root system of Pine (*Pinus silvestris*). A morphological investigation. Acta Forest. Fenn. 33.
- »— 1929. Die Wurzelforschung in ihrer Beziehung zur praktischen Forstwirtschaft. (Suomenkiel. selostus: Juuristotutkimuksen suhteesta käytännölliseen metsätalouteen). Ibid. 33.
- »— 1930. Metsän hoito eri metsätyypeillä. Maa ja metsä 8. Metsätalous 2: Metsänhoito ja suojele. Helsinki.
- »— 1934. Koivun juuristo. (Summary in english: The root system of Birch (*Betula verrucosa and odorata*). Acta Forest. Fenn. 41.
- »— 1935. Metsikön ja kasvupaikan vaikutuksesta kuusen rungon kelpoisuuteen. Edeltävä tiedonanto. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die Einwirkung des Bestandes und des Standortes auf die Qualität des Fichtenstammes. Vorläufige Mitteilung). Acta Forest. Fenn. 41.
- LAKARI, O. J. 1921. Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland). Metsätiet. Koel. Julk. 4.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. (Suomenkiel. selostus: Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä). Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 15.
- LASSILA, ILM. 1911. Millä tavalla voi lepikkoa edullisimmin muuttaa havumetsäksi. Suomen Metsänhoitoyhdist. Julk.
- LEIVO, L. 1915. Lehtikuusimetsiköistä Evon kruununpuiston Haarajärven hoitoloossa. Tapio.
- LINKOLA, K. 1921. Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee II. Spezieller Teil. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica 45, n:o 2.
- V. LOREY. 1896. Mischbestände aus Fichte und Buche. Allg. Forst- u. Jagdz.
- »— 1902. Mischbestände aus Fichte und Buche. Ibid.
- LUKKALA, O. J. 1931. Metsäojituksen oppikirja. Helsinki.
- LUNDEGÅRD, HENRIK. 1930. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf des Pflanzenleben. 2. painos. Jena.
- LÖNNROTH, ERIK. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta Forest. Fenn. 30.
- M. 1904. Anbau der Weisserle in Mischung mit Nadelhölzern. Schweizer. Zeitschr. f. Forstwes. Bern.

- MATTHES. 1911. Mitteilungen über Bau und Leben der Fichtenwurzeln und Untersuchung über die Beeinflussung des Wurzelwachstums durch wirtschaftliche Einwirkungen. Allg. Forst- u. Jagdz.
- MAYR, HEINRICH. 1909. Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Ein Lehr- und Handbuch. Berlin.
- MEYER, PAUL. 1910. Die Fichte und Buche im Mischbestand. Forstwiss. Centralbl.
- MIETTINEN, LEEVI. 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände). Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 18.
- 1933. Harmaalepiköiden kuusialikasvoksista. Metsälehti.
- MOROSOW. 1928. Die Lehre vom Walde. Aus dem Russischen übersetzt. Neudamm.
- MYHRWOLD, A. K. 1928. Skogsbrukslära. Foreläsningar ved Norges Landbrukshøiskole. Bearbejdet og utgitt ved Julius Nygaard. Oslo.
- NEMEC, ANTONIN. 1925. Katso Kvapil, Karel. 1925.
- und KVAPIL, KAREL. 1927. Über den Einfluss verschiedener Waldbestände auf den Gehalt und die Bildung von Nitraten in Waldböden. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
- NEY, CARL EDUARD. 1885. Die Lehre vom Waldbau für Anfänger in der Praxis. Berlin.
- OBBIARIUS, C. L. 1845. Lärobok i Skogs-Vetenskapen. Första delen: Skogs uppdragande. Vesterås.
- 1857. Skogsnaturläran, ämrad såväl till undervisning vid skogs-läroverk, som till sjelfstudium för unga forstmän och agronomer. Örebro.
- PFEIL, W. 1837. Welche Holzgattungen können zusammen als zu einander passend erzogen werden? Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft, in Verbindung mit mehreren Forstmännern und Gelehrten. Leipzig.
- 1841. Ueber die Vermischung der Fichte und Birke. Ibid.
- 1860. Die deutsche Holzzucht. Leipzig.
- PÖNTYNEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte [*Picea excelsa*] als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien). — Acta Forest. Fenn. 35.
- REBMAN. 1879. Unterbau von Eichen- und Kiefern-Beständen mit Rücksicht auf die Verhältnisse Elsass-Lothringen. Allg. Forst- u. Jagdz.
- ROGERS, W. S. 1933. Root studies. III. Pear, Gooseberry and Black Currant root systems under different soil fertility conditions, with some observations on root stock and scion effect in Pears. Reprinted from »Journal of Pomology and Horticultural Science».
- ROSSMÄSSLER, E. A. 1863. Der Wald. Leipzig.
- RUBNER, KONRAD. 1934. Die Pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. 3. painos. Neudamm.
- SCHIER, R. 1892. Über die finanzielle Bedeutung der Birke als vorübergehendes Mischholz in Fichtenbeständen. Forstwiss. Centralbl.
- SCHILLING, L. 1925. Ostpreussische Kiefern-Fichtenmischbestände. (Mitteilung aus dem forstlichen Versuchswesen Preussens). Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
- SCHMIDT, L. 1890. Ueber Bodenschutzholz und Unkrautdecke in ihren Beziehungen zu Bodenfeuchtigkeit und Bestandeszuwachs. Allg. Forst- u. Jagdz.
- 1895. Kiefern-Fichten-Mischwald. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.

- SCHOTTE, GUNNAR. 1917. Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 13—14. Stockholm.
- 1918. Björk och al. Skogsvårdsföreningens folkskrifter. Stockholm.
- SCHWAPPACH. 1909. Untersuchungen in Mischbeständen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.
- 1914. Untersuchungen in Mischbeständen. Ibid.
- 1929. Waldbau. Neudammer Förster-Lehrbuch. 8. painos. Neudamm.
- SCHYBERGSON, M. G. 1904. Suomen historia. Ensimmäinen osa. (2. ruotsalaisesta painoksesta suomentanut O. Manninen). Helsinki.
- SEIDENSTICKER. 1849. Wie verhalten sich Licht und Schatten in unseren Waldungen? Allg. Forst- u. Jagdz.
- SKINNEMOEN, KNUT A. 1927. Løvskogens betydning. Oslo.
- STUMPF, CARL. 1854. Anleitung zum Waldbau. 2. painos. Aschaffenburg.
- STÄLFELT, M. G. 1921. Till kännedom om förhållandet mellan solbladens och skuggbladens kolhydratsproduktion. Medd. fr. Stat. Skogsförsöksanst. 18.
- TOUMEY, JAMES W. and KIENHOLZ, RAYMOND. 1931. Trenched plots under forest canopies. Yale University: School of Forestry. Bulletin 30. New Haven.
- TSCHERMAK, LEO. 1924. Die Formen der Lärche in den österreichischen Alpen und der Standort. (Mitteilung der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt). Centralbl. f. d. ges. Forstwes.
- V. UNGER. 1836. Einiges über gemischte Bestände, insbesondere über die Vermischung der Buchen und Fichten. Allg. Forst- u. Jagdz.
- 1861 a. Durchpflanzung der Fichtenculturen mit Lärchen. Thar. forstl. Jahrb.
- 1861 b. Gemischte Buchen- und Fichtenpflanzungen. Ibid.
- WAHLGREN, A. 1914. Skogsskötsel. Stockholm.
- VATER. 1905. Bodenkundliche Beiträge zu der vorstehenden Abhandlung »Über die Einwirkung eines Fichten-Unterstandes auf einen Eichen-Oberstand». (Tarkoittaa samassa vuosikirjassa julkaistua Kunzen mainitun nimistä kirjoitusta). Thar. forstl. Jahrb.
- WEAVER, JOHN E. 1929. Katso CLEMENTS, FREDERIC E. 1929.
- WIEDEMANN. 1928. Die Wiedereinbringung des Laubholzes in den Fichtenreinbestand. Jahresbericht des Deutschen Forstvereins. Berlin.
- WIESNER, J. 1907. Lichtgenuss der Pflanzen. Photometrische und physiologische Untersuchungen mit besonderer Rücksichtnahme auf Lebensweise, geographische Verbreitung und Kultur der Pflanzen. Leipzig.
- WINTELER, RUDOLF. 1927. Studien über Soziologie und Verbreitung der Wälder, Sträucher und Zwergsträucher des Sernftales. Mitteilungen aus dem Botanischen Museum der Universität Zürich CXIX. Zürich.
- WUORI, E. 1913. Studien über die durch Brandkultur entstandenen Nadelholzbestände des Staatsforstes Vesijako. Acta Forest. Fenn. 2.
- AF ZELLÉN, J. O. 1904. Den nya lagstiftningen angående vård af enskildes skogar med kommentarier jämte anvisningar för skogarnas skötsel. Stockholm.
- ÖRTENBLAD, TH. 1902. Anteckningar om trädens biologie. Bihang till årskrift från föreningen för skogsvård i Norrland år 1901. Stockholm.

## Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland.

### Einleitung (S. 7—13).

Die in Finnland früher allgemein gebräuchliche Feldwirtschaftsform, die Brandwirtschaft, hat bis in die heutigen Tage ihre leicht zu gewahrenden Zeichen in den Wäldern Finnlands und ihren Holzartenverhältnissen zurückgelassen. U.a. kommt dies äusserst deutlich darin zum Ausdruck, dass die Laubholzarten, vor allem die Weisserle (*Alnus incana*) Gelegenheit erhalten haben, auf recht ausgedehnten Gebieten Standorte zu erobern, die früher zum grössten Teil von der Fichte und Kiefer beherrscht, aber diesen Holzarten durch die Brandwirtschaft entzogen wurden (HEIKINHEIMO 1915). Nachdem die Brandwirtschaft gegen Ende des vorigen und zu Beginn unseres Jahrhunderts rasch aufhörte, haben freilich die Kiefer und insbesondere die Fichte begonnen, sich ihre ehemaligen Standorte wieder rasch zurückzuerobert, doch auch heute noch liegen in Finnland recht ausgedehnte Flächen unter der Weisserle. So betrug nach den Ergebnissen der i.d.J. 1922—24 durchgeführten I allgemeinen Linientaxierung der finnischen Wälder (ILVESSALO 1927) das Areal der von der Weisserle beherrschten Wälder etwa 379,000 ha, davon etwa 96 % produktive Waldböden. Besonders wichtig ist die Feststellung, dass solche von der Weisserle beherrschte Bestände hauptsächlich auf den besten Waldböden, in Hainen und in Heidewäldern des *Oxalis-Myrtillus*- und des *Myrtillus*-Typs zu finden sind. Schon dieser Umstand lässt es begreiflich erscheinen, dass man in den letzten Jahren begonnen hat, diese recht ausgedehnten, von der Weisserle beherrschten Wälder energisch vor allem in solche mit vorherrschender Fichte umzutreiben, um fortwährend in der Lage sein zu können, dem Rohmaterialbedarf der Papier- und Zelluloseindustrie nachzukommen.

Von diesem Grunde geht auch die vorl. Untersuchung aus, einen Versuch zur Klärung der Entwicklung miteinander untermischt wachsender Fichte und Weisserle darstellend, damit die Umwandlung der Weisserlenbestände in Fichtenbestände in möglichst richtiger Weise durchgeführt werden könnte, den Auftrieb und die Entwicklung der beiden Holzarten im Auge behaltend. Zugleich aber wird in ihr versucht, in die Frage nach der Verfichtung der Wälder, einer Erscheinung, die wenigstens in Finnland allgemein vorkommt, bisher aber nur wenig untersucht worden ist, Licht zu bringen.

## Die Fichte als Mischholz (S. 14—48).

### Blick auf die frühere Literatur.

In diesem Abschnitt wird an Hand einheimischer und ausländischer Untersuchungen und Arbeiten dargelegt, wie die Fichte als Mischholz im allgemeinen zu betrachten ist. In aller Kürze lässt sich sagen, dass in einem gleichaltrigen Mischbestand die Fichte als kräftiger Konkurrent neben den anderen Holzarten auftritt, und zwar als ein Konkurrent, der im allgemeinen den Kampf zum eigenen Siege entscheidet. Von den behandelten Nadelholzarten scheint nach den Schilderungen zu schliessen die Kiefer am besten gegen die Fichte standzuhalten, ja ist in manchen Fällen, z.B. wenn sie als vorherrschender Bestand auftritt, sogar imstande, die Fichte völlig zu verdrängen. Auch die Tanne (*Abies pectinata*) gedeiht neben der Fichte vorzüglich, da sie aber als junger Baum sehr langsam wächst, wird sie leicht von der Fichte unterdrückt und kümmernd. Die Lärche wiederum kommt anfangs recht gut mit der Fichte aus, nachdem aber letztere später sie einzuholen beginnt und Seitenbeschattung hervorruft, wird die Lärche leidend und verschwindet oft aus dem Bestand. Von den Laubholzarten erinnert die Buche in ihrer Entwicklung am nächsten an die Tanne, während die Birke der Kiefer am nächsten kommt, durch ihr Peitschen sogar recht störend auf das Wachstum der Fichte einwirkt. Auch die Schwarzerle wird als recht kräftiger Konkurrent erwähnt, während wiederum die Eiche einstimmig als schwach gilt. Die Weisserle hinwieder ist eine so kurzlebige Holzart, dass sie den Kampf mit der Fichte nicht lange aufrechtzuerhalten vermag.

Als wichtigste Ursache des recht vorzüglichen Gedeihens der Fichte in Mischbeständen ist im allgemeinen die grosse Schattenfestigkeit dieser Holzart betrachtet worden. Dank dieser Eigenschaft ist sie trotz ihres langsameren Wachstums fähig, sich in den Beständen zu behaupten und in ihrer Entwicklung mit den anderen Holzarten des Bestandes Schritt zu halten, auch wenn sie anfangs von ihnen unterdrückt gewesen wäre. Auch die grosse Beschattungsfähigkeit der Fichte ist ihr als Vorteil zugesprochen worden, da es ihr durch sie möglich wird, lichtbedürftigere Holzarten zu unterdrücken. Eine allgemein vorgebrachte Ursache des guten Gedeihens der Fichte ist ferner ihr lange andauerndes Wachstum, welches sie dazu verhilft, die übrigen Holzarten einzuholen und sogar zu überholen, wenn letztere schon längst ihr Wachstum beendet haben. Weiter kann die Fichte als langlebige Holzart, besonders wenn sie neben kurzlebigen Laubholzarten auftritt, den Standort schliesslich völlig für sich erobern. Viele Forscher haben ausserdem auf die Fähigkeit der Fichte hingewiesen, mit Hilfe ihres dichten und oberflächlich gelegenen Wurzelsystems eine Austrocknung des Bodens herbeizuführen und das Eindringen des Regenwassers in die Ernährungszonen der tiefwurzeln Holzarten zu verhindern und in dieser Weise ihre Entwicklung zu beeinträchtigen. Eng hieran schliessen sich auch die allerdings recht spärlichen Angaben über die Standhaftigkeit der Fichte in der Wurzelkonkurrenz sogar bis zu dem Masse, dass sie auch als unterdrückte Holzart es fertigbringen kann, das Wachstum der grösseren Bäume störend zu beeinflussen. Noch sei die offensichtlich grosse Wachstumsenergie der Fichte sowie ihre Fähigkeit zu einer kräftigen Erholung und Entwicklung eines frischer Wachstums auch nach langen ungünstigen Perioden erwähnt.

### Einsammlung des Untersuchungsmaterials (S. 49—58).

Das Untersuchungsmaterial ist zur Hauptsache in den Sommern 1934 und 1935 in den östlichen Teilen der südlichen Hälfte Finnlands eingesammelt worden (Abb. 1); im ersten Sommer wurden hauptsächlich Messungen in Fichten-Weisserlen-Mischbeständen ausgeführt, der zweite Sommer war für Wurzeluntersuchungen vorgesehen.

Die Bestandesmessungen wurden probeflächenweise vorgenommen. Bei der Wahl der Probeflächenbestände wurde das Hauptaugenmerk auf eine möglichst gleichmässige, stammweise Holzartenmischung gerichtet, um sich einer möglichst gleichartigen Einwirkung der verschiedenen Holzarten aufeinander auf der ganzen Probefläche zu versichern. In dieser Hinsicht gaben die Fichten-Pflanzbestände viel zu wünschen übrig und oft mussten sonst in jeder Beziehung geeignete Bestände wegen des gruppenweisen Auftretens der Fichte aufgegeben werden. War aber der Fichten-Pflanzbestand sonst gleichmässig, so wurde seine grössere oder geringere Dichte nicht als hinderlich betrachtet, da es die Absicht war auch den Einfluss der Bestandesdichte der Fichte auf die Entwicklung dieser Mischbestandesart zu untersuchen. Ferner wurde darauf achtgegeben, dass auf der ganzen Probefläche derselbe Waldtyp herrschte, der Bestand genügend gross war und dass neben der Fichte und Weisserle andere Holzarten nicht zu mehr als 15 % der totalen Stammzahl vorhanden waren. (Die Stammzahl wurde als geeignetste Grundlage deshalb erachtet, weil insbesondere in jungen Beständen, in denen die Fichte noch klein ist, der Anteil der schnellwüchsigeren Holzarten an Hand der Kubikmasse oder der Grundfläche berechnet leicht überschätzt werden kann.)

Nach stattgefundener Abgrenzung der Probefläche wurden sämtliche auf der Probefläche stehende Stämme gezählt und gemessen, und zwar die Fichten und Erlen je für sich, desgleichen gesondert die übrigen Holzarten, insofern solche vorhanden waren. Der Stammdurchmesser der Erlen, desgleichen auch der Kiefern, Birken, Espen u.a. wurde stets in Brusthöhe (1.3 m) in Durchmesserklassen zu 1 cm gemessen. Die Fichten hingegen wurden in dieser gleichen Weise nur dann gemessen, wenn sie sämtlich offenbar höher als 1.3 m waren. Sonst wurde nur ihre Höhe vermittlems der Messstange in Höhenklassen zu 0.5 m bestimmt. Tote Bäume wurden in der gleichen Weise wie die lebenden gemessen. — Höhenmessungen wurden bei jeder Holzart je nach der Höhe der Stämme entweder mit dem Hypsometer oder mit der Messstange an möglichst vielen Bäumen vorgenommen. — Probestämme wurden nicht gefällt, da die Kubierung der Bestände in diesem Zusammenhang nicht nötig erschien. — Das Alter der Bäume wurde an 5—6 Stämmen jeder Holzart bestimmt, und es zeigte sich, dass die verschiedenen Holzarten auf ein und derselben Probefläche stets ohne Ausnahme gleichaltrig waren. — Zwecks Nachprüfung der Waldtypsbestimmung wurde in jedem Probeflächenbestand eine genaue Vegetationsaufzeichnung der Untervegetation unter Anwendung der Dichteskala NORRLINS gemacht; gleichzeitig wurden auch die Waldtypen der umgebenden Bestände notiert. — Noch wurden Vermerke über die Entstehungsart des Bestandes, Beschaffenheit der Samenbäume oder des Randwaldes, Lage im Verhältnis zum Probeflächenbestand, Spätfrost- u.a. Schäden, Menge der Streu, Steinigkeit und sonstige Beschaffenheit des Bodens u.dgl. gemacht.

Insgesamt wurden 196 Probeflächen abgemessen, von diesen 18 auf dem *Oxalis-Majanthemum*-typ (OMaT), 85 auf dem *Oxalis-Myrtillus*-Typ (OMT) und 93 auf dem *Myrtillus*-Typ (MT). Die Verteilung der Probeflächenbestände auf die verschiedenen Altersklassen erhellt aus der Zusammenstellung auf S. 51.

Die Wurzeluntersuchungen wurden zur Hauptsache in denselben Probeflächenbeständen wie die oben geschilderten Bestandesmessungen ausgeführt. Da das Untersuchen der Wurzelsysteme eine recht langsame und zeitraubende Arbeit ist, musste die Wahl der zu untersuchenden Baumindividuen mit der grössten Sorgfalt geschehen, damit sich die verschiedenen Fälle ohne unnötigen Arbeitsaufwand von möglichst vielen Seiten beleuchten liessen. Als Vergleichsobjekte wurden stets zwei nebeneinander wachsende Bäume, eine Fichte und eine Weisserle, gewählt und ihre Wurzelsysteme entweder ganz oder nur teilweise ausgegraben. Es wurde nun versucht, aus diesen Baumpaaren tunlichst eine Serie zusammenzustellen, in welcher den einen Extremfall eine neben der Weisserle wachsende völlig normal entwickelte, den anderen eine sehr langsam wachsende und kümmernde Fichte bildete und in welcher möglichst viele Zwischenformen dieser Extremfälle vertreten wären. Da zu diesen Untersuchungen annähernd gleichaltrige Bäume aus möglichst gleichartigen und zum gleichen Waldtyp gehörenden Beständen gewählt wurden, ergab sich wenigstens die Möglichkeit zur Feststellung, ob irgendwelche Beziehungen zwischen Entwicklungsart der oberirdischen Teile dieser Holzarten und Lage ihrer Wurzelsysteme bestehen. Ferner wurden Wurzelsystempaare noch in solchen Beständen ausgegraben, in denen die Weisserle schon im Verschwinden begriffen ist, um die Wurzelverhältnisse auch auf diesem Stadium der Bestandesentwicklung erschliessen zu können. — Bei den Ausgrabungs- u.a. Arbeiten wurden in der Hauptsache die von LAITAKARI (1927, 1934) dargelegten Arbeitsmethoden befolgt, auf welche hier deshalb nur hingewiesen wird; doch erfolgte die Messung der Wurzelsysteme, die in den Untersuchungen LAITAKARIS eine dominierende Rolle spielt, bei der vorl. Untersuchungsarbeit erst an zweiter Stelle, indem das Hauptaugenmerk vor allem auf die Blosslegung und kartographische Darstellung der feinsten Wurzeläste und -Spitzen gerichtet wurde. Aus diesem Grunde liessen sich schwere Arbeitsgeräte (Schaufel, Hacke etc.) überhaupt nicht anwenden, sondern die ganze Arbeit musste mit der blossen Hand mit Hilfe kleiner Stäbchen ausgeführt werden. — Die Tiefenmessungen der Wurzelsysteme beschränkten sich lediglich auf die Kenntlichmachung der tiefer als 1 dm dringenden Wurzelteile (was aber nur selten eintrat) auf den Wurzelkarten durch gebrochene Linien. Mehr als 1 cm dicke Wurzeln sind mit doppelter Linie gezeichnet, dünnere Wurzeln nur einfach. Die Wurzellängen sind an Hand der Karten berechnet worden.

Insgesamt wurden Wurzelsysteme an 7 Probestellen in solchem Umfang ausgegraben, dass dadurch jeder einzelne Fall hinreichend Beleuchtung erhielt. Sämtliche Probestellen wurden wegen der zeitraubenden Ausgrabungsarbeit auf den OMT, den im vorliegenden Fall zentralsten Waldtyp, beschränkt.

### Vorbehandlung des Untersuchungsmaterials (S. 59—68).

Da es sich schon gleich im Anfang der Untersuchungsarbeit herausstellte, dass die Entwicklung eines Fichten-Weisserlen-Mischbestandes durch die Dichte des Fichten-Pflanzbestandes ganz entscheidend beeinflusst wird, wurde es notwendig, diese schon auf blossem Blick deutlich wahrzunehmende Erscheinung irgendwie ergründen zu versuchen.

Die in Finnland bisher ausgeführten Untersuchungen über die Entwicklung naturnormaler Bestände (Y. ILVESSALO 1920 a, b; LÖNNROTH 1925; LAPPI-SEPPÄLÄ 1930;

MIETTINEN 1932; ERKKI K. CAJANDER 1933) gründen sich auf die schon von TH. HARTIG (1847) aufgestellte Regel, »dass nur kleinere, durch Maximum der Produktion erkennbare Flächen im allgemeinen gleichmässige Wuchsreihen zu zeigen vermögen, da nur solche Bestände annähernd unberührte und im Wachstum ungestörte Bestandesverhältnisse repräsentieren können« (vgl. LÖNNROTH 1925, S. 88). — Bei einer Untersuchung der Entwicklung verschieden dichter Fichten-Weisserlen-Mischbestände lässt sich diese Regel natürlich nicht voll befolgen, es dürfte aber andererseits auch keine solche Methode dargelegt worden sein, auf welcher gestützt man schliessen könnte, welche von den älteren und jüngeren verschieden dichten Beständen zu denselben Entwicklungsreihen gehören oder wenigstens als zu solchen gehörend betrachtet werden können. Aus diesem Grunde war man genötigt, sich auf eine neue Methode zu versuchen, und die Einteilung ist somit auf die in den verschiedenen Probeflächenbeständen ange-troffenen toten Bäume begründet worden.

Bei regelgemässer Entwicklung eines Bestandes erfordern die einzelnen Baumindividuen bei zunehmendem Alter einen immer grösseren Wuchsraum für sich, was sie aber nur in der Weise erreichen können, dass im entstehenden Konkurrenzkampf ein Teil der Individuen untergeht (vgl. z.B. A. K. CAJANDER 1909, 1916, 1927 u.a.; AALTONEN 1925 b, 1934, u.a.). Je dichter der aufkommende Bestand ist, desto früher setzt dieser Kampf ein und, wenn die Entwicklung des Bestandes einem in den betr. Verhältnissen günstigsten Dichtegrad entgegenstrebt, desto mehr gehen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes auch einzelne Baumindividuen unter, bis für die übrigen die günstigsten Bedingungen geschaffen sind. In dieser Weise gleichen sich also die Stammzahlen sonst unter gleichen Verhältnissen aufgekommener, aber verschieden dichter Bestände bei zunehmendem Alter allmählich immer mehr, ja schliesslich sogar vollends aus (PÖNTYNEN 1929; ERKKI K. CAJANDER 1933), und so lässt sich auch denken, dass man auf Grund der Anzahl der in einem Bestand vorhandenen toten Stämme auf die früheren Dichtigkeitsverhältnisse regelrecht entwickelter Bestände schliessen könnte. Es leuchtet jedoch ein, dass die in einem Bestand auf einmal angetroffenen toten Bäume nicht alle zur gleichen Zeit gestorben sind, sondern im Gegenteil während eines recht langen Zeitraumes, und deshalb sind sie also nicht allein imstande, zusammen mit den lebenden Stämmen die Stammzahl eines bestimmten früheren Zeitpunktes anzugeben. In grosser Zahl ausgeführte genaue Altersbestimmungen zeigten, dass in 20—40-jährigen Beständen tote Fichten sich höchstens 15—16 Jahre aufrechtzuerhalten vermögen, dann aber schon umfallen. So gäbe also die Summe der toten stehenden und der lebenden Stämme die Stammzahl des Bestandes zu irgendeinem Zeitpunkt bis vor 15—16 Jahren zurück an. Wenn die meisten der in einem Bestände angetroffenen toten Stämme augenscheinlich erst in den letzten Jahren eingegangen sind, ist hier angenommen worden, dass die erwähnte Gesamtsumme die Stammzahl des Bestandes zu einem Zeitpunkt vor 7 Jahren repräsentiert. Trägt man nun in ein Koordinatensystem mit dem Bestandesalter als Abszisse und der Stammzahl als Ordinate die gegenwärtigen Stammzahlen des Bestandes und zu einem um 7 Jahre jüngeren Zeitpunkt als der jetzige die Gesamtsumme der Stammzahlen der auf der Probefläche angetroffenen schon eingegangenen, aber noch aufrechterhaltenen sowie der lebenden Fichten ein und verbindet diese Punkte durch Linien, so erhält man die in Abb. 2 dargelegten Fälle. Aus dem Verlauf der Linien kann man ersehen, dass je grösser die Stammzahl des Bestandes gewesen ist und auf einem je besseren Waldtyp dieser gestanden hat, desto mehr sind innerhalb eines bestimmten Zeitraumes auch Stämme eingegangen, m.a.W. man findet dasselbe, was auch schon in

naturnormalen Beständen ausgeführte Messungen (Y. ILVESSALO 1920; LÖNNROTH 1925, u.a.) an den Tag gelegt haben. Zieht man nun unter Beachtung der allgemeinen Verlaufsrichtung der Linien durch die dichtesten und also sichersten Gruppen die die Verringerung der Stammzahl angehenden Kurven, so erhält man für den OMaT eine und für den OMT sowie den MT drei Kurven (Abb. 2). Die diesen Kurven am nächsten kommenden Probeflächen wurden naturgemäss als zu denselben Entwicklungsreihen gehörig betrachtet, von den übrigen wurden jetzt nur diejenigen Probeflächen in die Berechnungen miteinbezogen deren Stammzahlen von der durch die am nächsten stehende Kurve angegebenen Stammzahl eines gleichaltrigen Bestandes nicht um mehr als 20 % differierten; alle übrigen wurden bis auf weiteres unbehandelt gelassen.

In dieser Weise ist nun die Vereinigung der Probeflächenbestände zu Entwicklungsreihen erreicht worden. Die Methode ist zweifelsohne mit Mängeln und Schwächen behaftet, da sie aber immerhin die einzig mögliche und notwendig ist, ist sie wenigstens für den vorliegenden Fall als hinreichend betrachtet worden (es sei hier auf die Nachprüfung der Methode auf S. 188 hingewiesen) — Im folgenden gilt für die dichtesten Bestände die Bezeichnung »III Dichteklasse« und für die lichtesten die Bezeichnung »I Dichteklasse«. — Die wichtigsten Messungsergebnisse der übrigen Probeflächenbestände erhellen aus Tab. 3.

#### Die Ergebnisse der Untersuchung (S. 69—121).

##### Über die Entstehung der Fichten-Pflanzbestände (S. 69—73).

Über die Entstehungsphasen der auf Schwendeböden anzutreffenden Fichten-Pflanzbestände ist es recht schwer, nachträglich Klarheit zu erhalten, da Samenbäume meistens gefällt worden sind sowie Randwaldhiebe fast überall stattgefunden haben. Doch liess sich feststellen, dass auch wenige Samenbäume und ein ziemlich schwacher Randwald eine befriedigende Besamung der Fläche zuwezubringen vermocht haben, wenn nur für die Fichte zu jenen Zeiten, als der betr. Schwendeacker aufgegeben wurde, ein gutes Samenjahr eingefallen ist. Doch gerade die Verschiedenheit der Fichtensamenjahre hat auch als äusserst entscheidender Faktor die verschiedene Dichte der Fichten-Pflanzbestände bestimmt. Da insbesondere das Stehenlassen von Fichten als Samenbäume recht selten vorgekommen ist, kommt der wichtigste Anteil an der Entstehung der ostfinnischen Fichten-Pflanzbestände dem sog. ostkarelischen Moorkomplextyp zu (vgl. A. K. CAJANDER 1913). Dieses netzförmig sich verzweigende, meistens schmale und verschiedenartige Moore umfassende Moorkomplex, das vom Schwendefeuergemieden wurde und auf welchem sich die Bäume infolgedessen erhalten konnten, hat äusserst effektiv zur Verfichtung der Schwendeböden nicht nur in Staatsforsten (PÖNTYNEN 1929), sondern auch auf privaten Ländereien beigetragen und in dieser Weise in bedeutenden Masse eine Linderung der Nachteile herbeigeführt, die den Wäldern durch die Brandwirtschaft zugestossen wurden. — Abb. 3 zeigt hiervon einen typischen Fall. An dem zum Bruchmoor grenzenden Rand eines Heidewaldes ist durch Besamung der Bruchmoorfichten ein schöner Fichtenbestand aufgekommen, während auf der anderen, an Reisermoor und Weissmoor grenzenden Seite die Weisserle immerfort vorherrscht.

### Ergebnisse der Bestandesmessungen (S. 73—121).

Die die Stammzahl der Fichte in den verschiedenen Dichteklassen angehenden Kurven finden sich in Abb. 2. Schon auf Grund dieser Kurven, aber auch an Hand der aus diesen erhaltenen ausgeglichenen Stammzahlen (Tab. 4) lässt sich feststellen, dass sowohl auf dem OMT als auf dem MT die Stammzahlen in den entsprechenden Dichteklassen bei einem Bestandesalter von 20 Jahren ungefähr gleich gross sind — was im Hinblick auf die bei der Zeichnung der Kurven befolgten Grundlagen natürlich nur Zufall ist —, so dass sich die verschiedenen Dichteklassen auf diesen Waldtypen recht gut miteinander vergleichen lassen. Recht anschaulich geht dies auch aus der Zusammenstellung auf S. 75 hervor, in welcher die Stammzahl eines zur III Dichteklasse gehörenden Bestandes des OMT mit 100 bezeichnet worden ist. Aus alledem gewahrt man ferner noch den vorhin schon berührten Umstand, dass bei zunehmendem Alter von z.B. 20 J. zu 50 J. die Stammzahl der Fichte auf dem OMT viel stärker sinkt als auf dem MT, am meisten aber auf dem OMaT, was auch frühere Untersuchungen gezeigt haben. — Die Stammzahl naturnormaler Fichtenbestände des OMT ist immer kleiner als die der III Dichteklasse, aber grösser als in der II Dichteklasse, auf dem MT hingegen tritt dieses Verhältnis erst bei einem Alter von 35 J. ein. Die erwähnten Umstände verdienen im Hinblick auf künftige Vergleichsanstellungen Beachtung.

Die die Stammzahl der Erle angehenden Kurven zeigt Abb. 4. Die Aufmerksamkeit wird sogleich auf den vom Gewöhnlichen abweichenden Verlauf der Kurven gelenkt. Diese zeigen, dass in einem Mischbestand die Stammzahl der Weisserle bei zunehmendem Alter immer rascher sinkt, während in einem reinen Erlenbestand die Verminderung der Stammzahl bei höherem Alter verlangsamt wird. Weiter bemerkt man, dass im Mischbestand die Stammzahl der Erle nicht so hoch ist wie im reinen Bestand (eine Ausnahme bilden 30 jährige Bestände des OMaT). Ob das nun von einer Einwirkung seitens des Fichten-Pflanzbestandes herrührt oder nicht, bedarf noch fortgesetzter Untersuchungen, zumal auf gleiche Ursachen zurückgeführt werden kann, dass etwa 20-jährige Bestände sowohl des OMT wie auch des MT in den verschiedenen Dichteklassen recht gleichartige Stammzahlen der Weisserle aufweisen. Letzterer Umstand verdient vom Standpunkt der vorl. Untersuchung wohl beachtet zu werden, denn so lässt sich der Einfluss der Erle auf die Entwicklung des Fichten-Pflanzbestandes in den verschiedenen Dichteklassen ungefähr gleich schätzen und zugleich die Einwirkung der Dichte des Fichten-Pflanzbestandes auf die Entwicklung des Mischbestandes deutlicher und einfacher ergründen.

Die Beeinflussung der Stammzahl der Erle durch den Fichten-Pflanzbestand beginnt bei etwa 30 J. sich deutlich geltend zu machen. Man stellt fest, dass je dichter letzterer ist, desto rascher sinkt auch die Stammzahl der Erle und desto früher gehen auch die letzten noch lebenden Erlen ein. Dies tritt auf dem OMT in der I. Dichteklasse bei 39—41, in der II bei 37—39 und in der III bei 36—38 Jahren ein; diesen entsprechend sind die Zeitpunkte auch auf dem MT ziemlich dieselben. Auf dem OMaT erhalten sich die Erlen länger, bis zu 42—44 Jahren, offenbar weil die Weisserle auf einem so guten Boden am besten gegen die Fichte standzuhalten vermag, während sie auf schlechteren Waldtypen biotisch schon bedeutend schwächer ist. — Sehr kurz ist also die Zeit, während welcher die Weisserle imstande ist, sich neben der Fichte zu behaupten: nur etwa 40 Jahre.

Die Stammzahl eines Fichten-Weisserlen-Mischbestandes (also die Summe der Stammzahlen für Fichte und Erle) geht aus Tab. 5 hervor und die an Hand dieser sowie der Zahlenwerte der Tab. 4 berechneten prozentischen Anteile der Stammzahlen der Fichte an der gesamten Stammzahl des Bestandes aus Tab. 6. Man stellt fest, dass die Stammzahlen beider Holzarten anfangs ungefähr im gleichen Verhältnis sinken, dass aber von etwa 30 Jahren an der Anteil der Fichte eine rasche Steigerung erfährt, bis bei erreichtem Alter von 45 Jahren bereits in sämtlichen Beständen die Fichte alleinherrschend ist.

Mittlerer Durchmesser. Zu Beginn wird an Hand der Untersuchungen von ILVESSALO (1920 a, b) und MIETTINEN (1932) dargebracht, dass der mittlere Durchmesser eines reinen Weisserlenbestandes des OMT wenigstens bis zum Alter von 45 Jahren denjenigen eines reinen Fichtenbestandes übertrifft. Der relative Unterschied (= prozentischer Anteil des absol. Unterschiedes am mittleren Durchmesser der Fichte) gibt jedoch zu erkennen, wie die Erle rasch von der Fichte eingeholt wird (Tab. 7).

Bei der Berechnung des mittleren Durchmessers der Fichte ist Rücksicht nur auf mehr als 1.3 m hohe Bäume genommen worden. Da nun aber ein Teil der kleinsten Fichten nur nach Höhenklassen gemessen wurde (S. 182), so sind ihre Brusthöhen-durchmesser der an Hand eines reichen Materials gezeichneten, den mittleren, in Brusthöhe gemessenen Durchmesser zu verschiedenen Höhenklassen gehörender Fichtenpflanzen anzeigenden Ausgleichsgeraden entnommen worden (Abb. 5; Tab. 8). — Der mittlere Durchmesser der Fichte erhellt aus Abb. 6. Man stellt zunächst fest, dass in den verschiedenen Dichteklassen die mittleren Durchmesserwerte recht erheblich von einander abweichen, und zwar so, dass der Mitteldurchmesser desto grösser, je lichter der Fichtenbestand ist. Die Unterschiede sind recht gross, weshalb die Einwirkung der Bestandesdichte auf die Entwicklung des Fichtenbestandes sich deutlich geltend macht. Dasselbe, d.h. die Bedeutung der Dichte des Fichtenbestandes für die Entwicklung desselben, geht ebenfalls hervor, wenn man die mittleren Durchmesserwerte in Mischbeständen gewachsener Fichten mit den entsprechenden Werten in naturnormalen und Kulturfichtenbeständen vergleicht. Der Mitteldurchmesser ist in einem reinen Fichtenbestand anfangs in der Regel grösser, man macht aber, wenn man nur auf mehr als 30-jährige Bestände Rücksicht nimmt, die Beobachtung, dass er bei Fichten der I Dichteklasse sowohl auf dem OMT als auf dem MT dem mittleren Durchmesser des Kulturfichtenbestandes ziemlich gleichkommt; ihre Stammzahlen entsprechen ja auch einander am nächsten. Der Mitteldurchmesser der Fichtenstämme in der II Dichteklasse ist wiederum grösser als derjenige naturnormaler Fichtenbestände, in welchen, wie bereits (S. 186) erwähnt wurde, die Stammzahl diejenige der II Dichteklasse übertrifft, hinter derjenigen der III Dichteklasse aber zurückbleibt, in welcher letzteren wiederum der mittlere Stammdurchmesser der Fichte kleiner bleibt als eben in naturnormalen Beständen. Der Dichte kommt also ein recht entscheidender Einfluss bei der Entwicklung eines Fichtenbestandes zu.

Doch auch die Beeinflussung des Fichtenbestandes durch den Weisserlenbestand lässt sich deutlich konstatieren. In sämtlichen Dichteklassen ist die Entwicklung der Stammdurchmesser der Fichte anfangs sehr langsam, und zwar langsamer als sogar in naturnormalen Fichtenbeständen, obgleich auf Grund des obengesagten der Mitteldurchmesser der Fichte wenigstens in der I und II Dichteklasse von Anfang an grösser sein müsste als in den letzteren. Die Erle ist also imstande, die Entwicklung der Fichte im Anfang gar erheblich zu erschweren, allerdings jedoch nur während einer so kurzen

Zeit, dass schon bei 40—45 Jahren die Fichte denselben mittleren Durchmesser aufweist, den sie auch bei normaler Entwicklung erreicht hätte.

Die Entwicklung des mittleren Durchmessers der E r l e lässt eine übereinstimmende Richtung erkennen (Abb. 7). Je dichter im Erlenbestand die Fichte steht, desto kleiner bleibt der mittlere Stammdurchmesser der Erle. Ausser deutlichen Unterschieden zwischen den verschiedenen Dichteklassen stellt man fest, dass der Mitteldurchmesser in einem reinen Erlenbestand immer am grössten ist. Es ist also ganz offenbar, dass beide Holzarten einander in ihrer Entwicklung stören. — Die Einwirkung der Fichte auf den Stärkenzuwachs der Erle ist noch in Tab. 9 verdeutlicht worden. Sie zeigt die Stammzahlen der Fichte sämtlicher etwa 22- (21—23), 28- (27—29) und 33- (32—34) jähriger Probeflächenbestände unter Nebenstellung der mittleren Durchmesserwerte der auf den gleichen Probeflächen stehenden Erlen. Man stellt nun fest, dass trotz einigen nichtbedeutenden Abweichungen der Mitteldurchmesser der Erle bei steigender Stammzahl der Fichte ganz offenbar abnimmt, was deutlich die Einwirkung der Fichte auf die Entwicklung der Erle an den Tag legt. Entnimmt man aus den entsprechenden Ausgleichungskurven (Abb. 2 und 7) die für die genannten Altersabschnitte (22, 28 und 33 J.) geltenden Stammzahlen der Fichte und Mitteldurchmesser der Erle, erhält man die in Tab. 10 dargelegten Zahlenwerte. Vergleicht man nun diese Zahlen mit den entsprechenden, wieder für dieselben Altersabschnitte geltenden Werte der Tab. 9, so ergibt sich, dass ungefähr den gleichen Stammzahlen der Fichte annähernd gleiche Durchmesserwerte der Erle entsprechen, woran man erkennt, dass die vorhin (S. 184) besprochene Gruppierung der Probeflächen zu Entwicklungsreihen zu befriedigenden Resultaten geführt hat.

Vergleicht man die mittleren Durchmesserwerte gemischt gewachsener Fichten und Erlen (Tab. 11: ein — vor der Zahl bedeutet, dass der Mitteldurchmesser der Fichte kleiner, ein +, dass er grösser ist als der mittlere Durchmesser der Erle), so stellt man fest, dass schon bei 40 J. die Fichte die Erle zu überholen beginnt, also erheblich früher als bei reinen Beständen.

**Oberhöhe der Fichte.** Abb. 8 stellt die die Oberhöhe der Fichte angebenen Kurven dar. Schon gleich beim ersten Blick bemerkt man, dass auch auf die Oberhöhe die Dichte der Fichte in entscheidendem Masse einwirkt, indem diese desto geringer ist, je dichter die Fichte steht. Das bedeutet, dass sich die Oberhöhe als Indikator der Bonität nur dann denken lässt, wenn annähernd gleichdichte oder zu gleichen Dichteserien gehörende Bestände gegenseitig verglichen werden. Ferner stellt man dasselbe fest wie auch im Anschluss an den mittleren Durchmesser, nämlich dass in der I Dichteklasse die Oberhöhe ungefähr die gleichen Werte erreicht wie in der ziemlich gleichdichten Bestandesform, dem Kulturfichtenbestand, und dass sie in der III Dichteklasse weit hinter derjenigen des ihr nächstlichteren Bestandes, des naturnormalen Fichtenbestandes, zurückbleibt. Auch der Einfluss der Weisserle tritt klar zutage; in der ersten Zeit macht die Oberhöhe der Fichte bemerkenswert langsame Fortschritte, viel langsamere als in reinen Fichtenbeständen. Besonders ist zu bemerken, wie sie auf den besten Standorten (OMaT) lange nur träge fortschreitet, sogar träger als auf schlechteren Böden, offenbar weil die Erle es auf dem OMaT zu einer kräftigeren Entwicklung bringt und dadurch am effektivsten imstande ist, die Entwicklung der Fichte zu hemmen.

**Mittlere Höhe.** Die mittlere Höhe eines reinen naturnormalen Fichtenbestandes ist mindestens bis zu einem Alter von 45 Jahren erheblich viel kleiner als diejenige

eines reinen Erlenbestandes (Tab. 12), obzwar der relative Unterschied sich in der Regel bei zunehmendem Alter immer mehr ausgleicht.

Die Entwicklung der mittleren Höhe der F i c h t e (Abb. 9) weist nicht dieselbe Regelmässigkeit auf wie die des mittleren Durchmessers, was davon herkommt, dass bei kümmernden Fichten der Zopf leicht eingeht und die Höhenmessungen dadurch erschwert werden. Man stellt jedoch fest, dass die Entwicklungsrichtung die gleiche ist wie vorhin; auch hier tritt die Einwirkung der Dichte des Fichtenbestandes klar zutage und die gegenseitigen Unterschiede der verschiedenen Dichteklassen sind deutlich. Beim Vergleich mit der Höhenkurve eines reinen Fichtenbestandes kann man konstatieren, dass der nachteilige Einfluss der Erle sich auch in der mittleren Höhe der Fichte deutlich, vielleicht sogar etwas länger geltend macht als im mittleren Durchmesser. Besonders kräftig ist dieser Einfluss auch diesmal auf den besten Standorten (OMaT), auf welchen die mittlere Höhe der Fichte in der Altersperiode 18—28 J. fast überhaupt nicht zunimmt.

Bei den die mittlere Höhe der E r l e angebenen Kurven (Abb. 10) fällt am meisten auf, dass die mittlere Höhenzunahme der Erle vom 20. Jahre an äusserst gering ist und gegen ein höheres Alter immer mehr ablässt. Anfangs hat die Erle ein recht vorzügliches Wachstum entwickelt, in dem Masse aber sich die Fichte kräftigt, wird auch das Wachstum der Erle langsamer, und je dichter der Fichtenbestand ist, desto früher und stärker fängt der Einfluss der Fichte an sich geltend zu machen. Die störende Einwirkung der Fichte auf den Höhenzuwachs der Erle ist also recht fühlbar.

Ein Vergleich der mittleren Höhe gemischt gewachsener Fichten und Erlen führt zu den Zahlenwerten der Tab. 13 (ein vorangestelltes — bedeutet, dass die mittlere Höhe der Fichte kleiner ist als die der Weisserle). Man stellt fest, dass während der ganzen Mischbestandsperiode die mittlere Höhe der Fichte hinter derjenigen der Erle zurückbleibt, was zu bedeuten hat, dass die Fichte auch unter der Erle fähig ist, sich zu erholen und die Entwicklung der Erle störend zu beeinflussen. Unterstrichen wird dieser Umstand auch noch dadurch, dass noch bei 30 Jahren die Oberhöhe der Fichte die mittlere Höhe der Erle nicht erreicht.

**Grunderfläche.** Die Grundfläche eines reinen naturnormalen Fichtenbestandes ist bis zum Alter von 45 J. stets kleiner als die eines reinen Weisserlenbestandes, doch gleicht sich dieser Unterschied bei zunehmendem Alter recht beträchtlich aus (Tab. 14).

Die die Grundfläche der F i c h t e in Mischbeständen angebenen Kurven sind in Abb. 11 dargestellt. Sowohl auf dem OMT als auf dem MT weist die Grundfläche der Fichte in den verschiedenen Dichteklassen eine recht gleichartige Entwicklung auf. Die zwischen den Dichteklassen bestehenden Unterschiede sind durchweg ziemlich gering, was natürlich darauf zurückzuführen ist, dass in dichten Beständen für den langsamen Zuwachs durch die hohe Stammzahl Ersatz geschaffen wird und umgekehrt in lichten Beständen für die niedrige Stammzahl durch das bessere Wachstum der Baumindividuen. Doch kann man sehen, dass auf beiden Waldtypen die II Dichteklasse das beste Resultat geliefert hat, die I Dichteklasse hingegen das schlechteste. Die zur letzteren gehörenden Bestände sind also offenbar zu licht, die der III Dichteklasse wohl zu dicht. — In der ersten Zeit macht sich der Einfluss der Weisserle in der Grundfläche der Fichte ausserordentlich deutlich bemerkbar, der Unterschied den entsprechenden für reine Fichtenbestände geltenden Kurven gegenüber ist recht gross, und zwar auf dem OMaT nach wie vor am grössten. Auf diesem Typ setzt bei der Fichte die Erholung ihrer Grundfläche äusserst spät, dafür aber allerdings recht kräftig ein.

Der Verlauf der die Grundfläche der Erle angehenden Kurven ist sehr typisch (Abb. 12); zuerst ein recht steiler Anstieg bis zum Kulminationspunkt, dann ein womöglich noch steilerer, annähernd geradliniger Fall. In einem Fichten-Weisserlen-Mischbestand nimmt die Grundfläche der Erle mithin nur während einer verhältnismässig kurzen Zeit, bis zum Alter von 25—30 J. zu, sinkt aber dann wieder rasch, bis auch die letzten Erleindividuen untergegangen sind. Dieser Zeitpunkt tritt, wie schon die Betrachtung der Stammzahlen erwies, umso zeitiger ein, je dichter die Fichte steht. Ausser hier tritt der Einfluss des Dichtstandes der Fichte auch darin zutage, dass der Maximalwert der Erlengrundfläche mit zunehmender Lichte des Fichten-Pflanzbestandes höher rückt, sowie darin, dass die Grundfläche eines reinen Weisserlenbestandes immer sehr viel grösser ist. Dass der letztgenannte Umstand nicht allein der geringeren Stammzahl der Erle in Mischbeständen zuzuschreiben ist (S. 186), das zeigen die Zahlenwerte der Tab. 15, die zu erkennen geben, dass die mittlere, pro Stamm berechnete Grundfläche in reinen Weisserlenbeständen stets grösser ist.

Die Zahlenwerte der Tab. 16 geben die Differenz zwischen den Grundflächen der Fichte und der Erle in Mischbeständen an. Die Erle wird, was die Grundflächen betrifft, von der Fichte schon recht früh, bei erreichtem Alter von 30—35 J. überholt, also viel früher als der entsprechende Vergleich bei den reinen Beständen ergab (Tab. 14), ein Hinweis darauf, dass die Entwicklung der Erle in einem Mischbestand viel stärker leidet als die der Fichte.

Die Grundfläche eines Fichten-Weisserlen-Mischbestandes erhellt aus Tab. 17. In den Zahlenreihen macht sich oft eine recht grosse Unregelmässigkeit bemerkbar, es tritt sogar nach einem gewissen Alterszeitpunkt eine Verminderung der Grundfläche ein, was natürlich davon herrührt, dass die Grundfläche der Erle schon in raschem Abnehmen begriffen ist, wenn sie bei der Fichte noch zu wachsen fortsetzt. Aus diesem Grunde lassen sich die in Frage stehenden Zahlen nur schwer den entsprechenden für reine Bestände geltenden Zahlenwerten gleichstellen; des Vergleiches halber ist jedoch die Grundfläche des Kulturfichtenbestandes (ERKKI K. CAJANDER 1933) den Zahlenwerten dieser Tabelle nebengestellt worden.

Die die Entwicklung der Kiefer und der Birke in der hier zu behandelnden Mischbestandesart beleuchtenden Ergebnisse der vorl. Untersuchung gründen sich auf diejenigen Kiefern und Birken, die in einigen der untersuchten Bestände vereinzelt angetroffen wurden und deren Häufigkeit aus Tab. 18 erhellt. Ausgeführte Höhenmessungen zeigten, dass beim Vorhandensein aller vier Hauptholzarten im Bestand die Erle anfangs die übrigen an Höhe übertrifft, aber schon bei 20 J. von der Birke eingeholt wird. Letztere behält dann etwa bis zum Alter von 40 J. die Führung, wird aber nun ihrerseits wieder von der Kiefer überholt, die in älteren Beständen denn auch die höchste Kronenschicht bildet. An der Weisserle vorbei wächst die Kiefer schon bei 25—30 J., während hingegen die Fichte noch in einem Alter von 70—80 J. nie als höchste Holzart des Bestandes auftritt, obwohl sie bei diesem Alter neben die Birke heranwächst. Diese Entwicklung veranschaulicht die Zusammenstellung auf S. 115, in welcher bei jedem Alterszeitpunkt die Holzarten in der Reihenfolge von der höchsten zur niedrigsten angegeben sind; Bogenklammern verbinden annähernd gleichhohe Holzarten (le = Erle, ko = Birke, mä = Kiefer, ku = Fichte). Die Entwicklung der mittleren Höhe von Kiefer und Birke in dieser Mischbestandesart wird durch Abb. 13 veranschaulicht. Man konstatiert, dass wenigstens ein normaldichter (II. Dichteklasse) Fichtenbestand nicht in wesentlicherem Masse imstande ist, den Stärkenzuwachs der

genannten Holzarten zu stören. Dagegen ergab sich in einigen Probeständen mit besonders dicht stehender Fichte, dass sowohl Kiefer als Birke in ihrer Entwicklung recht stark gestört worden waren. Als Beispiel sei angeführt:

	Alter J.	Stammzahl pro ha	Mitteldurchm. cm		Alter J.	Stammzahl pro ha	Mitteldurchm. cm
Fichte ..	30	16 910	2.7	Fichte ..	30	18 825	—
Erle ....	30	4 840	3.5	Erle ....	30	7 494	3.2
Kiefer ..	30	210	4.5	Birke ..	30	4 839	1.7

In diesen Fällen ist die Entwicklung der Kiefer und Birke weit hinter normal zurückgeblieben, ist also eben durch die Fichte gestört worden.

### Besprechung der Ergebnisse (S. 122—137).

Zahlreiche Untersuchungen und Beobachtungen haben den Nachweis ergeben, dass die Fichte auch in reinen Beständen anfangs eine der am trügsten wachsenden Holzarten ist (vgl. z.B. FLURY 1895; Y. ILVESSALO 1920 a, b, u.a.), während die Weisserle zu den am raschesten wachsenden gehört (z.B. ÖRTENBLAD 1902; HEIKINHEIMO 1915; MIETTINEN 1932, u.a.). Es ist mithin verständlich, dass bei gleichzeitiger Besamung einer Fläche durch Fichte und Erle erstere von Anfang an hinter der Erle zurückbleibt und in der ersten Zeit von dieser überwachsen wird. Zahlreiche Beobachtungen weisen jedoch darauf hin, dass in den allerersten Jahren die Entwicklung der Fichte dessenungeachtet nicht durch die Erle gestört wird, sondern dass die Fichte im Gegenteil unter dem Schirmbestand am besten gedeiht (HEIKINHEIMO 1935; AALTONEN 1936<sup>1</sup>, u.a.) und der störende Einfluss der Erle erst später, etwa bei 10 J. sich geltend zu machen beginnt.

Wichtigste Ursachen zur Störung des Wachstums der Fichtenpflanzen sind natürlich die durch die Erle zuwegegebrachte Beschattung sowie die gegenseitige Wurzelkonkurrenz zwischen Fichte und Erle. Indes scheinen ausgeführte Untersuchungen darauf hinzudeuten, dass die Beschattung in diesem Fall nicht als ein Faktor von ausschlaggebender Bedeutung angesprochen werden kann. Die Fichte ist ja bekanntlich schattenfest und fähig auch in schwächerem Licht als die meisten anderen Holzarten eine hinreichende assimilatorische Tätigkeit zu entfalten (SEIDENSTICKER 1849; G. HEYER 1852; KRAFT 1878; GAYER 1898; WIESNER 1907; MAYR 1908; BÜHLER 1918; STÄLFELT 1921; GIA 1927; LUNDEGÄRDH 1930), und Untersuchungen der letzten Zeit lassen es höchst wahrscheinlich erscheinen, dass der Fichte geradezu das Bedürfnis eigen ist, im Schutze eines Schirmbestandes zu wachsen (AALTONEN 1936); wie erwähnt, gedeiht sie hier auch tatsächlich am besten (vgl. ERKKI K. CAJANDER 1934). Andererseits kommt dem Laubdach der Erle keine besonders stark schattenspendende Wirkung zu, wie z.B. von LINKOLA (1921), MIETTINEN (1932) sowie von AICHINGER und SIEGRIST (1930) dargelegte Pflanzenartenlisten auch zeigen und weshalb die Erle auf Weideflächen sehr beliebt ist. Weiter hat man sich zu erinnern, dass die Erle in Südfinnland durchschnitt-

<sup>1</sup> AALTONEN, V. T., 1936. Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. Acta Forest. Fenn. 42.



lich erst um den 25. Mai herum ausschlägt (KUJALA 1924), also ungefähr zur selben Zeit, als auch die Fichte ihr Wachstum wieder aufnimmt (HERTZ 1929). Der Fichte wird also im Anfang reichlich Licht geboten, denn erst gegen Ende Juni hat das Laub der Erle ihre volle Ausbildung erlangt.

Schon diese Umstände weisen darauf hin, dass die Lichtverhältnisse nicht eine entscheidende Rolle bei der Wachstumsstörung der Fichtenpflanzen spielen, und auch die Ergebnisse einiger vorhin schon besprochenen Messungen erweisen dasselbe. Es ist nämlich schwer zu begreifen, warum im Wachstum der Fichte bei etwa 25 J. auf einmal eine kräftige Erholung eintritt, da ja doch nicht angenommen werden kann, dass sich die Lichtverhältnisse ausgerechnet zu dieser Zeit plötzlich nach einer für die Fichte günstigen Richtung hin veränderten, und noch schwerer, ja geradezu unmöglich dünkt es so zu erklären, warum die Erle schon in recht jungen Mischbeständen schlechter wächst als in reinen und warum ihr Wachstum durch einen dichteren Fichtenbestand stärker gestört wird als durch einen lichtereren. Es wurde ja oben gezeigt, dass die mittlere Höhe der Erle von der Fichte erst bei etwa 40 J., also ganz in den letzten Jahren des Mischbestandes überholt wird. Erst zu dieser Zeit ist also die Fichte imstande, durch ihre Seitenbeschattung stärker störend auf das Wachstum der Erle einzuwirken; doch liess sich der Einfluss der Fichte auf die Entwicklung der Erle schon erheblich früher, mindestens schon bei 15—20 J. feststellen, als die Fichte noch vollständig unter der Erle lag (vgl. die an Hand der Messungen ausgeführten schematischen Zeichnungen auf S. 128). — Offenbar stellt die zwischen Fichte und Erle bestehende Wurzelkonkurrenz den Faktor dar, der über die Entwicklung dieser Mischbestandesart entscheidet.

Wenn beide Holzarten gleichzeitig auf einer Fläche erscheinen, so ist es klar, dass sie in der ersten Zeit recht frei und ungestört nebeneinander fortbestehen können; es versteht sich deshalb, dass auch die Fichtenpflanzen im Anfang höchst vorzüglich gedeihen. Je dichter die Fichte steht, desto früher berühren sich die Ernährungsräume der einzelnen Baumindividuen. Wenn sich nun die Wurzelsysteme allmählich schliessen, wird die Nährstoffaufnahme der Fichtenpflanzen erschwert, und zwar natürlich desto früher je dichter der Bestand ist, so dass diese bei gewissem erreichten Alter am längsten hierunter gelitten haben und in ihrer Entwicklung am weitesten zurückgeblieben sind. Hierdurch ist es verständlich, dass schon bei 20 J. in den mittleren Höhenwerten zu verschiedenen Dichteklassen gehörender Fichten-Pflanzbestände deutliche Unterschiede auftreten. — Auch tritt die Beeinflussung der Erle durch die Fichte deutlich zutage und zeugt insbesondere für das Vorhandensein der Wurzelkonkurrenz, da die Fichte ja von unten die Erle nicht beschatten kann. Je lichter der Fichten-Pflanzbestand ist und je schwächer also die Wurzelkonkurrenz, desto mehr entspricht das Entwicklungsstadium der Erle demjenigen eines reinen Erlenbestandes und umgekehrt. Wenigstens die Weisserle reagiert also sehr empfindlich gegen die Wirkungen der von seiten der Fichte kommenden Wurzelkonkurrenz, auch wenn sie die letztere Holzart an Grösse übertrifft und so am besten gegen sie standzuhalten vermag. Doch auch der Einfluss der Erle auf die Entwicklung der Fichte lässt sich wahrnehmen, am deutlichsten darin, dass auch die lichtesten Fichten-Pflanzbestände wenigstens bei 15—25 J. eine schwächere Entwicklung aufweisen als beträchtlich dichtere, aber reine Fichtenbestände.

Indem nun beide Holzarten Jahr für Jahr ihr Wachstum fortsetzen und einen immer grösseren Raum für sich beanspruchen, wird auch die zwischen ihnen bestehende Wurzelkonkurrenz immer heftiger, sich schliesslich bis aufs äusserste zuspitzend. Da die einzelnen, biotisch gleichstarken Fichtenindividuen schliesslich doch nicht von-

einander genug Platz erhalten, geht die Konkurrenz ohne Zweifel in einen Kampf der Holzarten über, in welchem die Erle als schwächere unterliegt; sie kämpft für ihre Erhaltung bis ins längste: bis zu einer gewissen Grenze hält sie aus, dann bricht ihr Widerstand fast plötzlich zusammen, sie beginnt aus dem Bestand zu verschwinden und schon nach etwas mehr als 10 Jahren findet sich im Bestand keine Erle mehr. Der plötzliche Zusammenbruch der Erle, der etwa bei 25—30 J. eintritt, spiegelt sich deutlich in der Erholung der Fichtenpflanzen wider. Diese erholen sich umso kräftiger, je lichter der Fichten-Pflanzbestand ist, am schwächsten ist die Erholung in den dichtesten Pflanzbeständen, in welchen durch das Sterben der Erle der Wuchsraum sich relativ am wenigsten zugute der Fichte vergrössert. Besonders wichtig ist zu merken, dass die Fichten nach der Erholung ein recht kräftiges Wachstum entwickeln; die lichtesten Pflanzbestände sind imstande, in 15—20 Jahren den Wachstumsverlust voll zu ersetzen, der ihnen während 30 Jahren unter dem Druck der Erle zugefügt worden war.

#### Die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen (S. 137—155).

Als nun so die Untersuchungen eine grosse Bedeutung der Wurzelkonkurrenz in der Entwicklung der vorliegenden Mischbestandesart offenbart hatten, schien es zweckmässig, die Wurzelsysteme der zwei diesbezüglichen Holzarten in ihren Beziehungen zueinander zu untersuchen.

Das Wurzelsystem der Weisserle (S. 137—141). Da sich über das Wurzelsystem der Weisserle in der Forstliteratur kaum genauere Beschreibungen finden als lediglich Erwähnungen in den Lehrbüchern (vgl. jedoch BRÜCKNER und JAHN 1932), sei es hier das Wurzelsystem der Erle zum besseren Verständnis der Beziehungen des Wurzelsystems der Erle zu demselben der Fichte kurz geschildert.

Die Untersuchung ergab die Feststellung, dass bei der Weisserle sämtliche Wurzeln ziemlich ohne Ausnahme gleich unter der Bodenoberfläche parallel mit dieser verlaufen, um erst an der Spitze oft recht steil nach unten abzubiegen. Einen deutlich vertikalen Teil besitzt das Wurzelsystem nicht, tiefer dringen gelegentlich nur manche Krümmungen der wagrechten Wurzeln; höhere Tiefen als 10 cm werden aber auch in solchen Fällen nur selten erreicht und recht rasch sucht sich die Wurzel wieder in höhere Lagen. Der oberflächliche Verlauf der Wurzeln wird ferner auch durch den Umstand erwiesen, dass sie sich mit den Wurzeln der Fichte, deren oberflächliches Wurzelsystem ja bekannt ist, kreuz und quer verflechten (Abb. 21 und 22). Nur ein einzigesmal wurde eine einsame, direkt nach unten gerichtete Wurzel angetroffen und bis zu einer Tiefe von 80 cm verfolgt, wo sie, noch 2 mm dick, abbrach (Abb. 18). Es handelt sich hier um einen offenbar seltenen Fall. — In Tab. 19 finden sich Zahlenwerte über die Ausdehnung des Wurzelsystems der Weisserle neben den entsprechenden Werten für annähernd gleichgrosse Birken, Fichten und Kiefern (letztere nach LAITAKARI 1927; 1930) aufgestellt. Abweichungen lassen sich zwar nach verschiedenen Richtungen hin feststellen, doch dürfte man sagen können, dass von gleichgrossen Bäumen die Birke wahrscheinlich in der Regel ein weiter ausladendes Wurzelsystem besitzt als die Erle; das Wurzelsystem der Fichte kommt ihr anfangs gleich, breitet sich aber bei zunehmendem Alter aus, und das Wurzelsystem der Kiefer scheint von ungefähr gleicher Ausdehnung zu sein. — Die Wurzeln der Weisserle verjüngen sich nicht immer gleichmässig

gegen die Spitze zu, sondern ihre Dicke kann unregelmässigen Schwankungen unterworfen sein. Wurzelverwachungen kommen häufig vor.

Die Weisserle besitzt also ein sehr seicht, nahe unter der Bodenoberfläche fast ausschliesslich horizontal verlaufendes Wurzelsystem. Tiefwurzeln sind selten, aber die Wurzelspitzen biegen allgemein nach unten ab. Das Wurzelwerk erreicht keine grosse Ausdehnung und ist auch nicht nennenswert stark verzweigt.

Die Probestellen (S. 141—155). Bei der Wahl der Typenfälle wurde darauf geachtet, dass folgende Fälle in ihnen Vertretung fanden: 1. Machtperiode der Weisserle (weniger als 25-jährige Bestände), 2. Kulmination der Machtperiode der Erle (25—30-jährige Bestände) und 3. Beginn der Machtperiode der Fichte (über 35 Jahre alte Bestände), um durch ihren Vergleich aufschluss über die im gegenseitigen Verhältnis der Wurzelsysteme beim altern des Bestandes stattfindenden Veränderungen zu erhalten.

Probestelle 1 (S. 142—143). Fichte: 23 J., D 1.3 3.9 cm, H 3.3 m. Erle: 24 J., D 1.3 6.3 cm, H 8.4 m. Streuschicht 4—6 cm, Humus 7—8 cm, darunter ziemlich feiner, feuchter Moränenboden. Wachstum der Fichte gut, ohne ernstlichere Unterbrechungen. Die Wurzelkarte (Abb. 27) zeigt, dass in diesem Falle beide Wurzelsysteme sich nach ihren eigenen Richtungen orientieren, ohne in näherer Berührung miteinander zu stehen, weshalb zwischen ihnen offenbar keine nennenswerte Wurzelkonkurrenz herrscht; dadurch lässt sich auch das vorzügliche Wachstum der Fichte erklären.

Probestelle 2 (S. 142—145). Fichte: 24 J., D 1.3 2.7 cm, H 1.9 m. Erlen, A: 24 J., D 1.3 8.4 cm, H 10.4 m, B: 24 J., D 1.3 7.0 cm, H 8.7 m. Derselbe Bestand wie vorhin. Die Fichte zählt zu den einigen sehr kümmernden Individuen des Bestandes, in den letzten Jahren hatte ihr jährlicher Höhenzuwachs durchschnittlich nur 8 cm betragen. — Schon ein kurzer Blick auf die Wurzelkarte (Abb. 19 und 28) lässt erkennen, dass hier zwischen den Wurzelsystemen schon ein ganz anderes Verhältnis herrscht als vorhin. Jetzt drängen sich Erlenwurzeln dicht fast überall um die Fichtenwurzeln herum, nur eine einzige von den letzteren doch wenigstens teilweise freilassend. Da beide Wurzelsysteme sich annähernd in derselben Tiefenlage befinden, so leuchtet es ein, dass hier der Wurzelkonkurrenz eine weitaus grössere Rolle zukommt als im erstbeschriebenen Fall und dass das schwache Wachstum der Fichte mithin wohl begrifflich ist. Eine Einzelheit bei diesen Wurzelsystemen dürfte wohl noch Erwähnung verdienen (Abb. 20). Eine zarte Fichtenwurzel ist anfangs der Erle entgegengewachsen, bis sie eine ihrer Wurzeln getroffen hat; hier hat sie sich fest um die Erlenwurzel gewunden um sich danach wieder schroff von ihr abzuwenden. Vorläufig lässt sich unmöglich behaupten, es handelte sich hier um ein wirkliches Meiden der anderen Holzart, um eine Art negativen Tropismus, unmöglich dürfte es aber auch nicht sein.

Probestelle 3 (S. 145—148). Fichte: 22 J., D 1.3 3.1 cm, H 2.4 m. Erle: 21 J., D 1.3 5.2 cm, H 6.5 m. Streu 1—3 cm, Humus 20+ cm. Die Fichte hatte in einer früheren Periode ein äusserst langsames Wachstum aufgewiesen, indem ihr Höhenzuwachs nur 2—5 cm jährlich betragen hatte, hatte sich aber später wieder erholt und war nun annähernd normal hoch. Die Wurzelkarte (Abb. 29) lässt erkennen, dass gegenwärtig ein grosser Teil der Fichtenwurzeln frei für sich fortlebt, desgleichen auch die Erlenwurzeln, weshalb sich das gute Wachstum der Fichte recht natürlich erklären lässt. Doch nicht immer hat es sich so verhalten (Abb. 21). Drei starke Erlenwurzeln sind ganz am Stammgrunde der Fichte vorbei gewachsen um sich erst ein Stück weiter zu verzweigen. Da sie ganz im Niveau der Fichtenwurzeln liegen (Abb. 22), kann man sich leicht vorstellen, wie die Entwicklung der Fichtenpflanze durch die Erle zu jener

Zeit gestört worden ist, als sich die nahrungsaufnehmenden Wurzelteile der letzteren dicht am Stammgrunde der Fichte befanden, insbesondere wenn man in Betracht zieht, dass der Höhenunterschied dieser beiden Holzarten in ganz jungen Beständen am grössten ist und die Erle also im Vergleich zur Fichte biotisch am stärksten. In dieser Weise hat man sich die langsame Entwicklung der Fichte an einem früheren Zeitpunkt zu denken, wenigstens deuten die Ergebnisse der Ausgrabung darauf.

Probestelle 4 (S. 148—150). Fichten, A: 24 J., D 1.3 0.7 cm, H 1.5 m, B: 24 J., D 1.3 — cm, H 1.3 m. Erlen, A: 25 J., D 1.3 6.9 cm, H 8.8 m, B: 25 J., D 1.3 7.2 cm, H 9.4 m, C: 24 J., D 1.3 6.5 cm, H 7.7 m. Streu 1—3 cm, Humus 3—6 cm, darunter grobe, steinige Moräne. Der Fall dient zur Veranschaulichung einer möglichst ungünstigen Entwicklung der Fichte. Beide Fichten haben während der ganzen Zeit stark gelitten, die eine hat in 5 Jahren durchschnittlich 5 cm, die andere 4 cm jährlich an Höhe zugenommen. Das Herauspräparieren der Wurzelsysteme war in diesem Fall äusserst schwierig, dermassen hatten sich die Wurzeln der beiden Holzarten ineinander verflochten (Abb. 24 und 30). Es ist offenbar, dass die Entwicklung der Fichtenpflanzen durch die den Boden überall durchsetzenden Erlenwurzeln stark erschwert worden ist, denn keinen ihrer Wurzeln ist es gelungen, »freies Land« zu treffen. Ausserdem deuten einige Anzeichen geradezu auf eine Verfolgung der Fichte durch die Erle (Abb. 23). Mehrere Wurzeln (× × und × × ×) oder Wurzeläste (×) sind sogar nach verschiedentlichen Krümmungen den Fichtenstämmen entgegen und unten hindurch gewachsen oder haben sie fast völlig umringt, gleichsam mit der Absicht ihnen einen möglichst grossen Schaden herbeizuführen. Solche Fälle bedürfen noch einer weiteren Klarlegung. Ferner kann man aus der Wurzelkarte ersehen, dass auch mehrere Fichtenwurzeln sich in die Nähe der Erlen gesucht haben, wo der Boden frei von nahrungsaufnehmenden Wurzelteilen der Erle ist und wo sie sich also relativ ungestört breit machen können. Es sei erwähnt, dass der Abstand zu den nächsten Wurzelknöllchen vom Grunde der Erle B 80 cm, der Erle C 105 cm beträgt.

Probestelle 5 (S. 150—151). Fichte: 29 J., D 1.3 3.8 cm, H 3.2 m. Erlen, A: 29 J., D 1.3 4.8 cm, H 7.2 m, B: 29 J., D 1.3 3.7 m, H 6.6 m. Streu 1—2 cm, Humus 6—8 cm, darunter grobe, recht steinige Moräne. Der Wuchs der Fichte ist zuvor recht kümmernd gewesen, hat sich aber in den letzten Jahren gebessert, der Erlen dagegen verschlechtert. Die Wurzelkarte (Abb. 31) zeigt, dass sich das Wurzelsystem deutlich von der Erle abgewandt hat, ihr gleichsam ausgewichen ist. Da dieser Fall nicht den einzigen in seiner Art darstellt, verdient er nähere Beachtung. Ein weiterer wichtiger Umstand ist der, dass hier bei der Erle zum erstenmal von den untersuchten Fällen tote Wurzeln auftreten, und interessant ist festzustellen, dass diese sämtlich von Fichtenwurzeln dicht umgeben sind, während keine »freien« Erlenwurzeln gestorben sind. Da bei der Erle als erste diejenigen Wurzeln eingehen, die den Fichtenwurzeln am nächsten gelegen sind, kommt man leicht auf den Gedanken, die Fichtenwurzeln hätten ihren Anteil am Sterben der Erlenwurzeln, insbesondere da die Messungsergebnisse gezeigt haben, dass die Fichte »von unten her« auf die Entwicklung der Erle einzuwirken vermag.

Probestelle 6 (S. 152—154). Fichten, A: 34 J., D 1.3 9.1 cm, H 6.2 m, B: 33 J., D 1.3 1.1 cm, H 1.8 m, C: 29 J., D 1.3 1.4 cm, H 2.3 m, D: 34 J., D 1.3 2.0 cm, H 2.8 m. Erle: 34 J., D 1.3 8.3 cm, H 9.5 m. Streu 3—6 cm, Humus 8—10 cm, darunter ziemlich grobe Moräne. Die Weisserle ist eine der letzten noch lebenden des Bestandes, kümmernd und schwachwüchsig. Von den Fichten weist insbesondere A ein kräftiges Wachstum auf, hat aber seinerzeit, ebenso wie auch die anderen Fichten-

individuen, ebenfalls gelitten. Auch die Fichten C und D haben sich in den letzten Jahren erholt, während hingegen die am ungünstigsten stehende Fichte B noch immer leidet. Die Wurzelkarte (Abb. 32) gibt zu erkennen, dass die Fichte A ihr Wurzelwerk recht deutlich von der Erle abgewendet hat, der Erle direkt entgegen ist keine einzige ihrer Wurzeln gewachsen. Auch die Wurzeln der C-Fichte haben sich von den Wurzeln der Erle abgekehrt, trotzdem diese Fichte recht weit von der Erle entfernt steht. Da sie aber 5 Jahre jünger ist als die übrigen und also ungefähr zu der Zeit entstanden ist, als das Wurzelende der Erle sich gerade an dem Punkt befand, wo die Fichte nun steht, ist die Lage ihrer Wurzeln verständlich. Tote Wurzeln und Wurzelteile fanden sich bei dieser Erle reichlich, aber auch hier ist zu bemerken, dass sie sämtlich in der Gegend der Fichte A gelegen sind, während hingegen keine einzige der längsten Erlenwurzeln eingegangen war. Die Erle ist also in ihrem Nahrungsbezug in den letzten Jahren ausschliesslich auf diese ihre längsten Wurzeln angewiesen gewesen, die sich ausserhalb des Nahrungsraumes der Fichte befinden. Hierdurch ist es verständlich, dass sich die Erle am längsten an Waldrändern erhalten kann und dass zuerst die mitten innen im Bestande stehenden Individuen sterben, deren Wurzeln nie »freies Land« erreichen können.

Probestelle 7 (S. 154—155). Fichte: 34 J., D 1.3 7.6 cm, H 5.5 m. Erle: 19 J., D 1.3 3.9 cm, H 5.8 m. Der gleiche Bestand wie vorhin. Dieser Fall dient zur Klarlegung dessen, wie die Wurzeln der Fichte sich zu denjenigen Erlenpflanzen oder -Schösslinge verhalten, die beim beginnenden Sterben der Erle sich oft in den Beständen einfinden. Die Erle, vermutlich ein Wurzelschoss, zeigt kümmernden, schwachen Wuchs. Aus der Wurzelkarte (Abb. 33) ersieht man, dass das gegenseitige Verhältnis der Wurzelsysteme in diesem Fall ein ganz anderes ist als auf den vier erstbeschriebenen Probestellen. Jetzt hat sich das Wurzelsystem kräftig um dasjenige der Erle ausgebreitet und nichts deutet auf ein eventuelles Meiden der Erlenwurzeln. Dagegen ist das Wurzelwerk der Erle recht klein und hat sich hauptsächlich in der Richtung weg von der Fichte ausgebildet. Die meisten ihrer Wurzeln sind tot, was natürlich bei einem so jungen Alter abnorm ist. Es ist ganz offenbar, dass sich hier die Rollen bereits getauscht haben und die Fichte danach bestrebt ist, das Aufkommen einer neuen Erlengeneration zu verhindern.

#### Zusammenfassung der Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen (S. 155—160).

Machtperiode der Weisserle, weniger als 25-jährige Bestände (Probestellen 1—4). Die Probestellen 1, 2 und 4 bilden eine Reihe, in welcher die Entwicklung der oberirdischen Teile der Fichten sich immer verschlechtert, obgleich der umgebende Bestand in sämtlichen Fällen möglichst gleichartig gewesen ist; die Ursache hierzu muss deshalb offenbar in der Wurzelkonkurrenz zu suchen sein. In Tab. 19 ist versucht worden, dieses Abhängigkeitsverhältnis zu verdeutlichen (1 = zu Zwecken der Kartierung gebildete, ausschliesslich Fichtenwurzeln enthaltende Quadrate zu 1 m<sup>2</sup>, 2 = prozentischer Anteil dieser Quadrate an der Summe derjenigen Quadrate, die Fichtenwurzeln enthalten, 3 = durchschnittliche Gesamtlänge der Erlenwurzeln in Quadraten mit Wurzeln beider Holzarten). Man stellt fest, dass je mehr Quadrate nur Wurzeln der Fichte enthalten, desto besser entwickelt sich die Fichte und je dichter die Fichtenwurzeln von Erlenwurzeln umgeben werden, desto schlechter ist auch die Fichte gewach-

sen: es wird also die Entwicklung der Baumindividuen durch die gegenseitige Lage ihrer Wurzelsysteme beeinflusst. Es ist ja klar, dass wenn man nicht von einer systematischen Nährstoffaufnahme der einen Holzart aus tieferen oder seichteren Bodenlagen als die andere sprechen kann, sondern diese in ungefähr gleicher Tiefe vorsieht, die Wurzelkonkurrenz strenger dort sein muss, wo die Wurzeln dichter und also näher beieinander verlaufen. Auf das gleiche deuten auch die Ergebnisse der Probestelle 3 hin, die zu erkennen geben, dass zu jener Zeit, als die nahrungsaufnehmenden Wurzelspitzen der Erle sich beim Stammgrund der Fichte befanden, diese kümmernte, sich aber wieder erholt, als die Erlenwurzeln an ihr bereits vorbeigewachsen waren. Entwicklungsstadium der Fichte und Wurzelnahe der Erle stehen somit offenbar in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander. Diese Vermutung wird durch die Beobachtungen gestützt, welche erweisen, dass die Erle von den Fichtenwurzeln gemieden wird. Sehr viele Wurzeln der Fichte wenden sich schon gleich bei ihrer Basis deutlich von der Erle ab und behalten diese Richtung auch in der Fortsetzung bei. Auf Probestelle 6 sind die Wurzeln einer im Vergleich zu den übrigen um einige Jahre jüngeren Fichte ebenfalls von den Erlenwurzeln abgekehrt, trotzdem die Fichte recht entfernt von der Erle steht. Sie hat wahrscheinlich zu jener Zeit gekeimt, als die Wurzelspitzen der Erle sich gerade an dieser Stelle befunden hatten, und hat sich aus diesem Grunde in der geschilderten Weise entwickelt. Und wiederum auf Probestelle 1 hat sich eine Fichtenwurzel nach ihrem Zusammentreffen mit einer Erlenwurzel gleich wieder von ihr entfernt, gleichsam vor ihr schreckend. Ferner auf Probestelle 4, wo es den Fichtenwurzeln nicht gelungen war, »freies Land« zu erreichen, hatten sie sich zum Stammgrunde der Erlen gesucht, wo schwächste Konkurrenz herrschte (vgl. MATTHES 1911). Dagegen wurde bei den Erlenwurzeln in keinem Fall ein Meiden der Fichtenwurzeln festgestellt, eher denn umgekehrt. So waren auf Probestelle 3 mehrere Erlenwurzeln den Fichtenwurzeln geradewegs entgegengewachsen und Probestelle 4 lässt den Eindruck aufkommen, dass die Fichtenwurzeln von denjenigen der Erle fast bewusst angegriffen wurden um ihre Entwicklung zu hemmen.

Während der Machtperiode der Erle ist die Stellung der Fichte im Vergleich zur Erle offenbar sehr ungünstig, was auch schon die Messungsergebnisse erweisen.

Kulmination der Machtperiode der Weisserle, 25—30-jährige Bestände (Probestellen 5 und 6). Es lässt sich schwer vorstellen, eine höhere Pflanze erleide ganz plötzlich einen natürlichen Tod, das Sterben ist stets allmählich. Aus diesem Grunde ist die Feststellung interessant, dass schon bevor in den oberirdischen Teilen der Erle Anzeichen des beginnenden Sterbens merkbar werden, im Wurzelsystem tote Partien auftreten, und vor allem, dass gerade die den Fichtenwurzeln am nächsten gelegenen Teile des Erlenwurzelsystems zuerst dem Tode zum Opfer fallen. Da wie bereits vorhin erwähnt die Fichte schon auf einem recht frühen Stadium imstande ist, die Entwicklung der Erle zu beeinflussen, und zwar nur auf dem Wege der Wurzelkonkurrenz, d.h. in der Weise, dass die verschiedenen Wurzelsysteme miteinander schon zeitig Fühlung haben, dünkt der Gedanke recht natürlich, dass wenn die Machtperiode der Erle mit aller Wahrscheinlichkeit schon vorzeitig ihrem Ende entgegengeht, die Anzeichen des Zusammenbruchs zuerst dort in Erscheinung treten, wo sich der Einfluss der Fichte am innigsten und zugleich am stärksten geltend macht.

Beginn der Machtperiode der Fichte, über 30 jährige Bestände (Probestelle 7). Das vorhin gesagte erhält durch die Verhältnisse auf Probestelle 7 weitere Stütze. Von den Wurzeln der in der Nähe einer Fichte aufgewachsenen Erle

sind so zahlreiche gestorben, dass sich diese Erscheinung unmöglich auf spontanem Wege erklären lässt; ebensowenig kann man sich denken, dass es der Erle gelingen wird, sich nur mit Hilfe der noch lebenden Wurzeln auch in der Fortsetzung am Leben zu erhalten. Ein so einseitig ausgebildetes und von der Fichte abgekehrtes Wurzelsystem ist bei keiner einzigen anderen Erle angetroffen worden, weshalb sich der Einfluss der Fichte in diesem Fall aufs äusserste deutlich bemerkbar macht. Die Fichte ist jetzt der stärkere und unterdrückt schonungslos den schwächeren, die Erlenpflanzen und -Schösslinge.








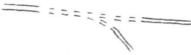
Die Schlussfolgerungen, die sich aus den Bestandesmessungen hinsichtlich der Entwicklung gemischt wachsender Fichte und Weisserle ergaben, erhalten also durch die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen kräftige Stütze.

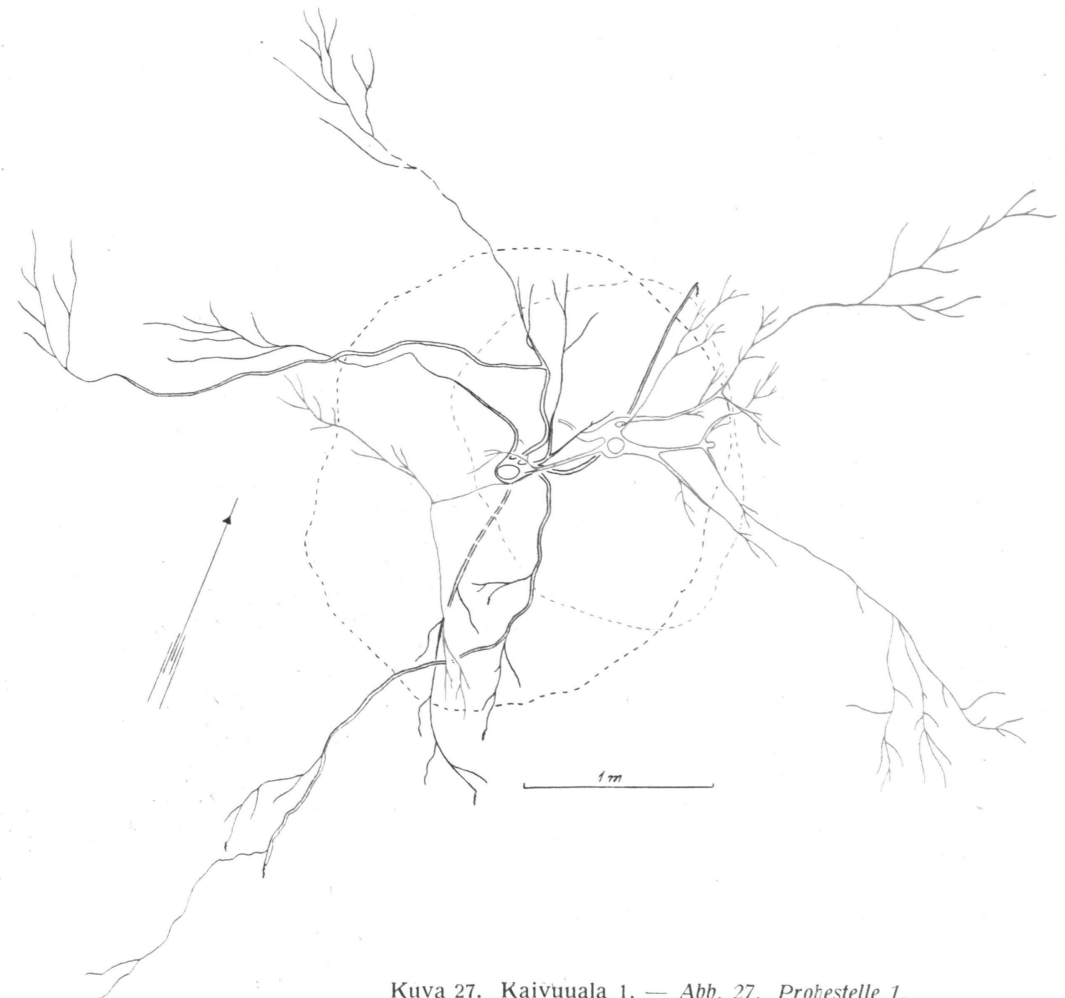
#### **Über die Pflege der Fichten-Weisserlen-Mischbestände (S. 161—171).**

Auf Grund der bei der Untersuchung erzielten Ergebnisse und zugleich gestützt auf frühere Untersuchungen wird in diesem Abschnitt ein Überblick über die wichtigsten Massnahmen zur Pflege dieser Mischbestandesart gegeben. Zum Schluss werden einige sich auf das Wachstum von der Erle befreiter Fichten-Pflanzbestände beziehende Messungsergebnisse angeführt, die erkennen lassen, wie sich das Wachstum der Fichte nach der Befreiung erholt. (Tab. 22, Abb. 26; die dicke schwarze Linie veranschaulicht die Entwicklung eines mit der Erle gemischt wachsenden Fichten-Pflanzbestandes I Dichteklasse, die gebrochenen Linien wiederum diejenige befreiter Pflanzbestände.)

## **JUURISTOKARTAT WURZELSYSTEMKARTEN**

Merkkien selitys — Zeichenerklärung

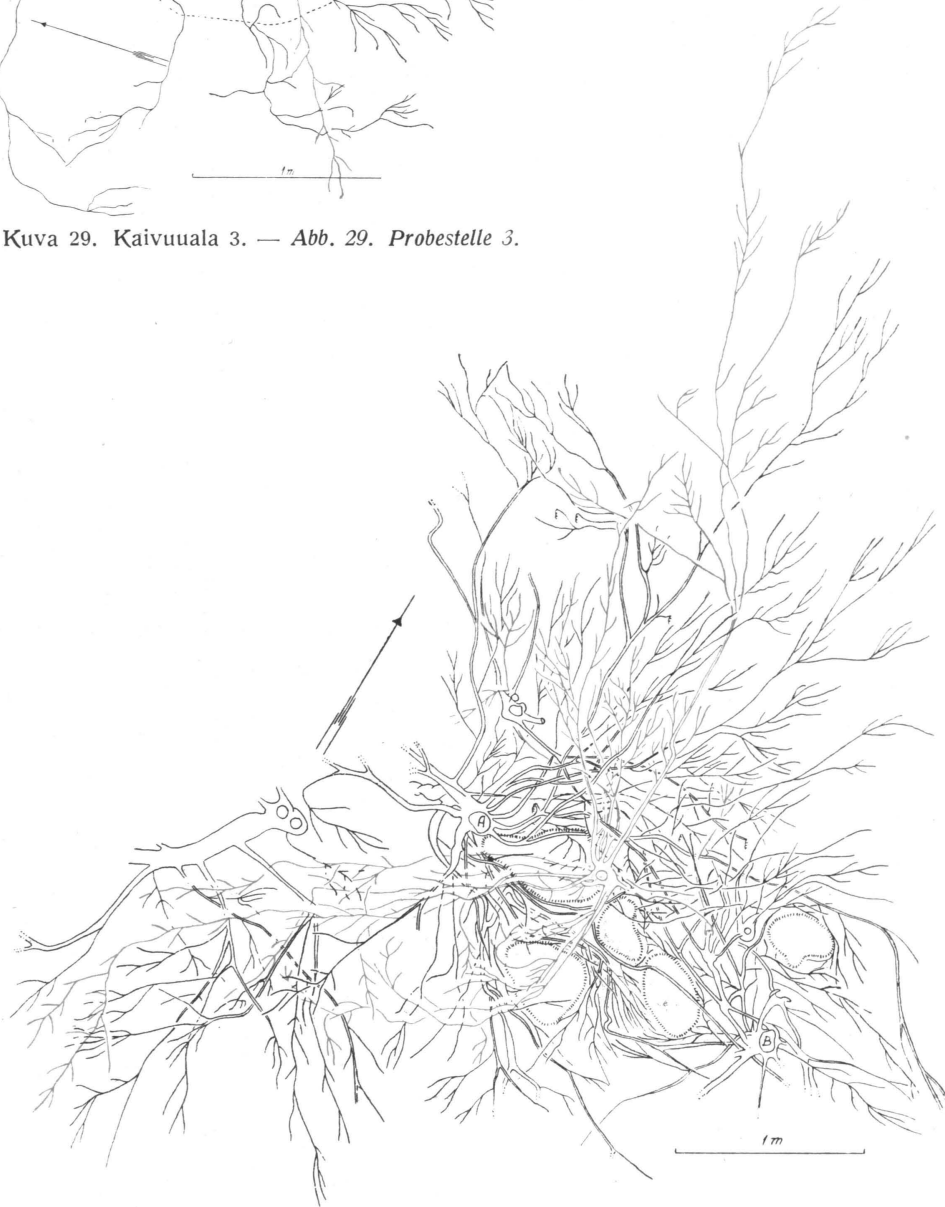
- |   |   |   |
|---|---|---|
|  | Latvuspiiri   | } punainen: kuusi<br>} musta: harmaaleppä |
|  | Kronenprojektion  |   |
|  | Kivi — Stein  |   |
|  | Juurivesa — Wurzelbrut  |   |
|  | Laho juuri — vermorschte Wurzel   |   |
|  | Kuollut juuri — abgestorbene Wurzel   |   |
|  | Juuri jatkuu — die Wurzel geht weiter   |   |
|  | Yli 10 sm:n syvyyteen menevä juuren osa<br>Wurzelteil, der über 10 cm tief reicht |   |



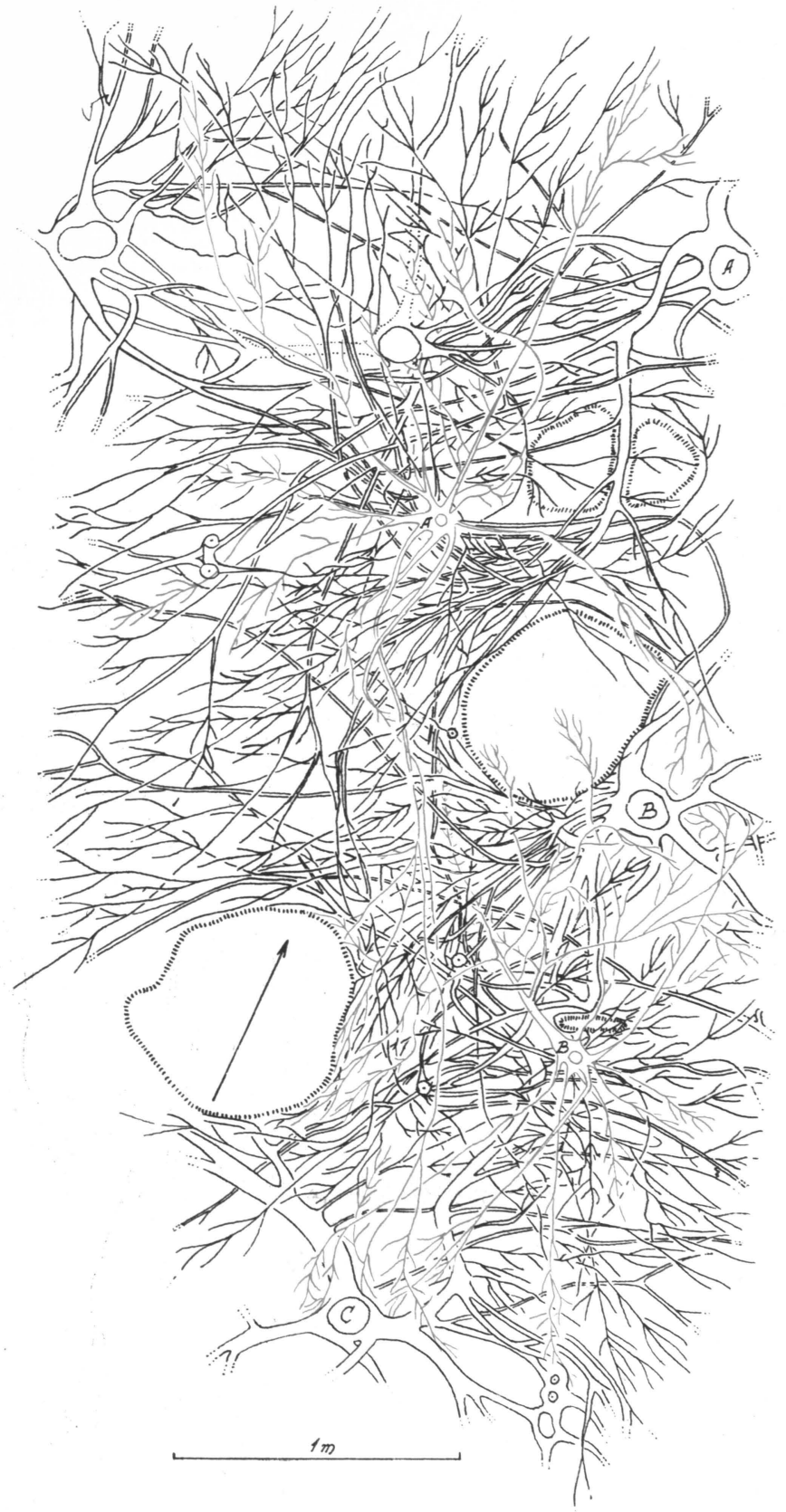
Kuva 27. Kaivuuala 1. — Abb. 27. Probestelle 1.



Kuva 29. Kaivuuala 3. — Abb. 29. Probestelle 3.



Kuva 28. Kaivuuala 2. — Abb. 28. Probestelle 2.

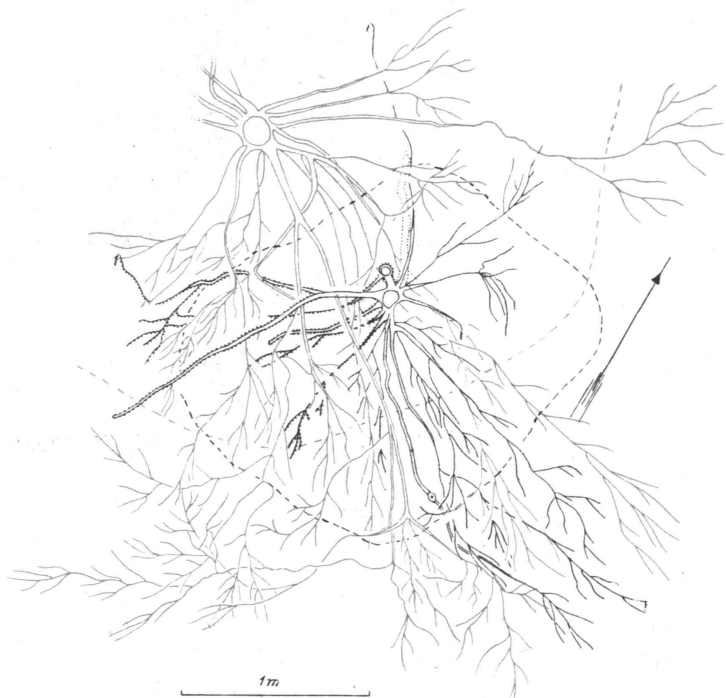


Kuva 30. Kaivuuala 4. — Abb. 30. Probestelle 4.



Kuva 31. Kaivuuala 5. — Abb. 31. Probestelle 5.

Kuva 32. Kaivuuala 6. — Abb. 32. Probestelle 6.



Kuva 33. Kaivuuala 7. — Abb. 33. Probestelle 7.