

MÄNNYN
KÄÄPIÖVERSOJEN JA KASVAINTEN
VÄLISISTÄ SUHTEISTA

ERKKI LAITAKARI

*ÜBER DIE GEGENSEITIGEN VERHÄLTNISSE ZWISCHEN DEN
KURZ- UND LANGTRIEBEN DER KIEFER*

SISÄLTÖ.

	Sivu
Johdanto	3
Aineisto	3
Neulasten lukumäärä kääpiöversoissa	8
Neulasten pituus ja leveys ja niiden suhde kasvaimen eri tekijöihin	15
Eri ikäisten neulasten eroavaisuudet	27
Neulasten kiertisyys	28
Kääpiöversojen sijoittuminen	31
Neulasten tiheys	33
Eri laatuisten neulasten poikkileikkauksista	35
Kirjallisuusluettelo	39
<i>Deutsches Referat</i>	41

JOHDANTO.

Syksyllä v. 1933 Helsingissä ja sen ympäristöllä liikkunut ankara myrsky kaatoi Oulunkylässä sijaitsevan asuntoni pihamaalta suuren männyn. Tarkastelin kaatuneen puun latvusta mm. nähdäkseni, miten runsaasti siinä oli kävynalkuja ja viedäkseni siitä oksan luennoilla näytettäväksi. Silloin johtui mieleeni myöskin ottaa selvää, minkä verran kasvaimissa olisi 3-neulasia kääpiöversoja. Olin usein aikonut tätä seikkaa tarkastella, ja nyt päätin käyttää tilaisuutta hyväkseni.

Ryhdyin järjestelmällisesti irrottamaan kääpiöversoja, ja saadakseni selville mahdollisesti todettavissa olevan säännönmukaisuuden 3-neulaisten kääpiöversojen esiintymisessä, merkitsin samalla muistiin joukon kasvainta koskevia tietoja. Myöhemmin hankin lisää aineistoa Oulunkylästä ja Tuusulan Ruotsinkylästä. Työn edistyessä kiinnitin huomioni yhä useampiin seikkoihin. Ja vaikka koko ajan tarkkasin myös 3-neulasten kääpiöversojen esiintymistä, jäi tämä lopulta melkein päsiiviksi.

Tästä työn kuluessa tapahtuneesta tehtävän kehittymisestä johtuu, että kaikki mittaukset ja havainnot eivät kohdistu koko aineistoon.

AINEISTO.

Mittaukset ja havainnot koskevat 19 versoja, joista 15 käsittää puuyksilön pääranan tai sen osan oksineen ja 4 ensimmäisen asteen oksan sivuoksineen. Versot kuuluvat 15 puuyksilöön. Seuraava asetelma esittää eräitä tietoja näistä versoista.

Koeverson n:o Nr. des Probe- sprocesses	Koeverson määrittely Kennzeichnung der Probe- prosse	Tutkittujen kasvainien lukumäärä Anzahl der unter- suchten Langtriebe	Puun pituus, m Höhe des Baumes, m	Puun D _{1.3} , cm D _{1.3} des Baumes, cm	Kasvupaikan määrittely Standortbeschreibung
I	Puun päälätvan kärkiosa. — <i>Zopfteil der Hauptachse des Baumes</i>	19	21.5	46.0	Harva puistikko. — <i>Dünnbestockte Waldung.</i> OMT. Oulunkylä.
I a	Saman puun rinnakkaislatvan kärki- osa. — <i>Zopfteil der Nebenachse des- selb. Baumes</i>	16	—	—	—
I b	Saman puun 3-vuotisen 1:sen asteen oksan kärkiosa. — <i>3-jähr. Zweig</i>	9	—	—	—
I c	1. Grades desselb. Baumes	58	—	—	—
I d	Saman puun 5-vuotinen 1:sen asteen oksa. — <i>5-jähr. Zweig 1. Grades des- selb. Baumes</i>	14	—	—	—
II	Saman puun 3-vuotinen 1:sen asteen oksa. — <i>3-jähr. Zweig 1. Grades des- selb. Baumes</i>	20	11.5	24.0	Harvahko puuryhmä. — <i>Ziemlich lichte Baum- gruppe.</i> OMT. Oulunkylä.
III	Puun latvan kärkiosa. — <i>Zopfteil der Baumkrone</i>	11	12.0	23.0	—
IV	Puun latvan kärkiosa. — <i>Zopfteil der Baumkrone</i>	31	15.0	27.0	—
V	4 à 5-vuotinen 1:sen asteen oksa. — <i>4—5-jähr. Zweig 1. Grades</i>	26	n. 1 m c.	—	Ojan varsi rahkarämeellä. — <i>Grabenrand auf Sphagnum-Reisemoor.</i> Tuusula, Ruotsinkylä.

) 856 (

VI	Puun kitukasvuinen haarova latva- osa. — <i>Kümmerner, verzweigter Zopfteil des Baumes</i>	— ¹	11.0	29.5	Harvahko puuryhmä. — <i>Zieml. lichte Baum- gruppe.</i> OMT. Oulunkylä.
VII	Nuoren puun latvaosa. — <i>Zopfteil eines jungen Baumes</i>	25	n. 5 c.	n. 6 c.	Tiheä metsikkö. — <i>Dichter Bestand.</i> MT. Tuu- sula, Ruotsinkylä.
VIII	Taimen latvaosa. — <i>Zopfteil einer Pflanze</i>	30	n. 1.5 c.	1.0	Ojanvarsi rahkarämeellä. — <i>Grabenrand auf Sphagnum-Reisemoor.</i> Tuusula, Ruotsinkylä
IX	Nuoren puun latvaosa. — <i>Zopfteil eines jungen Baumes</i>	54	n. 7 c.	n. 7 c.	Tiheä metsikkö (kyseessä harvennuspuu). — <i>Dichter Bestand (Der untersuchte Baum bei der Durchforstung gefäll).</i> MT. Tuusula, Ruotsin- kylä.
X	—	7	n. 7 c.	n. 7 c.	—
XI	—	34	n. 7 c.	n. 7 c.	—
XII	Lähes koko taimen latvus. — <i>Bei- nahe die ganze Krone der Pflanze</i>	70	1.10	—	Harva puistikko. — <i>Dünnbestockte Waldung.</i> OMT. Oulunkylä.
XIII	Koko taimi. — <i>Ganze Pflanze</i>	68	0.83	—	—
XIV	—	25	0.42	—	—
XV	—	— ¹	0.91	—	Kuusen oksiston varjostama ja ahdistama taimi. — <i>Durch das Gezeige einer Fichte beschattete und bedrängte Pflanze.</i> OMT. Oulun- kylä.

) 857 (

¹ Tutkittu kasvaimia erottamatta. — *Ohne die Jahrestriebe gesondert zu untersuchen.*

Koeverso — Probespross	I	I a	I b	I c	I d	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Kääpiöversojen lukumäärä. — Anzahl der Kurztriebe	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kasvainten pituus. — Länge der Jahrestriebe.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kasvainten tyviläpimitta. — Basaldurchmesser der Jahrestriebe	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Silmujen tai kasvainten lukum. — Anzahl der Knospen oder Triebe des Astquirls	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Silmujen pituus. — Länge der Knospen ...	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Neulasten pituus. — Länge der Nadeln	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
Neulasten leveys. — Breite der Nadeln	—	—	—	(10)	(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Neulastupen pituus. — Länge der Nadelstehende	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	1/2 (10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Neulasten kierteisyys. — Windung der Nadeln	(10)	(10)	(10)	(10)	(100 %)	1/2 (10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Neulasten sijoitus. — Anordnung der Nadeln	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+
Neulaseton osa kasvaimen tyvässä. — Unbedeckter Teil an der Basis des Jahrestriebs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mikroskooppiminen. — Mikroskopische Untersuchung	—	—	—	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Aluksi merkittiin kustakin kasvaimesta 2-neulaisten, 3-neulaisten ja 1-neulaisten kääpiöversojen lukumäärä, 3-neulaisten kääpiöversojen paikka kasvaimella, kasvaimen pituus, silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä sekä käpyjen ja kävynalkujen lukumäärä. Myöhemmin otettiin huomioon myös seuraavat seikat: kasvaimen tyviläpimitta, silmujen pituus (keskisilmun kärjestä alimpana olevan tyveen), neulasten pituus, neulasten leveys, neulasten kierteisyys, neulasten sijoittuminen kasvaimen (kierteiden lukumäärä ja suunta), neulaseton osan pituus kasvaimen tyvässä, neulastupen pituus. Kun irroitettavat kääpiöversot aluksi pantiin säilöön, voitiin havaintosarjoja myöhemmin täydentää, ainakin osittain. Kaikki muistiinpanot tehtiin siten, että kävi tarkoin selville, minkä vuoden ja minkä asteisen oksan kasvain oli kyseessä. Lisäksi kävi selville mitkä kasvaimet kuuluivat samaan oksaan. Edelleen tehtiin eräitä muitakin havaintoja, kuten varisseiden neulasten luvusta ym. sekä tutkittiin mikroskooppisesti kääpiöversojen ja neulasten poikkeuksia.

Neulasten pituuksia ja leveyksiä tutkittaessa oli tyydyttävä mittaamaan vain osa kunkin kasvaimen neulasista. Tällöin meneteltiin siten, että irroitettavat kääpiöversot sekoitettiin hyvin huolellisesti, minkä jälkeen valikoimatta otettiin 10 neulasparia. Näistä mitattiin pituus (pitemmästä neulasesta, jos olivat eri pitkiä) millimetreissä ja leveys $\frac{1}{10}$ millimetreissä. Viimeksi mainitut mittaukset tein samalla kojeella (kromsirkkeli), jota aikaisemmin olin käyttänyt lustojen leveyksiä mitatessani (vrt. LAITAKARI 1920, siv. 41). Tosin mitattaessa määräluku neulasia, tulee tarkkuus suuremmaksi pienten kasvaimien suhteen. Mutta kun kasvainten pituudet ja siis kääpiöversojen luvutkin olivat hyvin suuresti toisistaan eroavia, olisi määrättyä %-suhdettakin ollut vaikea noudattaa. Mitatuksi tuli kääpiöversoista %-määrä joka vain muutamassa tapauksessa laski alle 5:n.

Sen seikan selvittämiseksi, missä määrin 10 kääpiöversion pituusmittaukset pystyivät antamaan suunnilleen oikean kuvan neulasten pituudesta, tehtiin joukko rinnakkaismittauksia. Siis ensimmäisen

mittauksen jälkeen sekoitettiin neulaset uudelleen ja otettiin jälleen valikoimatta 10 neulasta. Tällaisia kokeita tehtiin 41, ja 27 tapauksessa oli mittausten keskiarvojen erotus alle 3 %. 7 tapauksessa ero oli 3 ja 6 %:n välillä, 5 tapauksessa 6 ja 9 %:n välillä ja vain 1 tapauksessa 9 ja 10 %:n välillä, jonka lisäksi 1 vertailu osoitti 10.8 %:n eroa. Prosentit on laskettu ensimmäisen mittaussarjan keskiarvosta.

Neulasten leveydet on mitattu neulasten tuoreena ollessa, pituudet eräissä tapauksissa kuivista neulasista.

Epänormaalisen lyhyitä neulasia ei ole otettu mittaauksissa huomioon, ellei niitä ole ollut huomattavaa osuutta (yli 10 %) neulasten luvusta. Silloin on niitä mitattavaksi otettu niiden lukua vastaava määrä.

Kaikkiaan on neulasten pituusmittauksia suoritettu 5 306 ja leveysmittauksia 1941. Käsiteltyjen kääpiöversojen luku on kaikkiaan 35 800 ja erikseen käsiteltyjen kasvainten 517.

Taulukko sivulla 6 antaa käsityksen siitä, mitä mittaauksia ja havaintoja eri koeversojen suhteen on tehty. Merkki + osoittaa, että mittaukset tai havainnot on tehty, merkki —, ettei niitä ole suoritettu. Suluissa olevat luvut ilmoittavat mittausten ja havaintojen määrän kasvainta kohti. Koeversosta II on vain puolet kasvaimista tutkittu neulasten kierteisyyden ja neulastupen puolesta.

NEULASTEN LUKUMÄÄRÄ KÄÄPIÖVERSOISSA.

On yleisesti tunnettua, että männyn kääpiöversojen joukossa on 3-neulaisia ja joskus useampineulaisiakin. Mm. ÖRTENBLAD (1888) mainitsee 3-neulaisia tavattavan melko usein, 4- ja 5-neulaisia harvoin. KRONFELD (1889) ilmoittaa eri tekijäin mukaan männyllä tavatun 3-, 4- ja 5-neulaisia kääpiöversoja. LAGERBERG (1911) on tavannut käpytautia sairastavilla männyllä 5-, 6- ja 7-neulaisia kääpiöversoja. SYLVÉN (1916) selostaa asiaa ÖRTENBLADIN ja LAGERBERGIN mukaan. HERTZ (1931) ilmoittaa pari kertaa tavanneensa

5-neulaisia kääpiöversoja. Yksineulaisista kääpiöversoista mainitsevat STRASBURGER (1872) ja SCHNEIDER (1913).

Ryhtyessäni ottamaan selkoa kyseessä olevasta asiasta halusin ennen muuta saada hieman valaistusta siihen, kuinka yleistä ja minkälaisissa oloissa esiintyvää on poikkeuksellisuus kääpiöversojen neulasluvussa. Kirjallisuuteen tutustuin kyllä vasta sen jälkeen kuin aineisto oli koossa, mutta lienee silti paikallaan mainita, mitä tietoja olen tästä asiasta löytänyt kirjallisuudesta. ÖRTENBLADIN (1888) käsitys ilmenee seuraavasta lauseesta: »Hos ungräd bära kraftiga föryngringskott synnerligast i sina öfre delar ej sällan kortskott med 3 barr; 4 anträffas sällan och 5 har jag endast i två fall iakttagit.» HERTZ (1931) mainitsee, että reheväkasvuisen männyn kääpiöversoissa on aivan yleisesti enemmän kuin kaksi neulasta ja että 4-neulaisia kääpiöversoja voi löytää aivan latvasilmun vierestä.

Aineistoni käsittää kaiken kokoisia puuyksilöitä sekä eri asteisia versoja. Tosin puut yleensä ovat hyvältä maalta, mutta kun joukossa on varsin kitukasvuisiakin latvuksia, lienee aineisto kuitenkin omiaan asiaa valaisemaan.

Mitä ensinnäkin tulee 3-neulaisiin kääpiöversoihin, on niitä tavattu kaikissa koeversoissa yhtä lukuun ottamatta, joskin hyvin eri suhteissa. Kaikkiaan tavattiin 433 3-neulaista kääpiöversoa, mikä kääpiöversojen luvusta on 1.21 %.

Asetelmassa sivulla 10 on tutkitut koeversot ryhmitetty 3-neulaisten prosenttisen osuuden mukaan kolmeen ryhmään.

Jos tarkastamme näitä toisistaan (3-neulaisuuden puolesta) selvästi erottuvia ryhmiä, voimme aluksi panna merkille, että ensimmäiseen ryhmään kuuluu pelkästään hyväkasvuisia yksilöitä ja mm. se puu, jonka latvakasvain on pisin. Kolmanteen taas kuuluu toisen asteen versoja ja mitättömintä pituuskasvua osoittavat puut, mutta lisäksi aivan normaalilla latvakasvaimilla varustettuja yksilöitä. Keskimmaisessä ryhmässä on yksi toisen asteen verso, kahdella on heikonlainen latvakasvain, muut eivät ole erikoisia. Kaikissa ryhmissä on hyvinkin eri kokoisia puita: taimia, nuoria yksilöitä ja varttuneita puita. Kun prosenttilukuihin vaikuttaa se seikka, miten pit-

Koeverson n:o Nr. des Pro- cesses	Latva- kasv., cm. Gipfeltrieb, cm	3-neul. k- versoja, % ¹ 3-nadelige Kurztriebe, % ¹	Puun tai verson n:o Nr. des Pro- cesses	Latva- kasv., cm. Gipfeltrieb, cm	3-neul. k- versoja, % 3-nadelige Kurztriebe, %	Puun tai verson n:o Nr. des Pro- cesses	Latva- kasv., cm. Gipfeltrieb, cm	3-neul. k- versoja, % 3-nadelige Kurztriebe, %
V	23.7	7.12(16.97)	IV	27.5	1.53(6.98)	I c	22.7	0.26(0.76)
III	26.0	5.94(13.97)	I a	7.5	1.26(0.57)	IX	28.3	0.23(0.24)
X	56.5	5.17(10.67)	I	30.0	1.25(4.85)	XI	33.7	0.21(0)
II	24.5	4.45(10.87)	VII	24.3	0.82(3.74)	I b	22.2	0.19(0.43)
			XIII	13.5	0.67(0)	VIII	27.0	0.17(0.37)
						I d	13.1	0.14(0.43)
						VI	3.0	0.13(0)
						XII	24.1	0.08(0.33)
						XIV	10.8	0.35(0.67)
						XV	3.0	0 (0)

källe latvasta käsin kääpiöversoja on tutkittu, on laskettu myös prosenttiluvut, jotka osoittavat 3-neulaisten kääpiöversojen osuutta kahden ylimmän latvakasvaimen neulaista. Nämä luvut, jotka on merkitty sulkuihin, ovat yleensä edellisiä suurempia. Ryhmitys pysyy suurin piirtein entisellään, ensimmäinen ryhmä varsinkin on säilynyt rikkomattomana.

Edellisen nojalla voimme päätellä, 1) että 3-neulaisia kääpiöversoja esiintyy kaiken kokoisissa puissa, 2) että niitä yleisimmin on hyväkasvuissa yksilöissä ja nimenomaan niiden pääranan kasvaimissa, 3) että huonokasvuissa puissa niiden luku on vähäinen ja 4) että on olemassa hyväkasvuisiakin yksilöitä, joilla 3-neulaisia kääpiöversoja on niukasti.

Kolmineulaisten kääpiöversojen esiintyminen näyttää olevan yksilöllinen ominaisuus, joka säilyy vuodesta toiseen. Sellaista tapausta ei ole ensinkään todettu, jolloin esim. viimeisessä kasvaimessa olisi runsaasti 3-neulaisia kääpiöversoja ja edellisessä ei lainkaan. Luku näyttää kyllä vuosittain vaihtelevan melkoisesti. Niinpä 44:ssä v:n 1933 kasvaimessa oli 156 3-neulaista ja niitä vastaavissa edellisen vuoden kasvaimissa 106 3-neulaista kääpiöversoja. — Yksilöllisyyttä

¹ Suluissa osuus 2:n ylimmän latvakasvaimen kääpiöversojen luvusta. — Die in den Klammern angeführten Prozentzahlen beziehen sich auf die Menge der 3-nadeligen Kurztriebe an den zwei obersten Gipfeltrieben.

puheena olevassa mielessä todistavat koeput V ja VIII, jotka molemmat kasvoivat aivan samanlaisissa oloissa ja olivat melkein saman kokoisia, mutta edellisen kääpiöversoista oli 7.12 % 3-neulaisia, jälkimmäisen vain 0.17. Pantakoon myös merkille koeput X ja IX, nekin samanlaisissa oloissa kasvaneita ja yhtä suuria; vastaavat %-luvut olivat 5.17 ja 0.23. Monilatvaisen koepuun I tutkitut latvat, samoin toisen asteen versotkin olivat jokseenkin yhtä köyhiä 3-neulaisista kääpiöversoista.

Kolmineulaisten kääpiöversojen sijoittumisesta eri asteisiin versoihin mainittakoon sen lisäksi, mitä edellä on sanottu, seuraavaa. Ensimmäisen asteen kasvaimissa (päärangan kasvaimissa) niitä oli 191, toisen asteen kasvaimissa 211, kolmannen asteen kasvaimissa 27 ja neljännen asteen kasvaimissa 1. Tästä ei kuitenkaan saa oikeaa käsitystä asiasta, koska eri asteisia kasvaimia on tutkittu eri pituu-delta, nim. 1:sen asteen kasvaimia 679.5 cm, 2:sen asteen 2 617.1 cm, 3:nnen asteen 1 654.0 cm ja 4:nnen asteen 110.3 cm. Jos lasketaan, montako 3-neulaista kääpiöversoa tuli eri asteisten kasvainten 100 cm:ä kohti, saadaan seuraavat luvut.

100 cm:ä kohti 3-neul. kääpiöversoja			
1:sen asteen kasvaimissa	2:sen asteen kasvaimissa	3:nnen asteen kasvaimissa	4:nnen asteen kasvaimissa
28.1	8.1	1.6	0.9

Kolmineulaisten kääpiöversojen sijoittumisesta eri pituisiin kasvaimiin ei aineiston nojalla voida varmoja päätelmiä tehdä. Kuitenkin ansaitsee mainita, että hyvin lyhyissä (alle 5 cm) versoissa vain ani harvoin on 3-neulaisia kääpiöversoja. Vain kolme sellaista kasvainta on tavattu. Ne olivat kaikki saman oksakehän haaroja, jotka kaikesta päättäen olivat syksyllä alkaneet kehittyä ja jääneet aivan kääpiömäisiksi, vain hieman yli 1 cm:n pituisiksi. Näissä kasvaimissa (2:sen asteen versoja) on kussakin 2 3-neulaista kääpiöversoja.

Sen seikan selvittämiseksi, mihin kohtiin kasvainta 3-neulaiset kääpiöversot etupäässä ovat sijoittuneet, tehtiin säännöllisesti merkintöjä lukuun ottamatta ensimmäistä koeversoja. Tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

3-neulaisten kääpiöversojen sijoittuminen.

Lage der 3-nadeligen Kurztriebe.

Kork. 0.5 cm kasv:n yläpäästä. — <i>Höchstens 0.5 cm vom oberen Ende des Jahrestriebs</i>	36.7 %	Kork. 2.5 cm kasv:n alapäästä. — <i>Höchstens 2.5 cm vom unteren Ende des Jahrestriebs</i>	3.8 %
0.6—2.5 cm —»—»—»	32.8 »	2.6—5.0 cm —»—»—»	8.7 12.3 %
2.6—5.0 » —»—»—»	7.0 76.5 %	5 + cm kasv:n yläpäästä, mutta kasv:n ylempässä puoliskossa.— <i>5 + cm vom oberen Ende des Jahrestriebs, aber an seiner oberen Hälfte</i>	7.0 »
5 + cm kasv:n alapäästä, mutta kasv:n alemmassa puoliskossa.— <i>5 + cm vom unteren Ende des Jahrestriebs, aber an seiner unteren Hälfte</i>	1.5 »		
<u>Yht. — Insgesamt</u>	<u>83.5 %</u>	<u>Yht. — Insgesamt</u>	<u>13.8 %</u>

Kasvaimen ylemp. puoliskossa	
<i>An der oberen Hälfte des Jahrestriebs</i>	83.5 %
Kasvaimen alemm. puoliskossa	
<i>An der unteren Hälfte des Jahrestriebs</i>	13.8 »
Kasvaimen keskellä tai siitä jompaankumpaan suuntaan enint. 10 % kasv:n pituudesta	
<i>In der Mitte des Jahrestriebs oder von dort höchstens 10 % von der Länge des Langtriebs nach beiden Richtungen ...</i>	2.7 »
<u>Yht. — Insgesamt</u>	<u>100 %</u>

Voidaan näin ollen sanoa, että 3-neulaiset kääpiöversot useimmassa tapauksessa ovat sängen lähellä kasvaimen yläpäästä¹, melko usein kasvaimen alapäässä, mutta harvoin kasvaimen keskellä. Kasvaimen keskiosa on yleensäkin säännöllisin mm. neulasten sijoitta-

¹ Aivan lähellä kasvaimen yläpäästä olevia on suurempikin osa kuin esitettyistä luvuista voi päätellä. Jos nim. 3-neulaisia kääpiöversoja oli runsaasti, ei niiden sijoitusta aina merkitty erikseen, vaan esim.: välimatka < 2.5 cm. Tällöin on osa varmasti ollut aivan kasvaimen yläpäässä. — Myös koeversion 1 3-neulaiset versot olivat lähellä yläpäästä, vaikka merkintä puuttuu.

miseen ja kehitykseenkin nähden. Poikkeuksellisia ilmiöitä, esim. kääpiöversojen muodostumista kasvuversoiksi ilman erikoista syytä, tavataan etupäässä kasvaimen ylä- tai alaosassa. Myös sellainen epänormaali ilmiö kuin käpytauti esiintyy LAGERBERGIN (1911) mukaan joko kasvaimen ylä- tai alaosassa. Käpytauti näyttää muuten aiheuttavan myös poikkeuksellisuutta kääpiöversojen muodostumisessa. Paitsi sitä, että tällöin on tavattu, jopa 7-neulaisia kääpiöversoja, käyvät normaaliset 2-neulaiset suorastaan harvinaisiksi (LAGERBERG 1911).

Kolmineulaisten kääpiöversojen muodostumista lienee pidettävä jonkinlaisena ylimääräisen voiman ilmauksena. Tähän viittaa sekin, että niitä yleisimmin esiintyy pääangan kasvaimissa eikä juuri lainkaan pienissä 4:nneen asteen versoissa. Kuitenkin ovat 3-neulaisten kääpiöversojen neulaset yleensä huomattavasti lyhyempiä kuin tavalliset. Tätä seikkaa selvittää seuraava asetelma.

Kasvaimia, joissa 3-neulaisten kääpiöversojen neulaset ovat

lyhyempiä kuin tavall. neulaset	pitempiä kuin tavall. neulaset	yhtä pitkiä kuin tavall. tai erotus < 1 mm
65 (81.25 %)	6 (7.50 %)	9 (11.25 %)

Männyn yksineulaiset kääpiöversot ovat herättäneet paljon vähemmän huomiota kuin 3- ja useampineulaiset. Esim. KRONFELD ja SYLVÉN eivät mainitse niistä mitään. Ryhtyessäni aineistoani tutkimaan en ollut nähnyt missään mainintaa niistä. Jo ensimmäistä koeversoa käsitellessäni tapasin kaikkiaan 6 tällaista kääpiöversoa. Aluksi olin sitä mieltä, että toinen neulanen oli syystä tai toisesta kuivunut ja varissut pois. Saadakseni selvän asiasta tarkastin myöhemmin kaikki 1-neulaiset kääpiöversot suurennuslasin avulla. Usein löytyikin neulastupesta pieni kuivunut tynkä osoittaen, että kyseessä oli epäaito 1-neulaisuus. Mutta toisinaan ei mitään jäännöstä toisesta neulasesta näkynyt, ja pian huomasin, että tällaiset kääpiöversot muutoinkin erosivat epäaidoista. Niiden neulastuppi oli hyvin ahdas ja kiinteä. Ja itse neulanen oli ainakin tyvi-

puolestaan, usein koko mitaltaan pyörästynyt niin, että litteää puolta vastasi vain kapea uurre.

Kaikkiaan merkittiin 246 1-neulaista kääpiöversoa, joista kuitenkin 114 osoittautui epäaidoiksi, aitoja oli 60 ja lisäksi 72 sellaista, joista varmaa merkintää ei ole tehty tai jotka olivat epäselviä tapauksia. Kaikilla tutkituilla versoilla tavattiin 1-neulaisia kääpiöversoja, mutta varmasti aidoiksi todettuja vain 7:llä. Yleensä niitä oli koeversoa kohti vain muutama (1—12) lukuun ottamatta puita V, XI, IX ja XII, joilla luvut olivat 43, 36, 69 ja 17. Kahdella ensin mainitulla ei kuitenkaan varmuudella todettu yhtään aitoa 1-neulaista kääpiöversoa, viimeksi mainituilla sen sijaan vastaavasti 42 ja 11. Molemmat ovat verraten hyväkasvuisia yksilöitä. Kolmi-neulaisia kääpiöversoja oli kummallakin hyvin niukasti. — Yksineulaisten kääpiöversojen sijoittumista kasvaimella ei yleensä ole merkitty muistiin. Varmaa kuitenkin on, että ne sijaitsivat yksittäin eikä ainakaan selvästi ryhmittyneinä määrättyyn kasvaimen osaan. Myös sijoittuminen eri asteisiin versoihin on erilaista kuin 3-neulaisilla kääpiöversoilla. Ensimmäisen asteen kasvaimissa niitä on verraten vähän (0.5 kpl. 100 cm:ä kohti), toisen ja kolmannen asteen kasvaimissa runsaammin (1.1 ja 1.9 kpl. 100 cm:ä kohti), vielä neljännen asteen kasvaimissa niitä on tavattu (1.1 kpl. 100 cm:ä kohti). Nämä luvut koskevat aitoja 1-neulaisia kääpiöversoja. Jos mukaan otetaan epävarmatkin tapaukset saadaan vastaavasti 4.0, 2.5, 3.0 ja 2.2 kpl. 100 cm:ä kohti, siis tällöinkin aivan toisenlainen sarja kuin 3-neulaisten suhteen (vrt. asetelmaa siv. 11). Yksineulaisuus ei siis lainkaan erikoisemmin ole keskittynyt päärankaan, kuten 3-neulaisuus. Tämä sopii hyvin yhteen sen toiseikan kanssa, että kyseessä useimmiten on surkastumisilmiö, kuten SCHNEIDER (1913) on osoittanut. Tosin SCHNEIDERIN mukaan 1-neulaisuus voi johtua myös kahden neulasen yhteenkasvettumisesta. Mutta tällainen ilmiö lienee harvinaisen. Näin syntyneen kaksoisneulasen tuntee SCHNEIDERIN mukaan useimmiten siitä, että se on 2-kärkinen tai ulottuu yhteenkasvettuminen vain neulasen puoliväliin. Tällaisia neulasia en ole tavannut, verrattakoon kuitenkin kuvaa 8:7 ja sen selitystä siv. 37.

Yksineulaisten kääpiöversojen neulaset ovat miltei poikkeuksetta lyhyempiä kuin kyseessä olevan kasvaimen muut neulaset keskimäärin. Niinpä koeputilla XII ja IX, joilla 1-neulaisuus oli runsainta, 27 kasvaimesta vain 2:lla 1-neulaisten pituus oli sama kuin muiden neulasten, kun taas 25:llä 1-neulaiset olivat keskimäärää lyhyempiä ja yleensä huomattavasti lyhyempiä.

Neli- tai useampineulaisia kääpiöversoja ei varsinaisessa aineistossa ollut lainkaan. Sen sijaan löysin 4-neulaisten kääpiöversojen tarkastellessani erästä tainta, jonka olin ottanut Metsänhoitotieteellisen laitoksen kokoelmiin Korkeakosken hoitoalueesta. Tämä oli joutunut kokoelmiin omituisen kasvutapansa takia. Se oli mm. syksyllä kehittänyt toisen latvakasvaimen ja oli siinäkin suhteessa erikoinen, että kääpiöversoista kehittyneitä kasvaimia oli tavattoman runsaasti.

NEULASTEN PITUUS JA LEVEYS JA NIIDEN SUHDE KASVAIMEN ERI TEKIJÖIHIN.

Neulasten pituus ja sen vertaaminen kyseessä olevan kasvaimen muihin mitta- tai lukusuhteisiin on ollut tämän tutkimuksen pääkohteita. Niinpä onkin kahta lukuun ottamatta kaikkien koeversojen kasvaimista tehty neulasmittauksia (vähintään 10 mittausta, jos kääpiöversoja on ollut alle 10:n, ne on mitattu kaikki). Näin on selvitetty 517 kasvainta, jotka kuuluvat 17 koeversoon ja 13 puuyksilöön.

Neulasten pituudesta yleensä antavat käsityksen seuraavat luvut, jotka osoittavat montako % kasvaimista sattuu neulasten pituusluokkiin (1 cm:ä lyhyemmät kasvaimet on tässä jätetty huomioon ottamatta, koska niiden neulaset usein ovat hyvin surkastuneita).

Neulasten pituus-									
luokat, mm	-19.9	20-29.9	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60-69.9	70-79.9	-79.9	
Kasvaimia luokissa,	%	0.4	10.7	31.6	26.1	16.4	10.7	4.1	100

Uusimmassa kasviossamme (HIITONEN 1933) mainitaan männyn neulasten tavallisena pituutena 35—50 mm.¹ Käsillä olevan aineiston kasvaimista jää näiden rajojen alapuolelle 23.6 % (luokka 30—39.9 jakaantuu: 12.5 + 19.1) ja yläpuolella 31.2 %, yhteensä 54.8 %. Kun aineistoon kuuluvista kasvaimista suurin osa on suhteellisesti lyhyt-neulaista ja kun viimeiseen luokkaan kuuluu joukko kääpiöversoja, joiden pituus on yli 80 mm, tuntuu siltä, että yläraja on merkitty liian alhaiseksi. MELAN kasviossa (4:s painos, 1899) ja CAJANDERIN Metsänhoidon perusteissa (II osa, 1917) mainitaankin ylärajana 7 cm, mutta kummassakin alarajaksi on merkitty 4 cm, joka taas on liian korkea. SYLVÉN (1916) mainitsee rajoina 3—6 cm, mikä käsillä olevan aineistonkin mukaan tuntuisi sopivalta, rajojen ulkopuolelle kun jäisi vain 25.9 % kasvaimista. Aineistoni on tosin pieneltä alalta ja etupäässä hyviltä mailta, mutta käsittää hyvin eri kokoisia puita ja perustuu lukuisiin mittauksiin. En epäile, etteikö reheväkasvuilla yksilöillä yleisesti olisi melkoista pitempiäkin neulasia (pisimmät mittaamani olivat yli 8 cm). SYLVÉNIN (1916) mukaan on 2-vuotilla taimilla tavattu yli 10 cm:n neulasia, jopa 121 mm:n pituisia. Nämä voivat olla poikkeustapauksia, aineistooni kuuluvat yksilöt taas eivät ole missään suhteessa erikoisia.

Tuntuu hyvin todennäköiseltä, että huonommilla metsätyypeillä kerätty aineisto paremmin soveltuisi kasviossa mainittuun ylärajaan. Alaraja sen sijaan siinä tapauksessa olisi liian korkea, koska se käsillä olevankin aineiston mukaan siltä näyttää.

Ne kasvaimet (luvultaan 263), joiden neulasista on leveysmittauksia, jakaantuvat neulasten pituuden puolesta jokseenkin samalla tavoin kuin koko aineisto ja edustavat siis aineistoa melko hyvin. Jakaantuminen on seuraava:

Neulasten pituus mm	19.9	20-29.9	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60-69.9	70-79.9	Yht.
Kasvaimia luokissa %	2.7	8.7	28.5	32.0	19.4	6.8	1.9	100

Vrt. edellistä asetelmaa.

¹ Tarkoittaa tavallista muotoa. Lapin männynllä on mm. SYLVÉNIN (1916) mukaan selvästi lyhyemmät neulaset.

Neulasten leveyden mukaan jakaantuvat nämä kasvaimet seuraavasti.

Neulasten leveys, mm	0.5-0.74	0.75-0.94	0.95-1.14	1.15-1.34	1.35-1.54	1.55-1.74	1.75-1.94	Yht.
Kasvaimia luokissa, %	1.5	9.1	36.1	32.0	13.3	6.5	1.5	100

Kääpiöversojen jakaantuminen yllä mainittuihin luokkiin olisi todennäköisesti toinen, koska leveimmät neulaset ovat yleensä pitkissä päärangan kasvaimissa. Leveiden neulasten osuus tulisi siis suuremmaksi. Koska kuitenkin pitkät päärangan ja pääoksien kasvaimet puussa ovat vähemmistönä, antaa oikeamman kuvan neulasten yleistasosta, jos jaoittelussa otetaan huomioon kasvaimet eikä neulasten lukua, erittäinkin, kun aineistossa puiden latvaosien kasvaimia on runsaanlaisesti. Samasta syystä on neulasten pituutta edellä selvitettäessä niinkään lähdetty kasvainten luvusta.

Huomataan, että neulasten leveyskin vaihtelee melko paljon. Niinpä ovat rajoina kasvaimet, joilla neulasten leveys keskimäärin oli 0.5 mm ja 1.94 mm (mitätön III-asteen kasvain ja roteva I-asteen kasvain). Rajoissa 0.9—1.5 mm on kasvaimista 82.1 %. Mainittakoon, että tämä tulos on täysin sopusoinnussa SYLVÉNIN (1916) tiedonannon kanssa, jonka mukaan leveydeksi mainitaan 1—1.5 mm. Neulasten pituuden ja leveyden suhteesta puhutaan tuonnempana.

Seuraavassa otetaan tarkastettavaksi neulasten mittasuhteiden riippuvaisuus eräistä kasvaimen tekijöistä.

Neulasten pituus on ensinnäkin riippuvainen siitä, kuuluvatko ne päärankaan vai oksistoon. Tämä selviää seuraavasta asetelmasta, jossa I merkitsee päärankaa, II siitä suoraan lähtevää oksaa, III tästä lähtevää ja IV taas tämän oksaa.

Nämä luvut on saatu laskemalla keskiarvot kunkin koeversion määrätyn asteisten kasvainten neulasten pituuksista. Punnitsemalla neulasten lukumäärällä olisi saatu nimenomaan kunkin koeversion neulasten pituutta paremmin kuvaavia lukuja. Mutta verrattaessa eri asteisten kasvainten neulasten pituuksia ovat nämä luvut sove-

Neulasten pituus mm:ssä eri asteisissa kasvaimissa.
Länge der Nadeln, mm, an Sprossen verschiedenen Grades.

Koeverson n:o Nr. des Probesprosses	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
	1933				1932				1931		
I	79.3	67.1	63.1	—	78.1	66.8	—	—	—	—	—
I a	65.3	69.5	67.8	—	76.6	64.1	—	—	—	—	—
I b	—	67.2	63.2	52.4	—	74.3	64.6	—	—	—	—
I c	—	66.9	62.1	54.1	—	72.9	59.5	47.5	71.4	53.4	—
I d	—	43.9	48.5	46.1	—	74.3	58.8	—	—	—	—
II	48.4	44.1	32.0	—	54.7	48.7	—	—	—	—	—
III	64.1	61.8	48.9	—	65.9	59.4	—	—	—	—	—
IV	—	65.3	55.4	44.3	—	65.8	56.2	34.6	54.3	41.1	—
V	50.7	46.0	38.3	—	53.4	53.9	—	—	—	—	—
VII	41.7	35.5	28.6	—	40.9	34.4	—	—	—	—	—
VIII	53.0	39.7	33.8	—	57.0	52.5	—	—	—	—	—
IX	35.6	34.6	29.6	—	37.8	36.5	—	—	—	—	—
X	61.2	56.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XI	48.3	41.9	34.4	—	47.6	41.9	—	—	—	—	—
XII	50.4	43.8	38.5	30.5	53.4	50.2	43.0	—	45.0	46.3	—
XIII	38.2	40.5	33.5	28.7	35.3	30.0	26.9	22.4	51.4	41.2	39.6
XIV	57.0	49.7	44.3	—	61.2	55.0	52.5	—	49.5	49.1	—

liaampia, kaikki kasvaimet kun keskiarvossa painavat saman verran. Muutamat tehdyt kokeet muuten osoittavat, että erot eivät muodostu suuriksi.

Edellä olevat luvut tarjoavat 63 vertauskohtaa määrätyn vuoden eri asteisten kasvainten neulaspituuksia verrattaessa. Tällöin 57 tapausta osoittaa pituuden vähenemistä päärangasta oksaan tai oksasta sivuoksaan päin, 4 tapausta osoittaa pituuden kasvamista, joskin melko lievää ja 2 tapauksessa on todettu käytännöllisesti katsoen sama pituus. Verson I a suhteen on mainittava, että päärangon viimeinen kasvain on surkastunut ja on pituudeltaan vain vajaa $\frac{1}{3}$ edellisen vuoden kasvaimesta. Tästä johtuen ovat sen neulasetkin keskimäärin huomattavan lyhyitä. Eräs 2-vuotisista sivuoksista näyttikin pyrkivän päärangon tilalle ja oli sen jo pituudessa voittanut. Myös koeversossa I d oli viimeinen päärangon kasvain jostain syystä epänormaalin, sen neulasten joukossa oli paljon aivan kehittymättömiä ja neulasten keskimäär. pituus oli runsaasti 3 cm pienempi

) 870 (

kuin edellisen vuoden kasvaimen. — Vertailussa on otettava huomioon, että jonkin koeverson määrättyä vuonna syntyneistä kasvaimista edustaa I astetta luonnollisesti vain yksi kasvain, kun taas muita asteita, varsinkin II:a ja III:a edustaa hyvinkin suuri määrä kasvaimia. Niissä sattuneet epänormaalisuudet peittyvät tämän vuoksi, kun ne taas I:ssä asteessa tulevat selvästi näkyviin, kuten esimerkeistä huomattiin. Eri asteisten kasvainten lukumäärät eroavat toisistaan suuresti: I:n asteen kasvaimia oli 30, II:n asteen 191, III:n asteen 235 ja IV:n asteen 52. Ylempää kuin IV:ä astetta ei aineistossa esiinny. Tämän asteen versot ovat olleet hyvin mitättömiä. Mainittakoon, että RENVALL (1914) totesi erään puuyksilön 4 208:lla IV:n asteen versolla olleen 20 sivuhaaraa (0.48 %). V:n asteen versoilla ei enää ainoallakaan ollut haaroja.

Kun on osoitettu neulasten pituuden olevan riippuvaisuussuhteessa haaraantumisasasteeseen, on kiintoisaa tarkastella, kuinka pitkiä keskimäärin olivat eri asteiset kasvaimet. Tulos on seuraava:

	Haaraantumisasaste			
	I	II	III	IV
Kasvainten pituus keskim., cm	23.6	13.7	7.0	2.1
Kasvainten lukumäärä	30	191	235	52

Nousee kysymys, onko neulasten pituus yleensäkin riippuvainen kasvaimen pituudesta.

Ennen sitä mainittakoon kuitenkin, että SYLVÉN (1916, siv. 159) sanoo neulaspitouden suhteesta haaraantumisasasteeseen seuraavaa: »Huvudskottets barrpar äro i regeln de längsta. Å sidoaxlarna avtaga de i längd ju högre grenordning de tillhöra.» Tulokseni ovat täysin sopusoinnussa tämän väitteen kanssa, jota ei kuitenkaan ole perusteltu. MEISSNER (1894) on *Pinus laricion* suhteen tullut samanlaisiin tuloksiin. RENVALL (1914) on myös tutkimansa mänty-yksilön suhteen todennut neulasten lyhenemisen päärangasta korkeampia haaraantumisasasteita kohti. Hän omistaa myös paljon huomiota oksan iän vaikutukselle neulasten pituuteen.

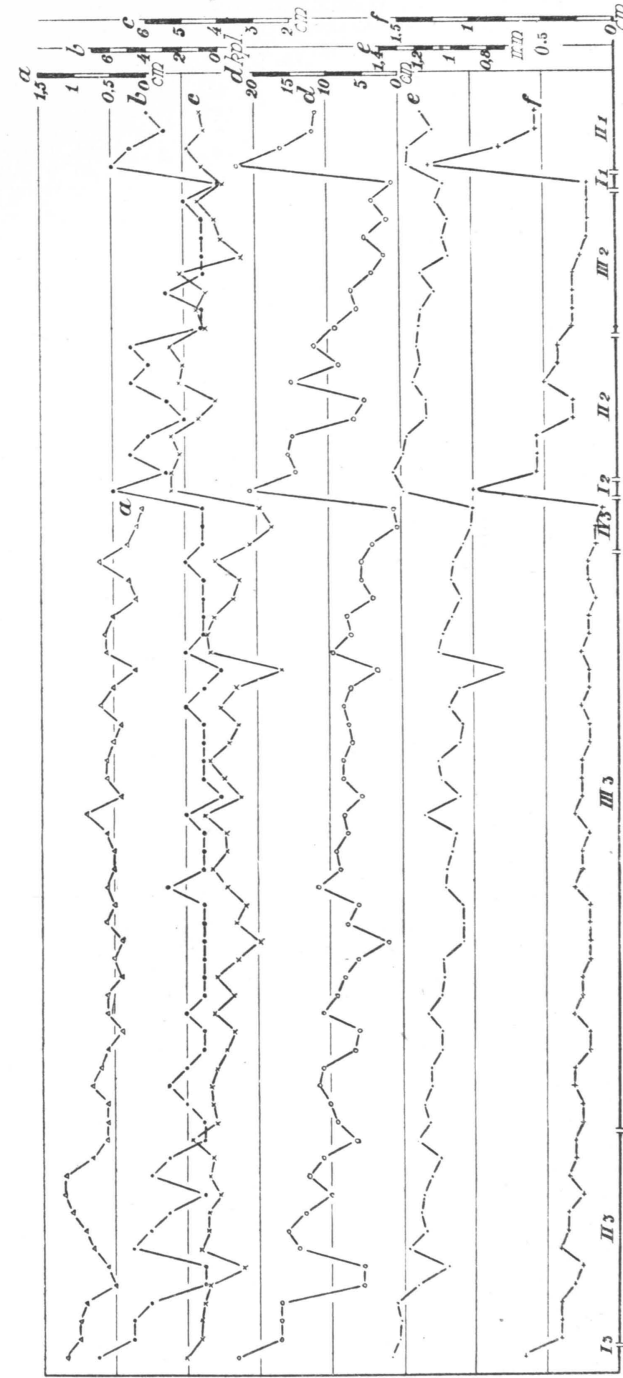
Palataksemme kasvaimen pituuden ja neulasten pituuden välisiin

) 871 (

suhteisiin yleensä, mainittakoon ensin, että MEISSNERIN (1894) mukaan ei *Pinus laricion* neulaspituus riipu kasvaimen pituudesta, koska pitkissä kasvaimissa usein on lyhyitä neulasia ja päinvastoin. Kun hän samalla selittää sääsuhteiden vaikuttavan neulasten kehitykseen ja kun sääsuhteet tietenkin vaikuttavat myös kasvainten kehitykseen, tuntuu tässä olevan ristiriitaisuus, johon muuten COPELANDIN (1898) kiinnittää huomionsa. Asia on kuitenkin selitettävissä, kun muistetaan, että kasvaimen pituuteen tavallisesti ratkaisevimmin vaikuttaa edellinen kesä (Keski-Euroopassa toisinaan samakin kesä, vrt. LAITAKARI 1920), neulasten kehitykseen taas kasvukauden sääsuhteet (HESSelman 1904). Näin voi todellakin pitkällä kasvaimella olla tavallista lyhyemmät neulaset ja päinvastoin. Se seikka, että eri vuosina kehittyvät eri pitkiä neulasia, on johtanut KRAUSIN (1885) päättelemään, että neulaset jatkavat pituuskasvuun toisena ja seuraavina kasvukausina. Tämän päätelmän on MEISSNER (1894) osoittanut vääräksi, mutta todennut, kuten STRASBURGERIN (1891) niiden kyllä jatkavan paksuuskasvuun. Neulasten pituuden vaihtelusta eri vuosina ovat tehneet havaintoja MEISSNER (1894, *Pinus laricio* ym. *Pinus*-lajeja), COPELAND (1898, *Pinus austriaca* ja *strobis*, *Picea*-, *Abies*-, *Tsuga*- ja *Taxus*-lajeja) sekä HESSELMAN (1914, *Pinus silvestris*).

Jos siis vertaamme toisiinsa neulasten ja kasvainten pituuksia, niin on verrattava saman puun ja saman vuoden kasvaimia ja neulasia. Silloin on hyvinkin oletettavissa, että voimakkaammin kehittynyt kasvain kehittää myös pitemmät neulaset. Näimme edellä, että näin oli asianlaita, mikäli on kysymys eri asteisista versoista. Pitääkö tämä paikkansa myös saman asteisiin kasvaimiin nähden, sitä on selvitetty piirtämällä diagrammeja, joissa abskissalla ovat toinen toisensa jälkeen saman asteiset kasvaimet ja ordinaatilla niitä vastaavat pituudet ja neulaspituudet. — Tätä vertailua suoritettaessa oli lähellä ajatus ottaa verrattavaksi muitakin kasvaimen voimakkuutta ilmaisevia tekijöitä, sellaisia kuin kasvaimen tyviläpimitta, silmujen pituus ja silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä. Samalla kertaa otettiin tarkastettavaksi myös neulasten leveys.

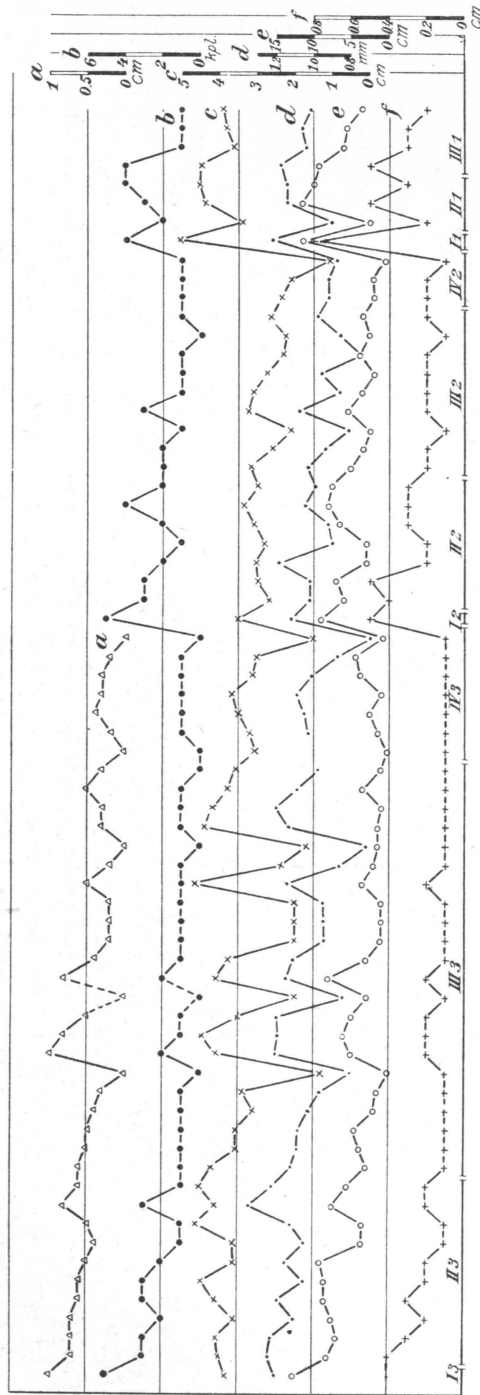
) 872 (



) 873 (

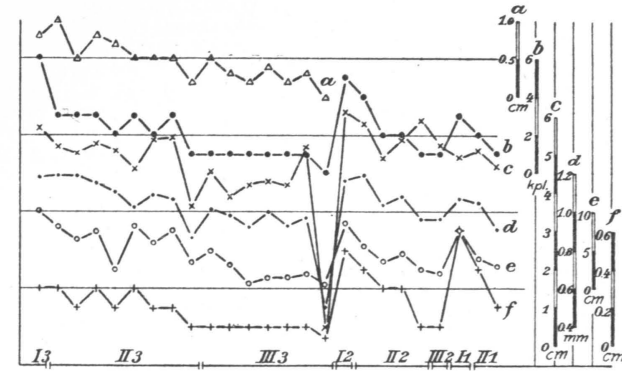
Kuva 1. Koeverso XII. Kasvaimet (70 kpl.) peräkkäin abskissalla, ensimmäin I:n, II:n ja III:n asteen kasvaimet v:ltä 1933 (I₁, II₁, III₁), sitten v:n 1932 kasvaimet (I₂, II₂, III₂) ja lopuksi v:n 1931 kasvaimet (I₁, II₁). Ordinaatilla: a = silmujen pituus b = silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä, c = neulasten pituus, d = kasvainten pituus, e = neulasten leveys, f = kasvainten tyviläpimitta.

Abb. 1. Probespross XII. Die Jahrestriebe (70 Stck.) nacheinander auf der Abszisse zunächst die Triebe I., II. und III. Grades vom Jahre 1933 (I₁, II₁, III₁), dann die Triebe von 1932 (I₂, II₂, III₂) und schliesslich die Triebe von 1931 (I₁, II₁). Auf der Ordinate a = Länge der Knospen, b = Anzahl der Knospen oder Triebe des Astquirls, c = Länge der Nadeln, d = Breite der Nadeln, e = Länge der Jahrestriebe, f = Basaldurchmesser der Jahrestriebe.

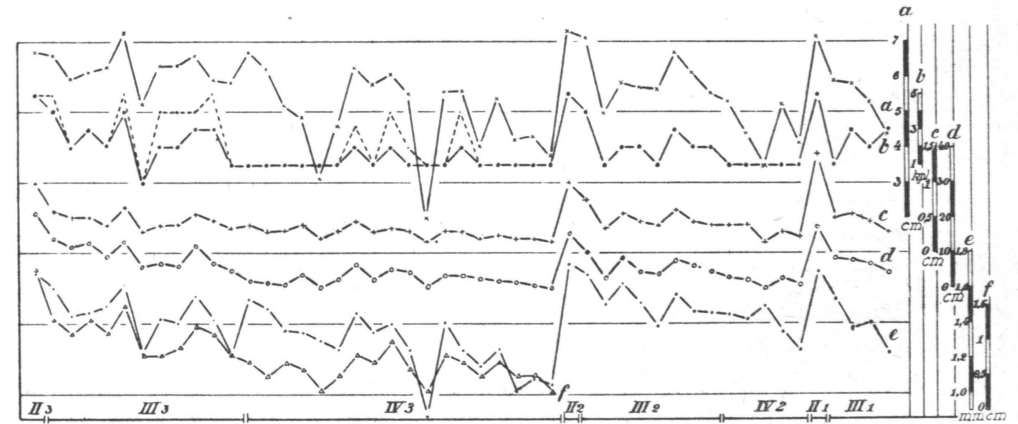


) 874 (

Kuva 2. Koeverso XIII. Vrt. kuvan 1 selitystä. *a* = silmujen pituus, *b* = silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä, *c* = neulasten pituus, *d* = neulasten leveys, *e* = kasvainten pituus, *f* = kasvainten tyviläpimitta. — Abb. 2. Probespross XII. Vgl. die Erklärung der Abb. 1. *a* = Länge der Knospen, *b* = Anzahl der Knospen oder Triebe eines Astquirls, *c* = Länge der Nadeln, *d* = Breite der Nadeln, *e* = Länge der Jahrestriebe, *f* = Basaldurchmesser der Jahrestriebe.

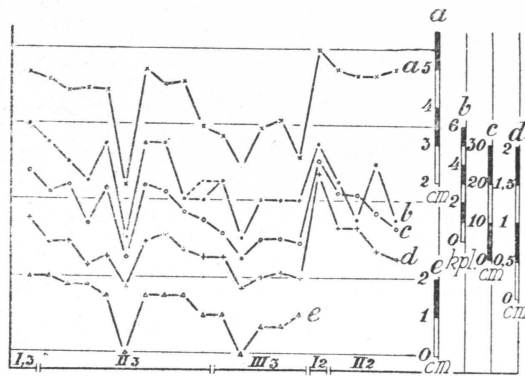


Kuva 3. Koeverso XIV. Vrt. kuvan 1 selitystä. *a* = silmujen pituus, *b* = silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä, *c* = neulasten pituus, *d* = neulasten leveys, *e* = kasvainten pituus, *f* = kasvainten tyviläpimitta. — Abb. 3. Probespross XIV. Vgl. die Erklärung der Abb. 1. *a* = Länge der Knospen, *b* = Anzahl der Knospen oder den Triebe eines Astquirls, *c* = Länge der Nadeln, *d* = Breite der Nadeln, *e* = Länge der Jahrestriebe, *f* = Basaldurchmesser der Jahrestriebe.



Kuva 4. Koeverso I c. Vrt. kuvan 1 selitystä. *a* = neulasten pituus, *b* = silmujen (ja kävynalkujen, katkoviiva) tai oksakehän kasvainten lukumäärä, *c* = kasvainten tyviläpimitta, *d* = kasvainten pituus, *e* = neulasten leveys, *f* = silmujen pituus. — Abb. 4. Probespross I c. Vgl. die Erklärung der Abb. 1. *a* = Länge der Nadeln, *b* = Anzahl der Knospen (und Zapfenansätze, die gestrichelte Linie) oder der Triebe eines Astquirls, *c* = Basaldurchmesser der Triebe, *d* = Länge der Triebe, *e* = Breite der Nadeln, *f* = Länge der Knospen.

) 875 (



Kuva 5. Koeverso II. Vrt. kuvan 1 selitystä. a = neulasten pituus, b = silmujen (ja kävynalkujen, katkoviiva) tai oksakehän kasvainten lukumäärä, c = kasvainten pituus, d = kasvainten tyviläpimitta, e = silmujen pituus. *Abb. 5. Probespross II. Vgl. die Erklärung der Abb. 1. a = Länge der Nadeln, b = Anzahl der Knospen (und Zapfenansätze, gestrichelte Linie) oder der Triebe eines Astquirls, c = Länge der Jahrestriebe, d = Basaldurchmesser der Triebe, e = Länge der Knospen.*

Eräitä tyypillisimpiä diagrammoja esittävät kuvat 1–5. Niitä tarkastellessa huomaa helposti, että murtoviivat suuressa määrin noudattavat toisiaan. Tällöin on kuitenkin pantava merkille, että silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä ei kolmannen ja neljännen asteen kasvaimissa enää pysty seuraamaan toisia murtoviivoja, koska silmujen tai kasvainten luku tällöin tavallisesti on yksi. Samoin ei kasvainten tyviläpimitta III:ssa ja IV:ssä asteessa enää aina voi noudattaa muita murtoviivoja, koska se liikkuu niin pienissä mitoissa, ettei eroja saada esille.

Kasvainten pituuden ja neulasten pituuden riippuvaisuuden kuvaamiseksi on laskettu niitä vastaavista murtoviivoista, kuinka monessa tapauksessa kahden peräkkäisen kasvaimen luvut noudattavat toisiaan, ja monessako poikkeavat. Tällöin on saatu seuraava tulos.

) 876 (•

Murtoviivat — Die Kurven

	noudattavat toisiaan <i>verfolgen einander</i>	eivät kulje eri suuntiin ¹ <i>verlaufen nicht in verschiedenen Richtungen</i>	kulkevat lievästi eri suuntiin, kulma < 90° <i>verlaufen in verschiedenen Richtungen, der Winkel < 90°</i>	kulkevat jyrkästi eri suuntiin, kulma > 90° <i>verlaufen in verschiedenen Richtungen, der Winkel > 90°</i>	Yhteensä Zusammen
Vertailukohtia — <i>Vergleichspunkte</i>	294	24	68	32	418
%	70.3	5.7	16.3	7.7	100
	76.0		24.0		

Nämä luvut osoittavat, kuten murtoviivoja tarkastamallakin heti huomaa, että kasvainten pituuden ja niiden neulasten pituuden välillä on selvä riippuvaisuussuhde. On kuitenkin mainittava, että eräillä koeversoilla (V ja I) on tämä riippuvaisuus sangen heikkoa. Toisaalta on taas useitakin sellaisia, joilla poikkeuksia on hyvin vähän. Tässä yhteydessä mainittakoon, että RENVALL (1914) on tutkimallaan mänty-yksilöllä todennut saman riippuvaisuussuhteen verratessaan samana vuonna syntyneitä kasvaimia. Korrelaatio vaihteli jonkin verran vuodesta toiseen.

Neulasten pituuden ja silmujen pituuden suhteen on murtoviivoista tehty samanlainen vertailu kuin edellä neulasten pituudesta ja kasvainten pituudesta. Tulos oli seuraava.

Murtoviivat — Die Kurven

	noudattavat toisiaan <i>verfolgen einander</i>	eivät kulje eri suuntiin ¹ <i>verlaufen nicht in verschiedenen Richtungen</i>	kulkevat lievästi eri suuntiin, kulma < 90° <i>verlaufen in verschiedenen Richtungen, der Winkel < 90°</i>	kulkevat jyrkästi eri suuntiin, kulma > 90° <i>verlaufen in verschiedenen Richtungen, der Winkel > 90°</i>	Yhteensä Zusammen
Vertailukohtia — <i>Vergleichspunkte</i>	169	51	32	11	263
%	64.3	19.4	12.1	4.2	100
	83.7		16.3		

¹ Tarkoittaa tapauksia, joissa toinen murtoviiva kulkee vaakasuorana ja toinen nousee tai laskee.

) 877 (

Suhde on siis edelliseen verrattavissa, joskin selviä yhteenkäymisiä on vähemmän. Sen sijaan on selviä poikkeuksiakin vähemmän.

Hyvin selvä näyttää olevan kasvaimen pituuden ja sen tyviläpimitan riippuvaisuus toisistaan.

Myös silmujen tai oksakehän kasvainten lukumäärä vaihtelee samansuuntaisesti kuin kasvaimen pituus ja siis myöskin neulasten pituus.

X Y	Neulasten pituus, mm — Länge der Nadeln														Σ	
	5—9.9	10—14.9	15—19.9	20—24.9	25—29.9	30—34.9	35—39.9	40—44.9	45—49.9	50—54.9	55—59.9	60—64.9	65—69.9	70—74.9		
Neulasten leveys, 1/10 mm — Breite der Nadeln																
18.5—19.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	3
17.5—18.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
16.5—17.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	4	7
15.5—16.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	4	1	—	10
14.5—15.4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	4	5	1	16
13.5—14.4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	4	6	3	—	19
12.5—13.4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	6	8	5	3	1	28
11.5—12.4	—	—	—	—	—	—	—	—	2	13	19	9	9	3	1	56
10.5—11.4	—	—	—	—	1	1	4	21	15	5	5	—	—	—	—	52
9.5—10.4	—	—	—	3	5	12	11	6	3	2	1	—	—	—	—	43
8.5—9.4	—	—	1	1	5	4	4	1	2	1	—	—	—	—	—	19
7.5—8.4	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
6.5—7.4	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
5.5—6.4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Σ	1	3	3	13	10	23	52	53	31	27	24	12	6	5	263	

Murtoviivoja tarkastettaessa huomataan helposti, että myös neulasten pituus ja leveys seuraavat toinen toistaan. Pitkät neulaset ovat siis yleensä myös leveitä ja päinvastoin. Saman seikan osoittamiseksi on laskettu kaikkien käytettävissä olevien 263 kasvaimen neulasten pituuden ja leveyden suhdetta esittävä korrelaatiokertoin. Korrelaatiotaulukko esitetään ylempänä. Myös yksityisten koeversojen vastaavat taulukot osoittavat samaa suuntaa. Laskelman tulokset ovat:

$$M_x = 42.54 \pm 0.157 \quad \sigma_x = \pm 2.541 \pm 0.111$$

$$M_y = 11.92 \pm 0.140 \quad \sigma_y = \pm 2.266 \pm 0.099$$

$$r = +0.802 \pm 0.022$$

Riippuvaisuussuhde on siis erittäin selvä.

Edellä käsitellyistä suhteista huomataan siis, että voimakkaasti kehittynyt kasvain eroaa heikommista paitsi pituuden ja läpimitan puolesta myös siinä, että sillä on runsaammin ja suurempia silmuja tai kasvaimia oksakehässä ja että sen neulaset ovat pitempiä ja leveämpiä.

ERI IKÄISTEN NEULASTEN EROAVAISUUDET.

Kasvaimittain tutkituissa koeversoissa ei ollut kolmea vuotta vanhempia neulasia ja 3-vuotisetkin ovat heikosti edustettuina. Hyvin kitukasvuisessa koeversossa VI oli kuitenkin neulasia vielä 5-vuotissakin kasvaimissa.

Yksivuotiset neulaset erottaa helposti värin puolesta sitä vanhemmista. Vanhemmat neulaset ovat nim. aina selvästi tummempia väriltään. Myös 2- ja 3-vuotisissa huomaa rinnakkain asetettuina eron, 3-vuotiset kun ovat vieläkin tummempia kuin 2-vuotiset. Ero oli selvä myös etäämpänä Helsingistä ja rautatiestä kasvaneissa versoissa, joten savuttumisella tuskin on suurta osuutta asiassa.

Selvästi erottaa eri ikäiset neulaset toisistaan myös neulastupen nojalla. Uusilla neulasilla on neulastuppi ehyt ja kiinteä, 2-vuotisilla jo usein risainen ja höllä, 3-vuotisilta siitä ei aina ole mitään jäljellä. Neulasia mitattaessa on useista koeversoista mitattu säännöllisesti myös neulastupet (10 mittausta kasvainta kohti). Yhdessäkään tapauksessa ei ole todettu poikkeusta säännöstä. Kuvaavana esimerkkinä mainittakoon koeversot I c ja XII, joiden mittaustulokset nähdään seuraavalla sivulla (mitättömät kasvaimet jätetty pois).

Neulastupen pituudessa on siis selvä ero neulasten iästä riippuen. Huomataan myös, että neulastupet lyhenevät siirryttäessä korkeampaan haaraantumisasasteeseen, mikä on luonnollista kun itse neulasten pituus muuttuu samaan suuntaan.

STRASBURGERIN (1891) ja MEISSNERIN (1894) mukaan tapahtuu neulasten (*Taxus* ja *Pinus laricio*) johtojänteissä jatkuvaa kasvua, erittäinkin toisena kesänä. — Kun on selvästi huomattavissa, että 2- ja 3-vuotiset neulaset ovat jäykempiä kuin 1-vuotiset, tarkasteltiin

Kasvainten haaraantumisaste — <i>Verzweigungsgrad der Jahrestriebe</i>		I			II			III			IV	
Kasvainten syntymävuosi — <i>Entstehungsjahr der Jahrestriebe</i>		1933	1932	1931	1933	1932	1931	1933	1932	1931	1933	1932
I c	Neulastupen pituus keskim., mm — <i>Länge der Nadelscheiden, durchschn., mm</i>	—	—	—	8.0	6.8	6.3	4.6	3.8	2.4	2.3	1.9
	Kasvainten lukumäärä — <i>Anzahl der Jahrestriebe</i>	—	—	—	1	1	1	11	8	4	14	4
XII	Neulastupen pituus keskim., mm — <i>Länge der Nadelscheiden, durchschn., mm</i>	5.0	2.9	2.3	4.7	2.6	1.2	4.3	2.0	—	3.4	—
	Kasvainten lukumäärä — <i>Anzahl der Jahrestriebe</i>	1	1	1	12	8	3	32	9	—	3	—

eri ikäisten neulasten poikkileikkauksia mikroskooppisesti, jotta kävisi selville johtuuko tämä ehkä johtojänteen paksuuskasvusta. Tällöin huomattiin, että siiviläosan samoin kuin putkilo-osankin solurivejä oli enemmän 2- ja 3-vuotisilla neulasilla kuin 1-vuotisilla. Erotus oli kuitenkin niin pieni, ettei se voi neulasten jäykkyyteen mitään vaikuttaa. Sen sijaan voi asiaan vaikuttaa se seikka, että päällysketon solut olivat 2- ja 3-vuotisilla neulasilla paksuseinäisempiä kuin 1-vuotisilla.

NEULASTEN KIERTEISYYS.

Männyn neulasten kierteisyys on yleisesti tunnettu ja kaikissa käsikirjoissa mainittu. Kun männyn puukin usein on kierteistä ja kierteisyys on määrätyn suuntaista, tyvestä latvaan päin tarkastettaessa vastapäivään menevää (vrt. A. K. CAJANDER, Metsänhoidon perusteet II, 1917, siv. 287), päätin tarkastaa olisiko neulasten kierteisyydessäkin sama suunta vallalla. Merkintöjä tehtiin 7:n koeverson suhteen siten että versoissa I, I a, I b ja I c merkittiin 10:n, valitsematta otetun neulasen kierteisyys kustakin kasvaimesta,

) 880 (

samoin koeverson III 6:sta kasvaimesta, jonka lisäksi koeversojen I d ja XII kaikkien neulasten kierteisyys merkittiin.

Jos ensiksi tarkastetaan kasvaimia ja merkitään myötä- tai vastavoittoisiksi ne joiden neulaspareista vähintään 60 % on kääpiöverson tyvestä käsin katsoen myötä- tai vastapäivään kierteisiä sekä neutraaleiksi muut, saadaan seuraava asetelma.

Kasvaimista — <i>Jahrestriebe, deren Nadeln</i>				
		vastavoittoisia, überwiegend linksgedreht sind, %	myötävoittoisia, überwiegend rechtegedreht sind, %	neutraaleja, weder überwiegend links- noch rechtegedreht sind, %
Koeverso	I	68.5	21.0	10.5
<i>Probespross</i>				
»	I a	68.8	18.7	12.5
»	I b	55.6	33.3	11.1
»	I c	54.6	30.3	15.1
»	I d	61.5	15.4	23.1
»	III	50.0	33.3	16.7
»	XII	55.7	41.4	2.9

Voidaan panna merkille, että vastavoittoisia kasvaimia yleensä on enemmän kuin muita yhteensä ja verraten tasaisena pysyttelevä osuus. Suurin on vaihtelu neutraalien kasvainten joukossa, jotka myös yhtä koeversoa lukuun ottamatta ovat selvästi vähemmistönä.

Edellä olevan asetelman luvut eivät sellaisenaan ilmaise vastakierteisten, myötäkierteisten ja suorien neulasten osuuksia. Tämä käy ilmi seuraavasta asetelmasta.

Neulasista — <i>Von den Nadeln</i>				
		vastakierteisiä, linksgedreht, %	myötäkierteisiä, rechtegedreht, %	suoria, gerade, %
Koeverso	I	54.5	37.5	8.0
<i>Probespross</i>				
»	I a	64.2	31.5	4.3
»	I b	58.2	37.5	4.3
»	I c	67.5	28.1	4.4
»	I d	64.3	26.8	8.9
»	III	75.0	23.5	1.5
»	XII	59.1	38.5	2.4

) 881 (

Huomattavin eroavaisuus asetelmien lukusarjoissa on siinä, että suoria neulasia on yleensä vähemmän kuin neutraaleja kasvaimia. Lukusarjat ovat verraten säännöllisiä ja vaihtelu pienempää kuin edellisessä asetelmassa. Mm. suorat neulaset ovat kaikissa versoissa hyvin selvänä vähemmistönä. Näin on asianlaita myös kaikissa normaaleissa kasvaimissa. Hyvin usein puuttuvat suorat neulaset kokonaan (110 kasvainta 165:stä). Melko yleisesti on kasvaimessa vain vastakierteisiä neulasia (27 kasvainta 165:stä), harvemmin vain myötäkierteisiä (5 tapausta 165:stä). Myötäkierteiset neulaset puuttuvat 35 tapauksessa ja vastakierteiset vain 11 tapauksessa 165:stä.

Neulasten kierteisyysaste vaihtelee melkoisesti. Aivan suoriin liittyvät hyvin lievästi kierteiset, joita on verraten vähän. Selvästi kierteisiä on suurin osa, ja vahvasti kierteisiä, korkkiruuvimaisia taas huomattavasti vähemmän.

Saman kääpiöverson neulaset ovat aina samaanne päin kierteisiä. Kuitenkin sattuu joskus, että toinen neulanen on suora ja toinen lievästi kierteinen. Tällaiset neulasparit on luettu kierteisten joukkoon.

Koetettiin selvittää myös myötä- ja vastapäiväisten neulasten sijoittumista. Johduttiin ensinnäkin siihen tulokseen, etteivät kasvaimen eri osat tässä suhteessa eroa toisistaan. Eivät myöskään latvakasvaimet tai yleensä pitkät kasvaimet ole erikoisasemassa. Sitä vastoin on hyvin yleistä, että peräkkäisten kasvainten neulaset ovat samaanne päin kierteisiä. Vertailukohtia on ollut 66 ja tällöin on verrattu keskenään v:n 1933 ja v:n 1932 peräkkäisiä kasvaimia sekä v:n 1932 ja 1931 ja vielä v:n 1933 ja 1931 kasvaimia. Todettiin, että 49 tapauksessa (74.2 %) neulasten enemmistö verratuissa kasvaimissa oli samaanne päin kierteisiä, 5 tapauksessa (7.6 %) oli toisella kasvaimella saman verran myötä- kuin vastakierteisiä neulasia, joten selvää ristiriitaa ei ollut, sen sijaan 12 tapauksessa (18.2 %) oli selvä ristiriita. Tämä merkitsee joko sitä, että määrättyillä rannoilla on säilyvä taipumus myötä- tai vastakierteisyyteen tai sitä, että kierteisyyden määräävät olosuhteet, jotka ovat puiden eri puolilla erilaiset, siis esim. valosuhteet. Kun ei aineistoa hankittaessa merkitty muistiin ilmansuuntia eikä myöskään merkitty mitkä eri oksa-

kehien oksat sijaitsivat toistensa yläpuolella, ei asian enempi selvittely ole tässä yhteydessä mahdollista.

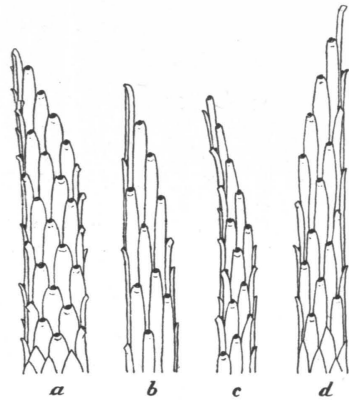
Lopuksi mainittakoon, että ÖRTENBLADIN (1888) mukaan Lapin männyn neulaset ovat tavallisesti oikealle (siis myötäpäivään) kiertyneitä, joskus päinvastaiseen suuntaan. Edelleen mainitsee ÖRTENBLAD, että neulaset alkukehityksensä aikana ovat suoria ja jäävät eräissä tapauksissa sellaisiksi.

KÄÄPIÖVERSOJEN SIOITTUMINEN.

Merkittäköön aluksi, että kasvaimen alin osa tavallisesti on neulaseton. Tästä seikasta tehtiin lukuisilla koeversoilla säännöllisesti muistiinpanoja. Neulaseton osa vaihtelee tavallisesti 0.5—1.5 cm, mutta voi olla joskus 2.5 cm:kin. Poikkeustapauksissa ulottuu neulasia aivan kasvaimen tyveen saakka. Tehtyjen havaintojen mukaan johtuu neulasettomuus tyven ympäri tiukasti painuneista, usein lisäksi pihkoittuneista suojussuomuista. Monessa tapauksessa oli tämä kiinteä vyö aivan eheänä jäljellä.

Neulasten sijoittumisesta kasvaimella on myös tehty useilla koeversoilla säännöllisiä merkintöjä. Neulasten väliin jää vankemmillä kasvaimilla hyvin selvästi rajoittuvia kilpiä (kuva 6), jotka myöhemmin, neljännen kesän vaiheilla, irtautuvat kokonaisina ja jättävät jälkeensä sileän hilsekuoren. Näiden neulaskilpien nojalla on helppo määritellä ne kierteet, joita myöten neulaset ovat asettuneet. Kierteet ovat niin selviä, että niitä seuraamalla voi esim. tarkoin määrätä, montako neulasta kasvaimella on ollut, jos ne ovat varisseet. Päärangan ja voimakkaiden ensi asteen oksien neulaset ovat jotenkin poikkeuksetta asettuneet 5:een kierteeseen, tavallisesti myötäpäivään. Seuraavan asteen kasvaimissa kierteitä useimmiten on 3 ja ne eri suuntaisia kuin emäkasvaimessa. Aivan hennoissa kasvaimissa on toisinaan vain 2 kierrettä. Nelikierteisyys on harvinaista. Selasta kierrettä, joka käsittäisi kaikki neulaset ei ole löydettävissä.

Neulaskilvet ovat päärangan kasvaimissa asettuneet limittäisiin riveihin, joita tutkituissa kasvaimissa on ollut 13. Erällä kasvaimilla



Kuva 6. Yksivuotisten kasvainten tyviosia, joissa nähdään neulasten sijat ja neulaskilvet. *a*, *c* ja *d* ovat kasvainten tyviosia, *b* on *a*-kasvaimen latva-puolesta. Kasvaimessa *d* ovat neulaset asettuneet vastapäivään kulkeviin kierteisiin, muissa myötäpäivään. — *Abb. 7. Teile einjähriger Triebe, an denen die Ansatzstellen der Nadeln und die Nadelschildchen zu sehen sind. a, c und d sind Basalteile der Triebe, b ist oberer Teil des Triebs a. Im Trieb d haben sich die Nadeln in Spiralen angeordnet, die entgegen der Sonne gehen, in den übrigen gehen die Spiralen mit der Sonne.*

muodostavat toinen toisensa yläpuolella olevat kilvet melkein pysty-suoran rivin, joka kuitenkin heikosti kaartaa samaan suuntaan kuin varsinaiset neulaskierteet. Toisilla taas saadaan aivan pystysuora rivi siirtymällä $1\frac{1}{2}$ neulaskilven mittaa ylöspäin (kilven alapäästä alkaen sen puolivälistä oikealta puolen alkavan kilven yläpäähän). Näin on saatu 21 pystyriviä neulasia. Ensin mainituilla kasvaimilla taas saadaan näin melkoisesti kiertyvät rivit.

Neulaskilpien pituus vaihtelee siten, että ne varsinkin kasvainten tyvellä, mutta myös lähellä latvaa ovat melkoista lyhyempiä kuin kasvaimen keskiosalla. Voimakkaasti kehittyneillä kasvaimilla saatavat neulaskilvet olla jopa 3 cm:n pituisia, heikommin kehittyneillä alle 2 cm:n. Ohuilla kasvaimilla on neulaskilpi ensimmäisenä kesänä näennäisesti paljonkin lyhyempi kuin saman rangan vanhemmilla kasvaimilla. Paksuuskasvu nim. aiheuttaa sen, että kilven alaosa tunkeutuu kahden alempana olevan kilven väliin ja vasta tällöin saa lopullisen pituutensa (vrt. kuvaa 6 c).

NEULASTEN TIHEYS.

On pantava merkille, että jo toisen vuoden kasvaimista on joukko kääpiöversoja varissut, kolmannen vuoden kasvaimista suuri osa, usein on näillä vain muutamia neulasia jäljellä. Näin on laita varsinkin pääranan kasvainten. Kitukasvuisessa latvuksessa, josta koeverso VI otettiin, oli neulasia vielä 5-vuotisissakin kasvaimissa. Mainittakoon tässä eräitä koeversosta XII saatuja tuloksia. Päärangan latvakasvaimesta oli varissut 2 kääpiöversoa (1.2 %), v:n 1932 kasvaimesta 7 kääpiöversoa (5.1 %) ja v:n 1931 kasvaimesta 57 kääpiöversoa (41.2 %). Viisi II asteen versoa antoi seuraavan tuloksen. V:n 1933 kasvaimista oli varissut 0—8.0 % (4 tap. 0 %, 1 tap. 8 %), v:n 1932 kasvaimista 5.0—22.0 % ja 1931 kasvaimista 53.2 ja 53.4 %. Koeverson I c pääranan v:n 1932 kasvaimesta oli varissut 32.8 % ja v:n 1931 kasvaimesta n. 95 %. Näin ollen on neulasten tiheyttä tutkittaessa otettu huomioon vain 1933:n kasvaimet.

Neulasten tiheyden mittana on käytetty osamäärää *kääpiöversojen luku: kasvaimen neulasellisen osan pituus*, joka siis osoittaa montako kääpiöversoa (tai kääpiöverson sijaa) tulee pituusyksikköä, tässä 1 cm:ä kohti. Tiheysluvut on laskettu seuraavista koeversoista I b, I d, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII ja XIII.

Jos järjestetään koeversot keskimääräisen neulastiheyden (saatu jakamalla kääpiöversojen luku kasvainten neulasellisten osien pituuk-sien summalla) mukaan ja ilmoitetaan samalla tiheyslukujen vaihtelu (1.5 cm:ä lyhyempien kasvainten tiheyslukuja ei ole otettu mukaan) ja kasvainten keskimääräinen pituus, saadaan seuraavalla sivulla oleva asetelma.

Kuten huomataan ovat keskimääräiset tiheysluvut melko paljon toisistaan eroavia, seikka joka pantiin merkille jo neulasia irroitettaessa, koska tiheäneulaisia oli hankalampi käsitellä. Myös saman koeverson kasvainten luvut vaihtelevat huomattavasti. Kuten kohta osoitetaan ei neulastiheys ole riippuvainen kasvaimen pituudesta, eikä tässäkään koeversojen keskimääräinen tiheysluku vaihtelee kasvainten keskipituuden mukaan. Puun neulastiheys lienee yksilöllinen

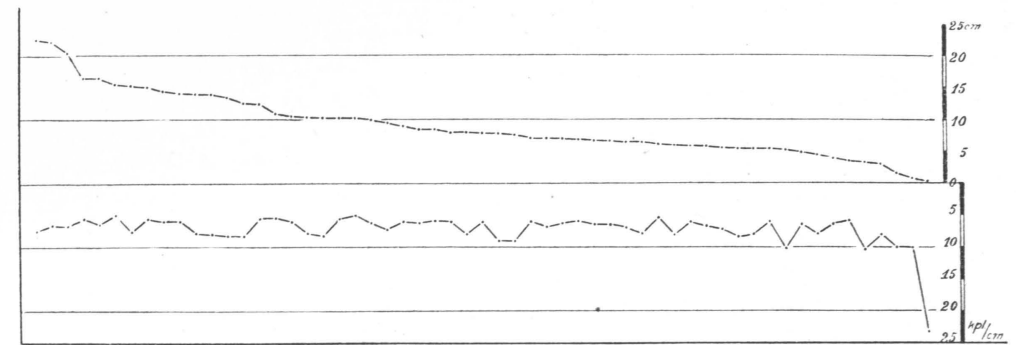
Koeverso Probespross	Keskimäär. tiheysluku Durchschnittliche Dichtigkeitsziffer	Tiheyslukujen vaihtelu Variation der Dichtigkeitsziffern	Kasvainten keski- määr. pituus, cm Durchschnittslänge der Jahrestriebe
I d	10.8	6.7—16.0	5.4
IX	9.6	8.4—14.2	11.9
XIII	9.4	6.8—16.6	3.5
VIII	8.6	5.7—12.8	8.1
I b	7.3	6.3—10.0	9.1
XI	7.2	5.2—10.0	10.9
XII	6.9	5.1—10.3	9.1
VII	6.7	5.7— 9.3	10.8
V	6.0	3.0— 8.9	9.6
X	5.5	4.3— 5.9	35.1

ominaisuus, joka ei mainittavasti ole riippuvainen puun kehitysteestä, joskin näyttää siltä että pienet tiheysluvut yleisemmin esiintyvät hyväkasvuilla yksilöillä.

Samalla koeversolla ei tiheys ole riippuvainen kasvaimen pituudesta muuten kuin sikäli, että poikkeuksellisen suuret tiheysluvut tavataan aivan pienillä kasvaimilla. Suurin tavattu tiheysluku oli 23.3, kasvaimen pituus 0.5 cm. Vain yhdessä tapauksessa on pitkähköllä kasvaimella ollut niin suuri tiheysluku kuin 14.2. Tämä johtui selvästi siitä, että kasvaimen kehitys oli ehkäistynyt edellisen kasvaimen päässä olevan vioittuman takia.

Seuraava kuva (kuva 7) havainnollistaa kasvainten ja vastaavien tiheyslukujen suhdetta. Siinä esitetään koeverson XII kasvainten mitat pituusjärjestyksessä ja alaspäin mitattuina vastaavat tiheysluvut. Huomataan, että tiheyslukujen murtoviiva suurin piirtein kulkee vaakasuorasti, joskin melkoisesti mutkitellen.

Eri vuosien tiheyslukuja ei ole tässä tutkimuksessa verrattu toisiinsa, koska se olisi vaatinut varisneitten neulasten tarkistamisen. HESSELMAN (1904) on osoittanut, että ainakin poikkeuksellisina vuosina voi tiheydessä olla melkoisia eroja. HERTZ (1929) taas on tullut siihen tulokseen, että saman mänty-yksilön neulastiheys ei mainittavasti vaihtelee. Hänen mittauksensa koskevat vuosien 1926, 1927 ja 1928 kasvaimia, joiden kasvuun siis ovat vaikuttaneet kesät 1925,

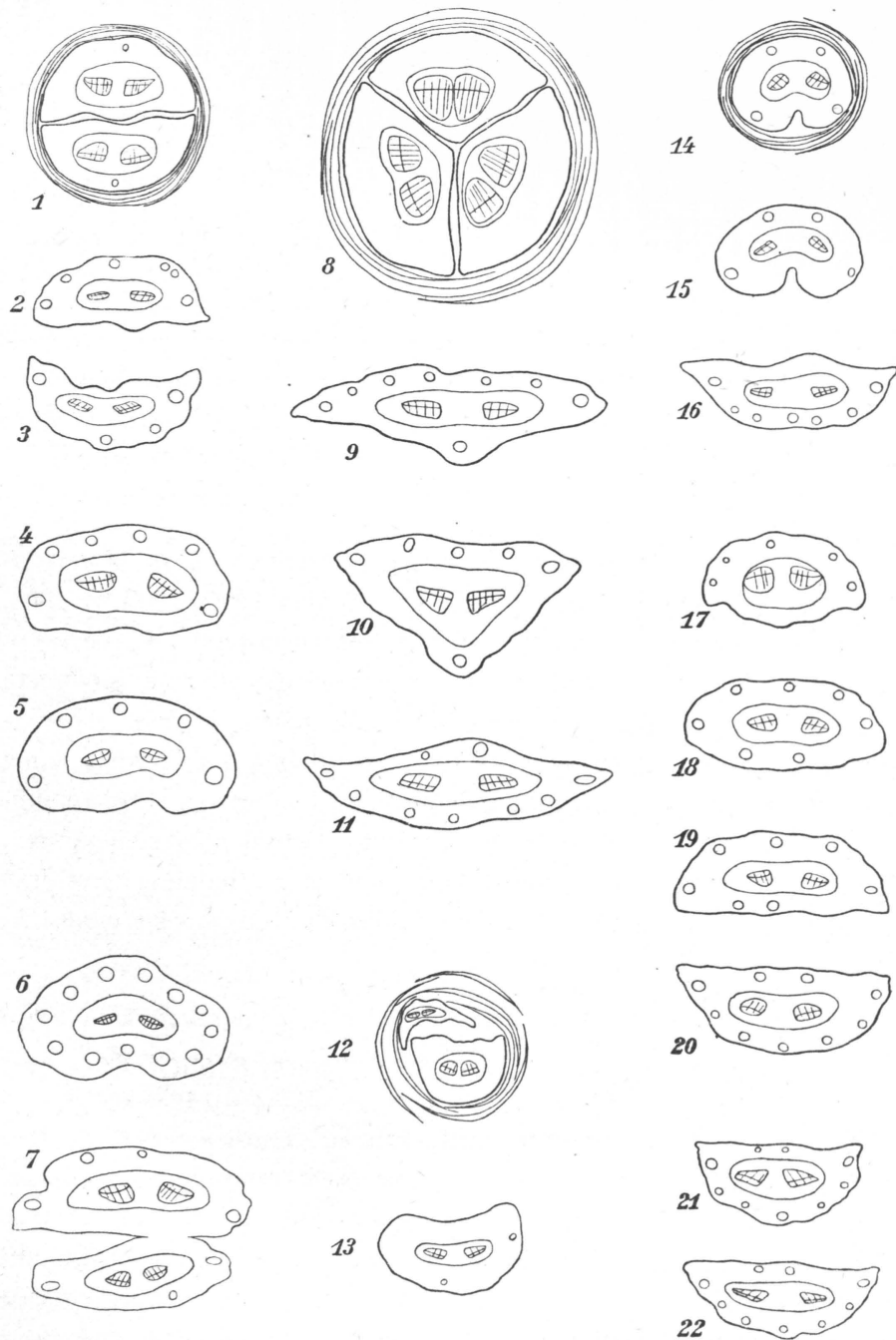


Kuva 7. Koeverso XII. V:n 1933 kasvainten pituudet suuruuden mukaan ja vastaavat tiheysluvut (kääpiöversoja 1 cm:iä kohti). — Abb. 7. Probespross XII. Die Längen der Jahrestriebe von 1933 nach der Grösse geordnet und die entsprechenden Dichtigkeitszahlen (Kurztriebe pro cm).

1926 ja 1927, kaikki männylle edullisia. HESSELMAN taas on verratut tiheyksiä hyvin poikkeuksellisina vuosina 1901, 1902 ja 1903. Tämä on epäilemättä syynä tulosten eroavaisuuteen. Ne vertailukohtat, jotka ovat käytettävissä osoittavat tiheyden suurenemista v:sta 1932 v:een 1933 koeverson XII päärangassa ja 5:ssä sivurangassa; koeversossa XIII taas on tosin päärangon kasvaimissa sama suunta, mutta useat sivurankojen kasvaimet edustavat toista suuntaa ja koeverson I c pääranka osoittaa tiheyden pientymistä. Tuskinpa mitään selvää eroa onkaan neulasten tiheydessä kyseessä olevina vuosina, sääsuhteittenkaan puolesta ei sellaista ole odotettava.

ERI LAATUISTEN NEULASTEN POIKKILEIKKAUKSISTA.

Sen seikan selvittämiseksi, millä tavoin kolmineulaisten ja yksineulaisten kääpiöversojen neulaset eroavat tavallisista, tutkittiin mikroskooppisesti joukko neulasten poikkileikkauksia. Täten voitiin piirtää luotettavat kuvat, joista eräitä tyypillisimpiä nähdään sivulla 36. Jo paljain silmin huomaa, että selvä ero on olemassa neulasten luvusta riippuen. Mikroskooppikuva osoittaa erotuksen



Piirtänyt — Gezeichnet von Hilja Laksonen

) 888 (

Kuva 8. Poikkileikkauksia neulasista ja kääpiöversoista. 1—5 *koeverso XII*: 1 tavallinen kääpiöverso tyvestä, 2—3 saman neulasen puolivälistä, 4 1-neulasen kääpiöversoisen neulanen tyvestä, 5 sama puolivälistä. 6—7 *koeverso XIII*: 6 1-neulasen kääpiöversoisen neulanen puolivälistä, 7 kahden neulasen yhteenkasvettuma n. 0.5 cm tyvestä. 8—11 *koeverso X*: 8 3-neulasen kääpiöversoisen tyvi, 9—11 saman neulasen puolivälistä. 12—13 *koeverso XII*: 12 2-neulasen kääpiöversoisen tyvi (toinen neulanen surkastunut, pituus 4 mm), 13 saman normaalin neulanen puolivälistä, 14 1-neulasen kääpiöversoisen tyvi, 15 saman neulanen puolivälistä, 16 saman kasvaimen tavallisen neulanen puolivälistä. 17—20 *koeverso I c*: 17 1-neulasen kääpiöversoisen neulanen tyvestä, 18 sama puolivälistä, 19—20 saman kasvaimen tavallisen kääpiöversoisen neulasen puolivälistä. 21—22 *koeverso IX*: 21 epäaidosti 1-neulasen kääpiöversoisen neulanen tyvestä, 22 sama puolivälistä. — Abb. 8. Querschnitte durch die Nadeln und Kurztriebe. 1—5 Probespross XII: 1 gewöhnlicher Kurztrieb im Basalschnitt, 2—3 seine Nadeln im Mittelschnitt, 4 Nadel eines 1-nadeligen Kurztriebs im Basalschnitt, 5 dieselbe im Mittelschnitt. 6—7 Probespross XIII: 6 Nadel eines 1-nadeligen Kurztriebs im Mittelschnitt, 7 Verwachsung zweier Nadeln im Schnitt ca. 0.5 cm von der Basis entfernt. 8—11 Probespross X; 8 Basis eines 3-nadeligen Kurztriebs, 9—11 die Nadeln desselben im Mittelschnitt. 12—16 Probespross XII: 12 Basis eines 2-nadeligen Kurztriebs (die eine Nadel verkümmert, Länge 4 mm), 13 die normale Nadel desselben im Mittelschnitt, 14 Basis eines 1-nadeligen Kurztriebs, 15 Nadel desselben im Mittelschnitt, 16 gewöhnliche Nadel desselben Jahrestriebs im Mittelschnitt. 17—20 Probespross I c: 17 Nadel eines 1-nadeligen Kurztriebs im Basalschnitt, 18 dieselbe im Mittelschnitt, 19—20 die Nadeln eines gewöhnlichen Kurztriebs desselben Jahrestriebs im Mittelschnitt. 21—22 Probespross IX: 21 Nadel eines unecht 1-nadeligen Kurztriebs im Basalschnitt, 22 dieselbe im Mittelschnitt.

) 889 (

selvemmin. Kolmineulaisten kääpiöversojen neulaset ovat kolmiomaisia poikkileikkaukseltaan. Tyvileikkauksessa ovat niiden muodostamat kulmat jokseenkin yhtä suuret, mutta ylempää otettu leikkaus osoittaa, että kolmiomaisuus eräillä neulasilla on verraten vähän huomattavissa, joskin ne helposti erottaa tavallisista. Tutkitut kääpiöversot eivät edes tyviosassaan tarkoin vastaa EICHLERIN sääntöä (SCHNEIDERIN mukaan), jonka mukaan kunkin neulasen muodostama kulma saadaan jakamalla 360° neulasten luvulla. Muutoin ei rakenteessa ollut eroavaisuuksia tavallisiin neulasiin verrattuna. Huomattakoon kuitenkin, että kaikissa tutkituissa tapauksissa oli kolmineulaisten kääpiöversojen neulasilla pihkatiehyitä myös morfologisella yläpinnalla, kun ne tavallisilta neulasilta voivat puuttua.

SCHNEIDERIN mukaan ovat yksineulaisten kääpiöversojen neulaset joko yksiarvoisia, jolloin toinen neulanen on jäänyt kehittymättä, tai kaksiarvoisia, jolloin kaksi neulasta on kasvettunut yhteen. Viimeksi mainitussa tapauksessa on samassa neulasessa kaksi johtojänteen puolikasta, jotka siis tavallisissa oloissa esiintyvät kukin neulasessaan. Tällaisia ei aineistossa tavattu, ellei oteta lukuun erästä neulasparia, jossa yhteenkasvettuminen oli jäänyt hyvin vähäiseksi (kuva 8: 7) ja ulottui vain 6 mm:n päähän neulasten tyvestä.

Tutkitut yksineulaisten kääpiöversojen neulaset olivat siis kaikki yksiarvoisia. Silti olivat aidot yksineulaiset selvästi tavallisista erotettavissa. Niitä oli kahta tyyppiä: poikkileikkaukseltaan munuamaisia, selvä uurre morfologisella yläpinnalla (kuva 8: 6, 14, 15) ja pitkänpyöreitä ilman uurretta tai heikkourteisia (kuva 8: 4, 5, 17, 18). Silti olivat viimeksi mainitutkin tavallisista neulasista helposti erotettavissa, koska terävät reunat tyyten puuttuivat. Vertauksen vuoksi on yksineulaisten rinnalle piirretty samasta kasvaimesta tutkittuja tavallisia neulasia (kuva 8: 1, 2, 3, 16, 19, 20). Kuva 8: 12 esittää tapauksen, jolloin kääpiöverson toisesta neulasesta on vielä jäljellä 4 mm:n pituinen rudimentti. Toinen leikkaus on otettu tyvestä (kuva 12) toinen pitkän neulasen puolivälistä (kuva 13). Ylemmässä leikkauksessa ovat sisäpinnan kulmat jonkin verran pyöristyneet. Mahdollista on, että litteissä yksineulaisissa on alkujaan ollut pieni

surkastunut neulanen, joka on estänyt niitä pyöristymästä munuamaisen tyyppin kaltaisiksi.

On myös tutkittu eräitä epäaidoiksi merkittyjä yksineulaisia kääpiöversoja (kuvat 21 tyvestä, 22 puolivälistä) ja huomattu, että ne eivät vähääkään eroa tavallisista. Toisen neulasen häviäminen myöhemmällä kehitysasteella ei näytä aiheuttavan mitään muutoksia jäljelle jääneeseen.

Pihkatiehyistä mainittakoon että niiden lukumäärä vaihtelee hyvin paljon (tutkituissa neulasissa 2—12). Niiden luku saattaa sitä paitsi vaihdella neulasen eri osissa.

KIRJALLISUUSLUETTELO.

1. CAJANDER, A. K. 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Porvoo.
2. COPELAND, EDWIN BINGHAM. 1898. A biological note on the size of evergreen needles. (Botanical Gazette, Vol. XXV.) Chicago.
3. HERTZ, MARTTI. 1929. Huomioita männyn ja kuusen pituuskehityksen »vuotuisesta» ja vuorokautisesta jaksosta. (Acta forestalia fennica 34.) Helsinki.
4. — — 1931. Nuorten metsäkirja. I. Porvoo.
5. HESSELMAN, HENRIK. 1904. Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarne 1900—1903. (Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt, häftet 1 1904.) Stockholm.
6. HIITONEN, ILMARI. 1933. Suomen kasvio. Helsinki.
7. KRAUS, GREGOR. 1885. Das mehrjährige Wachsen der Kiefernadeln. (Bot. Mittheilungen.) Halle. [Meissnerin (1894) mukaan.]
8. KRONFELD, M. 1889. Bemerkungen über Coniferen. (Botanisches Centralblatt, Band. XXXVII, No. 3.) Cassel.
9. LAGERBERG, TORSTEN. 1911. Abnorm skottutveckling hos tallen. (Skogsvårdsf. tidskr., allm. uppl.) Stockholm.
10. LAITAKARI, ERKKI. 1920. Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. (Acta forestalia Fennica 17.) Helsinki.
11. MELA, A. J. 1899. Suomen koulukasvio. Neljäs painos. Helsinki.
12. MEISSNER, R. 1894, 1897. Studien über das mehrjährige Wachsen der Kiefernadeln. (Botanische Zeitung, 52., 55. Jahrg.) Leipzig.

13. RENVALL, AUGUST. 1914. Ein Beitrag zur Kenntnis der sog. partiellen Variabilität der Kiefer. (Acta forestalia fennica 3.) Helsinki.
14. SCHNEIDER, WILHELM. 1913. Vergleichend-morphologische Untersuchung über die Kurztriebe einiger Arten von Pinus. (Flora, 105. Band.) Jena.
15. STRASBURGER, EDUARD. 1872. Die Coniferen und Gnetaceen. Jena.
16. —»— 1891. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena. [Meissnerin (1894) mukaan.]
17. SYLVÉN, NILS. 1916. De svenska skogsträden. I. Barrträden. Stockholm.
18. ÖRTENBLAD, TH. 1888. Om den högnordiska tallformen, Pinus silvestris L. β Lapponica (Fr) Hn. (Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Band. 13, Afd. III, N:o 11) Stockholm.

ÜBER DIE GEGENSEITIGEN VERHÄLTNISSE ZWISCHEN DEN KURZ- UND LANGTRIEBEN DER KIEFER.

R E F E R A T.

M a t e r i a l.

Die Messungen und Beobachtungen beziehen sich auf 19 Sprosse, von denen 15 die Hauptachse oder deren Teil mitsamt den Zweigen und 4 den Zopfteil eines Zweiges ersten Grades umfassen. Die Sprosse gehören 15 Baumindividuen an. Angaben über die Versuchssprosse und die Anzahl der untersuchten Jahrestriebe sind in der Übersicht S. 4—5 angeführt.

Über Folgendes wurden Messungen und Beobachtungen angestellt: 1) Anzahl der Kurztriebe, die 2-nadeligen, 3-nadeligen und 1-nadeligen gesondert, 2) Anzahl der Knospen oder der zu einem Astquirl gehörigen Langtriebe wie auch der Zapfenansätze (und Zapfen), 3) Länge und Basaldurchmesser der Jahrestriebe, 4) Länge der Knospen, 5) Länge und Breite der Nadeln, 6) Windung der Nadeln, 7) Lage der Nadeln am Jahrestrieb und 8) Länge der Nadel-scheide. Die Eintragungen über einen jeden Probespross wurden in der Weise ausgeführt, dass genau klar wurde, um welchen Grad, welches Jahr und welchen Zweig es sich bei dem Jahrestrieb jeweilig handelte.

Die Anzahl der Kurztriebe wurde durch sorgfältiges Ablösen aller Kurztriebe von ihren Jahrestrieben ermittelt. Die Längenmessungen wurden ausgeführt an 10 Nadelpaaren eines jeden Jahrestriebes, die ohne Auswahl aus den sorgfältig gemischten losgelösten Nadeln entnommen wurden. Bei den Breitenmessungen haben bei einigen Probesprossen 5 Messungen genügen müssen. Die Genauigkeit der Messungen wurde durch Parallelmessungen geprüft. Die Längen wurden mit 1 mm, die Breiten mit $\frac{1}{10}$ mm Genauigkeit gemessen.

Tabelle S. 6 zeigt, welche Messungen und Beobachtungen mit Rücksicht auf die verschiedenen Probesprosse ausgeführt worden sind.

Anzahl der Nadeln an den Kurztrieben.

Verschiedene Forscher (ÖRTENBLAD, KRONFELD, SCHNEIDER, LAGERBERG, HERTZ) haben bei der Kiefer drei- und mehrnadelige, ja sogar 6- und 7-nadelige Kurztriebe beobachtet (LAGERBERG, bei den von der Zapfenkrankheit befallenen Kiefern).

Die zu meinem Material gehörigen Probesprosse weisen mit Ausnahme von einem dreinadelige Kurztriebe auf, insgesamt 433 Expl. oder 1.21 % von der Anzahl sämtlicher Kurztriebe, aber keinen einzigen 4- oder mehrnadeligen. Auf Tabelle S. 10 sind die Probesprosse nach dem prozentualen Anteil der dreinadeligen Kurztriebe in drei Gruppen eingeteilt. Die in Klammern angegebenen Prozente beziehen sich auf den Anteil der dreinadeligen Kurztriebe an denjenigen der beiden obersten Jahrestriebe der Hauptachse.

Die Gruppierung zeigt, 1) dass dreinadelige Kurztriebe an Bäumen aller Grössen auftreten, 2) dass sie am häufigsten an wüchsigen Individuen, insbesondere an den Jahrestrieben ihrer Hauptachse, vorkommen, 3) dass ihre Anzahl an kümmernden Bäumen gering ist und 4) dass es auch wüchsige Individuen gibt, an denen 3-nadelige Kurztriebe nur spärlich vertreten sind.

Das Auftreten dreinadeliger Kurztriebe scheint eine individuelle Eigentümlichkeit zu sein, die sich von Jahr zu Jahr erhält, wengleich die Frequenz schwankt. Beispielsweise waren an 44 Jahrestrieben des Jahres 1933 156 3-nadelige Kurztriebe und an den entsprechenden Langtrieben des vorhergehenden Jahres 106. Bei gleich grossen und unter ganz denselben Verhältnissen gewachsenen Bäumen kann die Frequenz der Dreinadeltriebe sehr verschieden sein (z.B. bei Probespross V 7.12 %, Probespross VIII 0.17 %).

Die Frequenz der dreinadeligen Kurztriebe bei Jahrestrieben verschiedenen Grades zeigt folgende Zusammenstellung:

3-nadelige Kurztriebe auf je 100 cm Länge

an Jahrestrieben I. Grades	an Jahrestrieben II. Grades	an Jahrestrieben III. Grades	an Jahrestrieben IV. Grades
28.1	8.1	1.6	0.9

Über die Lage der dreinadeligen Kurztriebe wurden regelmässig Angaben gemacht. Das Ergebnis zeigt die Übersicht auf S. 12.

In den meisten Fällen treten also die dreinadeligen Kurztriebe ganz nahe dem oberen Ende des Jahrestriebes auf, ziemlich allgemein an dessen unterem Ende, aber selten in der Mitte.

Meist sind die Nadeln der dreifachen Kurztriebe kürzer als die gewöhnlichen. Von denjenigen Jahrestrieben, an denen dreinadelige angetroffen wur-

den, waren 81.25 % solche, bei denen die gewöhnlichen Nadeln länger waren, 11.25 % solche, bei denen die 1- und 2-nadeligen gleich lang waren, und nur 7.5 % solche, bei denen die 3-nadeligen länger waren.

Über die Gestalt der dreinadeligen Kurztriebe siehe den letzten Abschnitt dieser Untersuchung und Abb. 8 S. 36.

Die einnadeligen Kurztriebe der Kiefer haben STRASBURGER und SCHNEIDER behandelt, der deren Entstehungsgeschichte ziemlich eingehend klargelegt hat.

Bei Betrachtung der Kiefernlangtriebe sind 1-nadelige Kurztriebe sogar häufig zu beobachten, wengleich sie meistens aus diesem oder jenem Grunde durch Abwerfen der einen Nadel zustande gekommen sind. Auch Verfasser hat gerade aus dem eben erwähnten Grunde den 1-nadeligen Kurztrieben anfangs keine grosse Aufmerksamkeit zugewandt. Doch bald stellte es sich heraus, dass es auch echte 1-nadelige gibt. Sie unterscheiden sich von den unechten darin, dass die Nadelscheide eng und fest und auch die Nadel abgerundet ist (vgl. den Abschnitt Über die Querschnitte verschiedenartiger Nadeln, S. 48 und Abb. 8). Das Material enthält 60 derartige echte einnadelige Kurztriebe, im ganzen wurden 246 solcher verzeichnet. Beinahe alle echten 1-nadeligen wurden bei den Probesprossen IX und XII angetroffen, besonders bei ersterem waren sie reichlich, nämlich 42 Stck. Die einnadeligen Kurztriebe haben sich nicht wie die dreinadeligen an eine bestimmte Stelle des Jahrestribs gruppiert, ebensowenig sind sie an den Langtrieben I. Grades am häufigsten, vielmehr am seltensten. Im allgemeinen sind sie kürzer als die übrigen Nadeln des Jahrestribs. Dem von SCHNEIDER erwähnten Fall, bei dem die 1-Nadeligkeit auf das Zusammenwachsen zweier Nadeln zurückzuführen wäre, bin ich nicht begegnet. Allerdings fand ich ein Nadelpaar, dessen Nadeln auf einer Strecke von ca. 0.5 cm von der Basis an miteinander verwachsen waren (vgl. Abb. 8), wengleich von einer einzigen Nadel noch gar nicht die Rede sein konnte.

Vier- oder mehrnadelige Kurztriebe hat das Material nicht enthalten.

Länge und Breite der Nadeln und ihr Verhältnis zu den verschiedenen Faktoren des Langtriebs.

Auf Grund meines Materials liessen sich als Längengrenzen der Kiefernadel 3—6 cm angeben, wobei 25.9 % der Jahrestriebe ausserhalb der Grenzen blieben. Mit Rücksicht auf magere Standorte, die mein Material eigentlich nicht umfasst, wäre die untere Grenze vielleicht noch etwas niedriger.

Als Breitengrenzen der Nadeln könnten nach meinem Material 0.9—1.5 mm vermerkt werden; ausgeschlossen wären 17.9 % der Jahrestriebe. Sowohl die

Längen-, als auch die Breitengrenzen stimmen gut mit den von SYLVÉN (1914) angeführten überein.

Tabelle S. 18 zeigt, dass von der Hauptachse an nach den mehrgradigen Jahrestrieben zu die Nadeln kürzer werden.

Von den 63 durch die Tabelle gebotenen Vergleichspunkten zeigen 57 eine Verminderung der Nadellänge von der Hauptachse nach dem Zweig und vom Zweig nach dem Nebenzweig zu.

An Jahrestrieben I. Grades enthielt das Material 30, II. Grades 191, III. Grades 235 und IV. Grades 52. Ein höherer als der IV. Grad tritt nicht auf und die Langtriebe auch dieses Grades sind recht unbedeutend. Es sei erwähnt, dass RENVALL nur bei 0.48 % der bei einem Kiefernindividuum ange-troffenen Langtriebe IV. Grades Verzweigungen antraf, die Jahrestriebe V. Grades hatten überhaupt keine Zweige mehr.

Die durchschnittlichen Längen der in meinem Material vertretenen Jahrestriebe verschiedenen Grades sind in cm:

I	II	III	IV
23.6	13.7	7.0	2.1

Die Verkürzung der Nadeln von der Hauptachse nach den Verzweigungen zu erwähnt auch SYLVÉN (1914). MEISSNER (1894) hat es mit Rücksicht auf *Pinus laricio* und RENVALL (1914) bei einem von ihm untersuchten Kiefernindividuum festgestellt.

Das Verhältnis der Nadellänge zu derjenigen der Jahrestriebe hat MEISSNER (1894) behandelt, indem er auf das Ergebnis kommt, dass die Länge der Nadeln nicht von derjenigen der Jahrestriebe abhängig ist, da an langen Jahrestrieben oft kurze Nadeln auftreten und umgekehrt. Da er gleichzeitig erklärt, dass die Länge der Nadeln durch die Witterungsverhältnisse bedingt ist, und da letztere bekanntlich auch auf die Witterungsverhältnisse einwirken, handelt es sich hier um einen Widerspruch, auf den u.a. COPELAND (1898) hinweist. Allerdings ist in Betracht zu ziehen, dass die Länge der Langtriebe zur Hauptsache auf den Witterungsverhältnissen des vorhergehenden Sommers (in Mitteleuropa bisweilen auf denen desselben Sommers, vgl. LAITAKARI 1920) und die Länge der Nadeln wiederum auf denen der Vegetationsperiode beruht (HESSELMAN 1904). So können tatsächlich lange Jahrestriebe kurze Nadeln aufweisen und umgekehrt. Die Tatsache, dass sich in den verschiedenen Jahren verschieden lange Nadeln entwickeln, hat KRAUS (1885) zu dem Trugschluss Anlass gegeben, dass die Nadeln im zweiten und auch im darauf folgenden Sommer ihr Längenwachstum fortsetzten.

Beim Vergleich der Längen der Jahrestriebe mit denjenigen der Nadeln sind die Langtriebe und Nadeln eines und desselben Individuums und eines

und desselben Jahres miteinander zu vergleichen. Dabei ist sehr wohl zu erwarten, dass ein stärker ausgebildeter Langtrieb auch längere Nadeln entwickelt. Weiter sahen wir, dass dieses der Fall war, soweit es sich um Sprosse verschiedenen Grades handelt. Ob dieses auch für die Langtriebe eines und desselben Grades zutrifft, ist klargestellt durch Zeichnung von Diagrammen, bei denen auf der Abszisse der Reihe nach die Jahrestriebe eines und desselben Grades und eines und desselben Jahres und auf der Ordinate die Nadellängen der Triebe angegeben sind.

Bei der Ausführung dieses Vergleiches lag der Gedanke nahe, gleichzeitig auch andere die Stärke des Jahrestriebs zur Geltung bringende Faktoren, wie Durchschnitt, Länge der Knospen, Anzahl der Knospen oder Triebe eines Astquirls, zur Nebeneinanderstellung heranzuziehen. So wurden auch die Kurven, die diese Merkmale markieren, in dasselbe Diagramm eingetragen, indem zugleich auch die Breite der Nadeln zum Vergleich benutzt wurde.

Derartige Diagramme wurden für alle Probesprosse gezeichnet. Einige der typischsten sind auf S. 21—24, Abb. 1—5, zu sehen. Bei deren Durchsicht leicht zu bemerken, dass die Kurven stark aneinander erinnern.

Zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Länge der Jahrestriebe von derjenigen der Nadeln ist unter allen zu vergleichenden Kurven gezählt worden, in wie vielen Fällen die Zahlen des folgenden Jahrestriebs einander entsprechen, und in wie vielen Fällen sie voneinander abweichen. Hierdurch ist die auf S. 25 oben wiedergegebene Zusammenstellung erlangt.

Die Zahlen zeigen, was man bereits bei der Betrachtung der Kurven bemerkt, dass nämlich eine unverkennbare Übereinstimmung besteht. Es ist allerdings zu erwähnen, dass bei einigen Probesprossen (V und I) diese Abhängigkeit sehr schwach ist. Ein deutliches Abhängigkeitsverhältnis stellte RENVALL (1914) beim Vergleich der Langtriebe eines und desselben Jahres bei dem von ihm untersuchten Kiefernindividuum fest.

Hinsichtlich der Länge der Nadeln und der Knospen führen die Kurven auf ein Ergebnis, das durch die Zusammenstellung auf S. 25 unten wiedergegeben ist.

Das Verhältnis ist also mit dem vorhergehenden zu vergleichen. Die zweite Gruppe (die Fälle, in denen eine Kurve wagerecht verläuft, während die andere sich hebt oder senkt) ist hier zahlreicher, ausgesprochene Abweichungen sind seltener.

Sehr deutlich ist der Zusammenhang zwischen der Länge des Jahrestriebs und dessen Basaldurchmesser.

Auch die Anzahl der Knospen oder bzw. der Jahrestriebe des Astquirls schwankt in gleichem Sinne wie die Länge des Jahrestriebs und also auch die Länge der Nadeln.

Die Kurven für Länge und Breite der Nadeln passen sich auch ihrerseits recht gut einander an. Zur Verdeutlichung des Tatbestandes ist ausserdem der Korrelationskoeffizient für das Verhältnis von Länge und Breite der Nadeln aller zur Verfügung stehenden 263 Langtriebe berechnet (Korrelations-tabelle S. 26). Die Ergebnisse waren:

$$\begin{aligned} M_x &= 42.54 \text{ mm} \quad \pm 0.157 & \sigma_x &= \pm 2.541 \text{ mm} \quad \pm 0.111 \\ M_y &= 11.92 \frac{1}{10} \text{ mm} \pm 0.140 & \sigma_y &= \pm 2.266 \frac{1}{10} \text{ mm} \pm 0.099 \\ r &= +0.802 \pm 0.022 \end{aligned}$$

Das Abhängigkeitsverhältnis erwies sich also als besonders deutlich.

U n t e r s c h e i d u n g e n v e r s c h i e d e n a l t e r N a d e l n .

Ältere als dreijährige Nadeln weist das Material gar nicht auf, abgesehen von der kümmernden Krone VI, die sogar noch 5-jährige Nadeln trug.

Die einjährigen Nadeln sind durch ihre hellere Farbe leicht von den übrigen zu unterscheiden. Die 2-jährigen sind ihrerseits etwas heller als die 3-jährigen.

Deutlich heben sich auch die verschieden alten Nadeln durch die Nadel-scheide voneinander ab, die bei den 1-jährigen unversehrt und fest, bei den 2-jährigen zerfetzt und lose ist und bei den 3-jährigen beinahe ganz fehlen kann. Die Zusammenstellung S. 28 zeigt das Ergebnis der Messungen.

Es ist zu ersehen, dass die Länge der Nadelscheide unverkennbar mit zunehmendem Alter abnimmt, ebenso ist zu beobachten, dass die Kurztriebe der Hauptachse längere Nadelscheiden als die Langtriebe höheren Grades haben.

Durch mikroskopische Untersuchung von Querschnitten verschieden alter Nadeln liess sich feststellen, dass die Zellreihen des Gefässbündels nach dem ersten Sommer zugenommen hatten. Das Wachstum, das STRASBURGER (1891) und MEISSNER (1894) festgestellt haben, war allerdings recht minimal. Auf keinen Fall vermag es das Steiferwerden der Nadeln zu bewirken, das deutlich zu beobachten ist, wenn man die 1-jährigen mit den mehrjährigen Nadeln vergleicht. Dieses rührt vielleicht daher, dass die Epidermiszellen der älteren Nadeln dickere Wandungen haben als diejenigen der 1-jährigen.

W i n d u n g d e r N a d e l n .

Wenn auf Grund des Materials die Jahrestriebe auf drei Gruppen verteilt werden: 1) solche, von deren Nadeln wenigstens 60 % mit der Sonne (rechts-) gedreht sind (von der Basis der Nadel aus gesehen), 2) solche, von deren Nadeln wenigstens 60 % entgegen der Sonne (links-) gedreht sind, und 3) neutrale, ergibt sich die Zusammenstellung auf S. 29 oben.

Eine sehr ähnliche Zusammenstellung, S. 29, wird gewonnen durch Verteilung der Nadeln auf drei Gruppen: rechtsgedreht, linksgedreht und gerade.

Die geraden Nadeln fehlen häufig (an 105 Jahrestrieben von 159), die rechtsgedrehten bisweilen (an 34 von 159) und die linksgedrehten selten (an 11 von 159).

Die Nadeln eines und desselben Kurztriebs sind immer in derselben Richtung gedreht, bisweilen kann die eine gerade und die andere leicht gewunden sein. Hinsichtlich des Auftretens der Windung wurde beobachtet, dass sie ziemlich allgemein bei zwei aufeinander folgenden Langtrieben (in 33 von 43 Fällen) gleichgerichtet ist, während dagegen an den Langtrieben eines und desselben Astquirls meist Triebe sowohl mit überwiegend rechts-, als auch überwiegend linksgedrehten Nadeln vorkommen. Diese Tatsachen weisen darauf hin, dass die Belichtungsverhältnisse auf den Sachverhalt von Einfluss wären. Da beim Zusammentragen des Materials die Himmelsrichtungen nicht vermerkt worden sind, war eine weitere Klarlegung nicht angängig. — ÖRTENBLAD (1888) erwähnt von der Kiefer in Schwedisch-Lappland, dass ihre Nadeln gewöhnlich rechtsgewunden sind.

A n o r d n u n g d e r K u r z t r i e b e .

Es sei eingangs erwähnt, dass der unterste Teil des Langtriebs, ca. 0.5 — 1.5 cm, meist unbenadelt ist, was nach den Beobachtungen auf die wie ein dichter Gürtel um die Basis herum gesunkenen, oft verharzten Schutzschuppen, die zuvor die Knospe eingehüllt haben, zurückzuführen ist.

Zwischen den Nadeln bleiben deutlich ersichtliche Schildchen (Abb. 6), die später, um den vierten Sommer herum, sich unversehrt ablösen, indem sie eine glatte Schuppenrinde hinterlassen. Auf Grund dieser Schildchen sind die Windungen, in denen die Kurztriebe sich angeordnet haben, leicht festzulegen. Die Nadeln der Hauptachse und der starken Achsen II. Grades haben sich so gut wie ohne Ausnahme in 5 Spiralen angeordnet, meist in der mit der Sonne verlaufenden Richtung. An den Langtrieben des folgenden Grades sind 3 Windungen, diese anders gerichtet als die der Muttertriebe. Ganz schwache Langtriebe zeigen bisweilen 2 Windungen. Eine Windung, die alle Nadeln umfasste, ist nicht anzutreffen.

D i c h t i g k e i t d e r N a d e l n .

Von den Langtrieben des zweiten Jahres waren oft 20, ja sogar 30 % der Kurztriebe abgefallen. An den dreijährigen waren vielfach nur einige % der Nadeln übrig. An den kurzen Jahrestrieben halten sich die Nadeln am längsten.

Bei der Untersuchung der Dichtigkeit der Nadeln sind im allgemeinen nur die 1-jährigen Langtriebe in Betracht gezogen worden, wenn nicht die Ansatzstellen der Nadeln gezählt worden sind. Als Dichtigkeitsmass ist die Quote *Anzahl der Kurztriebe: Länge des benadelten Teils des Langtriebs* benutzt worden. Die Dichtigkeitsziffern sind für 10 Versuchssprosse berechnet worden.

Die Zusammenstellung S. 34 führt die untersuchten Probesprosse nach der durchschnittlichen Dichtigkeit (die Anzahl der Kurztriebe geteilt durch die Längensumme der Jahrestriebe) angeordnet vor; ebenso sind die unteren und oberen Grenzen der Dichtigkeitsziffern eines jeden Probesprosses in die Zusammenstellung eingetragen (hierbei sind Jahrestriebe, die kürzer als 1.5 cm sind, deren Dichtigkeitsziffern nämlich ausnahmsweise gross sind, nicht in Betracht gezogen), desgleichen die durchschnittliche Länge der Jahrestriebe. Zu beachten ist, dass die durchschnittlichen Dichtigkeitsziffern der verschiedenen Probesprosse sich ebenso wie die Dichtigkeitsziffern der Jahrestriebe eines bestimmten Probesprosses bedeutend unterscheiden. Weiter ist zu bemerken, dass ein deutliches Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Nadeldichte der Probesprosse und der Mittellänge der Jahrestriebe nicht festgestellt werden kann. Es hat den Anschein, wie wenn die Nadeldichtigkeit gewissermassen eine individuelle Eigenschaft des Baumes wäre.

Bei einem und demselben Baum oder Spross ist die Dichtigkeit der Nadeln von der Länge des Jahrestriebs nur insofern abhängig, als die ausnahmsweise grossen Dichtigkeitsziffern an ganz kleinen Jahrestrieben anzutreffen sind. Abb. 7 veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Die Dichtigkeitsziffern der verschiedenen Jahre sind in dieser Untersuchung nicht miteinander verglichen worden. Nach HESSELMAN (1904) schwankt wenigstens in aussergewöhnlichen Jahren die Dichtigkeit erheblich. HERTZ (1929) wiederum ist auf das Ergebnis gekommen, dass die Nadeldichtigkeit eines und desselben Baumes zum mindesten nicht in den Jahren 1926—28 Schwankungen unterlegen gewesen ist.

Über die Querschnitte verschiedenartiger Nadeln.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung sind durch Abb. 8 wiedergegeben. Sie stellt typische Querschnitte von Nadeln sowohl 3-, als auch 1-nadeliger Kurztriebe dar, ebenso zum Vergleich Querschnitte von gewöhnlichen Nadeln derselben Jahrestriebe.

Über die zu dritt stehenden Nadeln sei bemerkt, dass der von einer jeden Nadel gebildete Winkel im Basalschnitt nahezu gleich gross ist, dagegen sind einige Nadeln weiter nach oben erheblich abgeplattet.

Unter den einzeln stehenden Nadeln gibt es zwei Typen: solche von nieren-

förmiger Durchschnittsfigur, mit einer deutlichen Furche auf der morphologischen Oberfläche, und ovale, ungefurchte oder schwach gefurchte. Trotzdem sind auch die letzteren von den gewöhnlichen leicht zu unterscheiden, da die scharfen Kanten völlig fehlen. Auch ist ein Fall untersucht worden, in dem von der einen Nadel ein nur 4 mm langes Rudiment übriggeblieben war. Im Basalteil ist das Querschnittsbild der normalen Nadel ganz gewöhnlich, aber weiter nach oben erinnert es an eine echte Einzelnadel. Möglich ist, dass die 1-nadeligen Kurztriebe von ovalem Querschnitt ursprünglich eine kleine verkümmerte Nadel besessen haben, die eine ebenso vollkommene Rundung, wie sie sich beim nierenförmigen Typ vollziehen konnte, verhindert haben mag.

Einzelnadeln, die aus zwei Nadeln durch Zusammenwachsen entstanden wären (SCHNEIDER), sind nicht angetroffen worden, wohl aber ein Nadelpaar, bei dem die Verwachsung nur ca. 0.5 cm von der Basis sich aufwärts erstreckte.

Ebenfalls sind als unecht vermerkte 1-nadelige Kurztriebe untersucht worden, und es hat sich herausgestellt, dass sie sich in keiner Weise von den gemeinen unterscheiden. Das auf späterer Entwicklungsstufe eingetretene Verschwinden der einen Nadel scheint keine Veränderung in der übriggebliebenen veranlasst zu haben.

Über die Harzgänge sei erwähnt, dass ihre Anzahl beträchtlich schwankt (in den untersuchten Nadeln zwischen 2 und 12). Ausserdem ist sie in den aus verschiedenen Teilen der Nadel hergestellten Querschnitten unbeständig.

Publications of the Society of Forestry in Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises dealing with forestry in Suomi (Finland) and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, generally contain several treatises.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations in the subject of forestry in Suomi. Published at irregular intervals. Each essay appears as a separate volume.

COMMENTATIONES FORESTALES. Contains investigations and other essays regarding forestry and other spheres connected with it in other countries than Suomi. Published at irregular intervals. Each volume generally contains only one treatise.

Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Enthalten wissenschaftliche Untersuchungen über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält.

SILVA FENNICA. Diese Veröffentlichungsreihe enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen zur Waldwirtschaft Suomis (Finlands). Sie erscheint in unregelmässigen Abständen. Jeder Aufsatz erscheint als besonderer Band.

COMMENTATIONES FORESTALES. Enthalten Untersuchungen und Beiträge zur Waldwirtschaft und damit zusammenhängenden Fragen für andere Länder als Suomi. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen. Jeder Band enthält im allgemeinen nur eine Untersuchung.

Publications de la Société forestière de Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contient des études scientifiques sur l'économie forestière en Suomi (Finlande) et sur ses bases. Paraît à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.

SILVA FENNICA. Contient des articles et de petites études sur l'économie forestière de Suomi. Paraît à intervalles irréguliers. Chaque article constitue habituellement un volume.

COMMENTATIONES FORESTALES. Contient des études et des articles sur l'économie forestière et les branches connexes dans les pays autres que Suomi. Paraît à intervalles irréguliers. En général, chaque volume ne contient qu'une étude.