

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 2**



MATTI LEIKOLA

**SILMUJEN JA NEULASTEN POISTON
VAIKUTUS MÄNNYN JA KUUSEN PITUUSKASVUUN**

SUONENJOKI 1972

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 2

Matti Leikola

Silmujen ja neulasten poiston
vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun.

Suonenjoki 1972

S I S Ä L L Y S

	Sivu
JOHDANTO	1
TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	2
TULOKSET	10
TULOSTEN TARKASTELUA	22
KIRJALLISUUS	26

1. Johdanto

Havupuulajeistamme männyn pituuskasvu alkaa Etelä-Suomessa normaalisti toukokuun ensimmäisellä puoliskolla ja loppuu heinäkuun alussa. Kuusen pituuskasvu alkaa yleensä noin viikkoa tai paria männyn pituuskasvun jälkeen, ja loppuu vastaavasti heinäkuun puolenvälin tienoilla (RAULO 1972, ym.). Näiden puulajien pituuskasvu tapahtuu yleisesti ottaen melko nopeasti; katsotaan että uusi latvakasvain on saavuttanut täyden pituutensa noin 40 vuorokaudessa sääsuhteista yms. riippuen. Siten ei 15-20 mm keskimääräinen vuorokausikasvu ole niinkään harvinaista (HERTZ 1929, HUIKARI ym. 1967). Näin intensiivinen fysiologinen toiminta vaatii luonnollisesti runsaasti energiaa, jota uudet, kasvaimeen syntyvät neulaset eivät kykene tuottamaan. Parhaassa kasvussaan oleva latvakasvain suorastaan imee yhteyttämistuotteita muualta, vanhemmista solukoista (KRAMER ja KOZLOWSKI 1960 ym.).

Kysymys vanhojen neulasten osuudesta uuden vuosikasvaimen syntyyn on kiinnostava taimen pituuskasvun fysiologiaa ajatellen, mutta sillä on myös käytännön näkökohtia. Noston, kuljetuksen ja varastoinnin aikana taimet saattavat syystä tai toisesta menettää osan neulastoaan, jolloin niiden tulevan kasvun edellytykset heikentyvät. Nyt käsillä olevan työn tarkoituksena on selvittää millainen vaikutus viimeisen (= edellisenä kesänä syntyneen) neulaskerran täydellisellä tai osittaisella poistamisella on männyn ja kuusen pituuskasvun määrään ja kasvun ajalliseen edistymiseen.

Tutkielman kenttätöet suoritettiin tekijän ollessa valtion maatalous-metsätieteellisen toimikunnan tutkimusassistentti. Pituuskasvun mittauksesta huolehti metsänhoitaja Pentti Pylkkö. Laskennassa ja työn viimeistelyssä ovat avustaneet metsäteknikko Pekka Suolahti sekä rva Liisa Salmi. Maisteri Jyrki Raulo on lukenut käsikirjoituksen ja esittänyt varteenotettuja parannusehdotuksia. Esitän kaikille edellä mainituille parhaat kiitokseni.

2. Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Koe suoritettiin Helsingin Yliopiston metsäharjoitusluaseman ($61^{\circ}50'P$ $24^{\circ}17'I$) yhteydessä olevalla taimitarhalla vuonna 1967. Aineistoksi valittiin 9-vuotiaita mäntyjä ja 7-vuotiaita kuusia jotka kasvoivat koetaimitarhalla. Mäntykoe järjestettiin ns. systemaattisen rivikokeen muotoon, jossa eri käsittelyt seuraavat toisiaan juoksevasti edettäessä taimirivejä pitkin. Kuusikoe järjestettiin kolmen 7×7 kpl arvotun lohkon muotoon. Ennen kokeen alkua suoritettiin kuusten osalta harvennus niin että alkuperäisestä 5 taimen ruudusta jäi jäljelle aina 2 kol ruutuun.

Kokeen eri käsittelyt olivat seuraavat (vrt. kuva 1):

1) Käsittelyaika

- Käsittely tapahtui ennen kasvukauden alkua (I).
- Käsittely tapahtui pituuskasvun ollessa likimain puolessa (II).

2) Silmujen käsittely

- Latvakerkän sivusilmut jäivät paikoilleen (SJ).
- Latvakerkän sivusilmut poistettiin (SP).



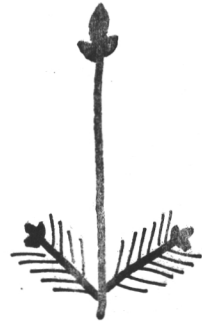
SJ/NJ



SJ/NAP



SJ/NYP



SJ/NKP



SP/NJ



SP/NAP



SP/NYP



SP/NKP

Kuva 1. Ylimmän vuosikasvaimen silmujen ja neulaston käsittely.

3) Ylimmän vuosikasvaimen neulaston käsittely

- Neulasto jäi koskematta (NJ).
- Neulaston alempi osa poistettiin kasvaimesta (NAP).
- Neulaston ylempi osa poistettiin kasvaimesta (NYP).
- Neulasto poistettiin kokonaisuudessaan kasvaimesta (NKP).

Kokeessa oli näin ollen 16 erilaista käsittely-yhdistelmää. Kokeeseen sisältyneiden taimien lukumäärä on esitetty taulukoissa 1 ja 2 käsittelytapoittain.

Mäntykoje perustettiin 8.-11.5. (lämpösumma 6 d.d.) ja kuusikoje perustettiin 3.-5.5. (lämpösumma 0 d.d.). Tällöin myös suoritettiin ensimmäiset silmu- ja neulaskäsittelyt. Toinen silmu- ja neulaskäsittely suoritettiin männyille 9.-10.6. ja kuusille 21.-22.6., jolloin taimet olivat kasvaneet likimain puolen latvakasvaimen pituuden verran.

Taimien latvaverson pituuskasvu mitattiin säännöllisesti joka viides päivä. Mäntyjen pituuskasvun mittausjakso kesti 11.5.-25.7., ja kuusien 2.6.-27.7. Mittausjakson alussa kummankaan puulajin latvasilmu ei ollut ehtinyt paisua juuri lainkaan ja mittausjakson loppuun mennessä kasvain oli saavuttanut jo lopullisen pituutensa.

Pituuskasvun mittaus tapahtui seuraavasti: kunkin taimen latvaverson edellisen vuoden (1966) kasvaimen yläosan läpi työnnettiin varovasti nuppineula. Käyttäen nuppineulan päätä tukena mitattiin kasvaimen kokonaispituus työntötulkilla

0.1 mm tarkkuudella (vrt. HILEY ja CUNLIFFE 1922 ym.).

Ennen kuin kokeen päätuloksia ryhdyttiin käsittelemään selvitetiin, olisiko käytetty aineisto luonteeltaan epähomogeeninen, jolloin kokeen perusteella tehtäviä johtopäätöksiä ei voisi yleistää käsittelyistä johtuvaksi. Tästä syystä mitattiin kaikkien koetaimien pituuskasvu vuotta ennen käsittelyä (v. 1966) ja kunkin käsittelyn keskiarvolle laskettiin luotettavuusrajat 5 % riskiä käyttäen. Tulokset on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Männyn taimien pituuskasvu v. 1966 (vuotta ennen kokeen suorittamista).

Käsittely	Taimien luku kpl	Keskim. pituusk. 1966 x cm	Stand. poikk. (S) cm	K-arvon k-virhe (Sx) cm	Keskiarvon luotett. rajat, riski 5 %
I/SJ/NJ	8	23.4	2.66	1.00	21.03-25.77
I/SJ/NAP	7	25.2	2.32	0.95	22.88-27.52
I/SJ/NYP	8	21.5	2.37	0.89	19.38-23.61
I/SJ/NKP	7	23.1	4.46	1.82	18.64-27.56
I/SP/NJ	4	24.6	6.87	3.97	11.99-37.21
I/SP/NAP	8	23.5	5.20	1.96	18.86-28.14
I/SP/NYP	6	24.4	2.61	1.16	21.40-27.40
I/SP/NKP	8	22.6	3.50	1.33	19.45-25.75
II/SJ/NJ	7	23.9	2.47	1.01	21.43-26.37
II/SJ/NAP	7	24.6	2.52	1.44	21.08-28.12
II/SJ/NYP	7	23.5	3.44	1.40	20.06-26.94
II/SJ/NKP	6	21.9	4.57	2.04	16.65-27.15
II/SP/NJ	4	23.5	3.34	1.92	17.37-29.63
II/SP/NAP	8	23.8	4.47	1.69	19.81-27.79
II/SP/NYP	8	22.7	4.28	1.62	18.88-26.52
II/SP/NKP	9	22.3	3.06	1.09	19.78-24.81

Taulukko 2. Kuusen taimien pituuskasvu v. 1967 (vuotta ennen kokeen suorittamista).

Käsittely	Taimien luku kpl	Keskim. pituusk. v. 1966 cm	Stand. poikk. (S) cm	K-arvon k-virhe s_x , cm	Keskiarvon luotett. rajat, riski 5 %
I/SJ/NJ	7	19.0	4.56	1.72	14.78-23.22
I/SJ/NAP	4	19.6	3.81	1.90	13.54-25.66
I/SJ/NYP	9	19.9	4.77	1.59	16.23-23.57
I/SJ/NKP	8	18.8	2.93	1.04	16.36-21.24
I/SP/NJ	7	19.5	2.27	0.86	17.40-21.60
I/SP/NAP	8	20.8	4.19	1.48	17.31-24.29
I/SP/NYP	6	18.8	5.47	2.23	13.06-24.54
I/SP/NKP	6	17.8	4.86	1.98	12.70-22.90
II/SJ/NJ	6	19.7	3.44	1.40	16.09-23.31
II/SJ/NAP	5	19.1	4.84	2.16	13.09-25.11
II/SJ/NYP	8	19.7	5.45	1.93	15.15-24.25
II/SJ/NKP	7	21.7	2.81	1.06	19.10-24.30
II/SJ/NJ	8	20.1	3.26	1.15	17.38-22.82
II/SJ/NAP	8	17.1	3.06	1.08	14.54-19.66
II/SP/NYP	7	18.9	4.73	1.78	14.52-23.28
II/SP/NKP	6	23.2	6.69	2.73	16.18-30.22

Osoittautui, että aineisto tässä suhteessa täytti sille kohtuudella asetettavat homogeenisuuden vaatimukset, sillä eri käsittelyjä edustavat keskiarvojen luotettavuusalueet osuivat kunkin muun ryhmän keskimääräistä pituuskasvua edustavien 95 %:n luotettavuusrajojen puitteisiin.

Seuraavassa vaiheessa selvitettiin, oliko koetaimien kokonaispituuksissa merkitseviä eroja. Kaikkien koetaimien kokonaispituus mitattiin keväällä 1967 ennen pituuskasvun alkamista, ja kullekin käsittelyluokalle laskettiin so. luokan

keskiarvon luotettavuusrajat. Tulokset on esitetty taulukoissa 3 ja 4.

Taulukko 3. Männyn taimien kokonaispituus v. 1967 kasvukauden alussa.

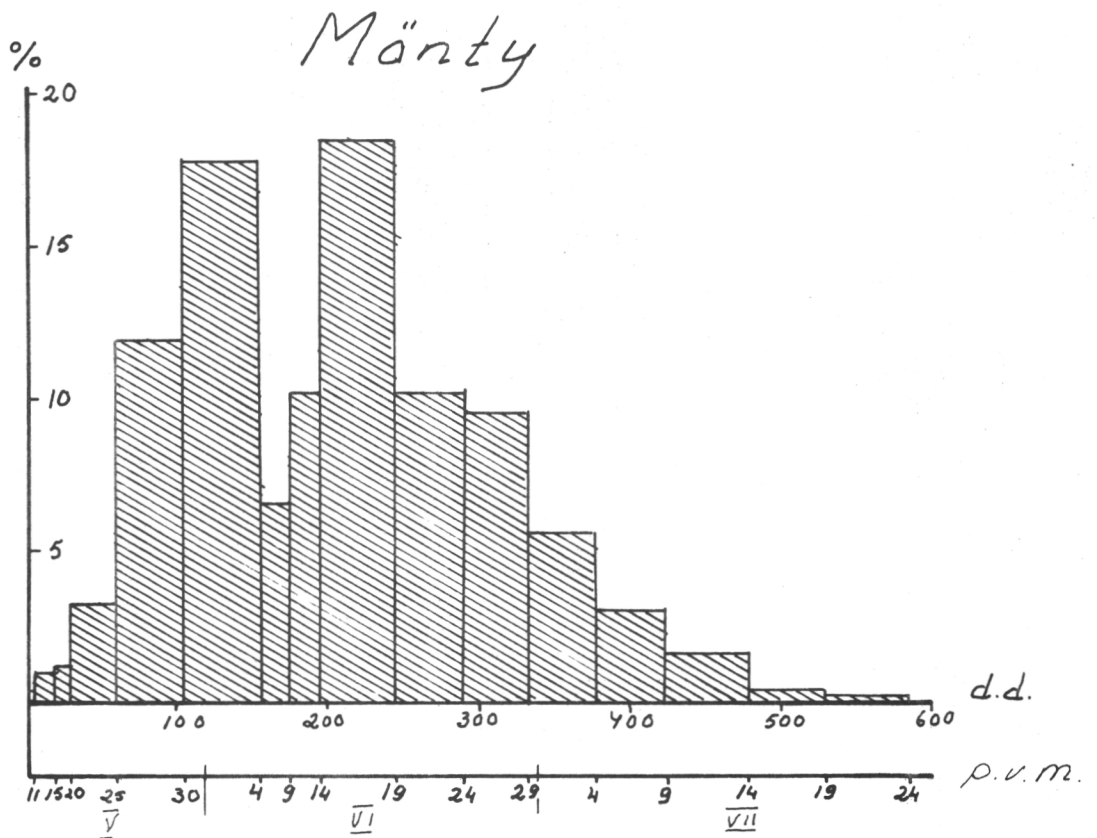
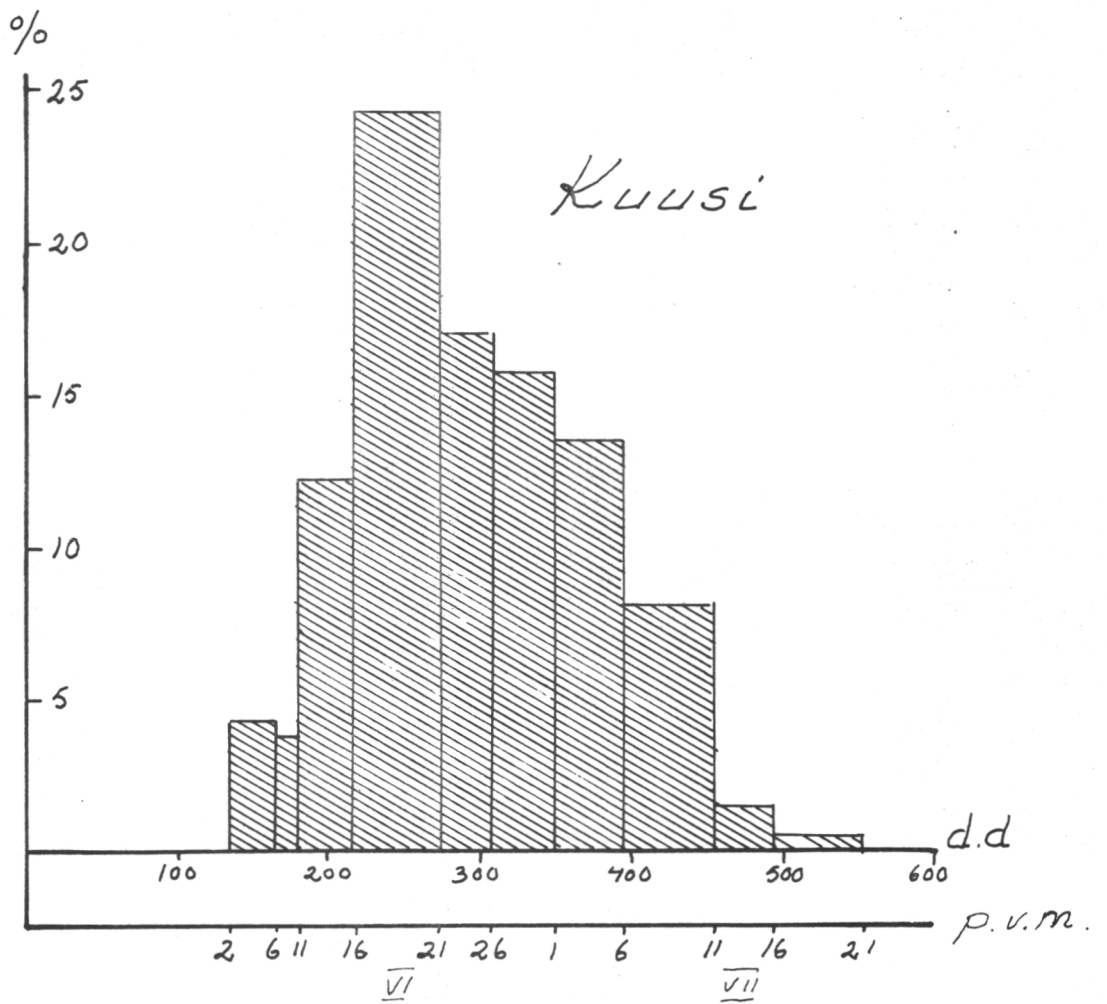
Käsittely	Taimien luku kpl	Keskim. pituusk. v. 1966 cm	Stand. poikk. (S) cm	K-arvon k-virhe $s_{\bar{x}}$, cm	Keskiarvon luotett. rajat, riski 5 %
I/SJ/NJ	8	75.7	7.3	2.76	69.19-82.21
I/SJ/NAP	7	74.4	10.1	4.12	64.31-84.49
I/SJ/NYP	8	74.4	10.7	4.04	64.87-83.93
I/SJ/NKP	7	73.4	15.1	6.16	58.31-88.49
I/SP/NJ	4	85.8	18.7	10.79	51.49-120.11
I/SP/NAP	8	72.6	11.2	4.23	62.62-82.58
I/SP/NYP	6	75.0	9.3	4.16	64.31-85.69
I/SP/NKP	8	70.7	10.8	4.08	61.07-80.33
II/SJ/NJ	7	76.5	9.0	3.67	67.51-85.49
II/SJ/NAP	7	76.2	13.2	5.39	62.99-89.41
II/SJ/NYP	7	80.6	9.3	3.79	71.31-89.89
II/SJ/NKP	6	76.7	9.3	4.16	66.01-87.39
II/SP/NJ	4	79.2	8.6	4.96	63.43-94.97
II/SP/NAP	8	76.5	14.9	5.63	63.21-89.79
II/SP/NYP	8	70.3	9.3	3.51	62.02-78.58
II/SP/NKP	9	74.7	6.3	2.32	69.55-79.85

Taulukko 4. Kuusen taimien kokonaispituus v. 1967 kasvukauden alussa.

Käsittely	Taimien luku kpl	Keskim. pituus v. 1967 cm	Stand. poikk. S, cm	K-arvon k-virhe sx, cm	Keskiarvon luotett. rajat, riski 5 %
I/SJ/NJ	7	57.9	5.40	2.04	52.90-62.90
I/SJ/NAP	4	56.2	10.21	5.10	39.97-72.43
I/SJ/NYP	9	60.7	6.56	2.19	55.65-65.75
I/SJ/NKP	8	56.6	4.21	1.49	53.09-60.11
I/SP/NJ	7	55.3	14.8	5.59	41.60-69.00
I/SP/NAP	8	55.7	8.06	2.85	48.98-62.42
I/SP/NYP	6	54.5	9.79	3.99	44.23-64.77
I/SP/NKP	6	57.0	7.15	2.92	49.50-64.50
II/SJ/NJ	6	54.8	7.08	2.89	47.37-62.23
II/SJ/NAP	5	55.6	9.06	4.05	44.34-66.86
II/SJ/NYP	8	54.9	8.49	3.00	47.82-61.98
II/SJ/NKP	7	56.6	5.26	1.98	53.73-59.47
II/SP/NJ	8	55.2	5.74	2.03	50.41-59.99
II/SP/NAP	8	53.4	2.93	1.04	50.96-55.84
II/SP/NYP	7	58.0	6.38	2.41	52.09-63.91
II/SP/NKP	6	60.0	9.58	3.91	49.94-70.06

Tässäkin suhteessa aineisto näyttää täyttävän kohtuulliset homogeenisuuden vaatimukset.

Päätulosten laskenta tapahtui seuraavasti: jokaisen taimen viiden päivän pituuskasvu laskettiin mittauspäivien havainnoista kasvaimen pituuksien erotuksena. Kasvuluvut muunnettiin suhteellisiksi arvoiksi asettamalla syntyneen kasvaimen kokonaispituus kantaluvuksi (100). Tällöin vältyttiin kasvaimen eri kokonaispituuksia edustavien taimien erilaisilta painotuksilta jaksokohtaisissa keskiarvoissa. Saadut suh-



Kuva 2.

Kuusen ja männyn kontrollitaimien keskimääräinen pituuskasvu v. 1967. Pystyakseli = % kasvaimen kokonaispituudesta.

teelliset pituuskasvuhavainnot yhdistettiin käsittelyluokittain keskimääräisiksi kasvukuvaajiksi.

Koska eri käsittelyluokkien suuruudet ja ilmeisesti myös sisäiset varianssit poikkesivat toisistaan, tyydyttiin tilastollisessa vertailussa t-testin sekä eri luokkien keskiarvon luotettavuusrajojen käyttöön.

Aineiston esittelyssä käytetyt lämpösummat (esim. SARVAS 1965) on saatu Ilmatieteen laitoksen Hyytiälän sääasemalta, noin 300 m taimitarhalta pohjoiseen.

3. Tulokset

31. Pituuskasvun kulku

Koetaimien pituuskasvun normaalimalli on esitetty kuvassa 2. Pylväät edustavat käsittelyluokkien I/SJ/NJ ja II/SJ/NJ taimien yhteisiä keskiarvoja. Vaaka-akselille on merkitty mittauspäivämäärät, mutta akselin mitta-asteikko noudattaa yli $+5^{\circ}\text{C}$ kynnysarvoa käyttäen laskettujen astesummien (d.d.) etenemistä kasvukauden 1967 aikana. Tästä johtuu mm. epätasaisuus eri mittausjaksoja edustavien pylväiden leveyksissä. Kuvasta näkyy selvänä männyn pituuskasvun kuusta aikaisempi ajoittuminen sekä jaksokohtaisten ilman lämpöolojen suuri vaikutus molempien puulajien pituuskasvun nopeuteen. Yleisesti ottaen pituuskasvun kulku noudattaa muotoa, jossa alkuvaiheen kiihtyvän kasvun osuuden jälkeen seuraa selvä maksimikohta ja määrältään vähitellen heikkenevä kasvun loppuosuus (esim. MORIK 1941, GODSKE 1961, HARI ym. 1970).

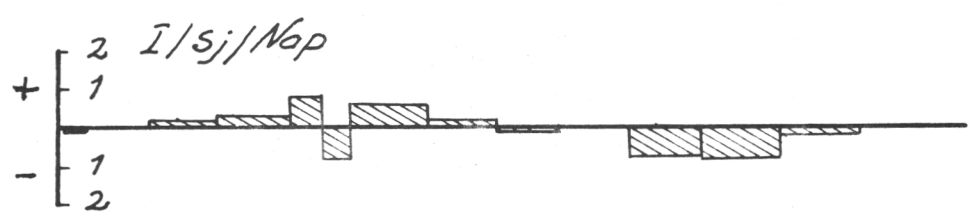
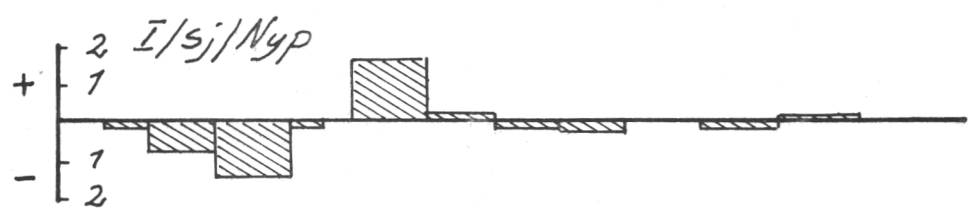
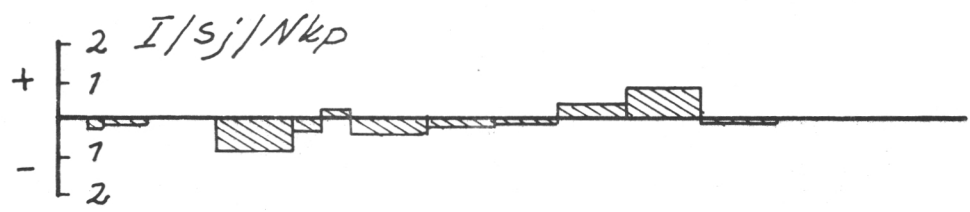
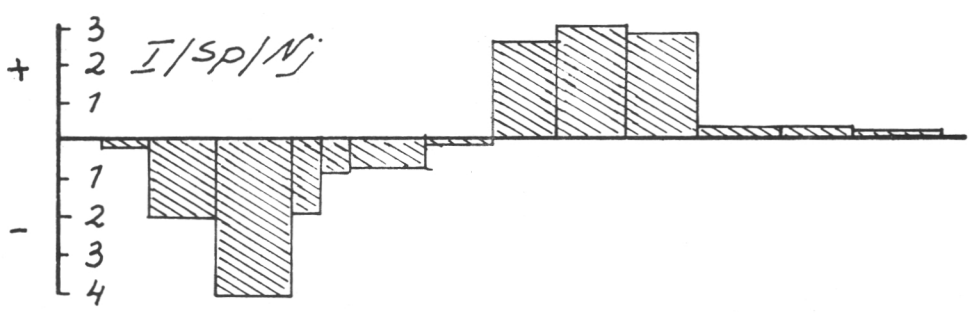
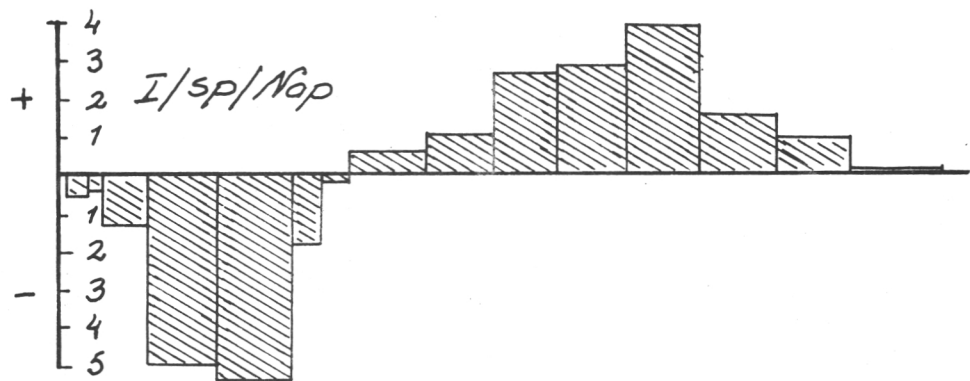
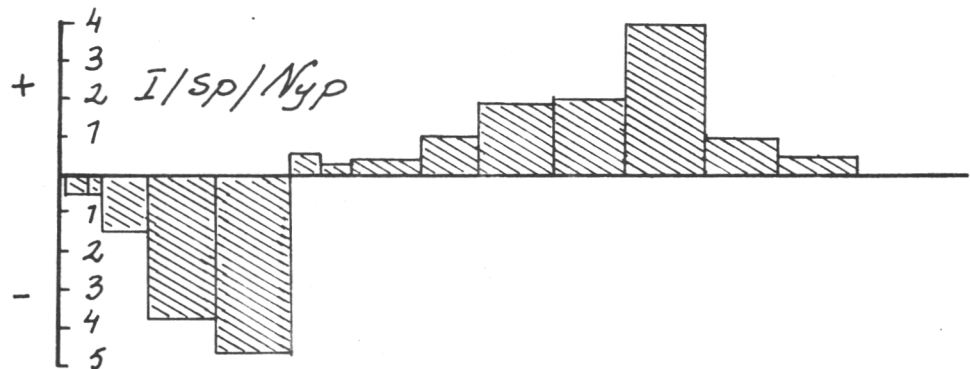
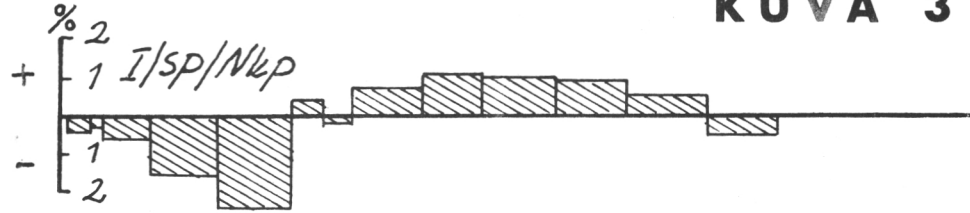
Kuvissa 3-7 on vertailtu eri silmu- ja neulaskäsittelyjä edustavien taimiryhmien sekä vertailutaimien pituuskasvun keskimääräisiä eroja. Männyn osalta kiinnittää kuvassa 3 huomiota erityisen selvä ero joka vallitsee vertailutaimien sekä niiden taimien kasvun välillä, joilta sivusilmut on poistettu ennen kasvukauden alkua (ryhmä I/SP). Säännöllisesti on viimeksi mainittujen taimien kasvu alkanut hitaammin kuin vertailutaimien. Toisaalta em. tavalla käsiteltyjen taimien pituuskasvun määrä nousee kasvun loppujakson aikana vertailutaimien kasvun yläpuolelle, joten lopulliset erot pituuskasvun määrässä tasoittuvat tätä kautta jonkin verran. Vastakohtana edelliselle on se vähäinen pituuskasvun ero joka vallitsee vertailutaimien ja niiden taimien välillä, joilta sivusilmut ovat jääneet poistamatta. Neulasten poiston vaikutus on männyllä selvin silloin kun neulaset on poistettu kasvaimen ylä- tai alaosasta. Neulasten poisto kokonaan tai jättäminen koskematta aiheuttaa sen, että kasvun kulku on lähempänä vertailutaimien kasvumallia.

Kuvat 3-4. Mäntyjen eri käsittelyryhmien ja vertailuerän taimien pituuskasvun vertailua. Vaakasuora viiva = kontrollitaimien kasvu kuvasta 2. Pysty akseli = % kasvaimen kokonaispituudesta.

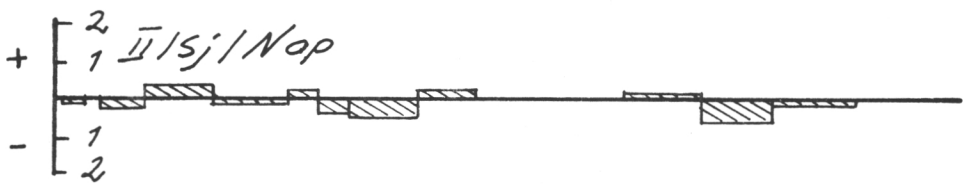
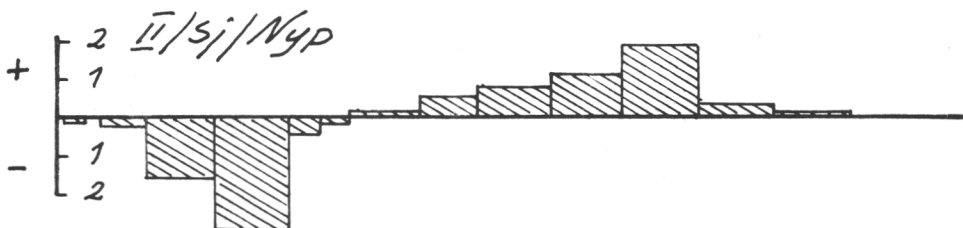
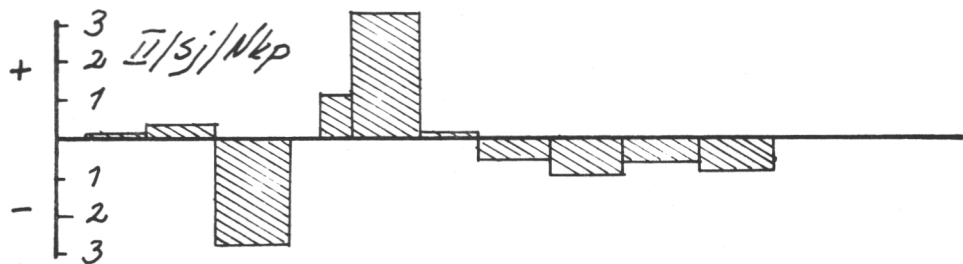
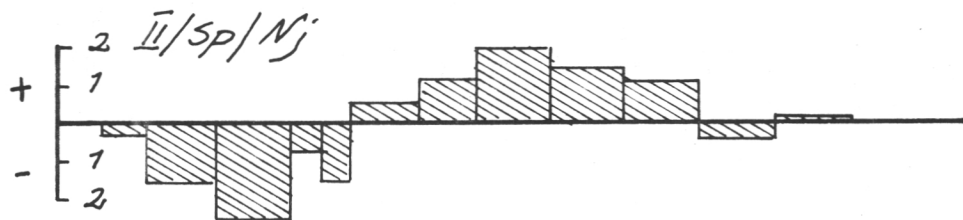
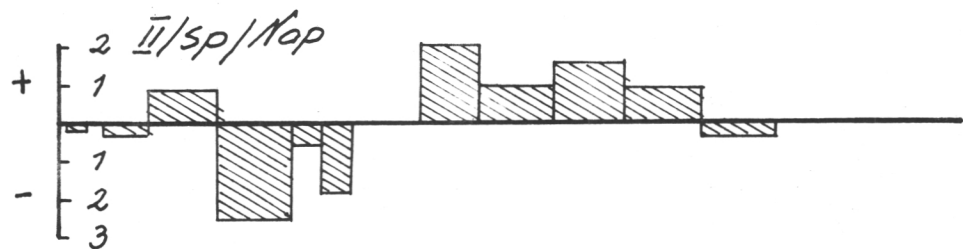
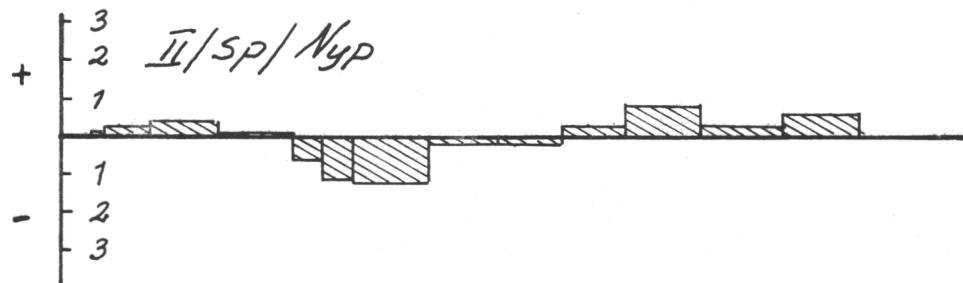
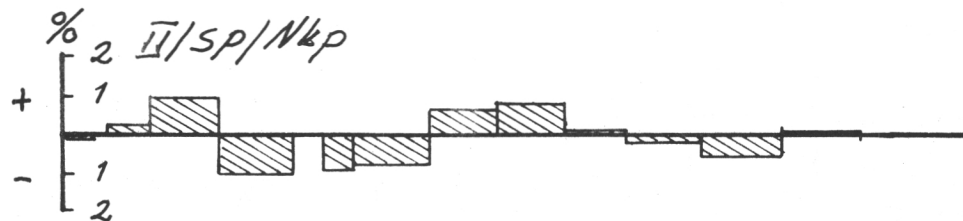
Kuvat 5-7. Kuusten eri käsittelyryhmien ja vertailuerän taimien pituuskasvun vertailua. Vaakasuora viiva = kontrollitaimien kasvu kuvasta 2. Pysty akseli = % kasvaimen kokonaismäärästä.

Kosvu
ero

KUVA 3



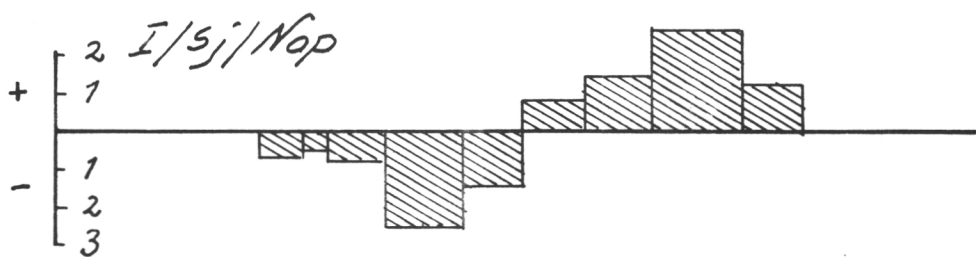
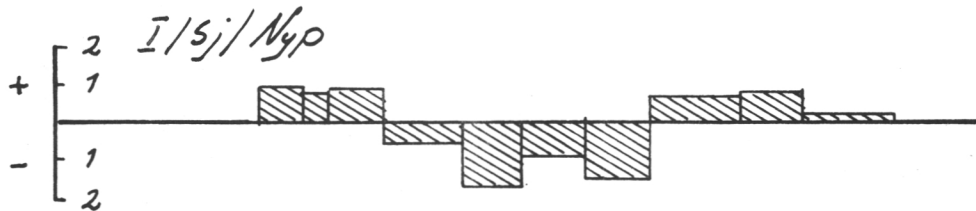
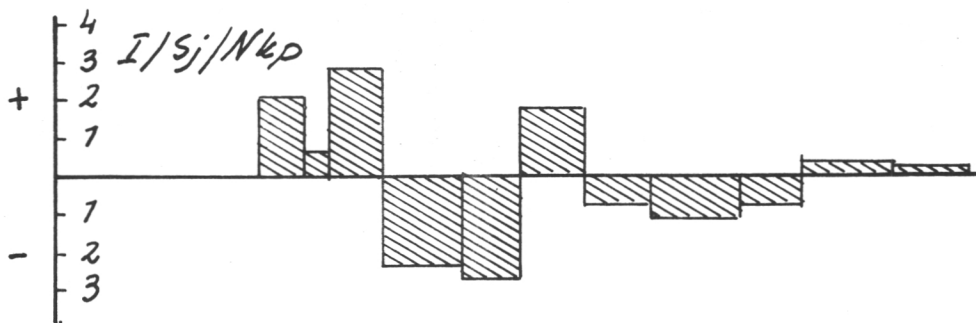
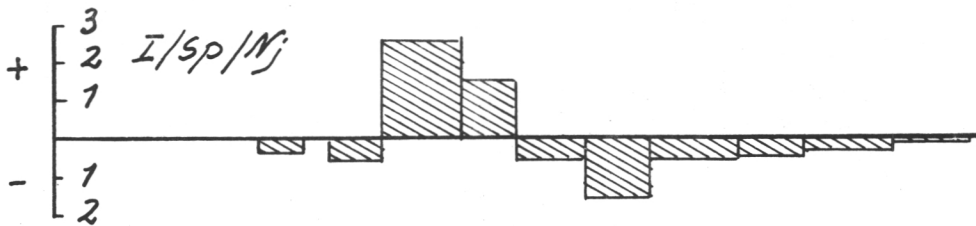
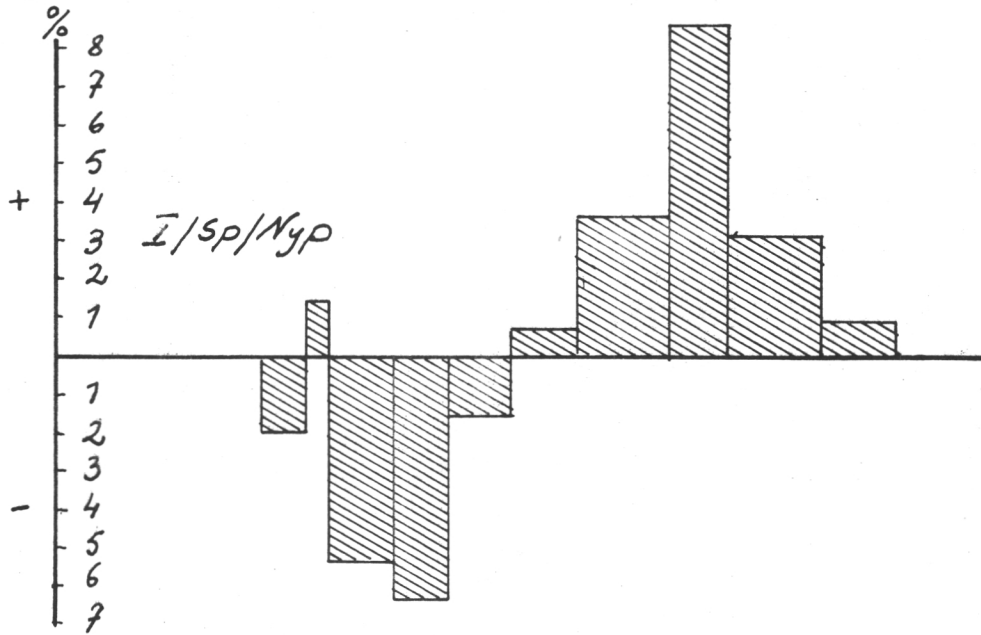
100 200 300 400 500 600 d.d.



KUVA 5

Kasvu
ero

%

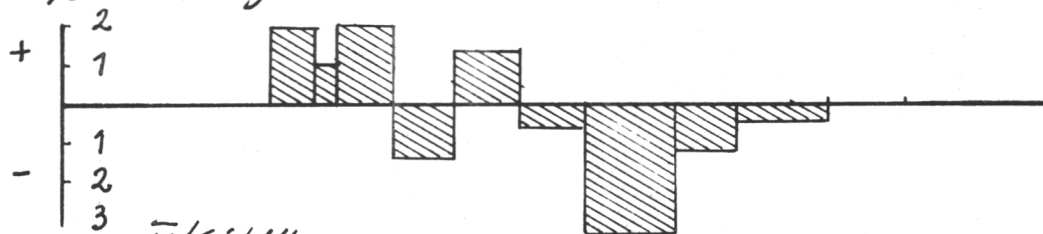


100 200 300 400 500 600 d.d.

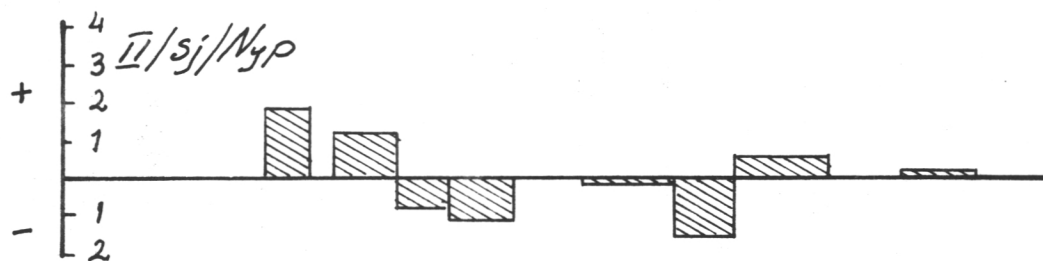
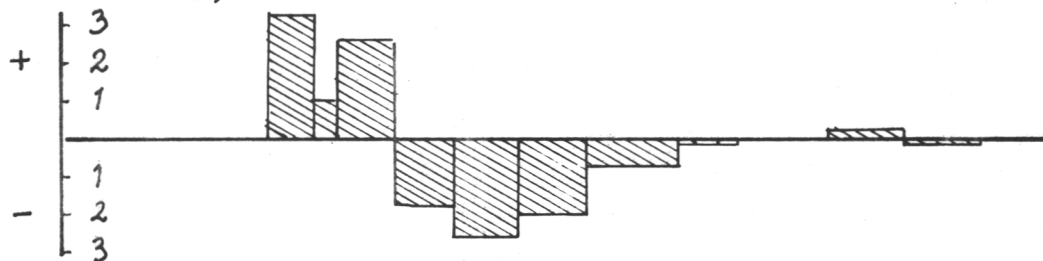
KUVA 6

kasvu
ero

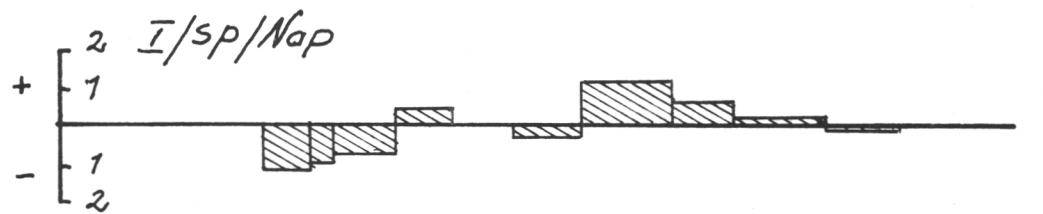
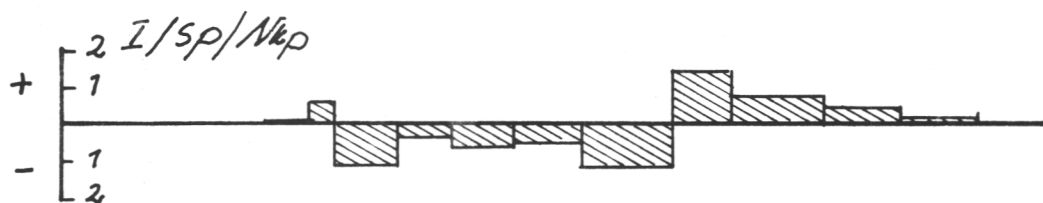
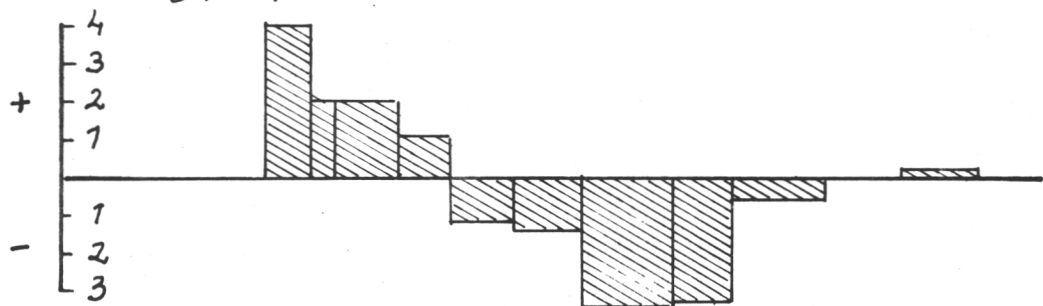
% $\bar{I}/sp/N_j$



$\bar{I}/sj/N_{kp}$



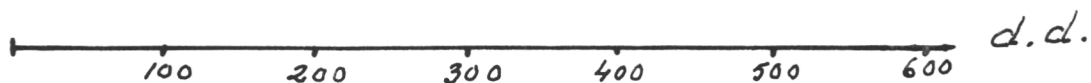
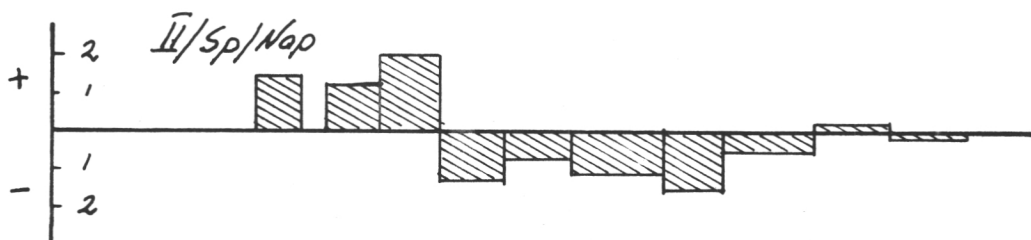
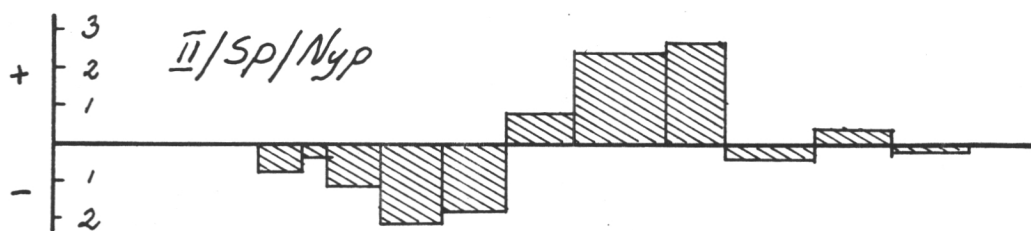
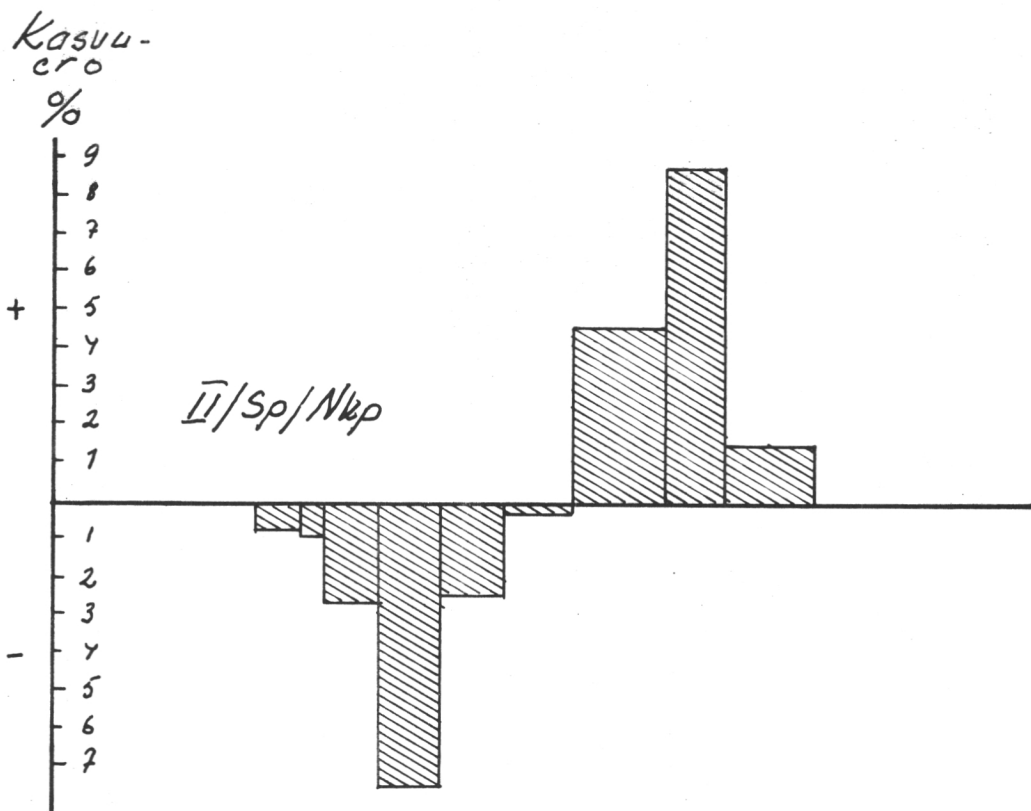
$\bar{I}/sj/N_{ap}$



100 200 300 400 500 600

d.d.

KUVA 7



Kuvassa 4 esitettävä vertailu kasvukauden keskivaiheilla tapahtuneen käsittelyn ja käsittelemättömän erän välillä on luonnollisesti mielekäs vain kasvun kuvaajan loppuosalta. Tässä tarkastelussa ovat erot huomattavan pienet, ja ne on syytä olettaa johtuviksi kokeeseen sisältyvästä satunnaisesta vaihtelusta. Vain käsittelyissä II/SP/NAP ja II/SP/NJ on havaittavissa vähäistä kasvun eroa käsiteltyjen taimien eduksi, mutta tämä saattaa johtua myös siitä, että kyseisten käsittelyryhmien taimien kasvu oli sattumalta vertailutaimia heikompaa kasvukauden alkupuolella.

Siirryttäessä tarkastelemaan kuusen taimien pituuskasvua (kuvat 5-7) on yleiskuva epäyhtenäisempi kuin mäntyjen kohdalla. Käsittely I/SP/NYP (kuva 5) poikkeaa erittäin selvästi vertailuerästä samalla tavoin kuin mäntyjen vastaavat käsittelytkin, mutta esim. käsittelyn I/SP/NKP ja vertailuerän välinen ero on vuorostaan perin vähäinen. Niillä käsittelyillä, joissa silmuja ei ole poistettu kasvu on pituuskasvun alkujaksossa voimakkaampaa tai yhtä suurta kuin vertailutaimilla, keskivaiheilla on selvä lasku mutta loppuosassa kasvu jälleen palautuu vertailuerän tasalle tai jopa ylittää sen (käsittely I/SJ/NAP).

Myöskin neulasten poiston vaikutukselle kuusen taimiin on vaikeata löytää selvää vaikutusta. Voimakkaimmin käsittelemättömistä taimista poikkeavat ryhmät ovat sekä NYP että NKP-käsittelyjä, mutta näissä ryhmissä esiintyy toisaalta myös jokseenkin vertailutaimien tavoin käyttäy-

tyviä käsittelyjäkin (esim. I/SJ/NYP ja II/SP/NAP).

Yleisesti ottaen liikkuvat eri käsittelyjen ja vertailuerän väliset kasvuerot muutaman prosentin vaihteluvälin rajoissa. Vain muutamissa kuusen taimien käsittelyissä kasvuerot saattavat nousta 8-9 %:iin (esim. I/SP/NYP ja II/SP/NKP).

32. Pituuskasvun määrä

Männyn taimien latvakasvaimen kokonaispituus eri käsittelyluokissa on esitetty taulukossa no 5.

Taulukko 5. Männyn taimien pituuskasvaimen kokonaiskasvu
v. 1967.

Käsittely	Taimien luku kpl	Keskim. pituusk. 1967 xcm	Stand. poikk. S, cm	K-arvon k-virhe sx, cm	Keskiarvon luotett. rajat, riski 5 %
I/SJ/NJ	8	38.09	4.24	1.60	34.31-41.87
I/SJ/NAP	7	36.15	4.27	1.74	31.88-40.42
I/SJ/NYP	8	31.03	6.67	2.52	25.07-36.98
I/SJ/NKP	7	28.56	6.25	2.55	22.30-34.82
I/SP/NJ	5	42.09	8.25	4.76	28.86-55.32
I/SP/NAP	8	40.01	6.74	2.55	34.03-46.05
I/SP/NYP	6	35.23	5.12	2.29	29.34-41.15
I/SP/NKP	8	32.53	3.79	1.43	29.15-35.91
II/SJ/NJ	7	35.99	4.98	2.03	31.01-40.97
II/SJ/NAP	7	36.01	4.04	1.65	31.97-40.05
II/SJ/NYP	7	37.48	3.23	1.32	34.25-37.48
II/SJ/NKP	6	33.29	8.36	3.74	23.68-42.89
II/SP/NJ	4	38.52	6.13	3.54	27.27-49.77
II/SP/NAP	8	35.91	2.65	1.00	33.54-38.28
II/SP/NYP	8	37.94	7.18	2.71	31.53-44.35
II/SP/NKP	9	35.08	7.07	2.50	29.31-40.85
I/SJ+NJ	30	33.46	6.57	1.21	30.99-35.92
I/SP, yht.	27	37.13	6.80	1.33	34.40-39.86
II/SJ+NJ	27	35.69	5.25	1.03	33.58-37.80
II/SP, yht.	29	36.57	6.55	1.24	34.05-39.10
I/SJ/NJ+					
II/SJ/NJ	15	37.04	4.56	1.22	34.43-39.65

Vertailtaessa taulukon yläosassa esitettyjä silmukäsittelyjä toisiinsa ilmenee yleinen suunta erittäin selvästi. Ne taimet, joilta latvakasvaimen silmut on poistettu ovat kasvaneet enemmän kuin vastaavat taimet joiden sivusilmut ovat paikallaan. Tämä näkyy myös taulukon alaosassa jossa on

vertailtu käsittelyryhmien I/SJ ja I/SP taimien keskimääräisiä kasvuja. Erilaiset neulaston käsittelyt ovat nekin erittäin selvässä keskinäisessä järjestyksessä. Pisin latvakasvain on taimilla, joilta ei neulasia ole poistettu (39.08 cm ja 42.09 cm). Sitten seuraavat taimet, joiden neulaset on poistettu vain kasvaimen alaosasta (36.15 cm ja 40.01 cm). Tämän jälkeen ovat taimet joiden neulaston yläosa on poistettu (31.03 cm ja 35.23 cm). Lyhimmät kasvaimet on taimilla joiden latvakasvaimista neulasto on kokonaisuudessaan poistettu (28.56 cm ja 32.53 cm).

Tarkasteltaessa taimia, joiden käsittely suoritettiin vasta kun noin puolet pituuskasvusta oli jo tapahtunut, eivät eri käsittelyryhmien väliset erot ole enää kovin suuria. Ainoastaan taimet joiden latvakasvaimista neulasto on kokonaan poistettu ovat kasvaneet hieman vähemmän kuin kontrollitaimet. - Merkitseviä eroja esiintyy männyn taimilla vain muutamien ryhmien välillä:

Kontrollitaimet - Käsittely I/SJ/NKP ($t = 3.64$, $v = 20$)

Kontrollitaimet - Käsittely I/SJ/NYP ($t = 2.59$, $v = 21$)

Kuusen taimilla (taulukko 6) on ero eri käsittelyjen välillä pienempi kuin männyn taimilla.

Taulukko 6. Kuusen taimien pituuskasvaimen kokonaiskasvu
v. 1967.

Käsittely	Taimien luku kpl	Keskim. pituusk. 1967 xcm	Stand. poikk. S, cm	K-arvon k-virhe s \bar{x} , cm	Keskiarvon luotett. rajat, riski 5 %
I/SJ/NJ	7	16.75	4.10	1.55	12.96-20.54
I/SJ/NAP	4	15.80	4.57	2.28	8.54-23.06
I/SJ/NYP	9	16.32	6.39	2.13	11.41-21.23
I/SJ/NKP	8	11.45	2.33	0.82	9.50-13.40
I/SP/NJ	7	16.14	2.45	0.93	13.87-18.41
I/SP/NAP	8	17.06	5.47	1.93	12.49-21.63
I/SP/NYP	6	15.20	4.27	1.74	10.72-19.68
I/SP/NKP	6	14.84	6.37	2.60	8.16-21.52
II/SJ/NJ	6	16.43	3.41	1.39	12.86-20.00
II/SJ/NAP	5	15.56	1.83	0.82	13.29-17.83
II/SJ/NYP	8	14.10	3.78	1.34	10.94-17.26
II/SJ/NKP	7	15.67	7.20	2.72	9.00-22.34
II/SP/NJ	8	13.87	2.97	1.05	11.39-16.35
II/SP/NAP	8	13.48	4.65	1.65	9.60-17.36
II/SP/NYP	7	13.39	3.50	1.32	10.15-16.63
II/SP/NKP	6	16.47	5.76	2.35	10.43-22.51
I/SJ+NJ	28	15.08	4.98	0.94	13.15-17.01
I/SP, yht.	27	15.92	4.65	0.89	14.09-17.75
II/SJ+NJ	26	15.44	4.48	0.90	13.59-17.29
II/SP, yht.	29	14.18	4.20	0.78	12.59-15.77
I/SJ/NJ+II/ SJ/NJ	13	16.59	4.37	1.21	13.95-19.23

Vaikka taimet, joiden kasvaimien sivusilmut oli poistettu ennen kasvukauden alkua kehittyivät hieman voimakkaammin kuin ne taimet joiden sivusilmut olivat paikoillaan, ei ero ole mitenkään silmiinpistävä. Eri neulaskäsittelyistä eroaa

muista varsinkin taimiryhmä I/SJ/NKP johon kuuluvat taimet kasvoivat pituutta n. 4 cm vähemmän kuin muut koetaimet.

4. Tulosten tarkastelua

Keväällä silmusta puhkeava uusi kasvain on eräs puun kasvun keskuksia. Onkin sen vuoksi ymmärrettävää, että uusi kasvain jonka yhteyttävä solukko ei ole ehtinyt vielä kehittyä juuri lainkaan, on yhteyttämistuotteiden osalta lähes täysin muun vihreän latvuksen varassa. Aikaisempina vuosina syntynyt neulasto avustaa havupuiden pituuskasvua lähinnä kolmella tavalla (esim. GORDON ja LARSON 1970): - varustamalla latvasilmut tarpeellisilla yhteyttämistuotteilla jo silmun muodostumisvaiheessa, - siirtämällä yhteyttämistuotteita välittömästi kasvukauden alettua silmuun ja uuteen kasvaimeen, - tuottamalla yhteyttämistuotteita uuden kasvaimen tarpeiksi kasvukauden aikana.

On painotettava, että normaali latvasilmu ja syntyvä uusi kasvain ovat yleisen käsityksen mukaan omavaraisia kasvuhormoneihin nähden (esim. ROMBERGER 1963, KOZLOWSKI 1971), joten vanhemman neulaston ja syntyvän kasvaimen välisissä suhteissa päämielenkiinto on ennen kaikkea ravinne- ja yhteyttämistuotteiden kulkeutumisessa yhteyttävistä solukoista ja uudelleen kerääntymisessä kasvupisteisiin. Esim. latvasilmunsa täysin menettäneissä taimissa on jo kysymys morfologisesta vauriosta. Tällöin uuden kasvaimen kasvu liittyy paitsi uuden

kasvupisteen adventiiviseen luomiseen, myös kasvua varten tarvittavan auksiinin ym. hormonien mahdolliseen vähyyteen.

Erilaiset kokeet joissa havupuiden taimia on käsitelty poistaen niistä osia kuten silmuja tai neulasia tai estäen ravinteiden kulkeutumisen tiettyihin osiin ovat osoittaneet, että yhden vuoden vanha neulasto on hallitsevassa asemassa muihin neulasvuosikertoihin nähden (O'NEIL 1962, KOZLOWSKI ym. 1962). Mittaukset, joissa on seurattu ravinteiden siirtymistä neulastosta kasvaimen isotoppitekniikan avulla, ovat varmistaneet että kysymys on todella yhteyttämistuotteiden kulkeutumisesta solukosta toiseen (esim. KRUGER 1967, GORDON ja LARSON 1970).

Tarkasteltaessa tämän kokeen tuloksia on selvästi havaittavissa kaksi ikäänkuin toisiaan vastaan suuntautunutta pääriippuvuutta: sivusilmujen poistaminen on lisännyt pääran- gan kasvua mutta neulasten poistaminen taas vähentänyt sen määrää. Sivusaarat ovat toimineet latvaverson kilpailijoina ravinnosta, mutta vuoden vanhojen neulasten määrän vähentäminen on aivan selvästi pienentänyt koko tarjolla olevan ravinnon tuotosta, sillä alemmat neulasvuosikerrat eivät ole männyn osalta kyenneet kompensimaan puutetta. Neulasten poiston merkityksestä on erityisesti huomattava ravinnon kulkeutumismatkan vaikutus kasvaimen kokonaispituuteen: uutta kasvainta lähimmän neulaston poistaminen on vaikuttanut voimakkaammin kuin kauempana sijaitsevan neulaston poistaminen, jolloin jäljelle jäänyt neulasto on vielä kyennyt melko hyvin huolehtimaan taimen pituuskasvusta.

Kasvun ajallisessa jakaantumisessa kaikkein selvän suuntaus on sivusilmujen poiston latvaverson kasvamista hidastanut vaikutus. Tätä on kuitenkin vaikeata selittää yksinomaan edellä esitetyn ravintoteorian avulla. Tuntuu siltä että kasvu on alkuaikana selvästi hidastunut jonkin tekijän, esim. sivusilmujen haavapinnan vaikutuksen johdosta, mutta myöhemmin kasvukauden aikana on kasvun intensiteetti noussut niin, että syksyllä kasvaimen kokonaispituus on ylittänyt kontrollitaimien kasvun.

Käsittelyt jotka suoritettiin kasvukauden puolivälissä eivät ole vaikuttaneet läheskään niin selväpiirteisesti kuin ne käsittelyt jotka suoritettiin ennen kasvukauden alkua. Tässä vaiheessa oli uudessa kasvaimessa syntynyt neulasto jo puhjennut ja sen tuottama ravinto ilmeisesti vastasi jo osaltaan pituuskasvaimen jatkumista. Tämä selitys käy hyvin yhteen esim. GORDONin ja LARSONin (1968) mitausten kanssa. Heidän kokeessaan punamännyn (Pinus resinosa Ait.) fotosynteesin määrä oli alkukesällä suurin vuoden vanhoissa neulasissa; samaan aikaan oli yhteyttämistuotteiden kuljetus neulasista uuteen kasvaimeen myös kaikkein runsainta. Kasvukauden loppupuoliskolla uusien, vasta muodostuneiden neulasten fotosynteesin määrä oli suurin ja se vastasi suuresta osasta kasvaimen pituuskasvuun tarvittavaa energiaa (myös SCHIER 1970).

Mänty yleensä reagoi erilaisiin silmu- ja neulaskäsittelyihin herkemmin kuin kuusi. On ilmeistä että näillä puulajeilla on selvä ero esim. suhtautumisessa verson eri osien

poistoon kasvukauden aikana. Tässä suhteessa kuusta voidaan käsitellä paljon rohkeammin kuin mäntyä.

Edellä esitelty tutkielma edustaa laajuudeltaan vain ennakkokoeetta jota on seurattu ainoastaan yhden kasvukauden ajan. Erityisesti sellaisten käsittelyiden liittäminen vastaisiin kokeisiin joissa erikseen selvitetään erilaisen silmukadon merkitystä (vrt. esim. MÜNCH 1938), olisi olennaista selvitettäessä taimien mahdollisuuksia selviytyä erilaisista vaikeuksista joita niitä voi kohdata metsänviljelyn eri vaiheissa.

5. Kirjallisuus

- GODSKE, C.L. 1961. Investigations carried through at the station of forest meteorology at OS. III. On the relationship between air temperature and leading shoot increment for different coniferous trees. Årbok. Bergen Univ., Mat.-Naturvetensk. serie 15.
- GORDON, J.C. ja P.R. LARSON. 1968. Seasonal course of photosynthesis, respiration and distribution of ^{14}C in young Pinus resinosa trees as related to wood formation. Plant Physiol. 43:1617-1624.
- " " 1970. Redistribution of ^{14}C -labeled reserve food in young red pines during shoot elongation. For. Sci. 16:14-20.
- HARI, P., M. LEIKOLA ja P. RÄSÄNEN. 1970. A dynamic model of the daily height increment of plants. Ann. Bot. Fenn. 7:375-378.
- HERTZ, M. 1929. Huomioita männyn ja kuusen pituuskehityksen "vuotuisesta" ja vuorokautisesta jaksosta. Acta For. Fenn. 34.18.
- HILEY, W.E. ja N. CUNLIFFE. 1922. An investigation into the relation between height growth of trees and meteorological conditions. Oxford For. Mem. 1.
- HUIKARI, O. ja K. PAARLAHTI. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. Metsäntutkimusl. julk. 64.1.
- KOZLOWSKI, T.T. 1971. Growth and Development of Trees I. Academic Press. 443 siv.
- " ja C.H. WINGET. 1964. The role of reserves in leaves, branches, stems, and roots on shoot growth of red pine. Amer. Journ. Bot. 51:522-529.
- KRAMER, P.J. ja KOZLOWSKI, T.T. 1960. Physiology of Trees. Mc Graw-Hill Book Co. 642 siv.
- KRUGER, K.W. 1967. Nitrogen, phosphorus, and carbohydrate in expanding and year-old Douglas-fir shoots. For. Sci. 13:352-356.
- MORK, E. 1941. Om sambandet mellom temperatur og vekst. Medd. fra det Norske skogsforsoksv. 27.

MUNCH, E. Untersuchungen über die Harmonie der Baumgestalt. Jahrbuch f. Wissensch. Botanik 86:581-673.

O'NEIL, L.C. 1962. Some effects of artificial defoliation on the growth of Jack pine (Pinus banksiana Lamb.). Canad. Journ. Botany 40:273-280.

RAULO, J. 1972. Observations on the annual height growth of trees. Comm. Inst. For. Fenn. (in press).

ROMBERGER, J.A. 1963. Meristems, Growth, and Development in Woody Plants. USDA, Techn. Bull 1293. 214 siv.

SARVAS, R. 1965. Metsäpuiden kehityksen vuotuinen periodi. Suomal. tiedeakat., esit. ja pöytäk. 1965:239-259.

SCHIER, G.A. 1970. Seasonal pathways of ¹⁴C-photosynthate in red pine labeled in May, July, and October. For. Sci. 16:1-13.

