METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

33

HELSINKI 1944, 1945, 1946.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

33

HELSINKI 1944, 1945, 1946.

Helsinki 1948. Valtioneuvoston kirjapaino.

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE
33

33, 1 Sarvas, R., Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin ..... 1—255
Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands ..... 257—268
33, 2 Sarvas, R., Huomioita kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyistä metsiköistä ..... 1— 25
Summary: Notes on stands cut for pitprops and pulpwood to minimum diameter ..... 26— 27
33, 3 Jalava, Matti, Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista ..... 1— 56
Summary: Strength properties of Finnish pine, spruce, birch and aspen ..... 57— 66

TUKKIPUUN HARSINTOJEN VAIKUTUS ETELÄ-SUOMEN YKSITYISMETSIIN

R. SARVAS

EINWIRKUNG DER SÄGESTAMMPLENTERUNGEN AUF DIE PRIVATWÄLDER SÜDFINNLANDS

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1944

Helsinki 1944. Valtioneuvoston kirjapaino.

Alkusanat.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston työohjelmaan on kuulunut mm. metsiemme uudistumisen kaikinpuolinen selvittely. Tutkimuksen edistyessä on voitu kiinnittää huomiota myös suunnitelmattomasti hakattujen metsien uudistumiseen. Tässä yhteydessä oli käynyt ilmi yksityiskohtaisen tällaisia metsiä koskevan tutkimuksen tarpeellisuus.

Kun Keskusmetsäseura Tapion taholta keväällä 1935 tehtiin Metsätieteelliselle tutkimuslaitokselle esitys sellaisen tutkimuksen aikaansaamiseksi, joka koskisi maamme voimakkaasti hakattuja yksityismetsiä, niin asia oli silloin siis tavallaan jo vireillä tutkimuslaitoksessa. Eduskunnan myönnettyä tutkimuksen suorittamista varten erityisen määrärahan aloitettiin tutkimustyö. Työmenetelmien selvittämiseksi otettiin kesällä 1937 Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen johtajan, professori Olli Heikinheimon johdolla 9 koealaa. Työn suoritti suurella huolella tutkimustyönjohtaja Antti Paakkala.

Laajemmassa mitassa pantiin tutkimus käyntiin keväällä 1938. Tällöin allekirjoittanut ryhtyi Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen ylimääräisenä tutkijana sitä suorittamaan.

Alkuaan tutkimus suunniteltiin käsittämään koko Suomen. Ulkotöiden laskettiin kestävän kolme kesäkautta. — Kaksi ensimmäistä ulkotyökautta sujuikin suunnitelmanmukaisesti. Sitten kuitenkin Suomen ja Neuvostoliiton välinen sota pahasti keskeytti työn. Kun tutkimustyötä kesän 1940 alussa jälleen päästiin jatkamaan, niin osittain vähennettyjen määrärahojen, osittain sodan johdosta kaikin puolin vaikeutuneiden olosuhteiden vuoksi oli alkuperäistä tutkimussuunnitelmaa supistettava. Jäljellä oleva kolmas ulkotyökausi päätettiin tämän vuoksi käyttää tutkimusaineiston täydentämiseen Etelä-Suomen osalta. Ne tutkimukset, jotka jo ehdittiin suorittaa Pohjois-Suomessa, jäivät näin ollen myöhemmin täydennettäviksi. Niitä ei esillä olevassa tutkimuksessa käsitellä lainkaan.

Tutkimusaineiston keruu saatiin loppuunsuoritetuksi kesällä 1940 ja aineiston käsittely keväällä 1941. Myös käsikirjoitus oli tällöin pääosiltaan valmiina. Työn viimeistelyvaiheessa sota keskeytti sen toistamiseen. Vasta kesällä 1943 päästiin sitä jälleen jatkamaan.

Kiitollisuudella mainitsen, että talvella 1941, kun määrärahaa tutkimuksen loppuunsuorittamiseksi ei valtion lisääntyneiden taloudellisten vaikeuksien vuoksi enää voitu saada, Emil Aaltosen Säätiö myönsi allekirjoittaneelle 30 000 mk:n tutkimusapurahan.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen johtaja, professori Olli Heikinheimo on alkuaan esillä olevan tutkimuksen suunnitellut, ja tutkimustyötä hän on ohjannut suuriarvoisilla neuvoillaan ja ohjeillaan sekä antanut apuaan ja tukeaan monin tavoin. Hänelle olen syvästi kiitollinen. Erityisellä kiitollisuudella muistelen yhteisiä retkeilyjä tutkimusmetsiköissä.

Opettajalleni, professori Erkki Laitakarille olen suuresti kiitollinen siitä mielenkiinnosta, jota hän koko ajan on tuntenut työtäni kohtaan. Useissa antoisissa keskusteluissa olen saanut hänen kanssaan pohtia tutkimukseeni liittyviä erikoiskysymyksiä, ja käsikirjoituksen kieliasun suhteen hän on antanut runsaasti hyviä ohjeita. — Monista metsänarvioimista sivuavista kohdista olen neuvotellut professori Yrjö Ilvessalon kanssa. Professori Viljo Kujalalta olen saanut hyödyllisiä neuvoja metsien pintakasvillisuutta koskevissa kysymyksissä. Professori V. T. Aaltonen on opastanut minua metsämaaperän suhteen. Tohtori Erkki K. Kalelan kanssa olen pohtinut useita työni yksityiskohtia. Tohtori Esko Kangas on auttanut minua metsän tuhoja koskevissa kysymyksissä. Kaikille heille lausun parhaat, vilpittömät kiitokset saamastani suuriarvoisesta avusta.

Tutkimusaineiston keruussa ja käsittelyssä on minua parina ensimmäisenä tutkimusvuotena suurella taidollaa vustanut metsänh., kand. Peitsa Mikola. Se työ, jonka hän on käsillä olevassa tutkimuksessa suorittanut, on suurimerkityksinen. Kiitollisuudella ajattelen yhteisessä työssä kulunutta aikaa.

Kesäkausien ulkotöissä ovat mittausapulaisina toimineet silloiset metsät. ylioppilaat Matti Kauttula, Ilmari Huupponen, Olavi Helenius, Pentti Siltala, Risto Repo ja koululainen Reijo Kangas. Parhaat kiitokset hyvin suoritetusta työstä.

Maastotöitä on olennaisesti helpottanut se paikallisten metsämiesten ja metsänomistajien ymmärtäväinen ja aulis suhtautuminen tutkimustyöhön, jota olen saanut kaikkialla kokea. Siitä haluan lausua kiitollisen tunnustukseni.

Aineiston muokkauksessa, monien suurta tarkkuutta ja kärsivällisyyttä vaatineiden yhdistelmien laskemisessa, ovat avustaneet maisteri Katri Lyyra, maisteri Katri Salmela, rva Elsa Airamo ja nti Katri Kallio. Maanäytteiden Vk-määräykset on suorittanut maisteri Kyllikki Leskinen. Heidät kaikki mainitsen erityisellä kiitollisuudella.

Lopuksi kiitän sydämellisesti vaimoani, maisteri Aira Sarvasta, joka monella tavoin, erityisesti korjausluvussa on auttanut minua käsillä olevan tutkimuksen suorituksessa.

Helsingissä, lokakuussa 1943.

Tekijä.

Sisällysluettelo.

Sivu

Johdanto **9**
Tutkimusaiheen rajoittaminen **11**
Tutkimusaineisto **13**
Aineiston keruu 13
Koealojen mittaus 14
Tutkimuskohdan valitseminen 14
Koealan rajoittaminen 15
Puiden luku ja mittaus 16
Kantojen luku ja mittaus 17
Pystykoepuut 20
Taimien luku 22
Taimien ikä- ja vikanaisuustutkimukset 23
Taimikartat 24
Pintakasvillisuus 24
Maaperä 26
Koealan yleiskuvaus 26
Siemenlaatikkotutkimukset 27
Aineiston ensi käsittely 28
Ikä 28
Runkolukusarjat 30
Runkomuoto 31
Puuvarasto ja kasvu 32
Poisto 34
Siementyminen 39
Taimi- ja ryhmittymisluku 41
Taimien jakaantuminen vuosiluokkiin 42
Kasviluettelo 43
Tukkipuun harsinnat **45**
Metsikkölajit harsintametsiköissä **53**
Metsikkölajien yksityiskohtainen tarkastelu **56**
Kuivien kankaiden harsintamänniköt **56**
Esiintyminen 56
Metsikkömuodot 57
Nuorena harsitut männiköt 61
Tutkimusmenetelmä 61
Puusto 63
Yleiskatsaus 63
Kiertoaika 63
Tiheys ja runkoluku 66
Läpimitta ja sädekasvu 70
Pituus ja pituuskasvu 73
Latvuksen pituus 77

Sivu

Runkomuoto ... 84
Puuston laatu ... 87
Puuvarasto ... 92
Tuotto ... 95
Tuottolaskelma ... 95
Kasvu ... 98
Hakkuumäärät ... 100
Uudistuminen ... 103
Siementyminen ... 103
Uudistumisvuodet ... 109
Pintakasvillisuus ... 114
Maaperä ... 119
Taimiaineksen ilmaantuminen ... 121
Taimiaineksen kehittyminen varsinaiseksi taimistoksi ... 126
Taimistoiden metsittämisarvo ja uudistumisaika ... 128
Koivu sekapuuna ... 133
Kanervatyyppi ... 133
Puolukkatyyppi ... 135
Vanhana harsitut männiköt ... 137
Tutkimusaineisto ... 137
Puusto ... 137
Uudistuminen ... 140

Kuivien kankaiden mänty-kuusiharsintametsiköt ... 144

Esiintyminen ... 144
Puusto ... 149
Yleiskatsaus ... 149
Tiheys ja runkoluku ... 149
Pituus ja pituuskasvu ... 151
Runkomuoto ... 155
Puuston laatu ... 155
Puuvarasto ... 157
Kasvu ... 157
Hakkuumäärät ... 158
Uudistuminen ... 158
Siementyminen ... 158
Pintakasvillisuus ... 160
Maaperä ... 163
Taimiaineksen ilmaantuminen ... 164
Mänty ... 164
Kuusi ... 166
Taimiaineksen kehittyminen varsinaiseksi taimistoksi ... 167
Taimistoiden metsittämisarvo ja uudistumisaika ... 168

Tuoreiden kankaiden harsintakuusikot ... 170

Esiintyminen ... 170
Metsikkömuodot ... 171
Nuorena harsitut kuusikot ... 173
Tutkimusmenetelmä ... 173
Puusto ... 173
Yleiskatsaus ... 173
Kiertoaika ... 176
Tiheys ja runkoluku ... 177

Sivu

Pituus ja pituuskasvu 179
Runkomuoto 181
Puuston laatu 183
Puuvarasto 185
Tuotto 187
Tuottolaskelma 187
Kasvu 187
Hakkuumäärät 189
Uudistuminen 191
Siementyminen 191
Uudistumisvuodet 193
Pintakasvillisuus 196
Maaperä 202
Taimiaineksen ilmaantuminen 202
Taimiaineksen kehittyminen varsinaiseksi taimistoksi 204
Taimistoiden metsittämisarvo ja uudistumisaika 206
Mänty sekapuuna 208
Koivu sekapuuna 210
Vanhana harsitut kuusikot 214
Puusto 214
Uudistuminen 214
Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt **216**
Esiintyminen 216
Puusto 218
Yleiskatsaus 218
Tiheys ja runkoluku 219
Pituus 219
Runkomuoto 220
Puuston laatu 221
Puuvarasto 222
Kasvu 222
Hakkuumäärät 222
Uudistuminen 223
Siementyminen 223
Pintakasvillisuus 223
Maaperä 223
Taimistot 226
Kuusi sekapuuna 228
Metsänhoidollisia sovellutuksia **230**
Kuivien kankaiden harsintamänniköt **230**
Nuorena harsitut männiköt 230
Metsikön kasvatus 230
Metsikön uudistaminen 232
Vanhana harsitut männiköt 234
Kuivien kankaiden mänty-kuusiharsintametsiköt **234**
Tuoreiden kankaiden harsintakuusikot **236**
Nuorena harsitut kuusikot 236
Vanhana harsitut kuusikot 237
Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt **237**
Loppukatsaus **238**
Kirjallisuusluettelo **242**
Deutsches Referat **257**

Taulukoissa käytetyt lyhennykset ja merkit.

Mä = mänty
Ku = kuusi
Ko = koivu
Rko = rauduskoivu
Hko = hieskoivu
Vko = vesakoivu
Δ = vähän
— = puuttuu (tutkittu)
· = ei tutkittu

Johdanto.

Suomen metsien kehityksessä voidaan erottaa useita eri kehitysjaksoja. Selvimmin erottuu kuitenkin kolme suurta jaksoa. Ensimmäinen näistä on täysin tai jokseenkin täysin luonnontilaisten metsien aikakausi. Tämä aikakausi vallitsi maassamme silloin, kun asutus oli vielä niin harvaa, että suurin osa metsistä jäi ihmisen vaikutuspiirin ulkopuolelle. Se loppui aikaisimmin niillä seuduilla, joilla pysyvä asutus ensinnä sai jalansijaa, ja sitten asutuksen levitessä yhä kaukaisemmilla alueilla. Nykyään voidaan tämän ajanjakson katsoa jo jokseenkin koko maassa loppuneen.

Asutuksen mukana metsät joutuivat ihmisen vaikutukselle alttiiksi. Harvakin pysyvä asutus sai metsien tilassa aikaan tuntuvia muutoksia. Tämä johtui metsänkäytön laajaperäisyydestä. Tärkein metsänkäyttömuoto oli maassamme samoin kuin laajalti Pohjois-Venäjälläkin kaskiviljelys (Norrlin 1871—74, ss. 23—24, Blomqvist 1870; 1881, s. 93, Heikinheimo 1915, kartta n:o 3). Kaskeamiseen liittyi kulojen runsaus (Lakari 1915, s. 11, A. K. Cajander 1916, s. 691, Hertz 1933 a, s. 8, Tirén 1937, s. 128). Tosin kulot täysin luonnontilaisissakin metsissä salaman sytyttäminä ovat yleisiä (Blomqvist 1881, s. 95, Saari 1923, s. 11, Keränen 1929, Lukkala 1934, s. 12, Erkki K. Kalela 1937, s. 9), mutta vielä yleisemmiksi ne tulivat lukuisista kaskista irtipäässeinä. Kaskeamisen ja kulojen yleisyydestä johtui, että ne molemmat muodostuivat leimanantaviksi silloisten metsien tilalle. Koko tätä Suomen eteläpuoliskolle ominaista metsätaloutemme aikakautta voidaankin nimittää kaskiviljelyksen aikakaudeksi. Puutavaran hakkuilla oli tänä aikakautena metsien kokonaisuuteen katsoen vähäinen merkitys. Vain paikallisesti, kulutusseutujen välittömässä läheisyydessä ja meren rannikolla, missä kuljetussuhteet olivat edullisimmat, niiden merkitys oli huomattava (Hertz 1933 a, ss. 15—19).

Kun sahateollisuus maassamme viime vuosisadan jälkipuoliskolla varsinaisesti pääsi vauhtiin, alkoi metsissämme uusi kehitys. Varsinainen metsätalous sai alkunsa. Yleisimmäksi metsänkäyttömuodoksi tuli ainakin aluksi tukkipuun harsinta. Samaan aikaan kaskiviljelys ja kulot alkoivat nopeasti vähetä. Kaskimetsät muuttuivat nopeassa tahdissa talousmet-

siksi. Tätä viimeistä aikakautta metsiemme kehityshistoriassa voidaan kutsua *talousmetsien aikakaudeksi*.

Metsätieteellisen tutkimuksen saadessa meillä tämän vuosisadan alussa varsinaisesti alkunsa se kohdistui ensiksi suureksi osaksi juuri kaski- ja kuloaloille nousseisiin metsikköihin. Tämä oli varsin luonnollista. Tällaiset metsiköt olivat maassamme silloin vielä yleisiä (Yrjö Ilvessalo 1943, s. 121), ja yksijaksoisina sekä usein yhden ainoan puulajin muodostamina ne tarjosivat kiitollisia tutkimuskohteita. Tietomme näistä metsistä ovatkin monipuoliset ja yksityiskohtaiset. Pääosa ulkolaisestakin metsätieteellisestä tutkimuksesta on kohdistunut metsikkömuotoon (yksijaksoiset viljelysmetsiköt), joka on lähinnä rinnastettavissa juuri näihin metsiin.

Nykyään sellaiset kaski- ja kuloaloille syntyneet metsiköt, joissa ei ole suoritettu mainittavia hakkuita, alkavat käydä yhä vähäalaisemmiksi. Uusia syntyy rajoitetussa määrässsä, ja varttuneetkin ovat suureksi osaksi hakkuilla käsiteltyjä. Pääosan metsistämme muodostavat nykyisin metsiköt, joille erilaiset hakkuut ovat antaneet oman leimansa. Tärkeimmät tiedot näistä talousmetsistämme saadaan I:n ja II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksista (Yrjö Ilvessalo 1927; 1942). Näissä arvioinneissa on kiinnitetty huomiota myös metsien metsänhoidolliseen tilaan (Heikinheimo 1924, Yrjö Ilvessalo 1942). Tietojamme talousmetsistämme ovat lisäksi syventäneet lukuisat erikoistutkimukset. Kuitenkin on tietomääräämme erityisesti talousmetsiemme yksityiskohtaisen metsänhoidollisen tilan suhteen pidettävä jo käytännön tarpeita silmälläpitäen kovin puutteellisena (vrt. esim. Lönnroth 1927 b, s. 7, Osara 1935, s. 119, Saari 1935, s. 113). Tämä ei koske vain suunnitelmattomasti hakattuja metsiä, vaan suureksi osaksi myös metsänhoidollisesti käsiteltyjä. Esillä olevaa tutkimusta suoritettaessa tämä on tuntunut kipeänä puutteena. Tosin se on antanut tutkimuksen suorittamiselle oman uutuudenviehätyksensä, mutta toisaalta juuri siitä on johtunut, että tutkimus on saanut orientoivan luonteen.

Heikkotuottoisten talousmetsiemme tuoton kohottaminen edellyttää näiden metsien metsänhoidollisen tilan perusteellista ja monipuolista tuntemusta. Tällainen tuntemus tarjoaa pohjan näiden metsien tarkoituksenmukaiselle kunnostamiselle. Se auttaa löytämään ne menetelmät, joissa luonnon omia voimia käytetään kunnostamistyössä mahdollisimman laajassa mitassa hyväksi. — Käsillä oleva tutkimus, joka kohdistuu heikkotuottoisten talousmetsiemme keskeisimpään osaan, harsintametsikköihin, pyrkii juuri tässä mielessä omalta osaltaan täydentämään sitä kuvaa, joka meillä on talousmetsistämme.

Tutkimusaiheen rajoittaminen.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on asetettu tehtäväksi sen vaikutuksen selvittäminen, joka tukkipuun harsinnoilla sekä niihin läheisesti liittyvillä hakkuutavoilla on ollut Suomen eteläpuoliskon yksityismetsiin, lähinnä niiden metsänhoidolliseen tilaan. Tämä on tapahtunut tutkimalla näiden metsien uudistumista, puuston kehitystä ja laatua sekä eräissä tapauksissa myös puuston biologista ja teknillistä tuottoa.

Tukkipuun harsinnoiksi (tai lyhyesti harsintahakkuiksi) on luettu sellaiset hakkuut, joissa hakkuuperusteena on ensi sijassa ollut hakattaville tukkipuille asetetut teknilliset vaatimukset (minimikoko ja laatu) ja joissa tätä puutavaralajia on hakattu enemmän tai vähemmän määrämittaan. Tukkipuiden ohella on usein hakattu pinotavaraakin. Metsikön metsänhoidollisiin vaatimuksiin ei näissä hakkuissa ole kiinnitetty huomiota.

Tällaisia hakkuita on metsäkirjallisuudessamme yleisesti nimitetty myös määrämittaharsinnoiksi. Hakkuut eivät nyt tutkituissa metsiköissä kuitenkaan aina ole tapahtuneet kirjaimellisesti määrämittaan, joskin useimmiten sitä lähennellen. Tästä syystä ja määrämittaharsinta-nimityksen pituuden ja kankeudenkin vuoksi on sitä vältetty. Usein on tukkipuun harsintoja ja niihin läheisesti liittyviä hakkuutapoja nimitetty myös talonpoikaisharsinnoiksi. — Metsänhoidollinen harsinta eri muotoineen ei sisälly käsillä olevaan tutkimukseen.

Tukkipuun harsinnoilla käsiteltyjä metsiköitä sekä myös sellaisia vielä hakkuilta säästyneitä (nuoria) metsiköitä, jotka ovat syntyneet luontaisesti tukkipuun harsintojen jälkeen, kutsutaan seuraavassa harsintametsiköiksi. Metsikön sisäinen rakenne (mahdollinen harsintarakenne) ei ole ollut määräävä.

Paitsi sellaisiin harsintametsikköihin, joissa hakkuusta oli kulunut suhteellisen lyhyt aika, kiinnitettiin huomiota sellaisiinkin metsikköihin, joissa viimeisestä hakkuusta oli kulunut niin pitkä aika, etteivät hakkuun jäljet enää olleet välittömästi todettavissa. Täten pyrittiin saamaan mahdollisimman laaja kokonaiskuva harsintahakkuiden vaikutuksesta. Eräissä

tapauksissa on otettu tutkittavaksi myös sellaisia metsiköitä, joissa metsänhoidollisin toimenpitein on pyritty korjaamaan aikaisempien harsintahakkuiden jälkiä.

Sellaisia harsintametsiköitä, jotka ovat olleet hakamaan luontoisia, ei ole otettu tutkittavaksi. Hakamaan luontoisiksi on, samoinkuin II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (Yrjö Ilvessalo 1936, s. 12), luettu sellaiset metsiköt, joiden päätarkoituksena selvästi on ollut karjan laitumena, minkä johdosta metsä on laadultaan varsinaisesta metsästä poikkeavaa: harvahkoa, aukkoista, lyhyenpuoleista, oksikasta jne., ja puiden väliköissä kasvaa ruohoa.

Tutkimus on käsillä olevalta osaltaan kohdistettu Etelä-Suomen yksityismetsiin. Etelä-Suomella on tarkoitettu vain Suomen eteläpuoliskon eteläisintä, suunnilleen 63. leveysasteen eteläpuolelle jäävää osaa (vrt. tarkemmin s. 14). Yksityismetsillä on tarkoitettu varsinaisia maatilametsälöitä ja niihin läheisesti rinnastettavia metsälöitä; yhtiöiden metsiä ei niihin ole sisällytetty.

Tutkimus on rajoitettu käsittämään kanerva-, puolukka-, mustikka- ja käenkaali-mustikkatyypin metsiköt. Eräitä käenkaali-mustikkatyypin ja mustikkatyypin tutkimusmetsiköitä voidaan pitää talvikkityyppiin vivahtavina (vrt. Kujala 1928, s. 9, Erkki K. Kalela 1939, s. 18). Jäkälä- ja lehtotyyppien metsiköt, suometsiköt sekä huomattavan kallio- ja kiviperäiset metsämaat ovat jääneet tutkimuksen ulkopuolelle.

Edellisestä ilmenee, että tutkimuksen puitteet ovat olleet väljät. Keskitetympi tutkimus olisi epäilemättä useissa kysymyksissä johtanut yksityiskohtaisempiin ja tarkempiin tuloksiin. Tutkimuksen kokonaisuus olisi nähtävästi kuitenkin tutkimusaiheen tuntuvasta supistamisesta kärsinyt. Niinpä eri metsikkölajien erottaminen ja rajoittaminen olisi muodostunut vaikeammaksi ja epävarmemmaksi. Lisäksi on huomattava, että eri metsikkölajit ovat tarjonneet mahdollisuuden keskinäiseen vertailuun, joka varsinkin muun sopivan vertailuaineiston puutteessa on ollut omiaan helpottamaan tutkimustyötä.

Tutkimusaineisto.

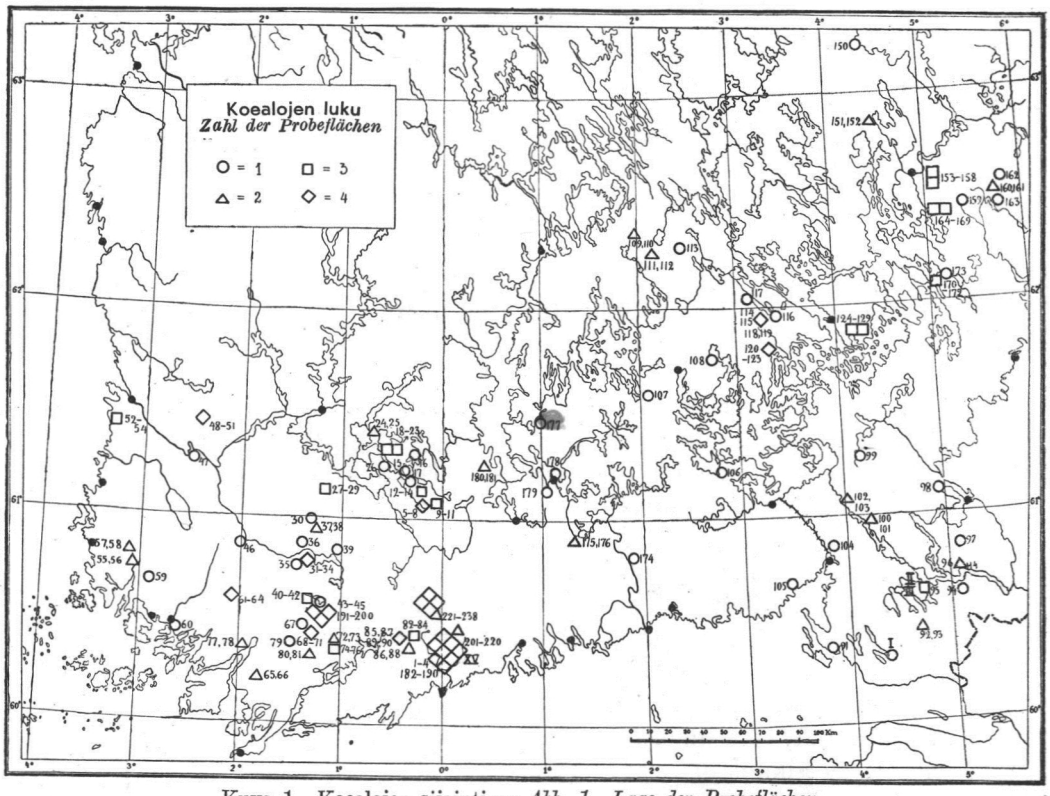
Aineiston keruu.

Sopivien tutkimusmetsiköiden löytämiseksi Metsätieteellinen tutkimuslaitos pyysi Keskusmetsäseura Tapion välityksellä metsänhoitolautakuntia ehdottamaan alueiltaan tutkittavaksi sellaisia voimakkaasti hakattuja yksityismetsiä, joiden omistajilta voitiin odottaa myönteistä suhtautumista tutkimustyöhön. Metsänhoitolautakunnat kävivätkin ripeästi asiaan käsiksi, ja ehdotuksia saapui tutkimuslaitokseen runsaasti.

Tutkimusmetsiköt on siis valittu itse tutkimustyön suorittajasta riippumatta. Tätä voidaan pitää sikäli etuna, että useiden eri henkilöiden suorittamana ei aineiston valintaan ole päässyt yksipuolisesti vaikuttamaan tutkijan subjektiivisuus. Toisaalta on tällaisesta aineiston valitsemistavasta johtunut, että aineisto on muodostunut tarpeettoman hajanaiseksi. Tosin eri metsikkölajit ovat siinä edustettuina likipitäen niiden levinneisyyssuhteessa, mutta tutkimuksen kannalta olisi kuitenkin ollut suotavampaa, että tärkeimmät metsikkölajit olisivat tulleet aineistoon vieläkin runsaammin edustettuina, ja jotkut vähemmän tärkeät olisivat voineet jäädä sen sijaan kokonaan pois.

Huomautettakoon erityisesti, ettei ilmeisestikään ole olemassa mitään vaaraa siitä, että tutkittavaksi otetut metsiköt edustaisivat lajissaan keskimääräistä parempaa tasoa — pikemminkin päinvastoin.

Aineisto on kerätty Suomen eteläpuoliskosta suunnilleen linjan Pori—Tampere—Pieksämäki—Joensuu—Sortavala eteläpuolelta. Aikaisemmin suoritetuissa tutkimuksissa on osoitettu, että tätä aluetta metsiensä kasvusuhteiden puolesta voidaan pitää suurin piirtein yhtenäisenä. Viitattakoon tässä suhteessa esim. Blomqvistin (1872), Yrjö Ilvessalon (1920 a), Lönnrothin (1925), Laitakarin (1927), Miettisen (1932), Kujalan (1936 a) ja Aaltosen (1941 a) tutkimuksiin. Tutkimusalue kuuluu kokonaisuudessaan Aaltosen (1941 a, s. 9) erottamista podsolialueista 4:nteen. Kuvasta 1 nähdään tutkimusmetsiköiden lähempi sijainti. Tutkimustyön loppuvaiheessa on lisäksi tehty yksityiskohtaisia havaintoja Harjavallan, Kiukaisten, Juupajoen ja Ruoveden kunnissa.



Kuva 1. Koealojen sijainti. — *Abb. 1. Lage der Probeflächen.*

Tutkitut metsiköt kuuluvat pääosaltaan keskisuuriin metsälöihin. Keskisuurilla metsälöillä tarkoitetaan metsälöitä, joiden metsäpinta-ala on suurempi kuin pienmetsien (alle 50 ha), mutta pienempi kuin suurmetsien (yli 2 000 ha).

Tutkimuskohtien jakaantuminen eri metsätyyppien kesken on seuraava:

Käenkaali-mustikkatyyppi	9	tutkimuskohtaa
Mustikkatyyppi	62	»
Puolukkatyyppi	65	»
Kanervatyyppi	23	»
Yhteensä	159	tutkimuskohtaa

Koealojen mittaus.

Tutkimuskohdan valitseminen.

Ennen kuin ryhdyttiin koealan rajoittamiseen ja mittaamiseen, tarkastettiin koko se metsäpalsta, jolla tutkittavaksi ehdotettu metsikkö sijaitsi.

Pyrkimyksenä oli saavuttaa laajempi käsitys yksityismetsistämme kuin se, jonka vain verrattain pienialaiset tutkimusmetsiköt olisivat tarjonneet. Lisäksi tällaisissa tarkastuksissa usein löytyi uusiakin sopivia tutkimusmetsiköitä. Sellaisissa tapauksissa, joissa metsänhoitolautakunnan ehdottama tutkimuskohta ei näyttänyt sopivalta (maa soistunut, kalliokkoinen tai metsätyypiltään epämääräinen tai puusto liian vaihteleva), valittiin mikäli mahdollista soveliaampi tutkimuskohta jostakin muualta samalta metsäpalstalta tai ainakin samasta metsälöstä.

Kunkin koealan mittaukseen on käytetty keskimäärin yksi päivä. Jotta matkoihin ei olisi kulunut suhteettoman paljon aikaa, sijoitettiin mikäli mahdollista samalle paikkakunnalle useampia koealoja. Koska koealojen toivottiin myöhemmin muodostuvan metsänhoitolautakunnille sopiviksi havaintokoealoiksi retkeilyjä ja metsäpäiviä varten, oli koealojen keskittäminen pieniin ryhmiin tästäkin syystä suotavaa.

Koealan rajoittaminen.

Koealaa rajoitettaessa pidettiin tiukasti kiinni siitä, että koko koeala muodostui metsätyypiltään yhtenäiseksi. Esim. lievästikään soistuvien paikkojen tai kallioperäisten kohtien ei sallittu sisältyvän koealaan. Puuston yhdenmukaisuudesta sen sijaan täytyi melkoisesti tinkiä. Tutkitut metsiköt ovat puustoltaan olleet siksi epätasaisia, että riittävän suuria, täysin yhtenäisiä koealoja oli useissa tapauksissa kerta kaikkiaan mahdoton rajoittaa. Jonkinlaiseksi minimivaatimukseksi puuston yhtenäisyydelle asetettiin se, että metsikön edellyttämät metsänhoidolliset toimenpiteet olivat koko koealalla yhtenäiset. Samaan koealaan ei näin ollen missään tapauksessa yhdistetty esim. sellaisia metsän osia, jotka edellyttivät lähinnä metsikön edelleen kasvatusta, ja sellaisia, joilla metsikön uudistaminen näytti parhaiten olevan paikallaan.

Koealat rajoitettiin suorakaiteen muotoisiksi. Niiden suuruus on joitakin harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta 0.25 ha (tavallisesti 50 × 50 m tai harvemmin 62.5 × 40.0 m). Suotavaa olisi ollut, että olisi voitu ottaa huomattavasti suurempia koealoja. Tällöin subjektiivisuuden vaara olisi vähentynyt, ja luonnossa esiintyvät moninaiset vaihtelut olisivat paremmin tulleet huomioiduiksi. Aluksi olikin tarkoitus ottaa myös suurempia koealoja, mutta pian osoittautui kuitenkin, että yksityismetsämme ovat ainakin Suomen eteläpuoliskossa yleisesti niin pienikuvioisia, että jo neljänneshehtaarinkin suuruisten, joten kuten yhtenäisten koealojen rajoittaminen useimmissa tapauksissa tuottaa vaikeuksia.

Koealojen rajoittaminen suoritettiin seivästämällä rajat. Kulmat määrättiin kulmaprismalla ja niihin lyötiin kulmapaalut, joihin merkittiin koealan numero. Varsinaiset koealat numeroitiin arabialaisilla, havaintoalat, jolla nimellä kutsuttiin vaillinaisemmin tutkittuja koealoja, roomalaisilla numeroilla.

Puiden luku ja mittaus.

Koealan kaikki puut (vähintään 1.3 m pitkät) luettiin ja mitattiin rinnankorkeudelta (1.3 m). Rinnankorkeus määrättiin 1.3 m:n pituista apukeppiä käyttäen samoin kuin II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (Yrjö Ilvessalo 1936, s. 23) puun mahdollisimman alhaisen katkaisukohdan korkeudelta lukien. Mittaus suoritettiin tasaavalla, käyräasteikkoisella kaulaimella, jossa luokkaväli oli 2.5 cm. Samalla luokiteltiin tukkipuut (D 1.3 vähintään 20 cm) tyvitukin mukaan laatuluokkiin.

Puiden laadun luokituksessa käytettiin samoja luokkia kuin II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (Yrjö Ilvessalo 1936, ss. 23—25):

A. Mäntytukit.

I. Kyseenä olevan tukin osalla puussa ei ole näkyvissä yhtään elävää eikä kuolluttakaan (kuivaa) oksaa. Tukki on suora, pinta aivan sileä, eikä pinnalla esiinny mitään näkyviä vikoja, ei tietysti myöskään mitään lahon merkkiä.

II. Tukin osalla puussa saa olla »normaali määrä» eläviä ja kuolleita (ei lahoja) oksia; edellisten läpimitta korkeintaan 2″ ja jälkimmäisten 1 ½″. Hyvin suuret oksat eivät saa esiintyä selvissä oksakiehkuroissa. Tasaista lenkoutta sallitaan tukin pituudella n. $^2/_3$ sen latvaläpimitasta, mutkia saa olla ainoastaan katkaisukohdissa. Pieniä terveitä koroja sallitaan, mutta mitään lahon merkkejä ei saa olla.

III. Tukissa sallitaan edellisessä mainittuja vikoja suuremmassa määrässä, mutta tukki on oleva siinä määrin suora ja muodoltaan sellainen, että se voidaan sahata. Lahoa sallitaan vain siinä tapauksessa, että varmasti voidaan päättää sen olevan kovaa ja rajoittuvan pienelle alalle. Pieniä laho-oksia sallitaan. Palo- ym. korojen todennäköisesti aiheuttama tyveys on otettava huomioon. Mutta jos koro on matala ja varmasti terve, se voidaan sellaisenaan sallia, kuitenkin se alentaa tukin lähinnä alempaan laatuluokkaan.

B. Kuusitukit.

I. »Normaali»- tai harvaoksaiset tukit. Oksien läpimitta korkeintaan 2″. Tasaista lenkoutta sallitaan tukin pituudella enintään $^2/_3$ latvaläpimitasta.

II. Eläviä ja kuivia oksia saa esiintyä rajattomasti, laho-oksia vain pienikokoisia. Tukin tulee olla muodoltaan sahauskelpoinen. Jos puussa huomataan tukin osalla olevan maannousema tai muita lahovikoja, on niiden todennäköisesti aiheuttama tyveys otettava huomioon. Lahovikaa ei näet tukissa saa olla kuin aivan rajoitetussa määrässä II:ssa luokassa.

C. Lehtipuut.

I. Faneeritukit (yksi luokka, merkki F). Tyvitukin minimikoko on kuten yleensä 18′ × 7″ kuoren päältä ja latvatukin 15′ × 6″, mutta jonkin vikakohdan poistamisen johdosta tukki voidaan ottaa myöskin mittaan 14′ × 7″ ja 12′ × 8″ saakka.

Puun tulee tukin osalta olla jotakuinkin suora ja vähäoksainen. Kuitenkin sallitaan terveitä tuoreita oksia n. 1″:n läpimittaan saakka, jos ne eivät esiinny kovin tiheässä. Kuivia oksia saa olla vain joitakin sopivien välimatkojen päässä toisistaan (siten, että välimailta saadaan 3.5—4.5 jalan sorvipölkkyjä). Laho-oksia ei sallita.

Pintavikoja ei yleensä saa olla, mutta pienehköjä pintarosoja ja pilkoituksia sekä tuoreita tuoheamispiirtoja sallitaan hakkuukelpoisissa metsissä, jos voidaan pitää todennäköisenä, ettei niistä vielä ole lahoa aiheutunut. Pakkashalkeamia ja palohuoloja ei sallita, vaan ne on mitoista pois jätettävä.

Kun faneeripuissa sallitaan lahoa vain n. 3″ keskuksessa, ei tukki ole faneeripuuksi kelvollinen, jos siinä silmin nähtävästi voidaan päätellä olevan lahoa pintaosassa.

II. Sahatukit (yksi luokka, merkki S).

Sahatukkien vaatimukset ovat huomattavasti pienemmät. Näiksi luetaan ne tukit, jotka eivät täytä faneeritukkien vaatimuksia, mutta täyttävät III:n luokan mäntyjen vaatimukset.

Pieni (D 1.3 < 20 cm) puusto.

I v ä h ä o k s a i n e n, oksia on vähän ja ne ovat ohuita;

II »n o r m a a l i o k s a i n e n», oksia on »normaalisti» ja ne ovat enintään keskivahvoja;

III o k s i k a s, keskivahvoja oksia runsaasti tai oksat erityisen vahvoja.

Tukkipuun kokoisille puille, jotka eivät täyttäneet edellä selostettuja sahatukeille asetettuja vaatimuksia, annettiin merkki P (polttopuu).

Puiden luvussa merkittiin puut värivasaralla sitä mukaa kun ne oli luettu. Männyn, kuusen ja koivun lisäksi huomioitiin leppä, haapa, kataja sekä pihlaja. Koivulajeja erotettiin vain kaksi: rauduskoivu *(Betula verrucosa)* ja hieskoivu *(B. pubescens)*. Muiden koivulajien systemaattinen erittely ja määrittely näytti tutkimustyöhön ryhdyttäessä vielä keskeneräiseltä. Lähinnä olisi lisäksi tullut kysymykseen lehtokoivu *(B. concinna)*. Sillä ei ilmeisesti kuitenkaan ole sanottavaa merkitystä nyt tutkituissa metsiköissä, sillä vain parissa tutkimusmetsikössä tavattiin raudus- ja hieskoivusta selvästi poikkeavia koivumuotoja. — Viimeksimainitut näyttävätkin keskittyvän pääasiallisesti erittäin reheville tai sitten ainakin jossakin määrin soistuneille metsämaille. — Siemensyntyiset koivut pyrittiin mikäli mahdollista erottamaan vesasyntyisistä. Vanhojen koivujen syntytavan määrittely on kylläkin vaikeata. Puun tyvestä kairattu lastu, siinä näkyvä ytimen ja sisimmäisten lustojen leveys, antaa kuitenkin hyviä viitteitä.

Puita ei luokiteltu latvuskerroksiin eikä puuluokkiin. Tämä johtui siitä, että tukkipuun harsinnoilla käsitellyissä metsiköissä yksityisten puiden latvukset yleensä ovat kehittyneet olosuhteissa, jotka eivät vastaa tutkimusaikana vallitsevia. Erityisesti puiden keskinäiset valtasuhteet joutuvat niin perinpohjaisten muutosten kohteeksi, että biologinen puuluokitus, joka perustuu puiden väliseen kilpailuun ja sen muovaamiin latvuskerroksiin ja puuluokkiin (L ö n n r o t h 1925, s. 1), menettää perustansa.

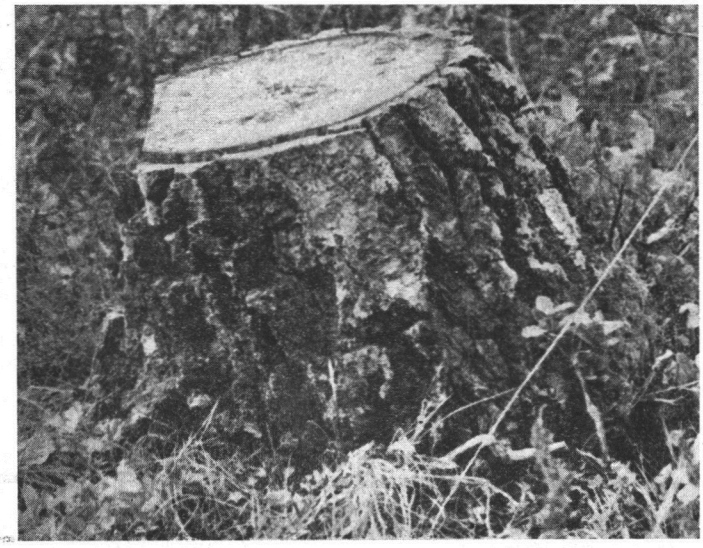
K a n t o j e n l u k u j a m i t t a u s.

Puustosta tapahtunut poisto selvitettiin niin kauaksi taaksepäin, kuin se kussakin yksityistapauksessa näytti mahdolliselta.

Hakkuiden johdosta tapahtuneen poiston arvioimista varten luettiin kannot puulajeittain, mitattiin niiden läpimitta korkeudelta, joka vastasi keskimääräistä kannon korkeutta, ja ryhmiteltiin kannot hakkuuvuosien mukaan. Keskimääräisenä kannon pituutena on pidetty — kannon läpi-

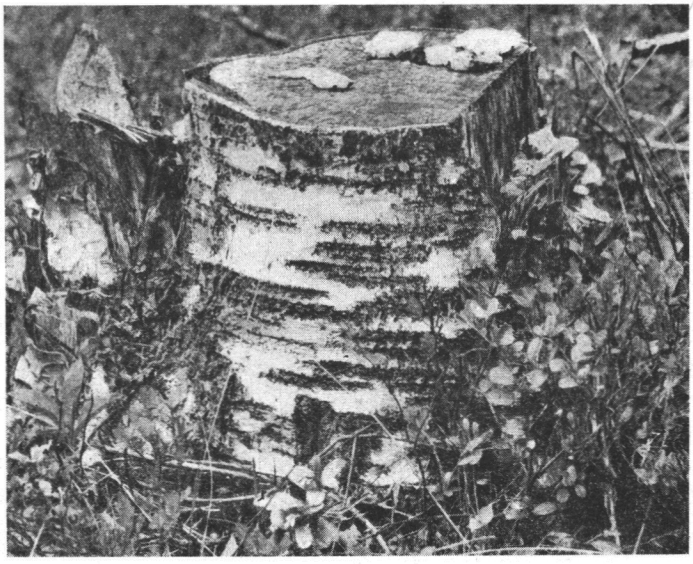
mitasta riippuen — n. 0.1—0.2 m maanpinnasta lukien (vrt. Aro 1935, s. 92). Kantojen luvussa huomioitiin kaikki kannot, maatuneetkin, joskin viimeksimainituissa täytyi tyytyä vain kvalitatiivisiin havaintoihin.

Kantojen puulajisuhteiden määrääminen ei yleensä tuottanut vaikeuksia. Pääpuulajiemme, männyn, kuusen ja koivun, kannot erottuvat verrattain selvästi toisistaan vielä hyvinkin pitkälle lahonneina. Tottunut kantojen lukija erottaa joitakin poikkeustapauksia lukuun ottamatta vielä maatuneistakin kannoista puulajin. Eri puulajien kannoilla on näet omat tuntomerkkinsä vielä tässäkin tilassa. Männyn kannolle on tunnusomaista matala juurenniska, kannon ympäriltä löytyvä punainen kaarna, kannon sydänpuuosan hidas lahoaminen sekä kannossa olevien oksantynkien leveän kiilamainen muoto. Kuusen kannon tuntee sen verrattain korkeasta juurenniskasta ja juurten tyviosan enemmän tai vähemmän lankkumaisesta muodosta (Heikinheimo 1920 b, s. 5, Laitakari 1929 b, s. 21, Aro 1935, s. 94), oksantynkien ruotomaisesta muodosta sekä siitä, että pintapuu tavallisesti lahoaa jonkin verran hitaammin kuin sydänpuu. Koivun kannolle on tunnusomaista sen hitaasti lahoava tuohi (tai kaarna), josta jokseenkin poikkeuksetta löytää jätteitä vielä maatuneidenkin kantojen vierestä (vrt. myös Tertti 1942, s. 164). Tuoreehkoista koivun kannoista voi useimmissa tapauksissa lisäksi päättää, onko kysymyksessä raudus- vai hieskoivu. Rauduskoivun kannossa on tavallisesti paksu, pystysuuntaan halkeileva kaarna, hieskoivun kannossa ohut ja vaakasuuntaan rakoileva tuohi (vrt. kuva 2 ja kuva 3).



Kuva 2. Rauduskoivun kanto. Kaarna paksu, pystysuoraan halkeileva. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 92.

Abb. 2. Stubbe der Rauhbirke. Borke dick, vertikal spaltend. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 92.



Kuva 3. Hieskoivun kanto. Tuohi ohuehko, sileä, vaakasuoraan rakoileva. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 92.
Abb. 3. Stubbe der Moorbirke. Rinde ziemlich dünn, glatt, horizontal gefurcht. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 92.

Kannot mitattiin tavallisella senttimetrimitalla. Kantojenlukulomakkeessa käytettiin sellaisia läpimittaluokkia, että ne suorastaan vastasivat tiettyjä 5 cm:n läpimittaluokkia rinnankorkeudelta mitattuna. Kanto- ja rinnankorkeusläpimitan välinen suhde määrättiin A r o n (vrt. s. 37) laskemien lukujen perusteella. — Sitä mukaa kun kannot oli luettu ne merkittiin värivasaralla.

Suurimmat vaikeudet kantojen luvussa on tuottanut kantojen luokitteleminen hakkuuvuosien mukaan. Tämä on ensinnäkin edellyttänyt hakkuuvuosien tarkkaa tuntemista. Useimmissa tapauksissa saatiin hakkuuvuodet tietää metsän omistajalta tai joltakin muulta niistä perillä olevalta henkilöltä. Saadut tiedot on vielä tarkistettu tutkimalla jätepuustosta otettuja kairanlastuja (niissä näkyvää sädekasvun kulkua). Jätepuuston sädekasvuun kohdistuneet erikoistutkimukset (vrt. esim. s. 71) näet osoittivat, että jo toisen hakkuutalvea seuraavan kasvukauden lusto on useissa tapauksissa hieman ja sitä seuraavan kasvukauden lusto selvästi leveämpi kuin edelliset. Eräissä tapauksissa voidaan hakkuuvuosi määritellä jätepuustoon hakkuun yhteydessä syntyneiden kaatokorojen perusteella (vrt. T i r é n 1937, ss. 198—199). Jossakin määrin voitiin jo kantojen ulkonäöstäkin päätellä hakkuuvuosi.

Kantojen luokittelu täten edeltäpäin selviteltyihin hakkuuvuosiin on tapahtunut ensi sijassa kantojen lahoamisasteen perusteella. Kantojen iän ja lahoamisasteen (ulkoasun) välisestä suhteesta tehdyt havainnot on

selostettu toisessa yhteydessä (s. 35). Luokittelua on eräissä tapauksissa helpottanut se, että eri hakkuissa hakkuutavat ovat jonkin verran eronneet toisistaan (esim. kaato sahalla tai kirveellä, kannon korkeus, myös hakattu puutavaralaji jne.).

Useissa tapauksissa kantojen luokittelu hakkuuvuosiin on ollut verrattain helppoa. Näin varsinkin silloin, kun hakkuiden välinen aika on ollut suhteellisen pitkä (sitä pitempi, mitä vanhemmista hakkuista on ollut kysymys) ja hakkuita on ollut erotettavana vain 2—3. Vaikeaksi luokittelu on muodostunut päinvastaisissa tapauksissa. Varsinkin suhteellisen lievien, lyhyin väliajoin toistuneiden hakkuiden kantojen erottaminen toisistaan on ollut vaikeata, eräissä tapauksissa suorastaan mahdotontakin. Tällöin on ollut pakko yhdistää erilliset pikku hakkuut yhteen; hakkuuvuodeksi on merkitty se vuosi, jolle on sattunut suurin hakkuumäärä.

Luontainen poisto on tutkimusmetsiköissä poikkeuksetta ollut pieni. Erityisesti hakkuiden aiheuttamaan poistoon verrattuna se on puumääräl-tään ollut häviävän pieni. Vain joissakin harsintahakkuiden jälkeen syntyneissä tiheiköissä kuolleiden pikku puiden lukumäärä on ollut huomattava; kuutiomäärältään poisto on näissäkin tapauksissa jäänyt vähäiseksi. Syyksi luontaisen poiston vähyyteen on katsottava tutkimusmetsiköiden puuston harvuus sekä se, että kuivuvat ja kituvat puut on yleisesti hakattu pois kotitarvepuuksi jo ennen niiden lopullista kuolemaa. Huomattakoon tässä yhteydessä lisäksi, että luontainen poisto on yleensäkin Suomen eteläpuoliskon talousmetsissä esim. luonnon normaaleihin metsikköihin verrattuna pieni. Niinpä II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 307) kuivia pystypuita ja tuulenkaatoja oli Suomen eteläpuoliskon metsissä, valtion metsiä lukuun ottamatta, kaikkiaan vain 0.73 m^3/ha.

Mikäli luontaista poistoa oli nähtävissä, arvioitiin se lukemalla maapuut ja mittaamalla ne vastaavalta korkeudelta kuin kannotkin. Luontainen poisto yhdistettiin sen vähyyden vuoksi niihin hakkuisiin, joihin se lähinnä näytti liittyvän.

Pystykoepuut.

Puuston ominaisuuksien yksityiskohtaisessa selvittelyssä rajoituttiin koepuihin, ns. pystykoepuihin, jotka tutkittiin niitä kaatamatta. Kussakin tutkimusmetsikössä otettiin näitä pystykoepuita tavallisesti n. 20 kpl. Koepuiden jakaantuminen eri puulajien ja läpimittaluokkien kesken pyrittiin puunlukulomaketta apuna käyttäen saamaan mahdollisimman hyvin tutkimusmetsikköä edustavaksi. Koepuut mitattiin seuraavasti.

Läpimitta rinnankorkeudelta mitattiin teräskaulaimella mm:n tarkkuudella. Rinnankorkeus määrättiin samoin kuin puiden luvun yhteydessäkin 1.3 m:n pituista keppiä apuna käyttäen.

Rungon kapenemisen (D 1.3—D 6.0) selvittämiseksi mitattiin läpimitta myös 6 m:n korkeudelta. Mittaus suoritettiin mm-jaoituksella varustetulla tarkkuuslatvakaulaimella (vrt. Yrjö Ilvessalo 1932, ss. 13—15).

Kuoren paksuus mitattiin rinnankorkeudelta ruotsalaisella And. Mattsonin (Mora) kuorimittarilla (kts. esim. Petrini 1921, s. 174, kuva 3).

Ikä määrättiin kairaamalla tyvilastu juurenniskan kohdalta ja lukemalla siitä lustot. Lustojen lukemisessa käytettiin suurennuslasia apuna. Milloin lustojen erottaminen esim. niiden tiheyden vuoksi tuotti vaikeuksia, talletettiin lastu myöhemmin sisätöiden yhteydessä mikroskooppisesti tutkittavaksi. Erityisesti koivun iän määrääminen on ollut vaikeata (vrt. esim. Hildén 1926, s. 24, Aro 1935, s. 15). Kaikki koivujen iänmääräykset tarkistettiin mikroskooppisesti. Lastujen käsittely floroglusiiniliuoksella selvensi lustoja.

Floroglusiiniliuos valmistettiin sekoittamalla floroglusiinia *(phloroglucinum)* 1 g, 96 % alkoholia 50 cm³ ja väkevöityä suolahappoa 25 cm³. — Liuos värjää puun punaiseksi, mutta kesäpuun selvästi tummemmanpunaiseksi kuin kevätpuun. Varsinkin ohuita preparaatteja läpivalaistuksessa tarkastettaessa ero kevät- ja kesäpuun välillä näkyy verrattain selvästi.

Sädekasvu määrättiin kairaamalla lastu rinnankorkeudelta. Lastut numeroitiin ja kerättiin aaltopahvilevyjen sisään. Itse kasvun mittaus suoritettiin vasta sisätöiden yhteydessä. Koivukoepuiden sädekasvu määrättiin, kuten ikäkin, mikroskooppisesti ja lastuja floroglusiiniliuoksella käsittelemällä.

Rungon pituus mitattiin Lönnrothin hypsometrillä 5 m:n tankoa apuna käyttäen. Mittauksessa pyrittiin 0.5 m:n tarkkuuteen. Samalla mitattiin myös latvuksen pituus sekä viime 5-vuotiskauden pituuskasvu (viimeksimainittu kiikarilla tarkaten).

Rungon teknillinen laatu arvosteltiin aikaisemmin selostettuja laatuluokkia käyttäen. Vikanaisuudet merkittiin muistiin.

Käpyjen määrä arvioitiin lukemalla näkyvissä olevat kävyt kiikaria apuna käyttäen. Vain yksikesäiset kuusen ja kaksikesäiset männyn kävyt huomioitiin. Käpymäärien arviointien tarkistamiseksi kaadettiin Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueessa useita koepuita, joista kävyt oli tällä tavoin arvioitu, ja laskettiin niissä olevat kävyt yksitellen. Yleensä arvioitu määrä näytti helposti jäävän jonkin verran pienemmäksi kuin todellinen. Viimeksimainittu sisälsi kuitenkin runsaasti myös aivan pieniä käpyjä, joista suurin osa näytti olevan kutakuinkin steriilejä. Suurimmat poikkeukset arvioitujen ja luettujen käpymäärien välillä, suhteellisestikin suurimmat, ilmenivät niissä koepuissa, joissa käpyluku oli suuri. Niin kauan kuin arvioitu käpyluku jäi alle parin sadan kappaleen, suhde arvioitujen ja luettujen käpymäärien välillä oli kutakuinkin

kiinteä. Juuri tällaisia vähäkäpyisiä tutkimusmetsiköiden puut olivatkin valtavalta pääosaltaan. — Käpyjen yksittäin lukeminen maasta käsin johtaakin ilmeisesti vain vähäkäpyisissä puustoissa tyydyttävään tulokseen.

Taimien luku.

Taimet (alle 1.3 m:n pituiset puut) on jaettu kahteen pituusluokkaan, 0.1 m:ä lyhyempiin ja 0.1—1.3 m:n pituisiin taimiin. Edellisiä kutsutaan taimiainekseksi ja jälkimmäisiä varsinaiseksi taimistoksi. Tällainen taimien määrittely ja jako on kylläkin keinotekoinen. Koska metsikön taksatoorisessa kuvauksessa selvän rajan vetäminen taimien ja suurempien puiden välille kuitenkin on ollut välttämätöntä, on 1.3 m:n jo käytäntöön vakiintunutta rajaa pidetty tarkoituksenmukaisimpana. [1]) 0.1 m:ä lyhyempien taimien läheinen yhteenkuuluvaisuus muuhun pintakasvillisuuteen on antanut aiheen niiden erottamiseen erilliseksi ryhmäksi.[2]) Tutkimusmetsiköissä luettiin taimiaines ja varsinainen taimisto erikseen.

Taimiaineksen lukumäärä arvioitiin ns. koeneliömenetelmää käyttäen. Koeneliöt, kooltaan 1 × 1 m = 1 m², rajoitettiin metallilangasta valmistetun, kokoontaitettavan kehyksen avulla. Jokaisesta koeneliöstä luettiin puulajeittain taimiaines mahdollisimman tarkasti. Kullakin koealalla tutkittiin 20 kpl. koeneliöitä. —Työmenetelmiä selviteltäessä voitiin todeta, ettei se kuva, joka saadaan 20 koeneliön perusteella, enää oleellisesti muutu, vaikka koeneliöitä otettaisiin runsaamminkin.

Koeneliömenetelmän eduksi on ennen kaikkea luettava se, että koeneliöistä on suhteellisen helppo lukea tarkkaan kaikki taimet aina pienimpiä yksivuotisia myöten. Sellaisissa taimiluvun arvioimismenetelmissä, joissa arvioimisprosentti on oleellisesti suurempi, jää työn tarkkuus helposti pienemmäksi.

Varsinainen taimisto luettiin suorittamalla siinä linja-arviointi. Linjat vedettiin koealan toisen sivuparin suuntaisina, 5 m:n levyisinä ja 10 m:n linjavälein.[3]) Arvioimisprosentti oli siis 50 %. Taimiaineksen lukemista ei sisällytetty tähän linja-arviointiin, koska se olisi suuresti lisännyt työtä. Taimet luettiin puulajeittain ja jaettiin seuraaviin pituusluokkiin: 0.1—0.5 m, 0.5—0.9 m ja 0.9—1.3 m.

Taimistoiden tasaisuus- tai ehkä paremminkin epätasaisuusasteen selvittämiseksi luettiin varsinaiset taimet myös edellä mainituilta koeneliöiltä samalla kun taimiaineskin. Täten saatuja tuloksia ei kuitenkaan ole käytetty taimiluvun määräämiseen, vaan on niiden perusteella laskettu kullekin taimistolle ns. ryhmittymisluku (vrt. s. 41).

[1]) Mainittakoon kuitenkin, että esim. Aaltonen (1919, s. 108) on kangasmetsien luonnollista uudistumista Lapissa tutkiessaan lukenut enintään 1.5 m korkeat puut taimiksi.

[2]) Samanlaista jakoa on mm. Erkki K. Cajander (1934 b, s. 13) käyttänyt tutkiessaan kuusen taimien vapauttamisen jälkeistä pituuskasvua.

[3]) Multamäki (1939, s. 34) on käyttänyt samantapaista linja-arviointia hajakylvöalojen taimiluvun määräämiseksi selvitellessään kuusen kylvöä ja istutusta metsitettävillä soilla.

Taimien ikä- ja vikanaisuustutkimukset.

Taimien ikäsuhteiden ja vikanaisuuksien selvittämiseksi otettiin tutkimusmetsiköiden taimistoista noin 30—100 kpl. kunkin pääpuulajin taimia sisältävä umpimähkäinen näyte. Tämä tapahtui siten, että taimet kerättiin jommalta kummalta koealan lävistäjältä sellaista linjaleveyttä käyttäen, että tuo umpimähkäinen näyte jakaantui suunnilleen koko lävistäjälle. Jos taimia oli harvassa, kerättiin näyte molemmilta lävistäjiltä. Päähuomio kiinnitettiin siihen, että määrätyltä alueelta ehdottomasti kaikki taimet tulivat mukaan, ja toisaalta pyrittiin tuo alue saamaan mahdollisimman hyvin koko tutkimusmetsikköä edustavaksi.

Näytteen laajuus, 30—100 kpl., on määrätty varta vasten suoritettujen erikoistutkimusten perusteella, joista on käynyt ilmi, ettei suurempi näyte enää oleellisesti muuta tällaisen näytteen antamaa kuvaa taimiston jakaantumisesta ikäluokkiin. — Näytteen minimisuuruus on erityisesti taimiston tasaisuudesta riippuvainen: mitä tasaisempi taimisto on ikänsä puolesta, sitä pienempi näyte riittää sitä edustamaan. Näytteen lopullinen suuruus onkin ratkaistu kussakin tutkimusmetsikössä erikseen taimiston tasaisuutta silmälläpitäen. Verraten tasaikäisissä taimistoissa on yleensä tyydytty 40 tainta käsittävään näytteeseen, joissakin tapauksissa vain 30:eenkin. Eri-ikäisemmissä taimistoissa näytteen minimisuuruudeksi on otettu 70 tainta, ja useissa taimistoissa on otettu huomattavasti suurempiakin näytteitä.

Kerätystä näytteestä luettiin ensinnäkin jokaisen taimen ikä. Nuorissa taimissa, joissa oksakiehkurat vielä olivat selvästi erotettavissa, suoritettiin iänmääräys oksakiehkuroiden perusteella. L. Ilvessalo (1917, s. 20) on osoittanut, että männyn iän määrääminen oksakiehkuroiden perusteella helposti johtaa virheelliseen tulokseen virheen vaihdellessa n. 1—7 vuoteen. Tästä tietoisena käsillä olevassa tutkimuksessa oksakiehkuroihin perustuvia iänmääräyksiä onkin suoritettu vain aivan selvissä tapauksissa. Toisaalta on huomautettava, että eräissä tapauksissa (kuusella), joissa iän tarkka määrääminen mikroskooppisestikin on epävarmaa, päästään nähtävästi juuri oksa- ja (lisä-) juurikiehkuroiden lukemisella sittenkin lähimmäksi oikeata ikää (vrt. Heikinheimo 1920 b, s. 9). Vanhemmissa taimissa luettiin lustot juurenniskan kohdalta suoritetusta varren poikkileikkauksesta. Lustoja luettaessa käytettiin suurennuslasia apuna. Sellaisissa tapauksissa, joissa lustojen lukeminen niiden tiheyden vuoksi näytti epävarmalta, otettiin taimen tyviosasta näyte ja iänmääräys suoritettiin myöhemmin sisätöiden yhteydessä mikroskooppisesti. Esim. kanervatyypiltä otettujen taimien iänmääräykset tehtiin jokseenkin kaikki näin. Myös koivun taimien ikä on selvitetty mikroskooppisesti. Ennen iän määräämistä käsiteltiin koivun tyvileikkauksia floroglusiiniliuoksella lustojen selventämiseksi.

Niistä virhemahdollisuuksista, jotka sisältyvät lustojen lukemiseen perustuvaan taimien iän määräämiseen, Lakari (1915, ss. 91—118 ja 1921, ss. 24—36) ja Heikinheimo (1920 b, s. 29) ovat tehneet yksityiskohtaisesti selkoa. Vaikkakin iänmääräykset on koetettu suorittaa mahdollisimman huolellisesti, on ilmeistä, että virheitä on syntynyt. Mikä pahinta, virheet kaiken todennäköisyyden mukaan ovat yksipuolisia siten, että ikä helposti saadaan liian pieneksi. Iänmääräyksiä mikroskooppisesti suoritettaessa voidaan näet ensinnäkin tehdä sellainen virhe, että lustoja ei lueta oikealta korkeudelta (taimen hypokotyylin kohdalta), vaan joko liian alhaalta tai liian ylhäältä. Kummassakin tapauksessa saadaan ikä liian pieneksi. Hypokotyylin löytämistä tosin helpottaa eräissä tapauksissa se, että hypokotyylin ydin on ohuempi kuin varren seuraavien nivelvälien (Lönnroth 1925, s. 109, Wretlind 1936, s. 279). Joskus taas lustot voivat olla niin epäselviä, että ne eivät kaikki erottaudu toisistaan. Tällöinkin saadaan ikä liian pieneksi. Samansuuntaisesti vaikuttaa lisäksi lustojen puuttuminen, joka juuri juurenniskassa on kitukasvuisilla taimilla verrattain yleistä. Kaksoislustojen esiintyminen näyttää sen sijaan olevan harvinaista. — Suoritettuihin iänmääräyksiin perustuvia johtopäätöksiä tehtäessä on siis aina otettava huomioon tällaisen muutaman vuoden suuruisen toispuolisen virheen mahdollisuus.

Elinvoimaisuutensa mukaan taimet jaettiin kolmeen luokkaan. I luokkaan luettiin kitukasvuiset, II luokkaan normaalisti kehittyneet ja III luokkaan erittäin rehevät, susimaiset taimet.

Taimien vikanaisuudet tutkittiin ja koetettiin mahdollisimman tarkoin selvittää vikanaisuuksien aiheuttajat. Epäselvistä tapauksista otettiin runsaasti näytteitä. Tuhohyönteiset nimettiin Kankaan (1938) ja tuhosienet Liron (1917) mukaan.

Taimikartat.

Taimistoiden alueellisen ryhmittymisen yksityiskohtaista selvittelyä varten laadittiin puu- ja taimikarttoja. Paitsi puulajeittain ja pituusluokittain eriteltyjä pääpuulajiemme männyn, kuusen ja koivun taimia merkittiin näihin karttoihin kyseessä olevan alueen puut, kannot, kivet ja metsän uudistumisen kannalta tärkeimmät pintakasvillisuuslaikut.

Taimikartoitukset suoritettiin mittakaavaan 1 : 100. Kartoitettava alue jaettiin valkoista lankaa ja apukeppejä käyttäen 2.5 × 2.5 m:n suuruisiin ruutuihin.

Pintakasvillisuus.

Kunkin koealan pintakasvillisuus tutkittiin koeneliömenetelmällä. Tutkimus suoritettiin samaa koeneliöstöä käyttäen kuin taimiaineksen lukeminenkin. Jokaisessa koeneliössä arvioitiin siinä olevien kasvilajien peittävyys 1—10 käsittävän asteikon mukaan. Peittävyyttä arvioitaessa

on kiinnitetty huomiota yksinomaan kasvien maanpäällisiin osiin. Niinpä arvioinnissa on otettu huomioon kaikki kasvinosat siihen katsomatta, onko asianomainen kasvi ollut kiinnittynyt maahan koeneliön sisä- vai ulkopuolella. Peittävyys arvioitiin erikseen sammal-jäkäläkerrokselle ja varpuruohokerrokselle. Kokonaispeittävyys saattoi näin ollen nousta melkoisestikin yli kymmenen.

Koeneliöitä tutkittaessa kiinnitettiin lisäksi huomiota kasvillisuuden tärkeimpien lajien elinvoimaisuuteen, kasvutapaan sekä pintakasvillisuuden ja puiden taimien väliseen kilpailuun.

Kasvisosiologit ovat käyttäneet hyvinkin erisuuruisia koeneliöitä pintakasvillisuusanalyysejä suorittaessaan, esim. Raunkiær (1910, s. 41) 0.1 m²:ä, Lagerberg (1915, s. 145) 0.5—0.1 m²:ä, Kujala (1926 a, s. 7) 0.09—0.25 m²:ä, Markgraf (1926, s. 57) 1.0 m²:ä, Kalliola (1939, s. 67) 4 m²:ä, Aarno Kalela (1939, s. 53) 25 m²:ä sekä 1 m²:ä jne. Koeneliön tarkoituksenmukaisin suuruus riippuu ensi sijassa tutkittavan kasvillisuuden laadusta. Yllä mainituista tutkijoista erityisesti Kujala ja Markgraf ovat suorittaneet metsäkasvillisuustutkimuksia. Kuten jo edellä on mainittu, on käsillä olevassa tutkimuksessa käytetty 1 m²:n suuruisia koeneliöitä. Yksinomaan pintakasvillisuusanalyysin kannalta nähtävästi pienempikin koeneliön suuruus olisi ollut käyttökelpoinen, mutta kun koeneliömenetelmää samalla käytettiin taimien lukumäärän ja ryhmittymisen selvittämiseen, niin pidettiin suurempaa koeneliön kokoa tarkoituksenmukaisempana. Viimeksimainitusta syystä juuri 1 m²:n suuruinen koeneliö osoittautui käytännöllisimmäksi.

Myös yksityisestä kasvustosta tutkittujen koeneliöiden lukumäärä vaihtelee suuresti eri tutkijoiden töissä. Yleensä on havaittavissa, että ne tutkijat, jotka ovat käyttäneet suuria koeneliöitä, ovat tyytyneet pienempään koeneliöiden lukumäärään kuin ne tutkijat, jotka ovat suorittaneet tutkimuksensa pienillä koeneliöillä. Tulosten luotettavuuden kannalta on yleensä sitä edullisempaa, mitä useampia koeneliöitä voidaan tutkia. Toisaalta täytyy niiden lukumäärää työajan säästämiseksi mahdollisuuksien mukaan supistaa. Tutkimusmetsikköihin parhaiten soveltuvan koeneliöiden lukumäärän selvittämiseksi suoritettiin erikoistutkimuksia, jotka käsittelivät koeneliömenetelmällä saavutettujen tulosten riippuvaisuutta tutkittujen koeneliöiden lukumäärästä. Näiden perusteella katsottiin tarkoituksenmukaisimmaksi epätasaisilta näyttävissä kasvustoissa tutkia 20 ja tasaisissa 10 koeneliötä (vrt. myös Raunkiær 1910, s. 35 ja Yrjö Ilvessalo 1922, ss. 56—57, kuvat 9 ja 10).

Putkilokasvit on nimetty Hiitosen (1933), sammalet Brotheruksen (1923) ja jäkälät pääasiassa Magnussonin (1929) mukaan.

Maaperä.

Käsillä olevassa tutkimuksessa ei ole ollut tilaisuutta ryhtyä suorittamaan yksityiskohtaisia maaperää koskevia tutkimuksia. Kuitenkin pidettiin välttämättömänä saada jonkinlainen kuva edes maan tärkeimmistä ominaisuuksista. Tätä silmälläpitäen otettiin tutkimusmetsiköistä maanäytteitä. Näytteet otettiin kullakin koealalla neljästä 0.5 m:n syvyisestä kuopasta (vrt. Aaltonen 1941 a, s. 7), jotka kaivettiin koealan lävistäjille 5 m:n päähän kulmista. Jos maa kuopissa näytti tai tuntui käsiin maan pinnasta lähtien rakenteeltaan yhdenmukaiselta, niin tyydyttiin ottamaan kustakin kuopasta vain yksi maanäyte 0.3 m:n syvyydeltä. Mutta mikäli maa eri syvyyksissä tuntui rakenteeltaan vaihtelevan, otettiin kaksi näytettä, toinen 0.2 m:n ja toinen 0.5 m:n syvyydeltä. Maanäytteet, n. 0.2—0.3 dm^3 suuruudeltaan, kerättiin kangaspusseihin ja pussit numeroitiin (koealan ja kuopan numero, ottokohdan syvyys). Samalla kun maanäytteet otettiin, tehtiin jokaisesta kuopasta erikseen merkintä maalajista, humuksen paksuudesta ja sen laadusta, maan kivisyydestä sekä maannoksen laadusta.

Maanpinnan kaltevuussuhteet, maalaji ja kivisyys kuvattiin samoin kuin II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (Yrjö Ilvessalo 1936, ss. 28—29):

Kaltevuussuhteet: 1. tasainen tai heikosti viettävä (< n. 5°), 2. viettävä (n. 5—20°), 3. jyrkkä (> n. 20°). Samalla merkittiin kaltevuuden suunta.

Maalajit: 1. harjusora (merkki h), 2. moreenisora (m) — a) hietainen (mh), b) hiesuinen ja savinen (ms) — 3. hiekkamaa (hk), 4. hietamaa (ht) ja 5. hiesu- ja savimaa (s).

Kivisyys: 1. kivetön ja vähäkivinen, 2. hyvin kivinen —kiviperäinen ja 3. kalliokkoinen.

Koealan yleiskuvaus.

Koealalla suoritettavat työt lopetettiin laatimalla tutkimusmetsiköstä yleiskuvaus. Siihen sisällytettiin ensi sijassa sellaisia seikkoja, joita oli vaikea esittää numeerisesti. Näistä mainittakoon seuraavat: koealan muoto ja koko, kunta, kylä, tila, tilan suuruus, tilan omistaja, puuston yleiskuvaus, selostus puuston teknillisestä laadusta, metsämaan laiduntamisesta, mahdollisista metsävahingoista ja metsikön metsänhoidollisesta tilasta, selostus toimenpiteistä, joita oli suoritettu metsikön tilan parantamiseksi, sekä niistä toimenpiteistä, joita katsottiin voitavan esittää suoritettaviksi sekä selostus siitä, millaiseksi eri puulajien siemennys alueella arvioitiin (myös reunametsän mahdollinen osuus tässä huomioon ottaen). Lisäksi laadittiin metsikössä suoritetuista hakkuista seikkaperäinen selostus, jossa selostettiin hakkuuvuodet, hakatut puutavaralajit ja hakkuiden metsänhoidollinen luonne. Hakkuuvuodeksi merkittiin aina hakkuutalven jälkimmäinen

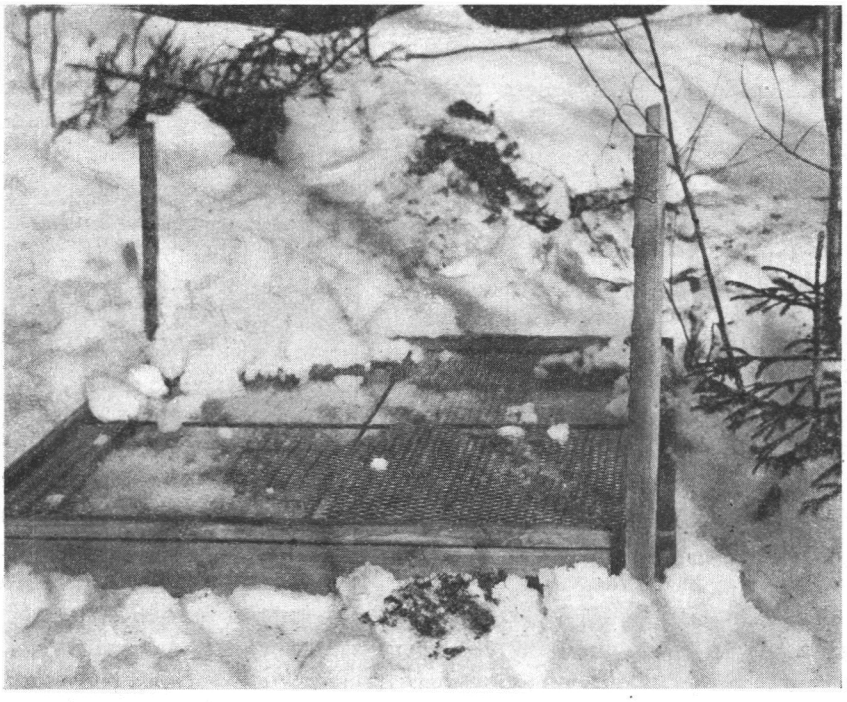
kalenterivuosi. Niinpä, jos hakkuu oli suoritettu esim. joulukuussa 1930, merkittiin hakkuuvuodeksi 1931.

Yleiskuvauksen täydentämiseksi otettiin jokseenkin jokaisesta tutkimusmetsiköstä valokuva. Useimmissa tapauksissa käytettiin Zeiss-Ikon 9 × 12-kameraa. Käsillä olevaan tutkimukseen liitetyt valokuvat ovat juuri näitä tutkimustyötä suoritettaessa otettuja kuvia.

Siemenlaatikkotutkimukset.

Erillisenä koealoilla suoritetusta maastotyöstä tapahtui jätepuustojen siementuoton selvittäminen siemenlaatikoiden avulla muutamissa erityisesti siihen soveltuvissa tutkimusmetsiköissä.

Käytetyt siemenlaatikot ovat jokseenkin samanlaisia kuin Heikinheimon (1932, ss. 12—15; 1937 a, s. 5) metsäpuittemme siementymistä koskevissa tutkimuksissaan käyttämät (kuva 4). Laatikoiden pohjapinta-ala on tarkoin 1 m^2 ja laitojen korkeus 1 dm. Pohja on valmistettu tiheästä metallilankaverkosta, ns. hyönteisverkosta, laidat noin parin sentin paksuisesta laudasta ja kansi harvasta (n. 3 cm:n läpimittaiset silmät) metallilankaverkosta. Kansi on tuettu metalliverkon alle ristiin asetetuilla rautatangoilla. Tämä on tarpeellista sen vuoksi, että talvella lumi muuten hel-



Kuva 4. Siemenlaatikko maastossa. — *Abb. 4. Samenkasten im Gelände.*

posti painaa laatikkojen kansina olevat metallilankaverkot laatikkojen sisään. Laatikkojen puuosat siveltiin maaliöljyllä ja laitoihin maalattiin Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen nimi sekä laatikon numero.

Siemenlaatikot, 2 kullekin koelalle, asetettiin 20 m:n päähän toisistaan koealan keskustaan. Niiden alus tasoitettiin ja puhdistettiin pintakasvillisuudesta, joka muuten helposti olisi työntynyt niiden sisään. Laatikkojen alle asetettiin lahoamisen hidastamiseksi pari telapuuta, jotka estivät laatikkoja painumasta välittömästi maahan kiinni. Ja lopuksi lyötiin laatikkojen kulmien kohdalle pystyyn paalut osoittamaan laatikkojen paikkaa silloinkin, kun ne olivat lumen peittäminä.

Siemenlaatikot tyhjennettiin vuosittain kolme kertaa, huhtikuun, toukokuun ja kesäkuun lopulla (jonakin kuukauden viimeisistä kymmenestä päivästä). Heikinheimon (1937 a, ss. 23—24) tutkimusten mukaan männyn ja kuusen siemen varisee käytännöllisesti katsoen kokonaisuudessaan tämän ajan kuluessa. Koska laatikkojen tyhjentäminen tutkimuskohtien hajanaisuuden vuoksi joka tapauksessa tuli tuottamaan melkoisia vaikeuksia, keskitettiin tyhjentäminen täten muutamaan mahdollisimman harvaan kertaan. Käsillä olevassa tutkimuksessa huomio kiintyi ensi kädessä siemenen määrään ja laatuun eikä erityisesti varisemisaikoihin. Tämän vuoksi katsottiin kolmen tyhjentämisen riittävän. Koivun siemennys jäi näin ollen selvittämättä. Koivun siemennyksen tutkiminen olisi lisännyt niin paljon työtä, ettei sitä katsottu voitavan sisällyttää tutkimusohjelmaan.

Laatikoiden tyhjentäminen tapahtui nyppimällä pinseteillä siemenet yksitellen pieniin paperipusseihin. Kunkin laatikon siemenet tyhjennettiin omaan pussiinsa, jonka päälle merkittiin siemenlaatikon numero sekä tyhjentämisaika. Vasta sisätöissä eriteltiin siemenet puulajeittain sekä erotettiin tyhjät ja täysinäiset siemenet toisistaan. Kun laatikot oli tyhjennetty siemenistä, puhdistettiin ne niihin kertyneistä karikkeista ja mahdolliset metalliverkkojen repeämät korjattiin.

Aineiston ensi käsittely.

Ikä.

Puuston ikä on tullut kysymykseen ensi sijassa niissä osissa käsillä olevaa tutkimusta, joilla on taksatoorinen luonne. Ikä on määrätty kullekin puuston jaksolle erikseen. Vähäisehkössä määrässä eri-ikäinen puusto on viety siihen ikäluokkaan, johon pääosan kuutiomäärästä on arvioitu tulevan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 15). Milloin puusto on ollut huomattavasti eri-ikäistä, on ikä määrätty vallitsevassa puustossa yleisimmin esiintyvän ikäluokan (modin) perusteella. Modi tarjoaa metsikön iän kuvaajana muihin keski-ikiin verrattuna sen edun, ettei se ole abstraktio,

vaan metsikön synnyssä todella keskeistä osaa näytellyt ikäluokka. Lisäksi modi ei ole niin herkkä vaihteluille kuin esim. aritmeettinen keskiarvo (Harmaja 1939, s. 100).

Yksinkertaisuuden vuoksi on ikäluvut pyöristetty täysille viisille vuosille. Tutkittujen metsiköiden melkoiseen eri-ikäisyyteen katsoen ei »tarkempi» iänmääräys itse asiassa olisi merkinnyt muuta kuin näennäisesti suurempaa tarkkuutta.

Useiden erikoisesti metsänhoidollisten kysymysten selvittelyssä on metsikön ulkoasu (habitus) ja eräät sen ekologiset ja taloudelliset ominaisuudet otettu kuvaamaan kehitystilaa. Tähän on lähinnä johtanut tarve jakaa metsikön pitkä kehityskausi osiin, joita metsänhoidollisesti voidaan käsitellä kutakuinkin yhtenäisinä. — Tällainen tarve esiintyy yleisesti metsätaloudessa. Sitä kuvastavat mm. nimitykset taimisto, nuori metsä, keski-ikäinen metsä, vanha metsä, hakkuukypsä metsä jne. (vrt. esim. Yrjö Ilvessalo 1920 a, ss. 54—56; 1922, s. 7 ja 1942, s. 120 sekä Lihtonen 1942, s. 18). Ne metsikön kehityskaudet, jotka käsillä olevassa tutkimuksessa on erotettu, pyrkivät itse asiassa vain tarkistamaan näitä käsitteitä niitäkin tapauksia silmälläpitäen, joissa metsikön kehitys ei ole ollut häiriintymätön (vrt. Sarvas 1937, ss. 23—24; 1940).

Metsikön ulkoasuun perustuva kehityskausien erottaminen on mm. keski- ja itäeurooppalaisessa metsäkirjallisuudessa, etenkin metsänhoitoa käsittelevässä, yleistä (Dengler 1935, ss. 221—222, Morosow 1928, s. 49, vrt. myös Lönnroth 1919, ss. 216—217). Sikäläisissä viljelysmetsiköissä tällaiset kehityskaudet erottuvatkin silmiinpistävinä, ja niiden rajoittaminenkin lienee helpompaa kuin meillä. Käsillä olevassa tutkimuksessa käytetty jako liittyy läheisesti Saksan metsätieteellisten koelaitosten jo kauan käyttämään (esim. Ganghofer 1881, s. 14, Gayer 1898, s. 16, Dengler 1935, s. 222) ja vastaa myös pääpiirteissään meillä käytännössä olevaa jakoa taimistoihin, nuoriin, keski-ikäisiin ja vanhoihin metsikköihin.

Seuraavat kehityskaudet on erotettu:

Taimistokausi alkaa metsikön uudistumisvaiheessa silloin, kun taimien keskinäinen tiheys kasvaa suuremmaksi kuin mahdollisen päällyspuuston. Se loppuu silloin, kun latvusto sulkeutuu. — Tässä mielessä lienee taimisto-nimitystä aikaisemminkin käytetty metsäkirjallisuudessamme.

Tiheikkökausi (l. metsikkö nuori) alkaa edellisen loppumisesta ja päättyy silloin, kun vihreä latvusto alkaa selvästi erottautua runkojen muodostamasta pilaristosta. Puiden jakaantuminen eri latvuskerroksiin ja -luokkiin ei ole vielä silmiinpistävä. Latvusto on tiheimmillään (Lönnroth 1925, s. 199), ja yksityisten puiden latvukset pistävät toinen toistensa sisään.

Riukumetsäkausi (l. metsikkö keski-ikäinen) alkaa edellisen loppumisesta ja päättyy silloin, kun puuston pituuskasvu alkaa heiketä ja

metsikkö sen verran väljentyä, että yksityisten puiden latvusyhteys heikkenee. Runkojen muodostama pilaristo erottuu selvästi latvustosta, ja puiden jakaantuminen latvuskerroksiin ja -luokkiin on selvä. Samalla puut alkavat yleisesti saavuttaa tukkipuun mitan.

Tukkimetsäkausi (l. metsikkö täysi-ikäinen) alkaa edellisen loppumisesta ja päättyy luonnontilaisissa metsiköissä silloin, kun puusto vanhuuttaan alkaa niin harveta, että uusi sukupolvi nousee sen alle. Puustossa on suurimmaksi osaksi vain valtapuita jäljellä, ja latvusto on harvahko (vrt. Lönnroth 1925, ss. 199—200).

Ne nimitykset, joita tässä on käytetty metsikön kehityskausista, ovat käännöksiä vastaavista saksankielisistä nimityksistä. Onnistuneiden suomalaisten nimitysten keksiminen olisi toivottavaa, mutta näyttää vaikealta (vrt. Lönnroth 1919, s. 216). Mainittakoon kuitenkin, että kaikki tässä käytetyt nimitykset ovat aikaisemminkin esiintyneet metsäkirjallisuudessamme. Taimisto on yleisesti käytännössä. Yrjö Ilvessalo (1936, s. 21) käyttää tiheikkö-nimitystä, A. K. Cajander (1930, s. 304) puhuu riukuiästä, Lehonkoski (1939, s. 18) riukuasteesta, Pöntynen (1929, s. 120) riukupuun kokoisesta selostaessaan erästä 89-vuotista puolukkatyypin männikköä (puiden läpimitta 17—19 cm), ja tukkimetsä kuuluu vanhaan metsäsanastoomme. — Käsillä olevassa tutkimuksessa on haluttu välttää ikään viittaavia nimityksiä, koska ne helposti johtavat väärinkäsityksiin juuri nyt tarkastettavana olevissa metsikkömuodoissa ja ovat useissa tapauksissa suorastaan mahdottomia soveltaakin.

Talousmetsissä edellä kuvattu kehitys kuitenkin usein keskeytyy jo riukumetsäkautena. Harsintametsiköissä sen keskeyttävät tavallisesti jo tällöin alkavat harsintahakkuut. Nämä hakkuut aikaansaavat metsikön kehityksessä uuden suunnan, joka ei oikeastaan vastaa mitään edellä kuvatuista kehityskausista. Koska tälle kehityskaudelle harsinnanluontoiset hakkuut ovat leimanantavia, nimitetään sitä käsillä olevassa tutkimuksessa harsintakaudeksi.

Runkolukusarjat.

Tutkimusmetsiköiden puiden jakaantuminen rinnankorkeudelta mitattuihin läpimittaluokkiin on havainnollistettu pylväsdiagrammoilla. Minkäänlaisia keskimääriä ei ole laskettu. Yksityisten tutkimusmetsiköiden runkolukusarjat ovat samaankin metsikkölajiin ja kehityskauteen kuuluvissa tutkimusmetsiköissä eronneet siksi paljon toisistaan, ettei — aineiston vähälukuisuuteen katsoen — keskimääräisten sarjojen laskeminen olisi vastannut tarkoitustaan.

Kantojen luku ja jätepuustossa suoritetut kasvututkimukset ovat tehneet mahdolliseksi jonkinlaisen kuvan luomisen myös siitä, millaisia yksityiset tutkimusmetsiköt ovat olleet ennen viimeisiä hakkuita. Puuston nykyisestä runkolukusarjasta lähtien on koepuiden sädekasvun perus-

teella muodostettu nykyisen puuston runkolukusarja välittömästi hakkuun jälkeen ja tähän on lisätty kantojen luvun mukaan hakatut puut ja luontainen poisto. Täten saatuja runkolukusarjoja on sitten käytetty valaisemaan puuston aikaisempaa kehitystä. Mahdollisimman selvän kuvan saamiseksi sarjoista ne on kuvattu pylväsdiagrammoilla siten, että vaaka-akselin yläpuolelle on piirretty tutkimusmetsikön nykyinen runkolukusarja ja vaaka-akselin alapuolelle runkolukusarja ennen viimeistä hakkuuta. — Joskaan täten aineiston käsittelyssä runsaasti aikaa vaatinut työ ei välittömästi paljoakaan näy lopullisissa tuloksissa, niin sillä on aineiston ryhmittelyssä ja tutkituille metsiköille ominaisten kehityssarjojen selvittämisessä ollut suuri merkitys.

Vertaamalla tutkimusmetsiköiden runkolukusarjoja kuvaavia diagrammoja toisiinsa sekä Yrjö Ilvessalon (1920 b) esittämiin luonnon normaalin männikön lähinnä vastaaviin sarjoihin on saatu havainnollinen kuva tutkimusmetsiköiden puuston rakenteen kehityksestä. Näitä diagrammoja ei kuitenkaan tilan säästämiseksi ole voitu julkaista kuin muutamia esimerkkeinä.

Runkolukusarjat, jotka kuvaavat tutkimusmetsiköiden puustoa välittömästi ennen viimeistä (tai paria viimeistä) hakkuuta, antavat mahdollisuuden arvioida, suuretko puuston runkoluku ja kuutiomäärä ovat silloin olleet. Tällaisia laskelmia onkin suoritettu suuresta osasta tutkimusaineistoa päämääränä tarkistaa, missä määrin kulloinkin tarkastettavana olleiden tutkimusmetsiköiden on voitu katsoa kuuluvan samaan kehityssarjaan.

Runkomuoto.

Puun runkomuodon teoreettisesti kiistaton käsittely tuottaa yleensä suuria vaikeuksia (vrt. esim. Lappi-Seppälä 1927, s. 35). Käsillä olevassa tutkimuksessa on ollut pakko turvautua verrattain yksinkertaisiin muodon ilmaisutapoihin, koska aineiston käsittely muuten helposti olisi paisunut liian laajaksi.

»Hyvä runkomuoto» on ilmeisesti melkoisen subjektiivinen käsite. Voitaneen kuitenkin sanoa, että useimmissa tapauksissa on taloudellisesti sitä edullisempaa, mitä enemmän puun runko lähentelee lieriön muotoa (täyteläisyys) ja mitä pitempi tämä lieriö on (solakkuus). Täyteläisyys on käsillä olevassa tutkimuksessa kuvattu muotosuhteella tai eräissä tapauksissa kapenemisluvuilla ja solakkuus perusläpimitan ja pituuden suhteena.

Tarkemmin sanottuna täyteläisyys on laskettu Jonsonin muotosuhteena tai rinnankorkeusläpimitan ja 6 m:n korkeudelta mitatun läpimitan erotuksena (kapenemisluku na). Solakkuus on ilmaistu rinnankorkeusläpimitan ja sen yläpuolella olevan rungon osan pituuden suhteena. Käytännöllisistä syistä,

turhien nollien välttämiseksi, viimeksimainittu suhde on esitetty prosenttisena.

Täyteläisyys kuvaa lähinnä runkokäyrän muotoa ja solakkuus runkokäyrän asemaa akseliinsa nähden. Nämä kaksi muototekijää eivät ole toisistaan riippuvia siinä mielessä, että toisen kehittyessä taloudellisessa suhteessa edulliseen suuntaan myös toinen välttämättä tekisi samoin. Sen vuoksi onkin pidetty tarpeellisena puiden muotoa selviteltäessä kiinnittää huomiota molempiin. Samalla on käynyt mahdolliseksi sisällyttää tärkeimmät puun ulottuvaisuudet ja niiden keskinäiset suhteet muodon kuvaamiseen. Joissakin tapauksissa on kiinnitetty huomiota myös tyvilaajenemaan, joka Lappi-Seppälän (1936, s. 24) esittämän tavan mukaan on määrätty puun 0.05 ja 0.25 osakorkeudelta mitattujen läpimittojen suhteena.

Niin solakkuuden kuin täyteläisyydenkin laskemisessa on siis perusläpimittana käytetty rinnankorkeusläpimittaa. Teoreettisesti oikeampaa olisi absoluuttisen mittakorkeuden sijasta käyttää suhteellista. Käsillä olevassa tutkimuksessa ei kuitenkaan ole ollut tarkoituksena syventyä varsinaisiin muototutkimuksiin, vaan ainoastaan karkein ääriviivoin luonnehtia tutkimusmetsiköiden puiden muotoa; tällöin on mieluimmin käytetty juuri sellaisia tunnuslukuja, joiden vertailu muissa tutkimuksissa ja käytännössä yleisimmin käytettyihin tunnuslukuihin on ollut mahdollisimman helppoa.[1]) — Ja loppujen lopuksi ei määrätyn suhteellisenkaan mittakorkeuden käyttäminen ole teoreettisesti täysin kiistatonta (vrt. Lappi-Seppälä 1936, s. 38).

Puuvarasto ja kasvu.

Tutkimusmetsiköiden puuvaraston ja kasvun laskeminen suoritettiin Yrjö Ilvessalon (1938, ss. 87—91; 1939 b, ss. 24—32 ja 1942, ss. 44—50) yksityiskohtaisesti selostamalla tavalla, johon tässä viitataan. Puuvaraston laskemista varten saadaan eri läpimittaluokkiin kuuluvien puiden yksikkökuutiot (kuorineen ja kuoretta) tässä menetelmässä valmiiksi lasketuista taulukoista, kun tunnetaan puiden pituus ja kapeneminen (D 1.3 — D 6.0). Viimeksimainitut määrättiin pystykoepuiden pituus- ja kapenemislukujen perusteella graafisen tasoituksen ja interpolaation avulla, joka suoritettiin erikseen jokaista tutkimusmetsikköä ja sen puulajia varten.

Kasvulaskelma (kuoretta) perustuu pystykoepuissa suoritettuihin sädekasvun ja pituuskasvun mittauksiin (samantapaista kasvun määräämistapaa ovat käyttäneet esim. Lukkala 1929, s. 3, Erkki

[1]) Suoritettujen laskelmien mukaan eroaisivat ne tulokset, jotka saataisiin käyttämällä kiinteän mittakorkeuden (1.3 m) sijasta lähinnä vastaavaa osakorkeutta, n. 3—4 % nyt lasketuista tuloksista. — Useimmissa tapauksissa jo laskettujen tunnuslukujen keskivirheetkin ovat olleet tätä eroa suuremmat.

K. Cajander 1933, s. 31—33 ja Yrjö Ilvessalo 1937 b, s. 82). Ensinnäkin määrättiin kunkin koepuun kuutiokasvuprosentti seuraavasti.

Koepuun vuotuinen säde- ja pituuskasvu laskettiin tutkimusvuotta edeltäneen viisivuotiskauden keskimääränä. Sellaisissa metsiköissä, joissa viimeksi kuluneen 5-vuotiskauden aikana oli suoritettu yksi tai useampia hakkuita, otettiin kasvua mitattaessa huomioon vain viimeisen hakkuun jälkeinen aika. Sädekasvun mittaaminen tapahtui, kuten jo aikaisemmin on mainittu, sisätöiden yhteydessä maastotöissä kerätyistä kairanlastuista. Yrjö Ilvessalo (1942, s. 152) on osoittanut, että se virheellisyys, joka johtuu kairanlastujen kuivumisen yhteydessä tapahtuvasta kutistumisesta, on merkityksetön (n. 2.5—3.0 %), mikäli lastuja ei säilytetä erityisen kuivassa paikassa. Samanlaiseen tulokseen (kutistuminen keskimäärin 2.9 %) on Renvall (1923, s. 10) päätynyt tutkiessaan Lapin mäntyjen säteensuuntaista kutistumista kairanlastujen perusteella. Myös ne erot, jotka johtuvat siitä, että kaira jossakin määrin litistää lastuja, Ilvessalo on samassa yhteydessä todennut niin pieniksi, ettei niistä johdu mitään huomion arvoisia virheellisyyksiä. — Vuotuisen sädekasvun ja kuorettoman rinnankorkeusläpimitan perusteella saatiin suoraan asianomaisista taulukoista koepuun pintakasvuprosentti sekä vuotuisen pituuskasvun ja kokonaispituuden perusteella muotokorkeuden kasvuprosentti. Lehtipuille muotokorkeuden kasvuprosentti saatiin yleisiä lukuja sisältävästä taulukosta puun pituus ja latvuskerros huomioon ottaen. Koepuun kuutiokasvuprosentti laskettiin sitten pintakasvun ja muotokorkeuden kasvuprosenttien summana.

Yksityisten koepuiden kuutiokasvuprosentit tasoitettiin graafisesti rinnankorkeusläpimitan mukaisesti. Tasoituskäyrästä saatiin kullekin läpimittaluokalle kuutiokasvuprosentti. Eri läpimittaluokkien kuutiokasvuprosenteista laskettiin sitten niiden kuutiomäärällä punnittu keskiarvo, jolloin saatiin koko tutkimusmetsikön kuutiokasvuprosentti. Tutkimusmetsikön vuotuinen juokseva kuutiokasvu laskettiin kertomalla puuston kuoreton kuutiomäärä sen kuutiokasvuprosentilla. Sekametsiköissä laskettiin kokonaiskasvun lisäksi pääpuulajien osuudet siitä.

Ajanjakso (vv. 1933—1939), joka on ollut kasvulaskelman pohjana, lienee ollut kasvun kannalta kutakuinkin keskimääräinen. Mainittakoon, että ne kasvulaskelmat, jotka tehtiin II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa, perustuvat osaksi samaan ajanjaksoon (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 30). Tässä arvioinnissa käytettiin saatuja kasvulukuja sellaisenaan. Tulosten tarkastelussa Yrjö Ilvessalo (1942, s. 155) kiinnittää kuitenkin huomiota siihen, että I:n valtakunnan metsien arvioinnin kasvutulos on ollut hyvin huomattavasti normaalia keskitasoa korkeampi ja että II:n arvioinnin kasvutulos on enintään normaalin kasvun kulun mukainen, todennäköisesti jonkin verran sen alapuolella.

Poisto.

Laskelma tutkimusmetsiköistä määrättynä ajanjaksona tapahtuneesta poistosta (hakkuumäärät ja luontainen poisto) perustettiin koealoilla suoritettuun kantojen ja maapuiden lukuun.

Kantoihin on metsikköhistoriallisina todistuskappaleina kiinnitetty metsätieteellisessä tutkimuksessamme aikaisemminkin huomiota. Tutkiessaan Raja-Karjalan kuusialikasvoksia Pöntynen (1929, s. 68) luki koealoiltaan myös kannot ja arvioi niiden iän saadakseen käsityksen siitä, minkälaisissa olosuhteissa alikasvokset olivat aikaisemmin kasvaneet. Erityisesti Tertti (1942) on korostanut vanhojenkin kantojen todistusarvoa.

Käytetty menetelmä on ollut karkea poiston arvioimistapa. Tämä johtuu osaksi siitä, että itse kantojen lukuun sisältyy tiettyjä epävarmuustekijöitä, ja osaksi siitä, että kaadetun ja poisviedyn puun runkomuodon arvioiminen jää enemmän tai vähemmän epävarmaksi. Seuraavassa tarkastellaan näitä seikkoja lähemmin.

Kantojen luvun ja niiden mittauksen luotettavuuden selvittämiseksi tehtiin havaintoja kantojen lahoamisilmiöstä. Kannoille erotettiin niiden ulkoasun perusteella erilaiset lahoamisasteet. Männyn kannoille erotetut lahoamisasteet ovat seuraavat:

Vaalea. Kannon pinta on vielä jokseenkin samanlainen (vaalea) kuin välittömästi hakkuun jälkeen.

Pihkainen. Kannon pinta on jo tummunut harmaaksi, mutta on vielä pihkainen. Esim. saappaan pohjalla kannon pintaa hangattaessa kuivunut pihka tulee vaaleana jauheena esiin.

Kova. Pihka on hävinnyt kannon pinnasta, mutta pinta on vielä aivan kova.

Pehmeä. Kannon pintapuu on sen verran pehmennyt, että siitä saappaan korolla ulospäin potkaistaessa lohkeilee palasia.

Laho. Kanto on joitakin syöpymiä lukuun ottamatta vielä täysin koossa, mutta on kuitenkin jo niin paljon pehmennyt, että pintapuu helposti lohkeilee pois saappaan kärjelläkin potkaistaessa.

Ranka. Pintapuu on varissut kannosta pois, ja sydänpuu pistää rankamaisena esiin kasaan painuneen kaarnan ja pintapuun keskeltä.

Maatunut. Kanto on täysin maatunut, useissa tapauksissa sammalen ja jäkälän peittämä kumpare.

Kuusen kantojen lahoamisessa ei voitu erottaa rankavaihetta. Kuusen sydänpuuosa ei näytä juuri kestävämmältä lahoamista vastaan kuin pintapuukaan — usein on päinvastoin tiheälustoinen ulommaisin kerros kestävin. Muuten erotettiin samat lahoamisasteet kuin männyllekin.

K o i v u n k a n t o j e n lahoamisessa erotettiin vain asteet vaalea, kova, laho ja maatunut. Koivun kannon lahoaminen näyttää näet tapahtuvan pehmenemisen kerran alkuun päästyä niin nopeasti, että kova kanto muuttuu miltei väliasteitta lahoksi ja tämä taas maatuneeksi.

Kantojen järjestymisestä puulajeittain ja läpimittaluokittain edellä selostettuihin lahoamisasteisiin tehtiin merkintöjä sellaisissa tutkimusmetsiköissä, joissa hakkuuvuosista oli saatu täysin tarkka selvyys ja joissa eri hakkuut selvästi erottuivat toisistaan. Kaikkiaan tehtiin havaintoja 65 tutkimusmetsikössä (CT:llä 21:ssä, VT:llä 24:ssä ja MT:llä 20:ssä). Näistä merkinnöistä lasketut keskimäärät on yhdistetty taulukkoon 1. Keskimäärien ympärille yksityistapaukset hajaantuvat suhteellisen väljin rajoin, heikosti lahonneet kannot kuitenkin huomattavasti suppeammin kuin pitkälle lahonneet.

Taulukko 1. Kantojen lahoaminen.

Tabelle 1. Vermorschen der Stubben.

Lahoamisaste *Vermorschungsgrad*	Kannon läpimitta cm *Stubbendurchmesser cm*	
	10.1—20	20.1—30
	Hakkuu v. sitten — *Hieb vor Jahren*	
M ä n t y j a k u u s i — *K i e f e r u n d F i c h t e*		
Vaalea — *Hell*	— 1	— 1
Pihkainen — *Harzüberzogen*	1— 3	1— 3
Kova — *Hart*	4— 8	4—10
Pehmeä — *Weich*	9—16	11—19
Laho — *Faul*	17—20	20—25
Ranka — *Halbvermorscht*	—	25+
Maatunut — *Vermorscht*	20+	25+
K o i v u — *B i r k e*		
Vaalea — *Hell*	— 1	— 1
Kova — *Hart*	1— 5	1— 8
Laho — *Faul*	6—12	9—15
Maatunut — *Vermorscht*	12+	15+

Kannon läpimitan, puulajin ja kasvupaikan lisäksi ilmeisesti eräät muutkin tekijät vaikuttavat kantojen lahoamiseen. Tällaisista tekijöistä mainittakoon esim. tutkimusseudun ilmasto, kannon sisäinen rakenne ja kannon korkeus. Näiden tekijöiden vaikutus on nähtävästi ollut omiaan lisäämään yksityistapausten verrattain suurta hajontaa.

Taulukkoa 1 tarkastettaessa voidaan tehdä seuraavat huomiot. Pienet kannot lahoavat jonkin verran nopeammin kuin suuret. — Huomattakoon, että yhdistelmään sisältyy kuitenkin kaiken kaikkiaankin vain verrattain pieniä kantoja, läpimitaltaan alle 30 cm. Tämä johtuu siitä, että suuremmat kannot ovat tutkimusmetsiköissä olleet harvinaisia. Eräissä tapauksissa oli kuitenkin tilaisuus tehdä havaintoja myös suuremmista kannoista, joissa

sydänpuuosa jo oli voimakkaasti kehittynyt. Tällöin voitiin todeta, että niiden lahoaminen oli suhteellisesti paljon hitaampaa, kuin mitä nyt tarkastettavana olevan taulukon perusteella saatettaisiin odottaa (vrt. Helander 1918, ss. 117—118, Lassila 1934, s. 10).

Ero männyn ja kuusen kantojen lahoamisessa ei näytä oleelliselta. Niissä havainnoissa, joita tehtiin järeämmistä kannoista, voitiin kuitenkin todeta männyn kantojen suurempi kestävyys. Koivun kannot lahoavat huomattavasti nopeammin kuin havupuiden. Koivun kantojen nopeaan lahoamiseen ovat mm. Tertti (1942, s. 164) ja Mikola (1942, s. 57) kiinnittäneet huomiota.

Kasvupaikan vaikutus kantojen lahoamiseen ei suoritetuissa havainnoissa ole tullut vakuuttavasti esiin. Syynä lienee osaksi tutkimusmenetelmän karkeus, osaksi havaintojen vähälukuisuus. Kuitenkin on ollut verrattain selvästi todettavissa, että ainakin suuret männyn kannot ovat puolukkatyypillä lahonneet hitaammin kuin mustikkatyypillä.

Eräissä yksityistapauksissa saattaa kantojen lahoaminen olla huomattavan poikkeuksellista. Kirveellä kaadettujen puiden kannot lahoavat nopeammin kuin sahattujen. Puiden tyvilahot ja kantoihin pesiytyneet tuhohyönteiset (esim. hevosmuurahainen, *Camponotus herculeanus)* jouduttavat kantojen lahoamista. Kantojen sekundäärinen paksuuskasvu, joka tutkimusmetsiköissä tosin on ollut harvinaista, hidastaa myös niiden lahoamista. Hiiltyneet kannot lahoavat nähtävästi hitaammin kuin hiiltymättömät (Heikinheimo 1915, s. 183). Kaikki tällaiset poikkeukselliset tekijät on kantojen luvussa pyritty huomioimaan. Parissa tapauksessa kantojen mittaaminen oli mahdotonta siitä syystä, että niistä (asutuskeskusten läheisyydessä) oli polttopuuksi lohottu suuri osa pois, ja eräissä tapauksissa kantoja oli nostettu tervaksiksi.

Aikaisemmin on jo mainittu, että kantojen puulajisuhteet voidaan tuntea hyvinkin pitkälle lahonneista kannoista (vrt. myös Tertti 1942, s. 164). Jossakin määrin voidaan tällaisten kantojen alkuperäinen suuruuskin arvioida. Kun halutaan luoda kuva metsikön kehityksestä mahdollisimman kauas taaksepäin, on näilläkin havainnoilla arvoa. Kuitenkin ne jäävät merkitykseltään kvalitatiivisiksi. Nuorempien kantojen, lähinnä lahoamisastetta »pehmeä» vastaavien ja sitä tuoreempien, perusteella voidaan tehdä likimääräisiä laskelmia hakattujen puiden suuruudestakin. Taulukossa 1 esitettyjen keskimääräisten lukujen mukaan havupuiden kannot näyttävät sivuuttavan lahoamisasteen »pehmeä» noin 15—20-vuotisina. Tämän vuoksi kantojen lukuun perustuvia hakkuumäärälaskelmia ei olekaan ulotettu kauemmaksi taaksepäin.

Lönnroth (1919, s. 87) mainitsee ohjeissaan metsätalouden järjestelyä varten, että kymmenvuotisetkin kannot voidaan vielä hyvin havaita metsässä (ellei

niitä ole nostettu) ja että niiden lukumäärän ja läpimitan sekä nykyisen metsän laadun mukaan voidaan sitten melkoisen suurella tarkkuudella arvioida hakattu puumäärä.

Erkki K. Kalelan (1936, s. 62) mukaan kuusi-harmaaleppäsekametsiköissä, joissa kuusi on n. 20—40 vuoden ikäistä, kuolleet kuusiyksilöt pysyvät pystyssä n. 15—16 vuotta.

II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (Yrjö Ilvessalo 1936, ss. 17—18) tehtiin metsiköittäin mm. merkintä 10:n viime vuoden aikana suoritetuista metsänhoidollisista ym. toimenpiteistä — siis myös hakkuista — kantojen perusteella.

Hakkuissa poistettujen puiden runkomuodon arvostelemista silmälläpitäen suoritettiin jätepuustoissa erikoistutkimuksia päämääränä selvittää niitä muutoksia, joita jätepuiden runkomuodossa mahdollisesti tapahtuu hakkuuta välittömästi seuraavana aikana. Tässä mainittakoon asianomaisia tutkimustuloksia yksityiskohtaisesti julkaisematta, että runkomuodon (erityisesti solakkuuden) yleisesti todettiin hakkuuta seuraavana aikana vähitellen huononevan. Tämä runkomuodon muutos näyttää useimmissa tapauksissa kuitenkin tapahtuvan siksi hitaasti, ettei niin lyhyen ajanjakson kuluessa, kuin käsillä olevassa tutkimuksessa on otettu tarkastettavaksi (14—16 v.), ennätä tapahtua tuntuvaa muutosta runkomuodossa. Niinpä hakattujen puiden muodon onkin useimmissa tapauksissa oletettu olleen sama kuin jätepuustonkin, ja hakkuumäärien kuutioimisessa on käytetty (rinnankorkeus-) läpimittaluokittain samoja yksikkökuutioita kuin puuston kuutiomäärälaskelmissakin. Sellaisissa tapauksissa, joissa jätepuusto on kuulunut eri jaksoon kuin hakatut puut, on kuitenkin ollut pakko turvautua yleisiin lukuihin. Nämä laskettiin metsätyypeittäin, metsikkölajeittain sekä puuston kehityskausittain koko tutkimusaineiston perusteella.

Ne tutkimukset, joita aikaisemmin on suoritettu puiden tyvilaajenemasta, viittaavat siihen, että vaikkakin tyvilaajenemassa yksityistapauksittain on todettavissa huomattavia epäsäännöllisyyksiä, niin laajahkon aineiston kyseessä ollen rinnankorkeusläpimitan ja kantoläpimitan suhde kuitenkin on verrattain kiinteä (Lappi-Seppälä 1936, s. 36, Vuoristo 1936 b, ss. 53—54). Käsillä olevan tutkimuksen työmenetelmiä selviteltäessä suoritettiin muutamissa harsintametsiköissä myös mittauksia rinnankorkeus- ja kantoläpimitan suhteesta. Kun täten saadut luvut hyvin vastasivat niitä lukuja, jotka Aro on laskenut selvitellessään katkaisuläpimitan vaikutusta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään, päätettiin käyttää laskelmissa Aron määräämiä suhdelukuja. Myös Vuoristo (1936 b, s. 53) on laskenut vastaavia suhdelukuja kuuselle; ne ovat suurin piirtein yhtäpitäviä Aron laskemien lukujen kanssa. Koska tohtori Aro ei ole lukujaan julkaissut, esitetään ne tässä hänen suosiollisella luvallaan (taulukko 2).

Taulukko 2. Keskimääräinen riippuvaisuussuhde rinnankorkeus- ja kantoläpimitan välillä.

Tabelle 2. Mittleres Verhältnis zwischen Brusthöhen- und Stubbendurchmesser.

Mänty ja kuusi — *Kiefer und Fichte*														
Läpimitta 1.3 m:n korkeudella kuorineen — *Durchmesser in 1.3 m Höhe mit Rinde*														
15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
Läpimitta kannon korkeudella kuorineen — *Durchmesser in Stubbenhöhe mit Rinde*														
18.3	20.7	23.2	25.6	28.3	31.0	33.9	36.7	39.5	42.1	44.1	47.1	49.3	51.6	53.3
Koivu — *Birke*														
Läpimitta 1.3 m:n korkeudella kuorineen — *Durchmesser in 1.3 m Höhe mit Rinde*														
15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	·
Läpimitta kannon korkeudella kuorineen — *Durchmesser in Stubbenhöhe mit Rinde*														
18.7	21.1	23.5	26.1	28.3	30.1	31.7	33.4	35.1	37.8	39.5	42.2	45.0	48.0	·

Jonkinlaisen kuvan saamiseksi hakkuumäärälaskelmiin sisältyvien virheiden suuruusluokasta suoritettiin kantojen lukuun perustuvia hakkuumäärien kuutiointeja myös eräillä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvillä koealoilla, joilta hakkuumäärät oli jo hakkuiden yhteydessä merkitty muistiin. Tulokset näistä laskelmista nähdään taulukosta 3.

Taulukko 3. Vertailu todellisten ja laskettujen hakkuumäärien välillä.

Tabelle 3. Vergleich zwischen den wirklichen und den berechneten Hiebssätzen.

Kokeilualue *Forschungsgebiet*	Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Hakkuusta v. *J. nach dem Hiebe*	Hakkuumäärä *Hiebssatz*		Ero *Differenz*	
				Todellinen *Wirklich*	Laskettu *Berechnet*	m³/ha *fm/ha*	%
				m³/ha — *fm/ha*			
Ruotsinkylä	II	OMT	10	147	127	20	14
»	II	»	4	65	80	—15	23
»	IV	»	10	85	102	—17	20
»	IV	»	4	73	96	—23	32
»	12	»	9 ja 15	104	102	2	2
»	III	MT	10	95	80	15	16
»	16 b	»	15	71	59	12	17
Veikkola	I a	VT	10	268	254	14	5
»	II b	»	10	224	235	—11	5
»	II b	»	2	23	19	4	17
		Keskimäärin — *Mittel*		116	115	[1]) 13	15

Tutkimuskohteiksi otetut pysyvät koealat eivät kylläkään ole erityisen hyvin soveltuneet tähän tarkoitukseen. Puusto niillä on ollut kovin erilainen kuin niissä yksityismetsissä, joihin käsillä oleva tutkimus on kohdis-

[1]) Keskimääräinen poikkeus. — *Mittlere Differenz.*

tunut. Esim. sammalen kasvu on tutkimuslaitoksen metsissä ollut metsien suuremman sulkeutuneisuuden vuoksi huomattavasti voimakkaampaa kuin lähinnä vastaavissa yksityismetsissä. Tästä on ollut seurauksena, että kannot useissa tapauksissa ovat hautautuneet sammaleen jo ennen lopullista maatumistaan. Tällainen ilmiö on harsintametsiköissä harvinainen. Kannot ovat tutkimuslaitoksen metsissä olleet yleensä lyhyempiä kuin tutkituissa yksityismetsissä. Vaikka tämä onkin kantojen luvun yhteydessä pyritty ottamaan huomioon, johtuu nähtävästi juuri siitä, että useissa tapauksissa kantojen lukuun perustuvan laskelman mukaan on saatu todellista suurempi hakkuumäärä.

Tarkastettaessa taulukkoa 3 voidaan todeta, että poikkeukset todellisista hakkuumääristä ovat olleet melkoisia, keskimäärin n. 15 %[1]). Kun kantojen lukuun perustuvia hakkuumäärälaskelmia on käytetty hyväksi käsillä olevassa tutkimuksessa, niin onkin aina otettu huomioon niihin liittyvät suuret virhemahdollisuudet. Jossakin määrin tosin voidaan toivoa yksityisiin hakkuumäärälaskelmiin sisältyvien virheiden tasoittuvan aineiston käsittelyssä, jossa tulee laskettavaksi keskimääräisiä lukuja (esim. taulukossa 3 poikkeukset ovat — sattumalta — tasoittuneet miltei kokonaisuudessaan).

Siementyminen.

Tutkimusmetsiköiden siementymistä selviteltiin koepuu- ja siemenlaatikkomenetelmillä.

Koepuumenetelmää on yleisesti käytetty metsikön siemensadon arvioimiseen (esim. Kienitz 1881, Ernst 1930, Kapper 1931). Kotimaisista tutkimuksista Heikinheimon (1932, s. 11) ja Lassilan (1920, ss. 22—34) ovat huomattavimmat (vrt. myös Aaltonen 1919, s. 161).

Käsillä olevassa tutkimuksessa käytetty koepuumenetelmä oli pääpiirteissään seuraava. Koepuut, joiden käpyluku oli ulkotöissä arvioitu, ryhmiteltiin 5 cm:n läpimittaluokkiin ja jokaiselle läpimittaluokalle laskettiin yhden puun keskimääräinen käpyisyys tähän luokkaan kuuluvien koepuiden keskiarvona. Tämän jälkeen kerrottiin kunkin läpimittaluokan keskimääräinen käpyluku kysymyksessä olevan läpimittaluokan koko runkoluvulla (hehtaaria kohden) ja laskettiin saadut yksityisten läpimittaluokkien kokonaiskäpymäärät yhteen. Tällöin saatiin koko tutkimusmetsikön käpymäärä hehtaaria kohden.

Luonnonmukaisempaa kuin koepuiden ryhmittäminen niiden läpimitan mukaan olisi ollut ryhmittäminen käpyisyyden perusteella. Se olisi kuitenkin edellyttänyt samanlaista ryhmittämistä puiden luvussa ja olisi sen

[1]) Tässä kuten myöhemminkin, milloin prosenteille on haluttu antaa sama paino, keskiarvo on laskettu itse prosenttiluvuista.

vuoksi suuresti hidastanut koealojen mittausta. Kun ne puustot, joihin siemennystutkimukset lähinnä ovat kohdistuneet, ovat olleet suhteellisen harvoja jätepuustoja, joissa toisaalta puiden käpyisyyden ja latvuksen koon ja toisaalta latvuksen koon ja rungon paksuuden välinen riippuvaisuussuhde on ollut silmiinpistävä, niin on katsottu voitavan tyytyä edellä selostettuun mekaaniseen ryhmittelytapaan.

Kokonaiskäpymäärästä laskettiin siemensato kertomalla se yksityisen kävyn keskimääräisellä siemenluvulla, männyllä 19:llä (koepuumenetelmää sovellettiin vain mäntyyn). Tämä luku saatiin laskemalla keskiarvo Heikinheimon (1932, ss. 20—25, taulukko 3) metsäpuittemme siemensatoa koskevassa tutkimuksessaan julkaisemista luvuista (Ruotsinkylän, Punkaharjun ja Vesijaon kokeilualueet sekä Evon vlt.-puisto). Heikinheimon (1937 a, s. 26) mukaan otettiin 1 000 täyden männyn siemenen painoksi 4.221 g [1]) ja tyhjien siementen osuudeksi 18.2 %.

Käytettyyn koepuumenetelmään liittyy ilmeisesti useita heikkouksia. Koepuiden käpyjen lukuun sisältyvistä virhemahdollisuuksista on jo aikaisemmin ollut puhe. Yksityisten puiden käpymäärät vaihtelevat suuresti ja melkoisen epäsäännöllisesti, samoin siementen ja erityisesti täysinäisten siementen määrä yksityistä käpyä kohden (Heikinheimo 1932, s. 37) sekä 1 000 siemenen painokin (ibid., s. 28). Näin ollen on ollut välttämätöntä saada jonkinlainen tarkistus koepuumenetelmällä arvioiduille siemensadoille. Tällaisen tarkistusmahdollisuuden on tarjonnut siemenlaatikkomenetelmä.

Kaikissa niissä tutkimusmetsiköissä, joihin asetettiin siemenlaatikoita, arvioitiin siemensato myös koepuumenetelmää käyttäen, muutamissa tutkimusmetsiköissä parinakin perättäisenä vuotena. Koepuumenetelmän mukaan saatuja siemensatoja verrattiin sitten graafisesti vastaaviin siemenlaatikkomenetelmällä saatuihin. Tällöin voitiin todeta, että niin kauan kuin siemennys (siemenlaatikkotutkimuksella määrätty siemennys) pysyi pienehkönä (siemeniä alle 1 kpl/m^2), riippuvaisuussuhde oli huomattavan kiinteä. Suurempien siemensatojen kyseessä ollen se näytti käyvän epävarmaksi. Yleensä koepuumenetelmällä arvioidut siemensadot jäivät todellisia jonkin verran pienemmiksi. Niissä tutkimusmetsiköissä, joissa siemensato tutkimusvuotena jäi alle 2 kg/ha, saatiin keskimääräiseksi korjauskertoimeksi koepuumenetelmällä arvioiduille siemensadoille n. 1.3.

Koepuumenetelmä kohdistuu vain itse tutkimusmetsikön puuston siemensatoon. Reunametsän mahdollinen siemennys jää huomioimatta. Vaikka eräissä tapauksissa reunametsistä käsin nähtävästi onkin tapahtunut tutkimusmetsikköihin siementymistä, ei tätä ole otettu lähemmin selviteltäväksi, koska se on ollut luonteeltaan aivan satunnaista ja vähäistä (vrt. Heikinheimo 1931a, s. 19, Hesselman 1934, ss. 171—172).

[1]) Kujala (1927, s. 11) on männyn siemenen rakennetta ja itävyyttä koskevassa tutkimuksessaan saanut 1 000 lajittelemattoman männyn siemenen painoksi Etelä-Suomessa 4.663 g.

Siemenlaatikkomenetelmä tarjoaa koepuumenetelmään verrattuna useita etuja. Ennen kaikkea vapaudutaan siinä useimmista niistä virhemahdollisuuksista, joita liittyy koepuumenetelmään. Siemenlaatikkomenetelmä onkin saanut yhä laajenevan käytön metsiköiden siemensadon arvioimisessa (esim. Tolsky 1924, Heikinheimo 1932 ja 1937 a, Hesselman 1934, s. 148, Palosuo 1938, s. 27).

Taimi- ja ryhmittymisluku.

Tutkimusmetsiköissä esiintyneiden taimistojen tiheyssuhteiden kuvaamiseksi laskettiin taimiluku hehtaaria kohden. Siinä yhdistettiin taimiaineksen ja varsinaisen taimiston lukumäärät; nämä taas saatiin vastaavista koeneliömenetelmällä ja linja-arvioinnilla määrätyistä luvuista arvioimisprosentti huomioon ottaen.

Taimiluvun taimiston tiheydestä antama kuva on kuitenkin puutteellinen. Arvosteltaessa taimiston riittävyyttä uudistettavan alan metsittymisen kannalta kaivataan etenkin sellaisissa tapauksissa, joissa taimiluvut ovat suhteellisen pieniä, lisätietoja taimiston alueellisesta ryhmittymisestä.[1]) Käsillä olevassa tutkimuksessa tarkastetut taimistot ovat olleet suurimmaksi osaksi juuri tällaisia rajatapauksia.

Taimistoiden alueellista ryhmittymistä kuvaamaan laskettiin kullekin taimistolle ryhmittymisluku. Tämä tunnusluku liittyy läheisesti jo aikaisemmin selostettuun, tutkimustyössä mm. taimien luvussa käytettyyn koeneliömenetelmään. Taimiston ryhmittymisluvulla tarkoitetaan lukua, joka ilmaisee, montako kymmenesosaa sellaisten koeneliöiden lukumäärä, joissa on taimia (vaikkapa vain yksikin), on tutkittujen koeneliöiden kokonaisluvusta.

Täten määritelty ryhmittymisluku liittyy läheisesti kasvisosiologisissa tutkimuksissa yleisesti käytettyyn frekvenssilukuun. Itse asiassa juuri viimeksimainittu onkin kiinnittänyt huomion tämänkaltaisen tunnusluvun käyttömahdollisuuteen taimistoiden numeerisessa kuvauksessa — kuuluvathan pikku taimet läheisesti pintakasvillisuuteen.[2])

Määritelmästä ilmenee, että suurin mahdollinen ryhmittymisluku on 10. Mikäli käytetään 1 m²:n (= 1/10 000 ha) suuruisia koeneliöitä, voidaan ryhmittymisluvusta edelleen tehdä seuraavat päätelmät. Jos taimia on n kpl/ha ja $n \leqq 10\,000$, niin suurin mahdollinen ryhmittymisluku on n/1 000. Niinpä, jos taimia on esim. 1 000 kpl/ha, niin suurin mahdollinen ryhmittymisluku on 1, jos taimia on 2 000 kpl/ha, niin se on 2 jne.

[1]) Tutkiessaan Tuomarniemen hoitoalueessa suoritettuja hankikylvöjä L. E. T. Borg (1936, ss. 25—26) on taimiluvun lisäksi arvioinut, montako prosenttia taimistossa olevat aukot ovat koko pinta-alasta.

[2]) Kun esillä oleva tutkimus oli jo käsikirjoitusasteella, todettiin samantapaista tunnuslukua aikaisemmin käytetyn Ruotsissa taimistoiden tasaisuusasteen kuvaamiseen (Amilon 1930, ss. 351—360).

Todennäköisyyslaskussa käytetyn terminologian mukaan ryhmittymisluku ilmaisee, suuriko on todennäköisyys, että yhdessä yksityisessä koeneliössä on taimi tai taimia (Lindeberg 1927, s. 31).

Taimistoissa, joiden taimiluku on alle 10 000 kpl/ha, suurin mahdollinen ryhmittymisluku saavutetaan vain aivan tasaisissa taimistoissa. Epätasaisissa taimistoissa ryhmittymisluku jää sitä pienemmäksi, mitä epätasaisemmista taimistoista on kysymys. Vertaamalla taimistolle laskettua ryhmittymislukua kysymyksessä olevan taimiluvun suurimpaan mahdolliseen ryhmittymislukuun voidaan siis saada käsitys taimiston tasaisuuden tai ehkä paremminkin sen epätasaisuuden asteesta. Ja toisaalta voidaan sanoa, että epätasaisen taimiston ryhmittymisluku suoranaisesti ilmaisee, millaiseen (taimiluku/ha) tasaiseen taimistoon kysymyksessä oleva epätasainen taimisto sen metsittämisarvoa silmälläpitäen lähinnä on rinnastettavissa.

Ryhmittymisluku ei siis vielä yksinänsä kuvaa taimiston tasaisuuden tai epätasaisuuden astetta. Siitä olisi kuitenkin helppo kehittää tällainenkin tunnusluku esim. laskemalla, montako prosenttia ryhmittymislukua vastaava taimiluku on todellisesta taimiluvusta. Tällaista tunnuslukua käytettiinkin käsillä olevan tutkimuksen eräässä vaiheessa, mutta koska se ei antanut mitään oleellista lisää siihen, mitä jo taimiluku ja ryhmittymisluku yhdessä ilmaisevat, se on jätetty pois.

Mainittakoon, että eräissä tasaisissa taimistoissa, mm. viljelystaimistoissa, on koeneliömenetelmällä suoritetun taimien luvun perusteella todella saatu ryhmittymisluvuksi suurinta mahdollista ryhmittymislukua lähentelevä luku.

Esim. Metsätietcellisen tutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualue, metsänviljelys n:o 358. Suoritettu männyn kuoppaistutus 1.5 × 1.7 m:n taimivälein (taimia n. 4 000 kpl/ha) 3. 5. 1937. Kesällä 1940 on saatu istutustaimien ryhmittymisluvuksi 4.0.

Saman kokeilualueen metsänviljelys n:o 319. Suoritettu männyn vakoruutukylvö 1.4 × 1.4 m:n taimivälein (n. 5 200 ruutua hehtaaria kohden) 23. 5. 1934. Kesällä 1940 on saatu kylvötaimien ryhmittymisluvuksi 4.5 (osa kylvöruuduista oli jäänyt taimettumatta).

Taimien jakaantuminen vuosiluokkiin.

Taimistoiden ikäsuhteiden selvittämiseksi laskettiin taimien prosenttinen jakaantuminen vuosiluokkiin. Laskelma suoritettiin taimistoista otettujen umpimähkäisten näytteiden iänmääräysten perusteella.

Paitsi sitä, että täten saadut sarjat kuvaavat taimien jakaantumista ikäluokkiin, ne antavat jonkinlaisen kuvan myös tutkimusmetsiköiden taimettumisen kulusta, sen aikajärjestyksestä. On kuitenkin huomattava, että taimistoiden nykyiset vuosiluokkasarjat eivät sano mitään niistä tai-

mista, jotka tutkimusmetsikköihin mahdollisesti ovat ilmaantuneet sen ajan kuluessa, jonka vuosiluokkasarjat käsittävät, mutta jotka syystä tai toisesta ovat kuolleet. Koska tällainen taimien kuoleminen jo nuorena on taimistoissa yleistä, eivät taimistoiden vuosiluokkasarjat anna edes joltisenkaan tyydyttävää kuvaa taimettumisen kulusta kuin vain lyhyeltä ajanjaksolta tutkimushetkestä välittömästi taaksepäin.

Kasviluettelo.

Jokaisen tutkimusmetsikön pintakasvillisuudesta laadittiin yhdistelmä. Tähän yhdistelmään laskettiin kullekin pintakasvillisuuden lajille keskimääräinen peittävyysluku ja frekvenssi. Nämä laskelmat suoritettiin koeneliömenetelmää käyttäen kerätyn aineiston perusteella.

Kunkin kasvilajin keskimääräinen peittävyysluku laskettiin sen yksityisissä koeneliöissä saamien peittävyyslukujen keskiarvona. Ne koeneliöt, joista kysymyksessä olevaa kasvilajia ei ollut tavattu lainkaan, huomioitiin keskiarvolaskelmassa nollina. — Kasvisosiologisissa tutkimuksissa on käytetty myös toisenlaista keskimääräisten peittävyyslukujen laskemistapaa, nimittäin sellaista, että keskimääräinen peittävyysluku on laskettu kysymyksessä olevan kasvilajin niissä koeneliöissä saamien peittävyyslukujen keskiarvona, joissa sitä on tavattu. Ne koeneliöt, joista tämä kasvilaji on puuttunut, on jätetty kokonaan huomioimatta (esim. Kujala 1926 a, s. 7). — Ilmeisesti onkin tarkoituksenmukaista menetellä tällä tavoin silloin, kun halutaan kiinnittää huomiota erityisesti eri kasvilajien esiintymistapaan tutkittavana olevassa pintakasvillisuudessa. Kasvillisuuteen kokonaisuutena kohdistuvassa tutkimuksessa tässä käytetty keskimääräisten peittävyyslukujen laskemistapa tarjoaa sen edun, että eri kasvilajien peittävyyslukujen yhteenlaskeminen käy mahdolliseksi. Täten voidaan yksityisten kasvilajien peittävyysluvuista johtaa niistä muodostettujen erilaisten ryhmien peittävyyslukuja. Käsillä olevassa tutkimuksessa tätä mahdollisuutta onkin käytetty hyväksi laskemalla kokonaispeittävyysluvut pintakasvillisuuden eri ryhmille.[1]) Tällainen peittävyyslukujen yhteenlaskeminen edellyttää, antaakseen mahdollisimman totuudenmukaisen kuvan kasvillisuudesta, etteivät ne kasvilajit, joiden peittävyyslukuja yhdistetään, sanottavasti peitä toisiaan. Tämä ehto onkin metsäkasvillisuudessa yleensä täytetty; ruohokerros tekee kuitenkin eräissä tapauksissa poikkeuksen. Tämä on asianomaisessa kohdassa otettu huomioon. — Huomattakoon lisäksi, että laskettiinpa keskimääräiset peittävyysluvut kummalla tavalla hyvänsä, niin jälkeenpäin on aina mahdollisuus frekvenssilukujen perusteella siirtyä toisesta laskemistavasta toiseen.

[1]) Tässä tutkimuksessa on noudatettu meillä yleisesti käytettyä (vrt. esim. A. K. Cajander 1916, s. 346 ja Kujala 1929, s. 4) pintakasvillisuuden jakoa jäkäliin, sammaliin, heiniin, ruohoihin ja varpuihin.

Frekvenssi on kullekin kasvilajille laskettu siten, että niiden koeneliöiden summa, joissa kysymyksessä olevaa kasvilajia on esiintynyt, on jaettu koeneliöiden kokonaismäärällä ja osamäärä kerrottu 10:llä; frekvenssi osoittaa näin ollen, monessako koeneliössä kymmenestä asianomaista kasvilajia on esiintynyt. Se täydentää keskimääräistä peittävyyslukua osoittamalla kysymyksessä olevan kasvilajin ryhmittymistavan.

Tukkipuun harsinnat.

Erilaisissa muodoissa tapahtunut harsinta näyttää olleen alkuperäisin puutavaran hankintaan tähtäävä metsänkäyttömuoto maassamme — kuten yleensä muuallakin. Jo varhain se on saavuttanut melkoiset mittasuhteet maamme tiheimmin asutuissa ja liikennereittien varsilla olevissa osissa. Paitsi sahapuiksi harsittiin parhaita tukkipuita masto- ja piirupuiksi. Vanha rakennustapa oli myös monessa suhteessa puuta tuhlaava (Hertz 1933 a, s. 12). Pärepuiksi ja tervaksiksi on erityisesti 1600- ja 1700-luvulla harsittu laajassa mitassa tukkipuita.

Kun voimaperäinen metsätalous maassamme varsinaisesti alkoi 1860-luvulla, muodostui harsinta, tukkipuun harsinta, vallitsevaksi hakkuutavaksi, joka sitten säilytti tämän valta-asemansa aina itsenäisyytemme alkuvuosiin. Lukuisista metsäkirjallisuudessamme tavattavista lausunnoista tämä käy vakuuttavasti ilmi.

Jo Böcker (1829, s. 24) toteaa, että hänen aikanaan harsintahakkuuta käytettiin maassamme yleisesti, vieläpä niidenkin toimesta, jotka todella halusivat metsiään hoitaa.

v. Berg (1859, s. 10) on kuvauksessaan Suomen metsistä todennut tuhoisat harsintahakkuut yleisiksi.

Myös Blomqvist (1868; 1870; 1872, ss. 10—11) kiinnitti huomiota siihen, että metsät maan tiheimmin asutuissa osissa olivat harsintahakkuiden johdosta voimakkaasti harventuneet. Blomqvistin aikoihin erityisesti mänty oli sahapuuna haluttua — siitä maksettiin n. 20 % kalliimpi hinta kuin kuusesta (Blomqvist 1881, s. 90) — ja sen vuoksi tukkipuun harsinnat kohdistuivat erityisen voimakkaina juuri mäntyyn.

Vuoden 1900 yksityismetsäkomitea (Komiteanmietintö 1900, s. 249) toteaa, että yleisin ja suurimmassa osassa maatamme ainoa hakkuutapa vuosisadan vaihteessa oli harsintahakkuu.

A. K. Cajander (1909, s. 128) huomauttaa *Ueber Waldtypen* tutkimuksessaan, että maassamme tavallisin hakkuu- ja uudistamistapa on harsinta. Ja vielä v. 1916 hän toteaa (1916, s. 715), että metsänhoito on Suomessa niin nuorta, ettei se ole ennättänyt metsiimme painaa varsin syviä jälkiä.

Multamäki (1919, s. 123) mainitsee Savon ja Karjalan metsien tilaa selvittelevässä tutkimuksessaan, että metsien hakkuissa oli Suomessa yleensä ollut siihen asti kokonaan määräävänä tarvittavien tai haluttujen puutavaralajien saaminen metsänhoidollisiin näkökohtiin sen enempää huomiota kiinnittämättä. Valtionkin metsissä hakkuut olivat pääasiassa olleet lohkoharsinnan luontoisia määrämittahirrenharsintoja (s. 126).

Aaltonen (1919, s. 4) on Lapin kangasmetsien uudistumista selvitellessään kiinnittänyt huomiota tukkipuun harsintojen yleisyyteen: »Huonomenekkisissä seuduissa sijaitsevissa valtion metsissä, kuten Lapissa, ovat hakkaukset olleet enemmän tai vähemmän »järjestettyä» hirrenharsintaa, n. s. dimensioharsintaa, jossa vain isoimmat puut, määrättyyn paksuuteen saakka, on hakattu. Yksityismetsissä on metsänhoidollisia hakkaustapoja toistaiseksi vielä käytetty jokseenkin vähän.»

Heikinheimo on useaan otteeseen huomauttanut määrämittahakkuiden yleisyydestä maassamme (1922, s. 89; 1927, s. 50 ja 1931 b, s. 24). Esim. v. 1927 hän mainitsee, että määrämittaan perustuva puiden hakkuu on meillä varsin yleinen. Paitsi varsinaisissa harsintahakkuissa ilmenee sama periaate lisäksi monessa muodossa. Samaan ryhmään kuuluvat nim. sellaisten määrämitta'sten ja -laatuisten puutavaroiden kuin erilaisten pylväiden, ratapölkkyjen, piirupuiden, faneerikoivujen, haapatukkien ja yleensä yhden tietynlaisen puutavaran saantiin kohdistuvat hakkuut, jos ne toimitetaan metsässä erikseen ilman muunlaatuisen puutavaran ottoa metsästä.

Myös Lönnroth (1927 b, s. 32) mainitsee, että esim. rungon koko on ollut yleinen hakkuuperuste Suomessa.

Hertz (1934 c, s. 45 ja s. 94) toteaa Metsähallituksen historiaa selostaessaan, että hakkuut valtion metsissä aina vuoden 1918 paikkeille tapahtuivat hirrenharsintana. Erityisesti ns. konessiohakkuut tarjosivat räikeitä esimerkkejä tässä suhteessa.

Aro (1935, s. 16) on tutkiessaan rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutusta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään pannut merkille, että varsinkin faneeripuiden hakkuut hänen tutkimissaan metsissä ovat olleet määrämittaharsintoja.

Huuhtasen (1938, s. 155) esityksestä ilmenee, että valtionmetsissäkin, Itä-Suomen piirikunnassa, hakkuut olivat aina vuoden 1922 paikkeille pääasiassa määrämittaisia sahapuun harsintoja, joissa poistettiin yleensä vain terveitä, mitantäyttäviä puita. Siemenpuiden jättämiseen ei yleensä kiinnitetty huomiota, koska hakkuiden päämääränä ei ollut metsien uudistaminen. — Samantapainen asiantila näyttää vallinneen Länsi-Suomen piirikunnassakin aina itsenäisyytemme alkuvuosiin saakka (Mäkelä 1939, ss. 161—162).

Yhdenmukaisia lausuntoja tapaa skandinaavisessa metsäkirjallisuudessakin.

Holmerz (1877, s. 13) huomauttaa, että tavallisin hakkuutapa Norlannissa, samoin kuin pienehköissä maatilametsissä maan etelä- ja keskiosissa, on suunnitelmaton harsinta, jossa poistetaan suurimmat ja kauneimmat puut.

Barthin (1920, s. 129) mukaan määrämittahakkuu on vanhoista ajoista lähtien ja yhä vielä vuoden 1920 paikkeilla ollut vallitseva hakkuutapa Norjan yksityismetsissä.

Schager (1925, ss. 64—65) mainitsee, että määrämittahakkuu on traditsionaalinen hakkuutapa ruotsalaisissa talonpoikaismetsissä. Vielä v. 1925 sitä sovellettiin melkoisessa mitassa. Kuitenkin se on saanut yhä enemmän väistyä toisten, metsän arvon vaatimusten mukaisten hakkuutapojen tieltä.

Kallin (1926, s. 29) mainitsee, että Norlannissa aluksi niin yksityis- kuin valtionmetsissäkin tuli ensinnä käytäntöön järjestämätön eli suunnitelmaton harsinta sekä määrämittaharsinta.

Welanderin (1938, s. 6) mukaan Norlannissa, missä ainoastaan sahapuilla oli aikaisemmin arvoa, määrämittahakkuut muodostuivat vallitseviksi aina 1900-luvulle saakka.

Hallander (1938, s. 109) mainitsee, että useimmista ruotsalaisista talonpoikaismetsistä huomattavan osan muodostavat eri-ikäiset metsiköt, jotka säännöllisesti ovat syntyneet karjan laiduntamisen ja määrämittahakkuun yhteisvaikutuksesta.

I:n valtakunnan metsien arvioinnin (vv. 1921—1924) mukaan (Heikinheimo 1924, s. 6) jakaantuivat arviointia edeltäneenä kymmenvuotiskautena suoritetut hakkuut maamme eteläpuoliskon kaikissa metsissä eri hakkuutapojen kesken seuraavasti: harvennushakkuu 15.9 % (kaikkien hakattujen metsien pinta-alasta), lohkoharsinta- sekä lohkoittainen siemenpuuhakkuu 3.7 %, paljaaksihakkuu 2.7 %, harsintahakkuu 55.5 %, pilaavat hakkuut 19.8 % ja hävittävät hakkuut 2.4 %. Erityisesti maamme eteläpuoliskon yksityismetsissä hakkuilla käsiteltyjen metsien pinta-ala jakaantui seuraavasti (ibid., kuva 6): harvennushakkuu 14.2 %, lohkoharsinta- ja lohkoittainen siemenpuuhakkuu 2.8 %, paljaaksihakkuu 2.3 %, harsintahakkuu 52.1 %, pilaavat hakkuut 25.2 % ja hävittävät hakkuut 3.4 %. Mitään oleellista eroa ei näiden kahden lukusarjan välillä ole, joskin pilaavien ja hävittävien hakkuiden määrä näyttää yksityismetsissä olleen hieman suurempi kuin yleensä maan eteläpuoliskon metsissä. Maamme yksityismetsissä käytetyt hakkuutavat näyttävät siis olleen ominaisia koko maankin metsissä suoritetuille hakkuille. Kaikkiaan on arviointia edeltäneenä kymmenvuotiskautena hakattuja metsiä ollut maan eteläpuoliskon yksityismetsien pinta-alasta 48.4 %. Hakkaamattomat metsät eivät kuitenkaan ole edustaneet minkäänlaisia säästömetsiä; se näkyy jo metsiemme heikosta puuvarastosta ja etenkin tämän puuvaraston järeimmän aineksen niukkuudesta. Osan näistä hakkaamattomista metsistä ovat muodostaneet sellaiset metsiköt, jotka ovat olleet niin nuoria, ettei niissä ole voitu mainittavia hakkuita suorittaa, osan taas sellaiset metsiköt, joissa viimeiset hakkuut ovat jonkin verran vanhempia kuin ne, jotka arvioinnissa on otettu huomioon. Ja pienin osa lankeaa järeiden, todella hakkuilta säästyneiden metsiköiden osalle.

Edellä esitetyistä lukusarjoista ilmenee, että yksityismetsissämme harsinnantapaisilla hakkuilla on vielä parikymmentä vuotta sitten ollut suurin merkitys. Kaikista maan eteläpuoliskon yksityismetsissä suoritetuista hakkuista on kokonaista 52.1 % luettu harsintahakkuisiin, ja suuri osa ns. pilaavista ja hävittävistäkin hakkuista on ilmeisesti ollut juuri harsinnan luontoisia, jatkuvien harsintojen viimeisiä vaiheita. Harsintahakkuissa tukkipuun harsinnoilla on ollut keskeinen sija, joskin tukkipuun harsintojen yhteydessä tavallisesti on hakattu pienempääkin tavaraa. Pilaavista ja hävittävistä hakkuista on tukkipuun harsintojen ohella nähtävästi kuitenkin suuri osa kuulunut myös kaivospuun, paperipuun, parrun- ja halonhakkuisiin.

I:ssä valtakunnan metsien arvioinnissa erotettiin mm. kotitarvehakkuut ja myyntihakkuut toisistaan. Tuloksista ilmenee (Heikinheimo 1924, s. 9), että niin kotitarve- kuin myyntihakkuutkin ovat vaikuttaneet pilattujen ja hävitettyjen metsien runsauteen, jälkimmäiset kuitenkin huo-

mattavammin; niihin on ilmeisesti sisältynyt runsaammin määrämittaharsintojen luontoisia hakkuita kuin edellisiin.

I:n valtakunnan metsien arvioinnin jälkeen metsiemme tilassa on tapahtunut suuria muutoksia. Esim. Yrjö Ilvessalo (1942, ss. 2—3) huomauttaa, että I valtakunnan metsien arviointi suoritettiin miltei heti maan itsenäistyttyä, mutta että juuri sen jälkeen maassamme alkoi sangen voimakas kehitys kaiken taloudellisen toiminnan ja erityisesti myös metsätalouden sekä puunjalostusteollisuuden alalla. 15-vuotiskautena 1922—36 hakattiin paljon yli kolmannes metsiemme koko puuvarastosta. II:n valtakunnan metsien arvioinnin tulokset eivät ole suorastaan verrattavissa I:ssä saavutettuihin syystä, että suoritettujen metsänhoidollisten toimenpiteiden ryhmittely on ollut eri arvioinneissa erilainen (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 189). Kuitenkin ilmenee, että harvennushakkuut ovat hyvin suuressa määrässä lisääntyneet ja harsinnan luontoiset hakkuut vähentyneet (ibid., s. 189). Samalla on kuitenkin todettava, kuten Ilvessalo (ibid., s. 203) mainitsee, että harvennushakkuiden ryhmään II:ssa arvioinnissa on viety varsin puutteellisiakin hakkuualoja, kun ne vain jotenkin on saatettu tähän ryhmään sisällyttää. Ero niiden ja I:n arvioinnin harsintahakkuiden välillä ei useinkaan liene ollut kovin tuntuva. II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksissa kiinnittää erityisesti huomiota yksityismetsien heikko tila: pilatut ja hävitetyt metsät sisältyvät pääasiassa yksityismetsiin.

Tukkipuun harsinta alkaa tavallisesti jo verrattain nuorissa metsiköissä, heti kun tukkipuita niissä vähänkin runsaammin esiintyy (vrt. kuva 5, s. 58 ja kuva 21, s. 171). Kanervatyypillä ensimmäiset tukkipuun harsinnat näyttävät kohdistuvan n. 70—80-vuotisiin metsikköihin, puolukkatyypillä n. 60—70-vuotisiin ja mustikkatyypillä n. 50—60-vuotisiin sekä käenkaalimustikkatyypillä vieläkin nuorempiin metsikköihin. Ensimmäisten harsintojen jälkeen harsinnat toistuvat sitten aina sitä mukaa kun metsikön puut saavuttavat tukkipuun koon. Tällainen kehitys johtaa puuvaraston pienenemiseen.

Sitä hakkuuta, joka lopullisesti on saattanut metsikön kaiken kohtuuden mukaan uudistettavaan tilaan, on nimitetty paljastavaksi hakkuuksi. Lähemmin tämä paljastavan hakkuun käsite on rajoitettu tarkoittamaan sitä hakkuuta, jonka jälkeen puusto on jäänyt niin harvaksi, ettei sen taholta tulevaa kilpailua enää voida pitää pääasiallisimpana uudistumista ehkäisevänä tekijänä — toisin sanoen jätepuusto on jäänyt niin harvaksi, että taimisto voi sen alla tulla elinvoimaisena toimeen. Paljastavan hakkuun käsite on täten sidottu metsikön uudistumismahdollisuuksiin sen vuoksi, että koko käsite on otettu käytäntöön ensi sijassa juuri uudistumiskysymysten selvittelyssä.

Paljastava hakkuu on tavallisesti voimakas hakkuu. Siinä on keskimäärin poistettu esim. kanervatyypin harsintamänniköissä n. 70 % puuvarastosta ja puolukkatyypin harsintamänniköissä n. 65 %. Mainittakoon vertauksen vuoksi, että Yrjö Ilvessalon (1942, s. 20) mukaan erittäin vahvassa harvennushakkuussa sekä väljennyshakkuussa voidaan poistaa n. 30—40 % metsikön kuutiomäärästä. Keskimääräiseksi harvennuskierroksi Ilvessalo (ibid., s. 19) arvioi Suomen eteläpuoliskoa silmälläpitäen n. 8—12 v.

Yksityismetsiemme tukkipuun harsinnoille on usein ominaista, etteivät hakkuut tapahdu metsiköittäin, vaan yleensä harsitaan koko tilan metsä kerta kerrallaan lävitse tai harsinta tapahtuu ainakin palstoittain. Harsintojen kertautumisen yksityisessä metsikössä määrää näin ollen koko tilan tai jonkin yksityisen palstan tukkipuuvaraston kehitys. Täten on ymmärrettävissä, että harsinnat yksityisissä metsiköissäkin toistuvat verrattain suurella säännöllisyydellä, laihoilla metsämailla hieman harvempaan, lihavilla taajempaan. Keskimäärin hakkuut ovat kertautuneet n. 10—13 vuoden väliajoin. Tämä harsintahakkuiden toistumisen säännöllisyys on ollut omiaan helpottamaan niiden tutkimista. Tietysti myös hintasuhdanteilla on oma merkityksensä hakkuiden kertautumisessa, mutta yleensä ne ovat vaikuttaneet vain muutaman vuoden sinne tai tänne; kokonaiskuvassa niiden vaikutus on suhteellisen pieni.

Tukkipuun harsinta tapahtuu usein enemmän tai vähemmän määrämittaharsinnan luontoisena. Yleensä käytetään nykyisin tyvitukin minimimittana kuoren alta männylle 18′ × 6″ ja kuuselle 18′ × 7″ (vrt. esim. Yrjö Ilvessalo 1939 a, ss. 3—4). Määrämittaharsinnasta puhutaan kuitenkin sellaisissakin tapauksissa, joissa ei kaikkia minimimitan täyttäviä puita poisteta, vaan pienimpiä tukkipuita ja joitakin teknillisesti ala-arvoisia suurempiakin puita jätetään. Leimanantavaa tällaisille määrämittaharsinnoille sanan laajemmassa merkityksessä on, että harsinta tapahtuu tukkipuuston järeimmästä osasta lähtien. Poistettavaa puutavaramäärää leimattaessa leimausperusteena on yksinomaan poistettavien puiden koko ja laatu, eikä huomiota kiinnitetä siihen, millaiseksi jäljelle jäävän puuston metsänhoidollinen tila muodostuu. Lähtökohtana on hakattava puutavaramäärä ja sen laatu eivätkä metsikön metsänhoidolliset vaatimukset. Mikäli tällaisten määrämittaharsintojen yhteydessä halutaan jättää jonkinlainen tukkipuureservi, niin se usein tapahtuu joko siten, että tuota määrämittaa jonkin verran korotetaan, tai siten, että tuo reservi jätetään johonkin tai muutamaan harvaan metsän osaan erikseen. Tämä osa jää silloin kokonaan hakkaamatta.

Nykyään metsälain valvonnan yhä tehostuessa sellaiset hakkuut, joissa metsikkö yhdellä kertaa saatetaan hyvästä tai tyydyttävästä metsänhoidollisesta tilasta pilatuksi tai hävitetyksi, näyttävät käyvän yhä harvinaisemmiksi. Tämä on tietysti ilahduttava piirre. Samalla on kuitenkin

havaittavissa jonkinlaista siirtymistä ns. hivutushakkuisiin, joilla yksityismetsiemme hakkuita valvomaan joutuneet metsämiehet tarkoittavat sellaisia hakkuita, joissa ei yhdellä kertaa räikeästi pilata tai hävitetä metsää, vaan tämä tapahtuu useiden toinen toistaan seuraavien, mutta samaan lopputulokseen vievien hakkuiden muodossa.[1]) Tukkipuun harsinnatkin näyttävät yksityismetsissämme viime aikoina käyneen lievemmiksi kuin aikaisemmin, mutta samalla ne yksityisissä metsiköissä toistuvat yhä pienemmin väliajoin.

Erilaisia tukkipuun harsintoja voidaan erottaa kokonainen sarja aina sen mukaan, minkä ikäisissä metsiköissä varsinaiset tukkipuun harsinnat ovat alkaneet. Tämän sarjan alku- ja loppupää edustavat harsintoja, jotka oleellisesti eroavat toisistaan. Alkupään muodostavat ne tukkipuun harsinnat, jotka ovat kohdistuneet jo hakkuukypsyyttä lähenteleviin, ennestään joko kokonaan hakkaamattomiin tai sitten vain alaharvennuksen luontoisilla hakkuilla käsiteltyihin metsikköihin. Loppupään taas muodostavat sellaiset tukkipuun hakkuut, jotka ovat alkaneet nuorissa, juuri tukkipuun mittaan ehtineissä metsiköissä ja sitten toistuneet aina sitä mukaa, kun uusia tukkipuita on metsikköön ilmaantunut. Tämän jälkimmäisen ryhmän hakkuut ovat nykyään verrattomasti yleisemmät kuin edelliseen ryhmään kuuluvat. Aikaisemmin, tukkipuun hakkuiden maassamme varsinaisesti viime vuosisadan jälkipuoliskolla alkaessa, suhde oli päinvastainen. Sitä mukaa kun järeät tukkipuut ovat metsistämme vähentyneet, on tukkipuiden minimimitta kuitenkin laskenut, ja samalla tukkipuun harsinnat ovat siirtyneet yhä nuorempiin metsikköihin. Tällaiseen kehityskulkuun on metsäkirjallisuudessammekin useaan otteeseen kiinnitetty huomiota.

Jo vuoden 1900 yksityismetsäkomitea (Komiteanmietintö 1900, s. 174) kiinnitti huomiota siihen, että myyntipuun mitat olivat nopeasti alentuneet siinä määrin, että metsänmyynti jo tuolloin käsitti »kypsymätöntä», parhaaseen kasvuvoimaansa vasta joutuvaa metsää.

I:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksista ilmenee (Heikinheimo 1924, s. 9), että hävittävät hakkuut eivät ole kohdistuneet yksinomaan vanhoihin metsiin vaan myös keski-ikäisiin ja nuoriinkin.

Lönnroth (1927 b, s. 23) huomauttaa, että puun hyväksikäytön tekniikka on sikäli edistynyt, että hintaero järeämmän ja ohuemman puun välillä tilavuusyksikköä kohden ei ainakaan eräitä puulajeja silmälläpitäen ja tietyissä kulutuskeskuksissa enää ole kovinkaan suuri ja että kehitys näyttää edelleen kulkevan tähän suuntaan.

Vuoristo (1936 a, ss. 7—10) mainitsee, että tukkipuiden koko pohjoismaissa pyrkii alati pienenemään ja että Suomessa nykyään sahattavien tukkien keskimääräinen latvaläpimitta on enää vain hieman yli 7″ (vrt. myös Hannikainen 1896, s. 123; 1930, s. 36, Hertz 1934 c, ss. 40—41).

---

[1]) Piha (1941, s. 110) on maatilametsälöiden liikejäämää ja sen rakennetta selvitellessään mm. todennut, että niiden tilinpäätösten suhteellinen lukuisuus, joihin sisältyy rahatuloja, on vuosien mittaan lisääntynyt.

Erityisesti Etelä-Suomen itäpuoliskossa, missä nuoria metsiköitä yksityismailla lienee runsaammin kuin Etelä-Suomen länsipuoliskossa, määrämittaharsinnat ovat jokseenkin kauttaaltaan alkaneet jo nuorissa metsiköissä.

Yksityismetsissämme käytettyjen hakkuutapojen kehityksen ovat määränneet lähinnä menekkisuhteet. Puhtaasti taloudellisten tekijöiden ohella on hakkuutapoihin kuitenkin vaikuttanut myös metsänomistajien henkilökohtainen ajattelutapa ja suhtautuminen metsätaloudellisiin kysymyksiin. Tämä näkyy jo siinä melkoisessa erossa, joka ainakin suurin piirtein on hakkuutapojen suhteen havaittavissa Suomen eri osien välillä menekki- ja varallisuussuhteiltaankin toisiinsa verrattavilla seuduilla. Esim. läntisellä Uudellamaalla on varsin yleistä, että maanomistajat parhaansa mukaan yrittävät säästää lähinnä taloa sijaitsevia metsiä, kun useissa »metsäpitäjissä» sen sijaan on milteipä päinvastainen suhde havaittavissa. Tunnettu on maaseutuväestön keskuudessa Lounais-Suomessa, Satakunnassa ja Hämeessä vallinnut käsitys, että paperipuitten (ja kaivospölkkyjen) myyminen muka on katsottava merkiksi siitä, että talon rahaasiat ovat huonosti (H i l d é n 1934, ss. 26—27). Suhde pysty- ja hankintamyyntien välillä on maan eri osissa huomattavan erilainen. Niinpä O s a r a n (1935, s. 288) mukaan hankintakauppa on ollut suhteellisesti yleisintä — ellei Kainuuta oteta huomioon — Savossa ja Lounais-Suomessa, kun taas Satakunnassa ja erityisesti Karjalassa hankinnalla myytyjen puutavaroiden suhteellinen osuus on ollut vähäinen. Nämä psykologiset tekijät ansaitsisivat suuremmankin huomion, kuin mitä niihin esillä olevassa tutkimuksessa on voitu kiinnittää, ei ainoastaan sen vuoksi, että niillä sinänsä on suuri merkitys yksityismetsiemme käsittelyssä, vaan ennen kaikkea sen vuoksi, että niihin voidaan sopivalla valistustoiminnalla melkoisesti vaikuttaa ja täten ohjata yksityismetsiemme käsittelytapoja paremmiksi ja tarkoituksenmukaisemmiksi.

Myös tilapäisluontoisemmilla tekijöillä on kaikesta päättäen ollut huomattava vaikutus käytettyjen hakkuutapojen laatuun, erityisesti metsän omistussuhteiden muutoksilla. Selvitellessään syitä Suomen metsien epätyydyttävään metsänhoidolliseen tilaan H e i k i n h e i m o (1931 b, s. 21) mainitsee, että silloinen asutusolojen järjestäminenkin on vaikuttanut varsin ratkaisevasti maan metsien tilaan. Seuraukset siitä ovat olleet samat kuin metsän omistuksen vaihdosta yleensä: metsä on suureksi osaksi joutunut vastaamaan järjestelyssä tarvittavista varoista. Sitä paitsi edellyttävät jo uudet asutuslait metsänhoidollisessa suhteessa tunnetusti epäedullisten määrämittahakkuiden käyttöä uusilla tiloilla. Näin on asian laita valtionkin ollessa maan luovuttaja. Samaan seikkaan kiinnittää O s a r a (1935, s. 347) huomiota Suomen pienmetsätaloutta koskevassa tutkimuksessaan. Hän mainitsee, että itsenäistämisen yhteydessä aikaisemman omistajan suorittamien hakkuiden voitiin tutkituilla koetiloilla monessa tapauksessa havaita olleen kaavamaisia määrämittahakkuita, joissa oli poistettu kaikki jonkin vähimmän tukkipuun mitan täyttävät rungot, eivätkä

sellaiset tapaukset olleet harvinaisia, joissa nämä hakkuut silmin nähden olivat johtaneet metsän hävitykseen. Tähtisen (1930, ss. 36—37) katsaus Jokioisten kartanon metsätalouden vaiheisiin sisältää hyvän esimerkin tällaisesta hakkuusta. Katsauksessa mainitaan, että vuosina 1913—18 toimitettiin melkein koko metsäalueella määrämittahakkuu, joka metsänhoidolliselta kannalta arvosteltuna näyttää olleen ala-arvoinen. Metsästä poistettiin järjestään kaikki puut, jotka 18′ korkeudelta kuoren päältä täyttivät vähintään 8″. — »Monessa kohdassa on hakkauksen jälkiä jo korjattu, mutta vieläkin on tilaisuutta nähdä Jokioisissa metsiä, jotka vaikuttavat raiskatuilta ja repaleisilta.» Myös Jokinen (1939, ss. 31—32) esittäessään havaintoja valtion metsämailla suoritetusta asutustyöstä huomauttaa, että valtiolle pidätettyjen arvopuiden hakkuilla on eräissä tapauksissa ollut huono vaikutus tilan metsiin. Tämä johtuu siitä, että valtiolle pidätetään puut määrämittaan ja että tiloja on perustettu paikoille, joilla on ollut yksistään järeää metsää, josta arvopuiden määrämittahakkuussa on poistettu valtaosa metsän puuvarastosta. Jokinen korostaa kuitenkin, että ratkaisevin vaikutus tilojen metsiin on ollut tilallisten omilla myyntihakkuilla, ja niillä on useassa tapauksessa aiheutettu tilan metsien hävitystä, jopa siinä määrin, että tilan kotitarvepuun saanti on vaarannettu

Metsikkölajit harsintametsiköissä.

Samaan metsikkölajiin luetaan kotimaiseen metsäsanastoomme vakiintuneen käytännön mukaan puulajisuhteiltaan yhdenmukaiset, mutta muuten lähemmin määräämättömät metsiköt. Vieraiden ainesten ylärajaksi on tavallisesti asetettu 10 tai 20 % puuvarastosta (esim. Yrjö Ilvessalo 1920 a, s. 40 ja 1936, s. 14, Miettinen 1932, s. 26, Heikinheimo 1937 a, s. 5, vrt. myös Morosow 1928, s. 49).

Täten määriteltynä metsikkölaji on siksi ahtaasti rajoitettu, että meikäläisissäkin metsissä, joissa pääpuulajeja on vain muutamia (3—4), joudutaan kuitenkin erottamaan suuri joukko erilaisia metsikkölajeja. Yleiskatsauksellisiin tuloksiin pyrkivässä tutkimuksessa herää tämän vuoksi tarve yhdistää toisiaan lähellä olevat metsikkölajit suuremmiksi ryhmiksi. Missä määrin tämä on mahdollista, riippuu ensi sijassa tutkimuksen luonteesta ja sen päämääristä. Esim. taksatoorisissa tutkimuksissa mahdollisuudet ovat tässä suhteessa varsin vähäiset. Metsänhoidollisissa tutkimuksissa yhdistäminen näyttää sen sijaan helpommalta.

Käsillä olevassa tutkimuksessa tarkastettavaksi otettujen metsikkölajien luku on pyritty supistamaan mahdollisimman vähäiseksi. Tämä on ollut välttämätöntä niin tutkimustyön keskittämisen kuin tutkimustulosten käyttökelpoisuudenkin kannalta. Supistaminen on tapahtunut osittain siten, että taloudellisesti vähämerkityksisiä metsikkölajeja on jätetty kokonaan käsittelemättä, osittain siten, että itse metsikkölaji-käsitettä on jonkin verran väljennetty. Tutkimuskohteeksi otettuja metsikkölajeja rajoitettaessa on ennen kaikkea pyritty muodostamaan niistä biologisia ja metsänhoidollisia kokonaisuuksia.

Tutkittaessa harsintametsiköiden metsänhoidollista tilaa on useissa tapauksissa jouduttu tekemisiin sellaisten metsänjätteiden kanssa, joiden puulajisuhteet ovat oleellisesti poikenneet näiden metsiköiden aikaisemmista, vielä viimeisiä hakkuita edeltäneistä puulajisuhteista. Näin on tapahtunut varsinkin niiden tutkimusmetsiköiden kohdalla, jotka edustavat eri metsikkölajien kehityssarjojen loppupäätä. Koska tutkimusten yhtenä päämääränä on ollut selvittää sitä kehitystä, jonka harsintahakkuut aikaansaavat tietyissä metsikkölajeissa, on tuntunut luonnollisimmalta yhdistää tällaiset metsän rippeet, joista ei enää edes metsä-nimitystä voida

kunnolla käyttää, niihin metsikkölajeihin, joihin ne aikaisemmin, ennen viimeisiä hakkuita ovat kuuluneet. Pyrkimyksenä on ollut yhdistää biologisesti toisiaan lähellä olevat metsiköt yhteen siitäkin huolimatta, että eräissä tapauksissa on jouduttu liittämään ulkonaisesti melkoisestikin toisistaan poikkeavia aineksia samaan metsikkölajiin.

Samaan metsikkölajiin on käsillä olevassa tutkimuksessa luettu puulajisuhteiltaan yhdenmukaiset metsiköt puuston koko viime kehitys huomioon ottaen. — Kunkin tarkastettavaksi otetun metsikkölajin yhteydessä tehdään tarkemmin selkoa sen rajoittamisesta.

Ilmeistä on, että mitä erilaisempia aineksia samaan metsikkölajiin yhdistetään, sitä vaikeammaksi käy tällaisten metsikkölajien yhtenäinen käsittely. Tämän vuoksi onkin rajoituttu yhdistämään vain aivan läheisesti yhteenkuuluvat metsiköt yhteen ja jätetty kokonaan käsillä olevan tutkimuksen ulkopuolelle ne metsiköt, joita ei ole voitu luontevasti yhdistää näihin.

Tutkimusmetsiköiden aikaisempia kehitysvaiheita selvittelevät erikoistutkimukset ovat olleet omiaan helpottamaan oleellisimpien metsikkölajien erottamista ja rajoittamista. Varsinkin niistä pylväsdiagrammoista, joita on piirretty kuvaamaan tutkimusmetsiköiden runkojakaantumista ennen viimeistä tai viimeisiä hakkuita, on ollut paljon apua.

Seuraavat metsikkölajit on otettu yksityiskohtaisesti tarkastettavaksi (suluissa olevat tyyppimerkinnät viittaavat niihin metsätyyppeihin, joihin kysymyksessä olevan metsikkölajin tarkastelu on rajoitettu):

Männiköt (CT ja VT).
Mänty-kuusisekametsiköt (VT).
Kuusikot (MT ja OMT).
Mänty-koivusekametsiköt (MT ja OMT).

Luettelo on lyhyt. Se on niin lyhyt, että siitä puuttuu moni taloudellisesti tärkeä metsikkölaji. Tutkimusten keskittämiseksi on kuitenkin ollut välttämätöntä rajoittua tarkastamaan vain kaikkein tärkeimpiä metsikkölajeja. Ja toisaalta on sanottava, että moni niistä metsikkölajeista, jotka on ollut pakko jättää tutkimuksen ulkopuolelle, liittyy siksi monessa suhteessa tutkimuksen kohteeksi otettuihin, että usea niitäkin koskeva kysymys on välillisesti saanut selvitystä.

Aikaisemmin on jo mainittu, että käsillä olevassa tutkimuksessa koko Etelä-Suomi on käsitelty yhtenä kokonaisuutena. Siitä melkoisesta erosta, joka metsien puulajisuhteissa on olemassa Etelä-Suomen läntisen ja itäisen puoliskon välillä, johtuu kuitenkin, että aineisto tiettyihin metsikkölajeihin on kerätty jokseenkin yksinomaan Etelä-Suomen läntisestä puoliskosta (kuusikot, mänty-kuusisekametsiköt) ja toisiin taas itäisestä puo-

liskosta (mänty-koivusekametsiköt). Täten tutkimusaineistossa tulevat kohtuudella huomioiduksi oleellisimmat niistä eroavaisuuksista, jotka tutkimusalueen eri osien välillä vallitsevat.

Kuivien kankaiden tukkipuun harsinnoilla hakatut männiköt, harsintamänniköt, ovat käsillä olevassa tutkimuksessa saaneet keskeisen aseman. Useat harsintametsikköihin liittyvät teoreettiset kysymykset on otettu esille harsintamännikköiden käsittelyn yhteydessä eikä niihin sitten enää myöhemmin ole katsottu olevan aihetta palata.

Metsikkölajien yksityiskohtainen tarkastelu.

Kuivien kankaiden harsintamänniköt.

Esiintyminen.

Kuloilla ja kaskeamisella on syvällekäypä merkitys mäntymetsien esiintymisessä. Ne ovat aikanaan laajassa mitassa edistäneet männiköiden leviämistä muiden puulajien, lähinnä kuusen, kustannuksella (vrt. esim. A. K. Cajander 1916, s. 694, Hannikainen 1919, s. 47).

I:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1927, taulukko 56) oli Suomen eteläpuoliskon kasvullisten metsämaiden pinta-alasta 25 % puhtaita männiköitä. Eri metsätyyppien alasta näitä oli seuraavasti: lehdoista 7.4 %, lehtomaisista metsistä 7.1 %, mustikkatyypistä 9.2 %, puolukkatyypistä 39.8 %, kanervatyypistä 79.7 % ja jäkälätyypistä 99.0 %. II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa ei vastaavaa erittelyä ole suoritettu.

Kuten näistä luvuista näkyy, puhtaat männiköt keskittyvät pääasiallisesti kuiville kankaille (puolukka-, kanerva- ja jäkälätyypille), ja kehitys näyttää vievän yhä enemmän tähän suuntaan. A. K. Cajander (1917, s. 281) on huomauttanut tämän johtuvan ensi sijassa männyn huonosta kilpailukyvystä tuoreilla kankailla. Toisin sanoen mänty kyllä tulee erinomaisesti toimeen ja pystyy muodostamaan puhtaita metsiköitä tuoreillakin mailla, mutta näiltä sen ovat karkoittaneet muut sitä bioottisesti voimakkaammat puulajit, lähinnä kuusi. Tähän metsiemme kuusettumisilmiöön palataan lähemmin mänty-kuusiharsintametsiköiden käsittelyn yhteydessä.

Tilastoa, josta kävisi ilmi harsintamänniköiden osuus eri metsätyyppien alasta, ei ole käytettävissä, mutta on täysi syy olettaa, että ne keskittyvät vielä selvemmin kuiville ja kaikkein kuivimmille kankaille kuin männiköt yleensä (vrt. s. 144, harsintahakkuiden kuusettumista edistävä vaikutus). Käsillä olevassa tutkimuksessa tarkastetaankin vain kanerva- ja puolukkatyypin harsintamänniköitä.

Ne metsikkölajit, joihin kuivien kankaiden harsintamänniköiden rajoittaminen ensi sijassa tulee kysymykseen, ovat mänty-koivusekametsiköt ja mänty-kuusisekametsiköt.

Mänty ja koivu ovat biologisilta ominaisuuksiltaan monessa suhteessa samankaltaisia, ja mänty-koivusekametsikötkin liittyvät niin taksatoori-

sesti (Lappi-Seppälä 1930) kuin varsinkin metsänhoidollisesti läheisesti puhtaisiin männikköihin. Tutkimusmetsiköissä, varsinkin puolukkatyypin metsiköissä, koivua on kasvanut yleisesti sekapuuna. Tavallisesti sen määrä on jäänyt alle 20 %:n kokonaiskuutiomäärästä, mutta eräissä tapauksissa sitä on ollut paljon runsaamminkin. Näitäkään metsiköitä ei siitä huolimatta ole erotettu, männyn ja koivun yhdenmukaisuus huomioon ottaen, erikseen harsintamänniköistä.

Mänty ja kuusi eroavat biologisilta ominaisuuksiltaan monessa tärkeässä suhteessa toisistaan. Myös metsänhoidollisesti niitä on arvosteltava varsin eri perustein. Niinpä harsintamänniköiden ryhmästä onkin erotettu erilleen kaikki ne metsiköt, joissa kuusettuminen on edistynyt huomattavan pitkälle.

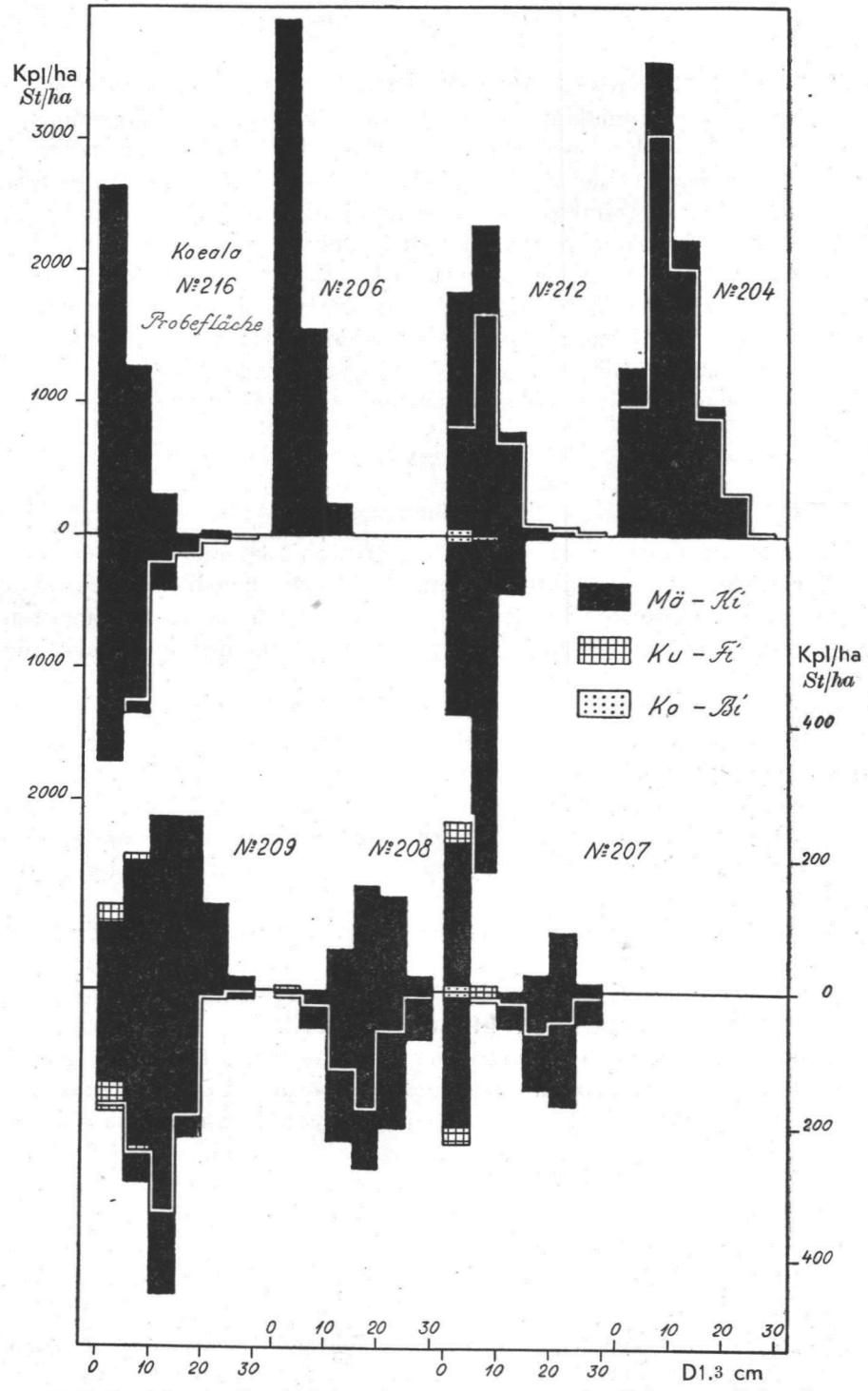
Metsikkömuodot.

Aikaisemmin on mainittu, että voidaan erottaa kokonainen sarja erilaisia tukkipuun harsintoja sen mukaan, minkä ikäisissä metsiköissä harsinnat ovat alkaneet. Aineiston käsittelyssä on kuitenkin ollut pakko aineiston liiallisen pirstomisen välttämiseksi jakaa se mahdollisimman harvoihin ryhmiin.

Yleisimmin tukkipuun harsinnat alkavat heti, kun tukkipuita metsikköön kohtalaisesti ilmaantuu (tutkituissa männiköissä kanervatyypillä n. 70—80 vuoden ja puolukkatyypillä n. 60—70 vuoden ikäisissä metsiköissä). Tällaiset harsintamänniköt, joissa ensimmäiset tukkipuun harsinnat ovat kohdistuneet metsikköön ennen kuin se kehityksessään on saavuttanut tukkimetsäkauden, erotettiin omaksi ryhmäkseen, jota kutsutaan nuorena harsituiksi männiköiksi. Tämä ryhmä on käsittänyt tutkittujen harsintamänniköiden oleellisimman osan. Ne harsintamänniköt, joissa tukkipuun harsinnat on aloitettu metsikön myöhemmissä kehitysvaiheissa, tukkimetsäkautena, on kaikki yhdistetty toiseksi ryhmäksi, jota kutsutaan vanhana harsituiksi männiköiksi.

Harsintamänniköille ominaisten metsikkömuotojen tarkastelu aloitetaan sopivimmin tutustumalla muutamiin pylväsdiagrammoihin (kuva 5), jotka kuvaavat eräiden edustavien harsintamänniköiden runkolukusarjoja.

Ensimmäisestä pylväistöstä (koealalta n:o 216) nähdään, miten tukkipuun harsinnan jälkeen syntynyt jonkin verran epätasainen männyn taimisto ensimmäisen hakkuun jälkeen (kuvattu vaaka-akselin alapuolella) on tasaantunut suurin piirtein yksijaksoiseksi mäntytiheiköksi (vaaka-akselin yläpuolella). Vertauksen vuoksi on viereen piirretty runkolukusarja koealalta n:o 206. Tämä koeala on otettu 34-vuotisesta, kuloalalle nousseesta ja sittemmin pienehköillä kotitarvehakkuilla käsitellystä, tyypillisestä yksijaksoisesta mäntytiheiköstä. Vertailu näiden kahden runkolukusarjan välillä osoittaa, ettei oleellista eroa ilmene.



Kuva 5. Puiden jakaantuminen läpimittaluokkiin eräissä nuorena harsituissa männiköissä. Kanervatyyppi. Vaaka-akselin ylä- ja alapuolella saman metsikön eri kehitysvaiheita (vrt. s. 57). Hakkuumäärät erotettu valkealla murtoviivalla.

Abb. 5. Stammverteilung in Durchmesserklassen in einigen im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbeständen. Calluna-Typ. Über und unter der Abszizze verschiedene Entwicklungsstadien desselben Bestandes. Die Hiebssätze durch weisse gebrochene Linie unterschieden.

Seuraavat runkolukusarjat koealoilta n:o 212 ja n:o 204 kuvaavat tällaisen tukkipuun harsintojen jälkeen syntyneen männikön runkojakaantumisen kehitystä edelleen. Sarja koealalta n:o 212 esittää tiheikön kehitystä riukumetsäksi ja n:o 204 tyypillistä hoikkaa riukumetsää, jossa tukkipuun harsinnat eivät vielä ole alkaneet. Kummastakin viimeksimainitusta tutkimusmetsiköstä on alaharvennuksen luontoisesti poistettu melkoisesti puita, pääasiallisesti kuivia tai kuivuvia puita kotitarvepuuksi.

Runkolukusarja koealalta n:o 209 esittää (vaaka-akselin alapuolella) ensimmäistä riukumetsään kohdistuvaa harsintaa. Tässä harsinnassa on jo päästy hakkaamaan hieman tukkipuitakin. Vaaka-akselin yläpuolelle on kuvattu saman metsikön kehitys seuraavien 12 vuoden kuluessa. Koealalta n:o 208 piirretyt sarjat esittävät 90-vuotiseen tukkimetsään kohdistunutta tyypillistä tukkipuun harsintaa (esitetty vaaka-akselin alapuolella) sekä saman metsikön kehitystä seuraavien kymmenen vuoden kuluessa (vaaka-akselin yläpuolella). Viimeinen sarja (koealalta n:o 207) esittää tukkipuun harsinnan loppuvaihetta. Siitä nähdään, miten 95-vuotisesta, useaan otteeseen harsitusta metsiköstä on hakattu loputkin tukkipuut (vaaka-akselin alapuolella) sekä miten tästä hakkuusta jäänyt jätepuusto sitten on kehittynyt seuraavien kymmenen vuoden kuluessa jonkinlaiseksi siemenpuuasennoksi. Tästä viimeisestä vaiheesta ei ole enää kuin askel kuvasarjan ensimmäiseen vaiheeseen (koeala n:o 216).

Merkillepantavaa on, että tukkipuun harsinnat johtavat männiköissä vasta viimeisissä vaiheissaan, vasta sitten kun jätepuusto on harventunut jonkinlaisen siemenpuuasennon tapaiseksi, metsikön uudistumiseen ja että ne epätasaisuudet, jotka syntyvät taimistoon sen uudistumisvaiheessa, metsikön varttuessa tasoittuvat verrattain nopeasti, viimeistään riukumetsäkautena.

Harsintamänniköille ei näin ollen ole mikään tietty metsikkömuoto ominainen, vaan metsikön kehittyessä tapahtuu metsikkömuodossakin muutoksia. Tiheikkökausi muodostaa tärkeän rajapylvään. Sitä nuoremmille metsiköille on yleensä ominaista enemmän tai vähemmän selvä monijaksoisuus (tavallisimmin kaksijaksoisuus), sitä vanhemmille metsiköille yksijaksoisuus. Minkäänlaisesta harsintarakenteesta *(Plenterstruktur)* ei meikäläisissä tukkipuun harsinnoilla käsitellyissä männiköissä siis voida puhua.

Esim. G a y e r i n (1898, s. 145) mukaan harsintametsikön *(Femelhochwald)* teoreettinen käsite sisältää, että metsikkö on siten kokoonpantu, että siinä ovat kaikki ylipäänsä mahdolliset ikäluokat yksivuotisesta sirkkataimesta aina järeään puustoon saakka edustettuina joko yksittäisenä tai ryhmittäisenä sekoituksena ja lisäksi aina ja kestävästi.

A m m o n (1937, s. 29), nykyisen sveitsiläisen harsintatalouden innokas kannattaja, määrittelee harsintametsän *(Plenterwald)* seuraavasti: Ei kiertoaikaa. Puuvarasto on rakenteeltaan sekoitettuna ja porrastettuna *(in*

gemischtem und gestuftem Aufbau) jakaantunut tasaisesti koko metsäalalle. Uudistumistapahtuma ei missään ole tarkoituksellisesti pitkähköksi aikaa keskeytynyt. Puuvaraston vaihtelut ovat metsän eri osissa vähäisiä.

Jo se, että Suomen eteläpuoliskossa varsinaisen harsintarakenteen omaavat männiköt yleensäkin ovat, ainakin kovilla mailla, harvinaisuuksia [1]), osoittaa — huomioon ottaen tukkipuun harsintojen yleisyyden —, etteivät nämä harsinnat johda puuston monijaksoisuuteen, eivät ainakaan pysyvästi (vrt. myös Eide 1939, s. 168). Harsintarakenne näyttää ainakin meikäläisissä männiköissä olevan suuressa määrin niiden biologian vastainen. Tällainen käsitys männiköittemme olemuksesta ei ole uusi. Se käy monin tavoin ilmi metsäkirjallisuudestamme.

Blomqvist (1881, s. 33 ja ss. 110—111) on jyrkästi sitä mieltä, että harsintahakkuu ei sovi männylle.

A. K. Cajander (1910, s. 611) sivuuttaa metsiemme uudistushakkuita toisiinsa verratessaan männiköissä suoritettavat harsintahakkuut kokonaan, »koska niitä ei kuitenkaan voi käyttää männylle».

Hannikainen (1919, s. 43) lausuu, että luonnollinen seuraus siitä, että mänty vaatii valoisaa kasvupaikkaa, on, ettei semmoinen metsän muoto, jossa kaikenikäisiä ja -suuruisia puita kasvaa vieretysten ja sekaisin, ole männyn luonteen mukainen. Varsinainen poimintahakkuu ei Hannikaisen (ibid., s. 222) mukaan voikaan tulla meidän oloissamme kysymykseen kuin aniharvoin, tuskin ollenkaan.

Multamäki (1919, s. 47) huomauttaa Savon ja Karjalan metsien tilaa selvitellessään, että männylle ja koivulle ei harsintahakkuu sovi.

Lönnroth (1925, s. 72) toteaa, että mänty valopuuna ei eri-ikäisenä yhdistelmänä muodosta harmonisia metsiköitä. Ja myöhemmin (1927 b, s. 46) hän lausuu, että huomioon ottaen Suomessa menestyvät puulajit puhdas harsintamuoto tuskin on meillä menestyksellisesti toteutettavissa.

Kaikkein laihimpien kasvupaikkojen männiköissä on kuitenkin havaittavissa jonkinlaista taipumusta lievään rungoittaiseen monijaksoisuuteen. Selvimmin tämä ilmenee jäkälätyypillä, mutta jonkinlaista suurempaa mukautumista harsintarakenteeseen kuin muilla paremmilla metsätyypeillä on havaittavissa kanervatyypinkin männiköissä. Niinpä A. K. Cajander (1909, s. 128) mainitsee Evolta useita eri-ikäisiä, kuloaloille nousseita kanervatyypin männiköitä, ja Yrjö Ilvessalo (1916, s. 4) on Salmin kruunupuistossa pannut merkille, että mänty muodostaa kanervatyypillä puhtaita, mutta verraten harvoin aivan tasaikäisiä metsiköitä. Heikinheimo (1931 a, s. 78) huomauttaa metsiemme luontaista uudistamista selostaessaan, että kanervatyypin männiköt ovat verraten usein eri-ikäisiäkin. »Näin on etenkin Pohjois-Suomessa.» Lönnroth (1925, s. 161) on mm. todennut, että kanervatyypin tasaikäisissä, luonnon normaaleissa männiköissä vallitut latvuskerrokset ovat suhteellisesti voi-

[1]) Käsillä olevaa tutkimusta suoritettaessa erityisesti etsittiin tällaisia metsiköitä, mutta tuloksetta.

makkaammin kehittyneitä kuin vastaavissa puolukkatyypin ja mustikkatyypin metsiköissä. Hän esittää tähän kaksikin syytä. Ensinnäkin metsikön itseharvenemiskyky on laihalla maalla heikompi kuin hyvällä, ja tästä johtuu, että vallitsevien puiden prosenttinen osuus metsikön koko runkoluvusta on suhteellisen pieni. Lisäksi laihalla maalla puiden latvukset ovat siksi lyhyitä, että valo pääsee tunkeutumaan suhteellisen syvälle latvuskerroksen sisään, ja täten moninaisesti kerrostuneen alemman latvuskerroksen toimeentulo käy mahdolliseksi. Kilpailun ollessa ankarimmillaan kanervatyypillä n. 20—30-vuotisissa metsiköissä vallitsevien puiden määrä supistuu noin yhteen kymmenesosaan metsikön koko runkoluvusta, ja Lönnroth on lisäksi osoittanut (ibid., s. 174), että yksityisten puiden pituusvaihtelut kanervatyypillä ovat suhteellisesti paljon suuremmat kuin mustikka- ja puolukkatyypillä (vrt. myös Aaltonen 1934 a, s. 238).

Mainittakoon tässä yhteydessä, että myös muutamilla pohjoissuomalaisilla metsätyypeillä (esim. varpu-jäkälätyyppi ja jäkälätyyppi) männiköt omaavat jonkin verran harsintarakennetta muistuttavia piirteitä. Jo Blomqvist (1872, s. 9) on kiinnittänyt tähän huomiota, ja hän mainitseekin, että pohjoisen Lapin metsien kasvu on hyvin puutteellista ja että metsät voivat suojaisissa paikoissa parhaimmillaankin karujen luonnonsuhteiden johdosta kehittää vain harsintametsän säännöttömän muodon. Lassilan (1920, s. 79) mukaan se seikka, että mänty Perä-Pohjolan metsissä viihtyy eri-ikäisissä metsiköissä, johtuu ensi sijassa näiden metsien harvuudesta. Lassila (s. 80) päättelee edelleen, että tästä metsien harsintarakenteesta on seurauksena, etteivät hirrenharsinnan jäljet valtion metsissä ja talonpoikaisharsinnan jäljet yksityismetsissä yleensä ole niin peloittavia kuin ollaan taipuvaisia otaksumaan.

Harsintamänniköiden tasaantuminen tietyssä kehitysvaiheessa yksijaksoisiksi oikeuttaa päättelemään, että tukkipuun harsinnat männiköissä johtavat jaksoittaiseen *(periodisch)* metsätalouteen, jossa voidaan erottaa kiertoaika. —Kiertoajalla tarkoitetaan käsillä olevassa tutkimuksessa sitä aikaa, joka metsikön kehityksessä kuluu kahden peräkkäin toisiaan seuraavan saman kehitysvaiheen välillä.

Nuorena harsitut männiköt.

Tutkimusmenetelmä.

Tutkimustyöhön ryhdyttäessä oltiin jo etukäteen selvillä siitä, että aineiston lopullista käsittelyä tulisivat kohtaamaan aivan erikoiset vaikeudet aineiston monisäikeisyyden vuoksi. Ne ilmiöt, jotka käsillä olevassa tutkimuksessa on otettu tarkastettavaksi, eivät yleensä noudata normaalista jakaantumista. Erityisesti se seikka, että hakkuut yksipuolisesti kohdistuvat puuston järeimpään osaan, on syynä tähän. Niinpä voitiinkin jo ennakolta päätellä, ettei metsätieteellisessä tutkimuksessamme niin hedel-

mälliseksi osoittautunut matemaattis-tilastollinen aineiston käsittelytapa yleensä tulisi soveltumaan. Käytetty tutkimustapa on ollut tilastollinen sanan laajemmassa merkityksessä (vrt. Harmaja 1939, s. 12).

Päämääräksi ei alun perinkään ole voitu asettaa tarkkojen taksatoorisiten tunnuslukujen määräämistä tutkittavaksi otetuista metsikkölajeista ja -muodoista, vaan lähinnä on pyritty selvittämään sen kehityksen suunta, jonka alaisina ne ovat. Niinpä onkin yleensä ollut pakko tyytyä ilmiöiden kvalitatiiviseen selvittelyyn, ja milloin on ryhdytty kvantitatiivisiin laskelmiin, on useimmissa tapauksissa ollut tarkoituksena vain eri ilmiöiden vertailun helpottaminen.

Tutkimus jakaantuu kahteen toisistaan erottuvaan osaan: puusto ja sen kehitys sekä harsintamänniköiden uudistuminen. Pääosa puustoon kohdistuvista tutkimuksista on suoritettu siten, että tutkimusmetsiköt, jotka edustavat harsintamänniköiden eri kehitysvaiheita, on yhdistetty kehityssarjaksi vallitsevan puuston iän mukaan.

Tällainen tutkimustapa edellyttää, että täten iän mukaan järjestetyt metsiköt todella edustavat samaa kehityssarjaa. Toisin sanoen se edellyttää, että kukin metsikkö aikaisemmissa kehitysvaiheissaan on ollut ainakin likimain samanlainen kuin aineistossa näitä kehitysvaiheita edustavat metsiköt tutkimusvuotena ovat.

Jo tutkimusmetsiköitä valittaessa kiinnitettiin tähän huomiota. Kunkin metsikön aikaisemmista kehitysvaiheista muodostettiin jonkinlainen käsitys tutkimalla metsikköön kuuluvista puista otettuja kairanlastuja, niissä näkyvää sädekasvun kulkua. Myöhemmin aineiston käsittelyn yhteydessä suoritettiin vielä laskelmia tämän yhteenkuuluvaisuuden selvittämiseksi. Näissä laskelmissa ei kuitenkaan ole voitu selvittää metsiköiden koko aikaisempaa kehitystä. Yleensä oli pakko tyytyä osoittamaan, että kukin metsikkö esim. kymmenen vuotta aikaisemmin on tietyn tunnusluvun suhteen ollut samanlainen kuin tutkimusaineiston sitä kymmenen vuotta nuorempi metsikkö tutkimusvuotena (vrt. ss. 66—67, s. 92, s. 178 ja s. 185). Täten ei siis tosin ole osoitettu, että kukin tutkimusmetsikkö kaikissa aikaisemmissa kehitysvaiheissaan olisi ollut samanlainen kuin tutkimusaineiston näitä vaiheita edustavat tutkimusmetsiköt, mutta on kuitenkin todettu, että kukin koealojen kuvaama sarjan vaihe on kehittynyt edellistä ainakin suurin piirtein vastaavasta kehitysvaiheesta (vrt. myös Erkki K. Kalela 1936, s. 60).

Metsätieteellisessä tutkimuksessa on kiistattomasti yhtenäisen ja yhtenäiseen kehityssarjaan kuuluvan aineiston kerääminen aina tuottanut vaikeuksia, silloinkin kun kyseessä ovat olleet mahdollisimman säännöllisesti kehittyneet metsiköt (esim. Cajanus 1914, Yrjö Ilvessalo 1920 a ja Lönnroth 1925). Ja tällöinkin on eräissä tapauksissa ollut pakko tinkiä teoreettisista homogeenisyysvaatimuksista (vrt. Lönnroth 1925, s. 149). On ilmeistä, että jos käsillä olevassa tutkimuksessa

olisi pyritty likimainkaan tällaiseen aineiston yhtenäisyyteen, niin toisaalta olisi jouduttu pirstomaan aineisto kovin moneen osaan (vrt. Cajanus, 1914) ja toisaalta olisi pakostakin jouduttu tekemään sellaista väkivaltaa luonnon moninaisuudelle, että sitä tuskin olisi voitu pitää tarkoituksenmukaisenakaan huolimatta sen suomasta ainakin näennäisesti suuremmasta tarkkuudesta.

Puusto.

Yleiskatsaus.

Tutkimusmetsiköiden puustoa koskevista tärkeimmistä mittaustuloksista nähdään yhdistelmä taulukosta 4, s. 64.

Tutkimusmetsiköistä, joita kaikkiaan on 41 kpl., on pääosa, 26 kpl. puolukkatyypiltä ja loput 15 kpl. kanervatyypiltä. Puolukkatyypin koealat ovat pääasiassa Etelä-Suomen itäpuoliskosta, kanervatyypin koealat länsipuoliskosta.

Vaikkakin tutkimusmetsiköt on pyritty valitsemaan puhtaista männiköistä, sisältyy niihin sekapuulajeja merkittävästi. Kuitenkin nähdään, että kuusettuminen ei nyt tarkastettavana olevissa metsiköissä ole vielä edistynyt alkua pitemmälle. Eräissä puuvarastoltaan pienissä metsiköissä kuusen osuus koko puuvarastosta tosin jonkin yksityisen jätekuusen ansiosta on noussut huomattavan korkeaksi, mutta hakkuumääriä tarkastettaessa nähdään, että tällaisissakin tapauksissa varsinainen alalla ennen hakkuuta kasvanut metsikkö on ollut jokseenkin puhdas männikkö.

Kiertoaika.

Aikaisemmin on jo huomautettu, että harsintamänniköiden kehitys muodostuu jaksoittaiseksi; siinä voidaan erottaa kiertoaika. Yksityistapauksissa kiertoajan pituus vaihtelee melkoisesti, mutta suurin piirtein se nuorena harsituissa männiköissä kanervatyypillä on vaihdellut 100:sta 120 vuoteen (keskim. 110 v.) ja puolukkatyypillä 70:stä 90 vuoteen (keskim. 80 v.). (Vrt. taulukko 4, s. 64.)

Jos tarkastetaan niitä tuloksia, joihin II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa päädyttiin metsien pinta-alan mukaisista ikäluokkasuhteista Suomen eteläpuoliskon kasvullisilla metsämailla (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 285), niin voidaan panna merkille, että kanerva- ja puolukkatyypin mäntyvaltaisissa metsiköissä kiertoaika näyttää yleisimmin vaihdelleen n. 70:stä 90 vuoteen (vanhempia metsiköitä on niukasti).

Osara (1935, ss. 157—158) on Suomen pienmetsätaloutta selvitellessään kiinnittänyt huomiota myös metsien ikäluokkasuhteisiin. Saatujen tulosten mukaan keskimääräinen kiertoaika näyttää pienmetsissä kuivien kankaiden (kanervatyypin ja puolukkatyypin) mäntyvaltaisissa metsiköissä olevan n. 60—80 vuotta.

Taulukko 4. Mittaustuloksia nuorena harsituista männiköistä.

Tabelle 4. Messungsergebnisse der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Tutkimusaika *Datum*	Kunta *Gemeinde*	Puuston tiheys *Dichte des Bestandes*	Puulajisuhteet % puuvarastosta *Holzarten % der Kubikmasse*			Puuvarasto m³/ha *Kubikmasse fm/ha*	Kasvu m³/ha *Zuwachs fm/ha*	Tukkipuita kpl/ha *Derbholz St./ha*	Valtapuut *Oberbäume*		Hakkuumäärät viime 16 vuoden kuluessa *Hiebssätze während der letzten 16 Jahre*								
												Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä % *Vom Hiebssatz %*			Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä % *Vom Hiebssatz %*		
				Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*				Ikä v. *Alter J.*	Pituus m *Höhe m*			Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*			Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*																					
168	21. 9.39	Pyhäselkä	0.8	82	—	18	5	0.3	4	30	2.1	1937	34	100	—	—	1927	53	100	—	—
215	19. 8.40	Tuusula	0.5	87	13	—	41	2.0	10	35	9.3	1933	1	100	—	—	—	—	—	—	—
216	20. 8.40	»	0.6	98	2	—	47	2.1	20	45	8.9	1933	2	100	—	—	—	—	—	—	—
58	31. 8.38	Laitila	0.6	93	7	—	19	1.1	12	50	8.9	1938	3	60	40	—	1934	37	92	8	—
212	15. 8.40	Tuusula	0.8	100	—	—	82	3.1	10	50	10.7	1937	25	92	1	7	—	—	—	—	—
204	1. 8.40	»	0.6	100	—	—	66	1.6	60	70	12.8	1930	9	100	—	—	1925	3	100	—	—
214	16. 8.40	»	0.6	99	1	—	80	2.1	112	75	16.0	1933	43	99	1	—	—	—	—	—	—
211	14. 8.40	»	0.4	98	2	—	44	1.4	125	80	15.8	1933	68	97	3	—	1925	42	95	5	—
218	22. 8.40	»	0.6	100	—	—	81	2.6	124	80	16.9	1939	3	100	—	—	1932	68	100	—	—
208	12. 8.40	»	0.4	100	—	—	76	1.8	136	95	17.1	1940	9	100	—	—	1930	105	100	—	—
150	2. 9.39	Juuka	0.4	89	11	—	68	1.7	84	105	19.3	1934	72	97	3	—	1926	51	97	2	1
207	8. 8.40	Tuusula	0.3	99	1	—	33	0.8	92	105	14.4	1939	3	100	—	—	1930	70	100	—	—
219	23. 8.40	»	0.3	98	2	—	37	1.2	96	105	15.0	1932	34	100	—	—	1926	15	100	—	—
220	23. 9.40	»	0.3	99	1	—	26	0.7	60	105	15.0	1939	33	100	—	—	1930	30	100	—	—
57	30. 8.38	Laitila	0.2	100	—	—	7	0.1	12	110	11.9	1938	17	73	27	—	1934	29	93	7	—

Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*

98	19. 6.39	Kaukola	0.3	86	1	13	61	2.4	80	10	6.3	1931	37	100	—	—	—	—	—	—	—
103	27. 6.39	Jääski	0.3	37	—	63	2	1.1	—	10	2.0	1935	35	100	—	4	1932	102	99	—	1
92	9. 6.39	Kivennapa	0.4	67	—	33	11	1.6	—	20	6.6	1934	32	14	—	86	1926	65	66	—	34
114	13. 7.39	Juva	0.4	67	33	—	5	0.1	—	20	4.4	1938	14	19	2	79	1927	189	93	—	7
119	17. 7.39	»	0.6	86	14	—	14	2.0	—	30	7.0	1932	13	100	—	—	1927	115	100	—	—
231	6. 9.40	Hyvinkään kpp..	0.6	78	16	6	32	3.0	—	20	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
122	22. 7.39	Juva	0.9	93	7	—	43	6.8	—	25	7.1	1938	13	75	15	10	—	—	—	—	—
123	21. 7.39	»	0.3	80	17	3	24	2.4	—	25	8.1	1938	13	90	10	—	—	—	—	—	—
128	28. 7.39	Kerimäki	0.4	85	5	10	38	2.7	12	30	11.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
171	25. 9.39	Kitee	0.7	74	20	6	71	4.8	10	30	12.1	1924	24	100	—	—	—	—	—	—	—
172	26. 9.39	»	0.7	62	15	23	52	5.4	10	20	9.9	1937	4	100	—	—	1924	34	95	—	5
217	20. 8.40	Tuusula	0.7	99	1	—	134	4.9	128	55	17.0	1931	110	99	1	—	—	—	—	—	—
228	4. 9.40	Hyvinkään kpp..	0.7	95	4	5	144	3.4	228	55	19.2	1936	1	20	—	80	1929	72	93	6	1
126	27. 7.39	Kerimäki	0.4	79	—	21	36	1.9	56	60	16.9	1934	104	100	—	—	1928	59	100	—	—
229	5. 9.40	Hyvinkään kpp..	0.7	96	1	3	126	3.7	212	60	19.2	1935	1	100	—	—	1929	97	89	11	—
56	30. 8.38	Mynämäki	0.2	74	26	—	42	1.0	84	65	16.0	1938	17	90	10	—	1933	103	91	7	2
96	15. 6.39	Sakkola	0.4	78	—	22	47	2.5	68	65	17.1	1936	93	99	—	1	1928	81	78	—	22
95	14. 6.39	Muolaa	0.3	96	—	4	22	1.0	36	70	14.3	1937	4	100	—	—	1932	92	95	—	5
102	27. 6.39	Jääski	0.3	8	—	92	12	0.9	—	70	13.1	1935	52	82	—	18	1932	[1] 73	99	—	1
167	21. 9.39	Pyhäselkä	0.4	95	—	5	62	2.8	80	70	18.4	1937	45	97	—	3	1927	90	100	—	—
178	5.10.39	Heinolan mlk. ..	0.6	100	—	—	86	3.2	180	70	19.0	1934	88	90	—	10	1925	77	100	—	—
99	20. 6.39	Rautjärvi	0.2	57	15	28	39	1.7	24	75	15.3	1937	20	17	3	80	1929	124	93	—	7
111	8. 7.39	Pieksämäki	0.5	99	1	—	109	2.2	136	75	18.3	1935	87	100	—	—	—	—	—	—	—
224	30. 8.40	Hyvinkään kpp..	0.5	95	1	4	105	2.1	188	75	20.0	1935	22	25	10	65	1929	73	97	3	—
IV	15. 6.39	Sakkola	0.2	86	1	13	32	1.0	55	75	19.2	1936	107	100	—	—	1926	102	93	—	7
124	25. 7.39	Kerimäki	0.1	3	16	81	8	0.4	—	80	17.0	1934	34	70	30	—	1928	58	47	3	50

[1]) Hakattu lisäksi v. 1925 125 m³, mä 100 %. — *Im Jahre 1925 125 fm dazu gehauen, Ki 100 %.*

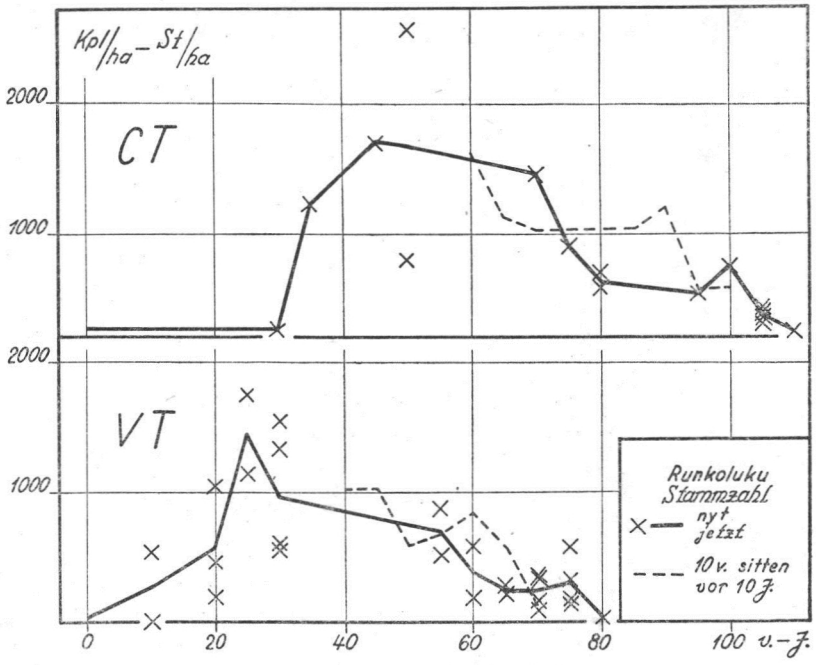
Järjestetyssä metsätaloudessa voitaneen keskimääräisenä kiertoaikana maan eteläpuoliskossa pitää kanervatyypillä n. 90—120 v. ja puolukkatyypillä n. 80—90 v. (vrt. esim. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 20).

Jos verrataan harsintamänniköiden keskimääräisiä kiertoaikoja vastaaviin koko maan eteläpuoliskoa tai pienmetsiä edustaviin lukuihin, niin on sanottava, että mitään oleellista eroa ei ole havaittavissa. Ei liioin voida sanoa, että ne metsänhoidollisesti arvostellen olisivat erityisen lyhyitä.

Tiheys ja runkoluku.

Yksityisille tutkimusmetsiköille arvioidut tiheysluvut nähdään taulukosta 4, s. 64. Niistä käy ilmi, että nuorena harsittujen männiköiden tiheyssuhteet ovat välttäviä, jopa riukumetsäkautena tyydyttäviäkin. Eri kehityskausien puuston keskimääräiseksi tiheydeksi saadaan: taimistokautena CT:llä 0.8 (1 koeala) ja VT:llä 0.4, tiheikkökautena CT:llä ja VT:llä 0.6, riukumetsäkautena CT:llä ja VT:llä 0.7, harsintakautena CT:llä ja VT:llä 0.4 (tutkimusmetsiköiden jakaantuminen eri kehityskausiin nähdään taulukosta 17, s. 112).

Runkoluku kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköissä näkyy kuvasta 6. Koska aivan pienien, rinnankorkeudelta alle 5 cm:n



Kuva 6. Runkoluku (D 1.3 yli 5 cm) nuorena harsituissa mäniköissä. Kanerva- ja puolukkatyyppi.

Abb. 6. Stammzahl (D1.3 über 5 cm) der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Calluna- und Vaccinium-Typ.

läpimittaisten puiden lukumäärä näyttää tutkituissa metsiköissä olevan kovin sattumanvarainen, on nämä puut jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

Nyt tarkastettavana olevat diagrammat samoin kuin myöhemminkin esitettävät vastaavanlaiset diagrammat, joissa on kuvattu tietyn tunnusluvun kehitys koko kiertoajan kuluessa, on laadittu seuraavasti.

Ensinnä on laskettu kunkin tutkimusmetsikön runkoluku, saadut luvut on asetettu akselistoon, jossa vaaka-akselilla on metsikön ikä (5 vuoden luokkavälit) ja pystyakselilla runkoluku, ja täten akselistoon saadut pisteet on sitten yhdistetty murtoviivalla. Sellaisissa tapauksissa, joissa useampia pisteitä on sattunut samalle pystyviivalle (sama ikä), on näiden pisteiden ordinaatoille ensinnä laskettu keskiarvo ja yhdistäminen on sitten suoritettu tähän keskiarvoon. Muuta tasoitusta ei ole tehty. Jättämällä tasoitus suorittamatta ja tuomalla vaihtelu koko laajuudessaan esiin on tahdottu korostaa esitettyjen diagrammojen tilapäistä luonnetta.

Yksityisiä tutkimusmetsiköitä edustavien pisteiden laaja hajonta keskimäärämurtoviivan kummallekin puolelle johtuu osaksi aineiston epähomogeenisyydestä — enimminkään poikkeavia tutkimusmetsiköitä ei ole jätetty pois, mutta se johtuu myös tutkimuskohteen omasta erikoisesta luonteesta. Jos olisi näet mahdollista piirtää yksityisen harsintametsikön runkoluvun kehitystä kuvaava diagramma, ei sekään olisi tasainen käyrä, vaan sahanterämäinen, jossa hampaiden kärjet edustaisivat kehitysvaiheita välittömästi ennen hakkuita ja lovien pohjat kehitysvaiheita välittömästi hakkuiden jälkeen (vrt. esim. Wiedemann 1935 a, s. 71). Yhtenäisessäkin tutkimusaineistossa hajaantuisivat näin ollen yksityisiä tutkimusmetsiköitä edustavat pisteet melkoisesti keskimäärää edustavasta viivasta. Tämä koskee myös myöhemmin esitettäviä vastaavanlaisia diagrammoja.

Kuvaan 6 on lisäksi piirretty aineiston yhteenkuuluvaisuuden selvittämiseksi murtoviiva, joka kuvaa harsintakauden tutkimusmetsiköiden runkolukuja 10 v. sitten. Tämä murtoviiva on saatu ottamalla huomioon tutkimusmetsiköissä viime 10 vuoden kuluessa tapahtunut poisto. Harsintakautta aikaisemmissa metsikön kehitysvaiheissa vaikeuttaa laskelman suorittamista siirtymä pikku puustosta 5 cm:n läpimittaluokkaan. — Nykyisiä ja 10 v. aikaisempia runkolukuja kuvaavat murtoviivat ovat kutakuinkin yhtäpitäviä: runkolukujensa puolesta tutkimusmetsiköt näyttävät kuuluvan yhtenäiseen kehityssarjaan (vrt. Cajanus 1914, s. 15, Lönnroth 1925, s. 150).

Verrattaessa kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköiden runkolukuja toisiinsa voidaan todeta, että ne monessa suhteessa ovat samankaltaisia. Runkolukuja kuvaavien murtoviivojen huiputkin kohoavat miltei yhtä korkealle (n. 1 500 kpl/ha). Puolukkatyypillä, kuten odotettavissa onkin, kehitys tapahtuu vain melkoista noepammin kuin kanervatyypillä. Huomattavimpana erona voidaan panna merkille, että runkoluvun

pieneneminen huippukohdastaan ei ole yhtä jyrkkä kanervatyypin kuin puolukkatyypin harsintamännikössä. Tämä kanervatyypin harsintamännikön suurempi »venyväisyys» johtuu nähtävästi siitä, että valtapuita on suhteellisen vähän ja että vallitut latvuskerrokset ovat vähemmän surkastuneita kuin parempien kasvupaikkojen männiköissä (vivahdus harsintarakenteeseen).

Merkillepantavaa on, että niin pian kuin tukkipuun harsinnat alkavat männiköissä, runkoluku pienenee nopeasti, nopeamminkin kuin hakattujen tukkipuiden lukumäärä edellyttäisi. Tukkipuiden ohella on näet pakko poistaa suuri määrä kuolevia ja kuolleita sekä pahasti vikanaisia pienempiä puita (vrt. kuva 5, s. 58). Tällainen asiantila osoittaa, että harsintamännikössä vallitut latvuskerrokset ovat siksi elinvoimattomia, ettei voimakaskaan vallitseviin latvuskerroksiin kohdistuva väljennys pysty niitä kuin osaksi pelastamaan uhkaavasta kuolemasta. Minkäänlaista elinvoimaista harsintarakennetta ei näin ollen synny, vaan metsikön yksijaksoinen rakenne suurin piirtein säilyy. Männikkö mukautuu huonosti harsintaan, ja vain suhteellisen pieni osa vallituista puista voidaan loppujen lopuksi harsintojen ansiosta lihottaa tukkipuun mittaan.

Harsintamännikön ja luonnon normaalin männikön runkolukujen vertailun helpottamiseksi on laskettu harsintamännikön keskimääräinen kokonaisrunkoluku, johon on sisällytetty kaikki vähintään rinnankorkeuden pituiset puut, puolukkatyypin 20—30-vuotisille metsiköille (9 koealaa). Tulokseksi on saatu n. 4 650 kpl/ha. Vastaava luku luonnon normaalissa metsikössä on (Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 30) n. 7 330 kpl/ha. Harsintamännikön runkoluku osoittautuu näin ollen pienemmäksi kuin luonnon normaalin männikön. Syynä tähän ei liene yksinomaan se, että harsintamänniköt useissa tapauksissa syntyvät vajaatiheinä. Tärkeä syy on löydettävissä nuorien harsintamänniköiden ja vastaavien luonnon normaalien männiköiden puuston rakenne-erossa. Harsintamänniköille ominainen epätasaisuus yksityisten puiden mittasuhteissa on omiaan jouduttamaan ratkaisua puiden välisessä kilpailussa: heikot yksilöt sortuvat nopeasti voimakkaampien tieltä. Tasaikäisissä luonnon normaaleissa männiköissä taas, joissa eri puuyksilöt ovat mahdollisimman paljon toistensa kaltaisia, keskinäinen kilpailu muodostuu äärimmäisen ankaraksi ja ratkeaa suhteellisen hitaasti (ja myös runkoluku pienenee tästä syystä hitaasti).

Kasvisosiologiasta on tunnettua, että se taistelu, joka kasviyhdyskunnissa muodostuu eri yksilöiden välille, on sitä ankarampaa, mitä samanlaisempia näiden yksilöiden elämisen ehdot ovat (esim. Braun-Blanquet 1928, s. 7, Kujala 1929, s. 9, Lappi-Seppälä 1930, s. 108).

Esim. Pöntynen (1929, s. 137) on tutkiessaan kuusen esiintymistä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla pannut merkille, että mitä eri-ikäisempiä alikasvokset ovat, sitä harvemmiksi ne muodostuvat.

Laitakari (1929 a, s. 6) on juuristoja koskevissa tutkimuksissaan päätynyt siihen käsitykseen, että eri-ikäisten (tai paremminkin erikokoisten) puiden juuristojen välinen kilpailu on vähemmän ankaraa kuin samankokoisten.

Wretlind (1936, s. 357) pitää pääasiallisimpana syynä eräiden Pohjois-Ruotsin tiheiden männyn nuorennosten heikkoon itseharvenemiseen näiden metsikköjen tasaikäisyyttä.

Kokonaisrunkoluvun lisäksi on erikseen kiinnitetty huomiota puuston taloudellisesti tärkeimmän osan, tukkipuiden (D 1.3 vähintään 20 cm), lukuun. Taulukosta 4, s. 64 nähdään tutkimusmetsiköissä esiintyneiden tukkipuiden määrä. Keskimäärin tukkipuita on kanervatyypin metsiköissä n. 64 kpl/ha ja puolukkatyypin metsiköissä n. 61 kpl/ha. Yksityiskohtaisia lukuja julkaisematta mainittakoon, että rinnankorkeudelta yli 25 cm:n läpimittaisia tukkipuita on ollut aivan vähän, kanervatyypillä n. 5 % ja puolukkatyypillä n. 12 % tukkipuiden koko määrästä. — Kuvaavaa käytetylle hakkuutavalle on, että niin pian kuin puut saavuttavat tukkipuun koon, ne jokseenkin järjestään hakataan pois. Määräävin leimausperuste on ilmeisestikin hakattavien puiden koko.

Asianomaisia diagrammoja esittämättä mainittakoon, että tukkipuiden keskimääräinen lukumäärä koko kiertoajan kuluessa (kanervatyypillä 110 v. ja puolukkatyypillä 80 v.) on laskettu myös graafisesti piirtämällä harsintamänniköiden tukkipuiden lukumäärää kuvaavat diagrammat. Näiden laskelmien mukaan on tukkipuiden keskimääräksi kanervatyypillä saatu 55 kpl/ha ja puolukkatyypillä 80 kpl/ha.

II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 312) yksityismetsien tukkipuurunkojen lukumäärä oli Suomen eteläpuoliskon kasvullisilla metsämailla keskimäärin 54.5 kpl/ha. Tukkipuiden määrittely oli II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa tosin jonkin verran erilainen kuin käsillä olevassa tutkimuksessa, mutta voitaneen kuitenkin sanoa, että harsintamänniköissä tukkipuiden lukumäärä näyttää olevan samaa suuruusluokkaa kuin tukkipuiden lukumäärä yleensä maamme yksityismetsissä.

Mainittakoon lisäksi, että niillä »vertaustiloilla», jotka Hildén (1934, s. 13) on mitannut eräänlaisiksi kestävän metsätalouden kohtuullisen helposti saavutettaviksi normeiksi, rinnankorkeudelta vähintään 20 cm täyttävien puiden lukumäärä oli keskimäärin 132 kpl/ha.

Kysymys siitä, mikä suhde yksityismetsätaloudessamme on asetettava tukkipuun ja pientavaran kasvatuksen välille, ei kuulu tämän tutkimuksen piiriin. Ilmeistä kuitenkin on, että mikäli tukkipuun kasvatukselle annetaan oleellinen osuus, niin harsintamänniköiden tukkipuuvarastoja on pidettävä kovin pieninä. Erityisesti järeähköä tukkipuuta (D1.3 vähintään 25 cm), joka todella ansaitsisi tukkipuun nimen, on niissä aivan niukasti.

»Tukkipuu»-käsite on ilmeisesti meillä vuosien mittaan vähitellen muuttunut sikäli, että siihen on sisällytetty yhä hoikempaa puuta. Blomqvist (1872, s. 19) määrittelee tukkipuun *(sågtimmer)* koon yli 12.2 desimaalituumaksi (= 36.2 cm) rinnankorkeudelta ilman kuorta. Hannikainen (1919, s. 41) pudottaa rajan hieman alemmas, 30 cm:iin. Yrjö Ilvessalon (1920 a, s. 97) mukaan valtionmetsissä vuoden 1920 paikkeilla luettiin rinnankorkeudelta 22—28 cm täyttävät puut »hirrenaineiksi» ja vasta 28 + cm täyttävät »täysimittaisiksi arvopuiksi» (vrt. myös Lönnroth 1919, s. 104).

Läpimitta ja sädekasvu.

Jonkinlaisen kuvan nuorena harsittujen männiköiden läpimittasuhteista antavat aikaisemmin esitetyt runkojakaantumista kuvaavat pylväsdiagrammat. Tätä kuvaa täydentävät runkolukua havainnollistavat diagrammat. Yksityiskohtaisempiin selvittelyihin ei olekaan ryhdytty. Esim. keskiläpimittoja ei tutkituille harsintamänniköille ole laskettu. Keskiläpimittojen laskeminen, vastatakseen tarkoitustaan, olisi edellyttänyt yhtenäisempää aineistoa. Samasta syystä ei liioin ole suoritettu laskelmia valtapuiden keskimääräisestä läpimitasta, valtaläpimitasta. Sen sijaan on kiinnitetty huomiota yksityisten puiden ja puuryhmien sädekasvuun (1.3 m:n korkeudelta mitattuna) ja pyritty selvittämään, mikä vaikutus metsikköön kohdistuneilla voimakkailla hakkuilla on ollut siihen. Esityksen lyhentämiseksi on myös vanhana harsituissa männiköissä suoritetut tutkimukset tässä liitetty yhteiseen käsittelyyn nuorena harsittujen kanssa.

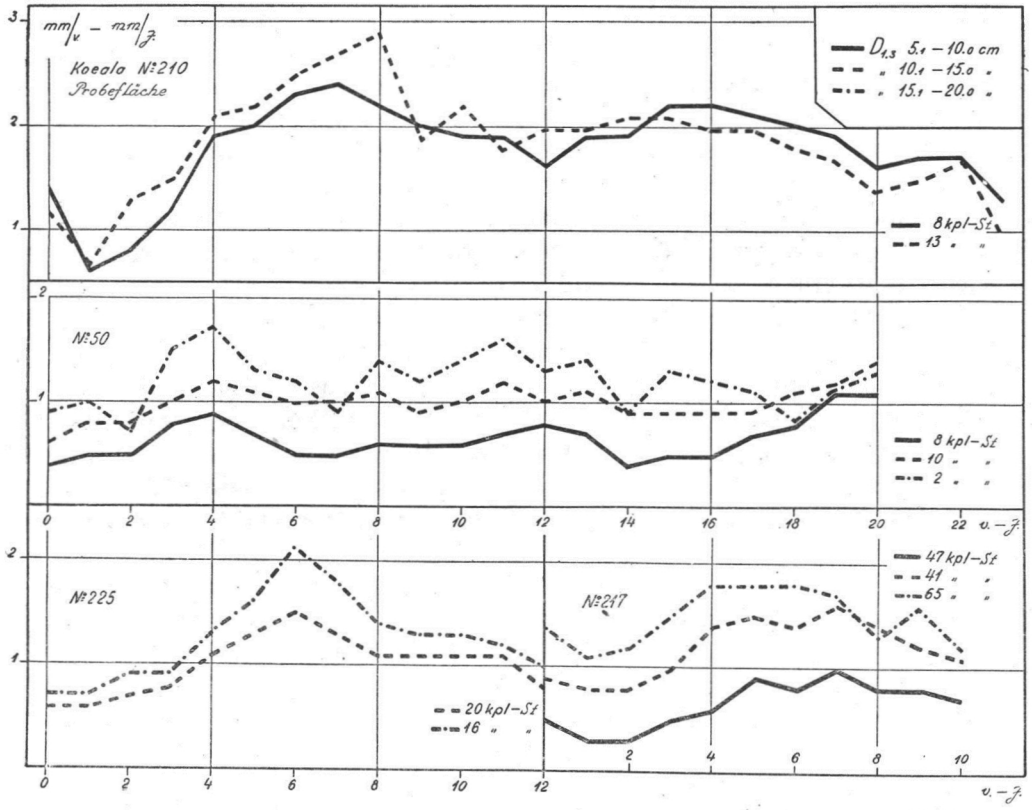
Metsikössä kasvavan yksityisen puun sädekasvu on riippuvainen niin monista eri tekijöistä, ettei minkäänlaisten yleisten keskimäärälukujen laskeminen ole voinut tulla kysymykseen. Mainittakoon vain tällaisista sädekasvuun vaikuttavista tekijöistä puulaji, puun ikä ja koko, metsätyyppi, metsikkölaji ja -muoto, puuston tiheys, hakkuiden voimakkuus, hakkuuvuodet ym. Ne yksityisistä puuryhmistä lasketut keskimäärät, jotka seuraavassa esitetään, pyrkivätkin näin ollen selvittämään vain sädekasvun kvalitatiivista puolta.

Sädekasvu on määrätty kairanlastuista käyttämällä erikoisesti lustojen leveyden mittaamista varten valmistettua kojetta. Tällä kojeella (Yrjö Ilvessalo 1942, ss. 50—51, kuva 16), joka on suunniteltu Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastolla, on mahdollista riittävää suurennusta apuna käyttäen suorittaa lustojen leveyden mittaaminen 0.1 mm:n tarkkuudella.

Otettakoon ensinnä tarkastettavaksi koepuut (21 kpl.) kanervatyypin koealalta n:o 210. Tämä tutkimusmetsikkö ei ole harsintametsikkö, mutta siinä suoritetut kairanlastututkimukset selostetaan kuitenkin tässä yhteydessä, koska ne ovat omiaan valaisemaan varsinaisissa harsintametsiköissä suoritettuja tutkimuksia. Tutkimusmetsikössä on 23 vuotta sitten suoritettu voimakas hakkuu (paljaaksihakkuu). Hakkuualalle on jäänyt

vain yksityisiä, n. 50-vuotisia mäntyjä. Aikaisemmin metsikkö on ollut taajaa riukumännikköä. Taimistoa alueelle on alkanut nousta merkittävästi vasta viimeisten 7 v:n kuluessa.

Nyt tarkastettavana oleva tapaus on sikäli mielenkiintoinen, että jätepuiden sädekasvun kulkua seurattaessa ei tarvitse ottaa jätepuiden keskinäistä kilpailua huomioon. Ei liioin ainakaan aluksi, hakkuita välittömästi seuraavana aikakautena, jätepuuston ja taimiston välistä kilpailua. Jätepuut on jaettu kahteen ryhmään sen mukaan, kuinka suuri niiden läpimitta rinnankorkeudelta mitattuna on ollut ennen paljastavaa hakkuuta. Sädekasvu nähdään kuvasta 7. Sen yleisessä kulussa voidaan panna merkille seuraavaa.



Kuva 7. Hakkuun jälkeinen männyn sädekasvun kulku eräissä tutkimusmetsiköissä. Vaaka-akselilla hakkuusta kulunut aika.

Abb. 7. Verlauf des Radialzuwachses der Kiefer nach dem Hiebe in einigen Probebeständen. Auf der Abszizze die Zeit seit dem Hiebe.

Ensimmäisenä hakkuuta seuraavana vuotena sädekasvu näyttää olevan pienempi kuin välittömästi ennen paljastavaa hakkuuta. Jo toisena tai kolmantena vuotena hakkuun jälkeen sädekasvu kuitenkin suurin piirtein

saavuttaa aikaisemman määränsä ja nousee tämän jälkeen jyrkästi, saavuttaa maksiminsa n. 6.—7. vuotena hakkuun jälkeen ja laskee sitten taas melko jyrkästi. Tämän jälkeen sädekasvu pysyy kymmenkunta vuotta jokseenkin tasaisena. Vasta sitten se osoittaa taas laskua.

Erityisesti kiinnittää huomiota välittömästi hakkuuta seuraavaan aikakauteen sattuva maksimi. Tämä maksimi lienee selitettävä johtuvaksi siitä suhteellisen hyvästä ravintoainetilanteesta, joka hakkuualoille muodostuu johtuen hakkuutähteiden maahan tuomasta ravintoaineiden lisästä ja humuksen parantuneesta tilasta. Merkillepantavaa on, että tämä hakkuun suotuisa vaikutus kanervatyypin kankailla näyttää kestävän vain n. 5—10 vuotta. N. 17.—18. vuotena hakkuun jälkeen havaittava sädekasvun heikkeneminen on ilmeisesti asetettava yhteyteen sen kanssa, että tällöin hakkuualalle on alkanut huomattavammin ilmaantua männyn taimistoa.

Tarkastettakoon sitten sarjaa puolukkatyypin koealalta n:o 225 (selostus s. 138). Tutkimusmetsikössä on 12 vuotta sitten suoritettu ensimmäinen voimakas tukkipuiden määrämittahakkuu. Sitä ennen metsikkö on ollut suurin piirtein sulkeutunut, tasainen mäntytukkimetsä. Koepuiden (36 kpl.) keskimääräinen sädekasvu nähdään kuvasta 7. Siinäkin kiinnittää huomiota hakkuuta välittömästi seuraavaan aikakauteen sattuva sädekasvun maksimi. Syyt tämän maksimin syntymiseen lienevät samat kuin edellä selostetussa sarjassakin. Lisäksi huomataan, että paksummat puut ovat saavuttaneet suuremman absoluuttisen sädekasvun kuin pienemmät.

Seuraava sarja on puolukkatyypin koealalta n:o 217 (selostus s. 65). Tutkimusmetsikössä on 10 vuotta sitten suoritettu ensimmäinen voimakas tukkipuun hakkuu. Hakkuu on ollut voimakkaampi kuin edellä tarkastetussa tapauksessa, johon tutkimusmetsikkö muuten on rinnastettavissa. Ennen hakkuuta metsikkö on ollut jokseenkin tasaista mäntyriukumetsää. Jätepuuston sädekasvussa (kuva 7) voidaan panna merkille seuraavat piirteet.

Välittömästi hakkuun jälkeen sädekasvu on jäänyt pienemmäksi kuin se oli ennen hakkuuta. Vasta 3.—4. vuotena sädekasvu jälleen on saavuttanut saman tason, ja tämän jälkeen se on noussut verrattain jyrkästi saavuttaen maksiminsa, joka sattuu n. 4. ja 9. hakkuun jälkeisen vuoden välille. Sitten sädekasvu taas jonkin verran pienenee. Nyt tarkastettavana olevassa tutkimusmetsikössä hakkuuta seuraava sädekasvun maksimi on suhteellisen loiva edellisiin tapauksiin verrattuna. Paksumpien puiden sädekasvu on elpynyt absoluuttisesti voimakkaammin kuin pienempien puiden.

Viimeinen sarja on puolukkatyypin koealalta n:o 50 (selostus s. 138). Tutkimusmetsikössä on 20 vuotta sitten suoritettu voimakas tukkipuiden määrämittahakkuu ja välittömästi seuraavana vuotena vielä propsihakkuu. Ennen hakkuuta jokseenkin luonnon normaali, n. 75-vuotinen männikkö on näin hakattu aivan harvaksi. Hakkuualalle on jäänyt vain joita-

kin hoikkia, kituvia, aikaisemmin voimakkaasti vallittuja mäntyjä. Tämä tapaus muistuttaa siis jossakin määrin ensimmäiseksi selostettua tutkimusmetsikköä (koeala n:o 210). Nyt tarkastettavana olevassa tapauksessa hakkuualalle jääneet puut ovat kuitenkin olleet kitukasvuisempia. Sädekasvun yleisessä kulussa (kuva 7) voidaan panna merkille seuraavaa.

Sädekasvu on elpynyt vasta n. 3. hakkuuta seuraavana vuotena. Tämän jälkeen se on lisääntynyt voimakkaasti ja saavuttanut maksiminsa n. 4. vuotena hakkuun jälkeen. Sädekasvun myöhempi kulku on melkoisen häilyvää, mutta pääasiassa se on jäänyt tätä ensimmäistä maksimiansa pienemmäksi.

Ne yksityiset havainnot, jotka edellä on selostettu sädekasvun kulusta voimakasta tukkipuun harsintaa seuraavana aikana, antavat aihetta muutamiin päätelmiin.

Sädekasvun elpyminen näyttää yleisimmin alkavan toisena hakkuuta seuraavana vuotena. Tämän jälkeen sädekasvu kohoaa ja saavuttaa n. 5—10 vuoden kuluessa maksimin, jota on pidettävä tilapäisluontoisena. Sen jälkeen kasvu jonkin verran pienenee ja jää yleensä lopullisesti tasolle, joka on korkeampi kuin ennen hakkuuta.

Merkillepantavaa on, että elpyminen on absoluuttisesti voimakkainta suurimmissa puissa. — Tukkipuun harsinnoissa, joissa säännöllisesti hakataan metsikön suurimmat puut, poistetaan siis ainakin sädekasvunsa puolesta elinvoimaisimmat puuyksilöt.

Hakkuiden ja sädekasvun suhdetta selvittelevistä aikaisemmista tutkimuksista ovat varsinkin Ruotsissa suoritetut mainittavat. Nyblom (1927, s. 52) huomauttaa, että kokemuksen mukaan vapautettujen puiden lisääntynyt läpimittakasvu lakkaa noin 12.—13. vuotena hakkuun jälkeen. Petrinin (1937, s. 565) tutkimuksista ilmenee myös selvästi hakkuuta seuraava läpimittakasvun maksimi. Tirén (1937, s. 285) on selvitellessään erästä v. 1908 suoritettua tukkipuun määrämittahakkuuta ja sen vaikutusta jätepuuston kasvuun päätynyt sädekasvun kulkua kuvaaviin diagrammoihin, jotka kaikissa oleellisissa kohdissa ovat verrattavissa niihin tuloksiin, joihin käsillä olevassa tutkimuksessa on tultu.

Kotimaisista tutkimuksista mainittakoon Metsäpellon (1932, ss. 153—157) suorittamat. Metsäpellon tulossarjoista ilmenee, että ylispuiden sädekasvussa on n. 11—20 vuoden kuluttua ylispuiden vapautuksesta todettavissa selvä maksimi, jonka jälkeen sädekasvu pienenee.

Pituus ja pituuskasvu.

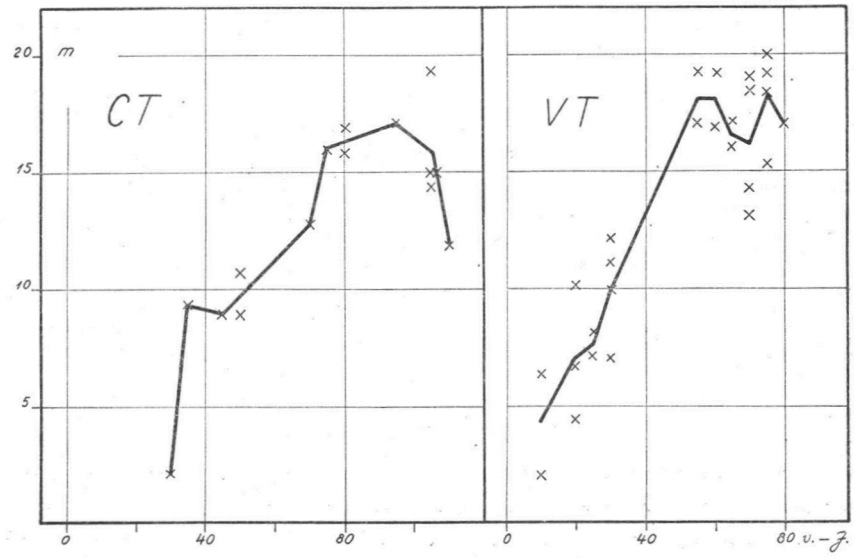
Harsintamänniköiden pituussuhteita on selvitetty tutkimalla niiden valtapituutta sekä yksityisten puuryhmien pituuskasvua.

Valtapituus on laskettu valtapuiden keskipituutena. Milloin metsikkö on ollut selvästi kaksijaksoinen, valtapituus on laskettu kummallekin jaksolle erikseen.

Luonnon normaaleissa ja niihin verrattavissa metsiköissä valtapituuden kehitys kuvaa samalla yksityisen valtapuun pituuden kehitystä (vrt. Yrjö Ilvessalo 1920 a, s. 44). Tämä johtuu siitä, että siirtymä vallituista latvuskerroksista vallitseviin on näissä metsiköissä vähäinen. Toisin on asian laita harsintamänniköissä. Niissä vallitsevaan jaksoon kohdistuvat voimakkaat tukkipuun harsinnat tekevät siirtymän alhaalta ylöspäin ei ainoastaan mahdolliseksi, vaan suorastaan yleiseksikin ilmiöksi. Voidaan sanoa, että harsintamänniköissä alun perin vallitsevaan jaksoon kuuluneista puista tuskin ainoatakaan on jäljellä metsikön kehityksen loppuvaiheissa. Tällaisesta kehityksestä on seurauksena, että valtapituus sellaisena, kuin se tutkimusmetsiköissä on määrätty, saa toisen merkityksen kuin luonnon normaaleissa metsiköissä. Metsikön valtapituuden kehitys ei enää vastaa minkään yksityisen puun pituuden kehitystä, vaan kuvaa ainoastaan metsikössä kulloinkin vallitsevan latvuskerroksen pituussuhteita metsikön eri kehityskausina. Harsintamänniköissä valtapituus puuston tunnuslukuna täten menettää osan sisällöstään.

Nuorena harsittujen männiköiden valtapituudet näkyvät kuvasta 8. Kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköiden valtapituuksia toisiinsa verrattaessa nähdään, että kanervatyypin metsiköissä valtapituus lisääntyy hitaammin ja jää loppujen lopuksikin pienemmäksi kuin puolukkatyypin metsiköissä.

Vertailu harsintamännikön ja vastaavan luonnon normaalin männikön valtapituuden (Yrjö Ilvessalo 1920 b, ss. 31—33) välillä osoittaa,



Kuva 8. Valtapituus nuorena harsituissa männiköissä. Kanerva- ja puolukkatyyppi.
Abb. 8. Oberhöhe der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Calluna- und Vaccinium-Typ.

että aivan nuorissa metsiköissä harsintamännikön valtapituus on rinnastettavissa vastaavaan luonnon normaalin männikön valtapituuteen, mutta niin pian kuin tukkipuun harsinnat varsinaisesti alkavat harsintamänniköissä, jää sen valtapituus huomattavasti pienemmäksi (vrt. Eide 1939, ss. 170—171).

Pysähdys harsintamännikön valtapituuden lisääntymisessä harsintakauden alussa johtuu ilmeisesti ensi sijassa siitä, että tukkipuun harsinnoissa poistetaan metsikön pisimmät puut. Ja sitä mukaa kun jäljelle jääneet puut varttuvat, nekin hakataan seuraavissa harsinnoissa pois. Mutta myös jätepuuston pituuskasvu näyttää harsintahakkuiden johdosta taantuvan (vrt. Nyblom 1927, s. 53).

Taulukko 5. Pituuskasvu nuorena harsituissa männiköissä.

Tabelle 5. Höhenzuwachs der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Ikä v. *Alter J.*	D 1.3-läpimittaluokat cm — *D 1.3-Durchmesserklassen cm*			Koepuita kpl *Probestämme St*
	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	
	Pituuskasvu cm/v. — *Höhenzuwachs cm/J.*			
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*				
95—105	7	5	4	56
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*				
65—75	7	8	8	95

Niihin mittauksiin perustuen, joita tutkimusmetsiköissä on suoritettu pystykoepuiden pituuskasvusta, on laadittu taulukossa 5 esitetty yhdistelmä jätepuuston pituuskasvusta. Tähän yhdistelmään on otettu keskeisintä harsintakautta edustavat tutkimusmetsiköt, kanervatyypin 95—105-vuotiset ja puolukkatyypin 65—75-vuotiset harsintamänniköt. Yrjö Ilvessalon (1920 b, ss. 31—33) mukaan vastaavan ikäisten luonnon normaalien männiköiden valtapuiden pituuskasvu on kanervatyypillä 9 cm/v. ja puolukkatyypillä 17 cm/v. Nämä luvut ovat huomattavasti (kanervatyypillä n. 125 % ja puolukkatyypillä n. 113 %) suuremmat kuin harsintamänniköiden suurimpien puiden pituuskasvu.

Syyt tukkipuun harsintojen pituuskasvua taannuttavaan vaikutukseen lienevät moninaiset. Yksi tärkeimpiä näyttää olevan se, että tukkipuun harsinnoissa poistetaan metsikön elinvoimaisimmat puut; jäljelle jäävien pituuskasvu on jo niiden enemmän tai vähemmän surkastuneen organismin vuoksi heikko. Osittain johtunee heikko pituuskasvu myös siitä, että voimakkaat tukkipuun harsinnat useissa tapauksissa rikkovat pysyvästi metsikön latvusyhteyden. Täten vähenee se kiihoke, jonka puiden välinen keskinäinen kilpailu valosta muodostaa pituuskasvulle (vrt. esim. Lönnroth 1925, s. 183, Morosow 1928, s. 9).

Ne ilmiöt, jotka määräävät puun pituuskasvun kulun, ovat toistaiseksi vaillinaisesti tunnettuja. Ilmeistä kuitenkin on, että mitä suuremmaksi puu varttuu, sitä enemmän ilmaantuu vaikeuksia jatkuvalle pituuskasvulle (Jost 1923, s. 215, Büsgen 1927, s. 14). Puun koko fysiologia on järjestetty määrättyjä ulkonaisia mittasuhteita silmälläpitäen, joiden ylittäminen aiheuttaa kasvun yhä voimakkaampaa taantumista ja johtaa lopuksi välillisesti puun kuolemaan. Tämän ohella voi kasvun kulkuun kuitenkin moni ulkonainen tekijä vaikuttaa enemmän tai vähemmän voimakkaasti.

Vanhastaan on tunnettu täydellisen pimeyden pituuskasvua kiihoittava vaikutus eli etiolementti (A. K. Cajander 1916, s. 110, Jost 1923, s. 50, Strasburger 1931, s. 234). Esim. Hertz (1929, s. 12) on huomioidessaan männyn ja kuusen pituuskehityksen vuotuista ja vuorokautista jaksoa selittänyt yöaikana tapahtuvan kasvun voimakkuuden johtuvaksi ainakin eräissä tapauksissa juuri valon puuttumisesta.

Useat ilmiöt viittaavat kuitenkin siihen, ettei sulkeutuneen metsikön yksityisen puun pituuskasvua kiihoittava vaikutus kuitenkaan suoranaisesti perustu etiolementtiin. Kysymyksessä on pikemminkin korrelaatioilmiö (Jost 1923, s. 101 ja s. 106, Strasburger 1931, ss. 245—246): puu edistää niiden osiensa (latvan huippu) kehittymistä, joilla on parhaat toimintamahdollisuudet. Harvassa metsikössä ei ero latvan huipun ja muun latvuksen välillä ole tässä suhteessa niin selvä kuin sulkeutuneessa, ja kasvu jakaantuu sen vuoksi tasaisemmin koko latvukseen. Varsin kuvaavia tässä suhteessa ovat karsittujen puiden kasvusuhteet. Lakari (1920 b, s. 11) on osoittanut, että kohtuullinen kuusen alaoksien karsiminen (33—48% koko latvuksen pituudesta) kiihoittaa pituuskasvua paksuuskasvun samanaikaisesti heiketessä. Lundh (1924, s. 66) on Ruotsissa Bödan kruununpuistossa suorittamissaan tutkimuksissa päätynyt samanlaiseen tulokseen mäntyyn nähden. Stålfelt (1924, s. 235) on toisaalta osoittanut, että esim. kuusen oksistaan puhdistuminen, so. alaoksien kuoleminen, ei johdu valon puutteesta, vaan sitä on pidettävä korrelaatioilmiönä. Myös Erkki K. Cajanderin (1933, s. 65) havainnot viljelyskuusikoista ovat samansuuntaisia. Hän on todennut, että oksien kuoleminen alkaa metsikön suurimmissa puissa ja edistyy niissä myöskin korkeammalle kuin pienemmissä.

Jos puuston tiheyden pituuskasvua edistävä vaikutus pyritään selittämään eräänlaisena etiolementti-ilmiönä, niin on vaikea käsittää, että suhteellisen pienet muutokset kuivien kankaittemme jo täysitiheinäkin valoisissa männiköissä voisivat aiheuttaa huomattavia muutoksia pituuskasvuun. Korrelaatioilmiönä tämä sen sijaan on helpommin ymmärrettävissä.

Kuvasta 8 näkyy, että tukkipuun harsinnat alkavat jo niissä metsikön kehitysvaiheissa, joissa puuston pituuskasvu on vielä miltei parhaimmillaan.

Herää helposti kysymys, hakataanko tukkipuun harsinnoissa puut keskenkasvuisina.

Biologisesti katsoen puu ei ole koskaan keskenkasvuinen, toisin sanoen puu kasvaa niin kauan kuin se yleensä elää. Kasvamisen intensiteetti kuitenkin muuttuu kasvukauden eri ajanjaksoina huomattavasti. Juuri pituuskasvun kulussa kuvastuvat puun kasvulle ominaiset erilaiset jaksot selvinä.

Maassamme on jo kauan ollut tapana puhua nuorista, kasvuisista metsistä ja niiden vastakohtana hakkuukypsistä. Puhuuhan jo metsälakimme edellisistä. Niiden välistä rajaa ei kuitenkaan ole mitenkään tarkemmin määritelty (vrt. Komsi ym. 1937, s. 21). Selvän, kiistattoman rajan vetäminen tuottaneekin suuria vaikeuksia (vrt. Laitakari 1923, s. 331, Heikinheimo 1936, ss. 213—214). Luonnolliselta tuntuisi kuitenkin asettaa raja johonkin sellaiseen ajankohtaan, jossa metsikön valtapuiden kasvu alkaa silminnähtävästi taantua (Komsi ym. 1937, s. 24, vrt. myös Hannikainen 1919, s. 40 ja Molisch 1929, s. 137).

Tästä näkökulmasta arvostellen on sanottava, että tukkipuun harsinnat nuorena harsituissa männiköissä kohdistuvat ainakin pituutensa puolesta nuoriin, kasvuisiin metsikköihin.

Latvuksen pituus.

Varsinkin keskieurooppalaisessa metsäkirjallisuudessa on puuston latvusten pituuteen kiinnitetty runsaasti huomiota. Esim. kasvatushakkuiden erääksi tavoitteeksi asetetaan riittävänpituisten latvusten (n. $^1/_3$—$^1/_4$ puun koko pituudesta, Wiedemann 1935 a, s. 65) kehittäminen. Myös kuuluisassa Bärenthorenin kestometsätaloudessa omistetaan latvusten hoidolle erikoista huomiota. Päämääränä on n. $^1/_3$:lle puun koko pituudesta ulottuva latvus (Wiedemann 1925, s. 16).

Meidän maassamme ei latvusten pituuteen yleensä ole kiinnitetty samaa huomiota kuin Keski-Euroopassa. Tämä johtunee siitä, että latvusten pituus meikäläisissä metsissä on yleensä tyydyttävä. Erityisesti tukkipuiden harsintahakkuiden käsittelyn yhteydessä on kuitenkin tämäkin puoli usein tullut esille. Seuraavassa tarkastellaan asiaa lähemmin.

Harsintamännikön puiden latvusten kehityksessä voidaan erottaa kaksi toisistaan oleellisesti eroavaa kehityskautta. Ennen varsinaisia tukkipuun harsintoja latvukset joutuvat kehittymään suurin piirtein samanlaisissa olosuhteissa kuin luonnon normaalissa männikössä. Ankara puiden välinen kilpailu on tälle kehityskaudelle leimanantava piirre. Siitä johtuu latvuston kerrostuminen vallitsevaksi ja vallituksi latvuskerrokseksi sekä edelleen näiden kerrosten sisällä erottautuvat eri latvusluokat (vrt. Lönnroth 1925, ss. 1—2).

Nuorena harsituissa männiköissä ei latvusten kerrostuminen ja niiden muovautuminen eri latvusluokiksi kuitenkaan edisty niin pitkälle kuin luonnon normaaleissa männiköissä, vaan ennen kuin kehitys on ehtinyt näin pitkälle, riukumetsäkautena alkavat tukkipuun harsinnat tekevät siitä lopun. Tällöin latvusten kehityksessä alkaa uusi kausi, jolle heikoimmin kehittyneitä latvustyyppejä säästävät hakkuut ovat leimanantavia. Harsintakauden kuluessa aikaisemmin kokonaan toisissa olosuhteissa muodostuneet latvustyypit pyrkivät sitten mahdollisuuksiensa mukaan sopeutumaan uusiin olosuhteisiin. Männyn latvuksen hitaasta elpymiskyvystä johtuen tämä mukautuminen on kuitenkin siksi hidasta, että juuri tällaiset elpymistilassa olevat latvustyypit, jotka eivät oikeastaan vastaa enempää hakkuuta edeltäneitä kuin sitä seuranneitakaan olosuhteita, ovat vallitsevia.

Harsintamännikön latvusten keskimääräisestä pituudesta saadaan jonkinlainen käsitys niiden mittausten perusteella, joita tutkimusmetsiköissä on suoritettu pystykoepuiden latvusten pituudesta. Taulukosta 6 nähdään yhdistelmä näistä mittauksista.[1]) Siinä on rajoituttu käsittelemään vain harsintakautta edustavia tutkimusmetsiköitä.

Taulukko 6. Mäntyjen latvusten pituus nuorena harsituissa männiköissä. Harsintakausi.

Tabelle 6. Kronenlänge der Kiefern in den im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbeständen. Plenterperiode.

Metsätyyppi *Waldtyp*	D 1.3-läpimittaluokat cm — *D 1.3-Durchmesserklassen cm*				Koepuita kpl *Probestämme St*
	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	25.1—30.0	
Latvuksen pituus m — *Kronenlänge m*					
Kanervatyyppi *Calluna-Typ*	4.7±0.3	6.4±0.2	7.5±0.2	·	144
Puolukkatyyppi *Vaccinium-Typ*	4.7±0.3	6.1±0.2	7.2±0.2	8.5±0.3	207
Latvuksen pituus % puun pituudesta — *Kronenlänge % der Baumhöhe*					
Kanervatyyppi *Calluna-Typ*	44	45	45	·	144
Puolukkatyyppi *Vaccinium-Typ*	35	35	35	45	207

[1]) Keskivirheet on laskettu seuraavan yleisesti käytetyn kaavan (Cajanus 1914, s. 40 Yrjö Ilvessalo 1920 a, s. 61, Lönnroth 1925, s. 122) mukaan: $\varepsilon(x) = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$, jossa $\varepsilon(x)$ = keskivirhe, σ = hajonta ja N = varianttien lukumäärä (vrt. myös Lindeberg 1927, s. 79). Saatuja keskivirheitä voitaneen pitää suhteellisen pieninä. Ne ovat suurimmillaan vain n. 6 % itse keskiarvosta.

Verrattaessa kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköiden latvusten pituuksia toisiinsa nähdään, että absoluuttisissa pituuksissa ei ole oleellista eroa, mutta että latvusten suhteellinen pituus on kanervatyypillä selvästi suurempi kuin puolukkatyypillä (erot ovat suurempia kuin erotusten kolminkertaiset keskivirheet.[1]) Tämä toteamus on sopusoinnussa sen jo aikaisemmin mainitun ilmiön kanssa, että vallitut latvuskerrokset kanervatyypin männiköissä ovat suhteellisesti vähemmän surkastuneita kuin puolukkatyypillä.[2]) Latvusten mahdollisesti suurempi elpymiskyky puolukkatyypillä ei voi muuttaa tästä syntynyttä suhdetta.

Taulukosta 6 näkyy edelleen, että sitä mukaa kun siirrytään pienemmistä läpimittaluokista suurempiin, latvusten absoluuttinen pituus kasvaa jokseenkin suoraviivaisesti. Suhteellisessa pituudessa sen sijaan ei läpimittaluokittain ole sanottavia vaihteluja. — Tukkipuun harsinnoissa, joissa hakkuut kohdistuvat metsikön paksuimpiin puihin, poistetaan siis samalla metsikön suurilatvuksisimmat puut.

Lönnroth (1925, kuvat 20—22) on julkaissut diagrammoja tasaikäisen, luonnon normaalin männikön latvuksista 10, 50 ja 150 v:n ikäisissä metsiköissä. Ne eivät tosin ole suorastaan verrattavissa käsillä olevassa tutkimuksessa laskettuihin harsintamännikön latvusten pituuksiin, koska viimeksimainitut on määrätty toisille ikäkausille (80—100-vuotisille kanervatyypin ja 60—80-vuotisille puolukkatyypin metsiköille). Lönnrothin aineistossa latvuksen pituus vaihtelee keskimäärin $^1/_3$—$^1/_5$ puun koko pituudesta.

Lappi-Seppälä (1930, s. 149) on julkaissut lukuja luonnon normaalin mänty-koivusekametsikön latvusten pituudesta. 50—95-vuotisissa puolukka-, mustikka- ja käenkaali-mustikkatyypin metsiköissä mäntyvaltapuiden latvusten pituus on keskimäärin n. 8.6 m (39.8 %). Samassa yhteydessä Lappi-Seppälä esittää Yrjö Ilvessalon tuottotaulukkoaineiston perusteella laskemiaan lukuja vastaavan luonnon normaalin männikön latvusten pituudesta. Valtapuiden keskimääräiseksi latvusten pituudeksi hän saa aivan saman luvun, n. 39.8 % puun koko pituudesta.

Nuorena harsittujen männiköiden latvusten pituus näyttää näin ollen olevan samaa suuruusluokkaa kuin luonnon normaalienkin männiköiden. Viimeksimainituille ominaista latvusten pituutta ei kuitenkaan voida pitää minään metsänhoidollisena normina. Mielenkiintoisempaa olisikin ollut suorittaa vertailuja harsintamänniköiden ja vastaavien metsänhoidollisesti käsiteltyjen männiköiden latvusten pituuden välillä. Viimeksimaini-

[1]) Erotuksen keskivirhe on laskettu kaavasta $\varepsilon\,(x \pm y) = \sqrt{\varepsilon^2(x) + \varepsilon^2(y)}$ (Lindeberg 1927, s. 49).

[2]) Lakari (1920 c, s. 15) on männyn muotoa tutkiessaan julkaissut tilastoa eri puu- taikka latvusluokkien esiintymisestä eri metsätyypeillä, ja siitä käy ilmi mm., että tupsulatvaisia mäntyjä on vähiten kuivien kankaiden männiköissä (puolukka-ja kanervatyypillä), eniten tuoreilla kankailla.

tuista ei kuitenkaan ole joitakin hajanaisia havaintoja lukuun ottamatta tietoja käytettävissä. Näistä havainnoista mainittakoon seuraavat.

Jalava (1934, ss. 13—15) on suorittaessaan tutkimuksia puun aseman vaikutuksesta sen ominaisuuksiin käyttänyt koepuita, jotka on otettu 9 vuotta aikaisemmin siemenpuuasentoon hakatusta mustikkatyypin männiköstä. Näiden koepuiden pituus oli keskimäärin 22 m ja latvuksen pituus vaihteli 11—13 m:iin (50—59 %).

Erkki K. Cajander (1934 a, s. 14) on erästä myrskyntuhoaluetta Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Lapinjärven kokeilualueessa tutkiessaan mitannut mm. 113 männyn latvusten pituudet. Nämä männyt olivat siemenpuita eri-ikäisiltä, kuitenkin enintään 13-vuotisilta siemenpuualoilta. Siemenpuuhakkuut oli yleensä suoritettu ilman valmistus- tai voimakkaita harvennushakkuita sangen tiheistä metsistä suoraan siemenpuustoiksi. Keskimäärin latvukset olivat kaatuneissa puissa 40.4 % puiden koko pituudesta.

Käsillä olevaa tutkimusta suoritettaessa on tehty latvusten pituudenmittauksia seuraavissa metsänhoidollisesti käsitellyissä metsiköissä.

Valkjärvi, Veikkola, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvä koeala II a. Tarkastettu 13. 6. 39. Puolukkatyyppi. Vallitsevan puuston tiheys 0.4 (runkoja 155 kpl/ha), mäntyä 100 %, ikä 100 v., valtapituus 27 m, puuvarasto 200 m³/ha, kasvu 4.8 m³/ha. Väljennetty jokseenkin luonnontilaisesta männiköstä taajaan siemenpuuasentoon v. 1930. Valtapuiden latvusten pituus 8—9 m (30—33 %).

Valkjärvi, Veikkola, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvä koeala I a. Tarkastettu 13. 6. 39. Puolukkatyyppi. Vallitsevan puuston tiheys 0.2 (runkoja 81 kpl/ha), mäntyä 100 %, ikä 100 v., valtapituus 27 m, puuvarasto 120 m³/ha, kasvu 1.8 m³/ha. Väljennetty v. 1930 jokseenkin luonnontilaisesta männiköstä siemenpuuasentoon. Latvusten pituus 9—12 m (33—44 %).

Punkaharju. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen siemennystutkimusala n:o 63. Tarkastettu 1. 8. 39. Puolukkatyyppi. Vallitsevan puuston tiheys 0.3, mäntyä 100 %, ikä 110 v., valtapituus 23 m, puuvarasto 80 m³/ha. Väljennetty v. 1925 jokseenkin luonnontilaisesta männiköstä siemenpuuasentoon. Latvusten pituus 8—11 m (35—48 %).

Tuusula, Ruotsinkylä, Sudenkuopanmäki, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvä koeala VI. Tarkastettu kesäkuussa v. 1941. Kanervatyyppi. Vallitsevan puuston tiheys 0.1 (runkoja 36 kpl/ha), mäntyä 100 %, ikä 125 v., valtapituus 18 m, puuvarasto 29 m³/ha, kasvu 0.8 m³/ha. Siemenpuuhakkuu v. 1927. Latvusten pituus keskimäärin n. 10 m (n. 55 %).

Lopuksi esimerkki eräältä luonnon omalta uudistusalalta, kuloalalta, Haapavedeltä, Hirvilammin valtionpuistosta. Tarkastettu heinäkuussa v. 1932. Kanervatyyppi. Ankara kulo v. 1879, josta jäänyt vain yksittäisiä mäntyjä. Latvusten pituus keskimäärin n. 9 m (72 %).

Edellä selostettuja yksityisiä havaintoja tarkastettaessa nähdään, että näissä ainakin viime aikoina metsänhoidollisesti käsitellyissä metsiköissä latvusten absoluuttinen pituus yleensä on suurempi kuin vastaavissa harsintamänniköissä. Se, että suhteelliset pituudet siitä huolimatta ovat suunnilleen samaa suuruusluokkaa, johtuu metsänhoidollisesti käsiteltyjen puustojen suuremmasta pituudesta.

On kuitenkin huomattava, että mitään erityisen lyhyitä nuorena harsittujen männiköiden latvukset eivät



Kuva 9. Nuorena harsittu männikkö. Kanervatyyppi. Koeala n:o 207. Valok. 8. 8. —40.
Abb. 9. Im Stangenholzalter geplenterter Kiefernbestand. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 207. Foto 8. 8. —40.

o l e. Itse asiassa onkin sanottava, että metsänhoidollisesti suoritettuina voimakkaat harsintahakkuut, jotka avaavat valolle tien syvälle puuston sisään, voisivat tarjota hyvätkin mahdollisuudet pitkien latvusten syntymiselle.

Samalla kun tutkimusmetsiköissä mitattiin koepuiden latvusten pituus, merkittiin myös latvusten muoto muistiin piirtämällä silmävaraisesti niiden profiili. Näiden muistiinpanojen ylimalkaisuuden vuoksi ei niitä ole katsottu olevan aihetta julkaista. Yleensä latvus on ollut enemmän tai vähemmän pyöristynyt ja toispuolinen (vrt. kuva 9 ja 10). Latvuksen painopiste on useimmiten suuntautunut lännen ja etelän välille.[1]) Keskiikäisissä puissa on usein nähtävissä latvuksen elpymisen ensi merkkinä vanhan pyöristyneen latvuksen huipusta esiin pistävä »lisälatvus».[2])

[1]) L ö n n r o t h (1925, s. 202) on todennut samanlaisen suhteen luonnon normaaleissa männiköissä.

[2]) Ruotsissa tällaisiin lisälatvuksiin on kiinnittänyt huomiota mm. W r e t l i n d (1936, s. 283), ja hän esittää niistä kauniita kuviakin.



Kuva 10. Nuorena harsittu männikkö. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 95. Valok. 14. 6. —39.
Abb. 10. Im Stangenholzalter geplenterter Kiefernbestand. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 95. Foto 14. 6. —39.

Tässä yhteydessä on lisäksi mainittava ne havainnot, jotka tehtiin latvusten rehevyydestä. Välittömästi voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen jätepuuston latvukset jäävät aluksi harvahavuisiksi. Vähitellen latvukset kuitenkin tuuhenevat. Normaalin rehevyytensä ne näyttävät saavuttavan n. 6—8 vuoden kuluttua hakkuusta. Selvää eroa kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköiden välillä ei tässä suhteessa ole ollut havaittavissa. Tämä johtunee lähinnä siitä, että joskin latvukset puolukkatyypin männiköissä elpyvät nopeammin kuin kanervatyypin männiköissä, niin toisaalta ne puolukkatyypin männiköissä ovat välittömästi hakkuun jälkeen heikommassa tilassa kuin kanervatyypillä. Tämä latvusten toipuminen täysihavuisiksi voi kuitenkin venyä pitempiaikaiseksikin. Näin käy varsinkin suhteellisen tiheiksi (n. 0.5—0.6) jääneissä jätepuustoissa. — Yleensä männyn latvuksen elpymiskyky on silmiinpistävän heikko.

Latvusten heikon elpymisen on todettu useissa tapauksissa johtuvan myös latvuksiin kohdistuneista hyönteistuhoista. Erityisesti ytimennävertäjät *(Blastophagus spp.)* ovat useissa tapauksissa (esim. koealat n:o 56, 57 ja 58) pahasti harvennelleet jätepuustojen ennestäänkin harvahavuisia latvuksia. Lieviä ytimennävertäjien aiheuttamia tuhoja tutkimusmetsiköissä on maahan varisseista tyypillisistä, tyvestään katkenneista, ontoista kasvaimista päätellen esiintynyt aivan yleisesti. Muutamissa tutkimusmetsiköissä jätepuustoon on hakkuun jälkeen ilmaantunut *Lophyrus*-toukkia, jotka ovat syöneet latvukset niin harvahavuisiksi, että tuho on vielä useiden vuosien jälkeen ollut havaittavissa (koealat n:o 111, 167 ja 168). Tarkempi tutkimus voisi mahdollisesti paljastaa paljon laajemmassakin mitassa voimakkaiden hakkuiden johdosta esiintyneitä hyönteistuhoja. Edellä esitetyt havainnot on näet tehty pääasiassa vain kiikaria apuna käyttäen pystykoepuista.

Voimakkaita hakkuita seuraaviin hyönteistuhoihin on metsäkirjallisuudessa kiinnitetty aikaisemminkin huomiota.

A. K. Cajander (1917, s. 198) huomauttaa, että ainakin useimmissa tapauksissa on alkusyynä kaarnakuoriaisvahinkoihin ollut varomaton hakkuu, tavallisesti tukkipuiden poiminta. Edelleen Cajander mainitsee (s. 331), että ytimennävertäjä ahdistelee etupäässä kuivien kankaiden männiköitä, jos nämä jostakin syystä kituvat.

Saalaksen (1919, s. 354) mukaan *Blastophagus piniperdaa* tavataan runsaasti hakkuualoilla männyn kannoissa sikiämässä ja *Bl. minoria* metsään jätetyissä latvuksissa.

Trägårdh (1921, s. 41) on kiinnittänyt huomiota siihen, että hakkuualoilla erityisesti mäntysiemenpuut joutuvat ytimennävertäjien uhreiksi. Hän huomauttaa edelleen (s. 42), että tämä vahinko ei supistu yksinomaan siihen, että valtavia kasvainmääriä tuhoutuu, vaan että puut itsekin kuolevat ja koko siemenpuuasennon tarkoitus jää saavuttamatta.

Kangas (1934, ss. 47—48) huomauttaa, että kaikki ne tekijät, jotka voivat puun elinvoimaisuutta heikontaa, saattavat luonnollisesti puun, jossa ne esiintyvät, alttiimmaksi kuivumiselle, ts. sitä aiheuttavien lajien tuhoille, kuin mitä puu olisi terveenä ollut.

Laitakari (1935 b, s. 18) mainitsee, että tuhohyönteisten ja -sienten leviämisen kannalta on hakkuutähteillä todettu olevan merkitystä etupäässä vain silloin, kun niihin sisältyy järeitä rungon osia (kantoja), tai suuria oksia.

Ilmeistä on, että toisaalta jätepuustojen heikko fyysillinen tila välittömästi voimakkaiden hakkuiden jälkeen ja toisaalta hakkuualoille runsaassa määrässä jäävät kannot ja hakkuutähteet tekevät harsintamänniköt alttiiksi ytimennävertäjille, jotka sitten kerran puustoon pesiydyttyään saattavat yhdessä muiden tuhohyönteisten kera kauankin jatkaa tuhoaan. Nämä tuhot eivät useinkaan saavuta sellaista laajuutta, että ne muodostuisivat silmiinpistäviksi, mutta »kaikessa hiljaisuudessa» niiden aiheuttama vahinko voi olla suuri.

Tukkipuun harsinnoista jäljelle jääneiden jätepuustojen latvusten verrattain hidas elpyminen täysihavuiseksi on nähtävästi osaksi syynä siihen, että jätepuustojen paksuuskasvukin aluksi vain asteittain saavuttaa täyden mittansa.

Runkomuoto.

Tutkimusmetsiköiden puuvaraston laskemista silmälläpitäen on pystykoepuissa paitsi rinnankorkeusläpimittaa mitattu myös läpimitta 6 metrin korkeudelta sekä koepuiden pituus. Näiden mittausten perusteella on mahdollista saada karkea kuva tutkimusmetsiköiden puuston runkomuodosta, ainakin puiden taloudellisesti tärkeimmän osan, tyvitukin, muodosta.

Taulukko 7. Nuorena harsittujen männiköiden runkomuotoa kuvaavia lukuja. Harsintakausi.

Tabelle 7. Stammformcharakteristika der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Plenterperiode.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Läpimitta 1.3 m:n korkeudella cm *Durchmesser in 1.3 m Höhe cm*				Koepuita kpl *Probestämme St*
	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	25.1—30.0	
Solakkuus % — *Schlankheit %*					
Kanervatyyppi *Calluna-Typ*	1.34	1.42	1.55	1.83	56
Puolukkatyyppi *Vaccinium-Typ*	1.08	1.20	1.38	1.60	95
Jonsonin muotosuhde — *Formquotient nach Jonson*					
Kanervatyyppi *Calluna-Typ*	0.70	0.70	0.65	0.65	56
Puolukkatyyppi *Vaccinium-Typ*	0.70	0.70	0.65	0.65	95
Kapeneminen cm — *Durchmesserabfall cm*					
Kanervatyyppi *Calluna-Typ*	3.5±0.2	4.3±0.1	4.8±0.1	6.4±0.2	56
Puolukkatyyppi *Vaccinium-Typ*	2.8±0.2	3.5±0.1	4.5±0.1	5.7±0.3	95

Taulukosta 7 nähdään läpimittaluokittain pystykoepuiden keskimääräinen solakkuus (vrt. s.31), Jonsonin muotosuhde ja kapeneminen. Jonsonin muotosuhde on laskettu seuraavasti. Läpimittaluokkien pituus- ja kapenemislukujen perusteella on kullekin läpimittaluokalle ensinnä laskettu yksikkökuutio. Kunkin läpimittaluokan keskipituuden ja yksikkökuution mukaan on sitten Jonsonin (1929) kuutioimistaulukoista etsitty (interpoloimalla) vastaava muotosuhde. — Taulukossa 7 rajoitutaan vain harsintamännikön tärkeimpään kehityskauteen, harsintakauteen.

Verrattakoon ensinnä kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköitä toisiinsa. Puolukkatyypin metsiköissä kaikkien läpimittaluokkien puut ovat selvästi solakampia kuin vastaavanpaksuiset kanervatyypin metsiköiden puut (vrt. myös taulukko 8 sekä Lappi-Seppälä 1929, s. 10). Sen sijaan puiden täyteläisyys (Jonsonin muotosuhde) on kanerva- ja puolukkatyypin harsintamänniköissä samanlainen.

Kasvu- ja tuottotaulujen (Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 63 ja s. 58) perusteella on mahdollista laskea lähinnä vastaavan kanervatyypin ja puolukkatyypin luonnon normaalin metsikön puiden solakkuus läpimittaluokittain. Kun näin menetellään, saadaan taulukossa 8 esitetyt luvut. Vertailu harsintamännikköön osoittaa, että niin kanerva- kuin puolukkatyypinkin harsintamännikön puiden solakkuus on huonompi kuin vastaavan luonnon normaalin metsikön.

Taulukko 8. Puuston solakkuus luonnon normaalissa männiköss ä.

Tabelle 8. Schlankheit der Stämme im naturnormalen Kiefernbestand.

Ikä v. *Alter J.*	D 1.3-läpimittaluokat cm — *D 1.3-Durchmesserklassen cm*			
	13	17	23	27
	Solakkuus % — *Schlankheit %*			
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*				
110	1.02	1.08	1.30	1.44
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*				
80	0.86	0.96	1.17	1.30

Luonnon normaalin männikön puuston täyteläisyyttä kuvaavia yleisiä lukuja ei ole ollut käytettävissä.

Yrjö Ilvessalo (1916, ss. 61—90) on mäntymetsiköiden valtapuitten kasvua Salmin kruunupuistossa koskevassa tutkimuksessaan julkaissut yksityiskohtaiset numerot suorittamistaan runkoanalyyseistä. Näiden numeroiden perusteella on mahdollista (interpoloimalla) laskea kysymyksessä oleville puille keskimääräinen Jonsonin muotosuhde. Jos näin menetellään ja laskelmaan otetaan vain säännöllisimmät puut, MT:ltä n:ot 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11 ja 12 sekä CT:ltä n:ot 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23,

Taulukko 9. Puuston täyteläisyys luonnon normaalissa männiköss ä.

Tabelle 9. Vollholzigkeit der Stämme im naturnormalen Kiefernbestand.

Metsätyyppi — *Waldtyp*	Ikä v. — *Alter J.*		
	60	70	80
	Jonsonin muotosuhde — *Formquotient nach Jonson*		
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*	0.76	0.76	0.78
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*		0.77	0.77

24, 29 ja 30, niin saadaan taulukossa 9 esitetyt keskimäärät. Samassa tutkimuksessa on julkaistu myös mäntyvaltapuiden kapenemislukuja (D 1.3—6.0, s. 46), joista mainittakoon, että kapeneminen mustikkatyypillä on 60—100-vuotisissa metsiköissä vaihdellut 2.4—2.8 cm:iin ja kanervatyypillä 60—110-vuotisissa metsiköissä 3.4—4.0 cm:iin. —Erkki K. Kalela (1939, ss. 25—26) on Yrjö Ilvessalon tuottotaulukkoaineiston perusteella laskenut luonnon normaalin männikön valtapuiden keskimääräisiä kapenemislukuja mustikkatyypin metsiköille. Saadut tulokset vaihtelevat tukkipuun kokoisille puille n. 3.0—3.4 cm:iin.

Kun verrataan harsintamänniköiden täyteläisyyslukuja edellä selostettuihin lukuihin, nähdään, että luonnon normaalin männikön puut ovat täyteläisempiä kuin harsintamännikön. Varsinkin tukkipuun mittaisissa puissa ero on selvä, mutta ei kuitenkaan niissäkään erityisen suuri. — Harsintamänniköissä puuston täyteläisyys näyttääkin olevan suhteellisesti paremmin kehittynyt kuin solakkuus.

Maamme eteläpuoliskon mäntyvaltaisten metsiköiden mäntyjen solakkuudesta on Lappi-Seppälä (1929) suorittanut tutkimuksia I:ssä valtakunnan metsien arvioinnissa kerättyyn aineistoon perustuen. Aineisto rajoittuu 41—100-vuotisiin männikköihin, jotka Lappi-Seppälä on jakanut kahteen tiheysluokkaan. I luokkaan kuuluvat kaikki ne metsiköt, joiden tiheys vaihtelee 1.0—0.7, ja II luokkaan ne metsiköt, joiden tiheys on 0.6—0.3. Solakkuuslukuja ei ole laskettu samalla tavalla kuin käsillä olevassa tutkimuksessa, mutta jos niin menetellään, niin keskimääräisiksi luvuiksi läpimittaluokittain saadaan taulukosta 10 näkyvät luvut.

Taulukko 10. Männyn solakkuus Suomen eteläpuoliskon mäntyvaltaisissa metsiköissä.

Tabelle 10. Schlankheit der Kiefer in Beständen mit vorherrschender Kiefer in Südfinnland.

D 1.3 cm	Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*		Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*	
	Tiheysluokka — *Dichteklasse*			
	I [1])	II [1])	I	II
	Solakkuus % — *Schlankheit %*			
12.5	1.4	1.8	1.2	1.3
17.5	1.5	1.9	1.3	1.4
22.5	1.6	2.1	1.4	1.6
27.5	1.8	2.3	1.6	1.7

Harsintamännikön puuston solakkuus vastaa siis lähinnä niiden maamme eteläpuoliskon mäntyvaltaisten metsiköiden puuston solakkuutta, joiden tiheys vaihtelee 1.0:sta 0.7:ään.

[1]) I = tiheys 1.0—0.7. — *Dichte* 1.0—0.7.
II = tiheys 0.6—0.3. — *Dichte* 0.6—0.3.

Maamme metsien puuston keskimääräisestä runkomuodosta (täyteläisyydestä) kerättiin aineistoa I:tä valtakunnan metsien arviointia varten. Tällöin päädyttiin (Yrjö Ilvessalo 1927, taulukko 3) männylle kanervatyypillä Jonsonin muotosuhteeseen 0.668 ja puolukkatyypillä muotosuhteeseen 0.680.

Aro (1935, s. 34) on rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutusta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään koskevassa tutkimuksessaan julkaissut mustikkatyypin metsiköistä lukuja, joiden perusteella voidaan laskea puuston keskimääräinen kapeneminen (D 1.3—D 6.0). Hänen tutkimissaan metsiköissä männyn kapeneminen on näiden lukujen mukaan seuraava: D 1.3 = 13 cm, kapeneminen = 3.2 cm; D 1.3 = 17 cm, kapeneminen 3.9 cm; D 1.3 = 23 cm, kapeneminen = 5.0 cm ja D 1.3 = 27 cm, kapeneminen = 5.6 cm.

Harsintamännikön puuston täyteläisyys näyttää olevan samaa suuruusluokkaa kuin yleensäkin maamme eteläpuoliskon mäntyjen.

Harsintamännikön puiden kutakuinkin tyydyttävä runkomuoto johtunee ensi sijassa siitä, että hakkuissa aina ensinnä poistetaan paksuimmat puut, jotka ovat kasvaneet vapaimmassa asennossa sekä kehittyneet huonomuotoisiksi, ja jäljelle jäävät vallitut latvuskerrokset, joiden runkomuoto ankarassa puiden välisessä kilpailussa on kehittynyt kohtalaisen hyväksi.

Puuston laatu.

Harsintamänniköiden metsänhoidollista tilaa arvosteltaessa puuston laadulla on varsin keskeinen sija. Mainittakoon vain, että esim. Vuoriston (1937, s. 236) mukaan I luokan puun arvo metsässä on keskimäärin n. 100 % korkeampi kuin saman kokoisen III luokan puun arvo. Vastaavasti tukkipuiden laadun merkitystä on arvosteltu Ruotsissakin. Niinpä Carbonnier (1936, s. 579, kuva 1) on suorittanut laskelmia siitä, paljonko eri laatuluokkiin kuuluvien puiden määrätynsuuruinen sädekasvu lisää näiden puiden arvoa. Tulokseksi hän on saanut, että esim. rinnankorkeudelta 24 cm:n paksuisen III laatuluokan männyn sädekasvun tuottama arvon lisäys on $^3/_5$ vastaavasta I luokan puun arvon lisäyksestä. Ja tuottaakseen 4 %:n koron arvolleen tulee rinnankorkeudelta 24 cm:n paksuisen I laatuluokan puun vuotuisen sädekasvun olla vain n. 1.2 mm, mutta III luokan puun vastaavan sädekasvun n. 2.0 mm.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on pääasiallisin huomio laadun arvioimisessa kiinnitetty tukkipuihin. Yleiskatsaus puuston laadusta saadaan taulukosta 11, joka on laadittu pystykoepuiden laadun arvioinnin perusteella. Aineisto on pieni, mutta koska siihen sisältyvät puut tutkimusmetsiköiden koepuina on valittu mahdollisimman edustaviksi ja kukin puu on huolellisesti tutkittu, niin voitaneen tuloksia kuitenkin pitää harsintamänniköiden puuston laatua kuvaavina.

Taulukko 11. Puuston laatu nuorena harsituissa männiköissä.

Tabelle 11. Qualität der Stämme der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

D 1.3-läpimittaluokat — *D 1.3-Durchmesserklassen*										
alle *unter* 20 cm					vähintään *wenigstens* 20 cm					
Laatuluokat — *Qualitätsklassen*										
I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	P	Yhteensä *Insgesamt*	
Koepuiden jakaantuminen — *Verteilung der Probestämme*										
%				Kpl *St*	%					Kpl *St*
K a n e r v a t y y p p i — *C a l l u n a - T y p*										
Taimisto — *Jungwuchs*										
9	60	31	100	37	15	60	23	2	100	37
Tiheikkö — *Dickung*										
7	79	14	100	41	(—)	(61)	(39)	(—)	100	8
Riukumetsä — *Stangenholz*										
4	82	14	100	27	(—)	(33)	(67)	(—)	100	3
Harsintakausi — *Plenterperiode*										
16	76	8	100	92	11	78	10	1	100	80
Keskimäärin ja yhteensä — *Mittel und insgesamt*										
11	74	15	100	197	11	70	17	2	100	128
P u o l u k k a t y y p p i — *V a c c i n i u m - T y p*										
Taimisto — *Jungwuchs*										
2	36	62	100	64	—	92	8	—	100	16
Tiheikkö — *Dickung*										
8	59	33	100	83	·	·	·	·	·	·
Riukumetsä — *Stangenholz*										
5	84	11	100	20	—	50	50	—	100	10
Harsintakausi — *Plenterperiode*										
12	70	18	100	118	19	67	14	—	100	115
Keskimäärin ja yhteensä — *Mittel und insgesamt*										
8	60	32	100	285	15	69	16	—	100	141

Puuston tärkeimmän osan, tukkipuiden (D 1.3 vähintään 20 cm), laatu on arvioitu myöskin puiden luvun yhteydessä. Vertauksen vuoksi esitetään tulokset myös tästä laadun arvioinnista. Kuitenkin rajoitutaan vain harsintamännikön tärkeimpään kehityskauteen, harsintakauteen. Sen keskimääräiseksi laadun jakaantumiseksi on saatu (vrt. s. 16): kanervatyypillä I luokka 33 %, II 66 %, III 11 % ja P 0 % sekä puolukkatyypillä I 17 %,

II 64 %, III 19 % ja P 0 %. Tämä jakaantuminen on suurin piirtein yhdenmukainen taulukon 11 kanssa. Ne erot, jotka ovat havaittavissa, johtunevat pääasiallisesti siitä, että puiden luvun yhteydessä ei tukkipuiden laatuluokittelua ole voitu suorittaa niin yksityiskohtaisesti kuin koepuihin nähden (esim. lahovikojen ja lievän lenkouden toteaminen on ollut epävarmempaa).

Puuston laatu ja siinä metsikön eri kehityskausina havaittavat muutokset näyttävät olevan samantapaisia kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköissä. Metsikön eri kehityskausina laatu vaihtelee huomattavasti.

Taimistoissa tukkipuut esiintyvät ylispuina, viimeisinä rippeinä edellisestä puustosta. Niiden laatu on tyydyttävä, mutta ei kuitenkaan niin hyvä kuin se voisi olla, jos tällaisiksi jätepuiksi jäävien puiden laatuun olisi hakkuita suoritettaessa kiinnitetty vähänkin huomiota. Yleisin laadun III luokkaan alentaneista tekijöistä on ollut lenkous (puolukkatyypin metsiköissä 63 % III luokan puista), seuraavalla sijalla on koroisuus (kaatokoroja 19 %), ja vasta niiden jälkeen seuraa oksikkuus. — Pienien puiden (rinnankorkeusläpimitta alle 20 cm) laatu on suhteellisen huono. Taimistoissa ne näet esiintyvät esikasvoksena, varsinaisesta taimistosta kehityksessään jonkin verran edelle ehtineinä susipuina (vrt. Wretlind 1936, s. 339).

Tiheikkökautena tukkipuiden laatu on huonompi. Tämä johtuu siitä, että tukkipuista nyt enää vain osa on vanhoja jätepuita, kun sen sijaan pääosan muodostavat uuden puuston nopeimmin kehittyneet yksilöt. Niistä suurin osa on susimaisia. Niinpä oksikkuus onkin tiheikkökautena tukkipuiden pahin vikanaisuus. Pienien puiden laatu on parempi kuin taimistokautena. Tämä johtuu siitä, että vallitsevan jakson susipuut ovat jo osittain siirtyneet tukkipuuluokkaan, osittain niitä metsikön paksuimpina puina on jo hakkuissakin poistettu.

Riukumetsäkautena tukkipuut ovat suhteellisesti kaikkein huonoimpia. Tukkipuut kuuluvat nyt jokseenkin järjestään vallitsevan puuston esikasvokseen. Tämän mukaisesti ne ovat kehittyneet susimaisiksi. Yleisin vikanaisuus on oksikkuus.

Harsintakautena tukkipuiden laatu on tyydyttävä. Jo ensimmäisissä tukkipuun harsinnoissa oksikkaimmat puut näet häviävät puustosta. Tästä syystä tukkipuut harsintakauden myöhemmissä vaiheissa ovatkin verrattain hieno-oksaisia. Oksikkuuden tilalle ilmaantuu kuitenkin muita vikanaisuuksia. Tärkeimmät tukkipuita III luokkaan alentaneista vikanaisuuksista ovat olleet lenkous, oksikkuus ja koroisuus (pääasiallisesti kaatokoroja). Erityisesti lenkouden yleisyydestä (kanervatyypillä 66 % ja puolukkatyypillä 50 % kaikista III luokan puista) johtuu, että huolimatta tukkipuiden melkoisesta hieno-oksaisuudesta, vain verrattain pieni osa niistä on joutunut I luokkaan.

Ei ole mikään sattuma, että juuri lenkous on harsintakautena tukkipuiden yleisin vikanaisuus. Se näyttää näet olevan vikanaisuus, joka kiinteästi liittyy tukkipuiden harsintaan. Harsinnoissa jäljelle jäävät, aikaisemmin vallitussa asemassa olleet puut, ovat jo ennen tukkipuun harsintojen alkamistakin suureksi osaksi lenkoja. Lenkous näyttää havaintojen mukaan johtuvan ainakin osittain näiden puiden epäsymmetrisestä latvuksesta. Useissa tapauksissa toispuolinen latvus ja sen keräämä vesi sekä lumi suorastaan painavat rungon vääräksi (vrt. Tikka 1935, s. 106). Kun tukkipuun harsinnoissa lisäksi poistetaan metsikön paksuimmat ja samalla tuulta vastaan kestävimmät puut, niin jäljelle jäävät, suhteellisen heikot rungot myös tuuli helposti painaa vääriksi.

Kaatokorojen runsaus tukkipuissa varsinkin harsintakauden loppuvaiheissa on luonnollinen seuraus niistä monista tukkipuun hakkuista, joista kukin on enemmän tai vähemmän vikuuttanut näitä viimeksi jäljelle jääneitä puita. On huomattava, että kaatokorot muutenkin keskittyvät juuri metsikön ohuimpiin puihin, koska kaatomiehet, milloin metsikössä ei ole sopivia aukkoja, mieluummin kaatavat hakattavat puut konkelojen pelosta ohuita kuin vankkoja puita vastaan.

Myös pienet puut ovat harsintakautena laadultaan tyydyttäviä. Harsintakauden kuluessa ne kehittyvät yhä hieno-oksaisemmiksi, mutta samalla niihin ilmaantuu muita vikanaisuuksia, kuten lenkoutta ja kaatokoroja.

Harsintamänniköiden puustossa yleisesti esiintyneiden vikanaisuuksien ohessa on syytä huomioida myös eräät tuhot, joita näissä metsissä on esiintynyt huomattavan niukasti.

Rengaslahoa *(Trametes pini)* tutkimusmetsiköissä ei ole tavattu lainkaan. Laho esiintyykin yleisimmin puissa, joissa sydänpuuosa on suhteellisen hyvin kehittynyt, siis keski-ikäistä vanhemmissa puustoissa (Liro 1917, s. 297).

Tervasroso *(Cronartium peridermii-pini)* on tutkimusmetsiköissä ollut ilmeisen harvinainen. A. K. Cajander (1917, s. 324) huomauttaa, että tauti ahdistelee jo nuoriakin mäntyjä, mutta että tuho on suurimmillaan 40—80-vuotisissa. Kehitystilansa puolesta harsintamänniköt siis voisivat hyvinkin olla tämän taudin saastuttamia. Lukuja, joista kävisi ilmi tervasroson yleisyys metsissämme, ei liene käytettävissä. A. K. Cajander (1909, s. 117) mainitsee *Ueber Waldtypen* teoksessaan, että Liro on eräässä Evon 60—80-vuotisessa männikössä lukenut tervasroson saastuttamia puita 58 kpl. hehtaaria kohden. Tällaisiin määriin tervasrosoisten puiden lukumäärä ei ole harsintamänniköissä milloinkaan noussut, vaan se on aina jäänyt alle 10 kpl/ha.

II:n valtakunnan metsien arvioinnin tulosten mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 330) Suomen eteläpuoliskon yksityismetsien mäntytuk-

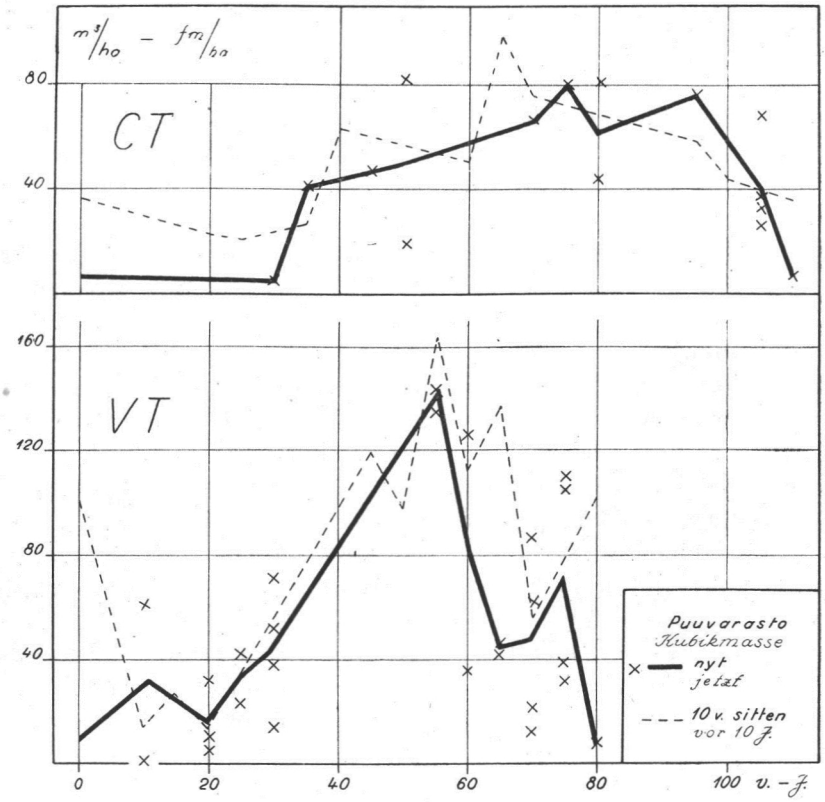
kien kokonaiskuutiojalkamäärän jakaantuminen laatuluokkiin on seuraava: I luokka 7 %, II 65 % ja III luokka 28 %. Nämä luvut eivät kylläkään ole suoranaisesti verrattavissa harsintamänniköiden tukkipuiden laadun jakaantumista kuvaaviin lukuihin, koska mittayksikkö on toinen ja tukkipuiden määrittelykin hieman erilainen (vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 118). Jos tällainen vertailu kuitenkin suoritetaan, niin kiinnittää laadun yhdenmukaisuus huomiota. Harsintamänniköille ominainen tukkipuiden laadun jakaantuminen näyttää olevan yleensäkin tunnusomaista Etelä-Suomen metsien mäntytukkipuille.

Harsintamänniköiden puuston laadussa on ilmeisesti paljon parantamisen varaa. Ottaen huomioon, että hakkuissa ei paljoakaan ole kiinnitetty huomiota jäljelle jäävän puuston laatuun, on kuitenkin todettava, että puuston edes näinkin tyydyttävä laatu johtuu eräistä onnellisista sattumista. Näistä on tärkein se, että ensimmäiset riukumetsiin kohdistuvat tukkipuun harsinnat useissa tapauksissa muistuttavat enemmän tai vähemmän metsänhoidollisia yläharvennuksia. Näiden ensimmäisten hakkuiden jälkeen harsintamännikkö sisältääkin melkoisesti hyvälaatuista puustoa. Ne mahdollisuudet, joita se vielä tässä kehitysvaiheessa tarjoaisi kunnollisten tukkipuiden kasvatukselle, lyödään kuitenkin laimin. Sellaisetkin puut, joista olisi mahdollisuuksia kasvattaa I luokan puita, hakataan heti, kun ne saavuttavat tukkipuun mitan, siitä huolimatta, että ne tällöin ovat vielä laadullisestikin keskenkasvuisia, tavallisesti II luokan puita, jotka jonkin verran järeämmiksi vartuttuaan voisivat siirtyä I luokkaan.

Tässä yhteydessä on paikallaan palauttaa mieleen, että puun laatuarvon määrää kaksi päätekijää, puun koko ja puun laatu (Vuoristo 1937, s. 232). Tukkipuiden koon yleisen pienenemisen ohessa maassamme on parina viime vuosikymmenenä ollut todettavissa niiden laadun heikkenemistä (esim. Lappi-Seppälä 1937, s. 135, Wegelius 1939 a, s. 11; 1939 b, s. 131). Viimeksimainittu ilmiö on yleensä selitetty johtuvaksi metsiemme yhä suuremmasta epätasaisuudesta, joka taas on suurelta osalta luettu yleisesti käytännössä olevien harsinnan luontoisten hakkuiden ansioksi. Ne tulokset, joihin käsillä olevassa tutkimuksessa on päädytty, viittaavat kuitenkin siihen, ettei pääsyy olisi sittenkään hakkuiden harsintaluonteessa, vaan siinä, että tukkipuut yleisesti hakataan liian pienikokoisina, laadullisestikin keskenkasvuisina. — Noista kahdesta mainitusta ilmiöstä, tukkipuiden koon pienenemisestä ja niiden laadun heikkenemisestä, olisi jälkimmäistä näin ollen pidettävä pääasiassa edellisen seurauksena (vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 125).

Puuvarasto.

Nuorena harsittujen männiköiden puuvarastot (kuorineen) hehtaaria kohden laskettuina nähdään kuvasta 11. Puuvarastolla tarkoitetaan vain runkopuuta kannon korkeudelta latvan huippuun. Mittayksikkönä on tässä kuten myöhemminkin käytetty todellista kiintokuutiometriä.



Kuva 11. Puuvarasto (kuorineen) nuorena harsituissa männiköissä. Kanerva- ja puolukkatyyppi.
Abb. 11. Kubikmasse (mit Rinde) der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Calluna- und Vaccinium-Typ.

Samaan kuvaan on piirretty murtoviivat, jotka kuvaavat tutkimusmetsiköiden puuvarastoja 10 vuotta sitten. Nämä on arvioitu seuraavasti. Ensinnäkin, mikäli viime kymmenvuotiskautena ei ole suoritettu mitään hakkuita, on nykyisestä puuvarastosta vähennetty viime viisivuotiskauden keskimääränä laskettu vuotuinen kasvu 10-kertaisena. — Heikkoutena tässä menetelmässä on se, että kasvu on herkästi metsikön kehitystilan mukaan muuttuva tekijä, minkä vuoksi on arveluttavaa arvostella koko viime kymmenvuotiskauden kasvua viime viisivuotiskauden keskimääräisen kasvun perusteella. Nähtävästi tästä onkin johtunut virheellisyyksiä. Nämä virheellisyydet eivät kuitenkaan voi olla suuria, sillä jo kasvu itsessään on tutkituissa harsintamänniköissä ollut suhteellisen pieni, ja tehdyt virheet eivät tähän pieneen kasvuunkaan verrattuina voi olla suuria. — Useimmissa tapauksissa on kuitenkin

viime kymmenvuotiskautena suoritettu ainakin yksi hakkuu. Tällöin on menetelty siten, että nykyisestä puuvarastosta on ensinnä vähennetty tuon hakkuun jälkeen tapahtunut kasvu (nykyisen kasvun mukaan laskettuna), tämän jälkeen on jäännökseen lisätty hakkuumäärä (arvioitu kantojen lukuun perustuen) ja saadusta summasta on vähennetty kasvu viime kymmenvuotiskauden alusta hakkuuvuoteen luettuna. Tämä viimeksimainittu kasvu on määrätty metsikön ikä ja puuston kuutiomäärä huomioon ottaen harsintamännikön kasvua esittävän diagramman (kuva 12, s. 96) perusteella.

Kuvassa 11 esitetyt murtoviivat ovat parittain suurin piirtein yhdenmukaisia; puuvarastoihinsa nähden tutkimusmetsiköt näyttävät näin ollen edustavan kutakuinkin yhtenäistä kehityssarjaa. Kuitenkin on todettavissa, että tutkimusmetsiköiden puuvarastot 10 vuotta sitten ovat olleet hieman suuremmat kuin ne iältään vastaavissa tutkimusmetsiköissä nyt ovat.

Puuvaraston kehitys on kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköissä samantapainen. Aluksi puuvarasto kasvaa, kanervatyypillä verrattain hitaasti, puolukkatyypillä nopeammin ja saavuttaa maksiminsa kanervatyypillä n. 70—90-vuotisissa ja puolukkatyypillä n. 50—60-vuotisissa metsiköissä. Kanervatyypin harsintamänniköissä voidaan tämän maksimipuuvaraston sanoa olevan n. 80 m^3/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä n. 140 m^3/ha. Tämän jälkeen puuvarasto alkaa pienetä. Sitä mukaa kun yhä useammat puut saavuttavat tukkipuun mitan, tapahtuu puuvaraston pieneneminen jatkuvien tukkipuun harsintojen johdosta yhä nopeammin.

Puuvarastoa esittävien diagrammojen perusteella on mahdollista arvioida harsintamännikön puuvaraston keskimääräinen suuruus koko kiertoajan kuluessa. Kanervatyypin harsintamänniköissä saadaan 110 vuoden kiertoajan mukaan laskien 42 m^3/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä 80 vuoden kiertoajan mukaan 58 m^3/ha keskikuutioksi (kuorineen). — Keskikuutioita kuvaavat luvut on pyöristetty täysille kuutiometreille. Laskentamenetelmien epätarkkuuteen katsoen olisi ehkä ollut oikeampaa suorittaa pyöristäminen täysille kymmenille kuutiometreille. Eräiden vertailujen helpottamiseksi ei kuitenkaan ole haluttu mennä näin pitkälle. Nyt sanottu koskee myös myöhemmin esitettäviä vastaavanlaisia tunnuslukuja.

Kun verrataan harsintamännikön ja vastaavan luonnon normaalin männikön puuvarastoja toisiinsa (taulukko 12; Yrjö Ilvessalo 1920 b, ss. 30—32 mukaan), huomataan, että kummankin kehitys on aluksi samansuuntainen. Jyrkkä ero ilmenee kuitenkin siitä ajankohdasta lähtien, jolloin ensimmäiset tukkipuun harsinnat alkavat harsintamännikössä. Sen sijaan, että luonnon normaalin männikön puuvarasto jatkuvasti suurenee, harsintamännikön puuvarasto alkaa tästä lähtien verrattain nopeasti pienetä. — Merkillepantavaa on, että ensimmäiset nuoriin harsintamännikköihin kohdistuvat tukkipuun harsinnat lopettavat näin ollen puuvaraston lisään-

tymisen metsikön sellaisessa kehitysvaiheessa, jossa puuvaraston nopeallekin lisääntymiselle olisi vielä olemassa hyvät biologiset edellytykset.

Taulukko 12. Harsintamännikön puuvaraston vertailu luonnon normaalin metsikön ja Etelä-Suomen mäntyvaltaisten metsien puuvarastoon.

Tabelle 12. Kubikmasse des Kiefernplenterwaldes im Vergleich zu derjenigen des naturnormalen Bestandes und der Wälder mit vorherrschender Kiefer in Südfinnland.

Mänty — *Kiefer*	Ikä v. — *Alter J.*					
	—20	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120
	m³/ha (kuorineen) — *fm/ha (mit Rinde)*					
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*						
Harsintamännikkö *Kiefernplenterwald*	6	5	50	66	71	6
Luonnon normaali *Naturnormaler B.*	7	47	104	153	203	240
Etelä-Suomi *Südfinnland*	19	39	63	80	100	100
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*						
Harsintamännikkö *Kiefernplenterwald*	32	44	120	48	—	—
Luonnon normaali *Naturnormaler B.*	10	87	177	262	328	366
Etelä-Suomi *Südfinnland*	24	56	91	111	120	126

II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksista nähdään mm. Suomen eteläpuoliskon mäntyvaltaisten metsiköiden puuvaraston suuruus ikäluokittain ja metsätyypeittäin (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 291). Yksityismetsistä erikseen ei tällaista erittelyä ole, ei liioin puhtaista männiköistä. Kun verrataan näitä lukuja vastaaviin harsintamänniköiden puuvarastoja kuvaaviin lukuihin (taulukko 12), niin kiinnittää yhdenmukaisuus huomiota. Ero ei ole ainakaan niin tuntuva kuin esim. luonnon normaaliin metsikköön verrattuna. Harsintamänniköille ominainen puuvaraston rakenne näyttää olevan yleinen Suomen eteläpuoliskon mäntyvaltaisissa metsiköissä.

Maan eteläpuoliskon metsistä ei ole käytettävissä lukuja, jotka olisivat rinnastettavissa harsintamänniköiden keskimääräistä puuvarastoa kuvaaviin lukuihin. Mainittakoon kuitenkin, että II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 290) Suomen eteläpuoliskon yksityismetsissä keskikuutio oli kanervatyypillä 47.3 m³/ha ja puolukkatyypillä 74.6 m³/ha.

Käsillä olevassa tutkimuksessa ei ole ollut tilaisuutta syventyä selvittelemään, miten suuri yksityismetsiemme puuvaraston tulisi keskimäärin

hehtaaria kohden olla, jotta tuotto muodostuisi taloudellisesti mahdollisimman edulliseksi. Ratkaisu näyttääkin monimutkaiselta (vrt. esim. Komiteanmietintö 1937, s. 15). Mainittakoon kuitenkin, että ne arviot ja laskelmat, joita on tehty tällaisesta optimipuuvarastosta, päätyvät huomattavasti suurempiin keskikuutioihin kuin edellä harsintamänniköille lasketut (vrt. esim. Wallmo 1897, s. 198, Komiteanmietintö 1937, s. 15 ja Hildén 1934, s. 14).

Tuotto.

Tuottolaskelma.

Käsillä olevassa tutkimuksessa tarkoitetaan tietyn ajanjakson kuluessa tapahtuneella biologisella tuotolla nykyisen puuston kuorettoman runkopuun juoksevaa kasvua tuona ajanjaksona lisättynä samana aikana tapahtuneella poiston kasvulla (vrt. Lönnroth 1929, Saari 1929, s. 3).

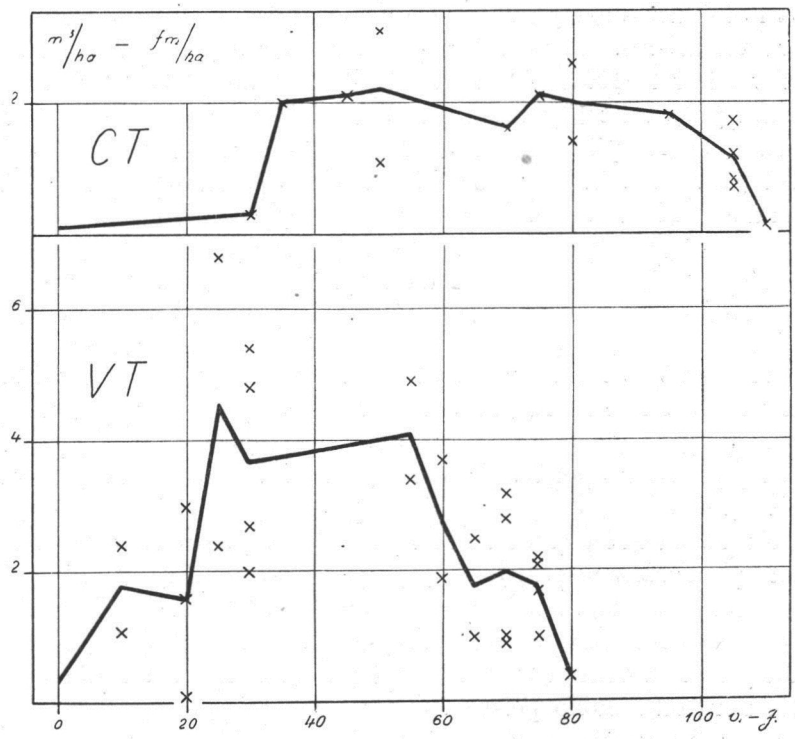
Teknillisellä tuotolla tietyn ajanjakson kuluessa tarkoitetaan sitä puutavaramäärää, joka kysymyksessä olevan ajanjakson kuluessa on hakkuissa poistettu. Aikaisemmin on jo mainittu, että luontainen poisto on tutkimusmetsiköissä ollut hyvin pieni; milloin sitä on tavattu, se on yhdistetty lähinnä sattuneen hakkuun hakkuumäärään. Teknillinen tuotto käsittää näin ollen koko poiston.

Merkillepantavaa on, että näin määriteltyinä biologinen ja teknillinen tuotto koko kiertoajalle laskettuina ovat, ainakin teoreettisesti, samansuuruisia (vrt. Lönnroth 1929, s. 7, Yrjö Ilvessalo 1937 b, s. 97).

Käsillä olevassa tutkimuksessa on arvioitu sekä biologinen että teknillinen kokonaistuotto, kumpikin kokonaan toisistaan riippumatta. Vertaamalla täten saatuja lukuja toisiinsa on ollut mahdollista tarkistaa tulokset. Niihin moniin virhemahdollisuuksiin katsoen, joita sisältyy kumpaankin tuoton laskemistapaan, onkin tällainen tarkistus ollut tarpeellinen.

Biologinen kokonaistuotto on laskettu kiertoajan kaikkien vuotuisten kasvujen summana. Tätä varten on ensinnä piirretty nuorena harsittujen männiköiden kasvun kulkua osoittavat diagrammat (kuva 12) yksityisten tutkimusmetsiköiden kasvulukujen perusteella. Näistä diagrammoista saadaan biologiseksi kokonaistuotoksi kanervatyypin harsintamänniköissä (110 v:n kiertoaika) 143 m^3/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä (80 v:n kiertoaika) 224 m^3/ha kuoretta.

Teknillinen kokonaistuotto on määrätty seuraavasti. Tutkimusmetsiköistä hakkuissa poistetut puutavaramäärät on laskettu kantojen lukuun perustuen niin kauaksi taaksepäin, kuin se on katsottu suinkin mahdolliseksi. Nyt tarkastettavissa kanerva- ja puolukkatyypin harsintamänniköissä tämä aika on rajoitettu 16 vuodeksi.



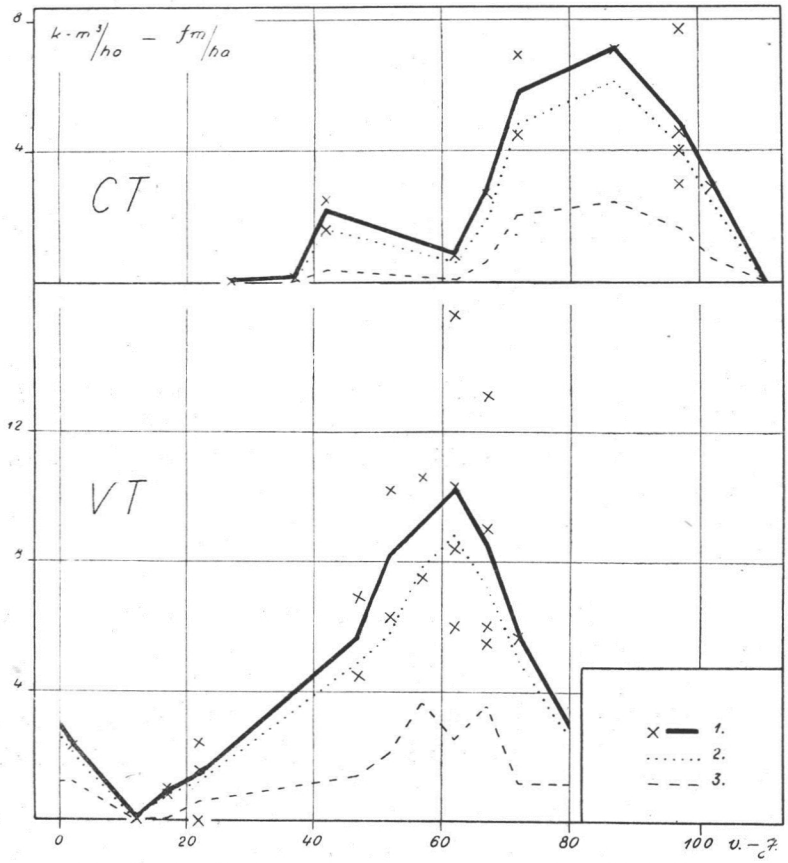
Kuva 12. Vuotuinen juokseva kuutiokasvu nuorena harsituissa männiköissä. Kanerva- ja puolukkatyyppi.
Abb. 12. Jährlicher laufender Massenzuwachs der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Calluna- und Vaccinium-Typ.

Kullekin tutkimusmetsiköllе on laskettu viime 16 vuoden keskimääräinen vuotuinen hakkuumäärä (kuoretta) siten, että tämän ajan kuluessa hakatut puutavaramäärät (m^3/ha) on laskettu yhteen ja summa jaettu 16:lla. Nämä keskimääräiset vuotuiset hakkuumäärät on sitten sijoitettu akselistoon (kuva 13), jossa vaaka-akselilla on tutkimusmetsikön ikä. Hakkuumääriä ei ole asetettu tutkimusmetsiköiden iän osoittamalle pystyviivalle, vaan siitä 8 vuotta taaksepäin; siis sen aikakauden keskelle, jonka keskimäärinä ne on laskettu.[1]) Yhdistämällä täten merkityt pisteet on saatu (16 vuoden keskimääränä laskettua) vuotuista juoksevaa hakkuumäärää (kuoretta) kuvaava murtoviiva. Näistä diagrammoista saadaan teknilliseksi kokonaistuotoksi kanervatyypin harsintamänniköissä (110 v:n kiertoaika) 209 m^3/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä (80 v:n kiertoaika) 304 m^3/ha kuoretta.

Kun verrataan biologisen ja teknillisen kokonaistuoton määriä toisiinsa, niin havaitaan, että ero on huomattava. Kanervatyypillä se on kummalla-

[1]) Diagrammoista on enimmin poikkeavina koealoina jätetty pois n:ot 168 (CT), 103, 92, 114 ja 119 (VT).

kin tavalla lasketun kokonaistuoton keskiarvosta n. 19 % ja puolukkatyypillä n. 15 %. Tämä ero johtunee useista tutkimusmenetelmään liittyvistä virheellisyyksistä. Ensi sijassa lienevät siihen kuitenkin syynä seuraavat kaksi virhelähdettä.



Kuva 13. Vuotuinen hakkuumäärä nuorena harsituissa männiköissä. Kanerva- ja puolukkatyyppi. 1 = hakkuumäärä kuorineen, 2 = hakkuumäärä kuoretta, 3 = tukit kuoretta.

Abb. 13. Jährlicher Hiebssatz der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Calluna- und Vaccinium-Typ. 1 = Hiebssatz mit Rinde, 2 = Hiebssatz ohne Rinde, 3 = Sägeholzblöcke ohne Rinde.

Tutkimusmetsiköitä valittaessa huomio on väkisin kiintynyt ensi sijassa sellaisiin harsintamännikköihin, joissa tukkipuun harsinnan jäljet ovat olleet verrattain tuoreeltaan nähtävissä, toisin sanoen sellaisiin metsikköihin, joissa viimeisistä voimakkaista hakkuista oli kulunut suhteellisen lyhyt aika. Tämä ei merkitse sitä, etteivät tutkimusmetsiköt silti kuuluisi samaan kehityssarjaan, mutta siitä johtuu, että tutkimusaineisto ei hakkuisiin nähden jakaannu täysin umpimähkäisesti, vaan siinä on havaittavissa

ryhmittymistä hakkuuvuosien paikkeille. Tästä syntyy biologista kokonaistuottoa pienentävä ja teknillistä kokonaistuottoa suurentava toispuolinen tekijä.

Aikaisemmin on todettu, että tutkimusmetsiköt eivät muodosta täysin yhtenäistä kehityssarjaa, vaan että ne metsiköt, joihin tukkipuun harsinnat ovat kohdistuneet, ovat keskimäärin olleet hieman puisevampia kuin vastaavanikäiset metsiköt tutkimusaineistossa. Tällainen asiantila on omiaan suurentamaan teknillistä kokonaistuottoa.

On ollut vaikea arvostella, millä tavalla nämä virhetekijät lähemmin ovat vaikuttaneet biologisen ja teknillisen kokonaistuoton laskelmiin. Ilmeistä kuitenkin on, että näille molemmille yhteinen kokonaistuoton oikea määrä on rajojen välillä, joista alarajan muodostaa biologinen kokonaistuotto ja ylärajan teknillinen kokonaistuotto. Koska sen asemaa näihin ääriarvoihin nähden ei ole voitu tarkemmin määritellä, se on laskettu niiden keskiarvona.

Täten on lopulliseksi biologisen sekä teknillisen kokonaistuoton yhteiseksi määräksi saatu kanervatyypin harsintamänniköissä 176 m^3/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä 264 m^3/ha. Tuoton vuotuiseksi keskimääräksi saadaan kanervatyypillä (110 v:n kiertoaika) 1.6 m^3/ha ja puolukkatyypillä (80 v:n kiertoaika) 3.3 m^3/ha.

Kasvu.

Edellä on jo esitetty harsintamänniköiden vuotuisen juoksevan kasvun kulku (kuva 12, s. 96).

Kasvun kulku on kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköissä samantapainen. Kasvu suurenee ensinnä verrattain jyrkästi, saavuttaa maksiminsa kanervatyypillä (n. 2 m^3/ha) n. 40-vuotisissa ja puolukkatyypillä (n. 4 m^3/ha) n. 30-vuotisissa metsiköissä. Tämän jälkeen se pysyy muutaman vuosikymmenen suunnilleen tällä tasolla ja alkaa sitten ensimmäisten tukkipuun harsintojen johdosta verrattain jyrkästi laskea, kanervatyypillä n. 80:n ja puolukkatyypillä n. 60 vuoden iässä.

Kun verrataan harsintamännikön ja vastaavan luonnon normaalin männikön kasvua toisiinsa (taulukko 13; Yrjö Ilvessalo 1920 b, ss. 30—32 mukaan), niin nähdään, että aluksi niiden kulku on samansuuntainen. Siitä lähtien, kun harsintamännikön kasvu tasaantuu, se jää kuitenkin yhä enemmän ja enemmän jälkeen luonnon normaalin männikön kasvusta. Suurimmaksi tämä ero muodostuu varsinaisten tukkipuun harsintojen alettua, kun harsintamännikön kasvu alkaa nopeasti pienetä. Harsintamännikön kasvu jää täten kauttaaltaan pienemmäksi kuin vastaavan luonnon normaalin männikön. Vain tiheikkökautena ensinmainittu hipoo jälkimmäistä. Edelleen nähdään, että harsintamännikön niissä kehitysvaiheissa, joissa kasvun taantuminen tuk-

kipuun harsintojen johdosta alkaa, on vielä olemassa hyvät biologiset edellytykset kasvun tuntuvalle lisääntymiselle; ensimmäiset voimakkaat tukkipuun harsinnat kohdistuvat näin ollen kirjaimellisesti »nuoriin, kasvuisiin metsikköihin».

Taulukko 13. Harsintamännikön kasvun vertailu luonnon normaalin metsikön ja Etelä-Suomen mäntyvaltaisten metsien kasvuun.

Tabelle 13. Zuwachs des Kiefernplenterwaldes im Vergleich zu demjenigen des naturnormalen Bestandes und der Wälder mit vorherrschender Kiefer in Südfinnland.

Mänty — *Kiefer*	Ikä v. — *Alter J.*					
	—20	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120
	m³/ha — *fm/ha*					
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*						
Harsintamännikkö [1]) *Kiefernplenterwald* [1])	0.2	0.4	2.6	1.9	2.3	0.1
Luonnon normaali *Naturnormaler B.*	0.9	2.2	2.9	3.3	3.5	3.1
Etelä-Suomi *Südfinnland*	1.0	2.2	2.5	2.2	2.2	1.9
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*						
Harsintamännikkö *Kiefernplenterwald*	2.2	4.4	4.8	2.4	—	—
Luonnon normaali *Naturnormaler B.*	1.6	5.3	6.1	5.6	4.2	2.4
Etelä-Suomi *Südfinnland*	1.2	3.0	3.4	3.1	2.6	2.3

Keskimääräinen vuotuinen kasvu, kanervatyypillä 1.6 m³/ha ja puolukkatyypillä 3.3 m³/ha (vrt. s. 98), jääkin harsintamänniköissä huomattavasti pienemmäksi kuin vastaavissa luonnon normaaleissa männiköissä. Tämä on Yrjö Ilvessalon (1920 b, ss. 30—32) mukaan kanervatyypillä (110 v:n kiertoaika) 2.6 m³/ha ja puolukkatyypillä (80 v:n kiertoaika) 4.7 m³/ha kuoretta (62 % suurempi kuin kanervatyypin ja 42 % suurempi kuin puolukkatyypin harsintamännikön keskimääräinen vuotuinen kasvu).

Tutkimusmetsiköissä ovat kasvuprosentit yleensä olleet suuria, ainakin vastaaviin luonnon normaalin männikön kasvuprosentteihin verrattavia (vrt. taulukko 4, s. 64). Harsintamänniköiden vähäinen kasvu näyttää näin ollen ensi sijassa johtuvan pienestä puuvarastosta (vrt. myös Osara 1935, s. 197). Ja kasvun kohottaminen edellyttää puuvaraston lisäämistä. Yksityismetsiemme puuvaraston lisääminen on kuitenkin osoittautunut vaikeasti toteutettavaksi tehtäväksi (Osara 1935, s. 412). Sillä juuri

[1]) Diagrammoista otetut kasvun määrät on korjattu samalla kertoimella kuin kokonaiskasvukin. — *Die den Diagrammen entnommenen Beträge des Zuwachses sind mit demselben Koeffizienten multipliziert wie der Gesamtzuwachs.*

harsintamänniköiden pienestä kasvusta johtuu, että suhteellisen lievätkin hakkuut näissä metsiköissä helposti muodostuvat liikahakkuiksi sen sijaan, että puuvaraston säästäminen pienen kasvun lisäämiseksi olisi välttämätöntä, niin juuri pienen kasvun johdosta ennestäänkin vähäinen puuvarasto on vaarassa yhä pienentyä.

II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksista nähdään mm. Suomen eteläpuoliskon mäntyvaltaisten metsiköiden kasvun suuruus ikäluokittain (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 339). Yksityismetsistä erikseen ei tällaista erittelyä ole, ei liioin puhtaista männiköistä. Kun verrataan puheena olevia lukuja vastaaviin harsintamänniköiden kasvua kuvaaviin lukuihin (taulukko 13), kiinnittää yhdenmukaisuus huomiota. Harsintamänniköille ominainen kasvun kulku näyttää olevan yleinen Suomen eteläpuoliskon mäntyvaltaisissa metsiköissä.

Suomen eteläpuoliskon metsistä ei ole käytettävissä lukuja, jotka olisivat rinnastettavissa harsintamänniköiden keskimääräistä vuotuista kasvua osoittaviin lukuihin. Mainittakoon kuitenkin, että II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 338) Suomen eteläpuoliskon yksityismetsissä keskikasvu oli kanervatyypillä 1.82 m^3/ha ja puolukkatyypillä 2.59 m^3/ha.

Hakkuumäärät.

Aikaisemmin on jo esitetty diagrammat, joista käy ilmi harsintamänniköistä vuosittain (16 vuoden keskimääränä) eri ikäkausina hakattujen puutavaramäärien suuruus ilman kuorta (kuva 13, s. 97).

Hakkuumäärien muutokset eri ikäkausina ovat kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköissä samantapaisia. Hakkuumäärät suurenevat ensinnä verrattain hitaasti, sitten nopeammin ja saavuttavat maksiminsa kanervatyypillä (n. 7 m^3/ha) 80—90-vuotisissa metsiköissä ja puolukkatyypillä (n. 10 m^3/ha) 55—65-vuotisissa metsiköissä. Tämän jälkeen hakkuumäärät nopeasti pienenevät.

Kun verrataan harsintamänniköistä tiettyinä ikäkausina hakattuja puutavaramääriä ja vastaavaa kasvua (kuva 12) toisiinsa, niin kiinnittää huomiota se, että hakkuumäärät jo suhteellisen nuorissa, kanervatyypillä 65—75-vuotisissa ja puolukkatyypillä 50—60-vuotisissa metsiköissä ylittävät kasvun. Kuitenkaan ne eivät vielä metsikön näissä kehitysvaiheissa johda metsikön uudistumiseen, vaan kiertoaika venyy huomattavasti pitemmäksi (kanervatyypillä n. 110 vuotta ja puolukkatyypillä n. 80 vuotta). Ilmeistä onkin, ettei harsintamänniköiden pieni puuvarasto ja siihen liittyvä vähäinen kasvu johdu kiertoajan lyhyydestä, vaan siitä, että tukkipuun harsinnat voimakkaina kohdistuvat jo nuoriin, keskenkasvuisiin metsikköihin (vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 101).

Vastaavasti kuin hakkuumäärien suuruutta kuoretta esittävät diagrammat on piirretty samat kuorineen sekä tärkeimpiin puutavaralajeihin eriteltyinä (kuva 13).[1]) Viimeksimainittu erittely on suoritettu Yrjö Ilvessalon (1938, ss. 96—99) Tapion taskukirjassa julkaiseman taulukon mukaan kuhunkin tutkimusmetsikköön nähden erikseen. Tukkien minimikooksi on tässä taulukossa otettu mäntytyvitukeille 18′ × 6″ ja latvatukeille 16′ × 5″. Propsipuuksi on nimitetty tukkipuun mittaa pienempi puu 8 cm:n latvaläpimittaan saakka ja sitä pienempi puu on 4 cm:n latvaläpimittaan metrin mittaisina pölkkyinä otettu halkopuuksi. Lehtipuille on 18′ × 7″ otettu tyvitukkien minimimitaksi ja propsipuun kokoinen puu luettu haloiksi. Kaikki läpimitat on mitattu kuoren alta. Tukit ovat kuoretta teknillistä mittaa, propsit puolipuhtaaksi kuorittuja ja halot kuorineen — Selvyyden vuoksi kuvassa 13 on julkaistu vain kokonaishakkuumäärää kuorineen ja kuoretta sekä tukkipuiden määrää kuvaavat diagrammat.

Näissä diagrammoissa kiinnittää erityisesti tukkipuiden hakkuumäärää kuvaava murtoviiva huomiota. Tukkipuita harsitaan miltei kaikkina metsikön kehityskausina; suurimmilleen niiden määrä nousee kuitenkin kanervatyypillä n. 70—90-vuotisissa ja puolukkatyypillä n. 50—70-vuotisissa metsiköissä.

Taulukko 14. Keskimääräinen vuotuinen hakkuumäärä nuorena harsituissa männiköissä.

Tabelle 14. Mittlerer jährlicher Hiebssatz in den im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbeständen.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Hakkuumäärä *Hiebssatz*		Hakkuumäärä eriteltynä *Zusammensetzung des Hiebssatzes*				
	Kuorineen *Mit Rinde*	Kuoretta *Ohne Rinde*	Tukit *Stangenholzhölzer*	Propsit *Kleines Nutzholz*	Polttopuu *Brennholz*	Hakkuutähteet *Hiebsreste*	Yhteensä *Insgesamt*
	k-m³/ha — *fm/ha*						
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*	2.1	1.6	0.6	0.8	0.2	0.5	2.1
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*	3.8	3.3	1.2	1.2	0.5	0.9	3.8
	%						
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*	100	76	29	38	9	24	100
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*	100	87	32	32	13	23	100

Diagrammojen perusteella on mahdollista laskea koko kiertoajan kokonaishakkuumäärä kuorineen sekä sen (teoreettinen) jakaantuminen tärkeimpiin puutavaralajeihin, ja näiden perusteella edelleen vastaavat luvut

[1]) Menetelmä muistuttaa jossakin määrin Yrjö Ilvessalon (1937 b, s. 49) runkolukusarjojen määräämisessä käyttämää.

keskimäärin vuotta kohden. Viimeksimainitut nähdään taulukosta 14. Ennen kuin tätä taulukkoa ryhdytään tarkastamaan, on huomautettava, että kaiken todennäköisyyden mukaan kokonaishakkuumäärän jakaantuminen puutavaralajeihin käytännössä muodostuu epäedullisemmaksi kuin siinä tuloksessa, joka nähdään tästä taulukosta (vrt. Piha 1941, s. 288). Todellisuudessa varsinkin propsien määrä on nähtävästi pienempi ja halkojen suurempi. Tämä johtuu siitä, että käytännössä vain harvoin hakkuumäärä tulee jaetuksi mahdollisimman edullisesti eri puutavaralajien kesken.

Yleisiä lukuja, joista kävisi ilmi, miten koko maan eteläpuoliskossa hakkuumäärät keskimäärin jakaantuvat tärkeimpien puutavaralajien kesken, ei ole käytettävissä.

Jonkinlaisen kuvan siitä, millaiseksi hakkuumäärien rakenne maassamme arvioidaan, antavat kuitenkin esim. metsäverotuksen uudistamiskomitean (Komiteanmietintö 1942, s. 56) esittämät erilaiset ns. verokuutiometrin rakennekaavat. Erityisesti maamme vv. 1925—34 keskimääräisen puun käytön perusteella laadittu kaava kiinnittää tässä yhteydessä huomiota. Sen mukaan käyttökuutiometri mainittuna ajanjaksona jakaantui seuraavasti: tukkipuuta (täsmällistä teknillistä mittaa kuoretta) 9.8 engl. j^3 (0.28 k-m^3), paperi-, propsi- yms. puuta (puolipuhtaaksi kuorittuna) 0.30 p-m^3 (0.19 k-m^3), halko- ym. siihen verrattavaa puuta (kuorineen) 0.65 p-m^3 (0.38 k-m^3) ja tähde-eriä 0.15 k-m^3.

Heikinheimo (1943, s. 11) on esittänyt lukuja eräiden metsänhoidollisesti käsiteltyjen metsien hakkuumäärien rakenteesta. Mainittakoon, että tukkipuiden osuus kokonaishakkuumäärästä on näiden lukujen mukaan ollut W. Rosenlew & C:o A.B:n metsissä keskimäärin vuosina 1937—42 41.2 %, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Vilppulan kokeilualueessa vuosina 1925—40 38 % ja Vesijaon kokeilualueessa samoin vuosina 1925—40 46 %.

Maassamme keskimääräiseksi arvioitu hakkuumäärien jakaantuminen tärkeimpiin puutavaralajeihin näyttää suurin piirtein vastaavan, ainakin järeän puun osalta, harsintamänniköistä hakattujen puutavaraerien rakennetta — varsinkin kun otetaan huomioon, kuten edellä on huomautettu, että viimeksimainittu teoreettisena laskelmana kaiken todennäköisyyden mukaan antaa jonkin verran liian edullisen kuvan hakkuumäärien rakenteesta. Metsänhoidollisesti käsitellyissä metsissä hakkuumäärien rakenne näyttää sen sijaan edullisemmalta.

Aikaisemmin on todettu, että määräävänä leimausperusteena tukkipuun harsinnoissa on ollut hakattavien puiden koko ja teknillinen laatu: tukkipuun mitan ja laadun täyttävät puut hakataan enemmän tai vähemmän määrämittaan pois. Näin ollen odottaisi, että — olivatpa keskimäärin vuotuiset hakkuumäärät kuinka pieniä hyvänsä — tukkipuiden osuus kokonaishakkuumäärästä olisi kuitenkin suhteellisen suuri. Asianlaita näyttää kuitenkin olevan toisin.

Tukkien suhteellisen vähäinen osuus kokonaishakkuumäärästä johtuu nähtävästi pohjimmaltaan siitä, että tukkipuun harsinnat aloitetaan voimakkaina jo nuorissa, keskenkasvuisissa metsiköissä. Hakattavat tukkipuut ovat suurimmaksi osaksi minimimittaa lähenteleviä, useimmista valmistuu vain yksi tai enintään kaksi sahatukkia, ja suhteellisen suuri osa menee latvuksista valmistettavaan pinotavaraan. — Esim. Yrjö Ilvessalon (1939 a, ss. 12—13) laskelmassa »Mitä metsä voi tuottaa?», tukkien arvon osuus koko hakkuumäärästä kanervatyypin metsiköissä on 100 vuoden kiertoajan mukaan vain n. 37 %, mutta 120 vuoden kiertoajan mukaan jo n. 51 % sekä puolukkatyypin metsiköissä 70 vuoden kiertoajan mukaan n. 44 %, mutta 90 vuoden kiertoajan mukaan jo n. 64 %. — Toisaalta on aikaisemmin osoitettu, että vain suhteellisen pieni määrä vallittuihin latvuskerroksiin kuuluvista puista voidaan valtapuita poistamalla lihottaa tukkipuun mittaan. Suurin osa niistä on pakko hakata jo aikaisemmin kuolevina, kitukasvuisina ja teknillisesti ala-arvoisina pinotavaraksi.

Uudistuminen.

Siementyminen.

Harsintamännikön siementymistä koskevat tutkimukset kohdistuvat ensi sijassa siemensadon suuruuteen. Heikinheimon (1932, s. 5) mukaan on metsitettävän alan siementymistä arvosteltaessa siemensadon lisäksi kiinnitettävä huomiota siemenvuosien kertautumiseen, siementen varisemisaikoihin, siementen kulkeutumisetäisyyteen emäpuusta sekä siementen laatuun. — Siemensadosta ja siemenistä puhuttaessa tarkoitetaan seuraavassa, mikäli ei toisin mainita, vain täysiä siemeniä. Täydet siemenet voitaneen ainakin käytännöllisesti katsoen rinnastaa itäviin (Kujala 1927, ss. 53—63, Wibeck 1928, ss. 32—33). Siemenvuodella tarkoitetaan sitä vuotta, jolloin siemen varisee.

Jonkin yksityisen metsikön vuotuisen tai aikakautisen siemensadon arvioimista vaikeuttaa ennen kaikkea se epäsäännöllisyys, joka on eri vuosien siemensadoille ominaista. Siemenvuodet eivät yksityisessä metsikössä seuraa toisiaan samanlaisina, vaan päinvastoin on hyvien, keskinkertaisten ja huonojen siemenvuosien vaihtelu, siemenvuosien kertautuminen, epäsäännöllistä.

Siemenvuosien kertautumisen epäsäännöllisyydestä sekä samankin siemenvuoden eriarvoisuudesta maan eri osissa johtuu, että on vaikeata saada selvää yleiskuvaa siitä, mitkä vuodet maan eri osissa ovat olleet hyviä siemenvuosia ja millaisiksi muut vuodet on arvosteltava.

Jo käsitteet hyvä, keskinkertainen ja huono siemenvuosi ovat subjektiivisia. Selvimmin erottuvat hyvät siemenvuodet, kun sen sijaan muiden luokittelu on vaikeampaa. Hyvällä siemenvuodella tarkoitetaan ylei-

sesti sellaista vuotta, jolloin sulkeutuneissakin metsiköissä siemensato on runsas (vrt. esim. Heikinheimo 1937 a, s. 14).

Siemenvuosien runsaus maassamme on parhaiten selvitetty ajanjaksolta 1927—36, jolta Heikinheimo (1937 a) on julkaissut yksityiskohtaiset tiedot. Vuoden 1937 jälkeisestä ajasta on Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa kerättynä siemensatoa koskevaa aineistoa, joka on saatu käsillä olevaa tutkimusta suoritettaessa käytettäväksi. Vuotta 1927 aikaisemmista vuosista tiedot sen sijaan jäävät paljon epävarmemmiksi. Ne perustuvat pääasiassa enemmän tai vähemmän subjektiivisiin havaintoihin käpyjen runsaudesta.

Heikinheimon (1937 a, ss. 19—20) mukaan on vuosina 1927—36 Suomen eteläpuoliskon jotakuinkin puhtaissa, normaalitiheissä, keskiikänsä sivuuttaneissa männiköissä keskimääräinen siemensato (täysiä siemeniä) ollut seuraava:

Vuosi	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
Siemeniä kpl/m²	90	33	14	19	26	10	2	6	93	2
» kg/ha	3.83	1.40	0.60	0.81	1.11	0.43	0.09	0.26	3.95	0.09

Hyviä männyn siemenvuosia ovat tämän ajanjakson kuluessa olleet vuodet 1927 ja 1935. Näihin voidaan vielä lisätä Metsätieteellisestä tutkimuslaitoksesta saatujen tietojen mukaan vuosi 1937 ainakin laajoissa osissa Etelä-Suomea hyvänä männyn siemenvuotena. Vuotta 1927 edeltäneeltä ajalta vuosi 1925 on Heikinheimon (1932, s. 12) mukaan ollut keskinkertainen ja paikoin sitä parempi männyn siemenvuosi. Hyviä männyn siemenvuosia ovat edelleen Heikinheimon (1915, ss. 136—138) keräämien tietojen mukaan olleet tällä vuosisadalla vuodet 1914, 1911, 1909, 1904 ja 1900.

Nyt suoritetut harsintamännikön siemensatoa koskevat tutkimukset kohdistuvat vuosiin 1939, 1940 ja 1941. Näistä on v. 1939 arvosteltu tutkimusalueella huonoksi, v. 1940 hyväksi ja v. 1941 keskinkertaiseksi männyn siemenvuodeksi. Tutkimukselle on ollut eduksi, että se on voitu ulottaa edes näin pitkälle ajanjaksolle ja että lisäksi tämän ajan kuluessa siemenvuodet ovat muodostuneet kokonaisuuden kannalta näinkin edustaviksi.

Siemensadon arvioimiseen on käytetty vain koepuumenetelmää. Niistä monista virhemahdollisuuksista huolimatta, joita tähän menetelmään sisältyy, se antanee siemenlaatikkomenetelmällä tarkistettuna kuitenkin käyttökelpoisen yleiskatsauksen nuorena harsittujen männiköiden siemensadosta. Samalla viitataan vanhana harsittujen männiköiden (s. 140) ja mänty-kuusiharsintametsiköiden (s. 158) siemensatoa koskeviin tutkimustuloksiin.

Harsintakauden tutkimusmetsiköille arvioidut siemensadot nähdään taulukosta 15. Koska kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänni-

köiden siemensadossa ei näytä olevan oleellista eroa, käsitellään ne seuraavassa tarkastelussa yhdessä.

Taulukko 15. Vuotuinen siemensato nuorena harsituissa männiköissä. Harsintakausi.

Tabelle 15. Jährlicher Samenertrag der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Plenterperiode.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Vuosi *Jahr*	Siemeniä kpl/m² *Samen St/qm*	Koelan n:o *Nr. der Probefläche*	Vuosi *Jahr*	Siemeniä kpl/m² *Samen St/qm*
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*			Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*		
57	1939	4.9	56	1939	2.3
150	1940	9.0	126	1940	13.7
211	1941	7.7	96	»	13.5
218	»	9.1	95	»	17.2
208	»	5.6	167	»	2.3
207	»	4.2	178	»	56.7
219	»	4.3	99	»	6.9
			IV	»	6.9
Keskimäärin *Mittel*	1939	4.9	229	1941	10.0
	1940	9.0	224	»	4.7
	1941	6.2	Keskimäärin *Mittel*	1939	2.3
				1940	16.7
				1941	7.4

Yhteinen piirre tutkimusmetsiköille on siemennyksen niukkuus. Niinpä hyvän siemenvuoden 1940 siemennys tutkimusmetsiköissä on arvioitu keskimäärin vain n. 16 siemeneksi neliömetriä kohden eli n. 0.7 kg/ha ja muiden n. 6 siemeneksi neliömetriä kohden eli n. 0.2 kg/ha. Verrattakoon näitä lukuja edellä esitettyihin Heikinheimon normaalitiheille, keski-ikänsä sivuuttaneille männiköille laskemiin keskimääriin. Niiden mukaan hyvien siemenvuosien (1927 ja 1935) siemennys on ollut keskimäärin 92 kpl/m² eli 3.89 kg/ha ja muiden vuosien siemennys keskimäärin 14 kpl/m² eli 0.6 kg. Siemennys harsintamänniköissä on vain n. 17 % hyvinä ja n. 43 % muina siemenvuosina näistä luvuista.

Varsinaisilla männyn uudistusaloilla, siemenpuualoilla, siemennys Heikinheimon (1937 a, s. 12) mukaan on vieläkin runsaampaa. Parhaassa tapauksessa vuotuinen siemensato on vv. 1927—36 välisenä aikana ollut jopa 10.1 kg/ha.

Yksityisen vuoden siemensadolla ei metsikön uudistumistapahtumassa kuitenkaan ole, niin merkittäväksi kuin se eräissä tapauksissa saattaa muodostuakin, ratkaisevaa merkitystä, vaan tärkeämpi on kohtuullisen pitkän siemennysajan kokonaissato. Jonkinlaisten yleisten lukujen arvioiminen tällaiselle aikakautiselle siemennykselle näyttää lisäksi helpommaltakin kuin vuotuiselle siemensadolle. Ne suuret vaihtelut, jotka yksityisten vuosien siemensadoissa ovat todettavissa, näyttävät johtuvan

ensi sijassa siitä, että puut eräinä vuosina varastoivat siementuottoon tarvittavia ravintoaineita ja eräinä vuosina taas käyttävät kaikki, mitä suinkin on irti saatavissa (Morosow 1928, s. 217). Pitempää ajanjaksoa silmälläpitäen tarpeellisten ravintoaineiden tuotanto ja samalla myös siemensato on tasaisempaa. Tämä käy ilmi jo edellä Heikinheimon mukaan esitetystä siementuoton sarjasta vuosilta 1927—1936.

5-vuotiselle siemennysajalle [1]) on harsintamännikön siemennys arvioitu seuraavasti.

Yleensä sattunee 5-vuotiskaudelle vain yksi hyvä männyn siemenvuosi[2]) (n. 0.7 kg/ha) ja muut ovat siemenvuosina heikompia (keskimäärin n. 0.2 kg/ha). Kokonaissiemennykseksi voitaneen tällöin arvioida n. 1.5 kg/ha. Parhaassa tapauksessa voi hyviä siemenvuosia sattua kaksi. Silloin samojen perusteiden mukaan arvioituna siemennys on n. 2.0 kg/ha.

Normaalitiheissä, keski-ikänsä sivuuttaneissa männiköissä voidaan vastaavat luvut edellä selostettujen Heikinheimon laskemien keskimäärien perusteella arvioida 6.3 kg/ha (1 hyvä siemenvuosi 5-vuotiskauden kuluessa) ja 9.6 kg/ha (2 hyvää siemenvuotta 5-vuotiskauden kuluessa). Nämä luvut ovat n. 320 % ja 380 % suuremmat kuin vastaavat harsintamänniköille arvioidut.

Niille harsintamännikön aikakautista siemennystä kuvaaville luvuille, joihin edellä on päädytty, ei aineiston suppeuden vuoksi voida antaa yleistä merkitystä. Kuitenkin on ilmeistä, että harsintamännikön aikakautinen siemennys kuuluu suuruusluokkaan, jota on pidettävä riittämättömänä metsikön uudistumista silmälläpitäen.

»Riittämätön» tosin on subjektiivinen käsite. Jos taimettumisedellytykset ovat hyvät, voidaan suhteellisen pientäkin siemennystä pitää riittävänä ja päinvastoin. Luonnontilaisilla uudistusaloilla näyttävät taimettumisedellytykset aivan yleisesti olevan siinä määrin epäsuotuisia, että luonto nähtävästi juuri runsaalla siemennyksellä pyrkii niitä korvaamaan. Luontaisen uudistumisen edellytyksenä on tämän vuoksi runsas siemennys, mahdollisesti juuri edellä esitettyjä Heikinheimon laskemia keskimääriä lähentelevä. — Joskin luonto kylvää runsaalla kädellä, niin olosuhteisiin katsoen siemennys ei yleensä sittenkään liene liian runsas.

Siemennyksen riittävyyttä arvosteltaessa voitaneen niitä siemenmääriä, joihin on päädytty valmistamattomalle maalle suoritetuissa hajakylvöissä, pitää jonkinlaisina tyydyttävän siemennyksen minimimäärinä.

Kienitz (1881, s. 552) arvioi tyydyttävän luonnon siemennyksen männylle n. 6 kg:ksi siementä hehtaaria kohden.

---

[1]) Esim. Pelttarin (1938, s. 207) mukaan metsänhoidollisesti arvostellen hakkuualan siementymisen tulee tapahtua ensimmäisenä siemenvuotena uudistushakkuun jälkeen.

[2]) Heikinheimon (1915, s. 139) mukaan männyllä Etelä-Suomessa on hyviä ja runsaita siemenvuosia keskimäärin joka neljäntenä vuotena.

Borggreven (1891, s. 241) mukaan täyskylvössä valmistamattomalle maalle männyn siementä on käytettävä suotuisissa olosuhteissa 10 kg/ha, epäsuotuisissa 20 kg/ha.

Burckhardt (1893, s. 274) mainitsee keskihyvän, karistetun ja puhdistetun männyn siemenen tavallisena kylvömääränä pidettävän 5—6 kg/ha. Siemenpuuasennosta puheen ollen Burckhardt mainitsee edelleen (s. 276), että puhutaan 15 järeästä siemenpuusta hehtaaria kohden eli niin monesta kävyllisestä puusta, että arvion mukaan hehtaaria kohden tulee 10.0—12.5 hl käpyjä, jotka voidaan rinnastaa 10—12 kg:aan puhdasta siementä.

A. Borgin (1931, s. 17) mukaan Suomessa hajakylvö ennen suoritettiin sulalle maalle ja kylvössä käytettiin 3—4, jopa poikkeustapauksissa 10:kin kiloa siementä hehtaarin alalle. Borg ei mainitse tarkemmin, onko kyseessä ollut valmistamaton vai kulotettu kylvöala.

L. E. T. Borg (1936, s. 17) mainitsee, että Tuomarniemen hoitoalueessa on männyn siementä kulottamattomalle alalle (pääasiassa vesiperäisiä, ojitettuja maita) käytetty keskimäärin 3.4 kg/ha.

Ahola (1937 a, s. 165) huomauttaa, että hajakylvöllä kulottamattomaan maahan on ylimalkaan saatu sangen huonoja tuloksia kovien maiden kuusenkylvöissä, ellei maanpeitettä rikota, vaikka on käytetty hehtaarille esim. 6:kin kiloa siementä.

Heikinheimon (1941 a, s. 200) mukaan valmistamattomalle hajakylvöalalle, kuten tiheähkön suojusmetsän alle, tarvitaan havupuun siementä n. 5 kg/ha.

Harsintamännikön puiden latvusten kehitystä selostettaessa mainittiin (s. 82), että latvukset välittömästi voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen ovat harvahavuisia ja että ne sitten vapaampaan tilaan jouduttuaan elpyvät n. 5—7 vuoden kuluessa kutakuinkin täysihavuisiksi. Ne havainnot, joita on tehty tutkimusmetsiköiden käpyisyydestä, viittaavat siihen, että harsintamänniköiden siemensadot saavuttavat edelläesitetyn vähäisenkin määränsä vasta sitten, kun yksityisten puiden latvukset ovat elpyneet täysihavuisiksi. — Morosow (1928, s. 27) mainitsee, että Ogijewskin tutkimukset ovat osoittaneet puiden, jotka on yhtäkkiä vapautettu, tarvitsevan tietyn ajan, ennen kuin ne lisäävät siemensatoaan, mänty tavallisesti 4 vuotta. Puu tavallaan sopeutuu ensinnä uusiin elinehtoihin. Myös Lassilan (1920, s. 78) mukaan puut usein vasta jonkin ajan päästä hakkuun ja vapautuksen jälkeen ovat ruvenneet käpyjä tekemään.

Hakkuussa ja hakattujen puiden latvuksista maahan varisseella siemenellä ei ole huomattu olevan sanottavaa merkitystä uudistusalojen siementymisessä.

Välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen, juuri silloin, kun siemennystä kipeimmin kaivattaisiin, harsintamännikön siementuotto näin ollen on käytännöllisesti katsoen jokseenkin olematon.

Harsintamänniköiden sinänsä heikkoa siemensatoa ovat useissa tapauksissa vielä heikentäneet voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen jätepuustoon kohdistuneet tuhot. Näistä ovat myrskyn tuhot tunnetuimmat.

Myrskyn tuhoja on tutkimusmetsiköissä esiintynyt selvimmin koealoilla n:o 56, 124 ja 126. On mahdollista, että niitä on sattunut runsaamminkin, kuin mitä tutkimustyötä suoritettaessa on voitu havaita. Vanhoja myrskyn tuhoja on näet kannoista päätellen vaikeata todeta, sillä niin pian kuin itse kaatuneet puut on poistettu, pystyyn nousseet juurakot painuvat tavallisesti paikoilleen, eikä niitä tällöin enää juuri voi erottaa tavallisista kannoista. Nuorena harsitut männiköt eivät kuitenkaan liene erityisen arkoja myrskyn tuhoille. Jo aikaisin alkavat harsintahakkuut totuttavat puut vähitellen harvahkoon keskinäiseen kasvuasentoon (vrt. Wallmo 1897).

Aikaisemmin on jo mainittu, että voimakkaiden hakkuiden jälkeen jätepuustoihin on usein ilmaantunut hyönteistuhoja ja että varsinkin lievät ytimennävertäjien *(Blastophagus spp.)* aiheuttamat tuhot näyttävät jätepuustoissa suorastaan säännönmukaiselta ilmiöltä. Tässä yhteydessä on pantava merkille, että nämä tuhot erityisesti juuri jätepuuston siemennyskykyä heikentävinä käyvät kohtalokkaiksi. Paitsi sitä, että ne heikentävät jo ennestäänkin elinvoimaltaan heikkoa jätepuustoa ja siten välillisesti myös sen siemennyskykyä, ne keskittymällä erityisesti latvuksen uloimpiin osiin, sen pintaan, tuhoavat suuren määrän juuri latvuksen näissä osissa olevia kukka-aiheita sisältäviä kasvaimia (Heikinheimo 1931 a, ss. 44—45, Kangas 1934, s. 28).

Kaikki ne havainnot, joita käsillä olevassa tutkimuksessa on tehty harsintamännikön siementymisestä, osoittavat sen näin ollen niin pieneksi, että jatkuvasti samaan metsikköön kohdistuvia tukkipuun harsintoja on pidettävä hakkuina, jotka useimmissa tapauksissa saattavat metsikön luontaisen uudistumisen vaaraan. — Tällaiseen asiantilaan on metsäkirjallisuudessamme aikaisemminkin viitattu. Esim. Heikinheimo (1931 a, s. 56) huomauttaa, että maan eteläpuoliskossakin uudistusalan siemennys voidaan hävittävillä hakkuilla tehdä verraten yleiseksi minimitekijäksi.

Harsintamänniköissä uudistusalojen siemennys tapahtuu niistä viimeisistä puuston rippeistä, jotka jäävät jatkuvista tukkipuun harsinnoista jäljelle, kun kookkaimmat puut on hakattu pois. Näin ollen herää helposti kysymys, jääkö metsikön siemennys myös rodullisesti heikoimpien puuyksilöiden varaan. — Tämän kysymyksen selvittely ei ole helppoa. Ne valtapuut, jotka tukkipuun harsinnoissa ensiksi poistetaan, näyttävät saavuttaneen vallitsevan asemansa lähinnä sen johdosta, että ne ovat muuta puustoa jonkin verran vanhempia ja tämän vuoksi siitä kasvussaan edelle päässeitä. Mutta mitä pitemmälle tukkipuun harsinnat edistyvät, sitä enemmän ne kuitenkin kohdistuvat puustoon, jolla näyttäisi olleen ulkonaisesti samanlaiset kasvun edellytykset — missä määrin asia todella on näin, tämä tärkeä seikka on käsillä olevassa tutkimuksessa jäänyt selvit-

tämättä (vrt. Heikinheimo 1936, s. 217; 1939 b, ss. 34—35, Cronström 1938, s. 170). Joka tapauksessa näyttää mahdolliselta, että tukkipuun harsintojen viimeisissä vaiheissa jää jäljelle puita, jotka ainakin osittain ovat sisäisten, periytyvien ominaisuuksien vuoksi jääneet puiden välisessä kilpailussa muista jälkeen. — Tässä yhteydessä kannattaa panna merkille, että luonnon omilla uudistusaloilla, kuloaloilla, juuri puuston vahvimmat, sen kookkaimmat puuyksilöt jäävät siemenpuiksi.

Uudistumisvuodet.

Kaikki hyvät männyn siemenvuodet eivät muodostu hyviksi uudistumisvuosiksi — tai niiden ei ainakaan tarvitse muodostua. Siemenen itäminen ja sirkkataimen ensi kehitys ovat näet useissa tapauksissa läheisesti riippuvaisia sääsuhteista (esim. Heikinheimo 1915, s. 139).

Tutkimusaikaa välittömästi edeltäneen ajanjakson uudistumisvuosien lähempää tarkastelua silmälläpitäen esitetään taulukossa 16 Ilmatieteellisen keskuslaitoksen (1920—1942) »Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin» vihkosten mukaan muutamia lukuja vv. 1920—1942 kesäkausien (kesä—elokuu) sääsuhteista Tampereella. Uudistumisvuosien muodostuksen kannalta on epäilemättä vuoden muidenkin kuukausien sääsuhteilla merkitystä. Pieniä sirkkataimia ensi sijassa uhkaavan kuivumisvaaran vuoksi näyttää kesä—elokuu kuitenkin tärkeimmältä ajanjaksolta. Joskin pitemmän aikakauden tarkastelu tarjoaisi sen edun, että useamman kuukauden sääsuhteiden vaikutus tulisi huomioiduksi, niin toisaalta kuva juuri tästä taimien kehityksen kannalta tärkeimmästä ajanjaksosta jäisi silloin epäselvemmäksi. Erityisesti heinäkuun sääsuhteet ansaitsevat huomiota. Heinäkuu muodostunee näet useimmiten ratkaisevaksi. Jos se on hyvin kuiva, niin sitä ennen syntyneet sirkkataimet helposti kuolevat ja kuivuvat, ja myöhemmin elo—syyskuussa syntyneillä taimilla taas on heikot kehittymismahdollisuudet — tähän viittaavat mm. useat syyskylvöistä saadut huonot kokemukset (Heikinheimo 1940, ss. 20—21, Kangas 1940 a, s. 29).

Taulukkoon 16 on laskettu kesä—elokuun keskimääräinen lämpötila ja kokonaissademäärä. Lisäksi on Langin (1920, s. 108) mukaan laskettu kokonaissademäärän ja keskilämpötilan suhde kuvaamaan kokonaissademäärän ja haihdunnan välistä suhdetta. Tätä lukua on Hesselmanin (1932, s. 530) mukaan nimitetty humidisuusluvuksi.

Hyvien uudistumisvuosien esiintymistä selvitettiin samanlaista tutkimustapaa käyttäen, johon Lakari (1915, ss. 47—60 ja 1921, ss. 7—11) ja L. Ilvessalo (1917, ss. 16—21) ovat perustaneet vastaavanlaiset tutkimuksensa. Taulukosta 17 nähdään yksityisten tutkimusmetsiköiden taimistojen vuosiluokkasarjat, niiden keskimäärät metsikön kehityskausittain ja kokonaiskeskimäärä. Samaan taulukkoon on yhdistetty eräitä muitakin mittaustuloksia taimistoista, joihin palataan myöhemmin. Vuosiluokka-

sarjojen kokonaiskeskimäärä, jossa metsiköiden satunnaisesta tilasta johtuvien vaihtelujen suuressa määrin voidaan katsoa tasoittuneen, soveltuu parhaiten mahdollisten hyvien uudistumisvuosien toteamiseen.

Taulukko 16. Tietoja sääsuhteista Tampereella kesäkausina 1920—1942.
Tabelle 16. Meteorologische Angaben über die Sommermonate der Jahre 1920—1942 in Tampere.

Vuosi — *Jahr*	Keskilämpötila °C *Mitteltemperatur °C*				Sademäärä mm *Niederschlagshöhe mm*				Humidisuus *Humidität*
	Kesäkuu *Juni*	Heinäkuu *Juli*	Elokuu *August*	Keskimäärin *Mittel*	Kesäkuu *Juni*	Heinäkuu *Juli*	Elokuu *August*	Yhteensä *Insgesamt*	
1920	13.6	17.4	14.2	15.1	39	43	77	159	10.5
1	14.1	13.8	14.8	14.2	48	95	48	191	13.5
2	13.9	16.2	13.7	14.6	86	30	85	201	13.8
3	9.2	16.4	12.9	12.8	103	31	87	221	17.3
4	13.0	17.8	16.6	15.8	92	21	51	164	10.4
5	14.3	21.1	15.1	16.8	76	56	65	197	11.7
6	15.6	18.4	15.5	16.5	19	38	57	114	6.9
7	13.1	20.2	17.6	17.0	40	136	84	260	15.3
8	10.7	13.8	14.0	12.8	50	76	87	213	16.6
9	13.1	15.5	14.1	14.2	35	71	79	185	13.0
1930	15.6	18.7	15.9	16.7	34	43	114	191	11.4
1	10.9	17.6	15.4	14.6	52	126	46	224	15.3
2	12.2	19.1	15.6	15.6	51	56	75	182	11.7
3	16.0	18.0	14.5	16.2	25	127	132	284	17.5
4	14.4	17.2	16.9	16.2	35	166	76	277	17.1
5	15.2	16.8	14.6	15.5	54	58	76	188	12.1
6	18.0	18.2	16.0	17.4	46	83	98	227	13.0
7	16.9	18.5	19.0	18.1	35	37	78	150	8.3
8	13.5	19.3	17.3	16.7	69	78	32	179	10.7
9	13.8	16.6	17.3	15.9	11	119	28	158	9.9
1940	14.9	17.5	13.8	15.4	13	62	61	136	8.8
1	12.9	20.2	14.3	15.8	8	13	114	135	8.5
2	12.6	15.0	14.6	14.1	77	89	78	244	17.3
Keskimäärin — *Mittel* ..	13.8	17.5	15.4	15.6	48	72	75	195	12.6

Tarkastettaessa kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköiden taimistojen vuosiluokkasarjojen kokonaiskeskimääriä voidaan edellisessä havaita yksi verrattain selvä maksimi (vv. 1929—30 on syntynyt n. neljännes kaikista taimista), jälkimmäisessä sen sijaan ei sellaista ainakaan yhtä jyrkästi erotu (vrt. myös taulukkoon 26, s. 142). — Uudistumisvuosien esiintyminen ryhmässä 1. sikermässä (vrt. Lassila 1920, s. 41) johtunee useista eri tekijöistä. Lassila (1920, s. 46) on yhtenä syynä esittänyt siemenlevon. Oma osuutensa on nähtävästi sillä, että taimien ikä helposti tulee määrätyksi liian pieneksi.

Seuraavassa rajoitutaan ensinnä lähemmin tarkastamaan vain kanervatyypin taimistojen vuosiluokkasarjojen kokonaiskeskimäärää.

Vv. 1929—30 syntyneiden taimien suuri lukumäärä näyttää liittyvän hyvään männyn siemenvuoteen 1927. Taulukosta 16 nähdään, että kesä

1927 on ollut verrattain kostea (humidisuus 15.3) ja sitä seuraava kesä 1928 vieläkin kosteampi (humidisuus 16.6) ja vielä näitäkin seuraava kesä 1929 on ollut keskimääräinen (humidisuus 13.0). Vasta viimeksimainittua seuraava kesä 1930 on ollut keskimäärää jonkin verran kuivempi (humidisuus 11.4). Näyttää siltä, kuin hyvää siemenvuotta 1927 seuranneet keskimääräistä kosteammat kesäkaudet olisivat olleet erityisen suotuisia männyn uudistumiselle kanervatyypin kankailla.

Keskimääräinen siemenvuosi 1925 on ollut kuivahko (humidisuus 11.7), sitä seuraava kesä 1926 kuiva (humidisuus 6.9). Kummastakaan ei näytä muodostuneen hyvää männyn uudistumisvuotta.

Hyvä männyn siemenvuosi 1935 on ollut kosteussuhteiltaan keskimääräinen (humidisuus 12.1), samoin sitä seuraava kesä 1936 (humidisuus 13.0). Kesä 1937 sen sijaan on ollut kuiva (humidisuus 8.3). Vuoden 1935 runsasta siemennystä ei ole seurannut hyvä männyn uudistumisvuosi. Tälle ajankohdalle sattuva hyvä uudistumisvuosi näkyisi vuosiluokkasarjassa erityisen selvästi, koska taimet eivät olisi vielä ehtineet keskinäisessä kilpailussaan sanottavasti vähentyä eivätkä liioin ylittää 1.3 m:n korkeutta.

Hyvä siemenvuosi 1937 on ollut kuiva (humidisuus 8.3) ja sitä seuraava kesä kosteussuhteiltaan normaalia hieman kuivempi (humidisuus 10.7). Siitäkään ei ole muodostunut hyvää uudistumisvuotta. Ei liioin hyvästä siemenvuodesta 1940, joka on ollut kuiva (humidisuus 8.8). Ainakaan kesällä 1940 ei ollut sanottavasti havaittavissa männyn sirkkataimia. Nekin harvat sirkkataimet, jotka löydettiin, näyttivät itäneen vasta elokuun loppupuolella.

Edellä suoritettu tarkastelu osoittaa (vrt. myös taulukkoon 26, s. 142), että eräissä tapauksissa suhde uudistumisvuosien ja kesäkausien humidisuuden välillä on kiinteä, toisissa tapauksissa tämä yhteys sen sijaan on epäselvempi. Näyttää siltä, että säätekijöiden melkoinen paikallinen vaihtelu vaikeuttaa selvän kuvan saamista. Voitaneen kuitenkin sanoa, että kanervatyypin männiköissä vain keskimääräistä kosteammat kesät saattavat muodostua hyviksi uudistumisvuosiksi. Tämä ainakin osittain selittää sen hitauden ja sattumanvaraisuuden, joka on ominaista kanervatyypin männiköiden uudistumiselle.

A. K. Cajander (1916, s. 93) huomauttaa, että metsän luontainen uudistuminen onnistuu parhaiten runsassateisilla seuduilla ja että metsän taimien pahin vihollinen, kuivuus, on siellä vähimmin uhkaamassa.

Morosow (1928, s. 225) on Venäjällä kiinnittänyt huomiota siihen, että kuivilla kankailla taimettumisen edellytyksenä ovat suotuisat kosteussuhteet useana peräkkäisenä vuotena.

Myös Tamm (1940, s. 206) mainitsee, että itämisedellytykset kangasmailla riippuvat pääasiassa kosteussuhteista, edellyttäen, että lämpötila on sopiva.

Taulukko 17. Mittaustuloksia nuorena harsittujen männiköiden taimistoista.

Tabelle 17. Messungsergebnisse von Anflügen der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Taimiluku *Pflanzenzahl* Kpl/ha — *St/ha* <0.1 m	0.1–1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*	Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen* I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	Taimien jakaantuminen syntymävuosiin — *Verteilung der Pflanzen nach Geburtsjahren* % 40	39	38	37	36	1) **35**	34	33	32	31	1930	29	28	**27**	26	**25**	24	23	22	21	—1920	Yhteensä *Insgesamt*	Iänmääräyksiä kpl *Altersbestimmungen St*
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*																														
Taimisto — *Jungwuchs*																														
168	1 000	16 100	17 100	7.5	74	26	—	100	·	—	—	2)—	—	—	—	—	—	6	2	—	—	**2**	6	—	2	2	9	11	60	100	29
Tiheikkö — *Dickung*																														
215	1 000	3 000	4 000	3.0	67	30	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	15	—	—	4	4	12	—	—	27	19	100	26
216	500	2 500	3 000	2.0	81	19	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	14	—	—	75	100	28
58	2 500	4 000	6 500	4.0	43	41	16	100	·	·	—	—	—	14	**22**	3	2	3	6	1	3	3	6	5	3	3	2	4	20	100	118
Keskimäärin *Mittel*			4 500	3.0	64	30	6	100	—	—	—	—	—	5	7	1	1	1	8	5	1	5	3	3	5	6	1	10	38	100	57
Harsintakausi — *Plenterperiode*																														
214	500	2 000	2 500	1.5	36	59	5	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	38	—	29	—	—	—	—	—	—	—	100	21
211	—	*Δ*	*Δ*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	**7**	7	15	19	7	—	4	11	—	11	—	—	—	15	100	27
218	1 000	1 000	2 000	1.0	60	40	—	100	—	—	—	—	—	2	—	—	**10**	—	12	24	10	—	7	16	5	—	—	5	9	100	42
208	—	1 000	1 000	1.0	—	100	—	100	—	—	—	—	—	—	7	—	19	11	**22**	—	15	—	—	—	11	7	—	4	4	100	27
150	·	·	700	1.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
207	—	3 000	3 000	2.5	21	62	17	100	—	—	—	—	—	—	—	4	9	9	**14**	25	4	4	—	9	—	—	—	14	8	100	23
219	—	7 000	7 000	3.5	35	60	5	100	—	—	—	—	—	—	—	—	**5**	2	22	13	2	2	**8**	5	13	8	8	10	2	100	40
220	·	·	4 500	2.5	—	100	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**33**	25	33	9	—	—	—	—	—	—	—	100	24
57	2 500	3 700	6 200	3.5	22	50	28	100	·	·	—	—	—	—	**10**	14	10	4	10	7	15	10	9	1	2	4	3	1	—	100	114
Keskimäärin *Mittel*			3 000	1.8	25	67	8	100	—	—	—	—	—	1	2	3	8	9	17	18	10	7	4	4	5	2	1	4	5	100	40
Kokonaiskeskimäärä — *Gesamtmittel*									—	—	—	—	—	2	3	2	5	7	13	13	7	6	4	3	5	3	2	7	18	100	43

Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*

Taimisto — *Jungwuchs*

98	1 000	2 300	3 300	3.0	43	55	2	100	·	—	—	1	3	7	7	10	18	**15**	4	5	5	5	6	6	—	1	5	—	2	100	82
103	1 500	5 700	7 200	6.0	11	76	13	100	·	—	—	—	1	**5**	4	14	**25**	22	8	9	2	2	1	3	2	1	—	—	1	100	112
92	—	600	600	—	14	77	9	100	·	—	—	5	8	20	**16**	5	8	3	8	16	3	5	—	—	3	—	—	—	—	100	37
114	·	·	800	1.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
119	—	2 100	2 100	1.5	36	64	—	100	·	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	6	**10**	—	10	8	6	8	11	33	100	51
Keskimäärin *Mittel*			2 800	2.3	26	68	6	100	—	—	—	2	3	8	7	7	13	10	5	9	4	5	2	5	3	2	3	3	9	100	71

Tiheikkö — *Dickung*

231	—	3 500	3 500	3.0	—	100	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	6	11	7	6	11	—	44	3	6	100	36
122	500	2 300	2 800	3.0	100	—	—	100	·	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	16	19	16	7	19	3	10	3	100	31
123	2 000	1 200	3 200	3.5	92	8	—	100	·	—	—	—	26	16	—	5	3	13	10	7	5	8	3	—	2	—	2	—	—	100	61
128	·	·	600	1.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
171	6 500	3 000	9 500	4.5	100	—	—	100	·	—	—	—	—	—	14	17	17	11	9	—	3	—	5	9	—	3	—	—	12	100	35
172	—	2 100	2 100	3.0	64	36	—	100	·	—	—	—	—	—	—	—	—	2	14	9	32	13	21	5	—	—	2	—	2	100	56
Keskimäärin *Mittel*			3 600	3.0	71	29	—	100	—	—	—	—	5	3	3	4	5	5	8	3	9	10	11	7	4	5	**10**	3	5	100	44

Harsintakausi — *Plenterperiode*

126	·	·	400	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
229	—	1 000	1 000	1.0	—	100	—	100	—	—	5	9	9	**5**	9	9	—	—	18	**18**	—	9	—	—	5	—	—	—	4	100	22
56	500	100	600	0.5	—	100	—	100	·	·	—	—	—	—	20	—	—	20	40	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	5
96	—	1 000	1 000	3.0	12	72	16	100	·	—	—	—	**4**	19	12	19	18	10	6	4	**2**	4	2	—	—	—	—	—	—	100	51
95	2 000	4 600	6 600	4.0	29	68	3	100	·	—	—	**3**	7	10	10	23	**7**	7	10	12	7	3	—	1	—	—	—	—	—	100	73
102	500	2 700	3 200	1.0	1	90	9	100	·	—	—	—	5	—	9	14	**23**	26	9	6	4	4	—	—	—	—	—	—	—	100	78
167	1 000	1 500	2 500	3.0	87	13	—	100	·	—	—	—	—	10	16	25	23	5	4	5	4	**2**	2	—	—	2	2	—	—	100	56
178	3 000	3 400	6 400	5.0	70	30	—	100	·	—	3	3	—	6	**20**	7	12	11	8	4	8	11	1	**1**	—	1	1	—	3	100	76
99	1 000	1 000	2 000	2.0	4	78	18	100	·	—	—	—	12	12	19	37	6	10	**2**	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	52
111	·	·	*Δ*	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
224	1 000	6 000	7 000	4.0	15	85	—	100	—	3	—	7	—	—	3	10	10	24	28	**3**	4	4	—	4	—	—	—	—	—	100	29
IV	·	·	800	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
124	—	2 300	2 300	3.0	—	94	6	100	·	—	—	—	—	—	**15**	15	20	11	9	9	**3**	3	3	3	3	3	—	3	—	100	34
Keskimäärin *Mittel*			2 600	2.0	22	73	5	100	—	*Δ*	1	2	5	6	13	14	15	12	14	8	3	4	1	1	1	1	*Δ*	*Δ*	1	100	48
Kokonaiskeskimäärä — *Gesamtmittel*									—	*Δ*	*Δ*	2	3	6	9	10	12	10	11	7	5	6	4	3	2	2	4	1	3	100	51

[1]) Hyvät männyn siemenvuodet painettu lihavalla. — *Gute Samenjahre der Kiefer fett gedruckt.*

[2]) Hakkuuvuosien taimiprosentit painettu lihavalla. — *Pflanzenprozente der Hiebsjahre fett geruckt.*

Uudistumista tapahtuu, kuten taulukosta 17 ilmenee, myös keskinkertaisina ja huonoinakin uudistumisvuosina. Männyn siemennykselle on ominaista, että keskinkertaisina ja huonoinakin siemenvuosina tulee ainakin jonkin verran siementä. Mikäli sääsuhteet ovat suotuisat, johtaa tällainen niukkakin siemennys ainakin vähäiseen taimiaineksen syntymiseen. Ja sellaisina hyvinä männyn siemenvuosina, joiden sääsuhteet yleensä ovat epäsuotuisat siementen itämiselle ja sirkkataimien ensi kehitykselle, voi eri paikkakunnilla sääsuhteissa esiintyä melkoisia eroavaisuuksia, samoin myös yksityisten metsiköiden mikroilmastossa.

Edellä on jo mainittu, etteivät hyvät uudistumisvuodet erotu yhtä selvästi puolukkatyypin kuin kanervatyypin taimistojen vuosiluokkasarjoissa. Tämä johtuu nähtävästi siitä, että niillä tekijöillä, joista uudistumisvuodet ovat riippuvaisia, lähinnä sääsuhteilla, ei puolukkatyypin männiköiden uudistumisessa ole yhtä ratkaisevaa merkitystä kuin kanervatyypillä. Toisin sanoen puolukkatyypin harsintamänniköissä hyvät siemenvuodet yleensä muodostunevat myös hyviksi uudistumisvuosiksi.

Pintakasvillisuus.

Tutkimusmetsiköiden kasviluettelot frekvenssi- ja peittävyyslukuineen nähdään taulukoista 18 ja 19. Tutkimusmetsiköt on näissä taulukoissa järjestetty vallitsevan puuston iän mukaan. Yleiskatsauksen helpottamiseksi on pintakasvillisuuden eri ryhmille, jäkälille, sammalille, heinille ja ruohoille sekä varvuille laskettu kullekin erikseen ryhmän kokonaispeittävyys.

Taulukko 18. Kasviluettelo nuorena harsituista männiköistä. Kanervatyyppi.

Tabelle 18. Pflanzenverzeichnis der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Calluna-Typ.

Kasvilaji — *Pflanzenart*	Koealan numero — *Nummer der Probefläche*													
	168	215	216	58	212	214	211	218	208	150	207	219	220	57
	Frekvenssi:peittävyys — *Frequenz: Deckung*													
Cladina spp.	10:2.2	10:1.7	10:1.8	10:3.3	10:1.1	8:0.7	6:0.3	6:0.2	6:0.4	9:0.5	10:1.2	10:0.6	10:3.4	9:2.1
Cladonia spp.	10:0.3	8:0.2	2:0.1	5:0.2	4:0.1	4:0.1	3:0.1	3:0.1	4:0.1	2:0.1	10:0.3	8:0.3	10:1.9	4:0.2
Muita jäkäliä — *Sonst. Flechten*	10:0.4	7:0.2	3:0.2	4:0.2	3:0.2	6:0.2	4:01	3:0.1	—	10:0.4	8:0.2	10:0.5	2:0.1	5:0.2
Peittävyys yhteensä — *Deckung insges.*	2.9	2.1	2.1	3.7	1.4	1.0	0.5	0.4	0.5	1.0	1.7	1.4	5.4	2.5
Pleurozium Schreberi	9:5.7	9:3.2	9:4.9	10:2.5	10:5.0	10:2.2	10:3.1	10:6.2	10:2.7	10:7.1	10:1.0	10:2.2	8:1.7	10:2.0
Hylocomium proliferum	—	—	—	—	—	3:0.1	—	—	1:△	—	—	—	—	1:△
Dicranum spp.	8:0.5	8:1.3	10:0.9	10:1.7	10:1.5	10:3.7	—	10:1.5	10:3.3	10:1.8	10:1.9	10:4.1	8:1.6	10:2.0
Polytrichum spp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Muita sammalia—*Sonst. Moose*	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—
Peittävyys yhteensä — *Deckung insges.*	6.2	4.5	5.8	4.2	6.5	6.0	3.1	7.7	6.0	8.9	2.9	6.3	3.3	4.0
Calluna vulgaris	10:2.4	10:3.2	10:2.6	8:1.6	10:1.4	9:2.6	10:4.5	10:2.4	10:4.5	10:3.6	10:4.7	10:4.3	10:3.4	7:0.9
Vaccinium vitis-idaea	10:1.7	10:0.8	10:1.3	10:1.0	10:1.0	10:0.6	10:1.0	10:2.5	10:1.7	10:1.9	10:0.7	9:1.2	9:0.3	10:1.0
Vaccinium myrtillus	1:△	1:0.1	—	—	1:△	2:0.1	—	—	—	8:0.2	—	—	—	1:△
Muita varpuja — *Sonst. Reiser*	—	—	2:0.1	5:1.1	2:0.1	4:0.9	2:0.9	—	—	3:0.3	1:△	7:0.7	1:△	7:1.1
Peittävyys yhteensä — *Deckung insges.*	4.1	4.1	4.0	3.7	2.5	4.2	6.4	4.9	6.2	6.0	5.4	6.2	4.0	3.0

Kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköiden pintakasvillisuutta toisiinsa verrattaessa voidaan panna merkille muutamia melko selvästi ilmeneviä piirteitä. Ensinnäkin nähdään, että heinät ja ruohot käytännöllisesti katsoen puuttuvat kanervatyypin männiköistä. Puolukkatyypin harsintamänniköissä niitä on taimisto- ja harsintakautena melkoisesti. Puuston ollessa sulkeutuneimmillaan tiheikkö—riukumetsäkautena ruohojen merkitys on puolukkatyypinkin harsintamänniköissä vähäinen. Jäkäliä sen sijaan näyttää kanervatyypin männiköissä harsinta—taimistokautena esiintyvän hieman enemmän kuin puolukkatyypillä. Kanervan runsaus kanervatyypin metsiköissä on silmiinpistävä.

Harsintametsiköiden pintakasvillisuudelle näyttää olevan ominaista, lukuisista poikkeuksista huolimatta, että kehityskautena taimisto—tiheikkö—riukumetsä jäkälien, varpujen ja ruohojen osuus pienenee, mutta sammalien kasvaa. Harsintakautena kehitys on päinvastainen.

Kun kiinnitetään huomiota erityisesti frekvenssilukuihin, niin voidaan panna merkille, että ne erot, jotka frekvenssiluvuissa metsikön eri kehityskausina ovat havaittavissa, näyttävät vieläkin pienemmiltä kuin peittävyyslukujen vaihtelut. Tämä viittaa siihen, että yksityisten kasvilajien peittävyydessä havaittavat erot johtuvat pääasiallisesti kasvilajien suuremmasta tai pienemmästä rehevyydestä ja vain vähäisemmässä määrässä muutoksista kasviyksilöiden lukumäärässä. Pintakasvillisuuden tärkeimmät kasvilajit esiintyvät silloinkin, kun niiden peittävyys on alimmillaan, jokseenkin tasaisesti koko metsikköön levinneinä ja ovat täten valmiina heti, kun puustossa esim. hakkuiden johdosta tapahtuu niiden kehitykselle suotuisia muutoksia, näihin muutoksiin reagoimaan (Tertti 1939 a, s. 25).

Tiedot puiden taimien ja pintakasvillisuuden välisestä kilpailusta ovat toistaiseksi puutteellisia, eikä tähän kysymykseen käsillä olevassa tutkimuksessakaan ole ollut tilaisuutta yksityiskohtaisesti syventyä. Ei edes tunneta tarkoin, mikä merkitys pintakasvillisuuden eri ryhmillä on tässä kilpailussa. Kuitenkin näyttää kuivilla kankailla varpujen ja heinien osuus suurimmalta. Jo niiden suuri koko korostaa niiden merkitystä. Jäkälien ja sammalien heikko kasvu kuivilla kankailla sekä niiden löyhä yhteys kasvualustaan vähentää niiden merkitystä (A. K. Cajander 1916, s. 521, Kujala 1926 c, s. 27 ja s. 29, Aaltonen 1939, s. 51 ja 1940, s. 393).

Kanervatyypin harsintamänniköissä ansaitsee huomiota tukkipuun harsintojen viimeisissä vaiheissa puuston harvenemiseen liittyvä pintakasvillisuuden kanervoituminen (vrt. taulukko 18, esim. koealat n:o 211, 208, 207, 219 ja 220). — Kanervaan on metsäkirjallisuudessamme kiinnitetty runsaasti huomiota.

Taulukko 19. Kasviluettelo nuorena

Tabelle 19. Pflanzenverzeichnis der im Stangenholz-

Kasvilaji — *Pflanzenart*	Koealan numero								
	98	103	92	114	119	231	122	123	128
	Frekvenssi: peittävyys —								
Cladina spp.	—	8:2.4	—	—	7:0.9	10:2.2	8:0.8	9:4.3	10:1.5
Cladonia spp.	—	—	1:△	—	3:0.1	9:0.6	4:0.1	9:0.5	9:0.2
Muita jäkäliä — *Sonst. Flechten*	1:0.1	9:0.6	—	4:0.1	5:0.2	2:0.1	5:0.2	5:0.1	10:0.3
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	0.1	3.0	△	0.1	1.2	2.9	1.1	4.9	2.0
Pleurozium Schreberi	10:5.2	8:1.6	10:2.3	10:3.3	9:4.6	10:4.4	10:8.0	8:1.6	10:5.2
Hylocomium proliferum	—	—	—	4:0.6	1:0.2	—	1:0.1	—	1:△
Dicranum spp.	10:1.9	5:0.6	4:0.3	10:1.4	5:0.5	10:1.7	8:0.8	—	5:0.4
Polytrichum spp.	—	—	10:0.7	—	2:0.1	1:△	3:0.2	4:1.0	—
Muita sammalia — *Sonst. Moose*	9:1.2	1:△	5:0.1	2:0.1	2:0.1	—	—	—	1:△
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	8.3	2.2	3.4	5.4	5.5	6.1	9.1	2.6	5.6
Luzula pilosa	10:0.3	1:△	10:0.3	3:0.1	—	—	—	—	1:△
Calamagrostis arundinacea	—	—	—	—	5:0.4	—	—	—	—
Calamagrostis epigejos	—	6:0.6	—	3:0.2	—	—	—	—	10:0.5
Deschampsia flexuosa	10:2.9	3:0.1	10:2.2	10:1.6	3:0.2	—	5:0.3	—	—
Muita heiniä — *Sonst. Gräser*	9:0.2	—	4:0.1	—	—	—	3:0.1	—	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	3.4	0.7	2.6	1.9	0.6	—	0.4	—	0.5
Melampyrum spp.	6:0.2	—	7:0.2	3:0.1	—	3:0.1	5:0.1	—	—
Eupteris aquilina	6:0.9	4:0.4	7:1.3	—	—	—	—	—	1:△
Majanthemum bifolium	—	—	3:0.2	—	—	—	—	—	—
Viola riviniana	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fragaria vesca	—	—	1:△	1:0.1	—	—	2:0.1	—	—
Rubus idaeus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chamaenerium angustifolium	—	—	—	—	—	3:0.1	—	—	—
Trientalis europaea	1:△	—	7:0.2	1:△	—	—	—	—	—
Veronica spp.	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—
Muita ruohoja — *Sonst. Kräuter*	3:0.1	1:△	10:0.6	3:0.1	3:0.1	—	3:0.1	—	10:0.5
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	1.2	0.4	2.5	0.3	0.1	0.2	0.3	—	0.5
Lycopodium spp.	—	—	4:0.2	1:△	—	1:0.1	1:0.1	1:△	—
Pirola spp.	—	—	—	—	—	2:0.2	2:0.1	—	—
Calluna vulgaris	4:0.6	10:2.9	7:0.9	6:1.3	5:0.7	—	2:0.2	8:1.6	10:3.6
Vaccinium vitis-idaea	10:2.9	10:1.7	10:3.0	10:2.8	9:1.3	10:2.4	6:0.2	10:0.6	10:1.3
Vaccinium myrtillus	10:1.3	—	10:0.7	2:0.1	2:0.1	10:1.9	9:0.9	3:0.2	1:△
Muita varpuja — *Sonst. Reiser*	2:0.1	—	—	1:0.3	2:0.1	1:0.2	—	5:0.5	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	4.9	4.6	4.8	4.5	2.2	4.8	1.5	2.9	4.9

A. K. Cajander (1909, s. 115) on Evolla pannut merkille, että jos tietyt alueet jostakin syystä, esim. siemenpuiden puutteesta, jäävät siementymättä ja kanerva saa pitkän etumatkan, silloin kestää hyvin kauan, ennen kuin sellaiset alueet luontaisesti metsittyvät. Myöhemmin Cajander (1910, s. 609) kiinnittää huomiota kanervan hitaaseen kasvuun.

Heikinheimo (1915, s. 151) on havainnut, että maan kuivuuden takia lehtipuiden siementen itäminen ja taimien nousu onnistuu varsinaisilla kanerva-ahoilla usein parhaiten vasta sen jälkeen, kun kanervaa on noussut harvakseen maata suojaamaan. Metsiemme luontaista uudistamista selvitellessään Heikinheimo (1931a, s. 33) toisaalta toteaa, että ensimmäinen taimettumisvaihe on varpupeitteessä usein pitkä ja että taimet tavallisesti selviävät siitä varsin huonossa tilassa (esim. männyn taimi kanervikosta).

Aaltonen (1919, s. 197 ja 1936, s. 11) huomauttaa, että männyn taimien ja kanervan esiintymisessä on havaittavissa useita yhteisiä piirteitä ja että kilpailu näiden toverien välillä ainakin toisinaan voi olla melko ankaraa. Aaltonen (1919,

harsituista männiköistä. Puolukkatyyppi.

alter geplenterten Kiefernbestände. Vaccinium-Typ.

— Nummer der Probefläche

171	172	217	228	126	229	56	96	95	102	167	178	99	111	224	124
Frequenz: Deckung															
5:0.1	—	—	8:0.6	2:0.1	10:1.2	—	—	—	—	9:0.8	9:1.4	—	4:0.6	9:0.5	2:0.1
4:0.2	1:△	—	8:0.2	2:0.1	5:0.1	1:△	—	9:1.2	2:0.1	9:0.2	9:0.2	1:△	—	7:0.2	3:0.1
6:0.6	2:0.1	—	7:0.2	3:0.1	7:0.2	—	—	5:0.2	—	10:0.3	9:0.4	—	—	9:0.3	5:0.1
0.9	0.1	—	1.0	0.3	1.5	△	—	1.4	0.1	1.3	2.0	△	0.6	1.0	0.3
10:4.3	9:4.0	10:5.3	9:6.2	10:1.5	10:5.2	10:2.2	10:1.5	10:4.9	10:5.0	10:6.2	10:4.7	9:0.3	10:6.6	10:4.3	9:3.4
2:0.1	4:0.3	2:0.1	—	2:0.4	—	8:1.1	—	—	—	—	1:0.1	—	—	4:0.3	8:1.5
9:0.7	9:0.6	9:2.1	8:0.6	10:1.0	10:2.0	10:1.1	10:1.1	10:1.3	10:1.1	—	10:2.9	6:0.3	3:0.1	10:2.7	8:0.4
1:△	4:0.1	—	2:0.1	2:0.1	3:0.2	5:0.3	1:0.1	1:△	1:△	—	—	3:0.1	—	5:0.5	8:0.2
—	6:0.4	—	—	2:0.1	—	2:0.3	7:0.5	4:0.4	9:0.7	3:0.1	—	3:0.2	—	—	—
5.1	5.4	7.5	6.9	3.1	7.4	5.0	3.2	6.6	6.8	6.3	7.7	0.9	6.7	7.8	5.5
—	6:0.2	5:0.1	—	8:0.2	—	4:0.2	5:0.1	1:△	5:0.1	—	—	2:0.1	—	—	8:0.2
1:0.2	9:1.7	1:0.2	4:0.4	8:0.6	3:0.2	—	—	4:0.1	5:1.1	—	—	—	—	3:0.1	5:0.6
9:0.5	—	—	5:0.3	5:0.3	7:0.2	—	—	—	—	—	1:0.1	—	—	4:0.2	10:1.1
7:0.4	9:0.5	—	3:0.2	8:1.5	4:0.1	10:1.4	10:3.4	2:0.1	9:2.8	—	4:0.3	10:4.5	—	2:0.1	—
—	—	1:△	—	—	—	—	3:0.1	—	—	—	—	4:0.1	—	—	—
1.1	2.4	0.3	0.9	2.6	0.5	1.6	3.6	0.2	4.0	—	0.4	4.7	—	0.4	1.9
—	—	—	1:△	3:0.1	2:0.1	7:0.2	9:0.2	6:0.2	10:0.3	—	—	9:0.2	—	—	7:0.2
—	1:0.2	—	—	—	—	—	4:1.2	—	9:1.3	—	—	1:0.2	—	—	—
4:0.6	4:0.2	—	—	4:0.2	—	4:0.1	—	—	1:△	—	1:△	1:△	—	—	7:0.4
2:0.1	7:0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	4:0.1	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—
—	—	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1:△	3:0.1	1:△	—	2:0.1	—	6:0.2	5:0.1	—	4:0.1	—	—	3:0.2	—	1:△	7:0.3
1:△	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6:0.2	8:0.4	2:0.2	9:0.3	9:0.3	10:0.5	1:0.1	7:0.3	3:0.1	9:0.9	—	3:0.4	1:△	—	3:0.1	7:0.4
0.9	1.2	0.2	0.3	0.7	0.6	0.6	1.8	0.3	2.6	—	0.4	0.6	—	0.1	1.3
—	1:0.1	—	—	—	2:0.1	2:△	—	—	2:0.4	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1:△	—	—	2:0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
10:4.9	6:1.8	5:0.8	6:0.5	—	8:1.0	7:0.5	2:0.2	8:3.3	1:0.4	9:2.9	6:0.8	9:2.1	10:2.0	—	9:2.9
10:2.1	10:1.8	10:2.0	10:2.3	9:0.7	9:1.5	10:2.3	10:5.0	10:2.8	10:3.0	10:2.0	10:2.4	10:3.0	10:1.3	10:1.5	10:2.5
7:0.5	10:0.6	2:0.2	7:0.3	5:0.2	4:0.1	8:0.2	10:0.5	8:0.2	10:0.5	—	4:0.1	7:0.2	3:0.1	5:0.5	9:0.5
4:0.1	—	—	1:0.1	—	1:0.1	8:0.5	—	1:△	—	—	7:0.6	—	—	2:0.1	—
7.6	4.3	3.0	3.2	0.9	2.8	3.5	5.8	6.3	4.3	4.9	3.9	5.3	3.4	2.1	5.9

s. 197) on myös havainnut, että Lapissa esiintyy kanervarikkailla metsätyypeillä runsaastikin taimistoja, jotka ovat syntyneet kanervan jo ollessa täysin kehittynyttä, mutta että näiden taimistojen useinkin tavalliseen kitukasvuisuuteen lienee juuri yhtenä eikä vähimpänä syynä kanervan ja männyn taimien välinen kilpailu maasta saatavasta ravinnosta eli ns. juurikilpailu.

K a n g a s (1931, s. 53) on Siikakankaan männyn taimistojen tuhoja tutkiessaan pannut merkille, että rehevä kanervakasvillisuus näyttää olevan eduksi varsinkin luontaisesta siemennyksestä nousseiden taimien kehitykselle, ainakin aluksi, tarjoten niille tarpeellista suojaa liiallista kuivuutta vastaan. Samassa yhteydessä K a n g a s (s. 54) huomauttaa kuitenkin, että kanerva saattaa vähän vanhemmille taimille olla haitallinen. K a n g a s (1937, s. 117) palaa tähän kanervan kaksinaiseen merkitykseen vielä myöhemminkin ja mainitsee, että taaja, voimakaskasvuinen kanervikko vaikuttaa varjostuksellaan samalla tavalla kuin tiheä taimisto, vaikka toisaalta kanervikosta voi olla taimille suojaakin.

H e r t z (1934 b, s. 53) toteaa, että kanerva sinänsä saattaa erittäin kuivilla, auringon paahtamilla paikoilla edistää männyn uudistumista.

Ne havainnot, joita käsillä olevassa tutkimuksessa on tehty kanervoitumisesta, osoittavat sen tuhoisaksi harsintamänniköiden uudistumiselle. Kanerva ja pieni männyn taimi ovat suuren ekologisen yhtäläisyytensä vuoksi ilmeisestikin varsin tasaväkisiä kilpailijoita. Kanervan etuna tässä kilpailussa on mainittava sen runsas siemensato ja kyky uudistua kasvullisestikin maahan painuneista oksista (Keso 1908, s. 43, Heikinheimo 1915, s. 153, Kujala 1926 a, s. 36). Kanervan heikkoutena on sen hidas kasvu ja maanpäällisten osien suhteellisen lyhyt ikä (n. 20—30 v., Keso 1908, s. 42). Männyn suurena heikkoutena on harsintamänniköissä sen niukka siemensato. Jos siemennys olisi riittävä niissä metsikön kehitysvaiheissa, joissa puusto on harventunut siksi paljon, että taimisto sen alle voi nousta, niin männyn taimet nopean kasvunsa avulla ilmeisestikin selviäisivät verrattain helposti tällöin vielä pienikokoisesta kanervasta. Mutta mitä kauemmin männyn siemennys viipyy, sitä pitemmän etumatkan kanerva saa. Kun vihdoin harsintakauden loppuaikoina uudistusalalle saadaan niukka männyn siemennys, niin valtavat kanervamäärät (peittävyys aina 0.5 ja korkeus 0.6 m) kilpailullaan yhdessä taimia uhkaavan kuivuuden kanssa kirjaimellisesti pysähdyttävät taimiston kehityksen. Varsinainen taimettuminen ei kanervapeitteessä näytä mahdottomalta, päinvastoin kanerva antanee aluksi suojaakin pienille männyn sirkkataimille ankarinta auringon paahdetta ja kuivattavia tuulia vastaan, mutta myöhemmin, kun taimet tavoittavat kanervikon pinnan, tilanne muodostuu männyn taimille kriitilliseksi. Tässä vaiheessa suuri osa taimia kuolee joko suorastaan kuivuuteen tai erilaisten tuhojen uhrina. Tällaisia havaintoja on tehty mm. koealoilla n:o 168 ja 57.

Puolukkatyypin harsintamänniköissä on heinittyminen (pääasiallisesti *Deschampsia flexuosa)* voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen eräillä Lounais-Suomen paikkakunnilla saanut huomattavan vallan. Vaikkakaan heinäkerros ei ole erityisen taaja, näyttää sen taholta männyn taimiin kohdistuva kilpailu muodostuvan näille niin tuhoisaksi, että luontainen uudistuminen käy vaikeaksi, pahimmin heinittyneillä hakkuualoilla suorastaan mahdottomaksi. Tähän puolukkatyypin heinittyvään muunnokseen palataan myöhemmin (s. 161).

Männyn taimiin kohdistuvan kilpailun kannalta pintakasvillisuuden kehitys harsintamänniköissä näyttää näin ollen harsintakautena, jolloin taimettuminen lähinnä olisi toivottavaa, epäsuotuisalta. Männyn taimien pahimmat kilpailijat, varvut sekä heinät ja ruohot, voimistuvat nopeasti heti ensimmäisten tukkipuun harsintojen alettua. — Pintakasvillisuuden kannalta männyn taimettumisedellytykset näyttävät harsintamänniköissä suotuisimmilta välittömästi voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen.

Maaperä.

Nuorena harsittujen männiköiden maaperästä nähdään tietoja taulukosta 20.

Taulukko 20. Tietoja nuorena harsittujen männiköiden maaperästä.

Tabelle 20. Angaben über den Boden der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Maan kaltevuus *Neigung des Bodens*		Maalaji *Bodenart*	Kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	Humuksen paksuus cm *Dicke der Humusschicht cm*	A-horisontin paksuus cm *Dicke des A-Horizonts cm*	Vk *Wk* %
	Suunta *Hanglage*	Aste *Grad*					
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*							
168	N	1	mh	1	1.8	1.5	7.5
215	E	2	h	1	1.5	·	4.7
216	—	1	h	1	1.3	·	3.2
58	W	1	hk	1	2.3	2.0	3.7
212	E	1	h	1	1.5	·	3.4
204	S	1	h	1	2.3	·	7.1
214	W	1	h	1	2.0	·	5.1
211	—	1	h	1	2.5	·	3.2
218	E	1	h	1	1.8	·	3.9
208	S	1	h	1	2.5	·	4.0
150	N	1	h	1	2.8	5.3	3.3
207	N	1	h	1	2.0	·	3.7
219	SW	1	h	1	1.5	·	4.2
220	N	1	h	1	1.0	·	2.9
57	—	1	h	1	2.0	2.3	5.9
			Keskimäärin — *Mittel*		1.9	(2.8)	4.4
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*							
98	E	2	mh	1	2.8	1.0	3.9
103	S	2	m	1	1.5	·	·
92	—	1	hk	1	5.2	*Δ*	5.2
114	—	1	m	2	4.2	*Δ*	14.1
119	SW	1	h	2	3.0	—	9.4
231	—	1	h	2	1.5	·	·
122	N	1	m	1	4.5	*Δ*	11.8
123	—	1	m	2	2.8	4.5	6.2
128	S	1	h	1	4.0	—	11.0
171	—	1	h	1	2.3	—	6.3
172	—	1	ms	1	2.0	—	17.6
217	—	1	h	1	2.0	·	5.7
228	S	2	h	2	·	·	6.8
126	SW	2	m	1	4.0	*Δ*	7.0
229	S	2	h	2	2.0	·	6.9
56	NW	1	mh	2	6.8	9.0	10.5
96	—	1	hk	1	2.5	*Δ*	6.6
95	—	1	h	2	2.8	—	3.7
102	E	2	h	1	2.3	1.0	11.1
167	—	1	mh	1	3.0	1.5	9.5
178	—	1	hk	1	2.5	0.5	11.5
99	—	1	m	1	2.0	0.5	2.9
111	—	1	h	1	4.8	4.5	4.5
224	—	1	h	2	2.5	·	8.5
IV	—	1	hk	1	3.0	·	13.1
124	N	2	h	1	5.5	3.0	9.6
			Keskimäärin — *Mittel*		3.2	1.8	8.5

Seuraavassa jaetaan maalajit, kuten Aaltonen (1941 a, s. 12) on tehnyt, kolmeen luokkaan: karkeat (harjusora ja hiekka), keskikarkeat (hietainen moreeni ja hieta) ja hienot (hiesuinen ja savinen moreeni sekä savi). Taulukosta 20 nähdään, että kanervatyypin harsintamänniköt ovat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta ja puolukkatyypinkin harsintamänniköt pääosaltaan (62 %) kasvaneet karkeilla maalajeilla. Valtakunnan metsien toisen arvioinnin mukaan (Aaltonen 1941 a, s. 14) tutkimusaluetta lähinnä vastaavalla alueella (4.) kanervatyypin maista kuului karkeihin vain 53.8 % ja puolukkatyypin maista 24.6 %. Harsintamänniköt näyttävät näin ollen keskittyvän erityisesti karkeille maalajeille. Tutkimusaineisto tosin on niin pieni, ettei sen perusteella voida tehdä yleisluontoisia päätelmiä, mutta viitattakoon kuitenkin tässä yhteydessä siihen, että eräät muutkin tutkimustulokset ovat antaneet aihetta olettamukseen, että mänty juuri karkeilla maalajeilla olisi kilpailukykyisin puulajien välisessä kilpailussa (vrt. s. 166). — Männyn ja kuusen välisessä kilpailussa harsinnanluontoiset hakkuut näyttävät koituvan niin monessa suhteessa kuusen eduksi, että täysin puhtaiden harsintamänniköiden löytäminen tuottaa useilla paikkakunnilla vaikeuksia. Jo maastotöitä suoritettaessa kiinnitettiinkin huomiota siihen, että juurikarkeilta maalajeilta oli helpoimmin löydettävissä tällaisia metsiköitä.

Maan vesitaloudellisten ominaisuuksien yksityiskohtaisempaa selvittelyä silmälläpitäen on tutkimusmetsiköistä, kuten jo aikaisemmin on mainittu, otettu maanäytteitä. Näistä näytteistä on määrätty ns. kosteusekvivalentti (Vk), eräänlainen maan vedenpidätyskyvyn tunnus (vrt. Aaltonen 1940, s. 86). Kosteusekvivalentin määrääminen on suoritettu Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen maantutkimusosaston käyttämän menetelmän mukaan (Aaltonen 1941 b, s. 26, vrt. myös Erkki K. Kalela 1939, s. 19).

Kosteusekvivalentin suuruus tutkituissa harsintamänniköissä nähdään taulukosta 20. Kun verrataan näitä lukuja toisaalta kysymyksessä olevien tutkimusmetsiköiden maalajiin ja toisaalta Aaltosen (1940, ss. 87—88) esittämiin kokemuslukuihin kosteusekvivalentin ja maalajin raekokoomuksen suhteesta, niin havaitaan, että näiden välillä vallitsee huomattava yhdenmukaisuus. Ilmeisesti maalajin arvostelu useimmissa tapauksissa on onnistunut kutakuinkin oikein.

Keskimääräiseksi kosteusekvivalentin suuruudeksi on kanervatyypillä saatu 4.4 ja puolukkatyypillä 8.5. Kun määrätään tutkimusmetsiköiden jakaantuminen maalajien kesken kosteusekvivalentin sekä Aaltosen esittämien kokemuslukujen perusteella, niin päädytään seuraavaan jakaantumiseen: kanervatyyppi, karkeat maalajit (Vk alle 7.5) 93 %, keskikarkeat (Vk 7.5—17.5) 7 %; puolukkatyyppi, karkeat maalajit 50 %, keskikarkeat 46 % ja hienot (Vk yli 17.5) 4 %. Nämäkin luvut osoittavat, että tutkitut harsintamänniköt ovat kasvaneet keskimääräistä karkeammilla maalajeilla.

Maannostumisesta tehdyistä merkinnöistä (taulukko 20) nähdään, että maa kuivien kankaiden harsintamänniköissä on ollut heikosti huuhtoutunutta. A-horisontin keskimääräinen paksuus on, milloin sitä on esiintynyt, ollut puolukkatyypin metsiköissä keskimäärin vain 1.8 cm (kanervatyypiltä havaintoja on liian vähän keskimäärän laskemiseksi). Selvää B-horisonttia ei ole tavattu. Eräissä tapauksissa aikaisemmin suoritettu kaskeaminen on vaikeuttanut selvän kuvan saamista maannostumissuhteista.

Humuksen keskimääräinen paksuus on kanervatyypin metsiköissä ollut 1.9 cm ja puolukkatyypin metsiköissä 3.2 cm. Metsikön eri kehityskausina humuksen paksuus vaihtelee melkoisesti.

Humuksen merkitys metsän uudistumisessa on moninainen. Huonon vedenpidätyskykynsä vuoksi humuksen heikosti lahonnut pintaosa yleensä tarjoaa huonon kasvualustan pienille männyn sirkkataimille (Hertz 1934 b, s. 84, Tertti 1937 a, ss. 90—92, Aaltonen 1940, ss. 382—383, Tamm 1940, ss. 205—206). Toisaalta humuksen pohjimmaisin, parhaiten lahonnut osa runsaasti kolloideja sisältävänä yhdessä kivennäismaan pinnan kanssa, johon se on enemmän tai vähemmän sekoittunut, muodostaa kosteussuhteiltaan suotuisan kerroksen (Hesselman 1910, s. 64, Aaltonen 1940, s. 129). Ne muutokset, joita hakkuiden jälkeen voidaan havaita humuksen tilassa, ovat osoittautuneet metsän uudistumisen kannalta merkittäviksi (esim. Hesselman 1917 a, s. 422; 1917 c, s. 1027, Möller 1922, s. 30).

Käsillä olevaa tutkimusta suoritettaessa ei ole ollut tilaisuutta ryhtyä tarkemmin selvittelemään niitä muutoksia, joita tukkipuun harsinnat ovat aikaan saaneet humuksen tilassa. Kuitenkin on pidetty silmällä ns. nitrofiilisten (vrt. Aaltonen 1940, s. 326) kasvilajien esiintymistä. Kuivilla kankailla ne — kysymykseen tulee miltei yksinomaan vain *Chamaenerium angustifolium* — näyttävät voimakkaidenkin hakkuiden jälkeen kasvavan vain yksitellen; minkäänlaista silmiinpistävää nitrofiilistä kasvillisuutta ei synny (vrt. taulukko 18 ja 19).

Taimiaineksen ilmaantuminen.

Harsintamänniköissä taimistoja esiintyy ainakin jossakin määrin kaikkina muina kehityskausina paitsi riukumetsäkautena (taulukko 17, s. 112). Riukumetsäkautena päällyspuuston taholta männyn taimiin kohdistuva kilpailu on nähtävästi siksi ankara, että niiden toimeentulo käy mahdottomaksi. Taimien puuttuminen riukumetsistä on sikäli merkille pantavaa, että tukkipuun harsintojen alkaessa riukumetsäkauden loppupuoliskolla valmista taimiainesta näin ollen ei ole väljentyvän puuston alla taimistoksi kehittymässä.

Kun verrataan harsintamännikössä sen eri kehityskausina esiintyvien taimistojen vuosiluokkasarjoja (taulukko 17) toisiinsa, niin voidaan todeta,

että harsintakautena taimistoissa vanhat ikäluokat ovat suhteellisesti heikoimmin edustettuina, taimistokautena niitä on jonkin verran enemmän ja tiheikkökautena eniten. Nuorimpia ikäluokkia sen sijaan esiintyy verrattain runsaasti kaikkina näinä kehityskausina, tiheikkökautena kuitenkin suhteellisesti vähiten. Ilmeisesti taimien ilmaantuminen harsintamännikköön alkaa harsintakautena ja jatkuu sitten aina tiheikkökauteen asti.

Aikaisemmin on jo tarkastettu siemen- ja uudistumisvuosien merkitystä harsintamännikön uudistumistapahtumassa. Näiden ohella ansaitsee huomiota tukkipuun harsintojen välitön vaikutus taimiaineksen ilmaantumisen kulkuun. Tästäkin saadaan parhaiten kuva tarkastelemalla taimistojen vuosiluokkasarjoja (taulukko 17), joihin hakkuuvuodet viime 16 vuoden kuluessa on merkitty painamalla hakkuuvuotta vastaavat taimiprosentit lihavalla.

Vuosiluokkasarjoja tarkastettaessa voidaan lukuisista poikkeuksista huolimatta panna merkille, että *hakkuilla on ollut taimiaineksen syntymistä välittömästi edistävä vaikutus*; huomattavan useissa tutkimusmetsiköissä nähdään hakkuuvuoden kohdalla taimiprosenteissa selvä maksimi. Selvimmin tällainen suhde esiintyy puolukkatyypin tutkimusmetsiköissä.

Esimerkkinä hakkuiden taimettumista edistävästä vaikutuksesta mainittakoon havainnot koealalta n:o 94. Tässä tutkimusmetsikössä on v. 1929 suoritettu voimakas tukkipuiden harsinta. Aikaisemmin metsikkö on ollut jokseenkin luonnon normaali, n. 90-vuotinen männikkö. V. 1929 suoritetun hakkuun jälkeen on alueelle noussut runsaasti männyn taimistoa, joka alusta pitäen on kehittynyt ripeästi ja tutkimusvuotena (1939) oli n. 0.5—1.0 m:n mittaista. Vuoden 1935 hyvän männyn siemenvuoden jälkeen on myös noussut männyn taimiainesta, mutta se on alun perin jäänyt kitukasvuiseksi.

Syyt hakkuiden taimettumista edistävään vaikutukseen ovat nähtävästi moninaiset.

Hakkuiden johdosta puuston taholta taimiin kohdistuva kilpailu heikkenee, ainakin tilapäisesti. Heikoimmillaan se on välittömästi hakkuiden jälkeen. Sitä mukaa kun jätepuusto ja pintakasvillisuus väljentyneessä kasvutilassa elpyvät, niiden ravinnon tarve lisääntyy ja ne ottavat kasvualan yhä täydellisemmin haltuunsa. Päällyspuuston ja taimiston kasvun herkkä riippuvaisuus toisistaan ilmenee mm. siitä, ettei vain päällyspuusto rajoita taimiston kasvua, vaan myös päinvastainen ilmiö on havaittavissa.

Aikaisemmin on jo viitattu hakkuutähteiden välittömään ja välilliseen merkitykseen kasveille käyttökelpoisten ravintoaineiden lisääjinä. Tämänkin vaikutuksen on todettu olevan suhteellisen lyhytaikaisen (esim. Hesselman 1927, s. 389, Aaltonen 1940, s. 518, Tamm 1940, s. 221). Hakkuiden yhteydessä myös kivennäismaata peittävä humuskerros monin tavoin muutaman vuoden ajaksi rikkoutuu.

Puolukkatyypillä hakkuiden päällyspuuston kilpailua vähentävä vaikutus muodostuu jätepuuston nopean kehityksen vuoksi lyhytaikaisemmaksi kuin kanervatyypillä. Mahdollisesti juuri tästä johtuu, että taimistojen vuosiluokkasarjoissa hakkuuvuosien kohdalle muodostuvat maksimit näkyvät selvemmin puolukkatyypin kuin kanervatyypin sarjoissa.

Vaikkakin taimistoiden vuosiluokkasarjat monessa suhteessa valaisevat taimettumisen kulkua, niin niiden perusteella on kuitenkin vaikeaa saada selvää kuvaa taimiaineksen ilmaantumistavasta. Joskin tutkimusmetsiköt on pyritty valitsemaan siten, että ne tässäkin suhteessa edustaisivat mahdollisimman yhtenäistä kehityssarjaa, ei siinä ole kuitenkaan kaikin kohdin onnistuttu. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että männyn uudistuminen harsintamänniköissä ei yleensä tapahdu yhtenäisin, tasaisin uudistusaloin, vaan useimmiten uudistumisen eri kehitysvaiheissa olevat pienoismetsiköt ovat mosaiikkimaisesti kietoutuneet toisiinsa. Tämän vuoksi tutkittuihin koealoihin tavallisesti sisältyykin useita uudistumisen eri kehitysvaiheita, joita on ollut vaikea irroittaa toisistaan. Tosin olisi voitu yrittää käyttää pienempiä koealoja, mutta koealojen koon tuntuvaan pienentämiseen liittyy taas muita epäkohtia, minkä vuoksi tähänkään keinoon ei ole haluttu turvautua.

Yksityiskohtaisen kuvan saamiseksi taimiaineksen syntymisestä on tämän vuoksi tarkastettava niitä täydentäviä muistiinpanoja, joita eri koealoilla on tehty. Näistä on erityisesti mainittava seuraavaa.

Kanervatyypin harsintamänniköissä taimettuminen alkaa useimmissa tapauksissa jo harsintakautena, mutta on hidasta (esim. koealat n:o 211, 208 ja 150). Harsintakautena syntyneellä taimiaineksella on kuitenkin melkoinen merkitys myöhemmin, kun uudistuminen päällyspuuston harvennuttua pääsee varsinaisesti vauhtiin. Tällöin nuo ensimmäiseksi syntyneet taimet ja taimiryhmät muodostavat esikasvoksen, jonka turviin (auringonpaahteelta ja kuivattavilta tuulilta) uudet taimet näyttävät hakeutuvan (esim. koeala n:o 220).

Tuulien kuivattava vaikutus ja auringonpaahde ovat taimettumista ehkäisevinä tekijöinä metsäkirjallisuudessa saaneet runsaasti huomiota osakseen.

Blomqvist (1881, s. 77) mainitsee, että kuivuus on hyvin haitallinen, varsinkin pienimmille ja laihassa maassa kasvaville männyn taimille, jotka usein sen takia kuolevat.

Kihlman (1890, s. 79) on ensimmäisiä, joka on kiinnittänyt huomiota tuulen kuivattavaan vaikutukseen.

Hannikaisen (1919, ss. 208—209) mukaan on kuivan ja laihan, erittäinkin kallioperäisen maan suojaksi hyvä jättää puita tiheämmälti kuin pelkkää siemennystä varten olisi välttämätöntä.

Möller (1922, s. 59) käyttää yksijaksoisesta, varttuneesta männiköstä nimeä »*Feldscheune*» (latvusto pidättää sateet, ja tuuli pääsee vapaasti puhaltamaan latvuston alla).

Wiebecke (1924, s. 15) huomauttaa, että kuivumisilmiöt esiintyvät paljaaksihakkuualoilla. Jo pienillä, kapeilla, metsän pohjoisreunaan hakatuilla kaistaleilla, joille jätetään kaikenlaista tuulta pidättävää pensaikkoa, katajaa ja lehtipuuta, suojautuu maan vesipitoisuus.

Morosow (1928, s. 171) toteaa, että metsä pidättämällä tuulta pienentää taimiston kosteudentarvetta ja että männyn taimisto viihtyy parhaiten aukkojen varjoreunoilla (s. 352). Hän on lisäksi kiinnittänyt huomiota (s. 173) siihen, että vähiten suojaa tuulta vastaan tarjoavat sellaiset harvanlaiset männiköt, joista alikasvos puuttuu.

Laitakari (1934, s. 17) korostaa, että tuulen kuivattava vaikutus voi olla laajojen, aukeiden hakkuualojen taimistoille kohtalokas. Samassa yhteydessä (ss. 20—21) hän huomauttaa, että suojapuiksi ovat sopivimpia lehtipuut, paremman puutteessa voidaan jättää kuusen tai männynkin alikasvosyksilöitä, yleensä mitättömiä puita.

Aaltonen (1936, s. 17) huomauttaa olevan tunnettua, että ainakin kuivimmilla kankailla männynkin taimille suoja on eduksi; niinpä on näillä mailla todettu männyn taimien aukeilla hakkuualoilla menestyvän parhaiten hakkuutähteiden suojassa. Myöhemmin Aaltonen (1940, ss. 389—390) huomauttaa, että voimakkaassa auringonpaisteessa kuumuus voi maan rajassa kohota niin korkeaksi, että pienien taimien sirkkavarsi palaa.

L. E. T. Borg (1936, s. 102) on Tuomarniemen hankikylvöaloilla todennut, että kanervatyypillä männyn taimia on vähiten etelärinteissä.

Tertti (1937 a, s. 89) mainitsee, että se, mikä tasoittaa lämpösuhteita, siis varjostus, edistää kuivilla kankailla taimettumista, ja edelleen, että kuivilta kankailta männyn siemenpuualoilta ei ole syytä kiiruhtaa hävittämään esim. harvakseltaan tavattavia kituvia alikasvosmäntyjä, ennen kuin niiden lievässä varjossa alkunsa saaneet pikku taimet ovat kunnollisesti juurtuneet.

Multamäen (1939, s. 83; 1942, s. 100 ja s. 174) tutkimukset ovat osoittaneet, että pienellä koivun vesakolla, alikasvospuilla, pintakasvillisuudella ja kivillä on oma osuutensa mikroilmaston muodostumisessa.

Kangas (1940 a, s. 46) toteaa Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelystuloksia selostaessaan, että kuivuus esiintyy usein ratkaisevana tekijänä.

Erkki K. Kalela (1941, s. 15) päätyy kuivien kankaittemme uudistumiskysymyksiä tarkasteltuaan seuraavaan tulokseen: »Kaikki nämä hajanaiset havainnot viittaavat siihen, että meilläkin kuivemmilla kankailla männynkin taimet tarvitsevat suojaa, mahdollisesti eniten tuulta, kuivattavaa ilmavirtausta vastaan.»

Vielä sittenkin, kun päällyspuusto on jo harventunut jonkinlaiseksi harvaksi siemenpuuasennoksi, voi taimettuminen aluksi tapahtua hitaasti, mutta yleensä sillä kuitenkin, mikäli siemennys on edes joltinenkin, tästä lähtien on kiihtyvä luonne. Uusien taimien ilmaantuminen saavuttaa useissa tapauksissa maksiminsa juuri vähää ennen kuin taimisto sulkeutuu tiheiköksi. Ja vielä tiheikkökautenakin uusien taimien ilmaantumista jatkuu, kuten edellä on huomautettu.

Kaikki ne tutkimukset ja havainnot, joita on tehty kanervatyypin harsintamänniköiden taimettumisesta, osoittavat, että pieniä männyn sirkkataimia uhkaava kuivuminen on tärkeimpiä taimettumisen kulkuun vaikuttavia tekijöitä.

Sen lisäksi, mitä jo aikaisemmin on mainittu, selostettakoon vielä muutamia havaintoja.

Pienien uudistusalojen, varsinkin sellaisten, joita kokonaan tai osaksi ympäröivät nuoret männiköt, tiheiköt tai hoikat riukumetsät, on todettu taimettuvan herkemmin kuin laajojen, yhtenäisten uudistusalojen (vrt. L. E. T. Borg 1936, s. 100). Erityisesti tällaisten pienten uudistusalojen etelänpuoleisilla laiteilla esiintyy tavallisesti taajoja taimistoja. Nähtävästi nuorien reunametsien alas ulottuva latvusto tarjoaa tehokasta suojaa kuivattavia tuulia vastaan, samoin kuin se suojaa ainakin osan päivää auringon paahteelta. —Juuri kuivattavilla tuulilla näyttää olevan erityisen suuri merkitys. Tämä näkyy jo pahimmin tuulille alttiiden kuivien kankaiden (esim. Virttaan kangas) taimistoissa, jotka helposti saavat ainakin osittain maata vasten painautuvan kasvutavan (esim. alaoksat ovat usein jäkälän ja sammalen peittämät ja latva kuiva.)

Eräillä kuivien kankaiden lävitse hakatuilla leveillä linjoilla (mm. Imatran voimalinjan aukossa Salpausselällä Hyvinkäällä) voitiin todeta taimettumisen alkaneen linjan eteläreunalta, jossa taimisto sai auringon paahteelta paremman suojan kuin linjan pohjoislaidalla.

Laajoissa osissa maatamme yksityismetsien metsäpalstat ovat muodoltaan pitkiä, kapeita suikaleita (Kokkonen 1934, Multamäki 1919, s. 49, Osara 1935, s. 144). Puuttumatta niihin epäkohtiin, jotka liittyvät tällaiseen metsäpalstan muotoon, on tässä yhteydessä huomautettava, että tällainen palstan muoto, joka on aiheuttanut sen, että hakkuut kysymyksessä olevissa metsissä ovat saaneet kaistalehakkuun luonteen, on useissa tapauksissa edistänyt näiden metsien uudistumista.

Puolukkatyypin harsintamänniköissä taimiaineksen syntyminen on mahdollista tiheämpien päällyspuustojen alle kuin kanervatyypillä. Varsinkin välittömästi voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen näyttää olevan mahdollisuuksia taimistojen syntymiselle. Juuri tällaisia, jo ennen lopullisesti paljastavaa hakkuuta syntyneitä, ovatkin olleet useimmat puolukkatyypin harsintamänniköiden edes kutakuinkin tyydyttävistä taimistoista.

Puolukkatyypillä pienien männyn taimien kuivumisvaara ei ole niin suuri kuin kanervatyypillä. Sääsuhteilla ja niitä vastaan suojautumisella ei näytäkään olevan samaa merkitystä puolukkatyypin kuin kanervatyypin harsintamänniköissä.

Puolukkatyypin kasvuedellytykset tekevät moninaisen taimettumista ehkäisevän, elinvoimaisen roskapuuston kehittymisen mahdolliseksi. Tällaiseen roskapuustoon sisältyy yleisesti kuusta, katajaa, koivua, haapaa ja pihlajaa. Mitä pitemmäksi taimettumisaika venyy, sitä täydellisemmin roskapuusto ennättää vallata uudistusalan haltuunsa. Juuri roskapuustojen ansiota on, ettei puolukkatyypin harsintamänniköiden taimettuminen ole yksinomaan hidasta, vaan

että useissa, mahdollisesti useimmissa tapauksissa, se jää kesken ja metsikön edes kutakuinkin tyydyttävä uudistuminen jää kokonaan tapahtumatta.

Taimiaineksen kehittyminen varsinaiseksi taimistoksi.

Taimiaineksen kehittyminen suuremmaksi, varttuneeksi taimistoksi on mahdollista vain tietyin edellytyksin. Seuraavassa tarkastellaan muutamia tekijöitä, jotka ensi sijassa tulevat kysymykseen tämän kehityksen ehkäisijöinä.

Männyn taimiaines on heikko päällyspuuston taholta siihen kohdistuvassa kilpailussa. Vasta sitten, kun päällyspuusto jatkuvien tukkipuun harsintojen johdosta on harventunut jonkinlaiseksi siemenpuuasennoksi, avautuu taimiainekselle kehittymisen mahdollisuuksia. Erityisesti kanervatyypillä tämä on silmiinpistävää. Puolukkatyypillä hakkuualoille kehittyvä moninainen roskapuusto ehkäisee useissa tapauksissa taimiaineksen kehittymisen suuremmaksi.

Eräissä tapauksissa on huomattu pintakasvillisuuden ehkäisevän taimiaineksen edelleen varttumista. Silmiinpistävintä tämä on ollut kanervatyypillä taajoissa, korkeissa kanervikoissa ja puolukkatyypin heinittyneillä hakkuualoilla.

Aikaisemmin on kiinnitetty huomiota kuivuuden merkitykseen taimiaineksen syntymisessä. Varttuneemmallekin taimiainekselle kuivuus voi käydä erityisen epäsuotuisissa olosuhteissa, esim. kanervatyypin aukeilla uudistusaloilla, kohtalokkaaksi. Mainittakoon vain seuraava esimerkki.

Koealalla n:o 57 oli harvaksi harsitun männikön alle noussut verrattain tiheä männyn taimisto. Päällyspuustoon kohdistuneen voimakkaan hakkuun, käytännöllisesti katsoen paljaaksihakkuun, jälkeen taimisto on kuitenkin alkanut pahoin kitua, vieläpä suuri tai mahdollisesti suurin osa siitä on hakkuun jälkeen kokonaan kuollutkin. Tällainen »naamioitu paljaaksihakkuu» on suoritettu metsänhoidollista puhdistushakkuuta tavoitellen. Taimiston kitumisen ja kuolemisen näyttää aiheuttaneen liiallinen kuivuus, nähtävästi suoranaisen auringonpaahteen aiheuttama kuivuus ja tuulien lisääntynyt kuivaava vaikutus yhdessä. Erikoisesti tuulien vaikutus ilmenee mm. siinä, että useilta eloon jääneiltä taimilta latva on kuivunut ja kasvutapa on muuttunut maata matavaksi. Kuivuuden ankaruutta todistaa se, että jokseenkin samoin on tässä tutkimusmetsikössä käynyt kanervankin. Siltäkin kaikki ylöspäin pistävät oksien haarat ovat kuivuneet, ja sen kasvutapa on muodostunut palleroiseksi tunturi- ja tundrakasvien tiheään mätästävää kasvutapaa muistuttavaksi (vrt. A. K. Cajander 1916, s. 98).

Harsintamänniköiden taimistoja kohdanneista tuhoista nähdään yhdistelmä taulukosta 21.

Taulukko 21. Tuhot nuorena harsittujen männiköiden taimistoissa.

Tabelle 21. Schäden in Anflügen der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Tuhon aiheuttaja *Anstifter des Schadens*	Kanervatyyppi *Calluna-Typ*	Puolukkatyyppi *Vaccinium-Typ*
	Vikanaisia taimia *Beschädigte Pflanzen*	
	% taimiluvusta — *der Pflanzenzahl*	
Taimisto — *Jungwuchs*		
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	9	14
Karja — *Vieh*	1	12
Hyönteiset — *Insekten*		
Hylobius abietis	18	22
Evetria resinella	8	6
Ev. turionana	—	4
Tiheikkö — *Dickung*		
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	12	4
Karja — *Vieh*	2	6
Hyönteiset — *Insekten*		
Hylobius abietis	28	28
Evetria resinella	—	8
Harsintakausi — *Plenterperiode*		
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	11	4
Karja — *Vieh*	1	11
Hyönteiset — *Insekten*		
Hylobius abietis	15	32
Evetria resinella	6	5
Ev. turionana	—	1
Blastophagus spp.	1	1
Lophyrus spp.	—	1

Tuhot näyttävät esiintyvän suurin piirtein samantapaisina kanervatyypin ja puolukkatyypin harsintamänniköissä. Silmiinpistävin ero on se, että karjan tuhot ovat puolukkatyypillä yleisempiä kuin kanervatyypillä. Kuitenkin karjan vikuuttamien taimien prosenttimäärä on puolukkatyypilläkin verrattain alhainen (n. 6—12 %). Esim. Lampimäki (1939, s. 76) on nautakarjan laiduntamista metsämailla selvittelevässä tutkimuksessaan saanut karjan vikuuttamien männyn taimien prosenttiosuudeksi 28.6 %.

Maamme männyn taimistoissa esiintyviä tuhoja on Kangas (1937) yksityiskohtaisesti selvitellyt. Hänen tutkimuksensa ovat kohdistuneet ensi sijassa laajoihin, yhtenäisiin, useimmissa tapauksissa kuloaloille nousseisiin taimistoihin, joista suuri osa lisäksi on ollut viljelystaimistoja. — Kun verrataan harsintamänniköiden taimistoissa esiintyneitä tuhoja Kankaan tutkimustuloksiin, niin kiinnittää erityisesti hakkuuvikojen runsaus huomiota; niitä ei esiinny Kankaan aineistossa lainkaan (s. 132). Ilmeisesti harsintamänniköissä onkin olemassa huomattavat edellytykset juuri hakkuuvikojen syntymiselle.

Muista tuhoista ovat hyönteistuhot huomattavimmat. Erityisesti *Hylobius*-tuhoja on esiintynyt runsaasti. Kankaan aineistossa niiden määrä on huomattavasti pienempi. Nähtävästi harsintamänniköiden lukuisat kannot tarjoavat *Hylobiukselle* hyvät kehittymismahdollisuudet (vrt. esim. Trägårdh 1914, s. 67, Saalas 1924, s. 13, Kangas 1931, s. 29). *Pissodes*- ja *Evetria*-tuhoja on harsintamänniköissä tavattu suhteellisen niukasti. *Pissodes*-tuhojen niukkuuteen on paitsi sitä, että lajit harsintamänniköissä eivät esiinny erityisen yleisinä, vaikuttanut myös se, että *Pissodes* yleensä yhteistyössä muiden tuhohyönteisten kanssa esiintyy siinä tuhon kehitysvaiheessa, jolloin asianomainen taimi alkaa kuolla. Kun käsillä olvassa tutkimuksessa vain elävät taimet on otettu tarkasteltavaksi, *Pissodes*-tuhot ovat tästäkin syystä jääneet taka-alalle.

Hyönteistuhojen kokonaismäärä jää harsintamänniköissä huomattavasti pienemmäksi kuin Kankaan aineistossa. Kangas (1937, s. 118) huomauttaakin, että hän on ottanut tutkittavakseen hyönteistuhoille erityisen alttiita taimistoja.

Tuhojen kokonaismäärää voitaneen pitää normaalina, ts. ne eivät yleensä ole saaneet uudistusalojen metsittymistä vaarantavia mittasuhteita (vrt. Kangas 1937, s. 49).

Taimistoiden metsittämisarvo ja uudistumisaika.

Jo maastossa voi taimistoiden metsittämisarvon arvioiminen tuottaa vaikeuksia. Vielä vaikeammaksi se muodostuu, kun se on suoritettava yhden tai useamman taimistoja kuvaavan tunnusluvun perusteella.

Taimistoiden metsittämisarvoa on yleisesti kuvattu niiden taimilukujen (kpl/ha) avulla. Käsillä olevassa tutkimuksessa pääpaino on pantu taimistoiden ryhmittymisluvuille ja taimilukuja on käytetty vain täydentämään niiden antamaa kuvaa.

Jonkinlaisen kriteerin taimistoiden metsittämisarvon arvioimiseksi taimilukujen perusteella tarjoavat ne taimiluvut tai kylvöruutujen lukumäärät, joihin kokemuksen perusteella metsänviljelyksissä on yleisimmin päädytty. Männylle nämä luvut vaihtelevat tavallisesti 4 000—5 000 kpl/ha (Hannikainen 1919, ss. 215—216, A. Borg 1931, s. 26, Heikinheimo 1931 a, s. 21, Erkki K. Cajander 1933, s. 51, Ahola 1937 a, s. 163 ja s. 167, Pohjakallio ja Tertti 1940, s. 95). Tämä huomioon ottaen käsillä olevassa tutkimuksessa tasainen taimisto on katsottu metsittämisarvoltaan tyydyttäväksi, jos sen taimiluku on ollut vähintään 4 000 kpl/ha.

Tutkimusmetsiköiden taimistot ovat kuitenkin kaikki olleet enemmän tai vähemmän epätasaisia. Tällaisten epätasaisten taimistojen metsittämisarvo on arvosteltu samaksi kuin sellaisten tasaisten taimistojen, joilla on

sama ryhmittymisluku. Niinpä ne taimistot, joissa ryhmittymisluku on jäänyt alle 4:n, on arvosteltu epätyydyttäviksi ja ne taimistot, joissa se on ollut 4 tai siitä yli, tyydyttäviksi.

Yhdistelmä harsintamänniköiden taimistoista on jo aikaisemmin esitetty taulukossa 17 (s. 112). Se sisältää taimistoiden taimi- ja ryhmittymisluvut sekä taimien prosenttisen jakaantumisen elinvoimaisuusluokkiin.

Harsintamänniköiden taimistojen merkittävin piirre on taimi- ja ryhmittymislukujen pienuus. Varsinaisen uudistumiskauden, harsinta—taimistokauden, tutkimusmetsiköistä (kaikkiaan 28 koealaa) on vain n. 18 %:ssa ollut metsittämisarvoltaan tyydyttäväksi arvioitu taimisto.

Taimi- ja ryhmittymislukuja toisiinsa verrattaessa voidaan todeta, että taimistot ovat suhteellisen tasaisia. Kanervatyypin harsintamänniköissä ryhmittymisluvut ovat keskimäärin n. 70 % ja puolukkatyypin harsintamänniköissä n. 88 % teoreettisesta maksimistaan (taimiluvut huomioon ottaen).

Taimien jakaantuminen elinvoimaisuusluokkiin osoittaa, että vain suhteellisen pieni osa taimista on ollut reheväkasvuisia susitaimia; suurin osa on luettu II elinvoimaisuusluokkaan. Harsintamänniköiden aukkoisten taimistojen kehittyminen laadullisesti näinkin hyviksi johtunee ensi sijassa siitä, että jätepuustojen taholta niihin kohdistuu verrattain ankara kilpailu.

Vaikkakin harsintamänniköiden taimistot sisältävät näin ollen runsaasti laadultaan tyydyttävää ainesta, niin näitä taimistoja maastossa tarkastettaessa susitaimet kuitenkin ovat silmiinpistäviä, ja ellei niitä metsänhoidollisilla toimenpiteillä ajoissa poisteta, ne bioottisesti voimakkaina anastavat yhä suuremman vallan nousevassa metsikössä.

Harsintamänniköiden metsittämisarvoltaan yleisesti epätyydyttävät taimistot viittaavat pitkään uudistumisaikaan. — Uudistumisajalla tarkoitetaan käsillä olevassa tutkimuksessa sitä aikaa, joka kuluu paljastavasta hakkuusta siihen ajankohtaan, jolloin hakkuualalle voidaan katsoa nousseen metsittämisarvoltaan tyydyttävän taimiston. Vastaavasta käsitteestä on käytetty myös nuorentumisaika-nimitystä (esim. Pöntynen 1929, s. 144), eikä sitä toisaalta aina ole käytetty täysin samassa merkityksessä kuin edellä. Niinpä L. Ilvessalo (1917, s. 37) määrittelee uudistumisajaksi taimiston vanhimman ja nuorimman taimen ikäeron. Wretlind (1936, s. 359) puhuu »tehokkaasta uudistumisajasta» *(effektiv föryngringstid)*, jolla hän tarkoittaa aikaeroa toisaalta hakkuusta kuluneen ajan ja toisaalta niiden puiden keski-iän välillä, jotka taimiston muututtua sulkeutuneeksi nuoreksi metsäksi tehokkaasti myötävaikuttavat metsikön kehitykseen.

Harsintamänniköiden uudistumisaika vaihtelee yksityistapauksittain niin paljon, ettei minkäänlaisen keskimääräisen uudistumisajan laskeminen

näytä mahdolliselta. Tällaisiin laskelmiin ei olekaan ryhdytty. Kuitenkin on niissä harsintamänniköissä, joita on hakattu paljastavasti, arvioitu uudistumisajan pituus ja saadut tulokset on yhdistetty taulukkoon 22. Tutkimusmetsiköt on merkitty siihen pitenevän uudistumisajan mukaisessa järjestyksessä.

Taulukko 22. Uudistumisaika nuorena harsituissa männiköissä.
Tabelle 22. Verjüngungszeit der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Uudistumisaika v. *Verjüngungszeit J.*	Taimiainesta ennen hakkuuta *Anflug vor dem Hiebe*	Hakkuun jälkeen *Nach dem Hiebe*	
			Siemennys *Besamung*	Jätepuuston tiheys *Dichte des Restbestandes*
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*				
168	6	[1])+	[2])+	0.1
220	2+	—	+	0.2
150	5+	—	+	0.3
207	10+	+	+	0.2
57	18+	—	+	0.2
219	24+	—	+	0.3
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*				
122	—9	+++	+	*Δ*
123	—8	+++	—	*Δ*
103	0	+++	+	0.1
95	1	+++	+	0.1
224	1	+	+	0.3
171	2	++	+	0.1
172	2	++	+	0.1
119	2	++	—	*Δ*
231	8	—	+	*Δ*
98	9	—	++	0.2
96	3+	+	+	0.3
IV	3+	—	+	0.1
56	5+	+	+	0.3
126	5+	—	+	0.3
102	7+	++	—	*Δ*
99	10+	—	+	0.1
114	12+	++	—	*Δ*
92	13+	—	—	0.1
124	17+	—	—	0.1

Uudistumisajan arvioiminen on taulukkoa 22 laadittaessa suoritettu siten, että paljastavan hakkuun ja tutkimusvuoden välisestä ajasta on vähennetty hakkuualalle nousseen taimiston ikä. Tällöin on taimiston ikä määrätty sen uudistumisvuoden mukaan, joka lähinnä näyttää johtaneen tyydyttävän taimiston ilmaantumiseen taikka jonka jälkeen aikaisempi taimisto näyttää täydentyneen tyydyttäväksi. Tämä taimiston iän arvioiminen on suoritettu taimistojen vuosiluokkasarjoja (taulukko 17) apuna

[1]) + < 3 000, ++ = 3 000—6 000, +++ > 6 000 kpl/ha—*St/ha.*
[2]) + = niukka — *spärlich*, ++ = keskink. — *mässig*, +++ = runsas — *reichlich.*

käyttäen. Niissä tapauksissa, joissa tyydyttävää taimistoa ei tutkimusvuoteen mennessä vielä ollut ilmaantunut, on uudistumisajaksi merkitty viimeisestä hakkuusta tutkimusvuoteen kulunut aika ja liitetty tähän + -merkki osoittamaan, että uudistumisaika yhä edelleen jatkuu. Sellaisissakin tapauksissa, joissa taimisto on ilmaantunut päällyspuuston alle jo ennen paljastavaa hakkuuta, on uudistumisaika laskettu vähentämällä hakkuun ja tutkimusvuoden välisestä ajasta taimiston ikä. Tällaisissa tapauksissa on jäännökseksi saatu negatiivinen luku. Joskin on outoa ajatella aikaa negatiivisena, niin sopii uudistumisajan eteen täten saatu —-merkki kuvaamaan tällaisten taimistojen erikoislaatuista uudistumisaikaa. Taimistojen metsittämisarvoa harkittaessa on myös sekapuulajit sekä 1.3 m pitempi puusto huomioitu.

Uudistumisajan lisäksi on taulukkoon 22 merkitty muutamia uudistumista silmälläpitäen huomioon otettavia tekijöitä: männyn taimiaineksen mahdollinen esiintyminen ennen paljastavaa hakkuuta, männyn siemennys välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen sekä paljastavasta hakkuusta jääneen jätepuuston tiheys. Nämä tekijät on arvioitu kaiken sen perusteella, mitä tutkimusmetsiköiden aikaisemmasta tilasta on suoritettujen tutkimusten perusteella saatu selville. Ennen paljastavaa hakkuuta mahdollisesti esiintyneiden taimien osuus nykyisistä taimistoista on selvitetty taimien vuosiluokkasarjoihin nojautuen. Siemennys paljastavan hakkuun jälkeen on arvioitu metsiköiden nykyisen käpyisyyden perusteella sekä varsinkin vertaamalla jätepuustoja niihin tutkimusmetsikköihin, joissa siemennyksen suuruutta on selvitetty siemenlaatikoiden avulla. Jätepuuston tiheys on arvioitu metsikön nykyisen tiheyden sekä jätepuuston kasvun perusteella. Milloin paljastavasta hakkuusta on kulunut niin lyhyt aika, että kantojen luvun ja jätepuuston nykyisen kasvun perusteella on ollut mahdollista saada yksityiskohtainen kuva metsikön runkojakaantumisesta välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen, on tämä laskelma suoritettu.

On ilmeistä, että edellä selostetut arviot ovat useissa tapauksissa vain arvelujen veroisia. Toisaalta ei kuitenkaan ole näyttänyt olevan mitään aihetta epäillä, että näihin arvioihin sisältyisi systemaattisia virheellisyyksiä. Niiden antaman kokonaiskuvan voitaneen tämän vuoksi katsoa ainakin suurin piirtein vastaavan todellisuutta.

Taulukosta 22 saadaan ensinnäkin yleiskatsaus uudistumisajan pituudesta harsintamänniköissä. Siitä käyvät myös ilmi ne suuret erot, jotka yksityistapauksissa ovat todettavissa. Vertaamalla äärimmäisyystapauksia toisiinsa voidaan lisäksi saada jonkinlainen kuva niistä syistä, joista uudistumisajan pituus lähinnä näyttää olevan riippuvainen. Seuraavassa tarkastetaan kutakin tärkeimmistä uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä erikseen.

Taimiaineksen ilmaantuminen päällyspuuston alle jo ennen paljastavaa hakkuuta näyttää niin kanerva- kuin puolukkatyypinkin harsintamänni-

köissä selvästi jouduttaneen uudistumista. Erityisesti puolukkatyypin tyydyttävistä taimistoista on suuri osa juuri tällaista perua. Nämä taimistot ovat tavallisesti nousseet paljastavaa hakkuuta lähinnä edeltäneen tukkipuun harsinnan jälkeen. Verrattain tiheiden päällyspuustojen alle nousseina niillä useimmissa tapauksissa tuskin olisi ollut jatkuvia kehittymisen mahdollisuuksia, ellei paljastava hakkuu olisi niitä ajoissa vapauttanut. — Joskaan taimistojen ilmaantuminen päällyspuustojen alle ennen paljastavaa hakkuuta ei yleensä ole mikään männiköiden tyydyttävän uudistumisen edellytys eikä useissa tapauksissa edes mahdollistakaan, niin varsinkin harsintamänniköissä, joissa uudistumisaika helposti muodostuu kovin pitkäksi, olisivat tällaiset taimistot tervetulleita.

Jätepuustojen siemennys on kauttaaltaan arvioitu heikoksi. Ilmeistä on, että juuri siemennyksen heikkous on useimmissa tapauksissa ollut syynä uudistumisajan venymiseen. Varsinkin puolukkatyypin tutkimusmetsiköiden uudistumisaikoja tarkastettaessa voidaan todeta, että uudistumisaika juuri niissä metsiköissä on pisin, joissa siemennys on arvioitu kaikkein heikoimmaksi.

Jätepuustojen liiallinen tiheys näyttää erityisesti puolukkatyypin harsintamänniköissä haitanneen uudistumista. Tämä johtuu siitä, että puolukkatyypillä jätepuustoihin sisältyy enemmän kuin kanervatyypillä sellaista välimetsän luontoista roskapuustoa, joka haittaa männyn uudistumista.

Se kuva, jonka taulukko 22 kokonaisuudessaan antaa harsintamänniköiden uudistumisajasta, on selvä: uudistumisaika näyttää kaikkein useimmissa tapauksissa venyvän metsänhoidolliselta kannalta katsoen ylen pitkäksi. Niistä useista heikkouksista, joita tukkipuiden harsintaan liittyy, on nähtävästi juuri uudistumisen hitaus ja epävarmuus suurin.

Merkittävän useissa tapauksissa näyttää puolukkatyypin harsintamänniköissä männyn tyydyttävä uudistuminen kuitenkin jäävän kokonaan tapahtumattakin. Näin käy helposti varsinkin kuusettumiselle alttiilla kankailla.

Harsintamännikön pitkä uudistumisaika on otettava huomioon arvioitaessa keskimääräistä vuotuista tuottoa. Ne laskelmat, jotka aikaisemmin on suoritettu, on näet tehty olettaen, että metsikön uudistuminen tapahtuu kutakuinkin välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen. Näin ei asian laita siis todellisuudessa kuitenkaan ole.

Jos aikaisemmin suoritetuissa keskimääräisen vuotuisen tuoton laskelmissa otetaan huomioon sellainen uudistumisaika, joka taulukon 22 perusteella näyttää kohtuulliselta, esim. 15 v., niin saadaan keskimääräiseksi vuotuiseksi tuotoksi kanervatyypin harsintamänniköissä 1.4 m^3/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä 2.8 m^3/ha kuotetta. Vastaavat luonnon

normaaleille männiköille lasketut tuottoluvut (vrt. Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 30 ja s. 32) ovat 85 % (kanervatyypillä) ja 66 % (puolukka tyypillä) suuremmat kuin nämä luvut.

Koivu sekapuuna.

Kanervatyyppi.

Koivu on kanervatyypillä mäntyyn verrattuna bioottisesti heikko puulaji. Mainittakoon tästä esim. seuraava havainto.

Tuusula, Ruotsinkylä, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvä koeala n:o 13. Kanervatyyppi. Alueella on v. 1915 suoritettu paljaaksihakkuu ja kaskettu sekä v. 1918 männyn ruutukylvö. Männyn ohessa on alueelle luontaisesti noussut runsaasti rauduskoivun taimistoa. — V. 1940 aluetta tarkastettaessa männyn taimisto oli kehittynyt tiheiköksi, jossa sen kanssa yhdenikäinen koivu oli kokonaisuudessaan jäänyt alimetsäksi.

Koivua kasvaakin kanervatyypin harsintamänniköissä niukasti. Niissäkin tutkimusmetsiköissä, joissa sitä on runsaimmin tavattu, sen kuutiomäärä on jäänyt alle 1 m^3/ha. Keskimäärin koivua on ollut aivan vähän, vain n. 0.1 % puuvarastosta.

Koivu kuuluu kanervatyypin harsintamänniköissä samaan kehitysjaksoon kuin mäntykin. Se on suurin piirtein samanikäistäkin männyn kanssa — tai hieman vanhempaa. Erityisesti kulojen jälkeen syntyneissä männiköissä koivua voi olla runsaanlaisestikin. Tukkipuun harsinnan jälkeen syntyneissä metsiköissä koivua on vähemmän. Usein se puuttuu niistä kokonaan.

Kanervatyypillä kasvava koivu, ainakin vallitsevassa asemassa oleva, on joitakin poikkeustapauksia lukuun ottamatta rauduskoivua (vrt. taulukko 23). Mikäli hieskoivua jokin yksilö kasvaa kanervatyypillä, se esiintyy tavallisesti enemmän tai vähemmän pensasmaisena välipuuna. Myös hakkuissa poistettu koivu on miltei kokonaan ollut rauduskoivua.

Kanervatyypillä koivun runko kehittyy helposti mutkikkaaksi (vrt. A. K. Cajander 1909, s. 127, Laitakari 1937, s. 264), ja se saa tavallisesti lahovikoja ennen kuin on päässyt tukkipuun mittaan. Tukkipuun koon täyttäneet koivut, jotka koepuina on tarkemmin tutkittu, ovatkin kaikki olleet lahovikaisia.

Koivun uudistuminen näyttää kanervatyypin harsintamänniköissä olevan heikkoa. Tämä näkyy koivun taimien niukkuudesta tutkimusmetsiköissä (vrt. taulukko 23). Ne harvat taimet, jotka on löydetty, ovat miltei kaikki olleet rauduskoivua. Koivun vesoja on löydetty vain muutama kappale hehtaaria kohden.

Taulukko 23. Koivu sekapuuna nuorena harsituissa männiköissä.

Tabelle 23. Birke als Mischholz der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Valtalikä v, *Alter d. Oberbäume J.*	Puuvarasto *Kubikmasse*			Hakkuumäärä viime 16 v:n kuluessa *Hiebssatz während der letzten 16 Jahre*			Taimet *Anflug*		
		m³/ha *fm/ha*	Rko *Rbi* %	Hko *Mbi* %	m³/ha *fm/ha*	Rko *Rbi* %	Hko *Mbi* %	Kpl/ha St/ha	Rko *Rbi* %	Hko *Mbi* %
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*										
168	·	0.8	100	—	—	—	—	—	—	—
215	·	*Δ*	—	100	—	—	—	—	—	—
216	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58	—	—	—	—	—	—	—	*Δ*	50	50
212	·	0.1	100	—	1.8	80	20	—	—	—
204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
214	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
211	·	*Δ*	100	—	—	—	—	—	—	—
218	·	*Δ*	100	—	—	—	—	—	—	—
208	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	·	0.1	100	—	0.5	100	—	—	—	—
207	·	0.1	100	—	—	—	—	—	—	—
219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	—	—	—	—	—	—	—	100	100	—
Keskim.— *Mittel*		0.1	100	*Δ*	0.2	84	16	*Δ*	100	*Δ*
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*										
98	95	8.1	70	30	—	—	—	900	9	91
103	·	*Δ*	*Δ*	—	0.9	100	—	300	100	—
92	80	3.4	—	100	49.5	·	·	400	—	100
114	—	—	—	—	24.4	70	30	200	—	100
119	—	—	—	—	—	—	—	900	—	100
231	25	1.8	100	*Δ*	—	—	—	—	—	—
122	·	0.1	100	—	1.4	100	—	400	76	24
123	·	0.8	88	12	—	—	—	200	18	82
128	·	3.6	95	5	—	—	—	—	—	—
171	·	4.1	100	*Δ*	—	—	—	300	41	59
172	75	7.7	100	—	1.7	100	—	100	73	27
217	·	0.1	40	60	—	—	—	—	—	—
228	60	7.1	100	*Δ*	1.4	44	56	—	—	—
126	50	7.9	15	85	0.2	100	—	1 700	92	8
229	50	3.8	100	—	0.2	100	—	—	—	—
56	·	*Δ*	100	—	2.2	·	·	600	8	92
96	65	8.6	92	8	18.9	·	·	200	87	13
95	·	0.8	100	—	4.7	100	—	300	94	6
102	100	10.7	100	—	13.4	100	—	100	100	—
167	·	3.2	100	—	1.4	100	—	*Δ*	100	—
178	·	*Δ*	100	—	9.0	100	—	*Δ*	80	20
99	80	10.5	85	15	24.7	97	3	300	23	77
111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
224	70	4.5	100	—	14.6	100	—	1 000	100	—
IV	·	4.2	75	25	7.9	75	25	300	36	64
124	95	6.2	100	—	29.0	100	—	200	95	45
Keskim.— *Mittel*		3.7	83	17	7.9	92	8	300	53	47

Puolukkatyyppi.

Koivulla on suurempi merkitys puolukkatyypin kuin kanervatyypin harsintamänniköissä. Varsinkin tukkipuun harsinnoista jäljelle jääneissä viimeisissä jätepuustoissa koivu usein muodostaa suorastaan vallitsevan puulajin. Tämä näkyy mm. tutkimusmetsiköiden yleisselostuksesta (taulukko 4, s. 64). Keskimäärin koivua kuitenkin on ollut vain n. 8 %. Koivu keskittyy kernaasti alavahkoihin painanteisiin, varsinkin jos ne ovat lievästi soistuvia (Heikinheimo 1931 a, s. 88, L. E. T. Borg 1936, s. 120).

Puolukkatyypinkin harsintamänniköissä koivu on pääosaltaan rauduskoivua. Hieskoivua esiintyy pienehkössä määrässä yksittäisinä välipuina (keskimäärin n. 17 % koivun koko kuutiomäärästä). Rauduskoivun suuri merkitys hieskoivuun verrattuna ilmenee mm. siitäkin, että hakkuissa poistettu koivu on jokseenkin kokonaan (keskimäärin 92 % koivun hakkuumääristä) ollut rauduskoivua

Kuten kanervatyypin, niin puolukkatyypinkin männiköissä vallitseva (raudus-) koivu on jokseenkin samanikäistä pääpuulajin, männyn, kera. Ulkonaisilta mittasuhteiltaan (läpimitaltaan ja pituudeltaan) koivu usein ylittää männyn. Tämä ei kuitenkaan johdu koivun erityisen hyvästä kasvusta, vaan lähinnä siitä, etteivät hakkuut kohdistu niin voimakkaina vallitseviin koivuihin kuin mäntyihin.

Koivu on laadultaan tutkituissa puolukkatyypin harsintamänniköissä ollut huononlaista, mutta kuitenkin melkoista parempaa kuin kanervatyypin männiköissä. Tutkitut tukkipuun mitan täyttäneet koivukoepuut jakaantuvat seuraavasti laatuluokkiin:

Faneeripuut	Sahatukit	Polttopuu	Yhteensä	
28 %	17 %	55 %	100 %	29 kpl.

Edellä esitettyyn yhdistelmään sisältyvät koivut ovat kaikki rauduskoivua. Hieskoivu näyttää puolukkatyypin harsintamänniköissä vain verrattain harvoin saavuttavan tukkipuun mitan (vrt. Heikinheimo 1915, s. 207).

Pääasiallisimmat koivutukkipuiden vikanaisuudet ovat olleet lahoisuus, mutkaisuus ja oksikkuus. Lahoisuus on nähtävästi luonnollinen seuraus tukkipuun koon saavuttaneiden koivujen suhteellisen korkeasta iästä.

Koivun taimia on tavattu runsaammin puolukkatyypin kuin kanervatyypin harsintamänniköistä, joskin niiden lukumäärä hehtaaria kohden puolukkatyypinkin männiköissä on jäänyt suhteellisen pieneksi. Tavallisimmin taimiluku on vaihdellut 0—500 kpl/ha, vain kolmessa tapauksessa se on ylittänyt 1 000 kpl/ha. Koivun taimien jakaantuminen rauduskoivun ja hieskoivun kesken on ollut vaihtelevaa. Joissakin tapauksissa taimet ovat sataprosenttisesti olleet rauduskoivua, joissakin tapauksissa sataprosentti-

sesti hieskoivua, ja näiden äärimmäisyystapauksien välille sijoittuvat sitten muut jakaantumisprosentit näennäisesti ilman mitään säännönmukaisuutta. Keskimäärin tutkimusmetsiköiden koivun taimiluvuista on rauduskoivua ollut 53 % ja hieskoivua 47 %. Nähtävästi pääasiallisimman siemennyksen laadulla (raudus- vai hieskoivua) on huomattava merkitys tässä suhteessa. Hieskoivun siemennys puolukkatyypin harsintamänniköissä ei näet useinkaan ole niin heikko, kuin mitä koealoilla esiintyvien hieskoivujen lukumäärästä saattaisi päätellä. Kevyttä koivun siementä saattaa lentää verrattain etäältäkin hieskoivua runsaammin sisältävistä metsiköistä. Erityisesti kosteista painanteista ja suomaiden laiteilta hieskoivun siementä leviää ympäröiville kankaille. — Verrattain selvästi on ollut todettavissa, että milloin uudistuminen on tapahtunut taajahkon päällyspuuston alle, koivun taimista suhteellisen suuri osa on ollut hieskoivua. Milloin taas uudistuminen on tapahtunut voimakkaiden harsintojen jälkeen aukeaksi jääneelle alalle, rauduskoivun osuus on ollut huomattava. Koivun vesomisella ei puolukkatyypin harsintamänniköissä näytä olleen edes niin suurta merkitystä kuin siemenuudistuksella. Hehtaaria kohden koivun vesoja onkin tavallisesti esiintynyt vain muutamia kymmeniä (vrt. Mikola 1942, s. 83).

Laiduntamisen koivun taimille aiheuttamat tuhot vaikeuttavat selvän kuvan saamista koivun uudistumisesta harsintamänniköissä. Joskaan nämä tuhot koivun taimien niukkuuden vuoksi eivät ole erityisen silmiinpistäviä, niin lopulliseen puulajisuhteiden muodostukseen niillä on huomattava merkitys. Koivun niukkuus tukkipuun harsintojen jäljille nousseissa männiköissä johtunee näet suureksi osaksi juuri taimistoihin kohdistuneista karjan tuhoista. Kuivilla kankailla karja aivan hakemalla hakee kaikki koivun taimet ja pureksii ne jokseenkin maata myöten poikki (Heikinheimo 1915, s. 193, Tamm 1936, s. 242). Karjan tuhoja onkin laidunnettujen harsintamänniköiden koivun taimissa esiintynyt puolukkatyypillä runsaasti (keskimäärin 81 % laidunnettujen tutkimusmetsiköiden koivun taimien lukumäärästä).

Karjan tuhojen syvällekäypä merkitys puulajisuhteiden muodostuksessa ilmenee selvimmin verrattaessa metsälaitumia alueisiin, joilla karja ei ole moniin vuosiin kulkenut. Eräissä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa on ollut tilaisuus tehdä tässä suhteessa mielenkiintoisia havaintoja. Esim. Ruotsinkylän kokeilualueessa on koivun uudistumisen (siemen- ja vesauudistumisen) havaittu olevan kuivilla kankaillakin huomattavasti voimakkaampaa kuin ympäröivillä yksityismailla.

Vanhana harsitut männiköt.

Tutkimusaineisto.

Vanhana harsituilla männiköillä tarkoitetaan käsillä olevassa tutkimuksessa, kuten aikaisemmin on mainittu, männiköitä, joissa tukkipuun harsinnat ovat alkaneet vasta tukkimetsäkautena (kanervatyypillä keskimäärin yli 80-vuotisissa ja puolukkatyypillä yli 70-vuotisissa metsiköissä).

Vanhana harsittuja männiköitä koskeva tutkimusaineisto on suppea ja useassa suhteessa hajanainen. Tämän vuoksi ei ole mahdollista syventyä tarkastelemaan niitä yhtä yksityiskohtaisesti kuin nuorena harsittuja männiköitä. Seuraavassa kiinnitetäänkin huomiota ensi sijassa vain niihin vanhana harsittujen männiköiden erikoispiirteisiin, joissa ne oleellisimmin eroavat nuorena harsituista.

Puusto.

Yhdistelmä tärkeimmistä vanhana harsittujen männiköiden puustoa koskevista mittaustuloksista nähdään taulukosta 24. Tutkimusmetsiköitä, yhteensä 19 kpl., on 8 kanerva- ja 11 puolukkatyypiltä. Koivua esiintyy eräissä tutkimusmetsiköissä runsaasti sekapuuna, kuusta kaikissa alle 10 % puuvarastosta. Hakkuumäärien puulajisuhteita tarkkailtaessa nähdään, että tutkimusmetsiköt aikaisemminkin ovat olleet samankaltaisia.

Vanhana harsittujen männiköiden kehitys jakaantuu kahteen toisistaan oleellisesti eroavaan jaksoon: kehitys ennen tukkipuun harsintojen alkamista ja kehitys sen jälkeen.

Vain harvoissa tapauksissa nyt tarkastettavana olevat metsiköt ovat ennen tukkipuun harsintojen alkamista täysin säästyneet hakkuilta. Useimmissa tapauksissa niihin on kohdistunut enemmän tai vähemmän lieviä alaharvennuksen luontoisia hakkuita, esim. kotitarvepuun hakkuita. Pääpiirteissään niiden kehitystä kuitenkin voidaan verrata vastaavan luonnon normaalin männikön kehitykseen. Huomattavin ero on se, että kehitys hakkuiden johdosta on jonkin verran nopeampi ja että vallittujen latvuskerrosten puita on vähemmän.

Kun tukkipuun harsinnat alkavat vanhana harsituissa männiköissä, hakkuut muodostuvat heti niin voimakkaiksi, että tavallisesti jo ensimmäisestä tulee paljastava hakkuu. Tämä johtuu siitä, että suurin osa metsikön puista on metsikön tässä kehitysvaiheessa saavuttanut tukkipuun mitan. Tukkipuun harsinnat eivät näin ollen saa samanlaista vähittäisten hivutushakkuiden luonnetta kuin nuorena harsituissa männiköissä. Niitä voitaisiin paremminkin verrata jonkinlaiseen naamioituun paljaaksihakkuuseen.

Vanhana harsittujen männiköiden jätepuustojen aikaisemmasta kehityksestä johtuu, että ne monessa tärkeässä suhteessa poikkeavat nuorena harsittujen männiköiden jätepuustoista. Silmiinpistävintä on jätepuiden

Taulukko 24. Mittaustuloksia vanhana harsituista männiköistä.

Tabelle 24. Messungsergebnisse der im Baumholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Tutkimusaika *Datum*	Kunta *Gemeinde*	Puuston tiheys *Dichte des Bestandes*	Puulajisuhteet % puuvarastosta *Holzarten % der Kubikmasse*			Puuvarasto m³/ha *Kubikmasse fm/ha*	Kasvu m³/ha *Zuwachs fm/ha*	Tukkiputka kpl/ha *Derbholz St/ha*	Valtapuut *Oberbäume*		Hakkuumäärät viime 16 vuoden kuluessa *Hiebssätze während der letzten 16 Jahre*									
														Hakkuumäärästä % *Vom Hiebssatz %*						Hakkuumäärästä % *Vom Hiebssatz %*		
				Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*				Ikä v. *Alter J.*	Pituus m *Höhe m*	Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*	Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*																					
226	3. 9.40	Hyvinkään kpp.	0.3	85	2	13	47	1.5	84	10	1.5	1937	5	90	10	—	1929	100	97	3	—
237	13. 9.40	» »	0.7	100	—	—	62	1.2	138	10	—	1940	8	100	—	—	1929	91	95	5	—
227	4. 9.40	» »	0.3	88	—	12	43	1.3	84	15	—	1929	113	100	—	—	—	—	—	—	—
238	13. 9.40	» »	0.7	100	—	—	33	1.0	66	25	5.4	1929	70	90	4	6	—	—	—	—	—
169	22. 9.39	Pyhäselkä	0.1	93	—	7	9	0.3	20	90	18.0	1937	31	100	—	—	1927	67	100	—	—
221	28. 8.40	Hyvinkään kpp.	0.4	92	2	6	59	1.2	108	110	16.6	1936	5	92	8	—	1929	54	100	—	—
223	29. 8.40	» »	0.5	90	1	9	90	1.6	104	110	17.3	1929	41	100	—	—	—	—	—	—	—
222	29. 8.40	» »	0.4	92	1	7	62	1.4	115	115	16.0	1929	55	99	—	1	—	—	—	—	—
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*																					
110	7. 7.39	Pieksämäki	0.4	95	3	2	61	1.3	88	85	17.0	1937	50	70	25	5	1932	119	70	28	2
50	19. 8.38	Kauvatsa	0.4	71	9	20	52	1.4	36	95	15.8	1936	38	77	15	8	—	—	—	—	—
153	7. 9.39	Kiihtelysvaara ..	0.3	70	—	30	46	1.0	56	95	18.3	1939	35	96	—	4	1935	37	100	—	—
177	5.10.39	Hartola	0.3	100	—	—	42	1.0	64	95	18.4	1934	56	100	—	—	1928	130	100	—	—
94	12. 6.39	Valkjärvi	0.4	93	6	1	146	3.7	138	100	22.8	1929	235	100	—	—	—	—	—	—	—
154	8. 9.39	Kiihtelysvaara ..	0.3	43	7	50	40	1.3	32	100	19.6	1936	52	65	35	—	—	—	—	—	—
157	12. 9.39	» ..	0.4	87	6	7	92	2.1	84	100	21.0	1937	53	100	—	—	1927	116	92	—	8
158	12. 9.39	» ..	0.1	88	6	6	28	1.1	52	100	18.7	1937	53	68	32	—	1929	89	87	9	4
225	31. 8.40	Hyvinkään kpp.	0.5	96	—	4	84	2.1	195	100	19.2	1935	15	33	1	66	1929	139	100	—	—
51	20. 8.38	Kauvatsa	0.3	99	—	1	25	0.7	60	110	14.8	1938	49	71	29	—	—	—	—	—	—
55	29. 8.38	Mynämäki	0.3	95	5	—	65	1.7	128	80	18.2	1938	5	100	—	—	1933	202	95	4	1

suurempi pituus ja pienempi latvus kuin nuorena harsituissa männiköissä (vrt. kuva 14). Useimmat metsäkirjallisuudessamme esitetyt harsintamänniköiden erikoisen huonoa kuntoa ja niiden raippamaista, tupsulatvaista puustoa havainnollistavat kuvat ovatkin juuri vanhana harsituista männiköistä (esim. Helander 1912, s. 38, Heikinheimo 1931 a, s. 82 ja 1937 b, s. 86).



Kuva 14. Vanhana harsittu männikkö. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 50. Valok. 19. 8. —38.
Abb. 14. Im Baumholzalter geplenterter Kiefernbestand. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 50. Foto 19. 8. —38.

Jätepuustojen puuvarastot ovat suuruudeltaan vaihtelevia. Mikäli metsikköä sen kehitysaikana on käsitelty jonkinlaisilla alaharvennuksenluontoisilla kasvatushakkuilla, jää paljastavasta hakkuusta vain niukka puusto jäljelle. Mikäli metsikkö taas on saanut kasvaa suurin piirtein luonnontilassa, jää jäljelle runsaasti hoikkaa puustoa. Keskimäärin puuvarasto nousee kanervatyypillä n. 51 m^3/ha ja puolukkatyypillä n. 62 m^3/ha. Puustoon sisältyy suhteellisen runsaasti hoikkaa tukkipuuta (keskimäärin kanervatyypillä n. 90 kpl/ha ja puolukkatyypillä n. 85 kpl/ha).

Asianomaisia yhdistelmiä julkaisematta mainittakoon, että puuston laatu on tyydyttävä. Puut ovat hieno-oksaisia, mutta lenkoutta esiintyy runsaasti.

Jätepuustojen kasvu on heikko, keskimäärin kanervatyypillä n. 1.2 m^3/ha ja puolukkatyypillä n. 1.6 m^3/ha.

Hakkuumäärien tarkastelu on ulotettu 16 vuotta taaksepäin. Vaikkakin useissa tutkimusmetsiköissä paljastava hakkuu on tapahtunut jo aikaisemmin, kohoaa viime 16 vuoden keskimääränä laskettu vuotuinen hakkuumäärä silti huomattavan korkeaksi, kanervatyypillä n. 5 m^3/ha ja puolukkatyypillä n. 8 m^3/ha.

Vanhana harsittujen männiköiden niukka puusto ja yksityisten puiden hoikat rungot ovat syynä siihen, että jätepuustoissa myrskyn tuhot ovat verrattain yleisiä (Blomqvist 1881, s. 81, Hannikainen 1919, s. 45, Lihtonen 1929, s. 24).

Uudistuminen.

Vanhana harsittujen männiköiden jätepuustojen siemensatoa on selvitelty siemenlaatikkomenetelmällä. Tulokset nähdään taulukosta 25. Viisivuotiskauden 1939—43 kokonaissiemennykseksi on tutkimusmetsiköissä keskimäärin saatu 69 kpl/m^2 (n. 2.9 kg/ha) täysiä männyn siemeniä.

Jätepuustojen siemensato näyttää olevan melkoisesti parempi kuin nuorena harsituissa männiköissä. Kuitenkin siemensato jää vanhanakin harsituissa männiköissä suhteellisen vähäiseksi, ja ainakin välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen se on riittämätön hakkuualan tyydyttävään siementämiseen (vrt. Hannikainen 1919, s. 225, Lihtonen 1929, s. 24).

Vanhana harsittujen männiköiden kasviluetteloja julkaisematta mainittakoon eräitä silmiinpistävimpiä piirteitä pintakasvillisuudesta.

Tukkipuun harsintojen alkaessa pintakasvillisuus on samantapainen kuin vastaavissa luonnon normaaleissa männiköissä. Sille on leimanantavaa varpujen, heinien ja ruohojen niukkuus sekä sammalen runsaus. Erityisesti varpujen niukkuus, tulos riukumetsäkautena puuston taholta pintakasvillisuuteen kohdistuneesta ankarasta kilpailusta, on silmiinpistävä.

Heti ensimmäisen tukkipuun harsinnan jälkeen pintakasvillisuus alkaa nopeasti muuttua. Sammalien määrä vähenee, jäkälien kasvaa, kanerva levittäytyy yhä peittävämmäksi, ja puolukkatyypin hakkuualoille ilmaantuu heiniä sekä paikoitellen ruohoakin.

Välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen pintakasvillisuus näyttää hakkuualan taimettumista silmälläpitäen suotuisalta, suotuisammalta kuin esim. nuorena harsituissa männiköissä. Ne muutokset, jotka pintakasvillisuudessa paljastavan hakkuun jälkeen tapahtuvat, merkitsevät kuitenkin taimettumisen kannalta epäsuotuisaa kehitystä, ja jo n. 10—15

vuoden (edellinen raja lähinnä puolukka-, jälkimmäinen kanervatyypillä) kuluessa pintakasvillisuus on verrattavissa nuorena harsittuihin männikköihin.

Taulukko 25. Vuotuinen siemensato vanhana harsituissa männiköissä.

Tabelle 25. Jährlicher Samenertrag der im Baumholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Siemenlaatikkojen luku kpl *Anzahl der Samenkästen St*	Vuosi *Jahr*	Mänty — *Kiefer*		Kuusi — *Fichte*		Koivu — *Birke*	
			Täysiä *Voll*	Tyhjiä *Hohl*	Täysiä *Voll*	Tyhjiä *Hohl*	Täysiä *Voll*	Tyhjiä *Hohl*
			Siemeniä kpl/m² — *Samen St/qm*					
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*								
50	2	1939	—	—	—	—	.	.
	2	40	5.0	2.5	—	1.0	156.0	32.0
	2	41	24.5	2.5	—	—	.	.
	1	42	12.5	8.0	—	—	.	.
	1	43	—	—	7.0	4.0	7.0	1.0
51	2	1939	—	—	—	—	.	.
	2	40	13.5	6.5	—	—	42.0	4.0
	2	41	21.0	4.0	—	—	9.5	1.0
	2	42	21.5	10.5	—	—	30.0	6.0
	2	43	2.5	2.0	2.0	—	2.5	0.5
55	2	1939	4.5	—	—	0.5	.	.
	2	40	74.5	8.0	—	—	.	.
	2	41	26.5	6.0	—	—	.	.
	2	42	—	—	—	—	.	.
	1	43	—	—	—	—	.	.
Keskimäärin *Mittel*		1939	1.5	—	—	0.2	.	.
		40	31.0	5.7	—	0.3	99.0	18.0
		41	24.0	4.2	—	—	9.5	1.0
		42	11.3	6.2	—	—	30.0	6.0
		43	0.8	0.7	3.0	1.3	4.8	0.8
Yhteensä — *Insgesamt*			68.6	16.8	3.0	1.8	143.3	25.8

Vanhana harsittujen männiköiden taimistoja koskevista mittaustuloksista nähdään yhdistelmä taulukosta 26. Taimettuminen on pääpiirteissään samantapainen kuin nuorena harsittujen männiköidenkin.

Taimistojen vuosiluokkasarjoissa hakkuuvuoteen liittyvä taimilukujen maksimi on erityisen selvä. Täten kuvastuu vuosiluokkasarjoissa se hyvä hakkuualojen taimettumiskunto (pintakasvillisuus, humus), joka on ominainen paljastavaa hakkuuta välittömästi seuraavalle aikakaudelle.

Vanhana harsituissa männiköissä taimettumista haittaavien roskapuustojen esiintyminen puolukkatyypillä ei näytä niin yleiseltä kuin nuorena harsituissa männiköissä. Se ankara kilpailu, joka riukumetsäkautena päällyspuuston taholta kohdistuu alempiin latvuskerroksiin, tekee kaikkinaisen alimetsän luontoisen roskapuuston olemassaolon miltei mahdottomaksi. Vielä paljastavan hakkuun jälkeenkin tällaisen puuston kehittymismahdollisuudet ovat suhteellisen heikot.

Taulukko 26. Mittaustuloksia vanhana harsittujen männiköiden taimistoista. Paljastavasti hakatut metsiköt.

Tabelle 26. Messungsergebnisse von Anflügen der im Baumholzalter geplenterten Kiefernbestände. Stark gelichtete Bestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Taimiluku *Pflanzenzahl*			Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen*				Taimien jakaantuminen syntymävuosiin *Verteilung der Pflanzen nach Geburtsjahren*																						Jännäärityksiä kpl *Altersbestimmungen St*
	<0.1 m	0.1—1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	1940	39	38	37	36	[1] 35	34	33	32	31	1930	29	28	27	26	25	24	23	22	21	—1920	Yhteensä *Insgesamt*	
	Kpl/ha — *St/ha*				%																										
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*																															
226	—	4 000	4 000	2.5	—	100	—	100	—	—	—	[2] —	—	2	3	—	—	3	5	**8**	23	13	8	5	8	7	3	3	9	100	61
237	—	6 000	6 000	5.5	—	100	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	24	—	17	—	—	14	—	—	38	100	29
227	2 000	1 000	3 000	2.5	—	100	—	100	—	—	—	—	—	7	5	13	2	2	—	**2**	13	16	5	7	7	9	7	5	—	100	44
238	—	8 500	8 500	6.5	—	100	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	**4**	—	—	5	14	4	—	18	23	27	100	22
169	3 000	3 900	6 900	4.0	70	30	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	13	11	6	3	2	**2**	—	9	6	6	3	5	34	100	62
	Keskimäärin *Mittel*		5 700	4.2	14	86	—	100	—	—	—	—	—	2	2	3	3	3	5	3	12	6	7	7	5	7	6	7	22	100	44
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*																															
50	500	200	700	0.5	20	80	—	100	—	—	—	—	—	80	—	2	2	3	5	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	100	40
153	500	200	700	1.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
177	1 500	1 700	3 200	1.0	29	71	—	100	—	—	6	11	11	1	**23**	8	15	6	8	4	**4**	1	1	—	1	—	—	—	—	100	74
94	11 500	4 100	15 600	5.5	67	21	12	100	·	·	—	12	19	34	25	6	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	124
154	500	450	950	1.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
158	2 500	1 400	3 900	2.0	—	100	—	100	—	—	—	**4**	21	7	23	19	5	4	7	**5**	4	1	—	—	—	—	—	—	—	100	57
225	—	2 000	2 000	2.0	10	90	—	100	—	—	—	—	6	**13**	3	6	10	23	20	**10**	—	3	6	—	—	—	—	—	—	100	31
51	1 500	500	2 000	1.5	7	71	22	100	—	—	—	21	28	8	3	7	11	11	6	1	1	2	—	—	1	—	—	—	—	100	86
55	—	200	200	1.0	—	88	12	100	—	—	—	7	10	12	40	**21**	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	32
	Keskimäärin *Mittel*		3 300	1.7	19	74	7	100	—	—	1	8	13	22	17	10	8	7	7	3	2	1	1	—	4	—	—	—	—	100	63

[1] Hyvät männyn siemenvuodet painettu lihavalla. — *Gute Samenjahre der Kiefer fett gedruckt.*
[2] Hakkuuvuosien taimiprosentit painettu lihavalla. — *Pflanzenprozente der Hiebsjahre fett gedruckt.*

Vanhana harsittujen männiköiden uudistumisaikaa ja siihen ensi sijassa vaikuttavia tekijöitä on selvitelty samanlaista tapaa käyttäen kuin nuorena harsituissa männiköissäkin. Tulokset näistä selvittelyistä nähdään taulukosta 27. Siitä näkyy, että uudistumisaika on useissa tapauksissa venynyt pitkäksi; näin varsinkin puolukkatyypin metsiköissä.

Taulukko 27. Uudistumisaika vanhana harsituissa männiköissä.
Tabelle 27. Verjüngungszeit der im Baumholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Uudistumisaika v. *Verjüngungszeit J.*	Taimiainesta ennen hakkuuta *Anflug vor dem Hiebe*	Hakkuun jälkeen *Nach dem Hiebe*	
			Siemennys *Besamung*	Jätepuuston tiheys *Dichte des Restbestandes*
Kanervatyyppi — *Calluna-Typ*				
237	0	[1])+++	[2])+	0.2
238	2	+++	+	0.1
169	5	+++	+	0.2
226	11+	++	+	0.2
227	11+	++	+	0.1
Puolukkatyyppi — *Vaccinium-Typ*				
153	4+	—	—	0.3
55	5+	—	+	0.3
158	10+	—	+	0.3
225	11+	+	++	0.3
177	11+	+	+	0.3
51	18+	—	—	0.3
154	19+	—	+	0.3

[1]) + < 3 000, ++ = 3 000 — 6 000, +++ > 6 000 kpl/ha — *St/ha.*
[2]) + = niukka — *spärlich*, ++ = keskink. — *mässig*, +++ = runsas — *reichlich.*

Kuivien kankaiden mänty-kuusiharsintametsiköt.

Esiintyminen.

I:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1927, taulukko 56) mänty-kuusisekametsiköitä (mänty-kuusi-koivusekametsiköt mukaan luettuina) oli Etelä-Suomessa seuraavat prosenttimäärät eri metsätyyppien alasta: lehdot 6.5 %, lehtomaiset metsät 18.3 %, mustikkatyyppi 26.8 %, puolukkatyyppi 23.1 %, kanervatyyppi 5.5 % ja jäkälätyyppi 0.0 %. II:n valtakunnan metsien arvioinnin yhteydessä ei vastaavaa erittelyä ole suoritettu.

Kehitys männiköissä ja mänty-kuusisekametsiköissä kulkee yleensä kuusettumista kohden. Yrjö Ilvessalon (1942, s. 81) mukaan mäntyvaltaiset metsät maassamme ovat vv. 1922—1938 menettäneet kasvullisen metsämaan alastaan runsaan kymmenesosan, kun samanaikaisesti kuusivaltaisten metsien ala on lisääntynyt n. 13 %. Tällaisessa mitassa tapahtuvaa kuusettumista on metsän hidas kehitys huomioon ottaen pidettävä erityisen voimakkaana.

Kuten Aaltonen (1936, s. 20) on huomauttanut, syyt metsiemme kuusettumiseen nähtävästi ovat moninaiset. Kaskiviljelyksen aikakautena tuli karkoitti kuusen laajalti sen luontaisilta kasvupaikoilta. Näitä maita kuusi nyt valtaa mäntyä bioottisesti voimakkaampana takaisin. Ja näyttääpä siltä, kuin kuusi saman tien valtaisi kuivempiakin kasvualustoja, kuin mitä sille luonnontilaisissa metsissä kuuluukaan. Tietomme varsinaisista luonnonmetsistä tosin ovat niukkoja (hämmästyttävän niukkoja!), mutta todennäköistä lienee, että männyn leviämistä edistävät kulot salaman sytyttäminä niissä, varsinkin juuri kuivilla kankailla, ovat merkittävämpiä kuin nykyisissä talousmetsissämme (Kalela 1937, s. 24 ja s. 32).

Harsinnan tapaiset hakkuut, joita metsissämme on yleisesti käytetty, ovat tuntuvasti edistäneet niiden kuusettumista. Tähän on meillä ja muuallakin pohjoismaissa kiinnitetty runsaasti huomiota.

Jo Blomqvist (1881, ss. 111—112) ilmaisee mielipiteenään, että tukkipuun harsinta vast'edes tekee kuusen yhtä vallitsevaksi pohjoisissa maissa kuin mänty tuolloin oli.

Lakari (1915, s. 13) huomauttaa, että tukkipuun harsinnassa metsikköön syntyvät aukot ovat liian pieniä männyn taimimiselle, mikä edistää enemmän varjoa sietävän kuusen leviämistä.

A. K. Cajander (1916, s. 714) mainitsee, että hirrenharsinta on useinkin edistänyt varjoa sietävän kuusen yleisemmäksi tulemista.

Hannikainen (1919, s. 63) toteaa, että maassamme toimitettu hirsien harsintahakkuu on edistänyt kuusimetsän leviämistä.

Morosow (1928, s. 295) kiinnittää huomiota siihen, että Pohjois-Venäjällä mm. Arkangelin ja Vologdan kuvernementeissa, joissa harsitaan mäntyä, kuusi ainakin tilapäisesti valtaa nämä alueet.

Pöntynen (1929, s. 103) on Raja-Karjalan kuusialikasvoksia tutkiessaan havainnut tukkipuun harsintojen edistävän kuusialikasvoksien leviämistä. Hän huomauttaa (s. 95), että jos olosuhteet saavat häiriintymättä kehittyä, kuusi valtaa tutkimusalueella puolukkatyypin metsämaat, vaikkakin kehitys tähän suuntaan käy verraten hitaasti.

Myös tervanpoltto, johon aikoinaan on käytetty valtavat määrät mäntyä varsinkin Pohjanmaalla (Kaila 1931), on edistänyt kuusen leviämistä.

Mänty-kuusisekametsiköitä on kasvupaikasta riippuen arvosteltava eri tavoin. Tuoreiden kankaiden mänty-kuusisekametsiköissä kuusettuminen ei ilmeisestikään merkitse ainakaan yhtä oleellista muutosta metsikön tuottokyvyssä kuin kuivilla kankailla. Useat tutkimukset ja havainnot viittaavat näet siihen, että kuusen tuotto kuivilla kankailla on huomattavan heikko.

A. K. Cajanderin (1916, s. 714) mukaan kuusi kuivilla kankailla jää kituvaksi. Mainitseepa hän (1917, s. 176) esimerkkinä kuusen hitaasta kasvusta kuivilla kankailla Kiteen Koivikolta 60-vuotisen puolukkatyypin viljelyskuusikon, jonka puuvarasto oli 128 m^3 hehtaarilla samanikäisen viljelysmännikön puuvaraston ollessa 202 m^3 hehtaarilla.

Heikinheimon (1931 a, s. 36) mukaan ei mustikkatyyppiä huonommilla metsätyypeillä heikkotuottoisen kuusen kasvattaminen kannata.

Kangas (1940 a, s. 39) on Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksiä tutkiessaan todennut kaikki kuusen taimistot *(Picea excelsa* ja *P. alba)* varsin huonokuntoisiksi ja niiden pituuskasvun jokseenkin olemattomaksi.

Selostaessaan II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksia Yrjö Ilvessalo (1942, ss. 87—88) katsoo, että kuivien kankaiden kuusialikasvosten muodostuminen hakkuun jälkeiseksi vallitsevaksi puustoksi verraten harvoin voi olla toivottavaa. Kuivien kankaiden kuusikoiden metsänhoidollinen tila on heikko (s. 195), samoin kasvu (s. 140).

Myös Morosow (1928, s. 289) on kiinnittänyt huomiota kuusen heikkoon kasvuun kuivilla kankailla.

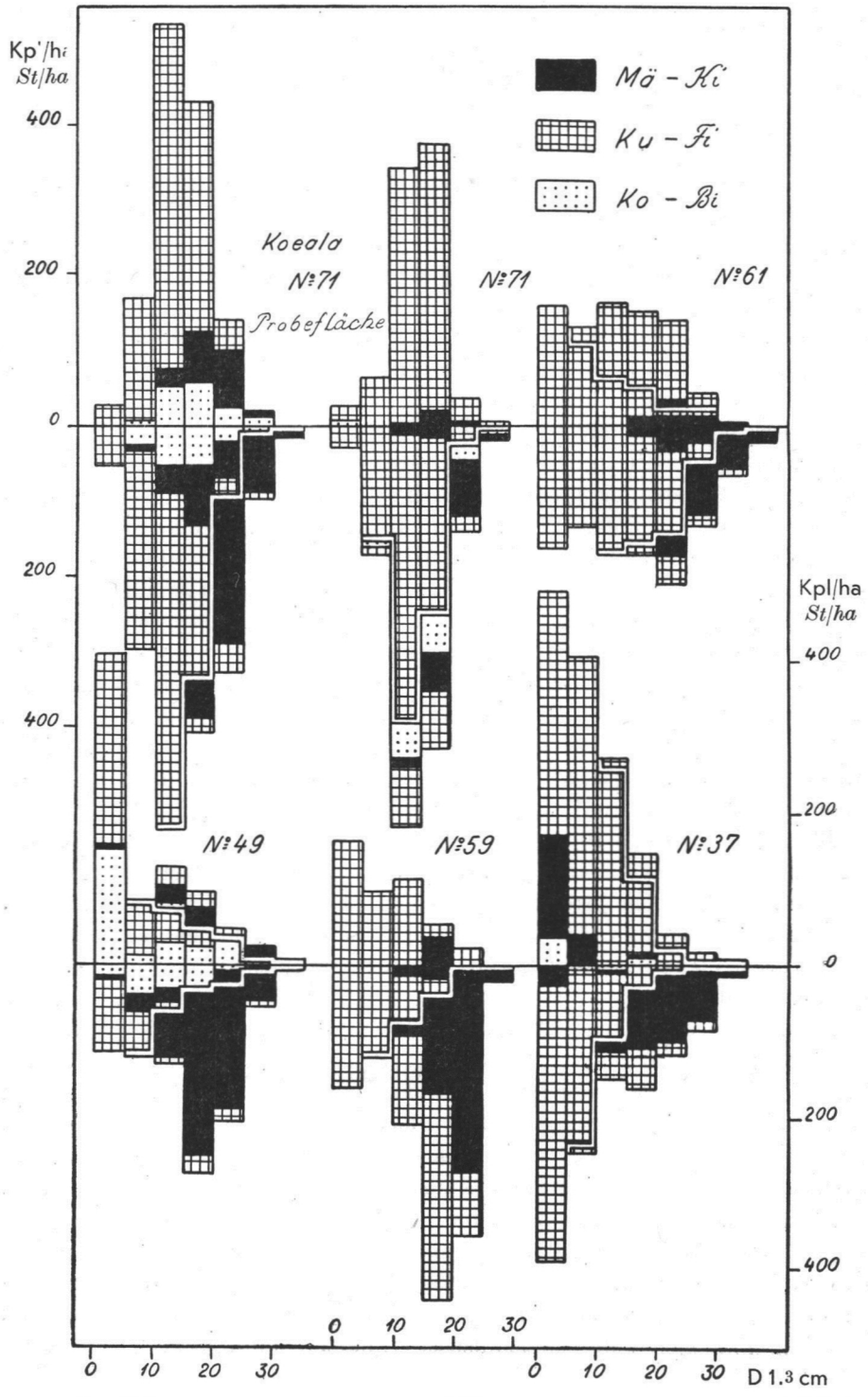
Mänty-kuusisekametsiköiden ja niiden kuusettumisen selvittelyssä kuivat kankaat ansaitsevat näin ollen erityistä huomiota. Jäkälätyypin ja kanervatyypin metsiköissä kuusen osuus on siksi vähäinen, ettei niihin ole katsottu olevan aihetta puuttua. Seuraavassa rajoitutaankin ensi sijassa puolukkatyypin mänty-kuusisekametsiköiden tarkasteluun.

II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa kiinnitettiin huomiota mm. kuusialikasvoksiin. Saatujen tulosten mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, ss. 87—88) kuusialikasvoksia esiintyy huomattavassa määrässä kuivilla kankailla — tiheydeltään vähintään astetta 0.5 vastaaviakin aina 114 000 ha. Samassa yhteydessä Ilvessalo huomauttaa, että kuusesta aiheutuu »mäntymailla» paljon enemmänkin vastusta, kuin tämän luvun perusteella voidaan päätellä, sillä tiheysastetta 0.5 harvempia kuusialikasvoksia tai alikasvosryhmiä tavataan näillä mailla usein. Yleisimmin esiintyy »mäntymaiden» kuusialikasvoksia Pohjois-Laatokan ja Pielisen vesistöalueissa, joissa Raja-Karjalan kuusirigeiköt ovat tunnetut.

Tukkipuun harsinnat ovat, kuten yleensäkin, myös kuivilla kankailla tuntuvasti edistäneet kuusettumista. Nähtävästi juuri tästä johtuu, että esim. pienmetsissä kuusivaltaisia metsiä on kuivilla kankailla huomattavan runsaasti, Osaran (1935, s. 149) suorittamien tutkimusten mukaan puolukkatyypillä aina 19.6 % ja kanervatyypillä 3.6 % (II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan kuusivaltaisia metsiä oli koko Suomen eteläpuoliskossa puolukkatyypillä vain 11.1 % ja kanervatyypillä 1.1 % koko tyypin alasta, Yrjö Ilvessalo 1942, s. 281). Käsillä olevaa tutkimusta suoritettaessa kiintyi useastikin huomio kuivien kankaiden erityisen voimakkaaseen kuusettumiseen juuri yksityismetsissä. Ja samanlaisia havaintoja on tehty aikaisemminkin. Mm. Tikka (1928, s. 55) mainitsee, että Pohjois-Suomessa kuusta on kuivilla kankailla erittäin runsaasti, paikoin vallitsevanakin kylien lähistöillä.

Kuivan kankaan kuusettuminen on läheisesti riippuvainen sen asemasta muihin metsäkasvillisuusyhdyskuntiin. Kuivan kankaan ja vesiperäisen maan yhtymäkohdassa tavataan useimmiten leveydeltään vaihteleva korpikaistale, josta kankaan kuusettuminen yleisesti saa alkunsa. Erityisesti ns. karjalaisen suoyhdistymän alueella suot muodostavat tiheän verkoston, jonka »silmiin» jäävät kankaat ovat alttiita kuusettumiselle (Pöutynen 1929, s. 106).

Puolukkatyypin mänty-kuusisekametsiköissä mänty ja kuusi tavallisesti kuuluvat eri kehitysjaksoihin. Osa kuusesta tosin saattaa olla samanikäistä männyn kanssa, jopa sitä vanhempaakin, mutta pääosa kuusesta on kuitenkin tavallisesti nuorempaa kuin vallitseva mänty (vrt. A. K. Cajander 1909, s. 120, Pöntynen 1929, s. 141 ja s. 146, Lappi-Seppälä 1930, s. 92). Useimmissa tapauksissa kuusialikasvos näyttää nousseen männikköön tämän taimisto- ja tiheikkökausina. Kun mänty lisäksi on nuorena nopeakasvuisempi kuin kuusi, niin nuorissa metsiköissä, tiheiköissä ja riukumetsissä, mänty tämän vuoksi yleensä on vallitsevassa asemassa kuuseen verrattuna. Kun metsikkö sitten tukkimetsäkautena vähitellen alkaa jo luonnostaankin harventua, niin kuusi työntäytyy yhä enemmän ja enemmän männyn tasalle. — Näin pitkälle ei kehitys yksityismetsissämme kuitenkaan yleensä pääse rauhassa



Kuva 15. Puiden jakaantuminen läpimittaluokkiin eräissä mänty-kuusiharsintametsiköissä (vrt. s. 148). Puolukkatyyppi.

Abb. 15. Stammverteilung in Durchmesserklassen in einigen Kiefern-Fichten-Plenterwäldern. Vaccinium-Typ.

jatkumaan. Riukumetsäkautena alkavat, ensi sijassa vallitsevaan mäntyyn kohdistuvat tukkipuun harsinnat antavat näet kuusettumiselle paljon suuremman vallan. Sitä mukaa kun mänty harsintakautena vähenemistään vähenee, valtaa entinen välimetsän ja alimetsän luontoinen kuusi yhä täydellisemmin entisen männikön kasvualan ja muodostuu metsikön vallitsevaksi puulajiksi (vrt. Lihtonen 1929, s. 25). Juuri tällaisia tukkipuun harsintojen johdosta kuusettuneita mäntyjätemetsiköitä onkin suurin osa tutkituista mänty-kuusiharsintametsiköistä ollut.

Kuvassa 15 on runkolukusarjojen avulla havainnollistettu kuusettumistapahtuman kulkua eräissä tutkimusmetsiköissä. Näissä sarjoissa vaaka-akselin yläpuolella oleva pylväistö kuvaa metsikön nykyistä puustoa ja vaaka-akselin alapuolella oleva pylväistö puuston rakennetta ennen viimeistä voimakasta hakkuuta. Murtoviivalla on erotettu (ulkopuolelle) hakkuussa poistettu puuston osa.

Koealalta n:o 71 on piirretty kaksi erillistä pylväistöä. Ensimmäisessä, vasemmanpuolisessa, nähdään vaaka-akselin alapuolella metsikön runkojakaantuminen 17 vuotta sitten. Se on silloin ollut n. 95-vuotista männikköä, jossa jo aikaisemminkin on suoritettu kuusettumista edistäviä tukkipuun määrämittahakkuita. 17 vuotta sitten suoritettu tyypillinen tukkipuun harsinta on edelleen voimakkaasti edistänyt kuusettumista, ja 11 vuotta sitten suoritetun tukkipuun harsinnan jälkeen (oikeanpuolinen pylväistö) metsikkö on muuttunut jokseenkin puhtaaksi kuusikoksi.

Koealalla n:o 61 on tapahtunut vastaavanlainen kehitys. Vuosi sitten on tästä metsiköstä hakattu mäntytukkeja määrämittaan, minkä jälkeen metsikkö on jäänyt kuusivaltaiseksi. Tutkimusvuotena on suoritettu voimakas kuusitukkien ja paperipuiden hakkuu.

Koealalla n:o 49 on 20 vuotta sitten suoritettu voimakas tukkipuiden ja kaivospuiden määrämittahakkuu. Seurauksena on ollut metsikön kuusettuminen. Muutamien jätemäntyjen ohella on alueelle jäänyt verrattain runsaasti koivua, joka jätepuustossa nyt esiintyy vallitsevana puulajina. Vuosi sitten on suoritettu hakkuu, jonka tarkoituksenmukaisuus näyttää kyseenalaiselta.

Runkolukusarjat koealalta n:o 59 (vrt. myös kuva 17, s. 153) esittävät suhteellisen nuoren (65- v.) männikön kuusettumista. 7 vuotta sitten on tässä riukumännikössä suoritettu voimakas tukkipuun määrämittaharsinta, jossa samalla on hakattu runsaasti pienikokoista mäntyä kaivospuuksi. Tämän voimakkaan hakkuun seurauksena on ollut, että aikaisemmin pääasiallisesti välimetsän luontoinen kuusi on päässyt vallitsevaan asemaan.

Runkolukusarjoissa koealalta n:o 37 nähdään vastaavanlainen kuusettumistapahtuma kuin edellä. 17 vuotta sitten on suoritettu voimakas tukkipuun määrämittaharsinta (lisäksi kaivospuuta). Hakkuu on kohdistunut nähtävästi hieman vanhempaan männikköön kuin koealalla n:o 59; kuusi on siinä kasvanut pääasiallisesti alimetsän luontoisena. Hakkuussa

on mänty poistettu jokseenkin kokonaan, ja hakkuuala on täten jäänyt entisen kuusialimetsän haltuun.

Edellä tarkastetuista esimerkeistä näkyy, että kuusettuminen mänty-kuusiharsintametsiköissä edistyy ripeästi. Lisäksi nähdään, että tukkipuun harsinnat eivät näissä metsiköissä johda jaksoittaiseen metsikön kehitykseen kuten esim. harsintamänniköissä, vaan että samanaikaisesti, kun alun perin mäntyvaltainen metsikkö hakkuiden johdosta nopeasti kuusettuu, myös metsikön puuvarasto nupenee yhä vähäisemmäksi ja lopulta päädytään jätemetsikköön, jossa kuusta on jokseenkin yhtä paljon ja usein enemmänkin kuin mäntyä. — Juuri tällaisia jatkuvien tukkipuun harsintojen johdosta syntyneitä jätemetsiköitä onkin suurin osa niistä mänty-kuusiharsintametsiköistä, joita seuraavassa ryhdytään yksityiskohtaisemmin tarkastamaan.

Puusto.

Yleiskatsaus.

Tutkimusmetsiköiden puustoa koskevista tärkeimmistä mittaustuloksista nähdään yhdistelmä taulukosta 28. Tässä kuten myöhemminkin vastaavissa yhdistelmissä jätetään puulajeittaisissa erittelyissä haapa ja leppä huomioimatta.

Tutkimusmetsiköt ovat suurimmaksi osaksi Etelä-Suomen läntisestä puoliskosta — seuraus nyt tarkastettavana olevan metsikkölajin yleisyydestä juuri maamme tässä osassa.

Tutkimusmetsiköt on jaettu kahteen ryhmään. Ensimmäisen ryhmän muodostavat ne metsiköt, joissa ei ole suoritettu puhdistushakkuuta (vrt. kuvat 16 ja 17), toisen ryhmän ne metsiköt, joissa on jonkinlainen puhdistushakkuun tapainen hakkuu suoritettu (vrt. kuva 18). Viimeksimainittu on useissa tapauksissa ollut paperipuiden määrämittahakkuu, joka nähtävästi sattumalta on saanut metsänhoidollisen, männyn uudistamiseen tähtäävän puhdistushakkuun luonteen.

Tiheys ja runkoluku.

Yksityisille mänty-kuusiharsintametsiköille arvioidut tiheysluvut nähdään taulukosta 28. Niistä käy ilmi, että nyt tarkastettavana olevien metsiköiden tiheys on aivan vähäinen, puhdistushakkuulla käsittelemättömissä metsiköissä keskimäärin n. 0.3. Puhdistushakkuilla käsitellyissä metsiköissä tiheys lisääntyy sitä mukaa, mitä pitempi aika puhdistushakkuusta on kulunut. Aluksi, välittömästi puhdistushakkuun jälkeen, se on vain n. 0.1, mutta myöhemmin kohoaa jopa 0.8:aan.

Taulukko 28. Mittaustuloksia mänty-kuusi-

Tabelle 28. Messungsergebnisse der Kiefern-

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Tutkimusaika *Datum*	Kunta *Gemeinde*	Puuston tiheys *Dichte des Bestandes*	Puulajisuhteet % puuvarastosta *Holzarten % der Kubikmasse*			Puuvarasto m³/ha *Kubikmasse fm/ha*	Kasvu m³/ha *Zuwachs fm/ha*			Tukkipuita kpl/ha *Derbholz St/ha*		
				Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*		Mä *Ki*	Ku *Fi*	Yht. *Insges.*	Mä *Ki*	Ku *Fi*	Yht. *Insges.*
Puhdistushakkuu suorittamatta													
61	5. 9.38	Marttila	0.3	48	52	—	35	0.1	0.2	0.3	36	8	44
59	1. 9.38	Nousiainen	0.6	60	40	—	91	1.5	2.5	4.0	64	20	84
69	19. 9.38	Kiikala	0.2	28	72	—	24	0.2	1.1	1.3	—	20	20
68	17. 9.38	»	0.1	18	82	—	9	0.1	0.5	0.6	—	16	16
26	9. 7.38	Pälkäne	0.4	86	14	—	26	0.5	0.2	0.7	60	—	60
53	24. 8.38	Luvia	0.2	37	56	7	12	0.1	0.6	0.7	12	—	12
174	29. 9.39	Sippola	0.3	22	75	3	41	0.3	1.5	1.9	16	36	52
37	27. 7.38	Koijärvi	0.4	3	93	3	41	0.1	2.2	2.4	—	16	16
47	15. 8.38	Kokemäki	0.5	52	47	—	43	0.7	1.2	2.0	48	12	60
49	18. 8.38	Kauvatsa	0.2	—	23	77	26	—	0.5	1.1	—	—	—
28	13. 7.38	Akaa	0.5	16	78	6	23	0.5	1.6	2.2	—	4	4
63	6. 9.38	Marttila	0.2	33	63	—	17	0.2	0.5	0.8	12	—	12
45	9. 8.38	Somerniemi	0.4	8	92	—	42	*Δ*	1.6	1.6	8	60	68
192	10. 7.40	»	0.4	16	66	18	63	0.5	1.9	2.7	8	80	88
Puhdistushakkuu suoritettu —													
62	6. 9.38	Marttila	0.1	97	3	—	17	0.1	*Δ*	0.1	24	—	24
159	13. 9.39	Kiihtelysvaara ..	0.1	85	13	2	28	0.6	*Δ*	0.7	44	—	44
109	6. 7.39	Pieksämäki	0.1	99	1	—	6	0.2	*Δ*	0.2	16	—	16
60	3. 9.38	Kaarina	0.1	94	5	—	31	0.6	0.1	0.7	48	—	48
156	11. 9.39	Kiihtelysvaara ..	0.2	75	8	17	32	0.7	0.1	0.9	48	2	50
64	7. 9.38	Marttila	0.1	74	1	23	6	0.1	*Δ*	0.2	12	—	12
77	30. 9.38	Halikko	0.1	100	—	—	10	0.4	—	0.4	24	—	24
67	16. 9.38	Kiikala	0.1	76	9	15	11	0.2	*Δ*	0.3	4	—	4
52	23. 8.38	Luvia	0.2	79	21	—	17	0.5	0.4	0.9	36	—	36
43	6. 8.38	Somerniemi	0.8	82	16	—	34	2.6	0.6	3.3	16	—	16
194	12. 7.40	»	0.5	77	23	—	43	3.1	1.5	4.6	40	—	40
230	5. 9.40	Hyvinkään kpp..	0.5	43	55	2	38	0.4	1.3	1.7	28	32	60
XV	4. 7.40	Tuusula	0.7	51	47	2	86	3.2	1.2	4.7	29	36	65
187	2. 7.40	»	0.6	12	88	—	9	0.1	0.8	0.9	—	—	—

Runkoluvut ovat mänty-kuusiharsintametsiköissä pieniä. Puhdistushakkuilla käsittelemättömissäkin metsiköissä runkoluku on jäänyt alle 1 000 kpl/ha, ja keskimäärin se näissä metsiköissä on ollut n. 440 kpl/ha. Erityisesti tukkipuiden pieni lukumäärä kiinnittää huomiota. Puhdistushakkuilla käsittelemättömissä metsiköissä niitä on ollut keskimäärin n. 38 kpl/ha, joista jokseenkin tasan puolet mäntyä ja puolet kuusta. Metsiköissä, joissa puhdistushakkuu on suoritettu, tukkipuita on ollut keskimäärin vieläkin jonkin verran vähemmän, n. 31 kpl/ha, pääasiassa mäntyä.

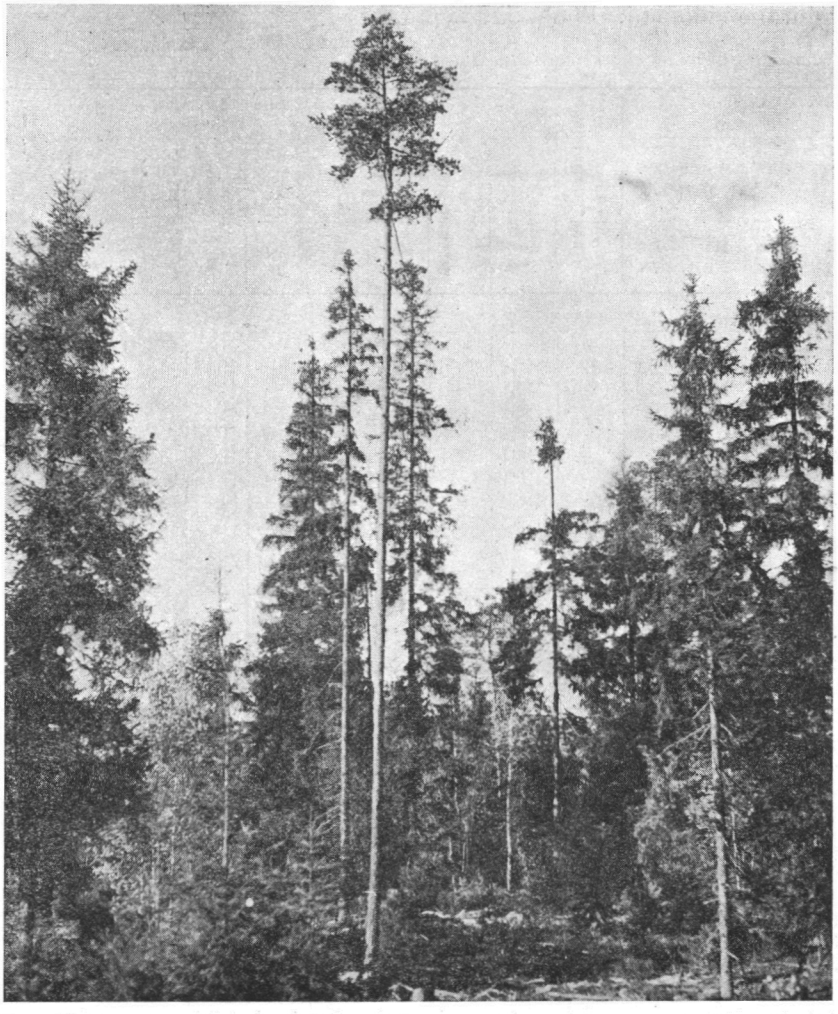
harsintametsiköistä. Puolukkatyyppi.

Fichten-Plenterwälder. Vaccinium-Typ.

Valtapuut *Oberbäume*				Puhdistushakkuu v. *Reinigungshieb i. J.*	Hakkuumäärät viime 16 vuoden kuluessa *Hiebssätze während der letzten 16 Jahre*									
Ikä v. *Alter J.*		Pituus m *Höhe m*			Hakkuuvuosi *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m^3/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä % *Vom Hiebssatz %*			Hakkuuvuosi *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m^3/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä % *Vom Hiebssatz %*		
Mä *Ki*	Ku *Fi*	Mä *Ki*	Ku *Fi*				Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*			Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*
— Reinigungshieb nicht ausgeführt														
135	135	17.8	12.2	—	1938	86	8	92	—	1937	131	78	22	—
65	65	18.6	15.1	—	1931	100	75	25	—	1926	144	97	3	—
100	85	16.7	10.7	—	1931	188	61	39	—	—	—	—	—	—
95	75	13.3	10.4	—	1934	9	—	100	—	1927	72	100	—	—
95	·	16.4	·	—	1937	37	74	26	—	1924	137	84	16	—
85	·	13.0	·	—	1931	48	6	94	—	—	—	—	—	—
30	70	18.1	14.6	—	1933	1	100	—	—	—	—	—	—	—
·	75	·	13.6	—	1933	21	—	99	1	—	—	—	—	—
80	65	15.0	11.5	—	1937	76	27	73	—	—	—	—	—	—
—	45	—	8.4	—	1937	32	57	19	24	—	—	—	—	—
25	85	6.6	9.7	—	1930	31	15	85	—	—	—	—	—	—
75	70	13.2	9.0	—	1933	99	5	93	2	—	—	—	—	—
130	90	16.0	16.5	—	1936	50	2	98	—	—	—	—	—	—
·	85	·	13.7	—	1927	68	14	86	—	—	—	—	—	3
Reinigungshieb ausgeführt														
120	·	20.9	3.6	1938	1938	95	1	99	—	1937	141	89	11	—
105	·	14.9	.	1938	1937	69	4	87	9	1929	136	91	9	—
90	80	17.0	4.5	1937	1937	82	37	61	2	1932	145	54	44	2
120	·	20.0	·	1935	1935	192	84	26	—	—	—	—	—	—
100	191	·	17.0	1935	1935	62	68	32	—	—	—	—	—	—
95	·	15.0	·	1934	1934	204	32	68	—	—	—	—	—	—
95	—	15.0	—	1934	1934	66	3	97	—	1930	58	47	53	—
115	·	12.2	·	1933	1933	64	29	71	—	1927	114	91	9	—
65	70	16.5	12.0	1931	1937	10	100	—	—	1931	98	46	52	2
30	35	8.4	5.8	1927	1927	75	24	76	—	—	—	—	—	—
30	35	7.3	5.7	1927	1936	4	98	2	—	1927	63	6	94	—
195	105	16.4	17.4	1929	1930	5	20	80	—	1929	99	1	99	—
15	20	10.0	5.0	1920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	35	5.3	4.0	1916	1935	55	21	79	—	—	—	—	—	—

Pituus ja pituuskasvu.

Mänty-kuusiharsintametsiköiden pituussuhteita ei ole yksityiskohtaisesti selvitetty. Tutkimusaineiston perusteella se ei ole ollut mahdollistakaan. Mainittakoon kuitenkin, että jätepuustot poikkeuksetta ovat olleet huomattavan lyhyitä. Parhaassa tapauksessa männyn valtapituus on noussut n. 21 m:iin, mutta yleensä se on jäänyt paljon pienemmäksi, keskimäärin n. 14 m:ksi. Ja kuusen pituus on ollut vieläkin pienempi, parhaassa tapauksessa n. 17 m ja keskimäärin vain n. 12 m (puhdistushakkuulla käsittelemättömissä metsiköissä).



Kuva 16. Mänty-kuusiharsintametsikkö. Puhdistushakkuu suorittamatta. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 174. Valok. 29. 9. —39.

Abb. 16. Kiefern-Fichten-Plenterwald. Reinigungshieb nicht ausgeführt. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 174. Foto 29. 9. —39.

Taulukko 29. Mäntyjen latvusten pituus mänty-kuusiharsintametsiköissä. Puolukkatyyppi.

Tabelle 29. Kronenlänge der Kiefern in Kiefern-Fichten-Plenterwäldern. Vaccinium-Typ.

D 1.3-läpimittaluokat cm — *D 1.3-Durchmesserklassen cm*				Koepuita kpl *Probestämme St*
10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	25.1—30.0	
Latvuksen pituus m — *Kronenlänge m*				
3.7±0.4	4.4±0.2	6.4±0.3	7.2±0.4	138
Latvuksen pituus % puun pituudesta — *Kronenlänge % der Baumhöhe*				
15	25	35	45	138



Kuva 17. Mänty-kuusiharsintametsikkö. Puhdistushakkuu suorittamatta. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 59. Valok. 1. 9. —38.

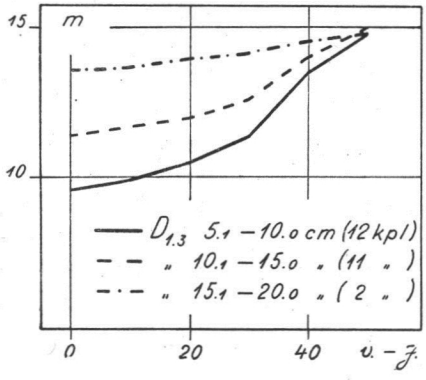
Abb. 17. Kiefern-Fichten-Plenterwald. Reinigungshieb nicht ausgeführt. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 59. Foto 1. 9. —38.

Eräissä tutkimusmetsiköissä on runkoanalyysien avulla selvitetty tällaisille metsiköille ominaista pituuskasvun kulkua. Seuraavassa esitetään tulos tällaisesta pikku erikoistutkimuksesta.

Tutkimusmetsikössä on 48 vuotta sitten sattunut voimakas myrskyn tuho. Sitä aikaisemmin metsikkö on ollut n. 70-vuotinen, jokseenkin tasainen männikkö, jossa kuusta on kasvanut ali- ja välimetsänä. Myrskyn tuhon jälkeen on alueelle jäänyt pääasiassa vain aikaisemmin vallitussa asemassa olleita puita. Kuvasta 19 näkyy, että myrskyn tuhon jälkeen vapaaseen asemaan joutuneiden puiden pituuskasvu on vasta n. 20—30 vuotta tuhon jälkeen alkanut huomattavasti elpyä. Vasta tällöin metsikkö



Kuva 18. Mänty-kuusiharsintametsikkö. Puhdistushakkuu suoritettu. Puolukkatyyppi. Koeala n:o 67. Valok. 20. 4. —39.
Abb. 18. Kiefern-Fichten-Plenterwald. Reinigungshieb ausgeführt. Vaccinium-Typ. Probefl. Nr. 67. Foto 20. 4. —39.



Kuva 19. Mäntyjen pituuden kehitys eräässä mänty-kuusisekametsikössä, jossa 48 v. sitten on sattunut voimakas myrskyn tuho. Puolukkatyyppi. Vaaka-akselilla tuhosta kulunut aika.
Abb. 19. Höhenentwicklung der Kiefern in einem Kiefern-Fichten-Mischbestand, in welchem vor 48 J. ein grosser Sturmschaden stattgefunden hat. Vaccinium-Typ. Auf der Abszizze die Zeit seit dem Schaden.

on sulkeutunut, mikä nähtävästi on ollut omiaan kiihoittamaan puuston pituuskasvua.

Mäntyjen latvuksen pituus näyttää mänty-kuusiharsintametsiköissä olevan vieläkin pienempi kuin harsintamänniköissä (taulukko 29). Latvukset ovat huomattavan usein muodoltaan tupsumaisia (vrt. kuvat 16, 17 ja 18).

Runkomuoto.

Taulukosta 30 nähdään eräitä mänty-kuusiharsintametsiköiden puuston runkomuotoa kuvaavia lukuja. Taulukko on laadittu samoin kuin vastaava harsintamänniköitä koskeva taulukko.

Taulukko 30. Mänty-kuusiharsintametsiköiden runkomuotoa kuvaavia lukuja. Puolukkatyyppi.

Tabelle 30. Stammformcharakteristika der Kiefern-Fichten-Mischbestände. Vaccinium-Typ.

Puulaji *Holzart*	Läpimitta 1.3 m:n korkeudella cm—*Durchmesser in 1.3 m Höhe cm*			Koepuita kpl *Probestämme St*
	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	
Solakkuus % — *Schlankheit %*				
Mänty — *Kiefer*	1.07	1.28	1.49	150
Kuusi — *Fichte*	1.42	1.43	1.48	96
Jonsonin muotosuhde — *Formquotient nach Jonson*				
Mänty — *Kiefer*	0.56	0.54	0.55	150
Kuusi — *Fichte*	0.64	0.64	0.60	96
Kapeneminen cm — *Durchmesserabfall cm*				
Mänty — *Kiefer*	3.3±0.3	4.4±0.2	5.0±0.2	150
Kuusi — *Fichte*	5.0±0.2	4.9±0.3	5.6±0.3	96

Vertailu männyn ja kuusen runkomuodon välillä osoittaa, että nyt tarkastettavana olevissa metsiköissä kuusi on selvästi mäntyä täyteläisempi, mutta että hoikat männyt ovat vastaavan paksuisia kuusia solakampia. Männyn huono täyteläisyys kiinnittääkin erityisesti huomiota. Se näyttää johtuvan siitä, että puut mänty-kuusiharsintametsiköissä joutuvat kasvamaan suhteellisen pitkän ajan, huomattavasti pitemmän kuin esim. harsintamänniköissä, harvassa keskinäisessä asennossa.

Puuston laatu.

Taulukossa 31 nähdään yhdistelmä mänty-kuusiharsintametsiköiden puuston laadusta.

Taulukko 31. Puuston laatu mänty-kuusiharsintametsiköissä. Puolukkatyyppi.

Tabelle 31. Qualität der Stämme in Kiefern-Fichten-Plenterwäldern. Vaccinium-Typ.

Mänty — *Kiefer*					Kuusi — *Fichte*				
D 1.3-läpimittaluokat — *D1.3-Durchmesserklassen*									
alle *unter* 20 cm					vähintään *wenigstens* 20 cm				
Laatuluokat — *Qualitätsklassen*									
I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	
Koepuiden jakaantuminen — *Verteilung der Probestämme*									
%				Kpl *St*	%				Kpl *St*
Puhdistushakkuu suorittamatta — *Reinigungshieb nicht ausgeführt*									
4	73	23	100	50	14	72	11	3	100	35
Puhdistushakkuu suoritettu — *Reinigungshieb ausgeführt*									
11	59	30	100	71	16	74	10	—	100	74
Keskimäärin ja yhteensä — *Mittel und insgesamt*									
8	65	27	100	121	16	73	10	1	100	109

Kuusi — *Fichte*									
D 1.3-läpimittaluokat — *D1.3-Durchmesserklassen*									
alle *unter* 20 cm					vähintään *wenigstens* 20 cm				
Laatuluokat — *Qualitätsklassen*									
I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	
Koepuiden jakaantuminen — *Verteilung der Probestämme*									
%				Kpl *St*	%				Kpl *St*
Puhdistushakkuu suorittamatta — *Reinigungshieb nicht ausgeführt*									
8	24	68	100	144	12	84	4	100	25
Puhdistushakkuu suoritettu — *Reinigungshieb ausgeführt*									
4	53	43	100	30	56	44	—	100	16
Keskimäärin ja yhteensä — *Mittel und insgesamt*									
7	29	64	100	174	29	68	3	100	41

Mäntyjen, niin pienten puiden kuin tukkipuidenkin, jakaantuminen laatuluokkiin on kutakuinkin samanlainen kuin harsintamänniköissä. Sitä voidaan näin ollen pitää esim. Suomen eteläpuoliskon yksityismetsien kaikkiin kasvullisen maan metsiin verrattuna keskimääräisenä. Tärkeimmät mäntytukkipuita III luokkaan alentaneista vikanaisuuksista ovat olleet oksikkuus (33 % III luokan puista) ja kaatokorot (33 %). Sen ohessa lenkoutta on esiintynyt merkittävästi (22 %). — Kuusen laatu, pienten puiden ja tukkipuiden, on silmiinpistävän huono. Tärkein vikanaisuus on oksikkuus (85 % II luokan puista). Lahovikoja on esiintynyt suhteellisen niukasti (7 %, vrt. myös Pöntynen 1929, ss. 172—173).

Kuusen oksikkuus on osittain seuraus siitä vapaasta kasvutilasta, johon se mänty-kuusiharsintametsiköissä on joutunut. Puolukkatyypillä ja yleensä kuivilla kankailla kasvavalle kuuselle on kuitenkin yleisestikin ominaista se, että latvus ulottuu suhteellisen alas, usein miltei maan rajaan saakka, että oksia on runsaasti ja että ne ovat verrattain paksuja sekä karsiutuvat huonosti (vrt. A. K. Cajander 1909, s. 122; 1917, s. 168 ja Tikka 1928, s. 19). — Arvosteltaessa mänty-kuusiharsintametsiköiden metsänhoidollista tilaa kuusten poikkeuksellisen huono laatu ansaitsee erikoista huomiota.

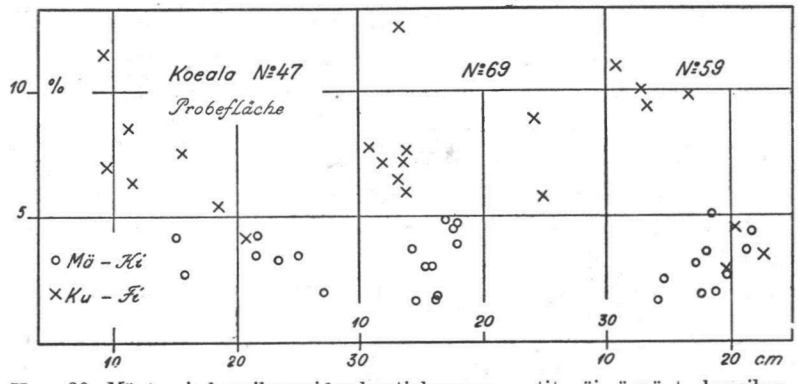
Puuvarasto.

Puuvarasto on kaikissa mänty-kuusiharsintametsiköissä ollut pieni. Parhaassa tapauksessa se on noussut 86 m³/ha, mutta yleensä se on jäänyt paljon pienemmäksi, keskimäärin vain n. 31 m³/ha. Puhdistushakkuilla käsittelemättömissä metsiköissä kuusta on ollut runsaammin (n. 60 % kokonaiskuutiomäärästä) kuin mäntyä (n. 33 %), puhdistushakkuilla käsitellyissä metsiköissä männyn osuus on ollut suurempi (n. 70 %) ja kuusen pienempi (n. 26 %).

Kasvu.

Kasvu on mänty-kuusiharsintametsiköissä jäänyt vähäiseksi. Parhaassa tapauksessa se tosin on noussut jopa 4.7 m³/ha, mutta keskimäärin se on jäänyt huomattavasti pienemmäksi (n. 1.5 m³/ha).

Pieni kasvu on ilmeisesti ensi sijassa seuraus pienestä puuvarastosta. Merkillepantavaa on, että kasvun jakaantuminen männyn ja kuusen kesken ei ole täysin samanlainen kuin puuvaraston jakaantuminen näiden puulajien kesken. Esim. puhdistushakkuilla käsittelemättömissä metsiköissä männyn kasvu on ollut vain 22 % kokonaiskasvusta (osuus puuvarastosta 33 %), mutta kuusen kokonaista 72 % (osuus puuvarastosta 60 %). Tällainen suhde johtuu siitä, että hakkuussa vapautuneiden kuusten elpymiskyky on parempi kuin mäntyjen. Kuvassa 20 on asian valaisemiseksi esitetty mänty- ja kuusikoepuiden kuutiokasvuprosentit muutamista tyypillisistä mänty-kuusiharsintametsiköistä. Kuusen suurempi elinvoimaisuus mäntyyn verrattuna on ilmeinen. Erityisen selvä on ero pienimmissä läpimittaluokissa (valitut puut). Voitaneenkin sanoa, että joskin kuivien kankaiden kuusettumista metsätaloutemme kokonaisuutta silmälläpitäen lienee pidettävä kielteisenä ilmiönä, niin toisaalta olisi monen harvaksi ja repaleiseksi hakatun männikön kasvu jäänyt huomattavasti alhaisemmaksi, ellei rinnan männikön harvenemisen kera olisi tapahtunut sen kuusettumista.



Kuva 20. Mänty- ja kuusikoepuiden kuutiokasvuprosentit eräissä mänty-kuusiharsintametsiköissä Puolukkatyyppi.

Abb. 20. Massenzuwachsprozente der Kiefern- und Fichtenprobestämme in einigen Kiefern-Fichtne- Plenterwäldern. Vaccinium-Typ.

Hakkuumäärät.

Hakkuumäärät ovat mänty-kuusiharsintametsiköissä olleet suuria. Viime 16 vuoden kuluessa suoritetuissa hakkuissa on hakattu keskimäärin 7.1 m^3/ha vuosittain. Ilmeistä onkin, että tarkastettavana olevien metsiköiden pieni puuvarasto ja siihen liittyvä heikko kasvu ovat seuraus juuri näistä voimakkaista hakkuista. Nekin hakkuut, joissa metsänhoidollisia näkökohtia on sikäli huomioitu, että kuusi on pyritty poistamaan ja etupäässä mäntyä jätetty (puhdistushakkuu suoritettu), ovat olleet miltei yhtä voimakkaita kuin muutkin hakkuut. — Hakkuumäärät ovat sisältäneet mäntyä vain hieman enemmän (n. 53 % kokonaishakkuumäärästä) kuin kuusta (45 %). Tämä osoittaa, että kuusettuminen on tarkastettavana olevissa metsiköissä edistynyt huomattavan pitkälle jo ennen viimeistä 16-vuotiskautta.

Uudistuminen.

Siementyminen.

Mänty-kuusijätemetsiköiden siementuottoa on selvitetty siemenlaatikoilla ja koepuumenetelmällä. Tutkimukset ovat kohdistuneet ensi sijassa männyn siemennykseen. Seuraavassa tarkastetaankin ensinnä sitä.

Taulukosta 32 nähdään tulokset siemenlaatikoilla suoritetuista tutkimuksista. Silmiinpistävin piirre on siemennyksen niukkuus. Hyvänäkin männyn siemenvuotena 1940 se on jäänyt keskimäärin vain n. 0.9 kiloksi hehtaaria kohden. Viisivuotiskauden 1939—1943 kokonaissiemennys on puhdistushakkuilla käsittelemättömissä metsiköissä ollut keskimäärin n. 1.4 kg/ha ja puhdistushakkuilla käsitellyissä metsiköissä n. 1.8 kg/ha. Yksityiskohtaisia lukuja julkaisematta mainittakoon, että ne tulokset, joihin on päädytty koepuumenetelmällä, ovat vieläkin pienempiä kuin siemenlaatikoilla saavutetut. Esim. puhdistushakkuilla käsittelemättömissä metsiköissä on keskimääräiseksi siemensadoksi v. 1939 saatu 0.1 kg/ha, v. 1940 0.8 kg/ha ja v. 1941 0.1 kg/ha. Puhdistushakkuilla käsitellyissä metsiköissä vastaavat luvut ovat v. 1939 0.2 kg/ha, v. 1940 0.1 kg/ha ja v. 1941 0.4 kg/ha. — Männyn siemennys näyttää mänty-kuusiharsintametsiköissä olevan samaa suuruusluokkaa kuin harsintamänniköissäkin. Kyseessä olevien metsiköiden uudistamista silmälläpitäen siemennystä on pidettävä riittämättömänä.

Sen lisäksi, että siemennys nyt tarkastettavana olevissa metsiköissä jo normaalistikin on niukka, on siemennystä vielä heikentänyt se, että samat tuhot kuin harsintamänniköissäkin ovat kohdanneet jätepuustoja. Voi-

makkaanlaisia myrskyn tuhoja on todettu koealoilla n:o 26 ja 60. Ytimennävertäjät *(Blastophagus spp.)* ovat tehneet silmiinpistävää tuhoa mäntyjen latvuksissa koealoilla n:o 52, 61, 62 ja 67.

Kuusen siemennystä on tutkittu vain siemenlaatikoiden avulla. Ajanjaksoon (vv. 1939—1943), jonka kuluessa tutkimuksia on suoritettu, sisältyy yksi hyvä kuusen siemenvuosi, 1942. Muut vuodet ovat olleet aivan heikkoja kuusen siemenvuosina. Taulukosta 32 nähdään, että kuusen siemennys on koko tarkastettavana olevana ajanjaksona ollut niukka, käytännöllisesti katsoen puuttunut kokonaan.

Taulukko 32. Vuotuinen siemensato mänty-kuusiharsintametsiköissä. Puolukkatyyppi.

Tabelle 32. Jährlicher Samenertrag in Kiefern-Fichten-Plenterwäldern. Vaccinium-Typ.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Siemenlaatikkojen luku kpl *Anzahl der Samenkästen St*	Vuosi *Jahr*	Mänty *Kiefer* Täysiä *Voll*	Mänty *Kiefer* Tyhjiä *Hohl*	Kuusi *Fichte* Täysiä *Voll*	Kuusi *Fichte* Tyhjiä *Hohl*
			Siemeniä kpl/m² *Samen St/qm*			
Puhdistushakkuu suorittamatta *Reinigungshieb nicht ausgeführt*						
61	2	1939	1.0	—	—	—
	2	40	9.0	3.0	—	—
	2	41	·	·	—	—
	2	42	·	·	—	—
	2	43	1.0	2.0	—	—
69	2	1939	1.5	0.5	—	—
	2	40	6.0	—	—	—
	2	41	2.5	—	—	—
	2	42	·	·	·	·
	2	43	1.0	—	8.5	9.0
26	2	1939	1.0	0.5	—	0.5
	2	40	39.5	8.0	—	—
	2	41	·	·	·	·
	2	42	4.5	1.0	—	—
	2	43	7.0	3.5	—	0.5
63	2	1939	1.5	—	—	—
	2	40	30.0	5.5	—	—
	·	41	·	·	·	·
	·	42	·	·	·	·
	1	43	4.0	—	—	—
Keskimäärin *Mittel*		1939	1.3	0.3	—	0.1
		40	21.1	4.1	—	—
		41	2.5	—	—	—
		42	4.5	1.0	—	—
		43	3.3	1.4	2.1	2.4
Yhteensä — *Insges.*			32.7	6.8	2.1	2.5
Puhdistushakkuu suoritettu *Reinigungshieb ausgeführt*						
62	2	1939	2.0	1.5	—	—
	2	40	14.0	1.5	—	—
	2	41	·	·	·	·
	2	42	9.5	1.0	0.5	—
	2	43				
64	2	1939	7.0	2.0	—	—
	2	40	18.5	2.5	—	—
	2	41	·	·	·	·
	2	42	3.5	0.5	3.0	0.5
	2	43				
77	2	1939	22.5	10.0	—	—
	2	40	43.5	23.0	—	—
67	2	1939	—	—	—	—
	2	40	11.0	1.0	—	—
	2	41	8.5	2.0	—	—
	2	42	3.5	0.5	0.5	—
	2	43				
Keskimäärin *Mittel*		1939	7.9	3.4	—	—
		40	21.7	7.0	—	—
		41	8.5	2.0	—	—
		42	5.5	0.7	1.3	0.2
		43				
Yhteensä — *Insges.*			43.6	13.1	1.3	0.2

Pintakasvillisuus.

Mänty-kuusiharsintametsiköiden kasviluettelot nähdään taulukosta 33.

Pintakasvillisuudessa tapahtuu paljastavan hakkuun jälkeen tuntuvia muutoksia. Vereksillä hakkuualoilla on havaittavissa sammalpeitteen laikuittaista kuivumista. Tilalle ilmaantuu jäkäliä, aluksi rupijäkäliä (esim. *Biatora spp.)* ja myöhemmin *Cladonia-* ja *Cladina*-lajeja. Erityisen silmiinpistävä on heinä- (ja ruoho-) kerroksen voimistuminen. Se näyttää kehittyvän voimakkaammaksikin kuin vastaavissa puolukkatyypin harsintamänniköissä. Syyt tähän ovat nähtävästi moninaiset. Mänty-kuusisekametsiköissä kertyy maahan enemmän hakkuutähteitä kuin puhtaissa männiköissä, ja paksun humuksen tekeytyessä siihen varastoituneita orgaanisia aineita vapautuu kasveille helppokäyttöisempään muotoon (S c h o t t e

Taulukko 33. Kasviluettelo mänty-kuusi-

Tabelle 33. Pflanzenverzeichnis der Kiefern-

Kasvilaji — *Pflanzenart*	Puhdistushakkuu suorittamatta — *Reinigungshieb*								
	Koealan n:o —								
	61	59	69	68	26	53	174	37	47
	Frekvenssi: peittävyys —								
Cladina spp.	1:△	—	2:0.1	10:3.1	2:0.1	3:0.1	7:0.4	5:0.2	2:0.1
Cladonia spp.	—	—	3:0.2	10:0.9	—	6:0.3	7:0.3	3:0.1	2:0.1
Muita jäkäliä — *Sonst. Flechten*	1:0.1	—	—	1:△	—	—	9:0.2	1:△	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	0.1	—	0.3	4.0	0.1	0.4	0.9	0.3	0.2
Pleurozium Schreberi	10:1.8	10:5.0	10:3.5	7:0.9	10:3.8	9:2.3	10:6.3	10:4.9	9:2.3
Hylocomium proliferum	10:1.9	10:1.6	1:△	—	2:0.4	6:0.6	2:0.1	8:1.6	8:1.7
Dicranum spp.	8:0.6	10:0.5	8:0.3	7:0.3	9:0.8	9:1.0	10:1.2	10:1.3	8:0.6
Polytrichum spp.	2:∠	2:△	1:△	2:△	4:0.2	2:0.4	2:0.2	1:△	—
Muita sammalia — *Sonst. Moose*	8:1.0	4:0.6	1:△	1:△	1:△	1:0.1	4:0.2	7:1.0	6:0.5
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	5.3	7.7	3.8	1.2	5.2	4.4	8.0	8.8	5.1
Luzula pilosa	5:0.2	8:0.2	8:0.2	—	2:0.1	9:0.3	4:0.1	5:0.1	6:0.1
Carex spp.	—	1:△	—	3:0.1	—	2:0.1	—	—	—
Calamagrostis arundinacea	1:0.1	—	—	—	4:0.2	—	—	—	5:0.4
Calamagrostis epigejos	—	—	1:0.1	1:0.2	—	—	—	—	—
Deschampsia flexuosa	9:1.0	10:0.8	10:5.0	2:0.2	10:0.8	10:2.5	—	1:△	1:△
Muita heiniä — *Sonst. Gräser*	—	2:0.1	1:0.1	—	—	1:0.1	—	—	6:0.3
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	1.3	1.1	5.4	0.5	1.1	3.0	0.1	0.1	0.8
Eupteris aquilina	—	—	—	—	1:0.1	—	—	—	—
Dryopteris linnaeana	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—
Majanthemum bifolium	4:0.1	8:0.2	5:0.1	—	—	3:0.1	—	—	2:△
Rubus idaeus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chamaenerium angustifolium	—	—	—	1:△	—	—	—	—	1:△
Trientalis europaea	4:0.1	7:0.2	1:△	—	1:△	1:△	—	—	—
Melampyrum spp.	—	—	4:0.1	—	3:0.1	7:0.2	3:0.2	9:0.3	5:0.1
Muita ruohoja — *Sonst. Kräuter*	—	1:△	—	1:△	1:△	—	—	1:△	1:△
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	0.2	0.4	0.2	△	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1
Lycopodium spp.	—	—	1:△	—	—	1:△	—	—	—
Pirola spp.	1:△	—	—	—	—	1:0.1	—	1:△	1:△
Calluna vulgaris	1:△	1:△	—	6:0.3	7:2.0	1:0.1	2:0.5	7:1.1	1:△
Vaccinium vitis-idaea	8:1.0	9:1.4	2:0.2	2:△	6:0.4	9:1.9	10:1.5	10:1.6	10:1.0
Vaccinium myrtillus	8:0.2	4:0.1	1:△	—	7:0.3	2:△	2:0.1	7:0.2	4:0.1
Muita varpuja — *Sonst. Reiser*	—	—	3:0.1	—	—	1:0.1	—	2:0.1	8:0.3
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	1.2	1.5	0.3	0.3	2.7	2.2	2.1	3.0	1.4

1924, s. 179, Hesselman 1927, s. 389). Varpujen määrä pysyy suhteellisen vähäisenä. — Metsän uudistumista ei pintakasvillisuudessa välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen tapahtuva kehitys näytä haittaavan.

Tässä yhteydessä on palattava siihen jo aikaisemmin mainittuun, ensi sijassa Lounais-Suomen rannikkoalueella tavattavaan puolukkatyypin paikalliseen muunnokseen, jolle on ominaista vereksien hakkuualojen tavallista runsaampi heinittyminen. Se liittyy erityisesti nyt tarkastettavana olevien mänty-kuusiharsintametsiköiden käsittelyyn siitä syystä, että näissä rannikkoseutujen metsissä mänty-kuusisekametsiköt ovat puolukkatyypillä yleisimmin vallitsevia. Tätä puolukkatyypin muunnosta ei ole toistaiseksi kirjallisuudessa lähemmin kuvattu, eikä käsillä olevassa tutki-

harsintametsiköistä. Puolukkatyyppi.

Fichten-Plenterwälder. Vaccinium-Typ.

nicht ausgeführt				Puhdistushakkuu suoritettu — *Reinigungshieb ausgeführt*										
Nummer der Probefläche														
49	28	63	45	62	159	109	60	156	64	77	67	52	43	230
Frequenz: Deckung														
6:0.3	10:0.4	4:0.1	3:0.1	—	6:0.6	2:0.1	3:0.1	9:1.4	4:0.2	5:0.2	10:1.4	—	10:1.3	8:0.4
7:0.4	10:0.8	1:△	2:0.3	—	6:0.2	—	—	9:0.2	2:0.1	2:0.1	8:0.5	—	9:0.8	10:1.4
5:0.3	—	—	1:△	—	10:0.4	—	2:0.1	10:0.5	—	3:0.1	—	—	—	—
1.0	1.2	0.1	0.4	—	1.2	0.1	0.2	2.1	0.3	0.4	1.9	—	2.1	1.8
10:2.4	10:3.1	10:1.4	10:3.5	9:0.8	10:2.5	10:4.5	9:0.4	9:4.6	10:0.6	10:1.6	10:1.9	9:0.7	10:3.4	9:2.2
10:2.1	9:1.4	7:0.6	8:1.6	7:0.5	4:0.1	4:0.8	2:△	2:0.4	5:0.2	5:0.2	—	5:0.4	1:△	—
10:1.3	10:0.6	9:1.1	10:1.2	7:0.5	10:1.0	7:0.6	8:0.5	8:0.6	8:0.6	10:0.7	10:2.0	7:0.7	10:1.9	10:5.1
4:0.2	6:0.2	3:0.2	2:△	2:△	—	—	4:0.2	3:0.1	6:1.4	—	1:△	8:1.4	—	1:△
9:0.5	1:△	3:0.1	4:0.3	3:0.3	—	8:0.6	7:0.2	—	4:0.3	1:0.1	—	2:△	—	—
6.5	5.3	3.4	6.6	2.1	3.6	6.5	1.3	5.7	3.1	2.6	3.9	3.2	5.3	7.3
6:0.2	4:0.1	4:0.1	3:0.1	3:0.1	—	—	10:0.6	3:0.1	2:0.1	2:△	1:△	10:0.5	2:0.1	8:0.5
—	—	1:△	—	—	—	—	1:△	—	2:0.1	—	—	6:0.7	1:△	—
2:0.1	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1:0.1	—	—	—	—	2:0.1	—	—	2:0.1	—	—	—	—	—	2:0.1
5:0.2	5:0.4	10:1.5	1:△	7:0.9	1:0.1	2:0.2	10:3.3	—	10:1.8	10:2.6	—	8:1.4	—	2:0.3
—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	1:△	1:△	—	3:0.4	—	—
0.6	0.5	1.6	0.1	1.0	0.2	0.2	3.9	0.2	2.0	2.6	△	3.0	0.1	0.9
—	—	1:0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2:0.1	—	—
1:0.1	1:△	8:0.2	—	4:0.1	—	—	—	—	2:0.1	—	—	4:0.1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2:0.1	—	1:△
—	2:0.1	1:△	—	—	—	—	6:0.3	1:△	—	2:0.1	1:△	2:△	1:△	9:0.3
2:△	1:△	3:0.1	1:△	1:△	—	—	—	—	2:0.1	3:0.1	—	3:0.1	1:△	—
10:0.4	2:△	3:0.1	7:0.2	—	—	—	6:0.1	—	3:0.1	—	—	1:△	4:0.1	2:0.1
1:△	1:△	1:△	1:△	—	—	—	4:0.2	9:0.2	1:△	1:0.1	1:△	5:0.2	—	2:0.1
0.5	0.1	0.5	0.2	0.1	—	—	0.6	0.2	0.3	0.3	△	0.6	0.1	0.5
—	—	1:△	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	1:△	—
5:1.7	1:0.1	1:0.1	1:△	—	4:0.4	2:0.1	6:0.5	7:1.3	2:0.1	4:0.2	2:△	—	3:0.4	1:△
10:2.3	10:1.8	10:1.5	8:0.9	—	9:1.5	9:1.0	10:0.9	10:2.7	10:1.8	10:1.7	5:0.9	10:1.4	10:2.1	—
9:0.3	3:0.2	8:0.3	9:0.5	4:0.1	7:0.2	9:0.3	4:0.1	4:0.1	9:0.3	5:0.1	1:△	4:0.1	1:△	3:0.2
2:0.1	3:0.1	1:△	4:0.1	3:0.1	1:△	—	4:0.2	1:0.1	—	—	—	3:0.2	1:0.1	—
4.4	2.2	1.9	1.5	0.2	2.1	1.4	1.7	4.2	2.2	2.0	0.9	1.7	2.6	0.2

muksessakaan ole ollut tilaisuutta ottaa sitä yksityiskohtaisen selvittelyn kohteeksi. Koska sillä paikallisesti puolukkatyypin metsiköiden käsittelyssä kuitenkin on käytännöllisessä metsänhoidossa huomioon otettava merkitys, ei sitä ole haluttu kokonaan sivuuttaakaan.

Brenner (1921, s. 47) sivuaa nyt puheena olevaa tyyppimuunnosta lausuessaan: »*Vaccinium-tallskogen uppträder ofta i en relativt gräs- och örtrik variant (Tabell N:o 11, XII—XIV), vilken påminner om den örtrika tallskogen.*» Brenner on tehnyt havaintonsa juuri kysymyksessä olevalla alueella (Inkoossa ja Karjaalla). Hänen tyyppiluokittelunsa on kuitenkin laadittu niin kokonaan toiselle pohjalle kuin A. K. Cajanderin, ettei suoranainen vertailu ole mahdollista.

Regel (1930, s. 155 ja s. 165) on Liettuassa kiinnittänyt huomiota merenrannikoilla tavattavaan kuivien kankaiden ryhmään kuuluvaan kasvillisuustyyppiin, jolle on ominaista *Deschampsia flexuosan* runsaus *(Pinetum Airae flexuosae)*. Kauempana sisämaassa ei vastaavaa kasvillisuutta tavata.

Tutkimusaineistossa tätä puolukkatyypin muunnosta edustavat seuraavat tutkimusmetsiköt: koealat n:o 52, 53, 59, 60, 61, 62, 64 ja 77 (vrti kuva 1, s. 14). Koealalla n:o 59 päällyspuusto on ollut siksi tiheä, etteheinittyminen vielä ole sanottavasti alkanut.

Tarkastettaessa edellä mainittujen tutkimusmetsiköiden kasviluetteloja (taulukko 33) kiinnittää huomiota erityisesti ahdelauhan *(Deschampsia flexuosan)* runsaus. Esim. koealalla n:o 60 sen peittävyys on ollut kokonaista 3.3. Keskimäärin peittävyys kuitenkin on ollut pienempi, n. 2.0. Kun ahdelauhan peittämiskyky kuitenkin on suhteellisen vähäinen (hienot, rihmamaiset lehdet), niin peittävyys 2.0:kin edustaa jo varsin tiheää kasvustoa. Paremmin kuin peittävyysluvut kuvaavatkin frekvenssiluvut ahdelauhan esiintymistä. Keskimäärin frekvenssi edellä mainituissa tutkimusmetsiköissä on 9.2. — Ahdelauha on ollut huomattavan runsaassa määrässä fertiiliä.

Muista nyt tarkastettavana olevan tyyppimuunnoksen erikoispiirteistä mainittakoon kanervan niukkuus. Sen peittävyys on ollut keskimäärin vain n. 0.1 ja frekvenssikin vain 1.9. Ruohojen ja heinien lajisto on ollut runsaampi kuin yleensä puolukkatyypillä. Mainittakoon erityisesti *Rumex acetosella, Cerastium caespitosum, Stellaria graminea, Moehringia trinervia, Lathyrus montanus, Potentilla erecta, Luzula multiflora, Festuca ovina, Molinia coerulea, Carex ericetorum, C. digitata* ja *C. globularis.*

Metsätyyppejä käsittelevissä kirjoituksissa on useasti huomautettu, että metsätyyppeihin, niin laajoina kokonaisuuksina kuin ne meillä on rajoitettu, sisältyy alatyyppejä ja tyyppivariantteja (A. K. Cajander ja Yrjö Ilvessalo 1921, s. 23, Lönnroth 1925, s. 142, Heikinheimo 1931 a, s. 78, Kujala 1938, ss. 10—11, Laitakari 1938, s. 218). Tässä puheena oleva puolukkatyypin muunnos näyttäisi sen rajoi-

tetusta esiintymisalueesta päätellen (maritiimisin osa maatamme[1]) olevan lähinnä ilmastollinen.

Heinät ovat yleisesti tunnettuja pienien puun taimien vaarallisimpina kilpailijoina. Ne ovat ennen kaikkea suuria veden kuluttajia (A. K. Cajander 1916, s. 520, Morosow 1928, s. 38, Hertz 1934 b, s. 52, Aaltonen 1939, s. 51; 1940, s. 393, Tamm 1940, s. 225). Erityisesti Keski-Euroopassa uudistusalojen heinittyminen on metsänuudistamisen pahimpia vastuksia (Olberg 1933, s. 390, Dengler 1935, s. 275). Käsillä olevassa tutkimuksessa onkin nyt tarkastettavana olevaan tyyppimuunnokseen kiinnitetty huomiota ensi sijassa juuri niiden suurien vaikeuksien vuoksi, joita heinittyminen näyttää tuottavan männyn luontaiselle uudistumiselle.

Maaperä.

Seuraavassa tarkastetaan ensiksi niitä mänty-kuusiharsintametsiköitä, joissa puhdistushakkuuta ei ole suoritettu.

Tutkimusmetsiköiden jakaantuminen eri maalajeille on seuraava (taulukko 34): karkeat maalajit 29 %, keskikarkeat 64 % ja hienot 7 %. Pääosa tutkimusmetsiköistä on siis kasvanut keskikarkealla maalla. Tällaista jakaantumista voidaan maan koko eteläpuoliskoa silmälläpitäen (Aaltonen 1941 a, s. 14) pitää kutakuinkin normaalina.

Kosteusekvivalentin (Vk) määräykset (taulukko 34) antavat samanlaisen kuvan maalajien karkeudesta kuin silmävaraiset maalajin arvioinnitkin. Kosteusekvivalentin keskimääräiseksi suuruudeksi on puhdistushakkuulla käsittelemättömissä metsiköissä saatu 9.6. Kosteusekvivalentin ja Aaltosen (1940, s. 87) kokemuslukujen perusteella tutkimusmetsiköiden jakaantuminen maalajien kesken on seuraava: karkeat maalajit (Vk alle 7.5) 38 %, keskikarkeat (Vk 7.5—17.5) 54 %, hienot (Vk yli 17.5) 8 %.

Mänty-kuusiharsintametsiköissä maa on ollut useimmissa tapauksissa selvästi huuhtoutunutta. A-horisontin paksuus on keskimäärin n. 6 cm. Paitsi A-horisonttia on joissakin tapauksissa voitu erottaa B-horisonttikin. Maan huuhtoutuminen on ollut kaikin puolin selvempää kuin harsintamänniköissä.

Humuksen paksuudessa esiintyy yksityisten tutkimusmetsiköiden välillä suuria vaihteluja. Keskimääräinen paksuus on n. 4 cm. — Humus on selvästi paksumpaa kuin harsintamänniköissä.

Useimmat niistä mänty-kuusiharsintametsiköistä, joissa puhdistushakkuu on suoritettu, ovat kasvaneet karkeilla maalajeilla (karkeilla 64 %, keskikarkeilla 29 % ja hienoilla 7 %). Puhdistushakkuut on ilmeisesti suoritettu sellaisissa metsiköissä, joissa kuusi on ollut erityisen kituvan

[1]) Se on myös nuorinta maatamme. Aaltosen (1940, s. 214) mukaan nuori maa näyttää mineralogiselta kokoomukseltaan olevan jonkin verran toisenlaista kuin vanha.

näköistä. — Humus on näissäkin metsiköissä ollut paksuhko, keskimäärin n. 3.7 cm, ja maa selvästi huuhtoutunutta.

Taulukko 34. Tietoja mänty-kuusiharsintametsiköiden maaperästä. Puolukkatyyppi.

Tabelle 34. Angaben über den Boden der Kiefern-Fichten-Plenterwälder. Vaccinium-Typ.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Maan kaltevuus *Neigung des Bodens*		Maalaji *Bodenart*	Kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	Humuksen paksuus cm *Dicke der Humusschicht cm*	A-horisontin paksuus cm *Dicke des A-Horizonts cm*	Vk *Wk* %
	Suunta *Hanglage*	Aste *Grad*					
Puhdistushakkuu suorittamatta — *Reinigungshieb nicht ausgeführt*							
61	W	2	mh	1	5.5	3.5	15.7
59	S	1	h	1	4.8	3.3	4.9
69	—	1	ms	1	2.8	3.0	17.6
68	SW	1	mh	1	2.3	2.5	5.2
26	—	1	mh	2	4.5	3.8	13.4
53	N	1	mh	2	4.0	12.8	6.7
174	—	1	h	1	4.5	6.8	2.5
37	—	1	mh	1	4.0	4.5	9.4
47	WS	2	h	1	3.0	1.5	4.6
49	—	1	mh	2	5.5	10.0	14.4
28	—	1	mh	2	5.8	10.0	12.9
63	—	1	mh	1	4.8	12.0	8.5
45	—	1	mh	1	4.3	4.5	9.4
192	S	1	h	1	2.0	·	·
			Keskimäärin — *Mittel*		4.1	6.0	9.6
Puhdistushakkuu suoritettu — *Reinigungshieb ausgeführt*							
62	—	1	mh	1	7.8	8.8	7.4
159	—	1	mh	1	4.3	4.3	9.2
109	N	1	mh	1	5.3	4.8	10.6
60	—	1	hk	1	3.8	6.0	3.7
156	—	1	hk	1	1.8	1.8	5.8
64	—	1	mh	1	6.0	12.0	10.1
77	SW	1	h	1	6.5	9.5	4.4
67	N	1	hk	1	2.8	4.8	3.1
52	—	1	ms	1	3.5	5.3	8.9
43	—	1	hk	1	1.8	2.0	3.5
194	E	1	h	1	1.5	·	·
230	NE	2	h	1	2.3	·	·
XV	S	1	h	1	3.0	·	·
187	—	1	h	1	1.5	·	·
			Keskimäärin — *Mittel*		3.7	5.9	6.7

Taimiaineksen ilmaantuminen.

Mänty.

Mänty-kuusiharsintametsiköissä on yleisesti tavattu niin niukasti männyn taimistoja, että on useimmiten ollut vaikeaa saada selvää kuvaa taimettumisen kulusta — mikäli siitä tällaisissa tapauksissa ylimalkaan voi-

daan puhuakaan. Seuraavassa otetaan esimerkin luontoisina tarkastettavaksi muutamia sellaisia tutkimusmetsikköjä, joissa taimistoja on ollut runsaimmin.

Koeala n:o 60. Hakattu mänty- ja kuusitukkeja määrämittaan v. 1935. Siemenpuiksi on jäänyt harvakseen melko hyvälatvuksisia mäntyjä. Taimisto on noussut pääasiallisesti (70 %) vuoden 1935 siemennyksestä.

Koeala n:o 156. Hakattu mäntyparruja määrämittaan v. 1923 ja mäntytukkeja, parruja sekä kuusipaperipuuta (puhdistushakkuu) v. 1935. Taimettuminen on varsinaisesti alkanut hyvinä männyn uudistumisvuosina 1927—29 (37 % taimista) ja on sitten muutaman vuoden kuluttua kokonaan lakannut (v. 1932). V. 1935 suoritetun hakkuun jälkeen (huom. puhdistushakkuu) taimettuminen on taas päässyt hyvälle alulle (26 % taimista).

Koeala n:o 187. Hakattu tukkeja ja halkoja alue miltei paljaaksi v. 1916 ja kuusipaperipuuta sekä mäntypropseja määrämittaan v. 1935. Taimettuminen alkanut vasta v. 1927. Aikaisemmin eivät alalle halonhakkuusta säästyneet pikku männyt nähtävästi ole pystyneet siementämään. Taimettuminen on pysähtynyt v. 1933. Vuosi 1934 oli huono männyn siemenvuosi, ja v. 1935 on ainoat siementävät männyt hakattu pois.

Koeala n:o 43. Hakattu tukkeja määrämittaan v. 1901 sekä kuusitukkeja ja paperipuuta määrämittaan v. 1927. Männyn taimettuminen alkanut v. 1927. Vuoden 1901 hakkuusta on alalle jäänyt muutamia isoja mäntyjä, jotka nähtävästi jo ennen v. 1927 ovat olleet siementämiskykyisiä. Taimettumisen pahimpana esteenä on vuoteen 1927 mennessä ollut alueen voimakas kuusettuminen. Niinpä onkin taimettuminen heti vuoden 1927 hakkuun jälkeen päässyt hyvään vauhtiin. 1927—29 sattuneet hyvät männyn uudistumisvuodet ovat vielä voimakkaasti myötävaikuttaneet tällaiseen kehitykseen.

Mänty-kuusiharsintametsiköissä vaikuttaa taimettumisen kulkuun ratkaisevasti kaksi tekijää: siementyminen ja kuusijätepuuston taholta pieniin männyn taimiin kohdistuva kilpailu. Lisäksi voidaan panna merkille, että ennen paljastavaa hakkuuta syntyneitä männyn taimia ei taimistoihin käytännöllisesti katsoen sisälly.

Kuusijätepuuston taholta männyn taimistoon kohdistuva kilpailu on merkittävä sen vuoksi, että kuusi bioottisesti voimakkaana lajina on osoittautunut erittäin kilpailukykyiseksi muiden puulajien kanssa (vrt. A a l t o n e n 1936, s. 19 ja 1939, s. 48). Niinpä männyn taimet niissä tutkimusmetsiköissä, joissa kuusta on kasvanut runsaimmin, ovat suurimmaksi osaksi olleet heikon ja kitukasvuisen näköisiä (luettu elinvoimaisuusluokkaan I, vrt. taulukko 36, s. 169), kun ne sen sijaan niissä metsiköissä, joissa kuusi puhdistushakkuussa on poistettu, ovat olleet reheväkasvuisia ja usein suorastaan susimaisiakin (luettu elinvoimaisuusluokkiin II ja III, vrt. taulukko 36). Eräissä sellaisissa mänty-kuusiharsintametsiköissä, joissa on suoritettu männyn kylvöjä, on voitu panna merkille, että männyn taimet niissä kylvöruuduissa, jotka ovat sattuneet kuusten läheisyyteen, ovat erittäin kituvan näköisiä, ja useissa tapauksissa tällaiset ruudut ovat jääneet kokonaan tyhjiksikin (esim. koealat n:o 67 ja 68). Näkyvimpänä

tuloksena kuusen männyn taimimista ehkäisevästä vaikutuksesta voidaan panna merkille, että kaikissa niissä tutkimusmetsiköissä, joissa puhdistushakkuuta ei ole suoritettu ja joissa niin ollen jätepuustoon sisältyy runsaasti kuusta, männyn taimia esiintyy kovin niukasti (taimiluku parhaassa tapauksessa n. 1 900 kpl/ha, mutta keskimäärin vain n. 700 kpl/ha). Puhdistushakkuilla käsitellyissä metsiköissä männyn taimia sen sijaan on ollut enemmän, parhaassa tapauksessa aina n. 9 900 kpl/ha ja keskimäärinkin n. 3 000 kpl/ha (vrt. taulukko 36, s. 169).

Kuusi ei kuitenkaan kaikissa olosuhteissa näytä olevan yhtä kilpailukykyinen mäntyyn verrattuna. Erityisesti on voitu panna merkille, että mänty hiekkamailla ja hiekkavaltaisilla maalajeilla on tasaveroisempi kilpailussa kuusen kanssa kuin muilla enemmän hienoja aineksia sisältävillä maalajeilla. Niinpä esim. kaikissa niissä mänty-kuusiharsintametsiköissä, joissa on ollut alueen metsittymistä silmälläpitäen tyydyttävä männyn taimisto, maa on ollut hiekkaa tai hiekkaista soraa (kosteusekvivalentti vaihdellut 3.5—3.7). Näyttää siltä, että käytännöllisessä metsänhoidossakin olisi syytä entistä enemmän kiinnittää huomiota varsinkin juuri mänty-kuusisekametsiköiden käsittelyn yhteydessä puolukkatyypin hiekkamaan alatyyppiin.[1])

Kuusi.

Kuusen taimimisen kulku mänty-kuusiharsintametsiköissä on jossakin määrin toisenlainen kuin männyn.

Suuri osa kuusen taimista on syntynyt jo ennen lopullisesti paljastavaa hakkuuta. Kun paljastavasta hakkuusta useimmissa tutkimusmetsiköissä kuitenkin tutkimushetkellä oli kulunut suhteellisen pitkä aika, niin vain vähäinen osa näistä ennen hakkuuta syntyneistä taimista oli enää taimiasteella (alle 1.3 m).

Paljastavan hakkuun jälkeen kuusen taimiminen jatkuu. Yksityiskohtaisen kuvan saaminen siemenvuosien, uudistumisvuosien sekä myöhemmin suoritettujen hakkuiden merkityksestä tässä taimettumistapahtumassa on vaikeaa sen vuoksi, että kuusen taimien iänmääräyksiä ei ole onnistuttu suorittamaan niin tarkkaan, kuin tällainen selvittely edellyttäisi. Kuusen taimistoiden vuosiluokkasarjoja julkaisematta mainittakoon, että niissä on havaittavissa maksimit siemenvuosien kohdalla. Näistä sarjoista näkyy myös, että puhdistushakkuut ovat heikentäneet kuusen taimimista.

[1]) Kujala (1938, s. 13) mainitsee, että on koko joukko kasvilajeja, jotka ovat paljon yleisempiä ja runsaampia hiekkamailla kuin tavallisilla moreeni- ja savikkomailla (mm. kanerva, *Calamagrostis epigejos*, *Pirola media*, *Viola canina*, *Hypochoeris maculata* ym. tunnetusti kuivanpuoleisia, lämpimiä kasvupaikkoja suosivat lajit). Kujala huomauttaakin, että myöskin erilaisten maalajisuhteiden aiheuttamiin tyyppimuunnoksiin ja alatyyppeihin on kiinnitettävä huomiota jo nykyisen käytännön antaman kokemuksen mukaan.

Puhdistushakkuiden merkitys kuusen taimimisessa on nähtävästi moninainen. Niiden johdosta kuusen siemennys mänty-kuusiharsintametsiköissä pienenee. Puhdistushakkuun jälkeen hakkuuala jää useimmissa tapauksissa jonkinlaiseksi harvaksi mänty-kuusisiemenpuualaksi, jolla kuusen taimet eivät saa samaa suojaa auringon paahdetta, kuivattavia tuulia ja hallaa vastaan kuin puhdistushakkuulla käsittelemättömässä metsikössä. Kuivuuden ja hallan tuhoja onkin puhdistushakkuilla käsiteltyjen mänty-kuusiharsintametsiköiden kuusen taimissa tavattu runsaasti. Keskimäärin n. 46 % kaikista kuusen taimista on ollut näiden tuhojen vikuuttamia. — Samantapaisia havaintoja on tehty aikaisemminkin. A. K. Cajander (1917, s. 184) huomauttaa, että matalan juuristonsa takia kuusen taimet ovat paljon alttiimpia kuivumiselle kuin esim. männyn. Ja Aaltonen (1936, s. 13; 1939, s. 51) on useaan otteeseen kiinnittänyt huomiota siihen, että hitaasti kasvavan kuusen taimen juuristo on siksi heikko, että taimi on kauan alttiina kuivumisvaaralle (vrt. myös Aaltonen 1940, s. 388).

Kuusen heikko taimiminen kuivien kankaiden paljaaksihakkuualoilla ja niihin verrattavilla uudistusaloilla on merkittävä myönteisenä tekijänä suunniteltaessa toimenpiteitä männiköittemme kuusettumisen ehkäisemiseksi sekä kuusettuneiden alueiden muuttamiseksi jälleen männiköiksi tai ainakin mäntyvaltaisiksi metsiköiksi.

Taimiaineksen kehittyminen varsinaiseksi taimistoksi.

Seuraavassa tarkastetaan vain männyn taimiaineksen kehittymistä suuremmaksi, varttuneeksi taimistoksi.

Niistä vaaroista, jotka uhkaavat pieniä männyn taimia mänty-kuusiharsintametsiköissä, on kuusijätepuuston taholta taimiin kohdistuva kilpailu huomattavin. Hakkuualalle jäänyt kuusi elpyy voimakkaasti, ja välittömästi hakkuun jälkeen mahdollisesti noussut männyn taimisto jää helposti sen johdosta kituvaksi (vrt. taulukko 36, s. 169) tai sortuu kokonaan.

Taimia kohdanneilla varsinaisilla tuhoilla ei näytä olleen taimettumisen kokonaisuuden kannalta ratkaisevaa merkitystä (taulukko 35). Kuitenkin erilaisia tuhoja on taimissa esiintynyt verrattain runsaasti. Niissä metsiköissä, joissa puhdistushakkuu on suoritettu, näyttää esiintyneen enemmän tuhoja kuin niissä, joissa sitä ei ole suoritettu. Itse puhdistushakkuut ovat jonkin verran vikuuttaneet taimistoja, karja hakeutuu kernaimmin juuri aukeille hakkuualoille, joissa heinän- ja ruohonkasvu on voimakkainta, ja hakkuussa syntyneet hakkuutähteet ja lukuisat kannot ovat tarjonneet otollisia sikiämispaikkoja tuhohyönteisille. Erityisesti *Hylobiuksen* vikuuttamien taimien korkea prosenttimäärä (46 %) kiinnittää huomiota.

Taulukko 35. Tuhot mänty-kuusiharsintametsiköiden taimistoissa. Puolukkatyyppi.

Tabelle 35. Schäden in Anflügen der Kiefern-Fichten-Plenterwälder. Vaccinium-Typ.

Tuhon aiheuttaja — *Anstifter des Schadens*	Mänty — *Kiefer*	Kuusi — *Fichte*
	Vikanaisia taimia *Beschädigte Pflanzen* % taimiluvusta — *der Pflanzenzahl*	
Puhdistushakkuu suorittamatta — *Reinigungshieb nicht ausgeführt*		
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	6	7
Halla — *Frost*	—	9
Sammal — *Moos*	—	7
Karja — *Vieh*	6	5
Hyönteiset — *Insekten*		
Hylobius abietis	8	8
Evetria resinella	5	—
Blastophagus spp.	3	—
Lophyrus spp.	1	—
Sienet — *Pilze*		
Melampsora pinitorqua	1	—
Puhdistushakkuu suoritettu — *Reinigungshieb ausgeführt*		
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	10	8
Halla — *Frost*	—	11
Karja — *Vieh*	13	10
Hyönteiset — *Insekten*		
Hylobius abietis	46	15
Evetria resinella	3	—
Ev. turionana	4	—
Blastophagus spp.	1	—

Taimistoiden metsittämisarvo ja uudistumisaika.

Mänty-kuusiharsintametsiköissä esiintyneistä taimistoista nähdään yhdistelmä taulukosta 36. Tässä yhdistelmässä on ne tutkimusmetsiköt, joissa puhdistushakkuuta ei ole suoritettu, ja ne, joissa se on suoritettu, käsitelty erikseen.

Yhteistä kaikkein useimmille tutkimusmetsiköille on taimistoiden niukkuus. Niin taimi- kuin ryhmittymisluvutkin ovat keskimäärin kovin pieniä. Merkillepantavaa on, että niissä jätemetsiköissä, joissa puhdistushakkuuta ei ole suoritettu, ei ainoassakaan alalle noussutta männyn taimistoa voida pitää metsittämisarvoltaan tyydyttävänä. Niissäkin harvoissa tapauksissa, joissa puhdistushakkuun jälkeen on ilmaantunut tyydyttävä männyn taimisto, uudistumisaika on venynyt pitkäksi.

Mänty-kuusiharsintametsiköiden uudistumista koskevat tutkimustulokset yhdistäen on sanottava, että männyn luontainen uudistuminen näissä metsiköissä on kovin vaikeata ja ettei näiden metsiköiden kunnostaminen männiköiksi luontaisen uudistamisen pohjalla yleensä näytä tarkoituksenmukaiselta. Poikkeuksen muodostanevat sellaiset hiekka- tai hiekkaisen maan metsiköt, joissa männyn siemennys näyttää tyydyttävältä.

Taulukko 36. Mittaustuloksia mänty-kuusiharsintametsiköiden taimistoista. Puolukkatyyppi.

Tabelle 36. Messungsergebnisse von Anflügen der Kiefern-Fichten-Plenterwälder. Vaccinium-Typ.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Mänty — *Kiefer*								Kuusi — *Fichte*							
	Taimiluku *Pflanzenzahl*			Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen*				Taimiluku *Pflanzenzahl*			Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen*			
	<0.1 m	0.1—1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	<0.1 m	0.1—1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*
	Kpl/ha — *St/ha*				%				Kpl/ha — *St/ha*				%			
Puhdistushakkuu suorittamatta — *Reinigungshieb nicht ausgeführt*																
61	—	—	—	—	—	—	—	—	1 000	400	1 400	1.5	.	.	.	.
59	—	500	500	0.5	45	55	—	100	1 500	4 700	6 200	2.5	21	71	8	100
69	500	200	700	0.5	—	50	50	100	—	400	400	—	—	55	45	100
68	—	300	300	—	.	.	.	.	—	*Δ*	*Δ*	—	.	.	.	.
26	500	1 400	1 900	2.0	6	71	23	100	500	2 400	2 900	2.0	1	79	20	100
53	—	800	800	1.0	16	68	16	100	—	1 000	1 000	—	—	20	80	100
174	—	600	600	1.0	17	83	—	100	2 500	3 500	6 000	4.0	14	82	4	100
37	—	200	200	—	—	100	—	100	6 000	2 200	8 200	4.5	13	81	6	100
47	500	200	700	1.0	86	14	—	100	500	1 900	2 400	2.5	24	70	6	100
49	—	400	400	1.0	—	79	21	100	500	2 500	3 000	2.5	5	65	30	100
28	—	400	400	1.0	4	84	12	100	500	600	1 100	5.0	6	84	10	100
63	500	200	700	1.0	—	50	50	100	500	700	1 200	1.0	2	71	27	100
45	1 000	200	1 200	1.0	—	100	—	100	1 000	5 000	6 000	2.5	18	70	12	100
192	—	1 500	1 500	1.5	24	76	—	100	500	14 500	15 000	6.5	.	.	.	.
Keskimäärin — *Mittel*			700	0.8	17	69	14	100	1 100	2 800	3 900	2.5	9	68	23	100
Puhdistushakkuu suoritettu — *Reinigungshieb ausgeführt*																
62	—	*Δ*	*Δ*	—	—	—	—	—	—	200	200	0.5	.	.	.	.
159	1 500	100	1 600	1.5	.	.	.	.	500	700	1 200	1.5	.	.	.	.
109	—	*Δ*	*Δ*	—	.	.	.	.	400	200	600	2.0	.	.	.	.
60	2 000	2 500	4 500	4.0	2	38	60	100	500	1 100	1 600	1.5	3	19	78	100
156	1 000	2 200	3 200	3.5	—	94	6	100	2 000	900	2 900	3.0	—	100	—	100
64	500	1 300	1 800	1.5	—	24	76	100	500	900	1 400	1.0	—	53	47	100
77	—	1 500	1 500	1.5	5	30	65	100	—	700	700	0.5	11	15	74	100
67	—	700	700	—	—	13	87	100	—	100	100	—	10	40	50	100
52	1 000	1 200	2 200	2.0	6	48	46	100	500	1 000	1 500	1.5	—	53	47	100
43	8 000	1 900	9 900	5.0	29	71	—	100	8 000	8 600	16 600	6.0	3	96	1	100
194	1 500	2 500	4 000	2.5	36	64	—	100	1 500	9 500	11 000	4.0	—	100	—	100
230	1 000	6 000	7 000	4.0	—	76	24	100	—	2 500	2 500	2.0	.	.	.	.
XV	—	1 500	1 500	1.5	.	.	.	.	400	15 600	16 000	7.5	.	.	.	.
187	500	4 000	4 500	3.0	—	100	—	100	6 500	16 000	22 500	6.0	10	77	13	100
Keskimäärin — *Mittel*			3 000	2.1	8	56	36	100	1 500	4 100	5 600	2.6	4	62	34	100

Tuoreiden kankaiden harsintakuusikot.

Esiintyminen.

Kuusikot ja kuusivaltaiset metsiköt ovat kehitykseltään varsin epähomogeenisiä. Osa on jo edellisestä, ehkä useammastakin sukupolvesta lähtien ollut kuusivaltaista, osan muodostavat sellaiset metsiköt, jotka ovat muiden puulajien muodostamien metsiköiden, ensi sijassa männiköiden ja koivikoiden, kuusettumisen johdosta vasta hiljan muuttuneet kuusivaltaisiksi. Tästä kuusikkojen erilaisesta syntytavasta johtuu, että käsillä olevassa tutkimuksessa on metsikkölajiin »kuusikot» täytynyt yhdistää melkoisestikin erilaisia aineksia. Aineistoa kerättäessä on ensisijaisesti pidetty silmällä sitä, että kaikki tutkimusmetsiköt metsänhoidollisilta vaatimuksiltaan olisivat yhtäpitäviä. Sen sijaan ei ole voitu välttää, että taksatoorisessa suhteessa aineistoon on syntynyt melkoisia epätasaisuuksia. — Kuvaavaa kuusikoittemme epähomogeenisyydelle on, että esim. säännöllisesti kehittyneiden, luonnon normaalienkin kuusikoiden löytäminen on tuottotauluja laadittaessa tuottanut vaikeuksia (Blomqvist 1872, s. 9, Yrjö Ilvessalo 1920 a, ss. 40—42).

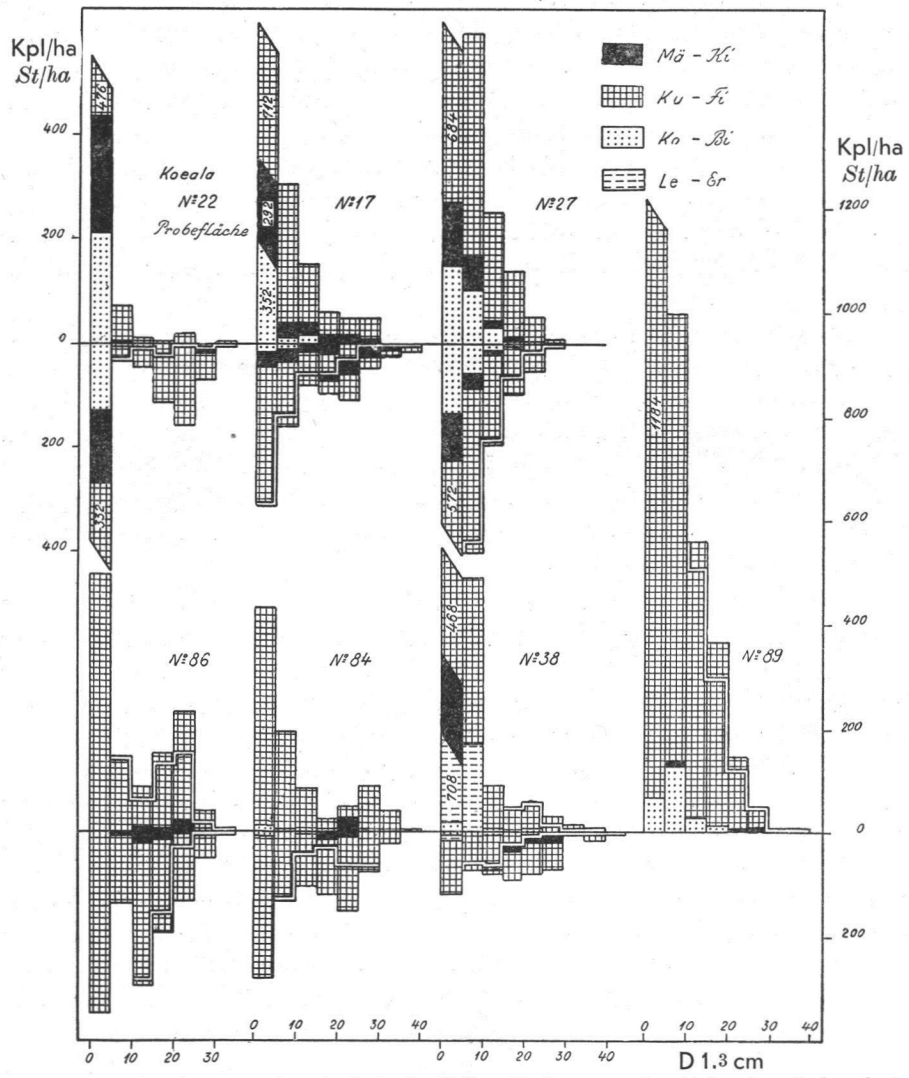
Puulajisuhteiden kehitys kulkee tuoreilla kankailla yleensä kuusettumista kohden. I:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1927, taulukko 51) oli Suomen eteläpuoliskossa mustikkatyypillä kuusivaltaisia metsiköitä 38.3 % tyypin koko pinta-alasta. II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 281) vastaava luku oli 45.9 %. Syyt tällaiseen kehitykseen ovat pääpiirteissään samat kuin puolukkatyypilläkin: kaskiviljelyksen ja kulojen väheneminen sekä harsinnantapaisten hakkuiden yleisyys.

Kuusikoissa suoritetuille hakkuille on männikköihin verrattuna leimanantavaa, että pienellä kuusipuulla on ollut suhteellisesti parempi menekki kuin pienellä mäntypuulla ja että kuusipinotavaran ja kuusitukkien välinen hinnan ero ei ole ollut niin tuntuva kuin vastaava ero mäntyyn nähden. Tästä johtuu, etteivät tukkipuun harsinnat ole saaneet niin keskeistä asemaa kuusikoiden kuin männiköiden hakkuissa, vaan tukkipuiden ohella harsitaan runsaasti kuusipaperipuuta. Yksityistapauksittain nämä yhdistetyt tukkipuun ja paperipuun harsinnat melkoisesti vaihtelevat laadultaan,

mutta se metsikkömuoto, joka on ominainen näillä harsinnoilla käsitellyille kuusikoille, on kuitenkin verrattain yhtenäinen metsänhoidollisilta vaatimuksiltaan.

Metsikkömuodot.

Samoin kuin harsintamänniköitä voidaan erilaisia harsintakuusikoitakin erottaa kokonainen sarja sen mukaan, minkä ikäisissä metsiköissä harsinnat on voimakkaina aloitettu. Niitä harsintakuusikoita, joissa ensimmäiset



Kuva 21. Puiden jakaantuminen läpimittaluokkiin eräissä nuorena harsituissa kuusikoissa (vrt. s. 172). Puolukkatyyppi.

Abb. 21. Stammverteilung in Durchmesserklassen in einigen im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbeständen. Vaccinium-Typ.

tukkipuun harsinnat ovat kohdistuneet metsikköön ennen kuin se on saavuttanut tukkimetsäkautta, kutsutaan nuorena harsituiksi kuusikoiksi. Ne metsiköt, joissa tukkipuun harsinnat on aloitettu myöhemmissä metsikön kehitysvaiheissa, tukkimetsäkautena, on yhdistetty toiseksi ryhmäksi: vanhana harsitut kuusikot.

Harsintakuusikoille ominaisten metsikkömuotojen valaisemiseksi on kuvassa 21 pylväsdiagrammoin esitetty eräiden tyypillisten nuorena harsittujen kuusikoiden runkolukusarjoja.

Ensimmäisessä pylväistössä (koeala n:o 22) nähdään (vaaka-akselin yläpuolella) tukkipuun harsintojen jälkeen syntynyt nuori taimisto. Metsikössä on 8 vuotta sitten suoritettu voimakas tukkipuun ja paperipuun harsinta (vaaka-akselin alapuolella), joka lopullisesti on vapauttanut aikaisemmin päällyspuuston alle nousseen taimiston.

Toisessa pylväistössä (koeala n:o 17) nähdään (vaaka-akselin yläpuolella) varttunut taimisto. Metsikössä on 8 vuotta sitten suoritettu tukkipuun ja paperipuun harsinta (vaaka-akselin alapuolella), jossa on poistettu aikaisemmista hakkuista uudistusalalle jääneitä jätepuita sekä hakkuiden jälkeen elpynyttä alikasvosta.

Seuraava pylväistö (koeala n:o 27) kuvaa tukkipuun harsintojen jälkeen syntynyttä nuorta tiheikköä (vaaka-akselin yläpuolella). 5 vuotta sitten metsikössä on suoritettu lievä tukkipuun ja paperipuun harsinta (vaaka-akselin alapuolella); tukkipuita metsikössä ei tällöin ole vielä sanottavasti ollutkaan.

Pylväistö koealalta n:o 89 kuvaa tukkipuun harsintojen jälkeen syntynyttä riukumetsää. Metsikössä on pari vuotta sitten suoritettu lievä tukkipuun ja paperipuun harsinta.

Seuraavassa kahdessa pylväistössä (koealat n:o 86 ja 84) nähdään harsintakauden eri vaiheita. Koealalla n:o 86 on suoritettu tukkipuun harsinta 16 vuotta sitten (vaaka-akselin alapuolella) ja toinen harsinta 4 vuotta sitten (vaaka-akselin yläpuolella). Koealalla n:o 84 on suoritettu yhdistetty tukkipuun ja paperipuun harsinta 6 vuotta sitten.

Viimeisessä pylväistössä (koeala n:o 38) nähdään harsintakauden (vaaka-akselin alapuolella) vaihettuvan 3 vuotta sitten suoritetun tukkipuun harsinnan jälkeen taimistokaudeksi.

Kiinnitettäköön erityisesti huomiota riukumetsää kuvaavaan runkolukusarjaan (koeala n:o 89). Tämä pylväistö muistuttaa huomattavasti yksijaksoisen kuusikon, esim. luonnon normaalin kuusikon (vrt. Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 69) runkojakaantumista. Tosin runkoluvut läpimittaluokittain ovat pienempiä, mutta eri läpimittaluokkien runkolukujen välillä vallitsee samantapainen suhde. — Harsintakuusikon tasoittuminen riukumetsäkautena yksijaksoiseksi osoittaa, että harsintahakkuut kuusikoissa johtavat jaksoittaiseen metsikön kehitykseen.

Uudistumisvaiheessaan, harsinta—taimistokautena, harsintakuusikko on enemmän tai vähemmän monijaksoinen. Kuvassa 21 esitetyistä runkolukusarjoista nähdään kuitenkin, ettei tyypillistä harsintarakennetta synny, vaan uudistumisvaiheessa havaittava monijaksoisuus rajoittuu jokseenkin selvästi vain kahteen jaksoon: ylempään, jonka muodostaa vanha puusto tai sen rippeet, ja alempaan, edellisen alle nousevaan taimistoon. Joskin viimeksimainittu voi olla melkoisestikin eri-ikäistä, niin erot ulkonaisissa mittasuhteissa ovat kuitenkin siksi pieniä, että ne verrattain nopeasti ja viimeistään riukumetsäkautena tasaantuvat.

Nuorena harsitut kuusikot.

Tutkimusmenetelmä.

Harsintakuusikkoihin on sovellettu samanlaista tutkimusmenetelmää kuin harsintamännikköihinkin. Myös aineiston yhteenkuuluvaisuuden tarkistamiseksi suoritetut selvittelyt on tehty samalla tavalla. Näiden suhteen viitataankin aikaisempaan esitykseen.

Harsintakuusikoita koskevan selostuksen supistamiseksi ja toistamisien välttämiseksi on harsintakuusikoiden käsittelystä jätetty pois moni sellainen yksityiskohta, joka koskee yleisesti harsintametsiköitä ja johon harsintamänniköiden käsittelyn yhteydessä jo on kiinnitetty huomiota.

Puusto.

Yleiskatsaus.

Tärkeimmät mittaustulokset tutkituista harsintakuusikoista nähdään taulukosta 37.

Harsintakuusikkoihin kohdistuneet tutkimukset on suurimmaksi osaksi suoritettu Etelä-Suomen läntisessä puoliskossa. Tämä on seuraus harsintakuusikoiden yleisyydestä juuri Suomen tässä osassa.

Harsintakuusikoita koskeva tutkimusaineisto on jokseenkin kokonaisuudessaan kerätty mustikkatyypiltä, 46 tutkimusmetsiköstä vain 3 on käenkaali-mustikkatyypiltä. Mikäli ei toisin mainita, niin harsintakuusikoista puhuttaessa seuraavassa tarkoitetaankin juuri mustikkatyypin harsintakuusikoita.

Tutkimusmetsiköt eivät ole olleet puhtaita kuusikoita, vaan sekapuiden osuus puuvarastosta on huomattava. Kaikissa niissä kuitenkin metsänhoidollisesti arvostellen kuusi on pääpuulaji, ja kehitys kulkee yhä kuusettumista kohden. Runsaimmin on sekapuuna ollut mäntyä, mustikkatyypin metsiköissä keskimäärin n. 10 % puuvarastosta, mutta koivunkaan määrä ei jää paljoa vähäisemmäksi (8 %).

Taulukko 37. Mittaustuloksia nuorena harsituista kuusikoista.

Tabelle 37. Messungsergebnisse der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Tutkimusaika *Datum*	Kunta *Gemeinde*	Puuston tiheys *Dichte des Bestandes*	Puulajisuhteet % puuvarastosta *Holzarten % der Kubikmasse*			Puuvarasto m³/ha *Kubikmasse fm/ha*	Kasvu m³/ha *Zuwachs fm/ha*	Tukkipuita kpl/ha *Derbholz St/ha*	Valtapuut *Oberbäume*		Hakkuumäärät viime 14 vuoden kuluessa *Hiebssätze während der letzten 14 Jahre*								
												Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä *Vom Hiebssatz* %			Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuumäärä m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä *Vom Hiebssatz* %		
				Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*				Ikä v. *Alter J.*	Pituus m *Höhem*			Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*			Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*																				
1	22. 10. 38	Tuusula	0.6	38	54	6	67	2.6	—	10	0.5	1929	79	20	80	—	—	—	—	—
5	4. 6. 38	Hauho	0.4	8	90	2	20	1.2	12	10	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74	26. 9. 38	Nummi	0.3	31	63	2	40	1.9	76	10	0.5	1937	62	17	79	4	1927	78	14	84	2
183	25. 6. 40	Tuusula	0.4	—	91	8	54	1.7	44	10	0.8	1929	47	—	100	—	—	—	—	—	—
184	26. 6. 40	»	0.5	14	80	5	45	1.0	68	10	0.7	1929	84	3	97	—	—	—	—	—	—
190	5. 7. 40	»	0.5	—	100	—	21	0.7	52	10	0.6	1936	74	1	94	5	1928	79	1	74	25
201	25. 7. 40	»	0.5	7	86	5	28	1.2	55	10	0.5	1935	54	18	80	2	—	—	—	—	—
6	7. 6. 38	Hauho	0.3	—	100	—	21	1.5	16	15	0.8	1926	8	—	—	100	—	—	—	—	—
7	11. 6. 38	»	0.5	3	89	4	50	3.0	30	15	0.9	1926	15	—	20	80	—	—	—	—	—
9	3. 6. 38	»	0.5	3	93	—	43	2.1	40	15	0.8	1930	54	12	84	4	—	—	—	—	—
17	22. 6. 38	»	0.6	20	75	3	59	4.1	92	15	0.9	1930	92	31	54	15	1927	33	66	34	—
22	2. 7. 38	Luopionen ..	0.3	3	87	8	14	0.8	24	15	0.9	1930	104	5	95	—	—	—	—	—	—
23	4. 7. 38	» ..	0.5	59	36	1	11	1.0	3	15	0.6	1930	42	4	96	—	1926	91	19	81	—
30	16. 7. 38	Koijärvi	0.5	1	62	27	18	1.8	—	15	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	20. 7. 38	Forssa	0.3	7	83	4	20	2.2	12	15	0.8	1933	40	4	96	—	—	—	—	—	—
36	26. 7. 38	»	0.3	30	69	—	35	2.0	36	15	0.9	1933	62	—	100	—	—	—	—	—	—
76	28. 9. 38	Nummi	0.5	20	49	26	47	2.8	76	15	0.9	1938	34	22	78	—	1927	106	34	56	10

| | | |

Kiertoaika.

Aikaisemmin on jo mainittu, että puuston kehitys harsintakuusikoissa muodostuu jaksoittaiseksi. Harsintakuusikkoihin voidaan näin ollen soveltaa kiertoaika-käsitettä.

Harsintakuusikoissa kiertoajan rajoittaminen ei ole niin selvästi suoritettavissa kuin harsintamänniköissä. Tämä johtuu siitä, että kuusen taimia ilmaantuu runsaasti jo verrattain taajojenkin päällyspuustojen alle, minkä vuoksi kiertoajan alku- ja loppupään välinen raja muodostuu epämääräisemmäksi kuin männiköissä. — Kiertoaika-käsitteeseen ei välttämättä kuitenkaan liity se tässä kaikessa hiljaisuudessa tehty olettamus, että kiertoajan pitäisi alkaa uuden puuston syntyessä ja loppua vanhan puuston poistuessa. Tuntuu päinvastoin luonnolliselta jaksoittaisessa metsätaloudessa tarkoittaa kiertoajalla vain yleensä kahden peräkkäisen saman kehitysvaiheen välillä kuluvaa aikaa (vrt. s. 61). Kun kiertoaika käsitetään tällä tavoin, niin tuo epämääräisyys, joka harsintakuusikoissa liittyy vanhan ja uuden sukupolven esiintymisajan rajaan, ei periaatteellisesti enää vaikeuta kiertoaika-käsitteen käyttämistä. Tällöin voidaan näet kiertoajan alku- ja loppupään rajaksi valita jokin sellainen kohta puuston kehityksessä, jossa rajan vetäminen on helpointa. Esimerkiksi tiheikkökauden ja riukumetsäkauden raja olisi harsintakuusikoissa nähtävästi jo huomattavasti selvempi. Käsillä olevassa tutkimuksessa on kuitenkin useimpien tutkimusmetsiköiden uudistumissuhteet selvitetty siksi yksityiskohtaisesti, että on katsottu voitavan verrattain tarkasti määrätä se ajankohta, jota lähinnä on pidettävä vanhan ja uuden puuston rajakohtana. Tämän vuoksi on kuusikkoihinkin nähden, katsoen siihen etuun, jonka koko tutkimusaineiston yhdenmukainen käsittely sisältää, sovellettu vastaavanlaista kiertoajan rajoittamista, jota männikköihin nähden pidettiin tarkoituksenmukaisimpana, siitäkin huolimatta, että jokin muu rajoittamistapa erityisesti kuusikkoihin nähden olisi mahdollisesti ollut selvemmin suoritettavissa. Kiertoaika on näin ollen laskettu alkavaksi valtapuuston synnystä ja loppuvaksi seuraavan valtapuuston syntyyn.

Kiertoaika on mustikkatyypin harsintakuusikoissa vaihdellut 60—80 vuoteen (vrt. taulukko 37, s. 174). Keskimäärin se on ollut n. 70 vuotta.

Kun tarkastetaan niitä tuloksia, jotka II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa saatiin Suomen eteläpuoliskon metsien pinta-alan mukaisista ikäluokkasuhteista (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 285), voidaan panna merkille, että mustikkatyypin kuusikoissa kiertoaika näyttää yleisimmin vaihdelleen 70—90 vuoteen.

Niiden lukujen perusteella, joita Osara (1935, ss. 157—158) on esittänyt Suomen pienmetsien ikäluokkasuhteista, kiertoaika näyttää näissä metsissä mustikkatyypin kuusivaltaisissa metsiköissä olevan keskimäärin n. 60—80 vuotta.

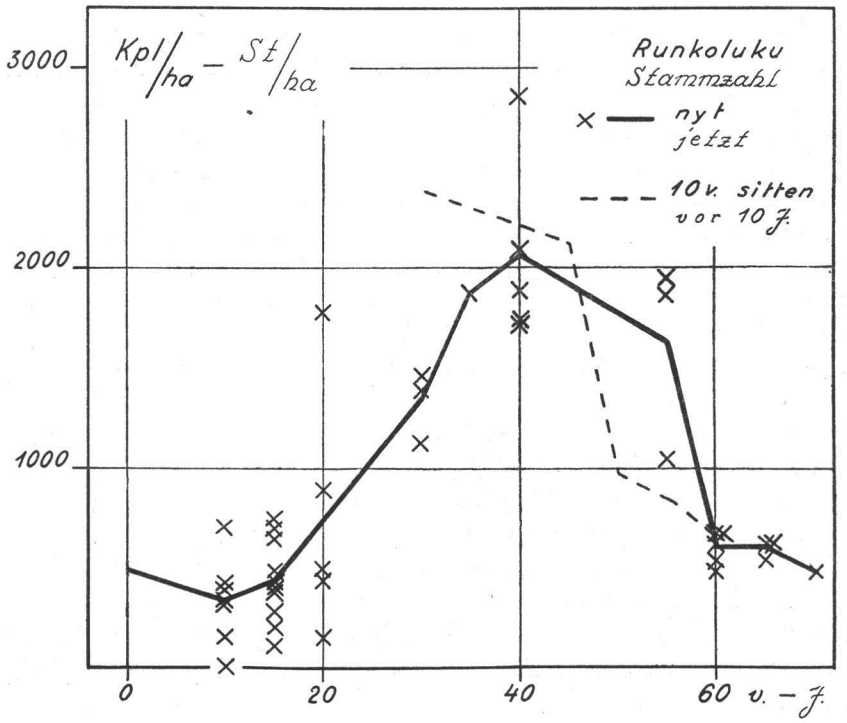
Järjestetyssä metsätaloudessa voitaneen keskimääräisenä kiertoaikana maan eteläpuoliskon kuusivaltaisissa metsiköissä mustikkatyypillä pitää n. 70—90 vuotta (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 20).

Kun verrataan harsintakuusikon keskimääräistä kiertoaikaa vastaaviin koko maan eteläpuoliskoa tai pienmetsiä edustaviin lukuihin, niin oleellista eroa ei ole todettavissa. Metsänhoidollisestikaan arvostellen harsintakuusikon kiertoaikaa ei voida pitää erityisen lyhyenä.

Tiheys ja runkoluku.

Yksityisille harsintakuusikoille arvioidut tiheysluvut nähdään taulukosta 37, s. 174. Eri kehityskausia edustavien mustikkatyypin metsiköiden keskimääräiseksi tiheydeksi saadaan: taimisto 0.5, tiheikkö 0.7, riukumetsä 0.7 ja harsintakausi 0.6 (tutkimusmetsiköiden jakaantuminen kehityskausiin nähdään taulukosta 46, s. 194). — Harsintakuusikoiden tiheyssuhteita voidaan pitää välttävinä, jopa tiheikkö—riukumetsäkautena tyydyttävinäkin.

Runkoluvun kehitys mustikkatyypin harsintakuusikoissa nähdään kuvasta 22. Siinä on huomioitu vain rinnankorkeudelta vähintään 5 cm täyttävät puut.



Kuva 22. Runkoluku (D 1.3 yli 5 cm) nuorena harsituissa kuusikoissa. Mustikkatyyppi.
Abb. 22. Stammzahl (D1.3 über 5 cm) der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

Kuvaan 22 on piirretty myös harsintakautta edustavien metsiköiden runkolukuja 10 v. sitten kuvaava murtoviiva. Tämä on pääpiirteissään samanlainen kuin nykyisiäkin runkolukuja kuvaava murtoviiva. — Runkolukujensa puolesta tutkimusmetsiköt näyttävät kuuluvan kutakuinkin yhtenäiseen kehityssarjaan.

Runkoluku pysyy aluksi, taimistokautena, pienehkönä, mutta sitä mukaa kun yhä useampi puu tavoittaa 5 cm:n läpimitan, runkoluku nopeasti kasvaa ja saavuttaa korkeimman määränsä (n. 2 000 kpl/ha) n. 40-vuotisissa metsiköissä. Tällöin tukkipuun harsinnat alkavat voimakkaina kohdistua puustoon, ja runkoluku pienenee nopeasti. Tämä runkoluvun nopea pieneneminen osoittaa, että harsintakuusikkoon ei synny elinvoimaista harsintarakennetta, joka tekisi mahdolliseksi hakkuumääriä vastaavan puuston täydennyksen nousemisen alhaaltapäin.

Harsintakuusikon ja luonnon normaalin kuusikon runkolukujen vertailun helpottamiseksi on laskettu harsintakuusikon keskimääräinen kokonaisrunkoluku, johon on sisällytetty kaikki vähintään rinnankorkeuden pituiset puut, parille eri ikäkaudelle. 30-vuotisten metsiköiden kokonaisrunkoluvuksi on saatu 3 860 kpl/ha ja 40-vuotisten 4 430 kpl/ha. Vastaavat luonnon normaalin kuusikon runkoluvut ovat (Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 38) 14 800 kpl/ha ja 8 300 kpl/ha. Harsintakuusikon runkoluvut ovat siis huomattavasti pienemmät. Syyt ovat ilmeisesti samat kuin vastaavaan ilmiöön harsintamänniköissäkin.

Taulukosta 37, s. 174 nähdään tutkimusmetsiköissä esiintyneiden tukkipuiden lukumäärä. Keskimäärin niitä on mustikkatyypin metsiköissä n. 61 kpl/ha. Rinnankorkeudelta yli 25 cm:n läpimittaisten tukkipuiden määrä on ollut vain n. 22 % tukkipuiden koko määrästä. — Kuvaavaa käytetylle hakkuutavalle on, että tukkipuut hakataan yleisesti minimimittaisina pois.

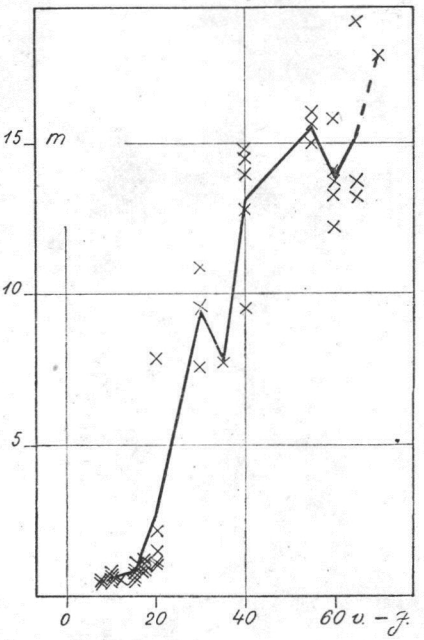
Asianomaisia diagrammoja julkaisematta mainittakoon, että tukkipuiden keskimääräinen lukumäärä kiertoajan kuluessa (mustikkatyypillä 70 v.) on laskettu myös graafisesti piirtämällä harsintakuusikon tukkipuiden lukumäärää kuvaava diagramma. Tämän laskelman mukaan tukkipuiden keskimääräinen lukumäärä on mustikkatyypin harsintakuusikossa 68 kpl/ha.

II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 312) oli Suomen eteläpuoliskon kasvullisilla metsämailla yksityismetsien tukkipuurunkojen lukumäärä keskimäärin 54.5 kpl/ha. Joskaan tämä luku ei ole suoranaisesti verrattavissa edellisiin, niin kuitenkin voitaneen sanoa, että harsintakuusikoissa tukkipuiden lukumäärä näyttää olevan samaa suuruusluokkaa kuin yleensä Suomen eteläpuoliskon yksityismetsissä.

Pituus ja pituuskasvu.

Harsintakuusikon valtapituuden kehitys nähdään kuvasta 23. Valtapituus näyttää lisääntyvän kutakuinkin säännönmukaisesti aina siihen saakka, kun tukkipuun harsinnat alkavat voimakkaina. Tällöin tapahtuu valtapituuden lisääntymisessä pysähdys, näyttääpä valtapituus eräissä tapauksissa taantuvankin.

Jos verrataan harsintakuusikon ja luonnon normaalin kuusikon (Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 39) valtapituuden kehitystä toisiinsa, niin nähdään, että aluksi molemmat ovat samantapaisia, mutta siitä ajankohdasta lähtien, jolloin tukkipuun harsinnat harsintakuusikoissa alkavat voimakkaina, luonnon normaali kuusikko ohittaa jyrkästi harsintakuusikon. — Syyt ovat ilmeisesti samat kuin vastaavaan ilmiöön harsintamännikössäkin: tukkipuun harsinnoissa poistetaan metsikön pisimmät puut, ja puuston harvenemisesta on seurauksena sen pituuskasvun heikkeneminen.



Kuva 23. Valtapituus nuorena harsituissa kuusikoissa. Mustikkatyyppi.
Abb. 23. Oberhöhe der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

Harsintakuusikon heikko pituuskasvu harsintakautena näkyy taulukosta 38, joka sisältää yhdistelmän keskeisintä harsintakautta edustavien, 55—65-vuotisten harsintakuusikoiden pituuskasvusta. Suurimpien puiden vuotuinen juokseva pituuskasvu nousee vain noin 12 cm:iin. Yrjö Ilvessalon (1920 b, s. 39) mukaan on 60-vuotisen luonnon normaalin mustikkatyypin kuusikon valtapuiden vastaava pituuskasvu 24 cm, siis kaksi kertaa niin suuri. — Valtapuita pienempien puiden, valtapuiden »varjossa» kasvavien puiden, hyvä pituuskasvu on omiaan tukemaan sitä käsitystä, että valtapuiden heikko pituuskasvu johtuu juuri niiden harvasta keskinäisestä latvusyhteydestä.

Taulukko 38. Pituuskasvu nuorena harsituissa kuusikoissa.
Tabelle 38. Höhenzuwachs der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Ikä v. *Alter J.*	D 1.3-läpimittaluokat cm *D 1.3-Durchmesserklassen cm*			Koepuita kpl *Probestämme St*
	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	
	Pituuskasvu cm/v. — *Höhenzuwachs cm/J.*			
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*				
55—65	24	28	12	60



Kuva 24. Hakkuualalle jäänyt ja hakkuun jälkeen elpyvä alikasvoskuusi. Mustikkatyyppi. Koeala n:o 65. Valok. 8. 9. —38.
Abb. 24. Eine auf der Hiebsfläche zurückgebliebene und sich nach dem Hiebe erholende Unterstandsfichte. Myrtillus-Typ. Probefl. Nr. 65. Foto 8. 9. —38.

Kuvasta 23 näkyy, että tukkipuun harsinnat harsintakuusikoissa alkavat sellaisessa puuston kehitysvaiheessa, jossa pituuskasvu vielä on miltei parhaimmillaan. Voidaankin sanoa, että nämä hakkuut kohdistuvat pituutensa puolesta keskenkasvuisiin metsikköihin.

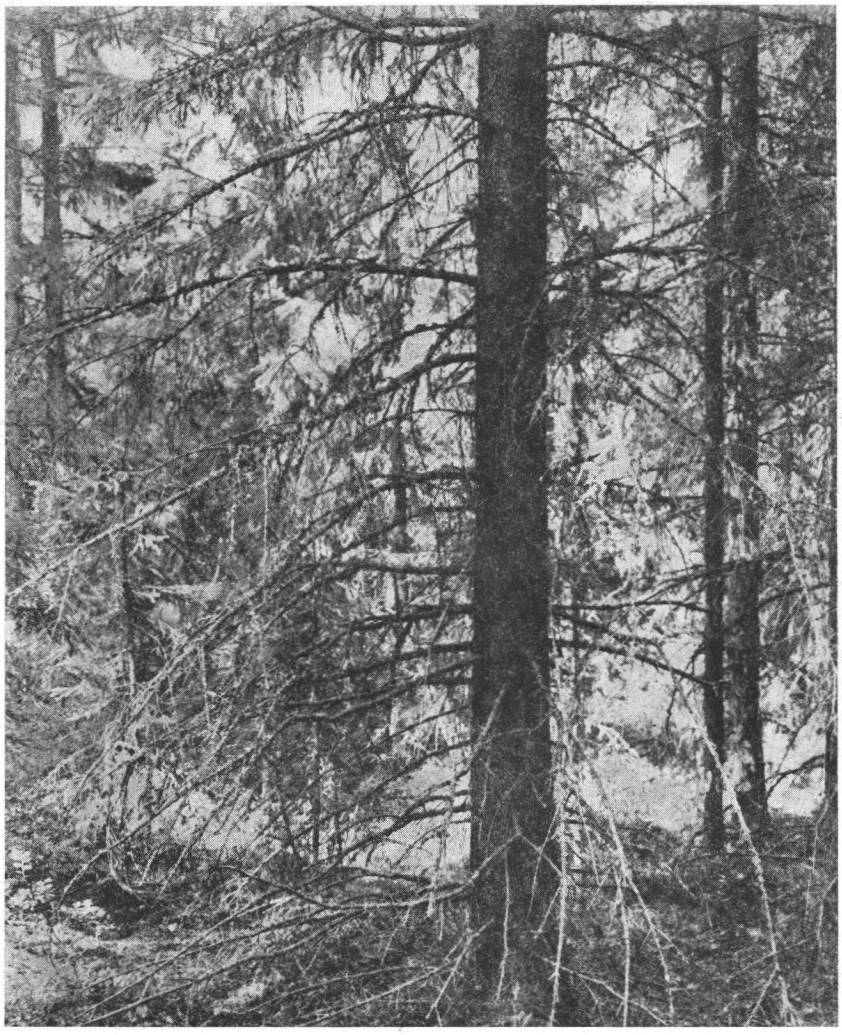
Harsintakuusikkoja tutkittaessa on kiinnitetty huomiota myös alikasvoskuusten elpymiskykyyn. Jokaisesta tutkimusmetsiköstä on valittu muutama kappale (5—10) alikasvoskuusia koepuiksi. Koepuista on mitattu viimeisen voimakkaan hakkuun jälkeen kasvaneiden kasvainten pituudet, kukin erikseen. Tulokset mittauksista nähdään taulukosta 39. Aineisto, jonka perusteella taulukko on laadittu, on pieni, kaiken kaikkiaan se käsittää vain 100 alikasvoskuusta. Kun kukin koepuu kuitenkin on valittu huolellisesti, voitaneen aineistoa sen pienuudesta huolimatta pitää edustavana.

Taulukosta 39 näkyy, että alikasvoskuuset ovat varsin elpymiskykyisiä (vrt. kuva 24 ja 25). Jo välittömästi voimakasta hakkuuta seuraavana kasvu-

Taulukko 39. Alimetsän pituuskasvu nuorena harsituissa kuusikoissa.
Tabelle 39. Höhenzuwachs des Unterstandes der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Pituus ennen hakkuuta m *Höhe vor dem Hiebe m*	Pituuskasvu cm/v. — *Höhenzuwachs cm/J.*						Koepuita kpl *Probestämme St*
	Ennen hakkuuta *Vor dem Hiebe*	1	2	3	4	5	
		v. hakkuun jälkeen—*J. nach dem Hiebe*					
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*							
—0.5	4	10	10	10	8	11	9
0.6—1.0	4	8	9	9	13	14	28
1.1—1.5	5	16	17	16	24	20	27
1.6—2.0	5	18	14	13	18	14	12
2.1—2.5	5	19	25	19	21	31	9
2.6—5.0	9	31	38	36	34	28	15
Keskimäärin ja yht. — *Mittel u. insges.*	5.3	17.0	18.8	17.2	19.7	19.7	100

kautena pituuskasvun lisääntyminen on selvä. Useissa tapauksissa se saavuttaakin jo silloin täyden määränsä. Pisimmät alikasvoskuuset näyttävät olevan elpymiskykyisimpiä (vrt. Erkki K. Cajander 1934b, s. 23).



Kuva 25. Entisestä alikasvoskuusesta kehittynyt tukkipuu. Huom. oksarykelmä puun tyvellä. Mustikkatyyppi. Koeala n:o 44. Valok. 8. 8. —38.
Abb. 25. Aus einer Unterstandsfichte entwickelter Fichtenbaum. Beachte den ästigen Basalteil. Myrtillus-Typ. Probefl. Nr. 44. Foto 8. 8. —38.

Runkomuoto.

Harsintakuusikon puuston runkomuotoa kuvaavista luvuista nähdään yhdistelmä taulukosta 40. Siinä rajoitutaan vain harsintakautta edustaviin metsikköihin.

Taulukko 40. Nuorena harsittujen kuusikoiden runkomuotoa kuvaavia lukuja. Harsintakausi.

Tabelle 40. Stammformcharakteristika der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Plenterperiode.

Läpimitta 1.3 m:n korkeudella cm *Durchmesser in 1.3 m Höhe cm*			Koepuita kpl *Probestämme St*
10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	
Solakkuus % — *Schlankheit %*			
1.42	1.51	1.52	83
Jonsonin muotosuhde — *Formquotient nach Jonson*			
0.70	0.68	0.67	83
Kapeneminen cm — *Durchmesserabfall cm*			
4.0±0.2	4.1±0.2	4.2±0.1	83

Kasvu- ja tuottotaulujen (Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 69) perusteella on mahdollista laskea luonnon normaalin kuusikon lähinnä vastaavat solakkuusluvut. 70-vuotiselle mustikkatyypin metsikölle saadaan seuraavat solakkuusluvut: D 1.3 = 13 cm, solakkuus 1.02 %; D 1.3 = 17 cm, solakkuus 1.12 %; D 1.3 = 23 cm, solakkuus 1.30 %. Harsintakuusikon puuston solakkuus on siis huomattavasti huonompi kuin luonnon normaalin kuusikon. Varsinkin pienimmissä läpimittaluokissa (vallitut puut) ero on tuntuva (39 %). — Luonnon normaalin kuusikon täyteläisyyslukuja ei ole ollut käytettävissä.

Yleisiä keskimääräisiä lukuja kuusikoittemme runkomuodosta ei ole julkaistu. Siinä aineistossa, joka kerättiin maassamme I:tä valtakunnan metsien arviointia varten metsien puuston runkomuodosta (Yrjö Ilvessalo 1927, taulukko 3), päädyttiin kuuselle mustikkatyypillä Jonsonin muotosuhteeseen 0.688.

Aro (1935, s. 26) on rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutusta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään koskevassa tutkimuksessaan julkaissut mustikkatyypiltä keräämäänsä aineistoa koskevia lukuja, joiden perusteella voidaan laskea puuston solakkuus ja kapeneminen hänen tutkimissaan metsiköissä. Kun näin tehdään, saadaan seuraavat solakkuus- ja kapenemisluvut: D 1.3 = 13 cm, solakkuus 1.24 %, kapeneminen 3.4 cm; D 1.3 = 17 cm, solakkuus 1.41 %, kapeneminen 3.6 cm; D 1.3 = 23 cm, solakkuus 1.41 %, kapeneminen 4.4 cm. Harsintakuusikon solakkuus- ja kapenemisluvut ovat jonkin verran huonommat kuin nämä Aron aineistoa kuvaavat luvut. Viimeksimainitut koskevatkin huomattavalta osalta myös valtionmetsiä.

Edellä selostetut vertailut viittaavat siihen, että harsintakuusikoiden runkomuoto lähentelee maamme eteläpuoliskon kuusikoiden keskimääräistä runkomuotoa.

Puuston laatu.

Yleiskatsaus tutkittujen mustikkatyypin harsintakuusikoiden laadusta nähdään taulukosta 41. Se on laadittu tutkimusmetsiköistä otettujen pystykoepuiden laatuarvioinnin perusteella.

Taulukko 41. Puuston laatu nuorena harsituissa kuusikoissa.

Tabelle 41. Qualität der Stämme der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

D 1.3-läpimittaluokat — *D 1.3-Durchmesserklassen*									
alle *unter* 20 cm					vähintään *wenigstens* 20 cm				
Laatuluokat — *Qualitätsklassen*									
I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	P	Yhteensä *Insgesamt*	
Koepuiden jakaantuminen — *Verteilung der Probestämme*									
%				Kpl *St*	%				Kpl *St*
Taimisto — *Jungwuchs*									
26	41	33	100	153	42	53	5	100	36
Tiheikkö — *Dickung*									
62	34	4	100	71	·	·	·	·	·
Riukumetsä — *Stangenholz*									
57	38	5	100	93	25	67	8	100	12
Harsintakausi — *Plenterperiode*									
26	37	37	100	111	60	32	8	100	37
Keskimäärin ja yhteensä — *Mittel und insgesamt*									
39	38	23	100	428	47	46	7	100	85

Taulukosta 41 nähdään, että puuston laatu vaihtelee huomattavasti metsikön eri kehityskausina.

T a i m i s t o k a u t e n a tukkipuiden laatu on huono. Tärkein tukkipuita II luokkaan alentaneista vikanaisuuksista on ollut oksikkuus (n. 56 % II luokan puista), seuraavalla sijalla ovat auringon poltteen aiheuttamat vikanaisuudet (n. 33 %), korovikoja ja lahovikoja on esiintynyt suhteellisen vähän (edellisiä n. 7 % ja jälkimmäisiä n. 4 %). Erityisesti auringon poltteen aiheuttamien vikanaisuuksien runsaus kiinnittää huomiota (vrt. kuva 26). Aukealla hakkuualalla, enemmän tai vähemmän yksittäisessä keskinäisessä asemassa kasvaessaan tukkipuut ovatkin erityisesti alttiita juuri auringon paahteelle. — Myös pienien puiden laatu on ollut huono. Pikkupuut ovat taimistossa suurimmaksi osaksi varsinaisesta vielä taimiasteella olevasta taimistosta kasvussa edelle päässyttä esikasvosta, joka sellaisena on kehittynyt susimaiseksi. — Ilmeisesti harsintakuusikon puuston silmiinpistävän huono laatu juuri taimistokautena on voimakkaasti vaikuttanut siihen käsitykseen, joka metsämiesten keskuudessa on yleinen tukkipuun harsintojen vaikutuksesta puuston laatuun.



Kuva 26. Auringon poltteen aiheuttamia vikoja kuusen rungolla. Valok. 14. 7. —38.
Abb. 26. Sonnenbrand an einem Fichtenstamm. Foto 14. 7. —38.

T i h e i k k ö k a u t e n a tukkipuiden laatu, mikäli tukkipuita esiintyy, on huonoimmillaan. Tukkipuut ovat metsikön tässä kehitysvaiheessa jokseenkin järjestään oksikkaaksi, susimaiseksi kehittynyttä vallitsevan puuston esikasvosta. Oksikkuus onkin ollut ainoa vikanaisuus, joka on alentanut tukkipuita II luokkaan. — Pienen puiden laatu on hyvä. Niiden huonolaatuisimmat yksilöt ovat metsikön tässä kehitysvaiheessa jo siirtyneet tukkipuiden luokkaan.

R i u k u m e t s ä k a u t e n a tukkipuiden laatu on edelleen huono. Syyt siihen ovat samat kuin tiheikkökautenakin. Riukumetsissäkin oksikkuus on ollut ainoa tukkipuita II luokkaan alentanut vikanaisuus (vrt. kuva 25). Pienen puuston laatu on edelleen hyvä. Merkillepantavaa on, että vielä metsikön tässä kehitysvaiheessa, ennen kuin tukkipuun harsinnat ovat voimakkaina alkaneet, puusto tarjoaa laatunsa puolesta hyvät edellytykset laatupuunkin kasvatukselle.

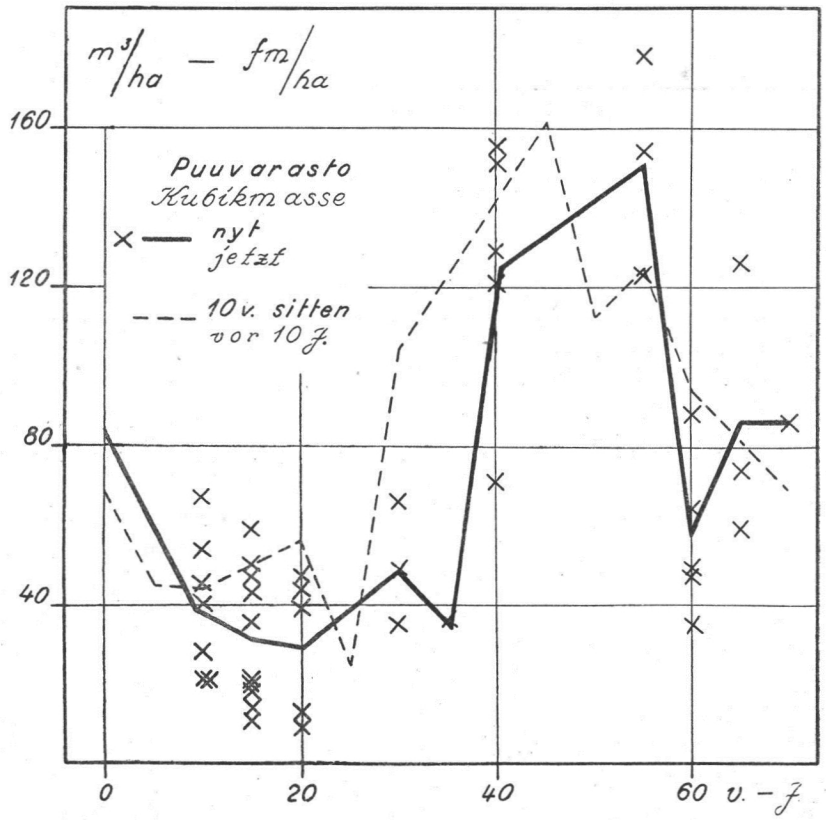
H a r s i n t a k a u t e n a tukkipuiden laatu paranee. Syynä tähän on se, että ensimmäisissä tukkipuun harsinnoissa poistetaan mm. puuston laadullisesti heikoimmat yksilöt. Laadun paraneminen ei kuitenkaan ole niin suuri, kuin riukumetsäkauden hyvälaatuisen pienpuuston huomioon ottaen odottaisi. Tukkipuun harsinnoissa ei ilmeisesti käytetä hyväksi niitä mahdollisuuksia, joita viimeksimainittu tarjoaisi. Tärkein tukkipuita II luokkaan alentaneista vikanaisuuksista on ollut oksikkuus (86 %). Seuraavalla sijalla ovat auringon polte ja koroviat (kumpaakin 7 %). — Pienpuusto on harsintakautena huonolaatuista. Pienpuuston pääosan muodostavat tukkipuun harsintojen johdosta elpyneet, aikaisemmin vallitussa asemassa olleet pikkupuut. Mitä myöhemmistä harsintakauden vaiheista on kysymys, sitä huonompi puuston laatu on — se alkaa vähitellen lähennellä taimistokaudelle ominaista tilaa.

II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 330) Suomen eteläpuoliskon yksityismetsien kuusitukkien kokonaiskuutiojalkamäärä jakaantui laatunsa puolesta siten, että I luokkaan kuului 62 % ja II luokkaan 38 %. Tukkipuiden jakaantuminen laatuluokkiin harsintakuusikon kaikki kehitysvaiheet yhdistäen on keskimäärin: I luokka 47 %, II luokka 46 % ja P-luokka 7 %. Tukkipuiden laatu harsintakuusikoissa näyttää näin ollen olevan Suomen eteläpuoliskon keskimäärää huonompi.

Puuvarasto.

Harsintakuusikon puuvaraston kehitys nähdään kuvasta 27.

Samaan kuvaan on piirretty aineiston yhtenäisyyden tarkistusta silmälläpitäen myös murtoviiva, joka kuvaa tutkimusmetsiköiden puuvarastoja 10 vuotta sitten. Molemmat kuvassa 27 esitetyistä murtoviivoista ovat kutakuinkin yhdenmukaisia; puuvarastoihinsa nähden tutkimusmetsiköt näyttävät näin ollen edustavan yhtenäistä kehityssarjaa. Kuitenkin on to-



Kuva 27. Puuvarasto (kuorineen) nuorena harsituissa kuusikoissa. Mustikkatyyppi.
Abb. 27. Kubikmasse (mit Rinde) der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

dettavissa, että tutkimusmetsiköiden puuvarastot 10 vuotta sitten ovat olleet hieman suurempia kuin iältään vastaavien tutkimusmetsiköiden on tutkimusaikana ollut.

Puuvaraston kehityksessä voidaan panna merkille seuraavaa. Taimistokauden alussa, niin kauan kuin metsikkö vielä sisältää vanhasta puustosta peräisin olevia jätepuita, puuvarasto hieman pienenee. Taimistokauden lopulla puuvarasto kuitenkin alkaa nopeasti kasvaa ja saavuttaa riukumetsäkauden alussa n. 50-vuotisissa metsiköissä korkeimman määränsä (n. 150 m³/ha). Tämän jälkeen tukkipuun harsinnat alkavat voimakkaina kohdistua puustoon, ja puuvarasto pienenee nopeasti.

Taulukko 42. Harsintakuusikon puuvaraston vertailu luonnon normaalin metsikön ja Etelä-Suomen kuusivaltaisten metsien puuvarastoon.

Tabelle 42. Kubikmasse des Fichtenplenterwaldes im Vergleich zu derjenigen des naturnormalen Bestandes und der Wälder mit vorherrschender Fichte in Südfinnland.

Kuusi — *Fichte*	Ikä v. — *Alter J.*				
	—20	21—40	41—60	61—80	81—100
	m³/ha (kuorineen) *fm/ha (mit Rinde)*				
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*					
Harsintakuusikko — *Fichtenplenterwald*	39	50	143	86	·
Luonnon normaali — *Naturnormaler B.*	4	60	181	311	411
Etelä-Suomi — *Südfinnland*	31	64	94	118	138

Kun verrataan harsintakuusikon puuvarastoa luonnon normaalin kuusikon puuvarastoon (taulukko 42; Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 38 mukaan), niin huomataan, että aluksi, taimistokautena, edellisen puuvarasto on suurempi kuin jälkimmäisen. Tämä johtuu siitä, että taimistokautena harsintakuusikko sisältää melkoisesti edellisestä puustosta jääneitä ylispuunluontoisia jätepuita, jotka kohottavat puuvaraston suuruutta. Pian kuitenkin, jo tiheikkökautena, luonnon normaalin kuusikon puuvarasto saavuttaa harsintakuusikon. Tiheikkökautena sekä riukumetsäkauden alussa harsintakuusikon sekä luonnon normaalin kuusikon puuvarastojen kehitys näyttää samantapaiselta. — Tämän kehityskauden kuluessa nämä metsikkömuodot ulkonaisestikin muistuttavat toisiaan, kuten aikaisemmin on huomautettu. — Heti harsintakauden alussa, ensimmäisten voimakkaiden tukkipuun harsintojen kohdistuttua harsintakuusikkoon, jää viimeksimainitun puuvarasto kuitenkin huomattavasti pienemmäksi kuin vastaavan luonnon normaalin kuusikon. Ja sitä mukaa kun harsinnat jatkuvat, tämä ero suurenee nopeasti.

Vertailu harsintakuusikon ja luonnon normaalin kuusikon puuvarastojen kehityksen välillä osoittaa, että tukkipuun harsinnat kohdistuvat harsintakuusikkoon voimakkaina jo sel-

laisessa metsikön kehitysvaiheessa, jossa vielä olisi olemassa hyvät biologiset edellytykset puuvaraston nopeallekin lisääntymiselle.

Suomen eteläpuoliskon kuusivaltaisten metsien ikäluokittaisiin keskimääriin verrattuna (taulukko 42; Yrjö Ilvessalo 1942, s. 291 mukaan) harsintakuusikon puuvarasto osoittaa melkoista yhdenmukaisuutta.

Harsintakuusikon koko kiertoajan keskimääräiseksi puuvarastoksi saadaan kuvassa 27 esitetyn diagramman mukaan laskien (70 vuoden kiertoaika) n. 76 m³/ha. Suomen eteläpuoliskosta ei ole käytettävissä lukuja, jotka olisivat suoranaisesti rinnastettavissa tähän lukuun. Mainittakoon kuitenkin, että II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 290) Suomen eteläpuoliskon yksityismetsissä keskikuutio oli mustikkatyypillä 85.0 m³/ha.

Tuotto.

Tuottolaskelma.

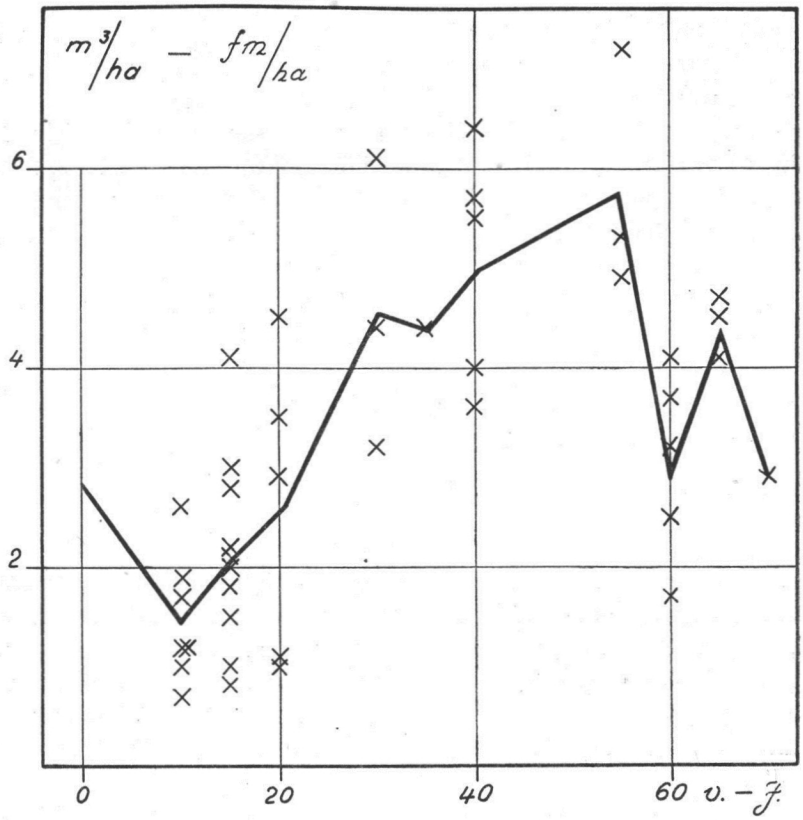
Harsintakuusikoiden tuottoa selvittelevä laskelma on suoritettu samalla tavalla kuin vastaava laskelma harsintamännikköihin nähden. Tärkein ero on se, että hakkuumäärien huomioiminen on ulotettu vain 14 vuotta tutkimusvuodesta taaksepäin (harsintamänniköissä 16 vuotta). Näin on katsottu olevan syytä menetellä sen vuoksi, että kantojen lahoaminen näyttää tuoreilla kankailla tapahtuvan jonkin verran nopeammin kuin kuivilla kankailla.

Biologisen kokonaistuoton määräksi on mustikkatyypin harsintakuusikossa saatu (70 v:n kiertoaika) n. 262 m³/ha (kuoretta). Teknillisen kokonaistuoton laskelmassa on päädytty — ilmeisesti sattumalta — aivan samaan lukuun.

Niiden monien virhemahdollisuuksien johdosta, joita laskentamenetelmiin sisältyy, olisi melkoinenkin ero ollut odotettavissa. Kuitenkin on sanottava, että poiston laskennassa käytetty menetelmä näyttää soveltuvan paremmin käytettäväksi harsintakuusikoissa kuin harsintamänniköissä, syystä että hakkuut ensinmainituissa yleensä ovat lievempiä ja toistuvat useammin, mistä johtuu, että ne jakaantuvat tasaisemmin kiertoajan eri osille. Tämän johdosta sellaisen systemaattisen virheen vaara, joka nähtävästi on päässyt vaikuttamaan harsintamänniköiden tuottolaskelmassa, on pienempi.

Kasvu.

Harsintakuusikon kasvun kulku nähdään kuvasta 28. Taimistoissa kasvu ensin taantuu, mutta jo taimistokauden loppupuolella se alkaa nopeasti suureta ja saavuttaa korkeimman määränsä riukumetsäkauden alussa noin 50-vuotisissa metsiköissä. Metsikön tässä kehitysvaiheessa tukkipuun harsinnat alkavat voimakkaina kohdistua puustoon, ja samalla kasvu nopeasti pienenee.



Kuva 28. Vuotuinen juokseva kuutiokasvu nuorena harsituissa kuusikoissa. Mustikkatyyppi.
Abb. 28. Jährlicher laufender Massenzuwachs der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

Taulukko 43. Harsintakuusikon kasvun vertailu luonnon normaalin metsikön ja Etelä-Suomen kuusivaltaisten metsien kasvuun.

Tabelle 43. Zuwachs des Fichtenplenterwaldes im Vergleich zu demjenigen des naturnormalen Bestandes und der Wälder mit vorherrschender Kiefer in Südfinnland.

Kuusi — *Fichte*	Ikä v. — *Alter J.*				
	—20	21—40	41—60	61—80	81—100
	m³/ha — *fm/ha*				
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*					
Harsintakuusikko — *Fichtenplenterwald*	1.5	4.6	5.6	2.9	·
Luonnon normaali — *Naturnormaler B.*	0.6	4.8	7.4	7.5	6.3
Etelä-Suomi — *Südfinnland*	1.5	3.4	3.7	3.4	3.0

Kun verrataan harsintakuusikon kasvun kulkua luonnon normaalin kuusikon kasvuun (taulukko 43; Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 38 mukaan),

niin nähdään, että aivan nuorissa taimistoissa harsintakuusikon kasvu on suurempi kuin luonnon normaalin kuusikon, mutta jo taimistokauden lopulla viimeksimainittu tavoittaa ensinmainitun. Tästä alkaen luonnon normaalin ja harsintakuusikon kasvun kulku on kutakuinkin samanlaista aina siihen saakka, kunnes tukkipuun harsinnat alkavat viimeksimainitussa voimakkaina. Siitä lähtien harsintakuusikon kasvu jää jyrkästi jälkeen luonnon normaalin kuusikon kasvusta.

Vertailu harsintakuusikon ja luonnon normaalin kuusikon kasvun välillä osoittaa, että tukkipuun harsinnat alkavat voimakkaina jo niissä metsikön kehitysvaiheissa, joissa puuston kasvu vielä on parhaimmillaan; ne kohdistuvat kirjaimellisesti »nuoriin, kasvuisiin metsikköihin».

Suomen eteläpuoliskon kuusivaltaisten metsien ikäluokittaisiin keskimääriin verrattuna (taulukko 40; Yrjö Ilvessalo 1942, s. 339 mukaan) harsintakuusikon kasvun kulku osoittaa melkoista yhdenmukaisuutta.

Harsintakuusikon koko kiertoajan (70 v.) keskimääräiseksi kasvuksi saadaan 3.7 m³/ha kuoretta. Luonnon normaalissa kuusikossa vastaava kasvu on (Yrjö Ilvessalo 1920 b, s. 38) 4.8 m³/ha (28 % suurempi kuin harsintakuusikossa). Suomen eteläpuoliskon metsistä ei ole käytettävissä lukuja, jotka olisivat rinnastettavissa harsintakuusikon keskimääräiseen kasvuun. Mainittakoon kuitenkin, että II:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 338) Suomen eteläpuoliskossa yksityismetsien keskikasvu oli mustikkatyypillä 3.26 m³/ha.

Hakkuumäärät.

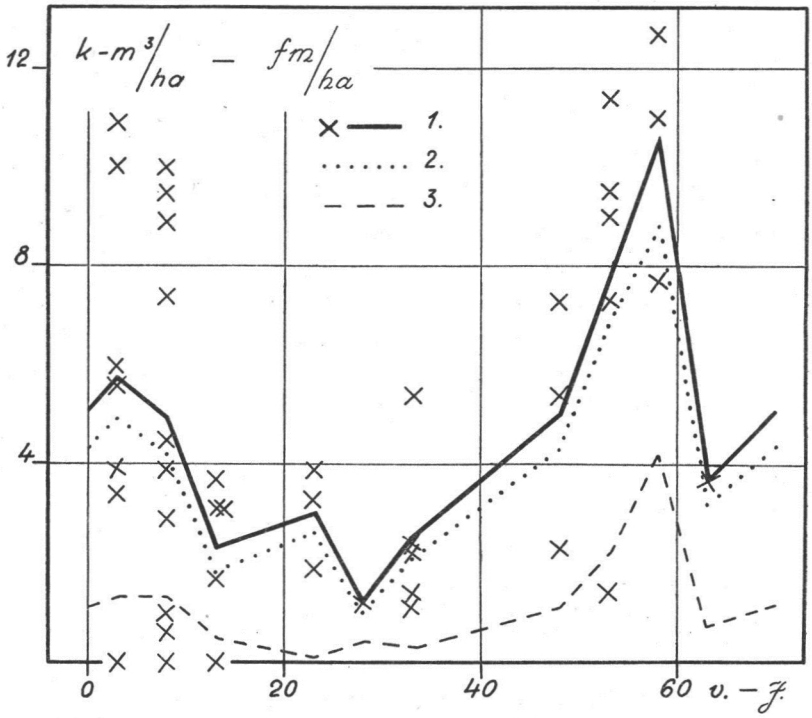
Harsintakuusikoista keskimäärin vuosittain hakatut puumäärät näkyvät kuvasta 29.

Kokonaishakkuumäärää (kuoretta) kuvaavan murtoviivan kulkua tarkastettaessa nähdään, että taimistokauden alussa hakkuumäärät — jatkona harsintakaudelle — ovat verrattain suuria, mutta pienenevät nopeasti ja saavuttavat pienimmän määränsä tiheikkökautena. Riukumetsäkautena hakkuumäärät nopeasti kohoavat, harsintakausi alkaa, ja n. 50—60-vuotisissa metsiköissä hakkuumäärät kohoavat korkeimmilleen (vuosittain n. 10 m³/ha). Sen jälkeen hakkuumäärät nopeasti pienenevät.

Verrattaessa vuotuisen hakkuumäärän ja kasvun kulkua toisiinsa kiinnittää huomiota, että harsintakuusikoissa hakkuumäärät jo suhteellisen nuorissa, n. 50—60-vuotisissa metsiköissä tavoittavat kasvun ja ylittävät sen.

Hakkuumäärä kuorineen on laskettu ja hakkuumäärä eritelty muutamiin tärkeimpiin puutavaralajeihin samoin kuin harsintamänniköissäkin. Tulos nähdään kuvasta 29. — Selvyyden vuoksi tähän kuvaan on piirretty

vain hakkuumäärä kuorineen ja kuoretta sekä tukkien määrä. Kuusityvitukeille on otettu minimimitaksi 18′ × 7″ ja latvatukeille 14′ × 7″, kaikki läpimitat kuoren alta. Propsipuuksi[1]) on luettu tukkipuun kokoa pienempi puu 8 cm:n latvaläpimittaan saakka ja haloiksi sitä pienempi puu metrin mittaisina pölkkyinä 4 cm:n läpimittaan saakka kuoren alta (vrt. Yrjö Ilvessalo 1938, ss. 96—97). Tukit ovat kuoretta, teknillistä mittaa, propsit puolipuhtaaksi kuorittuja ja halot kuorineen.



Kuva 29. Vuotuinen hakkuumäärä nuorena harsituissa kuusikoissa. Mustikkatyyppi. 1=hakkuumäärä kuorineen, 2=hakkuumäärä kuoretta, 3=tukit kuoretta.
Abb. 29. Jährlicher laufender Hiebssatz der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ. 1 = Hiebssatz mit Rinde, 2 = Hiebssatz ohne Rinde, 3= Sägeholzblöcke ohne Rinde.

Kuvassa 29 kiinnittää erityisesti tukkien hakkuumäärän suuruutta kuvaava murtoviiva huomiota. Tukkipuita harsitaan miltei kaikkina metsikön kehityskausina. Suurimmilleen tukkien hakkuumäärä nousee n. 50—60-vuotisissa metsiköissä.

Diagrammojen perusteella on mahdollista laskea koko kiertoajan kokonaishakkuumäärä ja sen (teoreettinen) jakaantuminen tärkeimpien puutavaralajien kesken, ja näiden perusteella edelleen vastaavat luvut keskimäärin vuotta kohden. Viimeksimainitut nähdään taulukosta 44.

[1]) Pyöreätä kuusi- ja mäntypinotavaraa on yhteisesti nimitetty propsipuuksi.

Taulukko 44. Keskimääräinen vuotuinen hakkuumäärä nuorena harsituissa kuusikoissa.

Tabelle 44. Mittlerer jährlicher Hiebssatz in den im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbeständen.

Metsätyyppi — *Waldtyp*	Hakkuumäärä *Hiebssatz*		Hakkuumäärä eriteltynä *Zusammensetzung des Hiebssatzes*				
	Kuorineen *Mit Rinde*	Kuoretta *Ohne Rinde*	Tukit *Sägeholzblöcke*	Propsit *Kleines Nutzholz*	Polttopuu *Brennholz*	Hakkuutähteet *Hiebsreste*	Yhteensä *Insgesamt*
	k-m³/ha — *fm/ha*						
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*	4.4	3.7	1.1	2.0	0.5	0.8	4.4
	%						
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*	100	84	25	46	11	18	100

Kun verrataan harsintakuusikon hakkuumäärien rakennetta aikaisemmin esitettyyn (s. 102) Suomen eteläpuoliskon keskimääräiseksi hakkuumäärien rakenteeksi arvioituun käyttökuutiometrin rakenteeseen, niin havaitaan, että tukkien prosenttimäärä on kummassakin kutakuinkin sama.

Vaikkakin hakkuut harsintakuusikoissa kohdistuvat voimakkaina erityisesti puuston järeimpään osaan, niin tukkien osuus hakkuumäärästä ei siitä huolimatta näytä nousevan erityisen suureksi. Syyt tähän ilmiöön ovat nähtävästi samat kuin harsintamänniköissäkin.

Uudistuminen.

Siementyminen.

Kuusikon vuotuinen siemensato osoittaa vielä suurempaa epäsäännöllisyyttä kuin männikön. Hyvinä siemenvuosina siemennys on erinomaisen runsas, mutta välivuosina taas kovin heikko, siemenkatoa lähentelevä (Heikinheimo 1937 a, s. 19). Uudistusalojen siementyminen jää näin ollen jokseenkin kokonaan hyvien siemenvuosien varaan.

Kuten männyn niin kuusenkin siemenvuosien kertautuminen maassamme tunnetaan parhaiten ajanjaksolta 1927—1936, jolta Heikinheimo (1937 a) on julkaissut yksityiskohtaiset tutkimustulokset. Tämän ajanjakson kuluessa on sattunut kaksi hyvää kuusen siemenvuotta, v. 1934 ja v. 1929. Myöhäisemmältä ajalta vuosi 1942 on ainoa hyvä kuusen siemenvuosi. Aikaisemmalta ajalta tiedot taas ovat epävarmempia. Heikinheimon (1932, s. 12) mukaan vuosi 1925 on ollut keskinkertainen ja paikoin sitä parempi kuusen siemenvuosi. Vuosi 1922 näyttää Etelä-Suomessa olleen hyvä kuusen siemenvuosi (Hertz 1932, s. 24), samoin

vuosi 1914 (Heikinheimo 1915, s. 127 ja s. 138) sekä vuosi 1909 (Heikinheimo 1915, s. 138). Keskimäärin olisi kuusella tällä vuosisadalla näin ollen ollut hyviä siemenvuosia joka 6.—7. vuosi.

Välittömiä tutkimuksia harsintakuusikoiden siemensadosta käsillä olevassa tutkimuksessa on suoritettu niukasti. Tärkein syy tähän on ollut se, että tutkimusalueella on kaikkina varsinaisina tutkimusvuosina sattunut kuuselle jokseenkin täydellinen siemenkato.

Siemenlaatikoita on asetettu vain yhteen tutkimusmetsikköön (koeala n:o 1). Tulokset nähdään taulukosta 45. Viisivuotiskaudelle 1939—1943 saatua tulosta, 6.2 kg [1]) täysinäistä siementä hehtaaria kohden, voitaneen pitää tyydyttävänä siemensatona.

Taulukko 45. Vuotuinen siemensato nuorena harsituissa kuusikoissa. Harsintakausi.

Tabelle 45. Jährlicher Samenertrag der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Plenterperiode.

Koeala n:o *Nr. der Probefläche*	Siemenlaatikkojen luku kpl *Anzahl der Samenkästen St*	Vuosi *Jahr*	Mänty — *Kiefer*		Kuusi — *Fichte*		Koivu — *Birke*	
			Täysiä *Voll*	Tyhjiä *Hohl*	Täysiä *Voll*	Tyhjiä *Hohl*	Täysiä *Voll*	Tyhjiä *Hohl*
			Siemeniä kpl/m² — *Samen St/qm*					
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*								
1	2	1939	2.5	2.5	1.0	0.5	9.5	—
	2	1940	13.0	4.5	0.5	—	32.0	4.0
	2	1941	15.5	38.0	0.5	0.5	1 275.0	82.0
	2	1942	14.0	6.0	124.0	62.0	368.0	89.5
	2	1943	10.5	13.5	13.5	40.0	1 790.0	60.5
Yhteensä — *Insgesamt*			55.5	64.5	139.5	103.0	3 474.5	236.0

Käpyjen lukuun perustuva siemennyksen arvioiminen ei ole ollut mahdollista. Ensimmäisenä varsinaisena tutkimusvuotena (1938) kuusessa tosin oli melkoisesti vanhoja käpyjä, mutta niiden perusteella ei kuitenkaan voitu tehdä mitään yksityiskohtaisia laskelmia siemensadon suuruudesta. — Yleensä oli näiden vanhojen käpyjen perusteella kuitenkin havaittavissa, että tukkipuun harsinnoissa vapautuneet, aikaisemmin vallitussa asemassa olleet kuuset näyttävät elpyvän nopeammin ja paremmin käpyjä valmistaviksi kuin vastaavanlaiset männyt (vrt. Heikinheimo 1932, s. 39). Hyvänä kuusen siemenvuotena 1942 saatiin jälleen todeta, että käpyjä oli runsaasti mitä erikokoisimmissa puissa, myös hakkuissa vapautuneissa aikaisemmissa alikasvoskuusissa. Useissa tutkimuksissa onkin osoitettu, että kuusikossa eri latvuskerrosten käpyisyys ja siemensato on tasaisempaa kuin männiköissä.

[1]) 1 000 täyden kuusen siemenen paino 4.424 g (Heikinheimo 1937 a, s. 26).

Hannikainen (1919, s. 67) mainitsee, että sangen usein on aivan pienissäkin, 2 ja 3 metrin pituisissa kuusissa runsaina siemenvuosina käpyjä.

Venäjällä A. N. Sobolew ja A. W. Fomitschew ovat Pietarin läheisyydessä suorittamillaan tutkimuksilla osoittaneet (Morosow 1928, s. 25), että kun Kraftin I luokan kuusten satoisuutta merkitään 100:lla, niin II luokan satoisuus on 88, III luokan 37, IV luokan 0.5 ja V luokassa ei ole yhtään käpyjä eikä siemeniä.

Ernst (1930, s. 509) on Saksassa Grafrathissa suorittamissaan tutkimuksissa todennut siemensadon eräissä 100—110-vuotisissa kuusikoissa jakaantuvan eri puuluokkien kesken seuraavasti: 1. 58.6 %, 2. 38.4 %, 3. 3.0 % ja 4. 0.0 %. Vastaavat runkoluvut olivat: 1. 27.6 %, 2. 40.6 %, 3. 14.4 % ja 4. 17.4 % kokonaisrunkoluvusta.

Heikinheimo (1932, s. 39) esittää yhdistelmän neljästä kuusikkokoealasta, joiden siemensato keskimäärin jakaantui eri latvuskerrosten kesken seuraavasti: I 51.2 %, II 46.7 %, III 2.1 % ja IV 0.0 % koko siemensadosta. Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoissa Heikinheimo (1939 a, s. 128) on todennut keskikokoisten ja sitä pienempien kuusten suhteellisen satoisuuden erittäin huomattavaksi (vrt. myös Heikinheimo 1922, s. 29).

Suurimmat, jo tukkipuun mitan saavuttaneet kuuset näyttävät hakkuualoilla kärsivän. Niiden oksiston nauhakuusta muistuttava ulkonäkö osoittaa tuulien kuivattavan vaikutuksen haittaavan niitä, ja runko on usein auringon poltteen vikuuttama. Heikinheimo (1931 a, s. 15) onkin todennut, että kuusen siemensato ei nouse kuten männyn sen jälkeen, kun kuusikko on saatettu siemenpuuasentoon. Myös myrskyn tuhoille tällaiset kuuset ovat alttiita (vrt. esim. Laitakari 1930 b, s. 556). Myrskyn tuhoja on esiintynyt mm. koealoilla n:o 183 ja 184.

Joskin välittömät tutkimukset harsintakuusikoiden siemensadosta olosuhteiden pakosta ovat supistuneet vain enemmän tai vähemmän erillisiksi havainnoiksi, niin toisaalta harsintakuusikoiden uudistumistapahtuman taimettumisvaihetta koskevat tutkimukset luovat välillisesti valaistusta myös siementymisvaiheeseen.

Uudistumisvuodet.

Erityisten uudistumisvuosien mahdollista esiintymistä harsintakuusikoiden uudistumistapahtumassa selviteltiin samoin kuin harsintamänniköissäkin.

Taulukosta 46, s. 194 nähdään harsintakuusikoissa esiintyneiden taimistojen vuosiluokkasarjat sekä eräitä muita mittaustuloksia taimistoista, joihin palataan myöhemmin. Vuosiluokkasarjojen kokonaiskeskimäärä soveltuu parhaiten uudistumisvuosien tarkkailuun. Sitä tarkastettaessa nähdään, että vv. 1928—1930 on taimiprosenteissa havaittavissa verrattain selvä maksimi. Kaikkiaan n. 28 % kaikista tutkituista kuusen taimista on syntynyt näinä vuosina. Tämä maksimi liittyy ilmeisestikin hyvään kuusen siemenvuoteen 1929. Sikermäisyys johtuu nähtävästi samoista syistä kuin vastaava ilmiö harsintamänniköissäkin: taimien iän määräämiseen liitty-

Taulukko 46. Mittaustuloksia nuorena harsittujen kuusikoiden taimistoista.

Tabelle 46. Messungsergebnisse von Anflügen der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Taimiluku *Pflanzenzahl* <0.1 m	0.1—1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*	Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen* I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	Taimien jakaantuminen syntymävuosiin *Verteilung der Pflanzen nach Geburtsjahren* 1940	39	38	37	36	35	[1] **34**	33	32	31	1930	**29**	28	27	26	25	24	23	**22**	21	—1920	Lämmitäryksiä kpl *Altersbestimmungen St.* Yhteensä *Insgesamt*
	Kpl/ha — *St/ha*				%																									
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*																														
Taimisto — *Jungwuchs*																														
1	2 000	33 000	35 000	7.5	6	94	—	100	·	·	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	32	13	10	16	10	—	—	—	100	31
5	1 000	6 500	7 500	3.0	3	87	10	100	·	·	—	—	—	—	7	9	18	25	22	7	2	4	2	2	2	—	—	—	100	55
74	2 000	3 200	5 200	2.5	9	88	3	100	·	·	—	—	—	—	12	17	12	7	7	14	7	**5**	4	5	5	1	2	1	1	100	81
183	—	21 500	21 500	6.0	16	84	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	**21**	25	29	13	8	—	—	—	—	—	100	52
184	500	17 000	17 500	7.0	4	96	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	**44**	24	—	—	8	—	—	—	—	8	100	25
190	1 500	18 500	20 000	7.0	5	81	14	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	14	21	**23**	17	7	2	5	2	2	—	5	100	43
201	3 000	24 000	27 000	8.0	5	95	—	100	—	—	—	—	—	—	3	8	3	10	43	25	3	5	—	—	—	—	—	—	—	100	39
6	11 500	10 800	22 300	7.0	9	56	35	100	·	·	—	—	—	—	—	3	5	22	30	18	5	—	**6**	4	2	1	2	—	2	100	102
7	9 000	7 000	16 000	5.0	2	85	13	100	·	·	—	—	—	—	—	—	8	31	23	2	6	6	**8**	4	5	1	2	4	—	100	81
9	4 000	4 600	8 600	3.3	4	58	38	100	·	·	—	—	—	—	8	9	1	8	**8**	11	19	5	5	3	1	9	5	6	2	100	65
17	3 300	13 500	16 800	5.7	18	79	3	100	·	·	—	—	—	4	—	—	4	—	**8**	2	3	**3**	10	12	18	15	12	3	6	100	107
22	500	15 600	16 100	6.0	—	92	8	100	·	·	—	—	—	2	1	3	6	4	**16**	13	12	16	4	2	4	4	4	1	8	100	107
23	—	5 300	5 300	3.0	5	88	7	100	·	·	—	—	—	—	1	—	—	1	**8**	3	12	1	**29**	1	17	5	8	1	13	100	67
30	2 500	3 300	5 800	4.5	13	74	13	100	·	·	—	—	—	—	—	—	46	—	—	1	5	1	6	2	9	4	5	7	14	100	85
32	500	3 500	4 000	1.0	3	77	20	100	·	·	—	—	—	—	—	**4**	6	—	4	3	12	10	13	9	6	10	9	8	6	100	69
36	—	3 800	3 800	2.0	2	58	40	100	·	·	—	—	—	—	—	**9**	—	4	11	9	4	6	10	3	10	9	4	11	10	100	70
76	1 000	14 300	15 300	5.5	8	83	9	100	·	·	—	—	—	—	2	3	—	3	2	2	8	**14**	18	15	12	11	4	2	4	100	129
11	7 000	2 100	9 100	1.5	5	38	57	100	·	·	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	7	7	24	7	11	9	7	15	100	45
34	1 000	3 500	4 500	2.5	6	83	11	100	·	·	—	—	—	—	13	—	1	13	1	2	3	4	6	6	6	9	10	8	18	100	66
48	2 000	7 200	9 200	5.0	28	67	5	100	·	·	—	—	—	—	—	1	—	7	12	7	7	6	9	3	7	7	13	6	15	100	69
90	—	13 000	13 000	2.5	24	64	12	100	·	·	—	—	—	—	3	5	4	9	**5**	5	5	9	11	15	13	10	4	—	2	100	104
Keskimäärin— *Mittel*		13 500		4.5	8	78	14	100	—	—	—	—	—	—	2	3	5	7	11	11	10	9	9	7	7	6	4	3	6	100	71

[1]) Hyvät kuusen siemenvuodet painettu lihavalla. — *Gute Samenjahre der Fichte fett gedruckt.*
[2]) Hakkuuvuosien taimiprosentit painettu lihavalla. — *Pflanzenprozente der Hiebsjahre fett gedruckt.*

Tiheikkö — *Dickung*																														
197	13 500	32 000	45 500	7.0	17	83	—	100	—	—	—	—	**1**	1	12	5	8	12	7	2	3	2	7	5	12	10	7	5	1	100	91
27	22 500	6 200	28 700	6.0	15	82	3	100	·	·	—	—	—	9	9	**24**	21	10	3	3	—	4	1	1	1	1	2	2	9	100	103
198	1 500	28 500	30 000	7.0	19	81	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	6	11	13	6	18	17	10	3	7	100	82
199	1 500	12 500	14 000	6.5	19	81	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	18	4	7	14	9	9	5	4	5	20	100	55
85	1 500	12 200	13 700	3.5	15	84	1	100	·	·	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	8	10	12	8	12	9	10	9	18	100	81
Keskimäärin— *Mittel*			26 400	6.0	17	82	1	100	—	—	—	—	*Δ*	2	4	6	6	4	4	7	4	7	9	6	10	8	**7**	5	11	100	82
Riukumetsä — *Stangenholz*																														
44	9 500	4 100	13 600	3.5	55	42	3	100	·	·	—	—	—	—	4	—	13	12	9	15	10	4	6	**2**	2	6	1	2	14	100	119
54	·	·	4 000	2.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
189	1 000	5 000	6 000	4.0	6	94	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	23	18	—	53	100	17
195	·	·	16 500	4.0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
233	1 000	11 000	12 000	4.0	—	100	—	100	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	5	5	11	**5**	13	29	15	11	—	—	—	100	38
89	12 500	1 100	13 600	4.0	86	14	—	100	·	·	—	—	—	13	13	6	—	—	6	41	**14**	7	—	—	—	—	—	—	—	100	43
200	·	·	2 500	2.0	·	·	·	·	—	—	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Keskimäärin— *Mittel*			9 700	3.4	37	62	1	100	—	—	—	—	—	4	5	1	3	3	5	15	9	4	5	8	6	10	5	*Δ*	17	100	54
Harsintakausi — *Plenterperiode*																														
182	3 500	21 000	24 500	7.0	27	70	3	100	—	—	—	—	—	—	9	**9**	14	16	27	11	5	7	—	2	—	—	—	—	—	100	44
38	15 500	4 300	19 800	6.5	10	88	2	100	·	·	—	—	—	**13**	27	30	11	2	1	1	—	6	—	2	2	2	1	1	1	100	75
39	500	5 500	6 000	2.0	4	91	5	100	·	·	—	—	—	—	1	3	**5**	13	10	15	17	10	**6**	4	2	1	1	2	10	100	109
65	3 500	3 200	6 700	3.5	26	59	15	100	·	·	—	—	—	—	**1**	5	7	6	5	3	4	—	10	4	5	5	5	6	34	100	112
80	3 500	3 700	7 200	3.5	30	69	1	100	·	·	—	—	2	**5**	11	14	15	10	13	**7**	3	2	2	2	3	2	1	1	7	100	123
81	2 000	6 100	8 100	3.0	18	74	8	100	·	·	—	—	—	—	23	—	7	3	12	**14**	13	9	7	3	1	1	2	1	4	100	100
2	600	15 300	15 900	5.0	23	74	3	100	—	—	—	—	—	2	2	**5**	2	3	3	9	10	13	7	13	8	2	5	5	11	100	100
46	2 500	2 500	5 000	2.5	10	87	3	100	·	·	—	—	—	—	—	5	14	15	15	29	8	3	1	**2**	2	2	2	—	2	100	89
84	2 000	8 600	10 600	4.5	28	69	3	100	·	·	—	—	—	6	9	—	**3**	1	7	11	12	**10**	12	8	7	2	4	1	7	100	117
86	3 000	13 200	16 200	6.5	22	77	1	100		·	—	—	—	—	**9**	1	1	1	13	1	8	11	24	15	6	6	1	1	2	100	126
Keskimäärin— *Mittel*			12 000	4.4	20	76	4	100	—	—	—	—	*Δ*	3	9	7	8	7	11	10	8	7	7	5	4	2	2	2	8	100	100
Kokonaiskeskimäärä — *Gesamtmittel*					—	—	—	—	—	—	—	—	*Δ*	1	5	5	6	6	9	11	8	8	8	6	6	6	4	3	8	100	78
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*																														
3	3 000	5 500	8 500	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
66	4 500	3 300	7 800	3.5	7	70	23	100	·	·	—	—	21	44	**21**	7	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	112
4	2 000	5 100	7 100	3.5	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Keskimäärin— *Mittel*			7 800	3.5	7	70	23	100	·	·	—	—	21	44	21	7	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	112

vistä virheellisyyksistä sekä siementen jälki-itämisestä. Vuosi 1929 on ollut kosteussuhteiltaan keskimääräinen (humidisuus 13.0; taulukko 16, s. 110), vuosi 1930 hieman kuivempi (humidisuus 11.4). — Muita selviä maksimeja ei kokonaiskeskimäärässä erotukaan. Erityisesti odottaisi sellaista vuoden 1934 paikkeilla, sillä olihan tämä vuosi hyvä kuusen siemenvuosi sekä lisäksi kosteussuhteiltaan suotuisa (humidisuus 17.1). Tarkastettaessa yksityisten tutkimusmetsiköiden vuosiluokkasarjoja havaitaankin useassa vuoden 1934 kohdalla selvä maksimi. Uudistumisvuotena vuosi 1934 ei ilmeisesti kuitenkaan ole vetänyt vertoja vuodelle 1929.

Edellä suoritetun tarkastelun perusteella on sanottava, että kuusen uudistumisvuosien esiintyminen tuoreiden kankaiden harsintakuusikoissa näyttää riippuvan ensi kädessä kuusen siemenvuosien esiintymisestä. Kasvukauden kosteussuhteiden merkitys uudistumisvuosien muodostumisessa on epäselvempi.

Pintakasvillisuus.

Kasviluettelot tutkituista mustikkatyypin harsintakuusikoista nähdään taulukosta 47. Tutkimusmetsiköt on siinä järjestetty vallitsevan puuston iän mukaan. Seuraavassa tarkastetaankin ensinnä mustikkatyypin harsintakuusikoita.

Varpujen ja sammalien keskimääräisessä peittävyydessä ei harsintakuusikon eri kehityskausina näytä tapahtuvan oleellisia muutoksia, heinäruohokerroksessa muutokset sen sijaan ovat verrattain voimakkaita ja selviä. Taimistokautena heinä-ruohokerroksen kokonaispeittävyys on suurimmillaan, tiheikkö — riukumetsäkautena se melko jyrkästi pienenee, kunnes se sitten taas harsintakautena alkaa vähitellen suureta. Viimeksimainittu kehitys on ilmeisesti yhteydessä puuston taholta pintakasvillisuuteen kohdistuvan kilpailun vähenemisen kanssa.

Tarkkailemalla pintakasvillisuuden eri lajien frekvenssilukuja harsintakuusikon eri kehitysvaiheisiin kuuluvissa tutkimusmetsiköissä havaitaan, että useimmat ja ainakin kaikki tärkeimmät pintakasvillisuuden lajit esiintyvät verrattain tasaisesti levinneinä harsintakuusikkoon sen kaikkina eri kehityskausina. Ne erot, jotka varsinkin heinä-ruohokerroksessa ovat havaittavissa harsintakuusikon eri kehityskausien välillä, johtuvat näin ollen suurimmalta osalta kasvien erilaisesta rehevyysasteesta (Tertti 1939 a, s. 25).

Erityisesti Tertti (1939 b, s. 153) on kiinnittänyt huomiota siihen vaaraan, joka pieniä kuusen taimia uhkaa paksun sammalen taholta. Tertin mukaan sammal muodostaa mekaanisen esteen siemenille niiden matkalla puusta humuksen pinnalle. Ja mikä pahinta, sammal suorastaan tukahduttaa sisäänsä suuren määrän kuusen sirkkataimia, ja nekin, jotka lopulta selviytyvät voittajina sammalesta, ovat menettäneet monta vuotta tässä epätoivoisessa kamppailussa.

Tämä pitää suureksi osaksi paikkansa harsintakuusikkoihinkin nähden. Sammaleen hautautuneita ja ilmeisesti sen tähden kituneita kuusen taimia on löydetty runsaasti (esim. harsintakautta edustavissa metsiköissä n. 12 % kaikista taimista). Kuitenkin on sanottava, että sammalpeite harsintakuusikoissa on suhteellisen ohut verrattuna niihin sammalpatjoihin, joita tavataan vanhoissa kuusikoissa esim. valtionmetsissä.

Pintakasvillisuus ei mustikkatyypin harsintakuusikoissa yleensä saavuta sellaista rehevyyttä, että se vakavasti uhkaisi kuusen taimimista. Esim. harsintakauden tutkimusmetsiköissä ruoho-heinäkerroksen yhteinen peittävyys on noussut keskimäärin vain noin 3.1:een, kun sen sijaan vastaava luku esim. käenkaali-mustikkatyypin harsintakuusikoissa on ollut 8.2. Poikkeuksia tietysti on, mutta kuitenkin juuri tämä ruohottumisen ja heinittymisen pysyminen kuusen taimimisen kannalta kohtuuden rajoissa näyttää olevan myönteisimpiä tekijöitä mustikkatyypin harsintakuusikoiden uudistumistapahtumassa.

Kuusen taimimisedellytykset harsintakuusikoissa näyttävät pintakasvillisuutta silmälläpitäen suotuisimmilta välittömästi ensimmäisten voimakkaiden tukkipuun harsintojen jälkeen. Tällöin pintakasvillisuuden taholta pieniin kuusen taimiin kohdistuva kilpailu on heikompi kuin myöhemmin kasvillisuuden muuttuessa yhä rehevämmäksi.

Pintakasvillisuuden tarkastelun yhteydessä on kiinnitettävä huomiota myös niihin pintakasvillisuuden muutoksiin, jotka kuvastavat alkavaa soistumista. Useat tutkituista harsintakuusikoista ovat näet kasvaneet alavilla moreenimailla, jotka tiivispohjaisina ovat olleet herkkiä pintasoistumiselle (esim. Lukkala 1931, s. 28, Yrjö Ilvessalo 1933, s. 4).

Tutkimusmetsiköitä valittaessa kiinnitettiin, kuten aikaisemmin on mainittu, huomiota siihen, ettei koealoihin saanut sisältyä suomaiden laiteita tai soistuneita painanteita. Reunametsiä tarkkailemalla vakuuttauduttiin siitä, että tutkittavaksi otettu alue ennen hakkuuta oli ollut »kovaa» metsämaata. Siitä huolimatta on useiden tutkimusmetsiköiden pintakasvillisuudessa ollut havaittavissa piirteitä, jotka viittaavat alkavaan soistumiseen. Karhunsammal *(Polytrichum commune)* on laajoilla aloilla muodostunut vallitsevaksi (esim. koealat n:o 5, 6 ja 11) ja muodostaa yhtäjaksoisia, paksuja peitteitä (peittävyys 2—3, frekvenssi 8—10). Varvuista on puolukka vallitseva (peittävyys 1—2, frekvenssi 7—10), mustikkaa on silmiinpistävän niukasti (peittävyys 0.1—0.5, frekvenssi 4—5). Heinistä *Deschampsia flexuosa* on yleinen (peittävyys 0.5—1.5, frekvenssi 4—10), sen rinnalla tavataan laidunnetuissa metsiköissä runsaasti *Agrostis tenuista*. Kosteimmista painanteista tapaa *Aulacomnium palustren*, *Carex canescensin* ja *C. globulariksen*. Näyttää todennäköiseltä, että täten todetut

Taulukko 47. Kasviluettelo nuorena harsituista kuusikoista. Mustikkatyyppi.

Tabelle 47. Pflanzenverzeichnis der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

Kasvilaji — *Pflanzenart*	Koealan numero — *Nummer der Probefläche*																		
	1	5	74	201	6	7	9	17	22	23	30	32	36	76	11	34	48	90	197
	Frekvenssi: peittävyys — *Frequenz: Deckung*																		
Cladina spp.	—	—	—	2:0.1	1:△	1:△	1:△	1:△	—	1:△	—	1:△	1:△	1:△	—	—	1:△	—	5:0.1
Cladonia spp.	—	1:△	—	2:0.1	5:0.2	2:0.1	2:△	—	—	—	—	—	—	1:△	3:0.1	2:0.1	—	—	5:0.1
Muita jäkäliä — *Sonst. Flechten*	—	—	—	—	—	—	—	1:0.1	—	—	1:0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	—	△	—	0.2	0.2	0.1	△	0.1	—	△	0.1	△	△	△	0.1	0.1	△	—	0.2
Pleurozium Schreberi	9:2.3	10:1.9	8:1.3	10:3.6	9:1.6	10:1.2	10:3.6	9:3.6	10:3.0	10:1.7	10:1.5	10:3.1	10:2.9	8:0.8	9:1.8	10:3.2	10:2.0	10:0.9	10:6.2
Hylocomium proliferum	7:0.9	7:0.4	6:0.4	8:1.8	6:0.2	7:0.3	6:0.5	8:1.4	7:0.6	5:0.3	9:1.3	5:0.5	8:0.8	5:0.4	6:0.4	—	10:2.4	5:0.6	9:1.5
Rhytidiadelphus triquetrus	—	—	2:0.1	2:0.1	—	—	1:△	1:△	—	—	2:0.1	—	—	—	—	2:△	1:△	1:△	1:△
Dicranum spp.	5:0.5	3:0.2	6:0.2	10:1.4	7:0.6	6:0.1	10:0.9	7:0.5	10:0.5	8:0.4	10:1.4	9:0.4	9:0.4	7:0.3	3:0.2	7:0.4	9:0.7	5:0.4	10:1.4
Polytrichum spp.	9:2.4	10:2.9	1:△	1:0.1	10:3.3	10:2.8	9:1.4	1:△	3:0.1	2:0.1	2:△	5:0.4	3:0.2	1:△	9:2.8	6:0.1	5:0.7	6:0.6	4:0.4
Muita sammalia — *Sonst. Moose*	6:0.8	3:0.3	9:1.6	—	1:△	6:0.7	7:0.3	2:0.1	5:0.2	3:0.1	4:0.1	4:0.2	7:0.5	7:0.3	8:0.7	—	1:0.1	7:0.9	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	6.9	5.7	3.6	7.0	5.7	5.1	6.7	5.6	4.4	2.6	4.4	4.6	4.8	1.8	5.9	3.7	5.9	3.4	9.5
Luzula pilosa	8:0.4	5:0.1	10:0.3	9:0.4	5:0.4	5:0.1	9:0.5	5:0.2	4:0.1	6:0.1	3:0.1	10:0.3	9:0.3	7:0.2	—	9:0.3	5:0.1	7:0.2	8:0.4
Carex spp.	—	2:0.1	6:0.2	—	4:0.7	1:△	1:0.1	4:0.1	1:△	2:0.1	—	5:0.4	—	4:0.1	9:1.2	1:0.1	3:0.3	3:0.4	—
Agrostis tenuis	5:0.5	8:0.8	9:2.3	4:1.4	4:0.3	7:0.6	—	—	—	—	—	—	3:0.8	9:1.5	—	4:0.3	—	9:3.0	3:0.2
Calamagrostis arundinacea	—	—	1:0.1	4:1.2	—	—	—	1:0.1	1:△	5:1.2	9:1.0	—	—	—	—	1:0.1	10:1.0	—	—
Calamagrostis epigejos	6:1.1	—	—	—	1:△	—	—	1:0.2	5:0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deschampsia flexuosa	1:0.5	10:1.3	2:△	10:1.5	9:1.4	9:1.2	10:2.3	8:1.3	9:2.5	10:2.9	8:1.0	10:2.8	9:2.3	8:0.3	4:0.4	10:2.6	1:△	—	10:2.2
Muita heiniä — *Sonst. Gräser*	1:△	—	5:0.2	—	6:0.8	3:0.1	4:0.3	2:0.1	2:0.2	5:1.1	1:△	7:0.8	—	—	—	1:△	—	5:0.3	1:△
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	2.5	2.3	3.1	4.5	3.6	2.0	3.2	2.0	3.7	5.4	2.1	4.3	3.4	2.1	1.6	3.4	1.4	3.9	2.8
Eupteris aquilina	1:△	—	7:1.5	4:1.6	—	—	—	4:0.6	—	3:0.2	—	3:0.1	—	6:0.2	—	5:0.8	—	1:△	1:△
Dryopteris linnaeana	1:△	1:△	—	2:0.1	2:0.1	—	1:△	1:0.1	3:0.2	—	—	—	2:△	—	—	—	5:0.1	—	—
Majanthemum bifolium	9:0.6	8:0.3	5:0.2	10:0.9	10:0.8	10:0.9	9:0.6	5:0.5	7:0.6	7:0.4	4:0.1	6:0.3	10:0.8	1:△	—	8:0.3	7:0.2	1:△	10:1.4
Anemone nemorosa	9:1.5	9:0.6	—	4:0.1	9:0.6	6:0.3	6:0.4	4:0.1	—	—	—	1:△	—	—	—	2:△	—	—	1:△
Viola riviniana	—	—	5:0.1	—	1:△	—	—	2:△	—	3:0.1	—	—	1:△	6:0.2	—	3:0.1	1:△	4:0.1	—
Fragaria vesca	1:△	1:△	8:0.2	10:0.5	3:0.1	1:△	1:△	3:0.1	—	9:0.6	—	2:△	2:0.3	10:0.6	—	1:△	1:△	7:0.3	1:△
Rubus idaeus	4:0.2	—	2:△	5:0.3	4:0.1	—	—	1:△	3:0.1	4:0.1	—	1:△	1:△	7:0.5	—	—	—	2:0.1	—
Chamaenerium angustifolium	—	—	—	1:△	1:△	—	—	1:△	4:0.3	—	3:0.1	5:0.2	—	—	—	2:△	—	—	—
Oxalis acetosella	3:0.2	4:0.1	6:0.2	—	—	2:△	3:0.1	3:0.1	1:△	2:0.3	—	1:△	6:0.2	4:0.1	—	1:△	3:0.1	5:0.1	—
Trientalis europaea	6:0.6	9:0.2	4:0.1	6:0.2	4:0.1	9:0.3	6:0.3	5:0.2	6:0.2	6:0.2	3:0.1	5:0.2	6:0.2	4:0.1	—	7:0.2	8:0.2	1:△	6:0.6
Melampyrum spp.	1:△	—	6:0.1	7:0.2	4:0.3	—	2:0.1	5:0.1	3:0.1	1:△	7:0.3	10:1.2	3:0.1	5:0.1	—	10:0.4	3:0.1	—	4:0.2
Veronica spp.	1:△	1:△	6:0.2	2:0.1	5:0.2	2:0.1	1:0.1	2:△	—	6:0.4	—	3:0.2	4:0.3	6:0.2	—	2:0.1	1:△	5:0.3	—
Muita ruohoja — *Sonst. Kräuter*	5:0.1	2:0.1	10:0.6	10:0.7	6:0.2	4:0.2	4:0.2	4:0.2	3:0.1	8:1.3	4:0.1	4:0.2	7:0.4	8:0.5	—	1:△	6:0.2	7:0.5	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	3.2	1.3	3.2	4.7	2.5	1.8	1.8	2.0	1.6	3.6	0.7	2.4	2.3	2.5	—	1.9	0.9	1.4	2.2
Lycopodium spp.	7:0.6	—	—	2:0.2	—	—	—	—	1:△	—	—	—	1:0.1	1:△	—	2:0.1	2:0.1	—	1:△
Pirola spp.	4:0.1	2:0.1	3:0.1	3:0.1	1:△	1:△	3:0.1	3:0.1	2:△	1:△	—	1:△	1:△	3:0.1	—	2:△	2:0.1	2:△	2:0.1
Calluna vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vaccinium vitis-idaea	10:1.2	10:2.1	10:0.6	9:1.1	7:1.0	10:1.4	10:1.9	8:1.0	10:0.9	10:0.4	10:3.2	8:1.2	10:0.8	10:0.6	10:0.9	8:2.2	10:2.4	10:1.2	10:1.1
Vaccinium myrtillus	10:1.6	4:0.1	9:0.4	9:0.7	5:0.2	9:0.3	6:0.4	4:0.6	3:0.1	5:0.4	1:△	3:0.1	8:0.4	8:0.6	7:0.3	4:0.1	8:0.7	6:0.3	8:1.0
Muita varpuja — *Sonst. Reiser*	5:0.8	2:△	—	—	2:0.1	—	1:0.1	—	1:△	1:△	1:△	1:0.1	—	—	1:△	3:0.1	5:0.1	—	5:0.7
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	4.3	2.3	1.1	2.1	1.3	1.7	2.5	1.7	1.0	0.8	3.2	1.4	1.3	1.3	1.2	2.5	3.4	1.5	2.9

Taul. 47 (jatkoa) — *Tab. 47 (Forts.).*

Kasvilaji — *Pflanzenart*	Koealan numero — *Nummer der Probefläche*																			
	27	198	199	85	44	54	195	233	89	200	38	39	65	80	81	2a[1])	2b	46	84	86
	Frekvenssi: peittävyys — *Frequenz; Dechung*																			
Cladina spp.	—	1:△	6:0.2	—	—	—	—	1:△	1:△	—	5:0.4	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—
Cladonia spp.	—	1:△	5:0.1	—	—	—	—	1:△	—	—	5:0.2	1:△	1:△	—	—	1:△	2:0.1	—	—	—
Muita jäkäliä — *Sonst. Flechten*	—	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	5:0.2	—	—	—	—	1:△	1:△	—	—	1:△
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	—	△	0.3	—	△	—	—	△	△	—	0.8	△	△	—	—	△	0.1	—	—	△
Pleurozium Schreberi	10:2.2	10:4.5	10:4.9	10:2.4	10:2.6	10:0.4	10:2.3	10:4.0	10:2.5	10:4.8	10:4.6	10:3.8	10:1.3	10:1.5	10:1.5	10:4.2	10:0.8	10:2.0	10:2.2	9:2.7
Hylocomium proliferum	9:1.8	10:3.1	9:2.3	—	10:2.7	10:1.8	10:2.8	10:2.6	10:2.6	10:2.0	8:0.7	9:1.3	9:1.9	10:2.6	10:2.6	4:0.6	9:1.1	6:1.1	10:1.6	10:2.7
Rhytidiadelphus triquetrus	1:△	—	—	1:△	5:0.2	4:0.4	—	2:0.1	2:△	4:0.1	—	1:△	—	5:0.1	2:△	1:△	—	2:△	1:△	4:0.1
Dicranum spp.	9:0.6	10:1.6	10:0.9	5:0.3	10:0.8	9:0.3	10:1.7	9:1.3	10:0.7	10:0.8	9:1.3	10:0.8	10:1.5	7:0.4	8:0.3	9:1.0	10:1.9	9:0.8	10:0.9	7:0.3
Polytrichum spp.	2:0.1	3:0.2	3:0.2	2:0.3	5:0.2	6:0.1	—	1:△	1:△	3:0.2	4:0.2	2:0.1	4:0.2	1:△	1:△	2:0.4	1:0.1	5:0.6	3:0.2	7:1.2
Muita sammalia — *Sonst. Moose*	6:0.3	—	6:0.8	6:1.4	7:0.3	5:0.3	—	5:0.5	2:0.1	1:△	4:0.2	5:0.2	6:0.4	5:0.7	5:0.6	1:0.1	2:0.1	10:1.3	9:1.2	10:1.2
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	5.0	9.4	9.1	4.4	6.8	3.3	6.8	8.5	5.9	7.9	7.0	6.2	5.3	5.3	5.0	6.3	4.0	5.8	6.1	8.2
Luzula pilosa	9:0.2	8:0.2	7:0.4	10:0.3	5:0.1	4:0.1	2:0.1	3:0.1	6:0.1	2:0.1	8:0.7	4:0.1	8:0.2	7:0.2	9:0.3	9:0.3	9:0.2	10:0.2	10:0.2	10:0.2
Carex spp.	3:0.1	—	—	5:0.2	—	1:△	—	—	4:0.1	—	—	1:△	2:0.2	1:△	5:0.1	—	—	1:△	7:0.2	2:0.1
Agrostis tenuis	—	—	—	6:0.4	2:△	1:△	—	—	—	1:△	1:△	—	2:0.2	—	3:0.3	3:0.1	4:0.1	7:0.4	—	10:1.4
Calamagrostis arundinacea	1:0.1	1:△	5:0.3	2:0.1	—	2:△	—	10:1.0	—	—	4:0.2	6:0.7	5:0.3	8:1.1	—	1:0.1	1:0.1	—	2:0.1	—
Calamagrostis epigejos	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deschampsia flexuosa	9:1.3	4:0.3	4:0.4	—	10:0.7	6:0.4	6:0.3	—	1:△	5:0.3	7:0.7	2:0.4	9:1.6	9:1.3	7:0.2	7:1.7	4:0.1	6:0.6	1:0.3	2:0.1
Muita heiniä — *Sonst. Gräser*	5:0.5	—	—	6:0.3	—	1:△	—	—	3:0.2	—	1:0.1	2:0.3	—	—	—	1:△	1:△	4:0.3	1:△	1:△
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	2.2	0.5	1.1	1.3	0.8	0.5	0.4	1.1	0.4	0.4	1.7	1.5	2.5	2.6	0.9	2.2	0.5	1.5	0.8	1.8
Eupteris aquilina	7:0.6	—	—	—	4:0.3	—	1:△	—	2:0.1	—	—	4:0.4	3:0.4	1:△	3:0.2	—	—	3:1.0	5:0.4	—
Dryopteris linnaeana	3:0.2	2:0.1	2:0.1	1:△	2:△	2:△	—	—	1:△	2:0.1	—	1:△	—	—	—	—	—	4:0.1	—	1:△
Majanthemum bifolium	10:1.4	10:0.8	10:0.6	7:0.2	10:0.4	8:0.2	10:0.3	3:0.1	2:0.1	7:0.3	5:0.2	7:0.5	8:0.4	2:△	6:0.1	5:1.1	3:0.4	10:0.5	8:0.2	7:0.2
Anemone nemorosa	2:0.1	—	—	—	2:0.1	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	—	6:0.6	3:0.2	1:△	—	—
Viola riviniana	—	—	—	3:0.1	—	1:△	—	—	2:△	—	—	1:△	1:△	3:0.1	4:0.1	—	—	2:△	5:0.1	2:△
Fragaria vesca	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—	—	2:0.1	1:△	3:0.1	5:0.2	1:△	2:0.1	6:0.2	7:0.2	4:0.1
Rubus idaeus	1:△	—	—	—	1:△	—	—	—	—	—	—	3:0.2	—	—	1:△	1:△	1:△	—	2:△	—
Chamaenerium angustifolium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2:△	1:△	—	—	—	—	2:0.1	—	—
Oxalis acetosella	4:0.2	—	—	5:0.1	1:△	1:0.1	—	—	3:0.1	4:0.2	—	4:0.1	3:0.2	—	4:0.2	—	1:△	3:0.1	5:0.2	9:0.2
Trientalis europaea	9:0.3	7:0.3	6:0.2	5:0.1	6:0.2	2:0.1	4:0.1	1:△	—	4:0.1	6:0.1	4:0.1	8:0.2	1:△	2:0.1	6:0.2	4:0.2	2:0.1	4:0.1	8:0.2
Melampyrum spp.	6:0.2	5:0.1	6:0.5	—	1:△	5:0.1	2:0.1	1:△	—	—	5:0.1	6:0.2	6:0.2	5:0.1	1:△	—	6:0.1	7:0.3	8:0.2	—
Veronica spp.	—	—	—	3:0.1	—	—	1:△	—	—	—	—	—	1:0.2	1:△	6:0.1	7:0.5	1:△	—	6:0.2	6:0.2
Muita ruohoja — *Sonst. Kräuter*	3:0.1	—	2:0.1	6:0.2	2:△	4:0.1	—	4:0.1	2:0.1	—	1:△	4:0.2	—	7:0.4	—	2:△	3:0.3	7:0.2	6:0.3	6:0.3
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	3.1	1.3	1.5	0.8	1.0	0.6	0.5	0.2	0.4	0.7	0.4	1.8	1.6	0.7	1.0	2.4	1.3	2.6	1.9	1.2
Lycopodium spp.	1:0.2	—	1:0.1	5:0.5	4:0.1	1:△	—	—	4:0.1	1:0.1	—	1:△	1:△	2:0.1	—	2:0.5	—	2:0.1	1:0.1	2:0.1
Pirola spp.	1:△	—	—	5:0.2	2:△	1:△	3:0.1	1:△	—	1:△	—	2:△	2:0.1	—	5:0.1	2:△	2:△	3:0.1	1:△	5:0.1
Calluna vulgaris	1:△	—	1:△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—	1:0.1	—	—	—	—
Vaccinium vitis-idaea	10:1.1	10:0.9	10:0.7	10:1.1	8:0.2	10:1.8	9:0.2	9:0.6	10:0.5	5:0.2	10:2.6	10:1.1	10:1.0	10:0.7	10:0.4	10:0.9	10:1.4	10:1.3	10:1.9	10:1.2
Vaccinium myrtillus	10:1.4	9:0.8	8:0.2	8:0.4	10:1.8	7:0.9	10:1.7	10:0.8	10:1.1	8:0.9	6:0.4	7:1.1	9:0.5	10:1.4	7:0.4	10:1.6	10:1.8	10:1.8	8:0.6	9:1.9
Muita varpuja — *Sonst. Reiser*	3:0.4	9:0.5	5:0.7	1:△	5:0.2	2:△	4:0.2	5:0.1	8:0.2	4:0.6	9:0.6	8:0.8	7:0.5	—	—	—	3:0.1	4:0.2	—	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	3.1	2.2	1.7	2.2	2.3	2.7	2.2	1.5	1.9	1.8	3.6	3.0	2.1	2.2	0.9	3.1	3.3	3.5	2.6	3.3

[1]) Laiduntamaton (vrt. s. 212). — *Unbeweideter Teil.*

soistumisen ensi oireet ovat seuraus niistä voimakkaista hakkuista, jotka ovat kohdistuneet kysymyksessä olevilla alueilla kasvaneeseen puustoon. Tällaiseen voimakkaiden hakkuiden soistumista edistävään vaikutukseen on aikaisemminkin kiinnitetty runsaasti huomiota (esim. Heikinheimo 1917, s. 7, Homén 1917, ss. 117—120, Morosow 1928, s. 236, Lukkala 1930 a, s. 517; 1931, ss. 28—29, Hertz 1932, s. 184).

Nyt puheena olevaa lievää soistumista on havaittu etupäässä sellaisissa tutkimusmetsiköissä, joissa paljastavasta hakkuusta on kulunut suhteellisen lyhyt aika eikä alalle noussut uusi puusto vielä ole varttunut taimistoastetta pitemmälle. Eräissä vanhemmissa tutkimusmetsiköissä (esim. koealat n:o 1 ja 54) on havaittu karhunsammalen hautautuneen metsäsammalien *(Pleurozium Schreberi, Hylocomium proliferum, Dicranum spp.)* alle. Ilmeisesti nämäkin metsiköt ovat aikanaan, välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen, käyneet läpi tuollaisen lievän soistumisen aikakauden. Näyttää näin ollen siltä, että mikäli metsikkö paljastavan hakkuun jälkeen uudistuu kohtuullisessa ajassa, niin uudistumisvaiheessa esiintyvä lievä soistuminen jää tilapäiseksi.

Harsintakuusikon uudistumisen kannalta on soistumiseen liittyvää karhunsammalen valtaan pääsyä pidettävä kielteisenä ilmiönä. Karhunsammal on useassa suhteessa bioottisesti voimakas laji, joka nopealla kasvullaan ja tiiviitä mättäitä muodostavalla kasvutavallaan käy tuhoisaksi muulle pintakasvillisuudelle ja myös pienille kuusen taimille. Metsäkirjallisuudessa onkin kiinnitetty usein huomiota karhunsammalen vaarallisuuteen.

A. K. Cajander (1916, s. 521) mainitsee, että *Polytrichumit* muodostavat varsin tiiviitä kerroksia, jotka ovat taimien kehitykselle haitallisia, taimien kun on vaikea niiden muodostaman paksun sammalkerroksen lävitse juurillaan saavuttaa maata.

Kujala (1926 b, s. 31) pitää karhunsammalen syvälle maahan tunkeutuvia »juuria», jotka muodostavat tiiviin kerroksen, erittäin epäedullisina korkeammille kasveille, jotka siitä syystä menestyvätkin huonosti *Polytrichum*-kasvustoissa.

Morosowin (1928, s. 194) mukaan kutsutaan sellaisia puiden taimia, jotka ovat syntyneet karhunsammalen pinnalle, mutta eivät ole voineet saavuttaa maan pintaa, »riippuviksi taimiksi».

Hertz (1932, ss. 42—43 ja s. 143) on useaan otteeseen kiinnittänyt huomiota karhunsammalen bioottiseen voimakkuuteen. »Tuuheassa karhunsammalikossa ei pienillä kuusen taimilla ole mainittavasti kehittymisen mahdollisuuksia.»

Paljastavaa hakkuuta useissa tapauksissa seuraava lievä soistuminen ja siihen liittyvä karhunsammalen valtaan pääsy muodostavat epäilemättä vakavan uhkan mustikkatyypin harsintakuusikoiden uudistumiselle. Itse asiassa täytyy usein ihmetellä, että hakkuualan taimettuminen useimmissa tällaisissakin tapauksissa sittenkin on tapahtunut välttävästi. Lievä soistuminen ja siihen liittyvä maaperän kosteuden lisääntyminen on nähtävästi toisaalta merkittävä kuusen uudistumisen kannalta myönteiseksi tekijäksi



Kuva 30. Rehevää pintakasvillisuutta käenkaali-mustikkatyypin harsintakuusikossa. Koeala n:o 66. Valok. 9. 9. —38.

Abb. 30. Üppige Bodenvegetation in einem Fichtenplenterwald auf Oxalis-Myrtillus-Typ. Probefl. Nr. 66. Foto 9. 9. —38.

(vrt. Multamäki 1942, s. 173). Useimmissa tapauksissa kuusen taiminen onkin tapahtunut ennen kuin karhunsammal on saavuttanut mainittavia mittasuhteita. Mutta jos taimettuminen jostakin syystä on viivästynyt (esim. laiduntamisen johdosta), niin karhunsammal on siinä määrin vallannut uudistusalan, että kuusen luontainen uudistuminen näyttää vaikealta (esim. koeala n:o 11).

Käenkaali-mustikkatyypin harsintakuusikoiden osalta tutkimusaineisto on niukka, mutta antaa kuitenkin pari esimerkkiä tyypillisistä tapauksista.

Koeala n:o 66. Tutkimusmetsiköstä on v. 1933 hakattu kuusitukkeja määrämittaan ja seuraavana vuotena suoritettu voimakas paperipuun hakkuu. Näiden hakkuiden jälkeen alun perin sulkeutunut kuusiriukumetsä on jäänyt laaja-aukkoiseksi ja puustoltaan repaleiseksi. Pintakasvillisuus on hakkuiden jälkeen voimakkaasti elpynyt ja oli tutkimusaikana (9. 9. —38) saavuttanut sellaiset mittasuhteet (kuva 30), että kuusen luontainen uudistuminen arvosteltiin erittäin vaikeaksi.

Koeala n:o 4. Tutkimusmetsiköstä on vv. 1927—28 hakattu tukkeja määrämittaan sekä paperipuuta ja toistamiseen v. 1936 paperipuuta ja halkoja. Näiden hakkuiden jälkeen on jäänyt jäljelle vain repaleinen ja harva jätepuusto. Aluetta on koko ajan voimakkaasti laidunnettu. Ruoho- ja heinäkerros on hakkuiden jälkeen voimakkaasti elpynyt; tutkimusaikana (22. 10. —38) sen yhteinen peittävyys oli 11.2. Laiduntamisen ansiosta kuitenkin matalat ruohot ja heinät vallitsevat.

Tukkipuun harsinnnat ja niihin liittyvät hakkuutavat johtavat käenkaali-mustikkatyypin kuusikoissa helposti sellaiseen heinittymiseen ja ruohottumiseen, että kuusen luontainen uudistuminen käy vaikeaksi (Kujala 1926 a, s. 66, Hertz 1932, s. 156 ja s. 175).

Maaperä.

Nuorena harsittujen kuusikoiden maaperästä nähdään tietoja taulukosta 48.

Mustikkatyypin tutkimusmetsiköiden jakaantuminen eri maalajeille on seuraava: karkeat maalajit 14 %, keskikarkeat 67 % ja hienot 19 %. Valtakunnan metsien toisen arvioinnin mukaan tutkimusaluetta lähinnä vastaavalla alueella (4.) mustikkatyypin jakaantuminen eri maalajeille on (Aaltonen 1941 a, s. 14): karkeat maalajit 5.1 %, keskikarkeat 86.0 % ja hienot 8.9.

Kun tarkastellaan tutkimusmetsiköistä otettujen maanäytteiden kosteusekvivalentin (Vk) arvoja, niin näyttää siltä, kuin eräissä tapauksissa maalajien silmämääräinen arviointi olisi epäonnistunut. Jos suoritetaan tutkimusmetsiköiden jako maalajeihin kosteusekvivalentin ja Aaltosen (1940, s. 87) esittämien kokemuslukujen perusteella, niin päädytään seuraavaan jakaantumiseen: karkeat maalajit 3 %, keskikarkeat 69 % ja hienot 28 %.

Maannostumisesta suoritetut havainnot ovat vaihtelevia. Useimmissa tutkimusmetsiköissä on ollut havaittavissa selvä A-horisontti. Eräissä se on ollut epäselvempi johtuen nähtävästi aikaisemmin suoritetusta kaskiviljelyksestä. A-horisontin paksuus on niissä mustikkatyypin metsiköissä, joissa se on voitu havaita, ollut keskimäärin 6.3 cm.

Humuksen paksuus vaihtelee metsikön eri kehityskausina melkoisesti. Harsintakautena se on suurimmillaan. Eri kehityskausien keskimääriksi on saatu: taimisto 5.2, tiheikkö 3.2, riukumetsä 3.4 ja harsintakausi 5.3 cm. Keskimäärin humuksen paksuus on mustikkatyypin metsiköissä 4.7 cm.

Useissa tutkimusmetsiköissä on todettu voimakkaiden hakkuiden jälkeen hakkuualalle nousseen nitrofiilista kasvillisuutta (taulukko 47, koealat n:o 22, 30, 32, 34, 39 ja 46).

Taimiaineksen ilmaantuminen.

Harsintakuusikoiden taimistojen vuosiluokkasarjoista on jo aikaisemmin (taulukko 46 s. 194) esitetty yhdistelmä. Siitä nähdään, että harsintakuusikossa on taimia metsikön kaikkina kehityskausina, riukumetsäkautenakin. Tässä suhteessa harsintakuusikko eroaa edukseen harsintamänniköstä, jossa taimet puuttuvat riukumetsäkauden metsiköistä jokseenkin kokonaan. Kuusen taimet kestävät paremmin kuin männyn päällyspuuston taholta niihin kohdistuvan kilpailun.

Taulukko 48. Tietoja nuorena harsittujen kuusikoiden maaperästä.

Tabelle 48. Angaben über den Boden der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Maan kaltevuus *Neigung des Bodens*		Maalaji *Bodenart*	Kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	Humuksen paksuus cm *Dicke der Humusschicht cm*	A-horisontin paksuus cm *Dicke des A-Horizonts cm*	Vk *Wk* %
	Suunta *Hanglage*	Aste *Grad*					
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*							
1	SE	1	ms	1	6.5	*Δ*	23.8
5	—	1	hk	1	4.8	9.0	12.5
74	SE	2	ms	1	6.5	—	18.9
183	SE	—	mh	2	·	·	·
184	E	1	mh	2	·	·	·
190	SW	2	mh	1	·	·	·
201	E	2	mh	2	0.8	·	·
6	—	1	mh	1	3.7	5.0	9.7
7	—	1	ht	1	8.0	—	14.4
9	—	1	ht	1	4.0	9.0	25.5
17	N	2	·	2	4.0	—	15.2
22	NE	2	h	2	3.8	—	11.9
23	E	2	h	2	3.8	—	15.6
30	—	2	mh	1	6.8	11.5	12.2
32	S	1	mh	1	4.5	1.0	15.1
36	NE	2	mh	1	5.0	5.0	13.9
76	S	2	mh	1	6.8	—	13.9
11	—	1	hk	—	6.8	8.5	14.3
34	S	1	mh	1	5.0	1.0	17.6
48	—	1	mh	2	7.3	7.6	19.3
90	S	1	s	2	6.3	—	17.8
197	S	1	mh	1	1.0	·	·
27	E	2	mh	2	5.0	11.0	15.6
198	W	1	mh	2	2.5	·	·
199	N	3	mh	2	1.5	·	·
85	N	2	ms	1	5.8	—	23.8
44	N	1	mh	1	3.5	6.5	11.3
54	—	1	mh	1	4.3	4.0	5.3
189	—	1	h	1	3.0	·	·
195	NE	1	mh	1	2.5	·	·
233	NW	2	h	2	2.5	—	8.4
89	S	1	mh	1	7.3	—	15.2
200	—	1	mh	2	1.0	·	·
182	S	1	mh	1	·	·	·
38	—	1	mh	1	2.0	4.0	12.9
39	S	1	mh	2	4.3	4.5	13.9
65	N	1	mh	1	5.0	11.0	8.2
80	—	1	mh	1	6.8	8.0	16.9
81	NW	2	s	1	5.8	—	25.3
2	SE	1	mh	1	5.5	—	12.5
46	—	1	ms	1	6.5	—	11.7
84	SE	2	ms	1	7.3	—	14.4
86	N	2	ms	1	4.8	—	29.3
			Keskimäärin — *Mittel*		4.7	6.3	15.5
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*							
3	—	1	mh	1	8.0	—	26.9
66	W	2	mh	1	5.3	3.3	14.9
4	SW	2	ms	1	6.0	—	25.6
			Keskimäärin — *Mittel*		6.4	3.3	22.5

Kun verrataan harsintakuusikon eri kehityskausien taimien vuosiluokkasarjoja toisiinsa, niin nähdään, että nuoria ikäluokkia tavataan metsikön kaikissa kehitysvaiheissa. Kuitenkin on havaittavissa, että taimien keskiikä harsintakautena on pienin ja sitten kehityskautena harsintakausi—taimisto—tiheikkö—riukumetsä yhä suurenee.

Hakkuiden vaikutus taimiaineksen ilmaantumiseen on niin moninainen ja pitkällekäypä, että sitä on vaikea seurata taimistoiden vuosiluokkasarjoista. Erityisesti kuusikoissa, joissa taimiainesta saattaa syntyä verrattain tiheidenkin päällyspuustojen alle, olosuhteissa, joissa taimilla ei kuitenkaan ole jatkuvia kehittymisen mahdollisuuksia, hakkuut saattavat usein vapauttaa tällaisen muutoin suurimmaksi osaksi tuhoutumaan tuomitun taimiston. Vuosiluokkasarjoissa voi hakkuiden aiheuttamia maksimeja tämän vuoksi esiintyä paitsi hakkuuvuosina ja niiden jälkeen myös hakkuuvuoden edellä. Yksityisten taimistoiden vuosiluokkasarjoja tarkastettaessa nähdäänkin useassa tapauksessa hakkuuvuoden kohdalla tai lähistöllä selvä maksimi (taulukko 46, hakkuuvuosien taimiprosentit painettu lihavalla).

Yksityiskohtaisen kuvan saamiseksi harsintakuusikoiden uudistumistapahtumasta on turvauduttava niihin muistiinpanoihin, joita on tehty tutkimusmetsiköiden yleiskuvauslomakkeisiin sekä myös suoritettuihin taimikartoituksiin. Näiden yhteisesti taimettumisesta antamasta kuvasta mainittakoon seuraavaa.

Taimettumisen varsinaisesti saadessa alkunsa harsintakauden alussa näyttävät taimettumisen lähtökohdiksi muodostuvan ne pienet taimiryhmät, jotka ovat peräisin jo riukumetsäkaudelta. Nämä taimiryhmät sijaitsevat tavallisesti puuston syystä tai toisesta sulkeutumatta jääneissä aukkokohdissa tai sitten mänty- tai koivusekapuiden alla. Näissä kohdissa myös vallitseva puusto tavallisesti on kookkainta, minkä vuoksi tukkipuun harsinnat säännöllisesti laajentelevat näitä primäärisiä aukkoja ja vapauttavat niissä olevia taimiryhmiä. Usein tällaisiin aukkokohtiin ilmaantuneet taimiryhmät ovat erittäin tiheitä, niin että yksityiset taimet ovat ahtautuneet aivan kiinni toinen toisiinsa. Tiheimmät kohdat ryhmittyvät usein vanhojen kantojen, varsinkin männyn ja koivun kantojen ympärille. Tätä uudistumisen ensi vaihetta seuraa sitten päällyspuuston vähittäinen harveneminen ja taimiryhmien vastaavasti tapahtuva laajeneminen. Tavallisesti toinen tai kolmas harsinta muodostuu lopullisesti paljastavaksi, minkä jälkeen taimisto pääsee päällyspuuston kilpailun sitä enää erityisesti haittaamatta kehittymään ja muodostamaan varsinaisen taimistokauden harsintakuusikon kehityksessä.

Taimiaineksen kehittyminen varsinaiseksi taimistoksi.

Seuraavassa tarkastellaan tärkeimpiä niistä vaaroista, jotka uhkaavat taimiainesta sen kehittyessä suuremmaksi, varttuneeksi taimistoksi.

Aikaisemmin on nähty, että harsintakuusikossa taimiainesta esiintyy kaikkina sen kehityskausina. Ilmeistä on, että ainakin puuston ollessa tiheimmillään tiheikkö- ja riukumetsäkausina, sen taholta taimiainekseen kohdistuva kilpailu on ankara. Taulukosta 46, s. 194 nähdäänkin, että erityisesti riukumetsäkautena kitukasvuisten taimien määrä on suuri (elinvoimaisuusluokkaan I on luettu kokonaista 37 % kaikista taimista). Ilmeisesti suuri osa taimiaineksesta tässä alituisessa ahdingossa sortuukin. Tämä käy ilmi mm. harsinta- ja taimistokauden taimistojen vuosiluokkasarjoista. Niissä esiintyy vanhoja vuosiluokkia suhteellisen vähän siitä huolimatta, että taimiluvut jo riukumetsäkautena ovat huomattavan suuria. Toisaalta kuusen taimet ovat erittäin sitkeähenkisiä. Kun tukkipuun harsinnat kerran ovat harsintakuusikossa alkaneet voimakkaina, niin taimille tarjoutuvat yhä paranevat toimeentulon mahdollisuudet.

Harsintakuusikoiden taimistoissa tavatuista tuhoista nähdään yhdistelmä taulukosta 49. Tärkeimmät tuhot ovat olleet karjan, hallan ja hyönteisten aiheuttamia.

Taulukko 49. Tuhot nuorena harsittujen kuusikoiden taimistoissa. Mustikkatyyppi.

Tabelle 49. Schäden in Anflügen der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

Tuhon aiheuttaja — *Anstifter des Schadens*	Vikanaisia taimia *Beschädigte Pflanzen* % taimiluvusta *der Pflanzenzahl*
Taimisto — *Jungwuchs*	
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	6
Halla — *Frost*	13
Sammal — *Moos*	2
Karja — *Vieh*	21
Hyönteiset — *Insekten*	
Hylobius abietis	4
Tiheikkö — *Dickung*	
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	6
Halla — *Frost*	2
Sammal — *Moos*	4
Karja — *Vieh*	6
Hyönteiset — *Insekten*	
Hylobius abietis	10
Harsintakausi — *Plenterperiode*	
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	9
Halla — *Frost*	4
Sammal — *Moos*	12
Karja — *Vieh*	10
Hyönteiset — *Insekten*	
Hylobius abietis	9

Karjan tuhoja on esiintynyt jo harsintakauden taimistoissa melkoisesti, mutta suurimman määränsä ne ovat saavuttaneet vasta taimistokautena. Ja karjan tuhot näyttävät olevan vielä huomattavasti suuremmatkin, kuin mitä taulukosta 49 näkyy, sillä karja tuhoaa paljon pientä kuusen taimiainesta nyhtämällä sen kokonaan maasta pois (Multamäki 1916, s. 26). Kun kuusi on nuorena hidaskavuinen, joutuu se olemaan kauan aikaa, aina kymmenkunta vuottakin, alttiina näille nyhtämistuhoille (vrt. esim. Lappi-Seppälä 1930, s. 21). Nyhtämistuhojen laajuudesta on vaikea saada yksityiskohtaista selvyyttä, mutta useat havainnot, joita on tehty kuusen taimiaineksen ja taimistoiden keskittymisestä karjalle vaikeapääsyisiin paikkoihin, kuten hakkuutähderykelmiin, jätepuuryhmien sisälle jne., viittaavat siihen, että juuri nämä nyhtämistuhot olisivat karjan tuhoista merkittävimmät.

Hallan tuhoja on esiintynyt runsaimmin (13 % taimiluvusta) taimistokautena; tällöin taimet saavatkin päällyspuustolta vähiten suojaa. Harsintakuusikon muina kehityskausina hallan tuhojen määrä on ollut vähäinen. Tuhot ovat yleensä, taimistokautenakin, olleet lieviä. Kuusen taimien hallanarkuus huomioon ottaen hallan tuhojen määrää voitaneen pitää suhteellisen vähäisenä. Harsintakuusikko näyttää näin ollen tarjoavan verrattain hyvän suojan hallaa vastaan (vrt. A. K. Cajander 1910, s. 607, Multamäki 1942, s. 100 ja s. 174).

Hyönteistuhoista vain *Hylobius abietiksen* aiheuttamat ovat olleet merkittäviä. Niitä onkin esiintynyt verrattain runsaasti, tiheikkökauden taimissa aina 10 % taimiluvusta. Useasti ja voimakkaina toistuvat tukkipuun harsinnat luovatkin, kuten aikaisemmin on huomautettu, *Hylobiukselle* hyvät toimeentulon mahdollisuudet.

Hakkuuvikojen määrä on suhteellisen vähäinen. Odottaisi, että niissä olosuhteissa, joissa harsintakuusikoiden taimistot joutuvat kehittymään, olisi olemassa erityisen hyvät edellytykset hakkuuvikojen runsaaseen esiintymiseen. Eräs syy hakkuuvikojen vähyyteen lienee se, että harsintakuusikossa puut kaadetaan verrattain pienikokoisina; niiden taimille aiheuttama tuho ei ole läheskään niin suuri kuin esim. järeiden tukkipuiden.

Taimistoiden metsittämisarvo ja uudistumisaika.

Harsintakuusikoiden taimistoista on esitetty yleiskatsaus jo aikaisemmin taulukossa 46, s. 194. Se sisältää taimistoiden taimi- ja ryhmittymisluvut sekä taimien prosenttisen jakaantumisen elinvoimaisuusluokkiin.

Taimiluvut ovat keskimäärin verrattain suuria ja yksityistapauksissakin tyydyttäviä. Kun tarkastetaan vastaavia ryhmittymislukuja, niin huomataan kuitenkin, että taimistot useissa tapauksissa ovat hyvinkin epätasaisia. Esim. mustikkatyypin metsiköissä ryhmittymisluvut tärkeimpänä uudis-

tumiskautena, harsinta—taimistokautena, ovat vain n. 45 % teoreettisesta maksimistaan. Useissa tapauksissa ryhmittymisluvut, tyydyttävästä taimiluvusta huolimatta, jäävät alle 4.0. Kuitenkin voidaan sanoa, että taimistot keskimäärin metsittämisarvoltaan ovat välttäviä. Niissäkin tapauksissa, joissa kuusen ryhmittymisluvut ovat pienempiä kuin 4.0, täydentävät taimistoja useimmiten sekapuuksi nousseet koivun ja männyn taimet (vrt. taulukko 52, s. 211 ja s. 210) sekä 1.3 metriä pitempi puusto.

Tarkastettaessa taimien jakaantumista elinvoimaisuusluokkiin nähdään, että taimistot sisältävät pääosaltaan elinvoimaisuusluokkaan II kuuluvia taimia, joita laadultaan voidaan pitää tyydyttävinä. Samalla nähdään kuitenkin, että varsinkin taimistokauden metsiköissä esiintyy melkoisesti (n. 14 %) myös elinvoimaisuusluokkaan III luettuja taimia, joita on pidettävä huonolaatuisina susitaimina. Nämä susitaimet ovat muusta taimistosta kasvussa edelle päässeitä yksilöitä, jotka, mikäli taimisto jätetään oman kehityksensä varaan, anastavat ajan mittaan yhä tärkeämmän sijan metsikössä.

Taulukko 50. Uudistumisaika nuorena harsituissa kuusikoissa.

Tabelle 50. Verjüngungszeit der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Uudistumisaika v. *Verjüngungszeit J.*	Taimiainesta ennen hakkuuta *Anflug vor dem Hiebe*	Hakkuun jälkeen *Nach dem Hiebe*: Siemennys *Besamung*	Hakkuun jälkeen *Nach dem Hiebe*: Jätepuuston tiheys *Dichte des Restbestandes*
Mustikkatyyppi—*Myrtillus-Typ*				
190	—8	[1])+++	[2])—	0.3
17	—7	·	·	·
189	—6	+++	—	0.2
200	—5	·	·	·
36	—3	++	++	0.2
90	—3	++	++	0.1
22	—2	++	++	0.2
76	—2	++	+	0.4
2	—	·	·	·
38	—	·	·	·
84	—	+++	·	·
86	—	+++	·	·
182	—	+++	·	·
184	0	++	+	0.2
23	1	+	++	0.6
183	2	++	+	0.4
1	3	++	++	0.4
27	3	++	+	0.3
54	4	++	+	0.3
9	5	++	++	0.6
201	7	+	++	0.5
7	9	+	++	0.4
6	10	+	++	0.4
5	11	—	+	0.3
32	5+	·	·	·
34	5+	·	·	·
Käenkaali-mustikkatyyppi *Oxalis-Myrtillus-Typ*				
66	4+	+	+	0.1
4	12+	+	+	0.1

Uudistumisaika on harsintakuusikoissa määritelty samalla tavalla kuin harsintamänniköissäkin. Niissä harsintakuusikoissa, joita on hakattu paljastavasti, on arvioitu uudistumisajan pituus, ja tulokset on yhdistetty

[1]) + < 3 000, ++ = 3 000 — 6 000, +++ > 6 000 kpl/ha — *St/ha.*
[2]) + = niukka — *spärlich*, ++ = keskink. — *mässig*, +++ = runsas — *reichlich.*

taulukkoon 50. Tutkimusmetsiköt on merkitty siihen pitenevän uudistumisajan mukaisessa järjestyksessä. Uudistumisajan arvioiminen on suoritettu samalla tavalla kuin harsintamänniköissäkin. Taulukkoon 50 on lisäksi merkitty eräitä tärkeimpiä uudistumisajan pituuteen vaikuttavia tekijöitä, mikäli niiden arvioiminen on näyttänyt mahdolliselta.

Uudistumisajan pituus vaihtelee harsintakuusikoissa huomattavasti. Useissa tapauksissa on ollut metsittymisen kannalta riittävä taimisto olemassa jo ennen lopullisesti paljastavaa hakkuuta, mutta monesti taimettuminen näyttää siirtyvän myös paljastavaa hakkuuta seuraavalle aikakaudelle. Keskimäärin uudistumisaika näyttää olevan suhteellisen lyhyt ja vain poikkeustapauksissa ylittävän kymmenkunta vuotta.

Vertaamalla niitä metsiköitä, joissa uudistumisaika on ollut lyhin, niihin, joissa se on ollut pisin, saadaan jonkinlainen käsitys tärkeimmistä uudistumisajan pituuteen vaikuttavista tekijöistä.

Taimiston ilmaantuminen päällyspuuston alle jo ennen lopullisesti paljastavaa hakkuuta näyttää olevan tärkein uudistumisaikaa lyhentäneistä tekijöistä. Siitäkin huolimatta, että hakkuun jälkeinen siemennys on ollut heikko, metsikkö tällaisissa tapauksissa on uudistunut välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen. Merkillepantavaa on jätepuustojen tiheys niissä tutkimusmetsiköissä, joissa uudistumisaika on venynyt pisimmäksi.

Mänty sekapuuna.

Harsintakuusikoissa mäntyä esiintyy usein huomattavan paljon sekapuuna (taulukko 37, s. 174). Keskimäärin sitä kuitenkin on ollut vähänlaisesti (n. 10 % puuvarastosta). Useat tutkituista harsintakuusikoista ovat, kuten jo aikaisemmin on huomautettu, kuusettuneita männiköitä. Hakkuumääriin sisältyykin mäntyä runsaammin kuin nykyisiin puustoihin (keskimäärin n. 16 %).

Harsintakuusikoissa sekapuuna kasvava mänty kuuluu usein eri kehitysjaksoon kuin kuusi; tavallisesti se on jonkin verran vanhempaa. Niinpä männyt ovatkin harsintakuusikoiden valtapuita. Tästä johtuu, että tukkipuun harsinnat usein kohdistuvat ensinnä ja voimakkaimpina juuri mäntyyn. Metsänhoidollisesti tämä on valitettavaa, sillä monista syistä mänty soveltuisi erityisen hyvin säästettäväksi harsinnan loppuvaiheisiin.

Laadultaan harsintakuusikoissa kasvava mänty on keskinkertaista tai sitä huonompaa. Mäntykoepuiden jakaantuminen laatuluokkiin on ollut seuraava: I luokka 2 %, II luokka 61 %, III luokka 35 % ja P-luokka 2 % (yhteensä 83 runkoa).

Harsintakuusikoissa kasvavan männyn siemensatoa on selvitetty koepuumenetelmällä sekä yhdessä tutkimusmetsikössä siemenlaatikoiden avulla. Koepuumenetelmän mukaan on keskimääräiseksi siemensadoksi

Taulukko 51. Tuhot nuorena harsittujen kuusikoiden männyn taimissa. Mustikkatyyppi.

Tabelle 51. Schäden der Anflugkiefern der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände. Myrtillus-Typ.

Tuhon aiheuttaja — *Anstifter des Schadens*	Vikanaisia taimia *Beschädigte Pflanzen* % taimiluvusta *der Pflanzenzahl*
Taimisto — *Jungwuchs*	
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	1
Karja — *Vieh*	15
Hirvi — *Elch*	12
Hyönteiset — *Insekten*	
Hylobius abietis	34
Evetria resinella	3
Tiheikkö — *Dickung*	
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	3
Karja — *Vieh*	13
Hyönteiset — *Insekten*	
Hylobius abietis	3
Evetria resinella	13
Harsintakausi — *Plenterperiode*	
Hyönteiset — *Insekten*	
Hylobius abietis	34
Evetria resinella	10

harsinta—taimistokauden metsiköissä arvioitu v. 1939 0.1 kg/ha ja v. 1941 samoin 0.1 kg/ha. Siemenlaatikkomenetelmällä on metsikössä (koeala n:o 1), jossa mäntyä on kasvanut runsaasti sekapuuna (38 % kuutiomäärästä), saatu kokonaissiemennykseksi viisivuotiskautena 1939—1943 2.3 kg/ha täysinäistä männyn siementä (vrt. taulukko 45, s. 192). Harsintakuusikoissa männyn siemensato näyttää parhaissakin tapauksissa olevan niukka.

Männyn taimia kohdanneista tuhoista (taulukko 51) ovat karjan, hirven ja hyönteisten tuhot tärkeimmät. Erityisesti hirven tuhot kiinnittävät huomiota. Hirvet hakeutuvat mielellään juuri tuoreiden kankaiden taimistoihin (vrt. K o r h o n e n 1939, s. 90) ja näyttävät niistä oikein hakemalla poimivan männyn taimet. Vaikkei hirvien tuhoamien ja vikuuttamien männyn taimien määrä olekaan erityisen suuri, niin huomioon ottaen, että tuhot kohdistuvat harsintakuusikoiden muutenkin vähälukuisiin männyn taimiin, on niihin ainakin sellaisilla seuduilla, joilla hirviä esiintyy runsaasti, kiinnitettävä huomiota.

Taimistojen vuosiluokkasarjoja julkaisematta mainittakoon, että ennen paljastavaa hakkuuta syntynyttä männyn taimistoa harsintakuusikoissa ei yleensä esiinny. Päällyspuuston taholta taimistoon kohdistuva kilpailu

on ennen paljastavaa hakkuuta männyn taimille liian ankara. Yksityiskohtaisia taimiluetteloja julkaisematta mainittakoon lisäksi, että männyn taimiluvut harsintakuusikoissa ovat pieniä, mustikkatyypillä keskimäärin taimistokautena n. 700 kpl/ha, tiheikkökautena n. 400 kpl/ha, riukumetsäkautena n. 100 kpl/ha ja harsintakautena n. 300 kpl/ha sekä käenkaalimustikkatyypillä n. 400 kpl/ha. Suurin osa taimista kuuluu elinvoimaisuusluokkiin I ja II. Niiden laatua voidaan pitää tyydyttävänä. Huomattava osa taimista, harsintakauden metsiköissä keskimäärin 23 %, on kuitenkin luettu elinvoimaisuusluokkaan III. Ne ovat reheväkasvuisia, susimaisia.

Männyn uudistumisedellytykset harsintakuusikoissa näyttävät olevan huonot. Siemennys on heikko, ja tehokas taimettumisaika supistuu lyhyeksi, koska taimettuminen pääsee alkamaan vasta paljastavan hakkuun jälkeen, jolloin uudistusalalla useimmissa tapauksissa jo on kilpailukykyinen kuusen taimisto, joka muutamassa vuodessa paljastavan hakkuun jälkeen valtaa uudistusalan yhä täydellisemmin haltuunsa.

Koivu sekapuuna.

Harsintakuusikoissa sekapuuna kasvavasta koivusta nähdään yhdistelmä taulukosta 52. Seuraava katsaus perustuu siihen sekä niihin muistiinpanoihin, joita on tehty tutkimusmetsiköistä laadittuihin yleiskuvauksiin, osittain myös taimikartoituksiin.

Eräissä jätepuustoissa koivua on esiintynyt huomattavan runsaasti (aina 35 % puuvarastosta, taulukko 37, s. 174), mutta keskimäärin sen osuus on jäänyt verrattain vähäiseksi (n. 8 % puuvarastosta). Hakkuumääriin koivua on sisältynyt vieläkin vähemmän (keskimäärin n. 6 % hakkuumääristä).

Koivun jakaantuminen raudus- ja hieskoivun kesken on vaihtelevaa. Hieskoivu näyttää olevan merkitsevämpi kuin rauduskoivu (ensinmainittua keskimäärin n. 61 % koivun kuutiomääristä). Hakkuumäärien jakaantuminen molempien koivulajien kesken on samantapainen (hieskoivua keskimäärin n. 64 % koivun hakkuumääristä).

Harsintakuusikoissa sekapuuna kasvava koivu kuuluu useimmiten samaan kehitysjaksoon kuin vallitseva kuusikin. Nuorissa taimistoissa, jotka ovat syntyneet tukkipuun harsintojen jälkeen, koivu usein on hieman nuorempaa kuin kuusi, vanhoissa metsiköissä taas, joiden syntytapaa ei ole voitu tarkemmin määritellä, koivu usein on ollut jonkin verran vanhempaa kuin kuusi.

Koivukoepuiden jakaantuminen laatuluokkiin on ollut seuraava: F-luokka 61 % ja S- sekä P-luokka yhteensä 39 % (yhteensä 31 runkoa). Laatu on maan eteläpuoliskoa silmälläpitäen (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 330) keskimääräinen.

Taulukko 52. Koivu sekapuuna nuorena harsituissa kuusikoissa.

Tabelle 52. Birke als Mischholz der im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Valtaikä v. *Alter d. Oberbäume J.*	Puuvarasto *Kubikmasse*			Hakkuumäärä viime 14 v:n kuluessa *Hiebssatz während der letzten 14 Jahre*			Taimet *Anflug*		
		m³/ha *fm/ha*	Rko *Rbi*	Hko *Mbi*	m³/ha *fm/ha*	Rko *Rbi*	Hko *Mbi*	Kpl/ha *St/ha*	Rko *Rbi*	Hko *Mbi*
			%			%			%	
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*										
1	60	3.7	—	100	—	—	—	7 500	7	93
5	·	0.5	·	·	—	—	—	4 600	1	99
74	·	0.7	90	10	2.5	·	·	300	68	32
183	15	4.0	10	90	—	—	—	2 000	—	100
184	·	2.0	—	100	0.2	—	100	3 500	—	100
190	—	—	—	—	23.3	40	60	500	—	100
201	·	1.5	50	50	0.9	—	100	1 000	—	100
6	5	*Δ*	·	·	8.1	·	·	12 300	—	100
7	·	2.1	·	·	3.0	·	·	18 900	—	100
9	—	—	—	—	2.4	·	·	900	—	100
17	10	1.5	80	20	13.4	·	·	500	85	15
22	40	1.0	30	70	—	—	—	500	72	28
23	·	0.1	80	20	—	—	—	700	97	3
30	15	4.9	20	80	—	—	—	2 000	8	92
32	15	0.7	10	90	—	—	—	900	9	91
36	—	—	—	—	—	—	—	500	—	100
76	50	12.3	70	30	11.0	·	·	100	56	44
11	30	2.2	—	100	—	—	—	9 700	—	100
34	105	16.2	*Δ*	100	3.9	·	·	8 000	29	71
48	55	7.0	70	30	1.6	·	·	3 500	10	90
90	·	0.2	10	90	1.3	·	·	700	10	90
197	·	0.9	—	100	7.0	—	100	5 000	—	100
27	25	5.2	80	20	5.6	·	·	300	11	89
198	·	6.0	100	—	—	—	—	5 000	20	80
199	·	0.8	100	—	—	—	—	2 000	75	25
85	·	*Δ*	50	50	—	—	—	100	100	—
44	·	0.1	—	100	—	—	—	700	—	100
54	40	43.6	10	90	0.5	—	100	—	—	—
189	35	3.0	*Δ*	100	3.0	—	100	1 500	—	100
195	·	5.5	—	100	2.5	—	100	—	—	—
233	45	20.6	100	—	20.8	100	—	—	—	—
89	·	6.1	70	30	6.0	·	·	—	—	—
200	55	11.5	60	40	4.4	—	100	—	—	—
182	65	4.7	—	100	10.2	—	100	2 000	—	100
38	·	1.2	—	100	—	—	—	200	—	100
39	·	0.8	10	90	—	—	—	4 100	58	42
65	·	0.1	70	30	—	—	—	1 600	36	64
80	50	10.4	40	60	25.6	·	·	500	6	94
81	65	19.1	40	60	—	—	—	300	9	91
2a	·	3.9	·	·	5.2	—	100	2 500	40	60
2b	·	3.9	·	·	5.2	—	100	500	50	50
46	·	0.2	10	90	—	—	—	400	2	98
84	·	0.6	100	—	—	—	—	300	68	32
86	—	—	—	—	—	—	—	1 000	—	100
Keskim.—*Mittel*		4.7	39	61	3.8	36	64	2 400	12	88
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*										
3	·	5.5	·	·	·	·	·	6 700	·	·
66	·	0.2	17	83	—	—	—	600	—	100
4	—	—	—	—	—	—	—	4 200	—	100
Keskim.—*Mittel*		1.9	17	83	—	—	—	3 800	—	100

Harsintakuusikoissa sekapuuna kasvavan koivun siemensadosta on tehty havaintoja vain koealalla n:o 1, jolla siementymistä on tutkittu siemenlaatikkojen avulla. Koivun sekoituksen runsaus on tässä metsikössä ollut kutakuinkin keskimääräinen (6 % kuutiomäärästä). Viisivuotiskauden 1939—1943 kokonaissiemennykseksi on saatu (taulukko 45, s. 192) n. 8.7 kg/ha [1]). Siemennystä voitaneen pitää hyvänä (vrt. Heikinheimo 1937 a, s. 15). — Kun koivu harsintakuusikoissa tavallisesti on kutakuinkin samanikäistä kuin vallitseva kuusikin, niin se on yli-ikäisenä usein hakattu pois jo ennen harsinnan niitä vaiheita, joissa koivun uudistumiselle avautuu mahdollisuuksia. Tällaisissa tapauksissa koivun siemennys ilmeisesti jää niukaksi, vaikkakin otetaan huomioon siementen suuri kulkeutumiskyky. Se, että koivu saavuttaa taloudellisen hakkuukypsyytensä aikaisemmin kuin kuusi, onkin tästä syystä huomioitava suunniteltaessa koivun uudistamista harsintakuusikoissa (vrt. Lappi-Seppälä 1930, s. 57).

Koivun taimistoiden vuosiluokkasarjoja julkaisematta mainittakoon, että koivun taimet ovat aivan yleisesti ilmaantuneet uudistusaloille harsintakauden ja taimistokauden taitteessa; uudistumisaika on jäänyt lyhyeksi (vrt. Heikinheimo 1931 a, s. 36).

Koivun taimistoihin kohdistuneista tuhoista ovat karjan aiheuttamat tärkeimmät. Laidunnetuissa harsintakuusikoissa karjan vikuuttamien koivun taimien prosenttinen osuus on koivun koko taimiluvusta ollut huomattavan korkea (keskimäärin 83 %). Mainittakoon lisäksi seuraava esimerkki.

Koealasta n:o 2 aidattiin toinen puoli (n:o 2 a) karjan tuhojen selvittämiseksi. Kun aitaus suoritettiin syksyllä 1937, koivun taimien luku oli 1 670 kpl/ha. Keväällä 1940 luettiin taimet uudestaan. Tällöin koivun taimien lukumäärä oli aidatulla alueella 5 000 kpl/ha ja aitaamattomalla alueella, jota laidunnettiin lievästi, 3 250 kpl/ha.

Karja ei kylläkään aina lopullisesti hävitä koivua, vaan uudistusaloille jää paljon karjan enemmän tai vähemmän vikuuttamia, mutta kuitenkin elpymiskykyisiä koivun taimia. Tämä karjan vikuuttama koivun taimisto, muutenkin vasta uudistumiskauden loppuvaiheessa uudistusalalle ilmaantuneena, jää helposti kilpailussa kuusen kanssa alakynteen ja sortuu alimetsäksi kuusen alle. Siellä se, varsinkin hieskoivu, kituu sitten pitkät ajat, kunnes vähitellen kuolee (esim. koeala n:o 189).

Laiduntamisen tuhoisa vaikutus koivun uudistumiseen on metsäkirjallisuudessamme usein huomioitu.

Multamäki (1916, s. 42) on metsälaiduntamista koskevassa tutkimuksessaan tullut siihen tulokseen, että ankarasti laidunnetuilta aloilta siemenestä nousseet koivun taimet katoavat kokonaan.

[1]) 1 000 koivun siemenen paino 0.250 g (Heikinheimo 1937 a, s. 26).

A. Borg (1926, s. 19) kirjoittaa: »— — koivun pahin vihollinen — karja.» Tähtinen (1930, s. 43) mainitsee katsauksessaan Jokioisten kartanon metsätalouden vaiheisiin, että sen jälkeen, kun laiduntaminen lopetettiin kartanon metsissä, koivu, joka laajoilta aloilta oli häviämässä, on ilman erityisiä toimenpiteitä jälleen ilmaantunut nuorennosaloille.

Heikinheimo (1931 a, s. 40 ja s. 84; 1938 a, s. 5; 1938 c, s. 19; 1941 b, ss. 55—56) on useaan otteeseen korostanut, että edellytyksenä koivun taimien menestymiselle on laiduntamisen lopettaminen.

L. E. T. Borgin (1936, s. 50) mukaan koivun nuorennosta on ilmaantunut Tuomarniemen hankikylvöaloille vasta sen jälkeen, kun torppareiden laiduntamisoikeudet ovat lakanneet.

Mäkelä (1939, s. 165) huomauttaa, että metsähallinnon Länsi-Suomen piirikunnassa kauniitten koivun taimistojen nousemiselle on laiduntamisen lopettaminen osoittautunut ratkaisevaksi tekijäksi.

Harsintakuusikoissa esiintyneistä koivun taimistoista nähdään yhdistelmä taulukosta 52. Taimiluvut vaihtelevat suuresti. Riukumetsäkautena, puuston ollessa tiheimmillään, koivun taimet puuttuvat useimmista tutkimusmetsiköistä. Harsintakauden metsikköihin sisältyy jo säännöllisesti koivun taimia, vaikka taimiluvut jäävätkin pieniksi (keskimäärin n. 1 200 kpl/ha), taimistokautena koivun taimien luku nousee suurimmilleen, keskimäärinkin aina n. 3 700 kappaleeseen hehtaaria kohden, ja tiheikkökautena taimien luku taas vähenee (keskimäärin n. 2 500 kpl/ha). Pääosa (keskimäärin n. 88 %) koivun taimista on ollut hieskoivua.

Koivun taimiluvut eivät harsintakuusikoissa ole suuria. Mainittakoon vertauksen vuoksi, että käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä on Pieksämäellä, Niskamäen kylässä, eräältä 2-vuotiselta mustikkatyypin kaskialalta luettu 255 000 kpl. koivun taimia hehtaaria kohden. Lukkala (1929, s. 269) on eräiltä ojitetuilta soilta lukenut aina 88 000 ja 80 400 kpl/ha koivun taimia. Ja L. E. T. Borgin (1936, s. 31) tutkimilla Tuomarniemen hankikylvöaloilla koivun taimien lukumäärä on keskimäärin ollut n. 20 000—30 000 kpl/ha.

Koivun uudistamista sekapuuksi silmälläpitäen voitaneen kuitenkin useimpia harsintakuusikoissa esiintyneitä koivun taimistoja taimien lukumäärän puolesta pitää ainakin välttävinä. Jatkuvien karjan tuhojen johdosta koivun taimien kunto useimmissa tutkimusmetsiköissä on kuitenkin ollut sellainen, että nämä taimet kilpailussa kuusen kanssa ovat jääneet alakynteen, eikä niillä sen jälkeen enää ole ollut mahdollisuuksia tavoittaa vallitsevaa puustoa.

Edellä esitetyt tutkimustulokset yhdistäen voitaneen sanoa, että taimettumisajan lyhyys sekä karjan tuhot ovat harsintakuusikoissa muodostuneet koivun uudistumiselle kohtalokkaiksi.

Vanhana harsitut kuusikot.

Puusto.

Vanhana harsittuja kuusikoita edustaa tutkimusaineistossa vain neljä mustikkatyypin metsikkcä. Seuraavassa esitetään niistä tärkeimmät mittaustulokset.

Koeala n:o 31. Forssa. Mitattu 19. 7. —38. Puuston tiheys 0.1. Mäntyä 2 % ja kuusta 98 % puuvarastosta. Puuvarasto 26 m³/ha, kasvu 1.4 m³/ha, tukkipuita 72 kpl/ha, valtapuiden ikä n. 65 vuotta ja keskimääräinen pituus 14 m. Hakattu v. 1933 120 m³/ha, josta 92 % kuusta ja 8 % koivua.

Koeala n:o 20. Luopioinen. Mitattu 29. 6.—38. Puuston tiheys 0.1. Mäntyä 79 %, kuusta 16 % ja koivua 5 % puuvarastosta. Puuvarasto 16 m³/ha, kasvu 0.6 m³/ha, tukkipuita 32 kpl/ha, valtapuiden ikä n. 70 vuotta ja keskimääräinen pituus 9 m. Hakattu v. 1930 152 m³/ha, josta 20 % mäntyä ja 80 % kuusta.

Koeala n:o 35. Forssa. Mitattu 25. 7. —38. Puuston tiheys 0.2. Mäntyä 18 %, kuusta 79 % ja koivua 3 % puuvarastosta. Puuvarasto 11 m³/ha, kasvu 0.8 m³/ha, tukkipuita 16 kpl/ha, valtapuiden ikä n. 85 v. ja keskimääräinen pituus 14 m. Hakattu v. 1933 43 m³/ha, josta mäntyä 10 % ja kuusta 90 %.

Koeala n:o 33. Forssa. Mitattu 21. 7. —38. Puuston tiheys 0.2. Mäntyä 15 %, kuusta 81 % ja koivua 4 % puuvarastosta. Puuvarasto 16 m³/ha, kasvu 1.0 m³/ha, tukkipuita 28 kpl/ha, valtapuiden ikä n. 90 v. ja keskimääräinen pituus 16 m. Hakattu v. 1933 69 m³/ha, josta 26 % mäntyä ja 74 % kuusta.

Vanhana harsittujen kuusikoiden kehitys on ennen tukkipuun harsintojen alkamista verrattavissa luonnon normaalin kuusikon kehitykseen. Hakkuut ovat lieviä, alaharvennuksen luontoisia. Pääasiassa hakataan pientä kotitarvepuuta ja paperipuuta. Näistä hakkuista sekä puuston sulkeutuneisuudesta johtuu, että välimetsän luontoista puustoa esiintyy verrattain vähän. Kun tukkipuun harsinnat alkavat, muodostuu jo ensimmäinen tai toinen harsinta paljastavaksi hakkuuksi.

Jätepuustot vanhana harsituissa kuusikoissa ovat vaihtelevia. Yhteistä niille on puuston vähäinen tiheys, pieni puuvarasto sekä pieni kasvu. Puuston laatu on huono, ja mitä pitempi aika paljastavasta hakkuusta kuluu, sitä huonolaatuisemmaksi jätepuusto kehittyy. Silmiinpistävimmät vikanaisuudet jätekuusissa ovat oksikkuus ja auringon polte. Jätepuustot vanhana harsituissa kuusikoissa ovatkin tarjonneet metsäkirjallisuudessamme parhaita malliesimerkkejä metsänhävityksestä.

Uudistuminen.

Jätepuustojen siemensatoa koskevia tutkimuksia ei ole suoritettu. Jätepuustojen tila huomioon ottaen täytynee niiden siemennyskyky ainakin välittömästi hakkuun jälkeen arvioida heikoksi.

Ennen paljastavaa hakkuuta syntyneitä taimia ei vanhana harsituissa kuusikoissa esiinny. Tässä

tärkeässä suhteessa vanhana harsitut kuusikot ovat rinnastettavissa harsintamännikköihin. — Pintakasvillisuudessa tapahtuu paljastavan hakkuun jälkeen voimakkaita muutoksia. Ennen hakkuuta pintakasvillisuus on verrattavissa luonnon normaalin kuusikon pintakasvillisuuteen. Hakkuun jälkeen varsinkin ruoho- ja heinäkerros elpyvät voimakkaasti. Tutkimusmetsiköissä ruoho-heinäkerroksen yhteinen peittävyys on ollut keskimäärin kokonaista 7.1. Pintakasvillisuus kehittyykin nopeasti niin reheväksi, että se vakavasti uhkaa hakkuualan taimettumista (vrt. Hertz 1932, s. 175).

Sitä mukaa kun jätepuusto elpyy, se valtaa yhä täydellisemmin hakkuualan ja kilpailullaan heikentää pintakasvillisuuden elinvoimaisuutta. Sinne tänne jätepuiden läheisyyteen ilmaantuu kohtia, joissa pintakasvillisuus on suhteellisen heikkoa. Tällaisia kohtia ovat myöskin kantojen ympärykset. Näihin kohtiin kuusen taimia alkaa ensinnä ilmaantua, ja sitä mukaa kun täten taimettuneet laikut vähitellen yhtyvät, taimettuu hakkuuala vähitellen kokonaan. Taimettumisen kulku vain on kovin hidas. Taimistojen syntytavasta johtuu, että ne kehittyvät epätasaisiksi. Vanhana harsittujen kuusikoiden taimistoihin kohdistuneista tuhoista ovat karjan tuhot tärkeimmät. Esim. koealalla n:o 33 karjan vikuuttamia taimia on ollut 25 % koko taimiluvusta.

Ne taimistot, joita tutkituissa vanhana harsituissa kuusikoissa on tavattu, ovat kaikki olleet metsittämisarvoltaan epätyydyttäviä. Taimiluku on kaikissa jäänyt alle 1 000 kpl/ha. Ilmeistä on, että luontaisen uudistumisen aika vanhana harsituissa kuusikoissa venyy pitkäksi.

Vanhana harsituissa kuusikoissa esiintyvät uudistumisvaikeudet viittaavat siihen, että sitä mukaa kun nuorena harsittuja kuusikkoja kunnostetaan ja niiden puuvarastoa lisätään, ei niidenkään uudistuminen enää tapahdu yhtä herkästi kuin aikaisemmin, vaan on metsikön uudistamiseen kiinnitettävä niissäkin yhä enemmän huomiota.

Eräät lausunnot metsäkirjallisuudessa osoittavat, että siihen eroon, joka on olemassa nuorena ja vanhana harsittujen kuusikoiden uudistumiskyvyssä, on aikaisemminkin kiinnitetty huomiota.

Wagner (1907, s. 79) toteaa, että vertailu valtionmetsän ja lähellä olevan talonpoikaismetsän välillä yleensä osoittaa, että jälkimmäinen uudistuu paljon herkemmin. Samassa yhteydessä (s. 84) hän mainitsee, että niin pian kuin talonpoikaismetsässä kiertoaikaa pidennetään yli 60—80 vuoden, katoaa suuri osa kauniista taimistoista. »*Der Jungwuchs darf nicht in Berührung mit langen und starken Sortimenten kommen.*»

Aaltonen (1919, s. 225) on pannut merkille, että taimisto usein puuttuu tai on ainakin hyvin kituvaa vanhoissa, varsinkin valtion mailla tavattavissa metsiköissä, jota vastoin nuorissa tai ainakin edellisiä paljon nuoremmissa, läheisissäkin

yksityismailla kasvavissa metsiköissä elinvoimaista taimistoa saattaa olla hyvinkin runsaasti. Myöhemmin Aaltonen (1920, s. 23; 1934 b, s. 9) useaan otteeseen kiinnittää huomiota siihen, että saman puulajin vanhat ja nuoret yksilöt viihtyvät sitä paremmin vieretysten, mitä pienempi niiden ikäero on.

Hesselman (1927, s. 389) on havumetsien humusta koskevissa tutkimuksissaan tullut siihen tulokseen, että nuorissa metsiköissä typen mobilisaatio on vilkkaampi kuin vanhemmissa.

Lihtonen (1929, s. 39) kirjoittaa, että myöskin määrämittahakkuilla käsitelty kuusimetsä voidaan eräissä tapauksissa luontaisesti uudistaa. Ehtona kuitenkin on, että metsä ei ole järin vanhaa eikä maa altis ruohottumaan.

Tertti (1937 b, s. 93) lausuu: »Kokemuksesta tiedän, että kuusimetsien uudistaminen luontaisella tavalla on valtion metsissä yleensä paljon vaikeampaa kuin yksityisten ja nimenomaan yhtiöiden metsissä.»

Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt.

Esiintyminen.

Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt muistuttavat rakenteeltaan paljon sellaisia kuivien kankaiden harsintamänniköitä, joissa koivua esiintyy runsaasti sekapuuna. Metsänhoidollisesti ne kuitenkin eroavat viimeksimainituista monessa tärkeässä suhteessa.

Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköitä esiintyy maassamme pääasiallisesti niillä seuduilla, joilla kaskiviljelyksestä on luovuttu vasta suhteellisen lyhyt aika sitten, siis ensi sijassa Suomen eteläpuoliskon keski- ja itäosissa (Heikinheimo 1915, kartta n:o 4). Erityisesti sellaisilla seuduilla, joilta voimakas kaskiviljelyksen harjoittaminen tai kaskiviljelys ja kulot yhdessä ovat karkoittaneet kuusen, tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt ovat yleisiä.

I:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Yrjö Ilvessalo 1927, s. 66) mänty-koivu- ja koivu-mäntysekametsiköitä oli yhteensä Suomen eteläpuoliskossa mustikkatyypin alasta 14.1 % ja käenkaali-mustikkatyypin sekä talvikkityypin alasta 13.0 %. Tuoreiden kankaiden suhteellisen suureen tuottokykyyn katsoen nämä metsiköt ansaitsevat suuremmankin huomion kuin pelkästään pinta-alaosuutensa perusteella, joka sekin jo on huomattava.

Sitä mukaa kun kuusi valtaa takaisin ne alueet, joilta tuli on sen karkoittanut, mänty ja koivu saavat väistyä sen tieltä. Mänty-koivuharsintametsiköt näyttävät muodostavan vain suhteellisen lyhytaikaisen kaskiviljelystä seuraavan kehitysvaiheen tuoreiden kankaittemme metsien kehityksessä. — Luonnonmetsissä tällainen metsikkölaji onkin harvinainen (vrt. A. K. Cajander 1903, ss. 2—3).

Taulukko 53. Mittaustuloksia mänty-koivuharsintametsiköistä.

Tabelle 53. Messungsergebnisse der Kiefern-Birken-Plenterwälder.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Tutkimusaika *Datum*	Kunta *Gemeinde*	Puuston tiheys *Dichte des Bestandes*	Puulajisuhteet % puuvarastosta *Holzarten % der Kubikmasse* Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*	Puuvarasto m³/ha *Kubikmasse fm/ha*	Kasvu m³/ha *Zuwachs fm/ha* Mä *Ki*	Ko *Bi*	Yht. *Insg.*	Tukkipuita kpl/ha *Derbholz St/ha* Mä *Ki*	Ko *Bi*	Yht. *Insg.*	Valtapuut *Oberbäume* Ikä v. *Alter J.* Mä *Ki*	Ko *Bi*	Pituus m *Höhe m* Mä *Ki*	Ko *Bi*	Hakkuumäärät 14 viime vuoden kuluessa *Hiebssätze während der letzten 14 Jahre* Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuunn. m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä *Vom Hiebssatz %* Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*	Hakkuuaika *Hiebszeit*	Hakkuunn. m³/ha *Hiebssatz fm/ha*	Hakkuumäärästä *Vom Hiebssatz %* Mä *Ki*	Ku *Fi*	Ko *Bi*
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*																													
93	10. 9.39	Kivennapa ..	0.4	56	—	14	32	1.4	0.4	2.5	12	—	12	35	20	9.0	7.1	1934	27	71	—	29	1926	62	72	—	28
106	3. 7.39	Savitaipale ..	0.3	28	—	65	28	0.8	1.6	2.5	—	8	8	50	55	9.0	12.2	1934	50	49	4	47	1924	52	22	—	78
107	4. 7.39	Mikkelin mlk.	0.4	51	—	46	50	0.9	0.9	1.8	68	8	76	50	50	14.0	14.5	1939	6	99	—	1	1937	78	35	—	65
113	11. 7.39	Pieksämäki ..	0.4	50	7	34	73	1.9	1.6	4.1	40	12	52	50	45	16.5	14.5	1934	11	92	—	8	1930	93	68	—	32
161	15. 9.39	Tuupovaara .	0.3	20	31	47	29	0.3	0.8	1.7	20	28	48	50	50	11.8	14.0	1939	14	—	—	100	1933	77	82	16	2
115	13. 7.39	Juva	0.3	49	2	48	60	1.5	1.8	3.5	48	32	80	60	50	14.9	14.3	1932	55	99	—	1	1927	84	94	—	6
160	14. 9.39	Tuupovaara .	0.3	15	25	58	50	0.3	2.2	3.4	12	24	36	60	55	14.6	14.5	1939	8	—	—	100	1933	82	34	64	2
108	5. 7.39	Juva	0.3	55	2	39	56	1.1	1.1	2.3	60	28	88	65	60	16.7	14.4	1939	52	72	—	28	—	—	—	—	—
116	14. 7.39	Rantasalmi .	0.4	46	7	39	69	1.3	2.1	4.3	64	12	76	65	50	13.9	13.4	1937	34	64	—	36	1924	105	97	—	3
175	2.10.39	Iitti	0.4	67	5	27	68	1.5	0.8	2.4	72	—	72	65	60	17.6	14.8	1936	27	88	—	12	1932	91	56	—	44
79	3.10.38	Pertteli	0.6	56	17	18	119	1.9	0.8	4.2	72	32	104	70	70	20.5	18.6	1938	72	94	5	1	1934	80	42	7	51
125	26. 7.39	Kerimäki ...	0.3	38	—	53	46	0.8	1.5	2.3	32	52	84	70	55	14.0	14.2	1934	28	32	9	59	1928	64	20	—	80
179	6.10.39	Heinolan mlk.	0.4	44	8	46	64	0.9	1.2	2.4	60	12	72	70	60	18.3	17.7	1938	8	90	—	10	1929	151	45	—	55
91	7. 6.39	Koivisto	0.2	57	—	41	36	0.6	0.3	0.9	24	16	40	80	75	19.5	20.6	1936	55	—	—	100	1926	116	89	—	11
129	28. 7.39	Kerimäki ...	0.1	15	7	74	21	0.2	0.9	1.2	4	16	20	80	80	15.5	16.3	1935	10	—	—	100	—	—	—	—	—
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*																													
13	13. 6.38	Hauho	0.5	34	14	39	56	0.9	2.5	4.0	36	16	52	40	35	12.4	15.1	1938	17	23	—	51	1933	35	31	4	21
16	21. 6.38	»	0.5	10	29	15	48	0.2	2.0	4.5	8	—	8	45	45	·	12.4	1931	51	18	24	22	—	—	—	—	—
165	20. 9.39	Pyhäselkä ..	0.5	26	—	70	82	0.6	2.3	2.9	40	64	104	45	45	14.9	16.2	1935	69	46	—	54	—	—	—	—	—
166	20. 9.39	» ..	0.5	32	—	53	38	0.4	1.1	1.7	24	16	40	50	50	10.7	14.8	1935	89	23	—	77	1928	6	100	—	—
40	1. 8.38	Somero	0.3	4	14	80	119	0.3	2.3	3.6	8	124	132	70	70	9.1	19.8	1936	60	15	68	1	—	—	—	—	—
15	18. 6.38	Hauho	0.4	55	16	25	80	1.5	0.8	3.2	48	17	65	80	80	23.5	24.6	1935	85	83	7	10	1928	18	42	45	13



Kuva 31. Mänty-koivuharsintametsikkö. Käenkaali-mustikkatyyppi. Valok. 20. 9. —39.
Abb 31. Kiefern-Birken-Plenterwald. Oxalis-Myrtillus-Typ. Foto 20. 9. —39.

Puusto.[1]

Yleiskatsaus.

Tutkimusmetsiköiden puustoa koskevista tärkeimmistä mittaustuloksista nähdään yhdistelmä taulukosta 53. Tutkimusmetsiköt ovat suurimmaksi osaksi Etelä-Suomen itäisestä puoliskosta, jossa mänty-koivuharsintametsiköt ovat yleisiä.

Tutkimusmetsiköistä on suurin osa, 15 koealaa, mustikkatyypiltä. Käenkaali-mustikkatyypiltä on vain 6 koealaa. Seuraavassa esitettävät

tutkimustulokset kohdistuvatkin, ellei toisin mainita, lähinnä juuri mustikkatyypin mänty-koivuharsintametsikköihin.

Tiheys ja runkoluku.

Yksityisille mänty-koivuharsintametsiköille arvioidut tiheysluvut nähdään taulukosta 53, s. 217. Keskimäärin tiheys on mustikkatyypillä 0.8 ja käenkaali-mustikkatyypillä 0.5. — Tarkastettavana olevat metsiköt ovat ilmeisesti harvoja jätemetsiköitä (vrt. kuva 31).

Runkoluku on mänty-koivuharsintametsiköissä pieni. Rinnankorkeudelta yli 5 cm:n läpimittaisia puita on mustikkatyypillä keskimäärin n. 490 kpl/ha ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 440 kpl/ha. Kokonaisrunkoluku on kylläkin huomattavasti suurempi, mustikkatyypillä n. 1 760 kpl/ha ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 2 580 kpl/ha, sillä pientä lehtipuuta sisältyy alimetsänä runsaasti näihin metsikköihin.

Tukkipuiden lukumäärä on mustikkatyypin metsiköissä keskimäärin n. 58 kpl/ha (taulukko 53) ja käenkaali-mustikkatyypin metsiköissä n. 67 kpl/ha. Mustikkatyypillä tukkipuiden lukumäärästä on n. 32 % koivua, käenkaali-mustikkatyypillä n. 59 %.

Raudus- ja hieskoivun keskinäisessä esiintymistavassa on epätasaisessa ja kumpuilevassa maastossa ollut havaittavissa, että rauduskoivu keskittyy maaston korkeimmille kohdille ja hieskoivu alaville rinteille (esim. koeala n:o 179).

Pituus.

Mänty-koivuharsintametsiköiden valtapituudet nähdään taulukosta 53, s. 217. Männyn ja koivun valtapituudet ovat keskimäärin kutakuinkin samansuuruisia. Mänty ja koivu kuuluvatkin samaan kehitysjaksoon (vrt. Heikinheimo 1915, ss. 221—223). Ikäerotkin niiden välillä ovat tavallisesti pieniä (Lappi-Seppälä 1930, s. 52). Keskimäärin mänty näyttäisi mustikkatyypin metsiköissä olevan n. 5 vuotta vanhempaa kuin koivu, mutta tämä ikäero saattaa olla vain näennäinen ja johtua koivun taimiasteellaan kärsimistä karjan tuhoista.

Vastaaviin luonnon normaalin männikön ja koivikon valtapituuksiin verrattuina mänty-koivuharsintametsikön valtapituudet ovat pieniä. Esim. mustikkatyypillä 80-vuotisen luonnon normaalin männikön valtapituus on n. 43 % suurempi kuin männyn vastaavassa mänty-koivuharsintametsikössä (vrt. Yrjö Ilvessalo 1920 a, s. 29). Syyt puuston vähäiseen pituuteen ovat nähtävästi samat kuin harsintamänniköissäkin.

Yhdistelmä mäntyjen latvusten pituudesta nähdään taulukosta 54.

Taulukko 54. Mäntyjen latvusten pituus mänty-koivuharsintametsiköissä. Mustikkatyyppi.

Tabelle 54. Kronenlänge der Kiefern in Kiefern-Birken-Plenterwäldern. Myrtillus-Typ.

D 1.3-läpimittaluokat cm — *D 1.3-Durchmesserklassen cm*				Koepuita kpl *Probestämme St*
10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	25.1—30.0	
Latvuksen pituus m — *Kronenlänge m*				
5.0±0.2	6.3±0.2	7.6±0.3	8.4±0.4	105
Latvuksen pituus % puun pituudesta — *Kronenlänge % der Baumhöhe*				
46	45	45	45	105

Siitä ilmenee, että latvusten pituudet ovat niin absoluuttisesti kuin suhteellisestikin kutakuinkin samansuuruisia kuin harsintamänniköissä. — Mäntyjen latvuksissa on tavattu *Blastophagus*-tuhoja (esim. koeala n:o 79) kuten harsintamänniköissäkin. Latvusten on useissa tapauksissa todettu jonkin verran kärsineen koivujen piiskaavasta vaikutuksesta.

Runkomuoto.

Taulukosta 55 nähdään mänty-koivuharsintametsikön puuston runkomuotoa kuvaavia lukuja. Kun verrataan männyn ja koivun runkomuotoa toisiinsa, niin voidaan havaita melkoisia eroja puoleen ja toiseen. Mäntytukkien solakkuus ja täyteläisyys on jonkin verran parempi kuin koivutukkien. Koivulla ero tukkipuiden ja pienpuiden välillä on suurempi kuin

Taulukko 55. Mänty-koivuharsintametsiköiden runkomuotoa kuvaavia lukuja. Mustikkatyyppi.

Tabelle 55. Stammformcharakteristika der Kiefern-Birken-Plenterwälder. Myrtillus-Typ.

Puulaji — *Holzart*	Läpimitta 1.3 m:n korkeudella cm *Durchmesser in 1.3 m Höhe cm*			Koepuita kpl *Probestämme St*
	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	
Solakkuus % — *Schlankheit %*				
Mänty — *Kiefer*	1.37	1.16	1.35	102
Koivu — *Birke*	1.02	1.11	1.41	93
Jonsonin muotosuhde - *Formquotient nach Jonson*				
Mänty — *Kiefer*	(0.44)	0.52	0.58	51
Koivu — *Birke*	0.57	0.64	0.55	72
Kapeneminen cm — *Durchmesserabfall cm*				
Mänty — *Kiefer*	(4.0)	4.2±0.2	4.3±0.2	51
Koivu — *Birke*	5.0±0.2	3.8±0.2	4.9±0.4	72

männyllä; niinpä pienten koivujen muoto näyttääkin paremmalta kuin samansuuruisten mäntyjen.

Kun vielä verrataan mänty-koivuharsintametsikön ja puolukkatyypin harsintamännikön mäntyjen muotoa toisiinsa, niin voidaan todeta, ettei mitään oleellista eroa niiden välillä ole havaittavissa.

Puuston laatu.

Mänty-koivuharsintametsikön puuston laadusta nähdään yhdistelmä taulukosta 56, joka on laadittu koepuille arvioidun laadun perusteella. Tukkipuiden laatu on arvioitu myös puiden luvun yhteydessä. Vertauksen vuoksi mainittakoon saatu tulos mustikkatyypiltä: männyistä kuuluu I luokkaan 2 %, II luokkaan 55 %, III luokkaan 40 % ja P-luokkaan 3 %. Koivuja ei puiden luvun yhteydessä ole jaettu laatuluokkiin.

Taulukko 56. Puuston laatu mänty-koivuharsintametsiköissä.

Tabelle 56. Qualität der Stämme in Kiefern-Birken-Plenterwäldern.

Mänty — *Kiefer*									Koivu — *Birke*								
D 1.3-läpimittaluokat — *D 1.3-Durchmesserklassen*																	
alle *unter* 20 cm				vähintään *wenigstens* 20 cm					alle *unter* 20 cm				vähintään *wenigstens* 20 cm				
Laatuluokat — *Qualitätsklassen*																	
I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	I	II	III	P	Yhteensä *Insgesamt*	I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	F	S	P	Yhteensä *Insgesamt*	
Koepuiden jakaantuminen — *Verteilung der Probestämme*																	
%			Kpl *St*	%				Kpl *St*	%			Kpl *St*	%				Kpl *St*
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*																	
2	48	50	100	60	3	54	43	—	100	58	57	43	—	100	103	36	39	25	100	28
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*																	
6	50	44	100	16	—	50	50	—	100	10	75	25	—	100	28	57	29	14	100	14

Tärkein mäntytukkipuita III luokkaan alentaneista vikanaisuuksista on ollut oksikkuus (64 % III luokan puista). Seuraavalla sijalla ovat koroviat, pääasiassa kaatokoroja (21 %), ja lenkous (15 %). Yleisin koivuja P-luokkaan alentaneista vikanaisuuksista on ollut laho (55 % P-luokan puista). Seuraavalla sijalla on mutkaisuus (27 %) ja sitten oksikkuus (9 %) ja koroviat (tuohen kiskonta 9 %).

Nämä mänty-koivuharsintametsiköiden tärkeimmät vikanaisuudet näyttävät olevan yleensäkin tuoreiden kankaiden männiköille ja mänty-koivusekametsiköille ominaisia.

Heikinheimo (1915, s. 223) on todennut, että ns. maannousema on erittäin yleinen kaskimetsien koivikoissa.

A. K. Cajander (1917, s. 236) mainitsee, että männyt kehittyvät oksikkaiksi, toisinaan haararunkoisiksikin lehtipuiden seassa kasvaessaan.

Osara (1935, ss. 152—153) mainitsee, että mustikkatyypillä ja sitä paremmilla metsämailla mäntyvaltaiset metsät useimmiten ovat laadultaan epätyydyttäviä.

Erityisesti koivujen lahoisuus kiinnittää huomiota. Syyt siihen ovat moninaiset; yksi tärkeimpiä lienee se, että tukkipuun harsinnoissa järjestelmällisesti on poistettu parhaat koivut ja jätetty huonoimmat jäljelle. Useissa tapauksissa koivut lisäksi lähentelevät biologista yli-ikäisyyttään.

Mustikkatyypin ja käenkaali-mustikkatyypin mänty-koivuharsintametsiköitä toisiinsa verrattaessa nähdään, että mäntytukit ovat mustikkatyypillä hieman parempia kuin käenkaali-mustikkatyypillä, koivut päinvastoin.

Mäntyjen laatu on esim. harsintamännikköihin tai koko maan eteläpuoliskon yksityismetsien keskimäärään (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 330) verrattuna huono. Myös koivujen laatu on mustikkatyypillä koko maan eteläpuoliskon yksityismetsien koivutukkien keskimääräiseen laadun jakaantumiseen (I luokka 64 %, II luokka 36 %, Yrjö Ilvessalo 1942, s. 330) verrattuna huono, mutta käenkaali-mustikkatyypillä keskimääräinen.

Puuvarasto.

Puuvarasto on mänty-koivuharsintametsiköissä pieni, mustikkatyypillä keskimäärin vain n. 53 m^3/ha (taulukko 53, s. 217), käenkaali-mustikkatyypillä kuitenkin enemmän, keskimäärin n. 71 m^3/ha. Mustikkatyypillä mäntyä ja koivua on keskimäärin jokseenkin saman verran (mäntyä 46 % ja koivua 40 % puuvarastosta), käenkaali-mustikkatyypillä koivua on enemmän (koivua 52 % ja mäntyä 25 %). Koivusta on suurin osa hieskoivua, mustikkatyypillä keskimäärin 64 % ja käenkaali-mustikkatyypillä 91 % koivun kuutiomäärästä.

Kasvu.

Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköiden vuotuinen juokseva kasvu on maan tuottokykyyn nähden vähäinen, mustikkatyypillä keskimäärin vain n. 2.6 m^3/ha (taulukko 53, s. 217) ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 3.3 m^3/ha kuoretta. Koivun osuus kasvusta on mustikkatyypillä 46 % ja käenkaali-mustikkatyypillä 55 %, siis molemmat suurempia kuin vastaavat osuudet puuvarastosta. Koivu näyttää tukkipuun harsintojen jälkeen olevan mäntyä elpymiskykyisempi.

Hakkuumäärät.

Hakkuut mänty-koivuharsintametsiköissä ovat vaihtelevia. Mäntytukkien ja koivufaneeripuiden ohella hakataan koivusahapuita, ratapölkkyjä ja erilaista kotitarvepuuta runsaasti.

Hakkuumäärät ovat viime 14 vuoden kuluessa olleet suuria, mustikkatyypillä vuosittain n. 7.6 m^3/ha (taulukko 53, s. 217) ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 5.1 m^3/ha. Puuston heikko tila onkin ilmeisesti seuraus juuri näistä voimakkaista hakkuista.

Hakkuumääristä on ollut mäntyä mustikkatyypillä keskimäärin n. 61 % ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 63 % ja koivua mustikkatyypillä sekä käenkaalimustikkatyypillä n. 34 %. Hakattu koivu on ollut pääosaltaan hieskoivua (mustikkatyypin metsiköissä n. 69 % koivun hakkuumääristä).

Uudistuminen.

Siementyminen.

Mänty-koivuharsintametsiköiden siemensatoa on selvitelty vain koepuumenetelmällä. Koealoittaisia tuloksia julkaisematta mainittakoon, että tutkimusmetsiköissä on vuoden 1940 keskimääräiseksi männyn siemensadoksi arvioitu 0.3 kg hehtaaria kohden. Vuosi 1940 oli tutkimusalueella hyvä männyn siemenvuosi. Männyn siemensato mänty-koivuharsintametsiköissä näyttää näin ollen heikolta.

Pintakasvillisuus.

Tutkittujen mänty-koivuharsintametsiköiden pintakasvillisuudesta nähdään yhdistelmä taulukosta 57.

Mänty-koivuharsintametsiköiden pintakasvillisuudessa kiinnittää huomiota ruoho-heinäkerroksen voimakkuus. Niinpä mustikkatyypillä ruohojen ja heinien yhteinen peittävyys on keskimäärin 5.4 ja käenkaali-mustikkatyypillä aina 8.0. Heinien ja ruohojen vaarallisuuteen puun taimien kilpailijoina on jo aikaisemmin kiinnitetty huomiota. Yksityisistä kasvilajeista ansaitsee erityisesti *Eupteris aquilina* huomiota. Se näyttääkin viihtyvän erityisen hyvin juuri tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköissä (Kujala 1926 a, s. 55). Varsinkin laidunnetuissa metsiköissä se on yleinen, usein laajoja yhtenäisiä kasvustoja muodostava (Hertz 1932, ss. 46—47; 1934 a, s. 19).

Pintakasvillisuus kokonaisuudessaan on mänty-koivuharsintametsiköissä niin rehevä, että männyn ja koivun taimiminen niissä näyttää vaikealta (vrt. Heikinheimo 1931 a, s. 85).

Maaperä.

Mustikkatyypin tutkimusmetsiköiden jakaantuminen eri maalajeille (taulukko 58) on seuraava: karkeat maalajit 13 %, keskikarkeat 74 % ja hienot 13 %. Tämä jakaantuminen on samantapainen kuin mustikkatyypin harsintakuusikoidenkin ja kuin yleensä mustikkatyypin vastaavalla alueella (Aaltonen 1941 a, s. 14). Maanäytteistä suoritettujen kosteusekvivalentin (Vk) määräysten ja Aaltosen (1940, s. 87) esittämien kokemuslukujen perusteella jakaantuminen maalajeihin on seuraava: karkeat (Vk alle 7.5) 7 %, keskikarkeat (Vk 7.5—17.5) 53 % ja

Taulukko 57. Kasviluettelo mänty-

Tabelle 57. Pflanzenverzeichnis der

Kasvilaji — *Pflanzenart*	Mustikkatyyppi					
	Koealan numero —					
	93	106	107	113	161	115
	Frekvenssi: peittävyys —					
Cladina spp.	—	—	—	1:△	—	—
Cladonia spp.	—	1:△	—	2:0.1	1:△	1:△
Muita jäkäliä — *Sonst. Flechten*	—	1:0.1	—	2:0.1	—	1:△
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	—	0.1	—	0.2	△	△
Pleurozium Schreberi	9:0.8	9:0.7	8:1.5	6:0.2	9:1.7	7:1.2
Hylocomium proliferum	2:0.1	2:0.2	5:0.1	—	1:△	—
Rhytidiadelphus triquetrus	3:0.1	1:△	1:0.1	—	1:0.1	—
Dicranum spp.	8:0.4	5:0.3	5:0.1	7:0.2	7:0.6	1:0.1
Polytrichum spp.	6:0.6	8:4.5	7:1.5	2:0.1	2:0.3	9:1.3
Muita sammalia — *Sonst. Moose*	2:0.1	8:0.4	8:1.2	7:0.2	3:0.2	3:0.7
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	2.1	6.1	4.5	0.7	2.9	3.3
Luzula pilosa	10:0.3	10:0.3	8:0.5	9:0.2	6:0.2	5:0.1
Carex spp.	2:0.1	—	3:0.1	—	—	—
Agrostis tenuis	1:△	—	—	—	6:0.3	—
Calamagrostis arundinacea	—	8:0.7	7:1.0	2:0.1	8:1.3	2:0.1
Calamagrostis epigejos	—	—	—	9:0.4	—	2:0.1
Deschampsia flexuosa	10:3.8	10:1.7	2:0.2	9:1.2	3:0.4	10:0.8
Muita heiniä — *Sonst. Gräser*	8:0.2	10:1.4	7:0.8	9:0.3	3:0.3	2:0.1
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	4.4	4.1	2.6	2.2	2.5	1.2
Eupteris aquilina	2:0.2	—	—	—	7:1.2	—
Dryopteris linnaeana	—	—	—	—	—	1:△
Majanthemum bifolium	1:△	—	9:0.9	10:0.5	9:0.6	10:0.3
Anemone nemorosa	8:1.2	—	—	—	—	—
Viola riviniana	—	—	—	1:△	—	—
Fragaria vesca	1:△	8:0.2	4:0.1	10:0.6	—	2:0.1
Rubus idaeus	2:0.1	2:0.1	—	3:0.3	—	—
Chamaenerium angustifolium	—	—	—	—	—	—
Oxalis acetosella	—	1:△	4:0.1	—	—	1:△
Trientalis europaea	9:0.2	10:0.3	10:0.6	7:0.2	6:0.2	10:0.3
Melampyrum spp.	5:0.1	9:0.3	6:0.2	4:0.1	—	3:0.1
Veronica spp.	—	6:0.2	5:0.1	6:0.2	1:△	—
Muita ruohoja — *Sonst. Kräuter*	5:0.3	10:0.8	8:0.7	10:1.0	10:0.9	10:0.3
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	2.1	1.9	2.7	2.9	2.9	1.1
Lycopodium spp.	1:△	—	—	2:0.3	1:0.1	4:0.2
Pirola spp.	—	5:0.2	5:0.1	7:0.2	—	3:0.1
Calluna vulgaris	—	4:0.3	—	—	6:0.5	2:0.2
Vaccinium vitis-idaea	10:1.1	10:1.5	8:0.6	8:0.3	10:2.0	10:4.2
Vaccinium myrtillus	10:2.2	8:0.7	10:2.4	7:2.3	10:2.6	8:0.3
Muita varpuja — *Sonst. Reiser*	—	—	—	1:△	1:△	—
Peittävyys yht. — *Deckung insges.*	3.3	2.7	3.1	3.1	5.2	5.0

hienot (Vk yli 17.5) 40 %. Voidaan havaita, että kosteusekvivalentin mukaan kysymyksessä olevat maalajit ovat hienojakoisempia kuin silmämäärin arvosteltuina — sama piirre kuin mustikkatyypin harsintakuusikoissakin.

Maannostumisesta suoritetut havainnot ovat vaihtelevia. Erityisesti juuri mänty-koivuharsintametsiköissä aikaisempien kaskeamisien jäljet ovat maan profiilissa tuntuvat. Useimmissa tapauksissa (n. 80 %) on tavattu selvä A-horisontti. Sen keskimääräinen paksuus on niissä tapauksissa, joissa se on ollut havaittavissa, 4.3 cm. B-horisontti on aina ollut enemmän

koivuharsintametsiköistä.

Kiefern-Birken-Plenterwälder.

—*Myrtillus-Typ*									Käenkaali-mustikkatyyppi *Oxalis-Myrtillus-Typ*					
Nummer der Probefläche														
160	108	116	175	79	125	179	91	129	13	16	165	166	40	15
Frequenz: Deckung														
—	1:△	2:0.1	3:0.1	—	—	—	—	4:0.4	—	—	—	—	—	—
—	1:△	2:0.1	3:0.1	—	3:0.1	—	3:0.1	5:0.1	—	3:0.1	3:0.1	1:△	—	—
3:0.1	1:△	2:0.1	5:0.3	—	3:0.1	—	1:△	5:0.6	—	4:0.3	9:0.3	2:0.1	—	—
0.1	△	0.3	0.5	—	0.2	—	0.1	1.1	—	0.4	0.3	0.1	—	—
8:1.1	8:1.4	8:0.6	10:2.2	10:2.2	3:0.5	10:1.7	8:0.1	10:1.4	7:0.3	6:0.5	5:0.4	3:0.2	3:0.2	9:0.5
3:0.2	—	—	3:0.2	9:1.8	—	—	—	7:1.0	6:0.5	8:0.6	1:△	1:△	7:0.3	8:1.1
3:0.3	1:△	—	9:0.9	—	—	—	1:0.2	1:0.2	4:0.1	4:0.3	—	—	5:0.9	8:1.0
9:0.5	8:0.4	10:1.6	10:0.6	8:0.3	4:0.3	1:△	3:0.2	4:0.2	1:△	8:0.4	6:0.5	2:0.1	4:0.1	6:0.3
2:0.1	1:0.2	1:0.4	2:0.1	6:0.3	4:1.5	10:1.2	10:0.7	7:0.8	—	2:0.1	2:0.2	—	1:△	1:△
9:0.3	6:0.2	2:0.1	3:0.1	4:0.2	4:0.3	2:0.1	6:0.2	4:0.1	8:0.3	5:0.2	10:0.9	6:0.8	7:0.2	5:0.3
2.5	2.2	2.7	4.1	4.8	2.6	3.0	1.4	3.7	1.2	2.1	2.0	1.1	1.7	3.2
10:0.3	7:0.2	10:0.3	10:0.3	9:0.3	7:0.2	10:0.3	9:0.3	7:0.2	10:0.3	9:0.2	2:0.1	—	6:0.2	9:0.4
—	—	—	—	—	1:△	—	—	—	1:0.1	6:0.2	—	—	8:0.4	7:0.3
3:0.2	—	—	7:0.3	8:0.5	7:0.6	7:0.8	1:△	2:0.1	—	—	8:0.5	10:1.2	6:0.7	—
—	7:0.7	—	—	—	—	1:△	1:△	6:0.2	—	8:0.9	—	5:0.3	—	10:3.6
—	—	1:△	10:2.8	2:0.1	3:0.2	2:0.4	—	10:0.8	—	—	—	3:0.2	—	—
10:3.4	4:0.6	10:1.3	10:1.8	5:0.2	8:1.6	10:4.2	9:2.2	9:1.0	7:0.8	7:0.5	2:0.2	8:1.2	7:0.6	2:0.4
8:1.2	3:0.2	9:0.8	—	1:△	2:0.5	6:0.2	4:0.1	—	10:2.1	7:0.9	10:3.6	5:0.2	—	4:0.2
5.1	1.7	2.4	5.2	1.1	3.1	5.9	2.6	2.3	3.3	2.7	4.4	3.1	1.9	4.9
7:1.6	4:1.3	—	2:0.2	2:△	7:1.8	—	6:0.9	4:0.4	—	9:2.2	—	—	6:0.4	6:0.9
—	—	—	—	—	2:0.1	1:△	—	—	—	—	—	—	1:△	—
9:0.2	5:0.1	3:0.2	10:0.3	7:0.2	6:0.2	—	10:0.5	8:0.2	8:0.8	9:0.8	—	—	9:0.3	6:0.2
—	—	—	—	—	—	—	3:0.8	—	4:0.2	7:0.2	—	—	—	10:0.5
1:△	—	—	—	7:0.2	—	—	—	—	—	7:0.2	—	—	4:0.1	2:0.1
—	9:0.2	2:0.1	5:0.1	6:0.1	2:0.1	5:0.1	—	—	9:0.5	8:0.2	8:0.6	10:0.9	3:0.1	9:0.2
—	3:0.6	1:△	—	—	1:0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△
—	1:△	1:△	—	—	—	—	2:0.1	—	—	—	6:0.2	—	10:1.3	—
1:△	7:0.2	8:0.3	8:0.2	9:0.2	6:0.2	—	9:0.2	7:0.2	2:0.1	7:0.3	5:0.1	2:0.1	9:0.2	4:0.3
2:0.1	7:0.3	8:0.2	8:0.2	9:0.3	7:0.2	10:0.3	1:△	8:0.3	4:0.3	10:1.1	—	—	4:0.1	7:0.3
2:0.1	4:0.1	—	—	6:0.2	—	—	—	2:0.1	10:1.2	6:0.2	3:0.2	7:0.2	5:0.2	7:0.4
10:0.6	9:0.9	9:0.4	10:0.9	10:0.8	10:0.6	10:1.2	—	9:0.8	10:2.4	10:4.0	9:0.2	9:1.1	6:0.3	10:3.3
2.6	3.7	1.2	1.9	2.0	3.3	1.6	2.5	2.0	5.5	9.2	1.3	2.3	3.0	6.2
2:0.2	—	3:0.3	—	2:0.1	1:△	6:1.1	2:0.1	—	—	—	—	—	5:0.2	—
1:△	2:0.1	1:△	—	5:0.2	—	2:0.1	—	1:△	3:0.1	6:0.2	—	8:1.0	1:△	1:△
—	1:0.1	—	—	2:0.1	—	—	1:△	8:2.1	—	—	—	—	—	—
10:0.9	8:0.7	7:1.0	10:1.7	10:1.1	10:0.7	10:2.5	10:1.6	8:0.4	9:0.6	10:0.3	4:0.2	10:0.3	8:0.5	6:0.3
7:1.2	7:0.7	7:1.0	10:0.6	7:0.3	8:1.2	8:0.2	10:1.4	8:0.9	5:0.7	7:1.1	—	7:0.6	10:3.0	6:1.1
—	—	1:△	—	1:0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	1:△	—
2.3	1.6	2.3	2.3	1.9	1.9	3.9	3.1	3.4	1.4	1.6	0.2	1.9	3.7	1.4

tai vähemmän epäselvä. Humuksen keskimääräinen paksuus on 5.0 cm. Se on samaa suuruusluokkaa kuin harsintakuusikoissakin.

Käenkaali-mustikkatyypin mänty-koivuharsintametsiköt ovat jakaantuneet eri maalajeille seuraavasti: karkeat maalajit 0 %, keskikarkeat 67 % ja hienot 33 %. Vk-määräysten perusteella saadaan vastaavaksi jakaantumiseksi: karkeat maalajit 0 %, keskikarkeat 50 % ja hienot 50 %. Maannostuminen on kaikissa käenkaali-mustikkatyypin metsiköissä ollut epäselvä. A-horisonttia ei ole tavattu. Humuksen keskimääräinen paksuus on 6.6 cm. Se on mullaksen tapaista.

Taulukko 58. Tietoja mänty-koivuharsintametsiköiden maaperästä.

Tabelle 58. Angaben über den Boden der Kiefern-Birken-Plenterwälder.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Maan kaltevuus *Neigung des Bodens* Suunta *Hanglage*	Aste *Grad*	Maalaji *Bodenart*	Kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	Humuksen paksuus cm *Dicke der Humusschicht cm*	A-horisontin paksuus cm *Dicke des A-Horizonts cm*	Vk *Wk* %
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*							
93	N	1	mh	1	13.3	—	7.2
106	—	1	mh	2	5.0	*Δ*	22.8
107	—	1	mh	1	8.8	10.6	12.8
113	S	1	mh	1	2.8	7.5	15.9
161	S	1	ms	1	3.5	5.8	27.5
115	—	1	mh	1	5.5	*Δ*	11.3
160	—	1	ms	1	5.0	5.0	22.1
108	S	2	mh	1	3.5	*Δ*	14.2
116	W	1	mh	2	3.5	9.0	13.3
175	E	2	mh	2	4.3	—	13.9
79	W	1	h	1	6.3	—	22.5
125	SE	1	mh	1	2.8	6.0	17.4
179	NW	2	mh	1	2.0	3.0	19.9
91	SE	1	h	1	5.5	1.0	8.2
129	WS	2	mh	2	2.5	4.0	19.1
			Keskimäärin — *Mittel*		5.0	4.3	16.5
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*							
13	—	1	mh	1	2.0	—	9.1
16	—	1	ms	3	9.0	—	19.3
165	—	1	ms	2	12.8	—	23.2
166	—	1	mh	2	4.0	—	19.3
40	S	1	mh	1	10.0	—	13.1
15	—	1	mh	2	1.5	—	15.8
			Keskimäärin — *Mittel*		6.6	—	16.6

Taimistot.

Mänty-koivuharsintametsiköiden taimistoista nähdään yhdistelmä taulukosta 59.

Männyn taimien lukumäärä on kovin pieni, mustikkatyypillä keskimäärin vain n. 600 kpl/ha ja käenkaali-mustikkatyypillä vieläkin pienempi, n. 400 kpl/ha. Myös koivun taimia on ollut niukasti, mustikkatyypillä keskimäärin n. 2 150 kpl/ha ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 270 kpl/ha. Koivun taimista on mustikkatyypillä n. 62 % ja käenkaali-mustikkatyypillä n. 56 % siementaimia, loput vesoja. Taimet ovat jokseenkin kaikki hieskoivua (mustikkatyypillä 98 % ja käenkaali-mustikkatyypillä 95 % taimiluvusta).

Taimistoiden niukkuus mänty-koivuharsintametsiköissä on pääasiassa seuraus niistä uudistumisvaikeuksista, joihin aikaisemmin on viitattu, mutta osaksi myös niistä tuhoista, jotka ovat kohdistuneet taimistoihin. Viimeksimainituista ovat karjan tuhot tärkeimmät. Mustikkatyypin metsiköissä männyn taimista on karjan vikuuttamia ollut 27 % ja koivun taimista 28 % (tau-

Taulukko 59. Mittaustuloksia mänty-koivuharsintametsiköiden taimistoista.

Tabelle 59. Messungsergebnisse von Anflügen der Kiefern-Birken-Plenterwälder.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Mänty — *Kiefer*								Koivu — *Birke*							
	Taimiluku *Pflanzenzahl*			Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen*				Taimiluku *Pflanzenzahl*				Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen*			
	<0.1 m	0.1—1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*	Rko *Rbi*	Hko *Mbi*	Vko *Abi*	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*
	Kpl/ha — *St/ha*				%				Kpl/ha — *St/ha*					%			
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*																	
93	—	200	200	—	33	67	—	100	—	400	300	700	—	—	82	18	100
106	—	300	300	1.0	12	88	—	100	50	100	550	700	—	—	100	—	100
107	500	100	600	0.5	·	·	·	·	—	4 500	4 300	8 800	2.0	·	·	·	·
113	500	500	1 000	2.0	·	·	·	·	100	300	200	600	0.5	·	·	·	·
161	500	100	600	—	·	·	·	·	—	100	100	200	—	—	100	—	100
115	—	500	500	0.5	·	·	·	·	—	6 100	3 900	10 000	3.5	—	100	—	100
160	—	100	100	—	·	·	·	·	*Δ*	*Δ*	200	200	—	·	·	·	·
108	—	700	700	1.0	·	·	·	·	150	50	100	300	—	·	·	·	·
116	—	100	100	1.0	·	·	·	·	—	1 000	800	1 800	1.5	—	100	—	100
175	—	100	100	—	·	·	·	·	*Δ*	50	250	300	0.5	·	·	·	·
79	500	—	500	0.5	17	83	—	100	*Δ*	200	100	300	—	—	100	—	100
125	2 500	200	2 700	1.0	—	100	—	100	—	600	300	900	—	—	100	—	100
179	—	300	300	0.5	·	·	·	·	—	750	850	1 600	—	·	·	·	·
91	500	600	1 100	1.5	—	30	70	100	*Δ*	5 200	400	5 600	2.0	—	100	—	100
129	—	100	100	—	·	·	·	·	250	50	*Δ*	300	1.5	·	·	·	·
Keskim. — *Mittel*			600	0.6	12	74	14	100	40	1 290	820	2 150	0.8	—	98	2	100
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*																	
13	—	200	200	—	·	·	·	·	—	600	—	600	—	·	·	·	·
16	1 000	900	1 900	1.0	15	85	—	100	—	200	100	300	0.5	—	100	—	100
165	—	*Δ*	*Δ*	—	·	·	·	·	—	—	100	100	—	·	·	·	·
166	—	100	100	0.5	·	·	·	·	—	—	*Δ*	*Δ*	—	·	·	·	·
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*Δ*	500	500	—	·	·	·	·
15	—	200	200	—	46	36	18	100	100	*Δ*	*Δ*	100	—	—	100	—	100
Keskim. — *Mittel*			400	0.3	30	61	9	100	20	130	120	270	0.1	—	100	—	100

lukko 60). Karja näyttää heinävilläkin mailla oikein hakevan männyn ja koivun taimia. — Eräissä tapauksissa on jätepuustojen tiheyttä männyn ja koivun taimimisen kannalta pidettävä liian suurena. Toisaalta on sanottava, etteivät mänty ja koivu näytä taimineen hyvin verrattain aukeillakaan, siemenpuuasentoa vastaavilla hakkuualoilla (esim. koealat n:o 161 ja 91).

Taulukko 60. Tuhot mänty-koivuharsintametsiköiden taimistoissa. Mustikkatyyppi.

Tabelle 60. Schäden in Anflügen der Kiefern-Birken-Plenterwälder. Myrtillus-Typ.

Tuhon aiheuttaja — *Anstifter des Schadens*	Mänty—*Kiefer*	Koivu—*Birke*
	Vikanaisia taimia *Beschädigte Pflanzen*	
	% taimiluvusta — *der Pflanzenzahl*	
Hakkuu ja ajo — *Hieb u. Rücken*	10	18
Karja — *Vieh*	27	28
Hyönteiset — *Insekten*		
Hylobius abietis	27	1

Se kokonaiskuva, jonka mänty-koivuharsintametsiköiden uudistumisesta suoritetut tutkimukset antavat, näyttää selvältä: männyn ja koivun luontainen uudistuminen tapahtuu hitaasti, ja taimistot muodostuvat metsittämisarvoltaan epätyydyttäviksi.

Kuusi sekapuuna.

Aikaisemmin on jo mainittu, että kuusi nykyään valtaa takaisin niitä alueita, joilta tuli sen aikanaan kaskiviljelyksen aikakautena karkoitti. Tämä kuusen voittokulku tuoreilla kankailla ei mänty-koivuharsintametsiköissä kuitenkaan edisty niin voimakkaana kuin saattaisi odottaa. Kuusella on monet vaikeudet voitettavanaan.

Kuusen siemennys on mänty-koivuharsintametsiköissä niukka. Usein se puuttuu kokonaan. Monilta paikkakunnilta, joilla kaskiviljelystä on harjoitettu voimakkaasti, tuli on karkoittanut kuusen niin tyystin, ettei kuusisiemenpuita ole laajoilla aloilla.

Ne kuuset, jotka tavataan sekapuuna mänty-koivuharsintametsiköissä, kasvavat yksittäin. Kooltaan ne vaihtelevat pikku taimista suuriin tukkipuihin. Yhteistä niille kaikille on tuuhea latvus, rehevä kasvu ja oksikkuus. Useimmat ovat kärsineet koivun latvusten piiskaavasta vaikutuksesta, monet pahastikin. Vaikkakin nämä puut teknillisesti ovat heikkolaatuisia, on niillä metsikön kehityksessä ainoina kuusen siemenpuina suuri merkitys.

Mänty-koivuharsintametsiköille ominainen rehevä pintakasvillisuus ilmeisesti haittaa kuusenkin uudistumista (Erkki K. Kalela 1936,

s. 50). Ja vieläkin vakavamman vaaran pienille kuusen taimille muodostanee lehtikarike, joka näissä metsiköissä on erikoisen runsas (A. Borg 1931, s. 16, Hertz 1932, s. 133 ja s. 174, Tertti 1937 a, s. 95, Multamäki 1939, s. 43). Lehtikarike on niin runsasta, että yksityiset lehdet liimautuvat kiinni toisiinsa suuriksi levyiksi, jotka hautaavat pienet kuusen taimet armotta alleen.

Taulukko 61. Mittaustuloksia mänty-koivuharsintametsiköiden kuusentaimistoista.

Tabelle 61. Messungsergebnisse von Fichtenanflügen der Kiefern-Birken-Plenterwälder.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Taimiluku *Pflanzenzahl*			Ryhmittymisluku *Frequenz*	Elinvoimaisuusluokat *Vitalitätsklassen*			
	<0.1 m	0.1—1.3 m	Yhteensä *Insgesamt*		I	II	III	Yhteensä *Insgesamt*
	Kpl/ha — *St/ha*				%			
Mustikkatyyppi — *Myrtillus-Typ*								
93	—	—	—	—	—	—	—	—
106	—	100	100	1.0	—	100	—	100
107	—	100	100	—	·	·	·	·
113	—	700	700	1.0	·	·	·	·
161	—	1 900	1 900	1.5	10	53	37	100
115	—	—	—	—	—	—	—	—
160	500	700	1 200	1.0	·	·	·	·
108	—	*Δ*	*Δ*	—	·	·	·	·
116	—	100	100	—	·	·	·	·
175	—	200	200	1.0	·	·	·	·
79	7 500	2 200	9 700	5.5	23	74	3	100
125	—	—	—	—	—	—	—	—
179	500	300	800	0.5	·	·	·	·
91	—	*Δ*	*Δ*	—	·	·	·	·
129	—	200	200	0.5	·	·	·	·
Keskimäärin — *Mittel*			1 000	0.8	11	76	13	100
Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus-Typ*								
13	—	1 100	1 100	0.5	·	·	·	·
16	3 000	3 800	6 800	1.5	—	92	8	100
165	—	—	—	—	—	—	—	—
166	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	1 300	1 300	1.0	10	74	16	100
15	—	500	500	1.0	—	95	5	100
Keskimäärin — *Mittel*			1 600	0.7	3	87	10	100

Mänty-koivuharsintametsiköissä tavatuista kuusen taimistoista nähdään yhdistelmä taulukosta 61. Kuusen taimiluvut ovat paria poikkeusta lukuun ottamatta olleet pieniä. Ne kuvastavat kuusen uudistumisvaikeuksia nyt tarkastettavana olevissa metsiköissä. Kuusen luontainen uudistuminen näyttää edistyvän kovin hitaasti — hitaammin kuin esim. kuivilla kankailla (vrt. taulukko 36, s. 169).

Metsänhoidollisia sovellutuksia.

Ne tutkimustulokset, joihin edellä on päädytty, osoittavat, että harsintametsiköiden tuotto on niin määränsä kuin laatunsakin puolesta heikko ja että luontainen uudistuminen tapahtuu usein hitaasti tai jää kokonaan kesken. Ilmeisesti olisi maamme metsätalouden kannalta mitä suotavinta, että suunnitelmattomista tukkipuun harsinnoista ja niihin läheisesti liittyvistä hakkuutavoista luovuttaisiin kokonaan ja siirryttäisiin metsänhoidollisen arvostelun kestäviin hakkuutapoihin.

Tukkipuun harsintojen yleisyys huomioon ottaen on kuitenkin todennäköistä, että katsottiinpa harsintahakkuut periaatteessa tuomittaviksi tai ei, niin niitä tai niitä lähenteleviä hakkuutapoja ainakin vielä lähitulevaisuudessa tullaan yleisesti käyttämään (vrt. Appelroth 1938, s. 173, Yrjö Ilvessalo 1942, s. 204). Toistaiseksi täytynee tämän vuoksi useissa tapauksissa tyytyä siihen, että tukkipuun harsinnan luontoisissa hakkuutavoissa mahdollisuuksien mukaan koetetaan ottaa huomioon kaikki niihin liitettävissä olevat tuoton määrää lisäävät ja sen laatua parantavat sekä luontaista uudistumista edistävät metsänhoidolliset toimenpiteet. Seuraavassa esitetään niiden tutkimustulosten perusteella, joihin on päädytty, eräitä tällaisia toimenpiteitä.

Kuivien kankaiden harsintamänniköt.

Nuorena harsitut männiköt.

Metsikön kasvatus.

Taimistoissa ja tiheiköissä, jotka ovat syntyneet tukkipuun harsintojen jäljille, metsien laatua edistävät toimenpiteet, harvennushakkuut, ovat ennen kaikkea paikallaan. Harvennusten suorittamista helpottaa harsintamänniköille ominainen puuston laadun epätasaisuus. Vallitsevassa asemassa olevien huonolaatuisten susipuiden ohella metsiköt sisältävät runsaasti hyvälaatuista, enemmän tai vähemmän vallittuun asemaan joutunutta puustoa, jonka vapauttaminen on harvennushakkuiden tärkein tehtävä.

Riukumetsäkautena alkaa harsintamännikköön ilmaantua tukkipuita, ja samalla myös ensimmäiset tukkipuun harsinnat kohdistuvat niihin

Koska juuri vallitsevat puut vielä metsikön tässä kehitysvaiheessa useinkin ovat metsikön huonolaatuisimpia puita, niin nämä ensimmäiset tukkipuun harsinnat verrattain helposti voidaan suorittaa metsänhoidollisena yläharvennuksena (Heikinheimo 1936, s. 217). Muutenkin harsintamännikkö tarjoaa vielä tässä kehitysvaiheessaan melkoiset edellytykset hyvällekin metsän käsittelylle.

Seuraavat tukkipuun harsinnat aloittavat varsinaisen harsintakauden. Tukkipuun harsinnat kohdistuvat nyt voimakkaina metsikön elinvoimaisimpaan ja laadullisestikin parhaaseen ainekseen. Seurauksena on metsikön tuoton määrän ja laadun aleneminen. Aikaisemmin on osoitettu, ettei harsintamännikön pieni puuvarasto ja siitä välittömästi johtuva heikko tuotto johdu liian lyhyestä kiertoajasta, vaan siitä, että »harvennushakkuut» toimitetaan nuorissa metsiköissä liian voimakkaina — tavalla, joka on ristiriidassa järkiperäisen harventamisen kanssa. On sentähden syytä kiinnittää huomiota kaikkiin niihin toimenpiteisiin, joilla tätä asiantilaa voitaisiin korjata (vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 102).

Metsikön tässä kehitysvaiheessa voitaisiin tukkipuun harsinnan epäedullista vaikutusta nähtävästi lieventää, jos merkittäisiin edes pienehkö määrä (kanervatyypillä n. 50—100 kpl/ha ja puolukkatyypillä n. 100—200 kpl/ha) hyvälaatuisia valiopuita säästettäväksi tässä ja myöhemmissä harsinnoissa aina siksi, kunnes on saatu uuden puuston kasvu turvatuksi.[1]) Pienikin puuston lisäys kohottaa metsikön kasvua huomattavasti silloin, kun juuri puuston kovin pieni määrä on katsottava tärkeimmäksi syyksi heikkoon kasvuun. Ja kun jätettävät puut olisivat suhteellisen suuriläpimittaisia sekä laadultaan hyviä, niin lisäys arvokasvussa olisi vieläkin tuntuvampi. Näyttää myös todennäköiseltä, että jo pienikin valtapuiden säästö voisi tuntuvasti ehkäistä metsikön pituuskasvun heikkenemistä. On lisäksi odotettavissa, että harsintamänniköissä runsaassa määrässä esiintyvä puiden lenkous saataisiin vähenemään, kun jätettäisiin metsikön vallitsevia puita tuulen voimaa murtamaan.

Valiopuiden merkitseminen saattaisi myös useissa tapauksissa olla omiaan lisäämään metsänomistajan harrastusta metsäänsä ja sen hoitoa kohtaan. Kokemus on näyttänyt, että tällainen harrastus tavallisesti ensinnä näkyy juuri puuvaraston lisääntymisessä.

Toimenpiteet puuston määrän ja laadun kohottamiseksi eivät ole tarpeellisia vain yksityismetsiemme tuoton lisäämistä silmälläpitäen. Useissa tapauksissa näet juuri yksityismetsien heikko tuotto on syynä siihen, että

[1]) Valiopuiden merkitseminen suoritettaneen parhaiten maalilla — esim. pari kolme mustaa täplää rungon eri puolille.
Valiopuiden merkitsemistä kasvatushakkuiden tehostamiseksi ja helpottamiseksi on suositeltu käytettäväksi sellaisessa järjestetyssäkin metsätaloudessa, jossa leimaukset tapahtuvat kokeneen metsäammattimiehen johdolla (esim. Cronström 1938, s. 172). Sitä suurempi syy on turvautua siihen laajaperäisemmässä metsätaloudessa.

suhteellisen lievätkin hakkuut muodostuvat liikahakkuiksi. Yksityismetsiemme puuvaraston kohottaminen on tästä syystä monesti jo jatkuvan metsänhävityksen torjumiseksi välttämätöntä.

Edellä esitetyn valiopuiden säästämisen voidaan katsoa merkitsevän siirtymistä suunnitelmattomasta tukkipuiden harsinnasta metsänhoidolliseen (ylä-) harvennukseen. Voidaanko tätä askelta toistaiseksi pitää tyydyttävänä vai onko tästä mentävä vielä askel eteenpäin, ei kuulu käsillä olevan tutkimuksen piiriin. Tällainen askel näyttää joka tapauksessa helpoimmalta, koska se ei edellytä varsin suurta metsäpääoman lisäystä.

Metsikön uudistaminen.

Niistä metsänhoidollisista uudistamistavoista, jotka meillä ovat vakiintuneet käytäntöön, liittyy lohkoharsinta läheisimmin tukkipuun harsintaan. Voisi näin ollen ajatella, että se tai jokin sen muoto lähimnä soveltuisi käytettäväksi siirryttäessä tukkipuun harsinnoista metsänhoidolliseen uudistamiseen. Männiköiden uudistamisessa maassamme yleinen käytäntö on kuitenkin päätynyt siemenpuuhakkuuseen ja sitä lähenteleviin hakkuutapoihin. — Ero lohkoharsinnan ja siemenpuuhakkuun välillä ei kuitenkaan ole niin jyrkkä, kuin miltä äärimmäisyystapauksia verrattaessa näyttää. Käytännössä nämä molemmat uudistushakkuutavat liittyvät monin väliastein toisiinsa, ja voitaneenkin sanoa, että oleellisin ero loppujen lopuksi on vain uudistumisajan pituudessa (vrt. esim. Hannikainen 1919, s. 224): lohkoharsinnassa se yleensä on suhteellisen pitkä, siemenpuuhakkuussa lyhyehkö. On näin ollen luultavaa, että sellainen siemenpuuhakkuun muoto, jossa uudistumisaikaa jonkin verran venytetään (ja siis tavallaan lähennytään lohkoharsintaa), soveltuu parhaiten olosuhteisiin, joissa aikaisemmin on käytetty tukkipuun harsintaa ja totuttu sen tapaisiin hakkuisiin.

Jo luontaisen uudistumisen ensimmäinen edellytys, riittävä siementyminen, puuttuu useimmiten harsintamänniköissä. Siementyminen on välittömästi paljastavan hakkuun jälkeen, silloin kun muut uudistumisedellytykset vielä olisivat tyydyttävät ja riittävää siemennystä kipeimmin kaivattaisiin, miltei olematon. Riittävän siementymisen takeeksi olisikin ajoissa varattava hyvälatvuksisia puita siemenpuiksi. Edellä esitetty lähinnä metsikön kasvatusta silmälläpitäen perusteltu valiopuiden säästäminen saa täten metsikön uudistamisen huomioon ottaen yhä laajemman kantavuuden. Valiopuiden metsikön uudistamisessa saamaa tehtävää silmälläpitäen voitaisiin niitä jo alun perin nimityksen kansanomaisuuden vuoksi kutsua siemenpuiksikin. Tämä nimitys sisältäisi samalla useimpien metsänomistajiemme ajatustapaa parhaiten vastaavan motiivin kyseessä olevien puiden säilyttämiselle metsikössä aina sen viimeisiin kehitysvaiheisiin saakka.

Useissa, ehkä useimmissa tapauksissa joudutaan harsintamänniköitä kuitenkin kunnostamaan vasta sitten, kun kunnollisia siemenpuita ei enää ole valittavissa, vaan kaikki tukkipuun harsinnoista jäljelle jääneet puut ovat kehnoja jätepuita. Tällöin on metsänviljelys paikallaan. Metsänviljelykseen on turvauduttava myös niissä Etelä-Suomen rannikkoseutujen, erityisesti Lounais-Suomen, puolukkatyypin metsiköissä, jotka hakkuiden jälkeen heinittyvät voimakkaasti.

Metsänviljelystä silmälläpitäen on tavallisesti ensinnä suoritettava puhdistushakkuu. Puhdistushakkuussa on kaikki vähänkin kunnolliset männyt jätettävä siemenpuiksi päämääränä metsänviljelyksen täydentäminen luontaisilla taimilla. Puhdistushakkuita suoritettaessa on lisäksi otettava huomioon, että ne on suoritettava varovaisemmin kanervatyypin kuin puolukkatyypin harsintamänniköissä siitä syystä, että harvahko suojapuusto vähentää kanervatyypillä taimien kuivumisvaaraa. Samasta syystä on hakkuualan raivaus suoritettava varovaisemmin kanervatyypin kuin puoluk katyypin hakkuualoilla. Ensinmainituilla hakkuualan raivaus useimmiten onkin tarpeeton (Ahola 1937 b, s. 187, Tertti 1938, s. 105). Hakkuita suoritettaessa on syytä kiinnittää huomiota myös erääseen teknilliseen yksityiskohtaan: kannot olisi tehtävä mahdollisimman lyhyiksi. Jo taloudelliset näkökohdat vaativat sitä, mutta myös metsänhoidolliset (esim. Kangas 1934, s. 53, Roos 1939). Kannoissa sikiävät ytimennävertäjät voivat pitkittää uudistusalan siementymistä, jopa kokonaan vaarantaakin sen.

Metsänviljelys vaatii erityisesti kanervatyypin kankailla suurta huolta. Taimien toimeentulo jää näet useissa tapauksissa suureksi osaksi juuri niiden keskimääräistä suotuisampien elämisen mahdollisuuksien varaan, joita metsänviljelyksessä taimille voidaan järjestää. Tällaisina etuina mainittakoon mm., että viljelystaimet saavat heti juurensa kivennäismaahan, ne voidaan sijoittaa kantojen, kivien yms. pohjoispuolelle suojaan, ne voidaan suojata oksilla, risuilla jne. Kaikkia näitä keinoja on siis pyrittävä käyttämään erityisesti kanervatyypin kankailla metsänviljelyksiä suoritettaessa. Niillä metsänviljelysaloilla, joihin tutkimustyötä suoritettaessa oli tilaisuus tutustua, oli käytetty yksinomaan männyn kylvöä, yleisimmin ruutukylvöä, mutta myös vakoruutukylvöä. Käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä ei ole käyty selvittämään, olisiko istutus asetettava kylvön edelle, mutta monet epäonnistuneet kylvöt viittaavat siihen, että myös istutuksia olisi entistä laajemmassa mitassa aihetta kokeilla juuri kanervatyypin uudistusaloilla. Eräät kirjallisuuspoiminnat ansainnevat tässä yhteydessä huomiota.

Hesselman (1917 b, s. 1268) on Norlannin mäntykankaiden uudistumisedellytyksiä tutkiessaan tullut siihen tulokseen, että milloin kylvöjä tai istutuksia suoritetaan, on paras käyttää täytemaata, mieluimmin typpeä runsaasti sisältävää turvemaata.

Hertz (1926, s. 201) on Siikakankaan metsänviljelyksiä tarkkaillessaan pannut merkille, että parhaiten ovat onnistuneet ne 2-vuotisten männyn taimien istutukset, joissa on käytetty suomutaa täytemaana.

Kangas (1931, s. 81) huomauttaa, että istutus on todettu ainakin sieni- ja routatuhoihin nähden edullisemmaksi kuin ruutu- ja vakokylvö.

Ahola (1937 b, s. 191) korostaa, että missä kylvö lopullisesti (täydennyksineen) tulee kalliimmaksi kuin istutus, siellä on metsänistutuksiin ryhdyttävä. Tällaisina paikkoina hän mainitsee auringon paahteelle ja kuivattaville tuulille alttiit alueet.

Laitakari (1938, s. 222) suosittelee kuivien kankaiden vaikeasti metsitettävillä kuloaloilla käytettäväksi kuhunkin kylvökohtaan täytemaata, joka sekoitetaan huolellisesti kivennäismaahan.

Vanhana harsitut männiköt.

Vanhana harsittujen männiköiden suhteen tulevat kysymykseen vain uudistamistoimenpiteet.

Uudistusalojen siementymisedellytykset näyttävät vanhana harsituissa männiköissä jonkin verran paremmilta kuin nuorena harsituissa metsiköissä. Useissa tapauksissa, mikäli metsikkö halutaan kohtuuajassa uudistaa, joudutaan kuitenkin turvautumaan metsänviljelykseen.

Puhdistushakkuita, hakkuualueen raivauksia ja metsänviljelystä suoritettaessa tulevat samat näkökohdat huomioitaviksi kuin nuorena harsituissa männiköissäkin.

Kuivien kankaiden mänty-kuusiharsintametsiköt.

Tutkimusaineistoon sisältyvät mänty-kuusiharsintametsiköt ovat suurimmaksi osaksi metsiköitä, joissa jatkuvat tukkipuun harsinnat ovat johtaneet metsikön sellaiseen tilaan, ettei sen edelleen kasvattaminen enää voi tulla kysymykseen, vaan on ensi tilassa käytävä käsiksi metsikön uudistamiseen. Näin pitkälle ei kehitys kuitenkaan saisi päästä, vaan olisi mänty-kuusiharsintametsiköiden käsittelyssä jo ensimmäisistä harvennushakkuista alkaen huomioitava samat tuoton kohottamiseen tähtäävät näkökohdat, joihin on viitattu harsintamänniköiden metsänhoidollisen käsittelyn yhteydessä. Erityisesti mänty-kuusiharsintametsiköissä olisi kunnollisten mäntysiemenpuiden varaaminen jo mahdollisimman varhaisissa metsikön kehitysvaiheissa välttämätöntä. Hakkuut, joissa tämä laiminlyödään, tekevät näiden metsiköiden luontaisen uudistamisen männiköiksi kutakuinkin mahdottomaksi.

Kysymys siitä, mikä sija kuuselle on annettava puolukkatyypillä, ei käsillä olevassa tutkimuksessa, monista yrityksistä huolimatta, ole saanut paljoakaan lisävalaistusta. Taistelu kuusettumista vastaan on joka tapauksessa taistelua luonnon omaa kehitystä vastaan, ja sellaisena se tulee kysymään suhteellisen suuria ponnistuksia eikä loppujen lopuksikaan johtane pysyviin tuloksiin. Seuraavassa lähdetään tarkastamaan mänty-kuusiharsintametsiköiden uudistamista olettaen, että puolukkatyypin kankaiden

pysyttäminen jatkuvasti männyn hallussa katsotaan kaikista vaikeuksista huolimatta tarkoituksenmukaiseksi.

Aikaisemmin esitetyn perusteella voidaan sanoa, että mahdollisuudet mänty-kuusiharsintametsiköiden kunnostamiseksi kohtuullisessa ajassa luontaista tietä männiköiksi ovat kovin pienet. Männyn luontaisen uudistumisen edellytyksiä tosin voidaan parantaa suorittamalla puhdistushakkuu, mutta sittenkin tulos jää epävarmaksi, ja joka tapauksessa näyttää tällaiseen luontaiseen puulajin vaihtoon kuluvan metsänhoidollisesti katsoen ylen pitkä aika.

Tässä yhteydessä on paikallaan kiinnittää huomiota siihen, että käsillä olevassa tutkimuksessa tarkastetut mänty-kuusiharsintametsiköt on valittu siten, että niiden kasvualustassa ei ole havaittavissa lievääkään soistumista. Maassamme ovat kuitenkin juuri sellaiset puolukkatyyppiä lähentelevällä maalla kasvavat mänty-kuusiharsintametsiköt, joissa metsämaa on enemmän tai vähemmän soistunut, erittäin yleisiä. Näillä soistuvilla metsämailla (paksu humus) näyttävät mahdollisuudet luontaiseen männyn uudistumiseen olevan vieläkin pienemmät kuin soistumattomalla maalla.

Järjestetyssä metsätaloudessa tulee näin ollen mänty-kuusiharsintametsiköiden uudistamisessa, joitakin hiekkavaltaisten maiden metsiköitä lukuun ottamatta, jokseenkin säännöllisesti kysymykseen metsänviljelys.

Ennen metsänviljelystä on paikallaan suorittaa puhdistushakkuu. Puhdistushakkuussa ei liene välttämätöntä kaavamaisesti poistaa kaikkia kuusia. Yksityismetsissä tällainen toimenpide helposti kohtaisi vaikeuksiakin (vrt. Heikinheimo 1938 a, s. 5). Useissa tapauksissa riittää, kun uudistettavalta alalta poistetaan esim. paperipuun mitan täyttävät puut tai yleensä vain sellaiset puut, joille saadaan käyttöä. Joskin uudistettavalle alalle jätetyt pienet kuuset ja kuusen taimet kilpailullaan hidastavat männyn taimien kehitystä, niin tällä hidastumisella on myönteiset jos kielteisetkin puolensa. Kilpailussa kuusiesikasvoksen kanssa männyn taimisto kehittyy laadullisesti paremmaksi kuin paljaalle hakkuualalle nousseena. Ja samalla tuo kuusiesikasvos voidaan kasvattaa käyttöpuun mittaiseksi. — Suurenpuoleisia kuusia ja kuusiryhmiä ei kuitenkaan ole paikallaan jättää, sillä näiden laiteilla viljelystaimet jäävät jo alun perin kitukasvuisiksi ja lopulta kuolevat.

Metsänviljelystyötä haittaa mänty-kuusiharsintametsiköissä näille ominainen paksu humus. Esim. ruutukylvöä tai vakoruutukylvöä suoritettaessa käy paksun humuksen poistaminen kivennäismaan paljastamiseksi työlääksi ja kalliiksi. Ruudut on lisäksi tehtävä suuriksi, koska pienet ruudut painuvat helposti umpeen. Ja mikä ikävintä, paksuun humukseen kaivetut ruudut muodostuvat helposti kuoppamaisiksi; keväisin ja syksyisin tällaiset kuopat sitten täyttyvät viikkokausiksi sadevedellä. Useissa ta-

pauksissa olisikin nähtävästi aihetta puolukkatyypin mänty-kuusiharsintametsiköitä männyn viljelyksellä kunnostettaessa entistä laajemmassa mitassa käyttää männyn istutusta. — Myös kulotusta ja hankikylvöä on suositeltu käytettäväksi tällaisissa tapauksissa (Laitakari 1930 a, s. 488).

Tuoreiden kankaiden harsintakuusikot.

Nuorena harsitut kuusikot.

Metsikön kasvatuksessa tulevat kysymykseen samat näkökohdat, joihin edellä on viitattu harsintamänniköiden yhteydessä.

Harsintamänniköistä puheen ollen mainittiin, että siirryttäessä tukkipuun harsinnoista sekä niihin liittyvistä hakkuutavoista metsänhoidollisiin uudistushakkuisiin tulevat lähinnä kysymykseen lohkoharsintaa lähentelevät hakkuutavat. Harsintakuusikkoihin nähden tämä pitää eivan erityisesti paikkansa (vrt. Hannikainen 1919, s. 225). Onhan lohkoharsinta metsänhoidollisena uudistushakkuuna juuri täten kehittynytkin (Blomqvist 1883, s. 129, Lauri Ilvessalo ja Laitakari 1930, s. 445).

Aikaisemmin on mainittu, että oleellisimmat erot lohkoharsinnan eri muotojen välillä johtuvat uudistumisajan erilaisesta pituudesta. Harsintakuusikoissa näyttää harsintakausi, jonka lähinnä on katsottava vastaavan lohkoharsinnan uudistumisaikaa, venyvän n. 10—30 vuoden pituiseksi. Tällaista uudistumisaikaa voidaan lohkoharsinnassakin pitää keskimääräisenä (Blomqvist 1883, s. 131, Hannikainen 1919, s. 224, Lihtonen 1929, s. 17, Lauri Ilvessalo ja Laitakari 1930, ss. 445—446).

Mustikkatyypin harsintakuusikoiden uudistaminen ei yleensä tuota erityisiä vaikeuksia. Päinvastoin juuri taimistoiden herkkä ilmaantuminen suhteellisen nuoriinkin metsikköihin on useissa tapauksissa houkutellut tällaisten metsiköiden ennenaikaiseen uudistamiseen. Milloin harsinnat ovat erityisen voimakkaita, luontainen uudistuminen saattaa kuitenkin tuntuvasti hidastua. Tällaisten hakkuualojen kunnostamista harkittaessa riippuu metsätalouden voimaperäisyydestä, voidaanko tyytyä pelkästään luontaisen uudistumisen odottamiseen vai onko lisäksi suoritettava metsänviljelys uudistumisajan lyhentämiseksi.

Puhdistushakkuita ja hakkuualojen raivauksia suoritettaessa on syytä noudattaa varovaisuutta. Jos hakkuualalle ei ole jäänyt riittävästi hyvälaatuista puustoa estämään maan ruohottumista, voidaan sen sijaan jättää huonompaa.

Tässä yhteydessä on myös korostettava metsälaiduntamisen lopettamisen tärkeyttä. Laiduntamisen lopettaminen on jo kuusen hyvän uudistumi-

sen edellytys, mutta koivun jatkuvalle säilymiselle harsintakuusikoissa se on elinehto.

Käenkaali-mustikkatyypillä harsintakuusikon uudistaminen kohtaa huomattavasti suurempia vaikeuksia kuin mustikkatyypillä. Hakkuualojen herkkä ruohottuminen ja heinittyminen vaikeuttaa kuusen luontaista uudistumista useimmissa tapauksissa siinä määrin, että metsänviljelys näyttää tarkoituksenmukaisimmalta.

Vanhana harsitut kuusikot.

Aikaisemmin on osoitettu, että vanhana harsituissa kuusikoissa metsän luontainen uudistaminen edistyy kovin hitaasti. Useimmissa tapauksissa metsänviljelys nähtävästi onkin paikallaan. Koska vanhana harsituissa kuusikoissa jätepuustot yleensä ovat erityisen niukkoja, on puhdistushakkuissa ja hakkuualojen raivauksissa syytä noudattaa suurta varovaisuutta.

Tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt.

Hakkuissa olisi syytä kiinnittää huomiota männyn ja koivun erilaiseen biologiseen ja taloudelliseen kypsyysikään. Koivu saavuttaa viimeksimainitun aikaisemmin kuin mänty, ja tästä syystä olisi metsikön kehityksen loppuvaiheisiin varattava suhteellisen runsaasti mäntyä.

Mänty-koivuharsintametsiköissä sekapuuna kasvavat kuuset on niiden teknilliseen laatuun katsomatta paikallaan säästää siemenpuiksi. Se kuusen siemennys, joka niistä on odotettavissa, on näiden metsiköiden tulevaa kehitystä silmälläpitäen arvokas.

Useimmissa tapauksissa mänty-koivuharsintametsiköiden puusto on niin määrältään kuin laadultaankin siksi heikko, että lähin toimenpide näiden metsiköiden kunnostamiseksi on niiden uudistaminen. Useimmiten metsänviljelys näyttää olevan paikallaan.

Metsänviljelystä silmälläpitäen on yleensä suoritettava väljennys- ja puhdistushakkuu. Mikäli puusto jo ennestään on harvaa, on puhdistushakkuu hakkuualojen ruohottumisen ja heinittymisen välttämiseksi suoritettava varovasti.

Loppukatsaus.

Sen jälkeen, kun sahateollisuus maassamme 1860-luvulta lähtien alkoi valtavasti kehittyä, tukkipuun harsinta oli keskeisin hakkuutapa aina itsenäisyytemme ajan alkuvuosiin saakka. Ja vielä senkin jälkeen se on laajalti ollut leimanantava varsinkin yksityismetsissämme suoritetuille hakkuille. Tämä tukkipuun harsintojen ja niihin liittyvien hakkuutapojen yleisyys käy ilmi useista maamme metsien nykyistä ja varsinkin aikaisempaa tilaa koskevista tutkimuksista ja kuvauksista. Täsmällisimmät tiedot saadaan I:n ja II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksista.

On ilmeistä, että metsiemme käsittelyssä viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana on tapahtunut — ja kehitys nähtävästi edelleen kulkee samaan suuntaan — voimakas muutos kohti metsänhoidollisesti parempia hakkuutapoja. Tämä ilmenee selvästi mm. I:n ja II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksia toisiinsa verrattaessa. Ainakin tässä suhteessa metsätaloutemme näyttää nykyään olevan käännekohdassa. Näyttää siltä kuin vihdoinkin olisimme todella laajassa mitassa siirtymässä pelkästä metsien hyväksikäytöstä myös niiden hoitoon.

Ne jäljet, joita tukkipuun harsinnat ovat metsiimme jättäneet, eivät kuitenkaan käden käänteessä häviä. Tunnettua on, että metsien metsänhoidollisen tilan heikentäminen ja suoranainen metsänhävitys voivat käydä kiivaassakin tahdissa, mutta että metsien tilan kohottaminen on suhteellisen hidasta. Tämä johtuu paitsi metsien verrattain hitaasta kasvusta huomattavalta osalta myös siitä, että siirtyminen hävittävistä hakkuista metsänhoidollisiin yleensä tapahtuu vain asteittain; näin varsinkin koko maan metsätalouden huomioon ottaen.

Käsillä olevasta tutkimuksesta on käynyt ilmi, että yksityismetsiemme keskeisimpien harsintametsiköiden, kuivien kankaiden männiköiden ja tuoreiden kankaiden kuusikoiden, puuston rakenne suuressa määrässä ón samanlainen kuin maan koko eteläpuoliskon kasvullisen maan metsien puuston keskimääräinen rakenne. Tämä on käynyt ilmi verrattaessa näiden harsintametsien ja maan koko eteläpuoliskon metsien puuvarastoa ja kasvua ikäluokittain, puiden runkomuotoa sekä puiden jakaantumista laatuluokkiin. Ja niissäkin metsikkölajeissa, joissa näin yksityiskohtainen vertailu ei ole ollut mahdollista, on kuitenkin voitu todeta silmiinpistävää yhdenmukaisuutta.

Näin pitkälle menevä yhdenmukaisuus harsintametsien ja maan koko eteläpuoliskon metsien välillä viittaa siihen, että tukkipuun harsinnat ovat jättäneet syvät, metsiemme metsänhoidolliselle tilalle leimaa-antavat jäljet maamme metsien puustoon. Tämän vuoksi tukkipuun harsinnat ja niitä lähentelevät hakkuutavat, vaikkakin ovat voimakkaasti vähenemässä, ansaitsevat edelleen huomiota; niiden vaikutuksen tunteminen muodostaa tärkeän osan siitä perustasta, jolle metsiemme entistä ehompaa tilaa on ryhdyttävä rakentamaan.

Tässä yhteydessä on syytä palauttaa mieleen, että tukkipuun harsinnat siitä huolimatta, että ne hyvinkin ovat harsintahakkuita, eivät meikäläisissä metsiköissä kuitenkaan kehitä puustoon harsintarakennetta; harsintametsä sanan keskieurooppalaisessa merkityksessä näyttää meidän luonnonsuhteissamme olevan suuressa määrässä metsien biologian vastainen. Emme näin ollen voi harsintametsiemme tulevaa käsittelyä kaavailtaessa suurestikaan käyttää hyväksemme keskieurooppalaisia esikuvia, vaan on pakko lähteä omalta pohjalta.

Pelko metsien loppumisesta ja siihen liittyvät vaatimukset metsien käsittelyn parantamisesta ovat vanhoja (vrt. esim. Böcker 1829, s. 27). Ja kokonaan aiheeton tämä pelko ei ole ollutkaan. Onhan Euroopassakin useita aikoinaan metsärikkaita maita, joista metsät aikojen kuluessa ovat huvenneet miltei olemattomiin. Ja paikallista metsänpuutetta on esiintynyt ja esiintyy nytkin omassa maassammekin. Toisaalta on kuitenkin sanottava, että huomioon ottaen ne valtavat puumäärät, jotka metsistämme on viimeisten 80 vuoden kuluessa hakattu — suurin osa lisäksi kiinnittämättä sanottavaa huomiota metsänhoidollisiin näkökohtiin — täytyy ihmetellä, että metsämme ovat näinkin hyvin riittäneet (vrt. esim. Helander 1942, s. 20). Onpa tarjolla vaara, että yleinen mielipide aikaisemmin liioiteltuaan metsien loppumista kääntyy yliarvioimaan niiden kestävyyttä. Voitaneen sanoa, että ehkäpä metsien hoito ei olekaan niin välttämätöntä kuin ammattimiesten taholta teroitetaan. Voivathan yksityismetsämme tarjota paljon esimerkkejä täysin järjestämättömien hakkuiden jäljille nousseista kauniista ja tuottoisista metsiköistä.

Tarkastelkaamme tätä kysymystä hieman lähemmin. — Tutkitut metsikkölajit voidaan tässä yhteydessä jakaa kahteen suureen ryhmään, joita nimitettäköön pysyviksi ja tilapäisiksi metsikkölajeiksi. Pysyviin kuuluvat ne metsikkölajit, joiden puulajisuhteissa metsikön eri kehityskausina ei ole havaittavissa oleellisia muutoksia ja jotka luontaisesti uudistuvat entiselleen, tilapäisiin ne metsikkölajit, joiden puustossa voidaan metsikön eri kehityskausina todeta tiettyyn suuntaan tapahtuvaa puulajisuhteiden muuttumista ja jotka uudistuessaankaan eivät enää palaa entiselleen.

Pysyvien metsikkölajien ryhmään kuuluvat selvimmin tuoreiden kankaiden harsintakuusikot ja kuusivaltaiset harsintametsiköt sekä kuivimpien kankaiden (lähinnä kanervatyypin) harsintamänniköt, mutta myös puolukkatyypin harsintamänniköt voidaan laajoissa osissa maatamme, joissa kuusettuminen joko metsikköhistoriallisista tai edafisista syistä on heikkoa, lukea niihin. Tilapäisiä metsikkölajeja tutkimusaineistossa edustavat tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt sekä kuivien kankaiden, lähinnä puolukkatyypin, mänty-kuusiharsintametsiköt.

Kerrattakoon saavutetut tutkimustulokset lyhyesti näitä kokonaisuuksia silmälläpitäen.

Pysyville metsikkölajeille on ominaista, että jatkuvien tukkipuun harsintojen johdosta harveneva metsikkö erilaisista uudistumisvaikeuksista huolimatta ja eräissä tapauksissa vasta pitkän uudistumisajan jälkeen kuitenkin useimmissa tapauksissa jotenkuten uudistuu ja uusi puusto aloittaa aikaisempaan sukupolveen verrattavan kehityskulun; puuston kehitys muodostuu jaksoittaiseksi ja siinä voidaan erottaa kiertoaika.

Puuston kehityksessä voidaan panna merkille, että tukkipuun harsintojen jälkeen nousseet tiheiköt ja hoikat riukumetsät yleensä tarjoavat hyvät mahdollisuudet tyydyttävällekin metsän käsittelylle. Tämä pitää paikkansa puuston tiheys-, läpimitta-, pituus- ja kasvusuhteisiin sekä puuston runkomuotoon ja laatuun nähden. Tukkipuun harsinnat alkavat kuitenkin jo vankoissa riukumetsissä voimakkaina ja antavat puuston monessa suhteessa suotuisalle kehityskululle kokonaan uuden, vähemmän tyydyttävän suunnan. Erityisesti voidaan panna merkille, että ensimmäiset voimakkaat tukkipuun harsinnat kohdistuvat nuoriin, kasvuisiin metsikköihin, joiden puuvaraston nopealle lisääntymiselle olisi vielä olemassa hyvät biologiset edellytykset. Näistä metsiköistä puut hakataan sitä mukaa kun ne saavuttavat tukkipuun minimimitan pituutensa, läpimittansa ja laatunsa puolesta keskenkasvuisina. Tällaisesta kehityskulusta on seurauksena, että vaikkakin kiertoaika venyy verrattain pitkäksi, metsänhoidollisesti arvostellen usein tyydyttäväksikin, niin metsikön biologinen ja teknillinen tuotto kuitenkin jäävät suhteellisen vähäisiksi. Ei edes hakkuumäärien rakenne näytä muodostuvan keskimääräistä edullisemmaksi.

Tilapäisten metsikkölajien ryhmässä puuston kehitykselle on leimanantavaa, että metsikön harventuessa jatkuvien tukkipuun harsintojen johdosta sen edes välttävä uudistuminen jää yleensä tapahtumatta. Ja mikäli jonkinlainen uusi puusto nousee, sen kehitys saa aikaisemmalle sukupolvelle vieraan suunnan. Ei voida puhua jaksoittaisesta puuston kehityksestä eikä voida erottaa kiertoaikaa. Tämän ryhmän metsiköissä ovat harvat jätepuustot vallitsevia. Puuston tiheys-, läpimitta- ja

pituussuhteet ovat epätyydyttävät, puuston runkomuoto sekä laatu on heikko, ja niin biologinen kuin teknillinenkin tuotto jäävät aivan vähäisiksi.

On ilmeistä, että jos kiinnitetään yksipuolisesti huomiota vain edellisen ryhmän metsikköihin, niin helposti yliarvioidaan metsiemme »venyväisyys», yksinomaan jälkimmäisen ryhmän metsiköt sen sijaan antavat liiankin synkän kuvan metsiemme metsänhoidollisesta tilasta. — Metsiemme riittävyys on ollut ilmeisestikin suurelta osalta määrättyjen, järjestämättömään metsätalouteen suhteellisen hyvin mukautuvien metsikkölajien varassa, kun sen sijaan eräissä toisissa metsikkölajeissa metsänhävitys jo on edistynyt arveluttavan pitkälle.

Harkittaessa toimenpiteitä yksityismetsiemme tuoton kohottamiseksi on, kuten aikaisemmistakin tutkimuksista on käynyt ilmi, ensisijainen huomio kiinnitettävä puuvaraston lisäämiseen. Käsillä olevassa tutkimuksessa on käynyt ilmi, että puuvaraston nopealle lisäämiselle onkin eräissä metsikkölajeissa (kuivien kankaiden harsintamänniköt ja tuoreiden kankaiden harsintakuusikot) olemassa hyvät biologiset edellytykset. Toisissa metsikkölajeissa, juuri niissä, jotka kipeimmin kaipaisivat kohentamista (kuivien kankaiden mänty-kuusiharsintametsiköt ja tuoreiden kankaiden mänty-koivuharsintametsiköt), puuvaraston kohottaminen kohtaa suurempia vaikeuksia, koska metsien luontainen uudistuminen näyttää vaikealta. Viimeksimainitut ansaitsevatkin tästä syystä aivan erityistä huomiota metsiemme kunnostamistyössä.

Kirjallisuusluettelo.

Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. *Referat:* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. M. T. J. 1.

—»— 1920. Wasserverbrauch der Bäume und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens. A. F. F. 14.

—»— 1934 a. Metsänhoito-opin alkeet. Porvoo — Helsinki.

—»— 1934 b. Die Entwicklung des Waldbestandes und die Wachstumsfaktoren. *Selostus:* Metsikön kehitys ja kasvutekijät. A. F. F. 40.

—»— 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. *Referat:* Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. A. F. F. 42.

—»— 1939. Puiden juuristot ja metsänhoito. *Referat:* Das Wurzelwerk der Bäume und die Waldpflege. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938. IV. S. F. 52.

—»— 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Porvoo—Helsinki.

—»— 1941 a. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. *Referat:* Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung. M. T. J. 29.

—»— 1941 b. Maalajien luokituksesta. *Referat:* Über die Klassifizierung der Bodenarten. M. T. J. 29.

Ahola, V. K. 1937 a. Metsän keinollisesta uudistamisesta. *Referat:* Über die künstliche Verjüngung des Waldes. Metsänhoitajien jatkokurssit 1935. S. F. 39.

—»— 1937 b. Valtionmetsien metsänhoitotöistä. *Referat:* Über Waldbauarbeiten in den Staatswäldern. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936. II. S. F. 42.

Amilon, J. A. 1930. Wallmoblädningen å Högsjö. *Referat:* Die Wallmo-Plenterung auf Gut Högsjö. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.

Ammon, Walter. 1937. Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft. Folgerungen aus 30 Jahren Bewirtschaftung von Plenterwäldern. Bern — Leipzig.

Appelroth, Eric. 1938. Några markvårdsfrågor i mellersta Tavastlands granskogar. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja XI. Helsinki.

Aro, Paavo. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. *Referat:* Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste. M. T. J. 20.

Barth, Agnar. 1920. Skogbrukslære. I. Hugstsystemene og skogens naturlige foryngelse. 3die utgave. Kristiania.

Benecke, W. und Jost, L. 1923. Pflanzenphysiologie. Band II: Formwechsel und Ortwechsel. Vierte Auflage. Jena.

von Berg, Edmund. 1859. Berättelse om Finlands skogar. Helsingfors.

Blomqvist, A. G. 1868. Berättelse om en på grund af Forststyrelsens förordnande verkställd resa inom Åbo, Wasa och Uleåborgs Län år 1867. *Käsikirjoitus.*

—»— 1870. Berättelse om en på grund af Forststyrelsens förordnande verkställd resa inom södra delarne af landet år 1869. *Käsikirjoitus.*

—»— 1872. Tabeller framställande utvecklingen af jemnåriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk. Helsingfors.

—»— 1881. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Finska forstföreningens meddelanden. Tredje bandet. Helsingfors.

—»— 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska forstföreningens meddelanden. Tredje bandet, andra häftet. Helsingfors.

Borg, Arvid. 1926. Koivu ja sen merkitys nykyhetken metsätaloudessa. Helsinki.

—»— 1931. Metsän kylvö ja istutus. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 15. Helsinki.

Borg, L. E. T. 1936. Hankikylvöt Tuomarniemen hoitoalueessa vv. 1913—1930. *Referat:* Die 1913—1930 ausgeführten Schneesaaten im Revier Tuomarniemi. S. F. 38.

Borggreve, Bernard. 1891. Die Holzzucht. Ein Grundriss für Unterricht und Wirtschaft. Zweite Auflage. Berlin.

Braun-Blanquet, J. 1928. Pflanzensoziologie. Biologische Studienbücher. VII. Berlin.

Brenner, Widar. 1921. Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. *Referat:* Studien über die Vegetation im westlichen Nyland (Süd-Finnland) und ihr Verhältnis zu den Eigenschaften des Bodens. Fennia 43. Helsingfors.

Brotherus, V. F. 1923. Die Laubmoose Fennoskandias. Societas pro fauna et flora fennica. Flora fennica I. Helsingfors.

Burckhardt, Heinrich. 1893. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis, Handbuch der Holzerziehung. Sechste Auflage, herausgegeben von Albert Burckhardt. Trier.

Büsgen, M. 1927. Bau und Leben unserer Waldbäume. Dritte Auflage von E. Münch. Jena.

Böcker, C. C. 1829. Om skogars skötsel i Norden. Första delen. Åbo.

Cajander, A. K. 1903. Om vegetationen i urskogen kring floden Lena. Fennia 20. Helsingfors.

—»— 1909. Ueber Waldtypen. A. F. F. 1.

—»— 1910. Metsiemme uudistushakkaukset toisiinsa verrattuina. Maahenki. Maataloudellinen tietokirja. Jälkimmäinen osa. Helsinki.

—»— 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.

—»— 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.

—»— und Ilvessalo, Yrjö. 1921. Ueber Waldtypen II. A. F. F. 20.

—»— 1930. Metsätyypit ja metsämaan hyvyysluokittelu. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.

Cajander (Kalela), Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. M. T. J. 19.

—»— 1934 a. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. *Referat:* Beobachtungen auf einem Sturmschadengebiet in Finnland. A. F. F. 40.

—»— 1934 b. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. *Referat:* Über den Höhenzuwachs der Fichten-Pflanzenbestände nach der Befreiung. M. T. J. 19.

Cajanus, Werner. 1914. Ueber die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Eine statistische Studie. I. A. F. F. 3.
Carbonnier, Henrik. 1936. Gallring på ekologisk-ekonomisk grundval. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.
Cronström, Erik. 1938. Näkökohtia harvennuksista. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.
Dengler, Alfred. 1935. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Ein Lehr- und Handbuch. Zweite Auflage. Berlin.
Eide, Erling. 1939. Retningslinjer for norsk skogbruk. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.
Ernst, F. 1930. Der Samenertrag von Fichtenbeständen im Jahre 1929/30. Forstwissenschaftliches Centralblatt. Berlin.
Ganghofer, August. 1881. Das forstliche Versuchswesen. Band I. Augsburg.
Gayer, Karl. 1898. Der Waldbau. Vierte Auflage. Berlin.
Hallander, Åke. 1938. Katso Lothigius, Wiln. 1938.
Hannikainen, P. W. 1896. Suomen metsät kansallis-omaisuutenamme. Helsinki.
—»— 1919. Metsänhoito-oppi metsän ystäville. Neljäs painos. Helsinki.
—»— 1930. Metsätaloutemme, sen merkitys ja tehostaminen. Keskinäinen vakuutuslaitos Sampo. Kirjasarja II. N:o 16. Forssa.
Harmaja, Leo. 1939. Tilastotieteen oppikirja. Yhteiskunnallisen korkeakoulun julkaisuja II. Helsinki.
Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. *Referat:* Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. A. F. F. 4.
—»— 1917. Metsänhävityksen ja polton vaikutuksesta metsämaahan. A. F. F. 8.
—»— 1920 a. Kuusimuodoista ja niiden metsätaloudellisesta arvosta. *Referat:* Über die Fichtenformen und ihren forstwirtschaftlichen Wert. M. T. J. 2.
—»— 1920 b. Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. *Referat:* Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln. M. T. J. 2.
—»— 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. *Referat:* Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. M. T. J. 5.
—»— 1924. Suomen metsien metsänhoidollinen tila. M. T. J. 9.
—»— 1927. Metsänhoitotekniikasta. Metsätaloudellinen aikakauskirja. Helsinki.
—»— 1931 a. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 22. Helsinki.
—»— 1931 b. Syyt Suomen metsien epätyydyttävään metsänhoidolliseen tilaan. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja. Uusi sarja. I. Helsinki.
—»— 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. M. T. J. 17.
—»— 1936. Yksityismetsissä käytettävien hakkausmenetelmien yleisistä perusteista. Metsätaloudellinen aikakauskirja. Helsinki.
—»— 1937 a. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. M. T. J. 24.
—»— 1937 b. Miten metsiä on hakattava? Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja. Uusi sarja. VII. Helsinki.
—»— 1938 a. Hakkausalojen jälkikunnostus. Metsälehti, n:o 45. Helsinki.
—»— 1938 b. Harvennushakkauksista. *Referat:* Die Durchforstungen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. S. F. 46.
—»— 1938 c. Laiduntamisen puuntaimistoille aiheuttamista tuhoista. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Heikinheimo, Olli. 1939 a. Kokemuksia paksusammaltyypin metsien käsittelystä. *Referat:* Erfahrungen betreffend die Behandlung der Wälder vom Dickmoostyp. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938. IV. S. F. 52.
—»— 1939 b. Metsäpuiden roduista ja niiden jalostamisesta. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja. Uusi sarja. VIII. Helsinki.
—»— 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. *Referat:* Versuche in Baumschulen. M. T. J. 29.
—»— 1941 a. Kuusen kylvöstä ja sen edellytyksistä. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.
—»— 1941 b. Metsänistutusmenetelmistä. *Referat:* Versuche mit waldbaulichen Pflanzenmethoden. M. T. J. 29.
—»— 1943. Nykyiset hakkuut ja metsänhoito. Metsälehti, n:ot 13 ja 14. Helsinki.
Helander, A. Benj. 1912. Metsänhoidon opas. Kolmas painos. Suomen metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirjasia n:o 6. Helsinki.
—»— 1918. Metsänkäyttö-oppi. Porvoo.
—»— 1942. Metsä- ja kielipolitiikkaa puolisen vuosisataa sitten. *Referat:* Forst- und Sprachpolitik in Finnland vor etwa 50 Jahren. A. F. F. 50.
Herlitz, Nils. 1938. Katso Lothigius, Wilh. 1938.
Hertz (Tertti), Martti. 1926. Silmäys Siikakankaan metsänviljelyksiin. Metsätaloudellinen aikakauskirja. Helsinki.
—»— 1929. Huomioita männyn ja kuusen pituuskehityksen »vuotuisesta» ja vuorokautisesta jaksosta. *Referat:* Beobachtungen über die »jährlichen» und täglichen Perioden im Längenwachstum der Kiefer und Fichte. A. F. F. 34.
—»— 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Referat:* Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. M. T. J. 17.
—»— 1933 a. Metsän puutteesta sekä sen syistä ja torjumistoimenpiteistä Ruotsi-Suomessa. *Referat:* Der Holzmangel in Finnland vor 1809, seine Gründe und die Massregeln zu seiner Bekämpfung. S. F. 27.
—»— 1933 b. Tutkimuksia tavallisesta männynneulaspistiäisestä *(Lophyrus pini* L.) ja sen metsätaloudellisesta merkityksestä. *Referat:* Die gewöhnliche Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) und ihre Forstwirtschaftliche Bedeutung. M. T. J. 18.
—»— 1934 a. Tutkimuksia karjan vaikutuksesta hakkausalojen kasvillisuuteen. *Referat:* Über den Einfluss des Weidebegangs auf die Vegetation von Hiebflächen. A. F. F. 40.
—»— 1934 b. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Referat:* Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer auf den südfinnischen Heideböden. M. T. J. 20.
—»— 1934 c. Metsähallitus 1859—1934. Helsinki.
Hesselman, Henrik. 1910. Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. I. *Referat:* Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden. I. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 7. Stockholm.
—»— 1917 a. Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. *Referat:* Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenekologischer Hinsicht. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 13—14. Stockholm.
—»— 1917 b. Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. II. *Referat:* Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden. II. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 13—14. Stockholm.

Hesselman, Henrik. 1917 c. Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. *Summary:* On the effect of our regeneration measures on the formation of saltpetre in the ground and its importance in the regeneration of coniferous forests. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 13—14. Stockholm.
—»— 1927. Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. I. Betydelsen av kvävemobiliseringen i råhumustäcket för tall- och granplantans första utveckling. *Referat:* Studien über die Entwicklung der Nadelbaumpflanze in Rohhumus. I. Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Rohhumusdecke für die erste Entwicklung der Kiefern- und Fichtenpflanze. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 23. Stockholm.
—»— 1932. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. *Referat:* Die Humidität des Klimas Schwedens und ihre Einwirkung auf Boden, Vegetation und Wald. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 26. Stockholm.
—»— 1934. Några studier över fröspridningen hos gran och tall och kalhyggets besåning. *Referat:* Einige Beobachtungen über die Beziehung zwischen der Samenproduktion von Fichte und Kiefer und der Besamung der Kahlhiebe. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 27. Stockholm.
Hiitonen, Ilmari. 1933. Suomen kasvio. Vanamon kirjoja n:o 32. Helsinki.
Hildén (Osara), N. A. 1926. Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla, Pohjois-Karjalasta kootun aineiston nojalla. *Referat:* Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln, basiert auf Material aus Nord-Karjala. A.F.F. 32.
—»— 1934. Havaintoja eräitten yksityistilojen metsätaloudesta. *Referat:* Beobachtungen über die Waldwirtschaft einiger Privatgüter. A. F. F. 40.
—»— 1935. Pientilojen metsien tuotannon jatkuvaisuuden turvaaminen. Maatalousseurojen keskusliiton julkaisuja n:o 224. Helsinki.
Holmerz, C. G. 1877. Handledning för skogsskötseln i Norrland. Stockholm.
—»— 1894. Vägledning i skogshushållning. Närmast afsedd för skogsskolorna, landtbruksläroverken, kronojägare, skogvaktare med flera. Andra upplagan. Stockholm.
Homén, Theodor. 1917. Våra skogar och vår vattenhushållning. Stockholm.
Huuhtanen, V. 1938. Piirteitä Itä-Suomen piirikunnan metsätaloudesta. *Referat:* Die Waldwirtschaft im staatlichen Forstdistrikt Ostfinnland. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. S. F. 46.
Ilmatieteellinen keskuslaitos (syyskuuhun 1933 asti Valtion meteorologinen keskuslaitos). 1920—1942. Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin (vuoteen 1921 asti Kuukausikatsaus Suomen ilmanlaatuun). Helsinki.
Ilvessalo, L. 1917. Tutkimuksia mäntymetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. *Referat:* Studien über die Verjüngungsjahre der Kiefernwälder in Süd- und Mittelfinnland. A. F. F. 6.
—»— ja Laitakari, Erkki. 1930. Metsikön uudistus. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.
Ilvessalo, Yrjö. 1916. Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta mustikka- ja kanervatyyppien kankailla Salmin kruununpuistossa. *Referat.* A. F. F. 6.
—»— 1920 a. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. *Referat:* Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend. A. F. F. 15.
—»— 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. *Referat:* Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. A. F. F. 15.

Ilvessalo, Yrjö. 1921. Katso Cajander, A. K. 1921.
—»— 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. A. F. F. 20.
—»— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Summary:* The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924. M. T. J. 11.
—»— 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). *Selostus:* Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa. M. T. J. 17.
—»— 1933. Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. *Summary:* Occurrence of forest types on the different soils. M. T. J. 18.
—»— 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. *Summary:* Instructions for field work of the II national survey of the forests of Suomi (Finland). M. T. J. 22.
—»— 1937 a. Metsäverotuksen perusteista. *Referat:* Über die Grundlagen der Waldbesteuerung. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936. II. S. F. 42.
—»— 1937 b. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *Summary:* Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland). M. T. J. 24.
—»— 1938. Metsän arvioiminen. Tapion taskukirja. Käsikirja metsänomistajille ja metsänhoitomiehille. Kahdeksas painos. Helsinki.
—»— 1939 a. Mitä metsä voi tuottaa? Helsinki.
—»— 1939 b. Metsikön kasvun arvioiminen. *Referat:* Die Abschätzung des Bestandeszuwachses. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938. IV. S. F. 52.
—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. M. T. J. 30.
—»— 1943. Metsiemme ikäsuhteet ja syntymäajat. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.
Jalava, Matti. 1934. Havaintoja puun aseman vaikutuksesta puun ominaisuuksiin. *Summary:* Investigation into the influence of the position of a tree in the stand upon the properties of the wood. A. F. F. 40.
Jokinen, Paavo. 1939. Havaintoja valtion metsämailla suoritetusta asutustyöstä. *Referat:* Untersuchungen über die Ansiedlung in den finnischen Staatsforsten. S. F. 49.
Jonson, Tor. 1929. Massatabeller för träduppskattning. Femte upplagan. Stockholm.
Jost, L. 1923. Katso Benecke, W. 1923.
Kaila, E. E. 1931. Tervanpolton leviäminen Suomessa 1700-luvun puolimaissa. *Summary:* Tar-burning in Finland in the middle of the 18-th century. S. F. 21.
Kairamo, A. Osw. Katso Kihlman, A. Osw.
Kalela, Aarno. 1939. Über Wiesen und wiesenartige Pflanzengesellschaften auf der Fischerhalbinsel in Petsamo Lappland. A. F. F. 48.
Kalela, Erkki K. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Osttinnland. A. F. F. 44.
—»— 1937. Vakuutetuissa metsissä vuosina 1925—34 sattuneista kuloista. *Referat:* Über die in finnischen Privatwäldern in der Periode 1925—34 eingetroffenen Waldbrände. A. F. F. 46.
—»— 1939. Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. *Referat:* Über den Zuwachs der herrschenden Kiefern und Fichten auf Pyrolatyp. M. T. J. 27.

Kalela, Erkki K. 1941. Metsien uudistumisesta Itä-Patagoniassa. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Kallin, K. E. 1926. Föryngringsstudier i Norrlands skogar. Utförda under åren 1922—1924. Stockholm.

Kalliola, Reino. 1939. Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch-Lapplands. *Selostus:* Kasvisosiologisia tutkimuksia Suomen Lapin alpiinisessa vyöhykkeessä. Suomalaisen eläin- ja kasvitieteellisen seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja. Osa 13. Helsinki.

Kangas, Esko. 1931. Siikakankaan mäntytaimistojen tuhoista. *Referat:* Über die Schädigungen der Kiefernpflanzenbestände in Siikakangas. S. F. 17.

—»— 1934. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhoista. *Referat:* Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju. M. T. J. 19.

—»— 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die in Kiefernpflanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. M. T. J. 24.

—»— 1938. Tärkeimmät puissa esiintyvät sieni- ja hyönteistuhot. Tapion taskukirja. Käsikirja metsänomistajille ja metsänhoitomiehille. Kahdeksas painos. Helsinki.

—»— 1940 a. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksistä. *Referat:* Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. A. F. F. 49.

—»— 1940 b. Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. *Referat:* Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937. M. T. J. 29.

Kapper, O. G. 1931. Samenertrag der Kiefer in Südrussland. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

Keränen, J. 1929. Blitzschlag als Zünder der Waldbrände im nördlichen Finnland. A. F. F. 34.

Keso, Alma. 1908. Über Alter und Wachstumsverhältnisse der Reiser in Tavastland. Acta Societatis pro fauna et flora fennica 31. Helsingfors.

Kienitz, M. 1881. Beobachtungen über die Zapfenmenge an Kiefern im Winter 1880/81. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

Kihlman (Kairamo), A. Osw. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Ein Beitrag zur Kenntniss der regionalen Gliederung an der polaren Waldgrenze. Acta Sociatatis pro fauna et flora fennica 6. Helsingfors.

Kokkonen, P. 1934. Maanjakotoimituksessa syntyvien palstojen muodosta metsätalouden kannalta. *Referat:* Über die Form der bei Bodenteilungen entstehenden Parzellen vom Standpunkt der Waldwirtschaft aus. A. F. F. 40.

Komiteanmietintö 1900 : 4. Yksityismetsäin tutkimista varten asetetun komitean mietintö. Helsinki.

—»— 1937 : 8. Metsänhoidon edistämiskomitean mietintö joulukuun 1 päivältä 1937. Helsinki.

—»— 1942 : 6. Metsäverotuksen uudistamiskomitean mietintö huhtikuun 17 p:ltä 1942. Helsinki.

Komsi, Toivo J. — Pelttari, P. J. — Toijala, V. R. 1937. Yksityismetsälaki ja sen nojalla annetut säännökset. Helsinki.

Korhonen, Emil. 1939. Hirvivahingoista Evon metsissä. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Kujala, Viljo. 1926 a. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzen-

vereinen. A. Gefässpflanzen. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. A. Putkilokasvit. M. T. J. 10.

Kujala, Viljo. 1926 b. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Waldpflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. B. Laubmoose. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia metsäkasvilajien ekoloogis-bioloogisen luonteen määräämiseksi. B. Lehtisammalet. M. T. J. 10.

—»— 1926 c. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. C. Flechten. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. C. Jäkälät. M. T. J. 10.

—»— 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. *Selostus:* Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. M. T. J. 12.

—»— 1928. Beobachtungen über die Waldvegetation auf Lehmboden bei Mustila in Elimäki (Süd-Finnland). *Selostus:* Havaintoja savimaan metsäkasvillisuudesta Elimäen Mustilassa. M. T. J. 13.

—»— 1929. Die Bestände und die ökologischen Horizontalschichten der Vegetation. A. F. F. 34.

—»— 1936 a. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. *Referat:* Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. M. T. J. 22.

—»— 1936 b. Waldvegetationsstudien im östlichen Mitteleuropa. *Selostus:* Metsäkasvillisuustutkimuksia Keski-Euroopan itäosissa. M. T. J. 22.

—»— 1938. Metsätyyppien parallelisuudesta. *Referat:* Über Parallelität der Waldtypen. M. T. J. 27.

Lagerberg, Torsten. 1915. Markflorans analys på objektiv grund. *Referat:* Die Analyse der Bodenvegetation auf objektiver Grundlage. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 11. Stockholm.

Laitakari, Erkki. 1923. Ruotsin viimeaikainen metsälainsäädäntö. Metsätaloudellinen aikakauskirja. Helsinki.

—»— 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. *Summary:* The root system of pine *(Pinus silvestris)*. A morphological investigation. A. F. F. 33.

—»— 1929 a. Die Wurzelforschung in ihrer Beziehung zur praktischen Forstwirtschaft. *Selostus:* Juuritutkimuksen suhteesta käytännölliseen metsätalouteen. A. F. F. 33.

—»— 1929 b. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. A. F. F. 34.

—»— 1930 a. Metsän hoito eri metsätyypeillä. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.

—»— 1930 b. Metsän ilmastolliset vaarat. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.

—»— 1930 c. Katso Ilvessalo, L. 1930.

—»— 1934. Tuulen huomioon ottaminen metsänhoidossa. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja. Uusi sarja. IV. Helsinki.

—»— 1935 a. Suomen metsätieteellisen seuran toiminta vv. 1932—1934. *Referat:* Die Tätigkeit der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Suomi während der Jahre 1932—1934. A. F. F. 42.

Laitakari, Erkki. 1935 b. Hakkaustähteet metsänhoidolliselta kannalta. Esitelmäselostus. Sisältyy teokseen Laitakari 1935 a.
—»— 1937. Laatupuun kasvattamisesta. *Referat:* Über die Erziehung von Qualitätsholz. Metsänhoitajien jatkokurssit 1935. S. F. 39.
—»— 1938. Metsän uudistamisesta laihoilla kangasmailla. *Referat:* Die Verjüngung der Wälder auf armen Heiden. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. S. F. 46.
Lakari, O. J. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. A. F. F. 5.
—»— 1920 a. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. *Referat:* Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland. M. T. J. 2.
—»— 1920 b. Tutkimuksia kuusen karsimisesta. *Referat:* Untersuchungen über die Ästung der Fichte. M. T. J. 2.
—»— 1920 c. Tutkimuksia männyn muodosta. *Referat:* Untersuchungen über die Form der Kiefer. M. T. J. 3.
—»— 1921. Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland. M. T. J. 4.
Lampimäki, Tauno. 1939. Nautakarjan laiduntamisesta metsämailla. *Referat:* Über den Waldweidegang des Rindviehs. S. F. 50.
Lang, Richard. 1920. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart.
Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. M. T. J. 12.
—»— 1929. Untersuchungen über die Schlankheit der Kiefer. A. F. F. 34.
—»— 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke, basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). *Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä, Suomen eteläpuoliskosta kootun aineiston perusteella. M. T. J. 15.
—»— 1936. Tutkimuksia männyn ja koivun runkomuodosta. *Referat:* Untersuchungen über die Stammform der Kiefer und Birke. A. F. F. 44.
—»— 1937. Karsimisesta arvopuun kasvatusta silmällä pitäen. *Referat:* Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936. II. S. F. 42.
Lassila, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. *Referat:* Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise. A. F. F. 14.
—»— 1934. Kestävyys puun laadun tunnuksena. *Referat:* Die Dauer als Kennzeichen für die Qualität des Holzes. A. F. F. 40.
Lehonkoski, N. A. 1939. Tunnetko koivikkosi? Tampere.
Lihtonen, V. 1929. Huonotuottoisten metsien kunnostaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 18. Helsinki.
—»— 1942. Puuston hakkuuarvosta ja sen määräämisestä. *Referat:* Über den Abtriebswert des Holzvorrates und seine Bestimmung. A. F. F. 50.
Lindeberg, J. W. 1927. Todennäköisyyslasku ja sen käytäntö tilastotieteessä. Alkeellinen esitys. Helsinki.
Liro, J. I. 1917. Tärkeimmät tuhosienet. Metsänhoitajia, maanviljelijöitä, puutarhureja sekä kasvitiedettä opiskelevia varten. Helsinki.
Lothigius, Wilh. — Hallander, Åke — Herlitz, Nils. 1938. Ett ekonomiskt skogsbruk. Stockholm.

Lukkala, O. J. 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. *Referat:* Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. M. T. J. 15.
—»— 1930 a. Suot, niiden ojitus metsätaloutta varten ja suometsien hoito. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.
—»— 1930 b. Metsämaiden soistuminen. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.
—»— 1931. Metsäojituksen oppikirja. Helsinki.
—»— 1934. Lounais-Suomen metsien puulajihistoriasta. *Referat:* Über die Holzartengeschichte der SW-finnischen Wälder. A. F. F. 40.
Lundh, Erik. 1924. Den å Böda kronopark utförda grönkvistningen av tall. *Referat:* Die Aufastung an Kiefer im Staatsforst Böda. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 21. Stockholm.
Lönnroth, Erik. 1919. Ohjeita metsätalouden järjestelyssä. I. Moniste.
—»— 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. A. F. F. 30.
—»— 1927 a. Über Stammkubierungsformeln. A. F. F. 31.
—»— 1927 b. Zur Frage der Waldbetriebsregelung mit besonderer Berücksichtigung der Waldverhältnisse Finnlands. A. F. F. 32.
—»— 1929. Theoretisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. A. F. F. 34.
Magnusson, A. H. 1929. Flora över Skandinaviens busk- och bladlavar. Utarbetad huvudsakligen för nybörjare. Stockholm.
Markgraf, Friedrich. 1926. Kleines Praktikum der Vegetationskunde. Berlin.
Metsäpelto, E. E. 1932. Ylispuiden kasvatuksesta ja vaikutuksesta nuoren metsän kasvuun. Metsätaloudellinen aikakauskirja. Helsinki.
Miettinen, Leevi. 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände. M. T. J. 18.
Mikola, Peitsa. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. *Referat:* Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. A. F. F. 50.
Molisch, Hans. 1929. Die Lebensdauer der Pflanze. Jena.
Morosow, G. F. 1928. Die Lehre vom Walde. Aus dem Russischen übersetzt. Neudamm.
Multamäki, S. E. 1916. Metsälaiduntamisesta ja hakamaiden hoidosta. Suomen metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 7. Helsinki.
—»— 1919. Tutkimuksia metsien tilasta Savossa ja Karjalassa. *Referat:* Untersuchungen über den Zustand der Wälder in Savo und Karjala. A. F. F. 9.
—»— 1939. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. *Referat:* Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. A. F. F. 47.
—»— 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. *Referat:* Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. A. F. F. 51.
Mäkelä, L. A. 1939. Piirteitä Länsi-Suomen piirikunnan metsätaloudesta. *Referat:* Die Forstwirtschaft im Forstverwaltungsbezirk Westfinnland. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938. IV. S. F. 52.
Möller, Alfred. 1922, Neudruck 1935. Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin.

Norrlin, J. P. 1871—1874. Flora Kareliæ onegensis. I. Notiser ur Sällskapets pro fauna et flora fennica förhandlingar. Trettonde häftet. Ny serie, tionde häftet. Helsingfors.

Nyblom, E. 1927. Formförändring hos helt friställda träd. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.

Olberg, Adolf. 1933. Die Entwicklung des Waldzustandes in der Oberförsterei Chorin und die Folgerungen hieraus für die künftige Wirtschaft. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. Hannover.

Osara, N. A. 1935. Suomen pienmetsätalous. *Referat:* Die Kleinwaldwirtschaft in Finnland. M. T. J. 21.

Palosuo, Veikko. 1938. Tutkimus lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusikoissa. *Referat:* Die natürliche Verjüngung der Lärche in einigen finnischen Kulturbeständen. M. T. J. 27.

Pelttari, P. J. 1937. Katso Komsi, Toivo J. 1937.

—»— 1938. Metsän rauhoitus. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Petrini, Sven. 1921. Stamformsundersökningar. En sammanfattande analys av norrländskt tallmaterial med avseende på de faktorer, som bestämma noggrannheten vid aptering på rot. *Summary:* Stem form investigations. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 18. Stockholm.

—»— 1937. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Specialundersökningar i Lanforsbeståndet 1935. *Referat:* Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung. Spezialuntersuchungen im Lanforser Bestand 1935. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 29. Stockholm.

Piha, Antero. 1941. Maatilametsälöiden liikejäämä ja sen rakenne. *Referat:* Der Betriebsüberschuss der finnischen Guts- und Bauernwälder und seine Struktur. A. F. F. 49.

Pohjakallio, A. ja Tertti, Martti. 1940. Maamiehen metsäoppi. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 27. Helsinki.

Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. *Referat:* Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte *(Picea excelsa)* als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. A. F. F. 35.

Raunkiær, C. 1910. Formationsundersøgelse og Formationsstatistik. Botanisk Tidskrift. Bind 30. København.

Regel, Constantin. 1930. Pflanzengeographische Skizze von Litauen. Sonderdruck aus Repertorium specierum novarum regni vegetabilis. Beiheft LXI. S. l.

Renvall, August. 1923. Das radiale Schwindmass des lappländischen Kiefernstammholzes gemäss dem Verhalten von Bohrspänen. A. F. F. 26.

Roos, Erik. 1939. Om stubbar. Ett försök att beräkna stubbarnas virkesvärde. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja XII. Helsinki.

Räsänen, A. A. 1939. Metsien uudistumisesta Perä-Pohjolassa. *Referat:* Die Verjüngung der Wälder in Nordfinnland. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938. IV. S. F. 52.

Saalas, Uunio. 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. *Referat:* Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. A. F. F. 10.

—»— 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Vanamon kirjoja n:o 21. Porvoo.

Saari, Eino. 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. *Summary:* Forest fires in Finland, with special reference to state forests. Statistical investigation. A. F. F. 26.

—»— 1929. Etelä-Suomen yksityistilojen metsätalouden tuotto. *Summary:* Return of private farm forests in South Suomi. A. F. F. 34.

—»— 1935. Metsätalouden tuloksenlaskennan peruspiirteitä. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja. Uusi sarja V. Helsinki.

Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. *Referat:* Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. A. F. F. 46.

—»— 1940. Yksijaksoisen metsikön luontaisista kehityskausista. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Schager, Nils. 1925. Sveriges enskilda skogar. Stockholm.

Schotte, Gunnar. 1924. Några norrländska skogsföryngringsproblem II. *Résumé:* Quelques problèmes relatifs à la régénération dans la Suède septentrionale II. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 21. Stockholm.

Strasburger, Eduard. 1931. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Achtzehnte Auflage. Bearbeitet von Hans Fitting, Herman Sierp, Richard Harder und Georg Karsten. Jena.

Stålfelt, M. G. 1924. Tallens och granens kolsyreassimilation och dess ekologiska betingelser. *Referat:* Untersuchungen zur Ökologie der Kohlensäureassimilation der Nadelbäume. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 21. Stockholm.

Tamm, Olof. 1936. Om ett försök med björkföryngring i markförbättrande syfte på svag sandmark i södra Sverige. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.

—»— 1940. Den nordsvenska skogsmarken. En kortfattad, populär översikt av de företeelser, som betinga skogsmarkens produktionsförmåga. Stockholm.

Tertti, Martti. 1937 a. Metsien luontaisen uudistumisen edistämisestä. *Referat:* Über die Förderung der natürlichen Verjüngung der Wälder. Metsänhoitajien jatkokurssit 1935. S. F. 39.

—»— 1937 b. Kuusimetsien uudistushakkauksista. *Referat:* Über die Verjüngungshiebe in Fichtenbeständen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936. II. S. F. 42.

—»— 1938. Hakkausalan raivaamisesta. *Referat:* Die Aufräumung der Schläge. Metsähoitajien jatkokurssit 1937. III. S. F. 46.

—»— 1939 a. Mikä metsätyyppi? Ohjeita metsätyypin määrääjälle Suomen eteläpuoliskon kovilla mailla. Toinen painos. Helsinki.

—»— 1939 b. Paksusta sammalesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

—»— 1940. Katso Pohjakallio, A. 1940.

—»— 1942. Huomiota metsän ja metsänkäytön vaiheisiin. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Tikka, P. S. 1928. Havaintoja kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. *Referat:* Über das Vorkommen und die Entwicklung der Fichte in den trockenen Heidewäldern von Nord-Suomi (-Finnland). S. F. 10.

—»— 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollis-metsäpatologinen tutkimus. *Referat:* Über die Schadhaftigkeiten der Bäume in den Wäldern Nord-Suomis (-Finnlands). Eine statistisch-forstpathologische Untersuchung. A. F. F. 41.

Tirén, Lars. 1937. Skogshistoriska studier i trakten av Degerfors i Västerbotten. *Summary:* Forestry historical studies in the Degerfors district of the province of Västerbotten. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 30. Stockholm.

Toijala, V. R. 1937. Katso Komsi, Toivo J. 1937.

Tolsky, A. P. 1924. Ueber den Samenabfall in Weissföhrenbeständen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen. Wien u. Leipzig.

Trägårdh, Ivar. 1914. Sveriges skogsinsekter. Stockholm.

—»— 1921. Undersökningar över den större märgborren, dess skadegörelse och bekämpande. *Referat:* Untersuchungen über den grossen Waldgärtner *(Myelophilus piniperda)*. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 18. Stockholm.

Tähtinen, O. 1930. Katsaus Jokioisten kartanon eli n. s. Jokiläänin metsätalouden vaiheisiin. *Summary:* A short account of the history of the forestry of the Jokioinen estate. S. F. 14.

Vuoristo, Ilmari. 1936 a. Tutkimuksia sahatukkien arvosuhteista. I. Tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen myyntihintaan. *Referat:* Untersuchungen über die Wertverhältnisse der Sägeblöcke. I. Einwirkung des Zopfdurchmessers der Sägeblöcke auf die Verkaufspreise des Sägeergebnisses. M. T. J. 23.

—»— 1936 b. Työaikatutkimuksia kuusipaperipuiden teosta. *Summary:* Investigations regarding the working time in the preparation of spruce pulp-wood. M. T. J. 23.

—»— 1937. Havupuumetsien laatuarvo ja laadun arviointi. *Referat:* Die Qualitätswert der Nadelwälder und die Einschätzung der Qualität. Metsänhoitajien jatkokurssit 1935. S. F. 39.

Wagner, C. 1907. Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. Tübingen.

Wallmo, Uno. 1897. Rationell skogsafverkning. Praktiska råd till såväl större som mindre enskilde skogsägare samt svar på en fråga för dagen. Stockholm.

Wegelius, Th. 1939 a. The presence and properties of knots in Finnish spruce. Investigations concerning the origin and characteristics of branch and knot wood in Finnish spruce with particular consideration given to the raw material needs of the paper industry. A. F. F. 48.

—»— 1939 b. Kuusipaperipuun oksaisuudesta ja oksapuun jalostusteknillisestä merkityksestä. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Welander, P. O. 1938. Jemnåldriga eller olikåldriga beståndsformer. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift. Bilaga III. Stockholm.

Wibeck, Edvard. 1928. Det norrländska tallfröets grobarhet och anatomiska beskaffenhet. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift. Stockholm.

Wiebecke. 1924. Der Dauerwald in 16 Fragen und Antworten für den Gebrauch im Walde dargestellt. 4. Auflage. Stettin — Neutorney.

Wiedemann, Eilhard. 1925. Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. Untersuchungen in Bärenthoren, Frankfurt a. d. O. und Eberswalde. Studien über die früheren Dauerwaldversuche und den Kiefernurwald. Braunschweig.

—»— 1935 a. Die Ergebnisse 40-jähriger Vorratspflege in den preussischen forstlichen Versuchsflächen. Forstarchiv. Hannover.

—»— 1935 b. Zur Klärung der Durchforstungsbegriffe. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

Wretlind, J. E. 1936. Om orsakerna till krontypsväxlingen hos den svenska tallen. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift. Stockholm.

LYHENNYKSIÄ. — *ABKÜRZUNGEN.*

A. F. F. = Acta forestalia fennica. Helsinki.
M. T. J. = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen (koelaitoksen) julkaisuja. Communicationes Instituti forestalis Fenniae (Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae). Helsinki.
S. F. = Silva fennica. Helsinki.

Korjauksia.

Sivu	Rivi	
4	20	ylh. on: taidollaa vustanut; pitää olla: taidolla avustanut
67	2	alh. on: noepammin; pitää olla: nopeammin
100	2	ylh. pitää olla sanan liikahakkuiksi jäljessä puolipiste
105	13	alh. on: 0.6 kg; pitää olla: 0.6 kg/ha
132	1	alh. on: kuotetta; pitää olla: kuoretta
134	2	alh. on: 45; pitää olla: 5
139		Kuva 14 on: Valok. 19.8.—38; pitää olla: 29.3.—39
		» » » *Foto 19.8.—38;* pitää olla: *Foto 29.3.—39*
146	15	alh. on: P o u-; pitää olla: P ö n-
157		Kuva 20 on: *Kiefern-Fichtne- Plenterwäldern;* pitää olla: *Kiefern-Fichten-Plenterwäldern*
202	13	ylh. on: 8.9; pitää olla: 8.9 %
219	3	alh. on: 1920 a; pitää olla: 1920 b

Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands.

Referat.

Vorwort.

Zum Arbeitsprogramm der Abteilung für Waldbau der Forstlichen Forschungsanstalt gehörte u. a. die allseitige Untersuchung der Verjüngung unserer Wälder. Im Verlaufe der Untersuchung konnte auch die Verjüngung der planlos gehauenen Wälder beachtet werden und dabei erwies es sich als notwendig, diese Wälder eingehend zu untersuchen.

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommer 1937 begonnen. Das Untersuchungs material wurde in den Jahren 1937—1940 beschafft. Der Krieg und die kriegsbedingten ungewöhnlichen Verhältnisse haben den Abschluss der Untersuchung bedeutend verzögert.

Einleitung.

In der Entwicklung der finnischen Wälder lassen sich drei grosse Zeitabschnitte unterscheiden: das Zeitalter der Naturwälder, das Zeitalter der Brandwirtschaft und das Zeitalter der Wirtschaftswälder. Heute beginnen die unmittelbaren Spuren der Brandwirtschaft in unseren Waldungen immer seltener zu werden, und charakteristisch für die Struktur der Wälder sind die verschiedenartigen Hiebe.

Durch die Hauungen ist ein grosser Teil unserer Wirtschaftswälder in einen schlechten Zustand versetzt worden. Die Erhöhung des Ertrages dieser Wälder setzt eine gründliche und vielseitige Kenntnis ihres waldbaulichen Zustandes voraus und diese gibt dann auch die nötige Unterlage für die zweckentsprechende Verbesserung der Wälder. Sie hilft die Methoden aufzufinden, in denen sich die eigenen Kräfte der Natur bei der Verbesserungsarbeit in möglichst grossem Umfang verwerten lassen. — In der vorliegenden Untersuchung, welche sich auf den wesentlichsten Teil unserer schwachergiebigen Wälder, die Plenterbestände, bezieht, wird der Versuch gemacht, gerade in diesem Sinne unsere Kenntnisse von den finnischen Wirtschaftswäldern zu bereichern.

Die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes.

Die vorliegende Arbeit hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Einwirkung festzustellen, die die Plenterhiebe und die mit ihnen in nahem Zusammenhang stehenden Hauungsarten auf die Privatwälder in Südfinnland, vor allem ihren waldbaulichen Zustand gehabt haben. Dies geschah in der Weise, dass die Verjüngung dieser Wälder, die Entwicklung und Beschaffenheit des Holzbestandes sowie in gewissen Fällen auch der biologische und technische Ertrag desselben untersucht wurde.

Zu den Sägestammplenterungen wurden die Hauungen gerechnet, bei denen die Hauungsgrundlage in erster Linie in den technischen Forderungen bestand, die an die zu hauenden Sägestämme gestellt wurden (Mindeststärke und Beschaffenheit), und bei denen dieses Sortiment mehr oder minder in bestimmten Dimensionen gehauen wurde. Neben den Sägestämmen wurde meist auch Schichtholz gehauen. Den waldbaulichen Forderungen wurde bei diesen Hauungen keine Beachtung geschenkt.

Die Untersuchung richtet sich in dem vorliegenden Teil auf die Privatwälder Südfinnlands. Unter Südfinnland ist nur der südlichste Teil der Südhälfte Finnlands, ungef. südlich des 63. Breitengrades, verstanden (vgl. Abb. 1). Der Begriff Privatwälder umfasst die eigentlichen Bauernwälder und die nahe mit ihnen verwandten Bestände; die Wälder der Holzindustriegesellschaften sind dagegen nicht einbegriffen.

Die Untersuchung umfasst die Bestände vom *Calluna-*, *Vaccinium-*, *Myrtillus-* und *Oxalis-Myrtillus*-Typ. Die Wälder vom *Cladina*-Typ und der Haintypen, die Moorwälder und die Waldungen mit bedeutendem Fels- und Steinuntergrund haben ausserhalb der Untersuchung gelegen.

Solche Plenterbestände, die waldweideartig waren, sind nicht untersucht worden. Als waldweideartig wurden solche Bestände aufgefasst, die in erster Linie als Viehweide dienten.

Aus dem Obigen ergibt sich, dass der Rahmen der Untersuchung weit gesteckt wurde. Eine stärkere Begrenzung hätte in manchen Fragen unzweifelhaft zu eingehenderen und genaueren Ergebnissen geführt. Die Arbeit in ihrer Gesamtheit hätte jedoch offenbar unter der fühlbaren Beschränkung des Untersuchungsgegenstandes gelitten. So wäre z.B. die Ausscheidung und Abgrenzung verschiedener Bestandesarten schwieriger und unsicherer geworden. Ausserdem haben die einzelnen Bestandesarten Gelegenheit gegeben, Vergleiche unter ihnen anzustellen, was vor allem bei dem Mangel sonstigen geeigneten Vergleichsmateriales die Forschungsarbeit erleichtert hat.

Das Untersuchungsmaterial.

Der Hauptteil des Untersuchungsmateriales wurde in der Weise gesammelt, dass Probeflächen in geeigneten Beständen gemessen wurden. Die Grösse der Probeflächen betrug, von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen, 0.25 ha (50 × 50 m oder seltener 62.5 × 40.0 m). Für die Messung jeder Probefläche wurde im Mittel ein Tag benötigt. Probeflächen wurden insgesamt 159 genommen. Über die Einzelheiten der Messung der Probeflächen sei folgendes erwähnt.

Auf jeder Probefläche wurden alle Bäume (von mindestens 1.3 m Höhe) gezählt und in Brusthöhendurchmesser gemessen. Gleichzeitig wurden die Sägestämme (D 1.3 mindestens 20 cm) auf Grund des Stammblockes in Qualitätsklassen eingeteilt. Bei der Kiefer wurden die Klassen I, II und III unterschieden, von denen I die beste und III die schlechteste ist, bei der Fichte nur die Klassen I und II sowie bei der Birke die Klassen F (*faneeri*-Furnier) und S (*sahapuu*-Sägestamm); die Bäume von Sägestammstärke, welche nicht den an Sägeblöcke zu stellenden Forderungen entsprachen, erhielten das Zeichen P (*polttopuu*-Brennholz).

Die Stubben wurden gezählt, gemessen sowie nach Holzarten und nach den Hiebsjahren klassifiziert. Soweit natürlicher Abgang vorhanden war, wurde er zu den Hiebsjahren gerechnet, zu denen er in erster Linie zu gehören schien.

Auf jeder Probefläche wurden ca. 20 stehende Probestämme ausgewählt und der Durchmesser in 1.3 m und 6.0 m Höhe, die Rindendicke in 1.3 m Höhe, der Radialzuwachs ebenfalls in 1.3 m Höhe und die Stammhöhe gemessen, die Jahresringe an einem Bohrspan vom Wurzelhals gezählt und die technische Beschaffenheit des Stammes geschätzt.

Der Jungwuchs (unter 1.3 m Höhe) wurde für die Probefläche mit Hilfe der Linienschätzung sowie des Probequadratverfahrens (Pflanzen unter 0.1 m jedoch nur nach dem letzteren Verfahren) gezählt. Bei der Linienschätzung wurden 5 m breite Linien mit 10 m Linienabstand (Schätzungsprozent 50) verwendet, bei dem Probequadratverfahren wurden 20 Probequadrate von 1 qm Grösse untersucht, die in gleichmässigen Abständen auf den Diagonalen der Probefläche angelegt waren. Gleichzeitig wie der Jungwuchs gezählt wurde, wurde er nach Holzarten und Höhenklassen analysiert. Ausserdem wurden auf jeder Probefläche aufs Geratewohl 50—100 Pflanzen von jeder Hauptholzart enthaltende Proben genommen und das Alter jeder Pflanze bestimmt und die Schäden verzeichnet.

Die Bodenvegetation wurde mit Hilfe des gleichen Probequadratnetzes untersucht, auf dem die Pflanzen gezählt worden waren. Auf jedem Probequadrat wurde der Deckungsgrad der Pflanzenarten nach einer Skala 1—10 geschätzt.

Bodenproben wurden aus vier 0.5 m tiefen Gruben genommen, die auf den Diagonalen der Probefläche in 5 m Entfernung von den Ecken gegraben waren. Von diesen Proben wurde im Zusammenhang mit den Laboratoriumsarbeiten das sogen. Feuchtigkeitsäquivalent (nach Bouyoucos) bestimmt. Gleichzeitig mit der Entnahme der Bodenproben wurden für jede Grube gesondert die Bodenart, die Mächtigkeit der Humusschicht und das Bodenprofil verzeichnet.

Gesondert von der Feldarbeit auf den Probeflächen wurde der Samenertrag der Restbestände mit Hilfe von Samenkästen in einigen besonders dazu geeigneten Untersuchungsbeständen untersucht.

Die Sägestammplenterungen.

Plentern in verschiedenen Formen scheint die ursprünglichste auf die Lieferung von Holz hinzielende Waldnutzungsform in Finnland gewesen zu sein. Als in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts eine intensive Waldwirtschaft in Finnland einsetzte, blieb das Plentern, und zwar das Plentern der Sägestämme, die vorherrschende Hauungsart, die dann bis in die ersten Jahre nach dem vorigen Weltkrieg diese überragende Stellung beibehielt. Das Plentern der Sägestämme ist in den meisten Fällen mehr oder weniger nach einem Mindestdurchmesser geschehen.

Es lässt sich eine ganze Reihe verschiedenartiger Plenterhiebe danach unterscheiden, wie alt die Bestände waren, in denen das eigentliche Plentern der Sägestämme begonnen hat. Die Anfangs- und Endphase dieser Reihe vertreten Plenterhiebe, die sich wesentlich voneinander unterscheiden. Die Anfangsphase bilden die Sägestammplenterungen, welche hiebsreife, vorher noch kaum gehauene Bestände betrafen, die Schlussphase wiederum solche, die schon im Stangenholzalter einsetzten und sich dann in dem Masse wiederholten, wie neue Sägeholzstämme im Bestande erwuchsen. Als in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts das Plentern von Sägestämmen in Finnland eigentlich begann, waren die zur ersteren Gruppe gehörenden Hiebe gewöhnlich, aber in dem Masse, wie das Starkholz in unseren Wäldern abgenommen hat, sind immer jüngere Wälder vom Sägestammplentern erfasst worden.

Die Bestandesarten in den Plenterbeständen.

Bei der Untersuchung der Plenterbestände hat man es in manchen Fällen mit solchen Restbeständen zu tun gehabt, deren Holzartenverhältnisse sich wesentlich von den früheren Holzartenverhältnissen vor den letzten Hauungen unterschieden. Dies ist vor allem bei den Untersuchungsbeständen der Fall gewesen, welche die Endphasen der Entwicklungsreihen der einzelnen Bestandesarten vertreten. Da ein

Hauptzweck der Untersuchungen darin bestand, gerade die Entwicklung festzustellen, welche die Plenterhiebe in bestimmten Bestandesarten hervorrufen, erschien es am natürlichsten, solche Bestandesreste, die man eigentlich nicht mehr Wald nennen kann, zu den Bestandesarten zu rechnen, zu denen sie früher vor den letzten Haungen gehört haben. Es wurde versucht, die biologisch einander nahe stehenden Bestände zusammenzufassen, trotzdem in gewissen Fällen äusserlich bedeutend voneinander abweichendes Material zur gleichen Bestandesart gerechnet wurde.

Zur gleichen Bestandesart wurden in der vorliegenden Untersuchung also die bezüglich der Holzartenverhältnisse gleichartigen Bestände unter Beachtung der gesamten letzten Entwicklung des Holzbestandes gerechnet.

Die folgenden Bestandesarten sind eingehend untersucht worden (die Typenbezeichnungen in Klammern weisen auf die Waldtypen hin, auf welche sich die Untersuchung der in Frage kommenden Bestandesart beschränkt).

Kiefernbestände (*Calluna*- und *Vaccinium*-Typ).

Kiefern-Fichtenmischbestände (*Vaccinium*-Typ).

Fichtenbestände (*Myrtillus*- und *Oxalis-Myrtillus*-Typ).

Kiefern-Birkenmischbestände (*Myrtillus*- und *Oxalis-Myrtillus*-Typ).

Das Verzeichnis ist kurz. Es ist so kurz, dass darin manche wirtschaftlich wichtige Bestandesart fehlt. Wenn man die Untersuchungen konzentrieren will, ist es jedoch unbedingt notwendig, sich auf die Untersuchung der wichtigsten Bestandesarten zu beschränken. Anderseits ist zu sagen, dass manche Bestandesarten, welche unberücksichtigt bleiben mussten, sich in so mancherlei Beziehung an diejenigen anschliessen, welche in der vorliegenden Untersuchung behandelt sind, dass manche sie betreffende Frage mittelbar ihre Klärung gefunden hat.

Die durch Sägestammplentern behandelten Kiefernbestände der trockenen Heiden, die Kiefernplenterbestände, haben in der vorliegenden Untersuchung eine zentrale Stellung. Manche mit den Plenterbeständen im Zusammenhang stehenden theoretischen Fragen sind im Zusammenhang mit der Behandlung der Kiefernplenterbestände behandelt worden und auf sie wird dann später nicht mehr eingegangen.

Die eingehende Untersuchung der Bestandesarten.

DIE KIEFERNPLENTERBESTÄNDE DER TROCKENEN HEIDEN.

Das Vorkommen.

In den Untersuchungsbeständen, vor allem in den Wäldern vom *Vaccinium*-Typ sind Birken allgemein als Mischholz erwachsen. Gewöhnlich betrug der Anteil dieser Holzart weniger als 20 % der Kubikmasse, aber in gewissen Restbeständen war er bedeutend grösser. Aber auch diese Bestände wurden, da die Kiefer und die Birke biologisch einander sehr ähnlich sind, nicht von den Kiefernplenterbeständen getrennt.

Die Kiefer und die Fichte unterscheiden sich bezüglich ihrer biologischen Eigenschaften in mancher wichtigen Beziehung voneinander. Auch waldbaulich sind sie sehr verschieden zu beurteilen. So sind aus der Gruppe der Kiefernplenterbestände alle die Bestände ausgeschieden worden, in denen die Fichte sich schon weit ausgedehnt hatte.

Die Bestandesformen.

Schon früher wurde erwähnt, dass man eine ganze Reihe verschiedener Sägestammplenterungen danach unterscheiden kann, in welchem Bestandesalter das Plentern begonnen wurde. Die Kiefernplenterbestände, in welchen die ersten Sägestammplenterungen den Bestand schon im Stangenholzalter betroffen haben, werden im Stan-

genholzalter geplenterte Kiefernbestände genannt. Diese Gruppe umfasste den wesentlichsten Teil der untersuchten Kiefernplenterbestände. Diejenigen, in denen das Plentern von Sägeholzstämmen in den späteren Entwicklungsstadien des Bestandes, im Baumholzalter, begonnen wurde, sind zu einer zweiten Gruppe zusammengefasst, die als im Baumholzalter geplenterte Kiefernbestände bezeichnet werden.

Den Kiefernplenterbeständen ist keine bestimmte Bestandesform eigen, sondern in der Entwicklung des Bestandes geschehen auch in der Bestandesform Veränderungen. Das Dickungsalter bildet eine wichtige Grenzlinie. Charakteristisch für die jüngeren Bestände ist im allgemeinen eine mehr oder weniger ausgeprägte Vielstufigkeit, für die älteren Bestände eine Einstufigkeit.

Schon der Umstand, dass in der Südhälfte Finnlands die Kiefernbestände mit eigentlicher Plenterstruktur wenigstens auf festen Böden selten sind, zeigt — wenn man die Häufigkeit der Sägestammplenterungen berücksichtigt — dass diese Plenterungen nicht zu dauernder Vielstufigkeit führen. Die Plenterstruktur scheint in den finnischen Kiefernbeständen besonders ihrer Biologie zu widersprechen.

Die Ausgleichung der Kiefernplenterbestände in einem bestimmten Entwicklungsstadium zu Einstufigkeit berechtigt zu dem Schluss, dass die Sägestammplenterungen in den Kiefernbeständen zu einer periodischen Entwicklung des Waldes führen, bei welcher man eine Umtriebszeit unterscheiden kann.

Die im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Das Untersuchungsverfahren.

Die Behandlung des Materials umfasst zwei verschiedenartige Teile: die Behandlung des Holzbestandes und die der Verjüngung. Der Hauptteil der den Bestand betreffenden Untersuchungen wurde in der Weise ausgeführt, dass die Untersuchungsbestände, welche die verschiedenen Entwicklungsphasen des Kiefernplenterbestandes vertreten, nach dem Alter des herrschenden Holzbestandes zu einer Entwicklungsreihe zusammengefasst sind.

Der Holzbestand.

Die Entwicklung der Stammzahl geht aus Abb. 6 hervor. Beachtenswert ist, dass die Stammzahl, sobald die Sägestammplenterungen in den Kiefernbeständen einsetzen, schnell sinkt, schneller als die Anzahl der gehauenen Sägestämme eigentlich voraussetzt. Neben den Sägestämmen muss nämlich ein grosser Teil sterbender oder schon abgestorbener sowie stark beschädigter kleinerer Bäume entfernt werden (vgl. Abb. 5, S. 58). Dieser Sachverhalt zeigt, dass in den Kiefernplenterbeständen die beherrschten Kronenschichten so wenig lebenskräftig sind, dass selbst ein stärkerer Lichtungshieb in den herrschenden Kronenschichten sie nur zum Teil vor der drohenden Vernichtung retten kann.

Zur Beleuchtung des Verlaufes des Radialzuwachses wurden Bohrspanuntersuchungen an einzelnen Baumgruppen vorgenommen. Die Ergebnisse gehen aus Abb. 7 hervor. Man sieht u. a., dass bei den Sägestammplenterungen, bei denen regelmässig die grössten Bäume des Bestandes gehauen werden, dadurch die bezüglich des Radialzuwachses lebenskräftigsten Baumindividuen beseitigt werden.

Die Entwicklung der Oberhöhe ist aus Abb. 8 ersichtlich. Hier ist vor allem das in den Anfang der Plenterperiode fallende Stagnieren in der Zunahme der Oberhöhe bemerkenswert. Dies rührt in erster Linie offenbar daher, dass beim Plentern der Sägestämme die höchsten Bäume des Bestandes beseitigt werden. Und in dem Masse,

wie die übrigbleibenden Bäume sich entwickeln, werden auch sie bei den folgenden Plenterungen gehauen. Aber auch der Höhenzuwachs des Restbestandes scheint infolge der Plenterungshiebe zurückzugehen (vgl. Tab. 5).

Die Kronenlänge der die Plenterperiode vertretenden Bestände ist in Tab. 6 angegeben. — Wenn auch in den waldbaulich behandelten Beständen die absolute Kronenlänge grösser zu sein scheint als in den Plenterbeständen, so sind die Kronen der im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände doch nicht sehr kurz, trotzdem die Hiebe besonders die stärksten und gleichzeitig die grössten Kronen aufweisenden Bäume erfassen. — In den Kronen scheinen die *Blastophagus*-Schäden sehr gewöhnlich zu sein.

Die Stammform der Bäume wurde mit Hilfe von zwei Charakteristika festgestellt: der Schlankheit (die angibt, wieviel % die Länge des über D 1.3 liegenden Stammteils von der ganzen Stammhöhe ausmacht) und der Vollholzigkeit (Jonsons Formquotient und die diesen ergänzende Abholzigkeit, D 1.3—D 6.0 m). Tab. 7 enthält Angaben über die Stammform der die Plenterperiode vertretenden Untersuchungsbestände. Daraus geht hervor, dass die Stammform im Vergleich mit derselben in der Südhälfte Finnlands eine mittlere ist. — Die ziemlich befriedigende Stammform rührt daher, dass bei den Hauungen immer zuerst die stärksten Bäume des Bestandes entfernt werden, welche in der freiesten Stellung erwachsen sind und darin die schlechteste Qualität erlangt haben, und dass die beherrschten Kronenschichten, deren Stammform in dem scharfen Wettbewerb sich ziemlich gut entwickelt hat, stehengelassen werden.

Tab. 11 gibt die Qualität der Bäume an. Diese wechselt in den verschiedenen Entwicklungsperioden des Bestandes bedeutend. Im Mittel entspricht sie derjenigen in der Südhälfte Finnlands. Wenn man beachtet, dass bei den Hieben die Qualität der stehenbleibenden Bäume nicht wesentlich berücksichtigt wird, muss man feststellen, dass die ziemlich befriedigende Qualität der Bäume auf verschiedene günstige Umstände zurückzuführen ist. Der wichtigste ist, dass die ersten, die Wälder im Stangenholzalter erfassenden Sägestammplenterungen in vielen Fällen mehr oder weniger an waldbauliche Hochdurchforstungen erinnern. Nach diesen ersten Hieben enthält der Plenterbestand beträchtlich Holz von guter Qualität. Die Möglichkeiten, welche er noch in diesem Entwicklungsstadium zur Erziehung erstklassiger Sägestämme bieten würde, werden jedoch vernachlässigt. Auch solche Bäume, von denen man erstklassige Sägeblöcke erzielen könnte, werden gleich gehauen, wenn sie Sägestammdimension erreichen, trotzdem sie dabei qualitativ noch unreif sind.

Die Entwicklung der Kubikmasse ist in Abb. 11 dargestellt. Es fällt in die Augen, dass die Sägestammplenterungen die Zunahme der Kubikmasse in einem Entwicklungsstadium des Bestandes beenden, wo noch gute biologische Voraussetzungen für eine schnelle Zunahme der Kubikmasse vorhanden wären.

Die Ertragsberechnung ist mittels Abb. 12 und 13 durchgeführt. Es ist zu beachten, dass die Berechnungen auf zweierlei Weise, unabhängig voneinander vorgenommen sind: der biologische Ertrag ist auf Grund des Zuwachses der Untersuchungsbestände (Abb. 12), der technische Ertrag mit Hilfe einer auf die Stubbenzählung sich stützenden Schätzung der Hiebsmengen berechnet (Abb. 13). Als jährlicher Durchschnitt des Ertrages wurden auf *Calluna*-Typ (110-jährige Umtriebszeit) 1.6 fm, auf *Vaccinium*-Typ (80-jährige Umtriebszeit) 3.3 fm erhalten. Diese Zahlen sind als niedrig anzusehen, denn z. B. der Zuwachs des entsprechenden naturnormalen Kiefernbestandes ist ungef. 62 % grösser als der des *Calluna*-Typs und ca. 42 % grösser als der Zuwachs der Kiefernplenterwälder vom *Vaccinium*-Typ.

Wenn man weiter den Verlauf des Zuwachses des Kiefernplenterwaldes näher ins Auge fasst (Abb. 12), sieht man, dass in den Entwicklungsstadien, in denen die

rückschreitende Entwicklung des Zuwachses infolge der Sägestammplenterung beginnt, noch gute biologische Voraussetzungen für eine bedeutende Zunahme des Zuwachses vorhanden wären.

Der Einschlag ist (theoretisch) auch nach Sortimenten untersucht. Das Ergebnis ist aus Tab. 14 ersichtlich. Die Tabelle zeigt, dass, obwohl aus den hier in Frage stehenden Wäldern in erster Linie solche Bäume gehauen sind, die den Stärke- und Qualitätsforderungen der Sägestämme entsprechen, sich die Struktur des Einschlages doch nicht günstiger entwickelt hat, als im Durchschnitt für Finnland geschätzt worden ist. Die Ursache dieses auf den ersten Blick überraschenden Ergebnisses liegt offenbar darin, dass die gehauenen Sägestämme zum grössten Teil sich dem Mindestmass näherten, aus den meisten Stämmen nur ein Sägeblock hergestellt werden konnte und dass nur ein verhältnismässig kleiner Teil der zu den beherrschten Kronenschichten gehörenden Bäume durch Entfernung der herrschenden Bäume die Sägestammdimensionen erreichen kann. Der grösste Teil derselben musste schon früher, als absterbend, kümmernd und technisch minderwertig gehauen werden.

Die Verjüngung.

Bei der Untersuchung des Verjüngungsvorganges wurde die Besamung, Entstehung des Anfluges und endgültige Bestockung untersucht.

Die Besamung wurde nach dem Probestammverfahren ermittelt, das mit Hilfe von Samenkästen nachgeprüft wurde. Tab. 15 zeigt das Ergebnis für einige die Plenterperiode vertretende Untersuchungsbestände. Wie man sieht, ist die Spärlichkeit der Besamung ein gemeinsamer Zug bei den Untersuchungsbeständen.

Die Beobachtungen über den Zapfenreichtum der Untersuchungsbestände deuten darauf hin, dass die Samenerträge auch das oben erwähnte Mindestausmass erst dann erreichen, wenn die Kronen der einzelnen Bäume sich voll entwickelt haben. Nach einem unmittelbaren starken Plenterhieb, gerade dann, wenn Besamung am dringendsten erwünscht wäre, ist also die Samenerzeugung des Kiefernplenterwaldes praktisch ziemlich gleich null. — Sägestammplenterungen, die fortlaufend den gleichen Bestand erfassen, sind demnach als Hiebe anzusehen, die in den meisten Fällen schon wegen des geringen Samenertrages die natürliche Verjüngung des Bestandes gefährden.

Die Abhängigkeit der Bildung von Anflug von den Witterungsverhältnissen wurde in der Weise untersucht, dass die Jahresklassenverteilung des Jungwuchses (Tab. 17) und die Witterungsverhältnisse der Jahre 1920—1942 (Tab. 16) miteinander verglichen wurden. Ein derartiger Vergleich wird zwar durch die bedeutenden lokalen Verschiedenheiten der Witterungsverhältnisse erschwert, aber verhältnismässig deutlich ist doch festzustellen, dass in Kiefernbeständen vom *Calluna*-Typ nur feuchte Sommer gute Verjüngungsjahre werden. — Dies erklärt wenigstens teilweise die Langsamkeit und Zufälligkeit, die charakteristisch für die Verjüngung der Kiefernwälder vom *Calluna*-Typ ist.

Um die Standortsfaktoren, welche den Verjüngungsvorgang beeinflussen, zu beleuchten, werden in Tab. 18 und 19 Pflanzenverzeichnisse über die Untersuchungswälder und in Tab. 20 Angaben über die Bodenverhältnisse mitgeteilt. In die Augen fällt vor allem die Stärke der Verheidekrautung in gewissen Untersuchungsbeständen vom *Calluna*-Typ. Sie hat in ihnen in der Zeit nach den Sägestammplenterungen Ausmasse erreicht, welche die Verjüngung verhindern. Im allgemeinen scheinen die Verjüngungsvoraussetzungen bei der Kiefer vom Standpunkt der Bodenvegetation unmittelbar nach kräftigen Sägestammhieben am günstigsten zu sein.

Die Entwicklung des Anfluges zu kräftigem Jungwuchs oder die endgültige Bewaldung ist im allgemeinen nicht mit Schwierigkeiten verbunden, soweit nur genügend Pflanzenmaterial vorhanden ist. So haben z. B. die in Jungwüchsen festgestellten Schäden gewöhnlich kein die Verjüngung gefährdendes Ausmass erreicht (vgl. Tab. 21).

Auf Grund der in den Untersuchungsbeständen und vor allem in ihren Jungwüchsen gesammelten Angaben lässt sich ein Bild über die Länge der Verjüngungszeit in den hier zu untersuchenden Beständen gewinnen. — Unter Verjüngungszeit wird die Zeit verstanden, welche von einer starken Lichtung bis zu dem Zeitpunkt vergeht, wo man annehmen kann, dass auf der Hiebsfläche bezüglich des Bewaldungswertes befriedigender Anflug entstanden ist.

Vor allem sieht man (Tab. 17), dass der Anflug ganz allgemein in bezug auf den Bewaldungswert unbefriedigend ist; die Frequenz blieb unter 4.0, was als Mindestforderung gelten kann.

Tab. 22 gibt die Länge der Verjüngungszeit in den stark gelichteten Beständen an und enthält ausserdem einige Angaben über eng damit im Zusammenhang stehende Faktoren. — Die Verjüngungszeit hat im allgemeinen lange gedauert.

Schliesslich werden in Tab. 23 Angaben über die Birke als Mischholz in den im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbeständen gemacht. Man ersieht daraus deutlich den Unterschied zwischen den Beständen vom *Calluna*-Typ und *Vaccinium*-Typ in der allgemeinen Häufigkeit des Auftretens der Birke wie auch in den gegenseitigen Häufigkeitsverhältnissen der Rauhbirke und der Moorbirke.

Die im Baumholzalter geplenterten Kiefernbestände.

Das Untersuchungsmaterial bezüglich der im Baumholzalter geplenterten Kiefernbestände ist beschränkt und in mancher Beziehung unvollständig. Deswegen war es nicht möglich, sie so eingehend zu untersuchen wie die im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbestände. Vor allem wurden die Sonderzüge der im Baumholzalter geplenterten Bestände beachtet, in denen sie sich am wesentlichsten von den im Stangenholzalter geplenterten unterscheiden.

Die wichtigsten Messungsergebnisse bezüglich des Holzbestandes sind aus Tab. 24 ersichtlich.

Der Samenertrag der Restbestände wurde mit Hilfe des Samenkastenverfahrens untersucht. Das Ergebnis ist in Tab. 25 veranschaulicht. Daraus geht hervor, dass der Samenertrag etwas grösser zu sein scheint als in den im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbeständen. Doch bleibt auch er verhältnismässig gering und wenigstens unmittelbar nach kräftiger Sägestammplenterung ist er ungenügend zur befriedigenden Besamung der Hiebsfläche.

Die Messungsergebnisse über Anflug sind aus Tab. 26 ersichtlich. Die Entstehung des Anflugs ist in der Hauptsache die gleiche wie in den im Stangenholzalter geplenterten Kiefernbeständen. Tab. 27 gibt die Schätzungen betreffend die Verjüngungszeit an.

DIE KIEFERN-FICHTEN-PLENTERBESTÄNDE TROCKENER HEIDEN.

Das Vorkommen.

Die Sägestammplenterungen haben das Aufkommen der Fichte auf trockenen Heiden merklich gefördert. Abb. 15 veranschaulicht mit Hilfe der Stammzahlreihen den Verlauf dieses Verganges in einigen Untersuchungsbeständen. Die Säulen ober-

halb der Waagerechten geben den heutigen Holzbestand, die Säulen unterhalb der Waagerechten den vor dem letzten kräftigen Hieb an. Die weisse gebrochene Linie sondert den bei der Hauung entfernten Holzbestand ab. — Wie Abb. 15 zeigt, geht das Aufkommen der Fichte in den Kiefern-Fichten-Plenterwäldern schnell vor sich. Ausserdem sieht man, dass parallel zur schnellen Verfichtung des ursprünglich in der Hauptsache Kiefern enthaltenden Bestandes auch der Holzvorrat sich immer stärker vermindert, und schliesslich bleibt nur ein Restbestand, in dem fast ebenso viel und oft noch mehr Fichten als Kiefern vorkommen. Das Plentern führt nicht zu periodischer Entwicklung des Waldes.

Der Holzbestand.

Tab. 28 gibt die Messungsergebnisse für den Holzbestand der Kiefern-Fichten-Plenterwälder an.

Wenn man die Dichte- und Höhenverhältnisse des Holzbestandes, die Kubikmasse und den Zuwachs beachtet, kann man feststellen, dass die hier in Frage stehenden Bestände Restbestände von schlechter Beschaffenheit sind. Tab. 30 gibt Zahlen betreffend die Stammform an, aus Tab. 31 ist die Qualität der Stämme in den Kiefern-Fichten-Plenterwäldern ersichtlich.

Die Verjüngung.

Der Samenertrag wurde mit Hilfe des Samenkastenverfahrens untersucht. Die Ergebnisse sind in Tab. 32 zusammengestellt. Der auffallendste Zug ist die Spärlichkeit der Besamung. Im Hinblick auf die Verjüngung der in Frage stehenden Bestände ist die Besamung als ungenügend zu bezeichnen.

Um die Verjüngungsvoraussetzungen zu beleuchten wird in Tab. 33 ein Pflanzenverzeichnis der Untersuchungsbestände mitgeteilt und in Tab. 34 Angaben über den Boden der Kiefern-Fichten-Plenterwälder gemacht.

Die Beobachtungen über den Verlauf der Bewaldung zeigen, dass die Konkurrenz zwischen dem Kiefernjungwuchs und dem Fichtenrestbestand verhängnisvoll für die Verjüngung der Kiefer werden kann. Tab. 35 verzeichnet die Schäden bei Anflug in Kiefern-Fichten-Plenterwäldern.

In Tab. 36 sind die Messungsergebnisse über Anflug zusammengestellt. Wie man sieht, sind die Pflanzen- und Frequenzzahlen sehr klein. Durch Reinigungshieb lassen sich zwar die Voraussetzungen der Entstehung des Kiefernanfluges verbessern, aber das Ergebnis bleibt doch unbefriedigend.

DIE FICHTEN-PLENTERBESTÄNDE AUF FRISCHEN HEIDEN.

Auftreten.

Die reinen Fichtenbestände und die Bestände mit vorherrschender Fichte sind in Finnland entwicklungsmässig sehr inhomogen. In einem Teil herrschte schon seit der vorhergehenden, vielleicht sogar seit mehreren Generationen die Fichte vor, ein anderer Teil wird von den Beständen gebildet, welche infolge des Vordringens der Fichte in den aus anderen Holzarten bestehenden Beständen, in erster Linie den Kiefern- und Birkenbeständen, erst in letzter Zeit zu Fichtenbeständen geworden sind. Diese abweichende Entstehungsart der Fichtenbestände brachte es mit sich, dass in der vorliegenden Untersuchung unter dem Begriff »Fichtenbestände» ziemlich heterogene Bestandteile zusammengefasst werden mussten. Bei der Sammlung des

Materiales wurde in erster Linie beachtet, dass alle Untersuchungsbestände ihren waldbaulichen Voraussetzungen nach übereinstimmten. Dagegen liess sich nicht vermeiden, dass das Material taxatorisch bedeutende Verschiedenheiten aufweist.

Charakteristisch für die Hauungen in den Fichtenbeständen gegenüber den Kiefernbeständen ist, dass schwaches Fichtenholz verhältnismässig besseren Absatz gehabt hat als schwaches Kiefernholz, und dass der Preisunterschied zwischen Fichtensägeblöcken und Fichtenschichtholz nicht so bedeutend war wie der entsprechende Unterschied bei der Kiefer. Daraus folgt, dass die Sägestammplenterungen nicht jene zentrale Bedeutung erlangt haben wie bei den Hieben in den Kiefernbeständen, sondern neben den Sägestämmen wird auch viel Fichtenpapierholz geplentert.

Die Bestandesformen.

Ebenso wie bei den Kiefernplenterwäldern lässt sich auch bei den Fichtenplenterwäldern eine ganze Serie danach unterscheiden, wie alt die Bestände waren, in denen kräftiges Plentern vorgenommen wurde. Die Fichtenplenterbestände, in welchen die ersten Sägestammplenterungen den Bestand im Stangenholzalter betroffen haben, werden im Stangenholzalter geplenterte Fichtenbestände genannt. Diejenigen Bestände, in welchen die Plenterungen im Baumholzalter einsetzten, sind zu einer zweiten Gruppe, den im Baumholzalter geplenterten Fichtenwäldern zusammengefasst.

Um die für die Fichtenplenterwälder charakteristischen Bestandesformen zu beleuchten, sind in Abb. 21 in Form von Säulendiagrammen Stammzahlserien gewisser typischer, im Stangenholzalter geplenterter Fichtenbestände dargestellt. — Die Ausgleichung der Fichtenplenterbestände im Stangenholzalter zur Einstufigkeit zeigt, dass die Plenterhiebe in den Fichtenbeständen zu einer periodischen Entwicklung des Waldes führen.

Die im Stangenholtzalter geplenterten Fichtenbestände.

Der Holzbestand.

Die wichtigsten Messungsergebnisse über den Holzbestand sind aus Tab. 37 ersichtlich. Bei der eingehenden Untersuchung des Holzbestandes kam man zu gleichartigen Ergebnissen wie bezüglich der Kiefernplenterwälder. Ohne auf diese näher einzugehen, sei hier nur auf Abb. 22—29 und Tab. 38—44 hingewiesen. — Wenn man berücksichtigt, dass die Untersuchungen bezüglich der Fichtenplenterwälder und der Kiefernplenterwälder ganz unabhängig voneinander durchgeführt sind, deutet die Übereinstimmung der Ergebnisse auf ihre Zuverlässigkeit hin.

Die Verjüngung.

Die Besamung wurde nur in einem Untersuchungsbestand untersucht. Die Ergebnisse sind aus Tab. 45 ersichtlich. Die Gesamtbesamung der Fichte kann man für die untersuchte Zeitperiode als befriedigend ansehen.

Zur Beleuchtung der Verjüngungsvoraussetzungen werden in Tab. 47 Pflanzenverzeichnisse der Untersuchungsbestände und in Tab. 48 Angaben über die Bodenverhältnisse mitgeteilt. — Charakteristisch ist, dass die Vergrasung des *Myrtillus*-Typs verhältnismässig gering ist — vom Standpunkt der Entstehung des Fichtenanfluges scheint dies ein positiver Faktor zu sein. Auf dem *Oxalis-Myrtillus*-Typ ist die Kraut- und Grasschicht dagegen so üppig, dass die Entstehung des Fichtenanfluges sehr erschwert wird.

In der Entstehung des Fichtenanfluges verdient der Umstand Beachtung, dass Anflug in allen Entwicklungsphasen des Bestandes, auch im Stangenholzalter vorkommt (Tab. 46). In dieser Beziehung unterscheidet sich der Fichtenplenterwald vorteilhaft von dem Kiefernplenterwald, wo Anflug in den das Stangenholzalter vertretenden Beständen fast ganz fehlt. Der Fichtenanflug erträgt offenbar besser als der Kiefernanflug die Konkurrenz des Schirmbestandes.

Die Schäden im Anflug (Tab. 49) haben kein die Bewaldung gefährdendes Ausmass erreicht.

Dem Bewaldungswert nach war der Anflug, von einigen Ausnahmen abgesehen, befriedigend (Tab. 46). Die Pflanzenzahlen waren im Mittel verhältnismässig gross und auch im Einzelfalle befriedigend. Auch die Frequenz überstieg in den meisten Fällen den Wert 4.0. — Die Verjüngungszeit war im allgemeinen kurz.

Schliesslich werden in Tab. 52 Angaben über die Birke als Mischholz in den im Stangenholzalter geplenterten Fichtenbeständen gemacht. Der Vergleich mit Tab. 23 ist von gewissem Interesse.

Die im Baumholzalter geplenterten Fichtenbestände.

Der Holzbestand.

Die Restbestände verhalten sich in den im Baumholzalter geplenterten Fichtenbeständen verschieden. Charakteristisch für sie ist die geringe Dichte des Holzbestandes, der geringe Holzvorrat und der unbedeutende Zuwachs. Die Qualität des Holzbestandes ist schlecht und je grösser der zeitliche Abstand von einem stark lichtenden Hiebe ist, umso schlechter ist der Restbestand. Die am meisten in die Augen fallenden Schäden sind Ästigkeit und Sonnenbrand.

Die Verjüngung.

Untersuchungen über den Samenertrag der Restbestände fehlen. Wenn man den Zustand der Restbestände beachtet, muss ihre Besamungsfähigkeit wenigstens unmittelbar nach stark lichtendem Hiebe als schwach bezeichnet werden.

Die Bodenvegetation entwickelt sich sowohl in Beständen vom *Myrtillus-* wie vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ rasch so üppig, dass sie die Entstehung des Anfluges auf der Hiebsfläche ernsthaft gefährdet.

Der Jungwuchs, der in den untersuchten im Baumholzalter geplenterten Fichtenbeständen angetroffen wurde, war durchgehends seinem Bewaldungswert nach unbefriedigend. Offenbar ist die Verjüngungszeit in den im Baumholzalter geplenterten Fichtenbeständen lang.

DIE KIEFERN-BIRKEN-PLENTERWÄLDER DER FRISCHEN HEIDEN.

Das Vorkommen.

Auf den frischen Heiden kommen Kiefern-Birken-Plenterwälder in Finnland in der Hauptsache in jenen Gegenden vor, wo die Brandwirtschaft erst vor kurzer Zeit aufgegeben worden ist, also in erster Linie im mittleren und östlichen Teil der Südhälfte Finnlands. Vor allem in den Gegenden, wo starke Brandwirtschaft oder Brandwirtschaft und Waldbrände zusammen die Fichte vertrieben haben, sind die Kiefern-Birken-Plenterwälder häufig.

In dem Masse, wie die Fichte die Gebiete zurückgewinnt, von denen sie durch das Feuer vertrieben ist, müssen die Kiefer und Birke ihr weichen. Die Kiefern-

Birken-Plenterwälder scheinen nur eine verhältnismässig kurze, auf die Brandwirtschaft folgende Entwicklungsphase in der Entwicklung unserer frischen Heiden zu bilden.

Der Holzbestand.

Die wichtigsten Messungsergebnisse bezüglich des Holzbestandes der Untersuchungsbestände gehen aus Tab. 53 hervor. Sie zeigt, dass die Dichte- und Höhenverhältnisse des Holzbestandes schwach sind und dass die Kubikmasse und der Zuwachs gering ist. — Offenbar sind die hier zu untersuchenden Wälder sehr schwache Restbestände.

Die Verjüngung.

Der Samenertrag ist mit Hilfe des Probestammverfahrens festgestellt worden. Er ist knapp.

Aus dem Pflanzenverzeichnis der Untersuchungsbestände (Tab. 57) geht hervor, dass die Bodenvegetation in den Kiefern-Birken-Plenterbeständen so üppig ist, dass die Entstehung des Kiefern- und Birkenanfluges in diesen Beständen schwierig sein dürfte. — Tab. 58 enthält Angaben über die Bodenverhältnisse.

Aus Tab. 59 sind die Messungsergebnisse über Anflug ersichtlich. Die Pflanzenzahlen und die Frequenz sowohl der Kiefer wie der Birke sind gering. Offenbar geschieht die natürliche Verjüngung der Kiefer und Birke sehr langsam und der Jungwuchs wird bezüglich des Bewaldungswertes unbefriedigend.

Waldbauliche Anwendungen.

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse werden gewisse waldbauliche Folgerungen gezogen. Es wird u. a. festgestellt, dass die Sägestammplenterungen bei allen Bestandesarten ausser den Fichten-Plenterwäldern die natürliche Verjüngung des Waldes in dem Grade in Frage stellen, dass Waldkultur am Platze zu sein scheint.

Abkürzungen und Zeichen in den Tabellen.

Ki = Kiefer
Fi = Fichte
Bi = Birke
Rbi = Rauhbirke
Mbi = Moorbirke
Abi = Ausschlagbirke
△ = gering
— = fehlt (untersucht)
. = untersucht

HUOMIOITA KAIVOSPUUN JA PAPERIPUUN MÄÄRÄMITTA-HAKKUILLA KÄSITELLYISTÄ METSIKÖISTÄ

R. SARVAS

NOTES ON STANDS CUT FOR PITPROPS AND PULPWOOD TO MINIMUM DIAMETER

SUMMARY

HELSINKI 1946

Helsinki 1946. Valtioneuvoston kirjapaino.

Alkusanat.

Ne koealat, jotka muodostavat tässä esitettävien huomioiden rungon, on mitattu kirjoittajan suorittaman tukkipuun harsintoja koskevan tutkimuksen yhteydessä vuosina 1938—1939. Päätutkimuksesta irroitettuna osana aineisto on jäänyt suhteellisen pieneksi, mutta toisaalta se liittyy niin monella tavalla päätutkimukseen, että eräiden piirteiden ja vertailujen esittäminen näyttää sen varassa mahdolliselta.

Sota on monin tavoin mullistanut hakkuutapojamme, minkä johdosta tässä tarkastettavaksi otetut kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuut eivät ehkä tällä hetkellä ole yhtä ajankohtaisia kuin esim. sotaa edeltäneinä vuosina. Ne edustavat kuitenkin yleensäkin nuoriin metsiin voimakkaana kohdistuvia hakkuita ja sellaisina ansaitsevat pysyvästi metsänhoitotieteellisen tutkimuksen huomiota. Esim. viime vuosien halonhakkuut ovat monin paikoin kohdistuneet voimakkaina tällaisiinkin metsikköihin.

Tilaisuuden tässä kirjoituksessa esitettävien huomioiden tekemiseen on järjestänyt esimieheni, professori Olli Heikinheimo. Hänelle lausun kunnioittavat kiitokseni osakseni tulleesta luottamuksesta sekä työn kuluessa monin tavoin saamastani avusta. Myös työtoveriani, metsänhoitaja, kand. Peitsa Mikolaa muistan tässä suurella kiitollisuudella.

Helsingissä, toukokuussa 1945.

R. Sarvas.

Sisällysluettelo.

	Sivu
Johdanto	5
Tutkimusaineisto	7
Puusto	8
Tiheys	8
Puulajisuhteet	10
Ikä	10
Valtapituus	12
Latvuksen pituus	12
Puuvarasto ja sen kasvu	15
Hakkuumäärät	16
Uudistuminen	17
Siementyminen	17
Pintakasvillisuus	18
Taimettuminen	19
Metsänhoidollisia sovellutuksia	22
Kirjallisuusluettelo	24
Summary	26

Taulukoissa käytetyt merkit.

△ = vähän
— = puuttuu (tutkimusten mukaan = 0)
. = puuttuu sen vuoksi, ettei ole tutkittu

Johdanto.

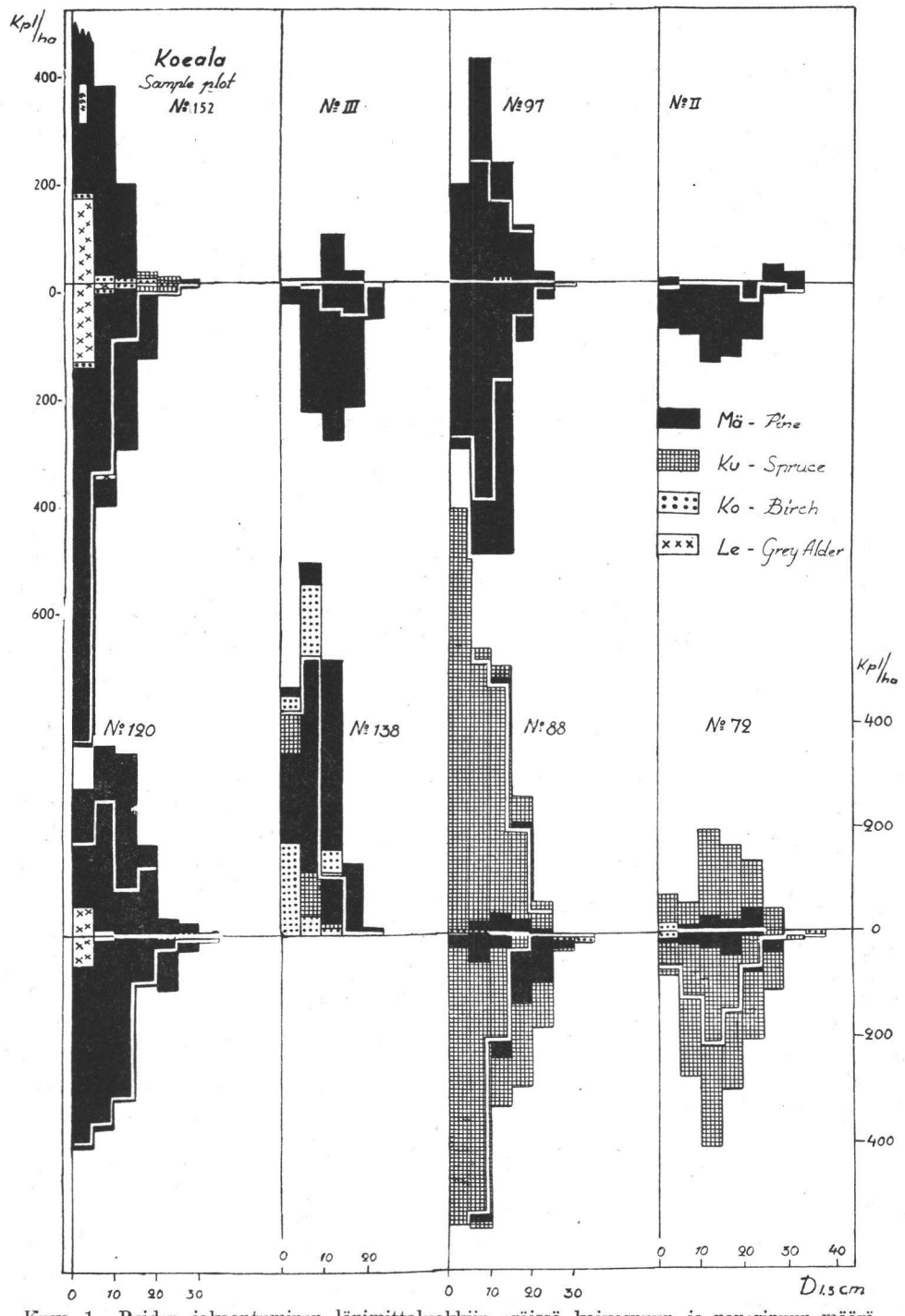
Tässä esitettävien huomioiden tarkoituksena on selvittää sitä vaikutusta, mikä kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla sekä myös eräillä muilla niihin läheisesti liittyvillä hakkuutavoilla on ollut asianomaisten metsiköiden metsänhoidolliseen tilaan. Tätä silmällä pitäen on kiinnitetty huomiota näiden metsiköiden kehitykseen ja uudistumissuhteisiin.

Vaikkakin seuraavassa yksinkertaisuuden vuoksi puhutaan vain kaivospuun ja paperipuun hakkuista sekä tällaisilla hakkuilla käsitellyistä metsiköistä, niin todellisuudessa on näiden puutavaralajien ohella taikka joko aikaisemmin tai myöhemmin hakattu vähäisessä määrässä myös muita puutavaralajeja: tukkeja, parruja, erilaista kotitarvepuuta jne. Nimikkopuutavaran hakkuulla on kuitenkin ollut ratkaiseva vaikutus asianomaisten metsiköiden kehitykseen.

Kaikki hakkuut eivät liioin ole olleet kirjaimellisesti määrämittahakkuita, vaan useissa tapauksissa on hakkuualalle jäänyt milloin mistäkin syystä jonkin verran hakattavan puutavaralajin mitat täyttävää puuta. Tästä huolimatta on nimitys määrämittahakkuu — sanan laajemmassa merkityksessä — tuntunut olevan paikallaan, sillä juuri tuo kulloinkin käytetty määrämitta näyttää joka tapauksessa olleen ainoana perusteena hakattavia puita valittaessa.

Kun käytetty määrämitta on yleisesti ollut varsin pieni, rinnan korkeudelta mitattuna keskimäärin vain n. 10 cm, niin hakkuut ovat poikkeuksetta muodostuneet erittäin voimakkaiksi. Yleisimmin on hakattu n. 65—80 % puuvarastosta. Hakkuut eivät tämän vuoksi ole saaneet sellaista vähittäistä hivutushakkuiden luonnetta, mikä on ominaista esim. tukkipuun harsinnoille, vaan metsikön tila on yhdellä iskulla kokonaan muuttunut.

Kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuiden vaikutus asianomaisiin metsikköihin on olennaisesti riippuvainen siitä, minkä ikäisiin metsikköihin ne kohdistuvat. Ne huomiot, jotka seuraavassa esitetään, on kerätty sellaisista metsiköistä, jotka on hakattu keski-iän alkupuoliskolla. On syytä erityisesti korostaa tätä, sillä eräät havainnot vanhempana hakatuista metsiköistä viittaavat siihen, että niitä on arvosteltava monessa suhteessa eri tavalla.



Kuva 1. Puiden jakaantuminen läpimittaluokkiin eräissä kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyissä metsiköissä. Vaaka-akselin ylä- ja alapuolella saman metsikön eri kehitysvaiheita (vrt. s. 7). Hakkuumäärät erotettu valkoisella murtoviivalla, hakkuuvuodet näkyvät taulukosta 1, s. 8.

Fig. 1. The distribution of trees into diameter classes in certain stands cut for pitprops and pulpwood. Above and below the horizontal axis the different stages of developement in the same stand. The cutting quantities are separated by a white broken line. The years of cutting appear from table 1, p. 8.

Käymättä yksityiskohtaisemmin kuvailemaan hakkuiden laatua esitetään kuvassa 1 muutamia pylväsdiagrammoja koealametsiköistä. Näissä diagrammoissa kuvaa vaaka-akselin alapuolelle piirretty pylväistö puuston runkojakaantumista ennen hakkuuta. Valkoisella murtoviivalla on siitä erotettu hakkuussa poistettu osa. Vaaka-akselin yläpuolella oleva pylväistö esittää puuston runkojakaantumisen sellaisena, millaiseksi se hakkuun jälkeen on tutkimusvuoteen mennessä kehittynyt. Eräissä tapauksissa on juuri tutkimusvuotena tai muutama vuosi sitä ennen suoritettu toinen hakkuu. Tällöin on tämä hakkuu merkitty vaaka-akselin yläpuolella olevaan pylväistöön.

Aineisto on kerätty yksinomaan varsinaisista yksityismetsistä; valtion, seurakuntien ja yhtiöiden metsistä tuskin tämäntapaista aineistoa olisi löytynytkään. Tarkastettavaksi on otettu vain ns. kovan maan metsiköitä, Etelä-Suomesta kanerva-, puolukka-, mustikka- ja käenkaalimustikkatyypeistä ja Pohjois-Suomesta variksenmarja-mustikkatyypistä. Koealametsiköt ovat ennen hakkuuta yleisesti olleet varsin hyväkuntoisia nuoria metsiköitä — esim. hakamaanluonteisia metsiä ei aineistoon sisälly.

Tutkimusaineisto.

Tutkimusaineiston kerääminen ja sen ensi käsittely on suoritettu samaan tapaan kuin päätutkimuksessakin (S a r v a s 1944, s. 13—44), johon tässä viitataan. Kerrattakoon kuitenkin eräitä tärkeimpiä yksityiskohtia.

Koealametsiköt on valittu metsänhoitolautakuntien ehdotuksen perusteella. Koealat on rajoitettu suorakaiteen muotoisiksi, 0.25 ha:n suuruisiksi. Varsinaiset koealat on numeroitu arabialaisilla, havaintoalat, jolla nimellä kutsutaan jossakin suhteessa vaillinaisemmin tutkittuja koealoja, roomalaisilla numeroilla. Kun koealat on mitattu toisen, laajemman työn yhteydessä, ei numerointi ala 1:stä eikä ole jatkuva.

Koealoilla suoritettiin puiden ja kantojen luku sekä niiden mittaus, otettiin n. 20 kpl. pystykoepuita, luettiin taimet ja tutkittiin niiden ikäsuhteet, laadittiin kuvaus pintakasvillisuudesta ja otettiin maanäytteitä.

Koealametsiköiden puustoa koskevat tärkeimmät mittaustulokset on yhdistetty taulukkoon 1. Koealat on järjestetty siihen metsätyypeittäin vallitsevan puuston iän mukaan. Useimmat on mitattu kesällä 1939, vain pari kesällä 1938. Kun jäljempänä paikoin on käytetty sanontaa »nyt», tarkoitetaan sillä juuri näitä tutkimusvuosia.

Metsätyyppimerkinnän kasvupaikasta antamaa kuvaa täydentämään on taulukkoon 2 kerätty tietoja koealametsiköiden maaperästä. Siinä on käytetty samoja lyhennysmerkintöjä kuin toisessa valtakunnan metsien arvioinnissakin (I l v e s s a l o 1936, s. 28—29):

Kaltevuussuhteet: 1. tasainen tai heikosti viettävä ($<$ n. 5°), 2. viettävä (n. 5—20°), 3. jyrkkä ($>$ n. 20°).

Taulukko 1. Mittaustuloksia
Table 1. Results of measurements

Koealan n:o *Sample plot no*	Tutkimusaika *Date*	Kunta *Community*	Metsätyyppi *Forest type* [1])	Valtapuuston tiheys *Density of dominant tree stand*	Puulajisuhteet % puuvarastosta *Proportional distribution of tree species % of growing stock*			Puuvarasto m³/ha *Growing stock m³/ha*	Kasvu m³/ha *Growth m³/ha*
					Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*		
Kaivospuun hakkuilla käsitellyt metsiköt —									
152	6. 9. 39	Polvijärvi	CT	0.4	77	13	10	33	1.2
III	14. 6. 39	Muolaa	»	0.1	100	—	—	17	0.7
97	16. 6. 39	Pyhäjärvi	»	0.3	98	—	2	34	1.4
II	14. 6. 39	Muolaa	»	0.1	100	—	—	30	1.3
I	8. 6. 39	Uusikirkko	VT	0.1	100	—	—	.	.
151	5. 8. 39	Polvijärvi	»	0.1	96	—	4	29	1.3
120	19. 7. 39	Juva	»	0.3	97	—	3	61	3.7
121	20. 7. 39	Juva	»	0.1	86	5	9	36	2.4
118	16. 7. 39	Juva	»	0.1	33	13	54	21	1.1
144	24. 8. 39	Rovaniemi	EMT	0.4	81	10	9	68	1.7
138	18 8. 39	Pelkosenniemi	»	0.3	61	8	31	24	0.8
139	19. 8. 39	Pelkosenniemi	»	0.5	73	4	23	29	0.9
Paperipuun hakkuilla käsitellyt metsiköt —									
105	30. 6. 39	Säkkijärvi	MT—VT	0.4	4	96	—	39	1.6
88	18. 10. 38	Nurmijärvi	MT	0.6	12	87	1	90	4.4
104	28. 6. 39	Viipurin mlk.	»	0.5	12	85	3	49	3.5
72	22. 9. 38	Nummi	OMT	0.5	20	75	5	133	7.3

Maalajit: 1. harjusora (merkki h), 2. moreenisora (m) — a) hietainen (mh), b) hiesuinen ja savinen (ms) —, 3. hiekkamaa (hk), 4. hietamaa (ht) ja 5. hiesu- ja savimaa (s).

Kivisyys: 1. kivetön ja vähäkivinen, 2. hyvin kivinen — kiviperäinen ja 3. kalliokkoinen.

Kullakin koealalla kaivettiin 4 puolen metrin syvyistä kuoppaa, joista arvioitiin maalaji sekä kivisyysaste ja mitattiin humuksen ja A-horisontin paksuus. Kustakin kuopasta otettiin lisäksi 0.3 m:n syvyydeltä maanäyte, josta myöhemmin sisätöiden yhteydessä määritettiin ns. kosteusekvivalentti (Bouyoucos 1929), eräänlainen maan vedenpidätyskyvyn tunnus. Näihin havaintoihin ja mittauksiin perustuvat taulukossa 2 esitetyt tiedot.

Puusto.

Tiheys.

Koealametsiköissä on tiheys määritetty silmävaraisesti arvioimalla, montako kymmenesosaa kasvualasta on vallitsevan puuston hallussa. Täten määritettynä tiheys tosin on huomattavan subjektiivinen tunnus-

[1]) CT = *Calluna type*, VT = *Vaccinium type*, MT = *Myrtillus type*, OMT = *Oxalis-Myrtillus type*, EMT = *Empetrum-Myrtillus type*.

koealametsiköistä.
in sample stands.

Valtapuut *Dominant trees*		Määrämittahakkuu vuonna — *Year of cutting to minimum diameter*	Hakkuumäärät viime 16 vuoden kuluessa *Cutting quantities in the course of last 16 years*										Koealan n:o *Sample plot no*
			Hakkuumäärästä % *% of total cut*						Hakkuumäärästä % *% of total cut*				
Ikä v *Years of age*	Pituus m *Height m*		Hakkuuaika *Year of cutting*	Hakkuumäärä m³/ha *Cut m³/ha*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Hakkuuaika *Year of cutting*	Hakkuumäärä m³/ha *Cut m³/ha*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	
Stands cut for pitprops													
55	11	1934	1934	38	100	—	—	1929	38	100	—	—	152
60	13	1931	1931	70	100	—	—	—	—	—	—	—	III
60	12	1933	1936	10	100	—	—	1933	48	100	—	—	97
65	16	1931	1931	67	100	—	—	—	—	—	—	—	II
50	16	1935	1935	·	100	—	—	—	—	—	—	—	I
55	15	1925	1934	21	100	—	—	1925	115	100	—	—	151
60	16	1935	1938	30	100	—	—	1935	40	100	—	—	120
60	16	1929	1936	34	100	—	—	1929	143	100	—	—	121
65	12	1927	1932	10	100	—	—	1927	178	100	—	—	118
80	12	1934	1934	94	94	1	5	—	—	—	—	—	144
85	10	1924	1935	57	91	△	9	1924	82	99	△	1	138
85	10	1931	1931	42	88	△	12	1925	40	88	△	12	139
Stands cut for pulpwood													
45	14	1938	1938	128	1	93	6	—	—	—	—	—	105
45	14	1927	1935	17	10	90	—	1927	135	30	58	12	88
50	11	1929	1938	21	57	43	—	1929	122	1	99	△	104
50	19	1932	1932	171	10	90	—	—	—	—	—	—	72

Taulukko 2. Tietoja koealametsiköiden maaperästä.

Table 2. Data concerning the soil of sample stands.

Koealan n:o *Sample plot no*	Metsätyyppi *Forest type*	Maan kaltevuus *Slope of ground*		Maalaji *Soil class*	Kivisyysaste *Degree of stoniness*	Humuksen paksuus cm *Thickness of humus cm*	A-horisontin paksuus cm *Thickness of A-horizon cm*	Kosteusekvivalentti % *Moisture equivalent %*
		Suunta *Direction*	Aste *Degree*					
152	CT	—	1	m	2	2.5	17	8.1
III	»	N	1	h	1	2.5	·	·
97	»	—	1	mh	1	1.2	1	2.8
II	»	—	1	h	1	3.5	·	·
I	VT	SE	3	hk	1	1.5	·	·
151	»	—	1	m	2	3.0	13	5.1
120	»	S	1	m	1	4.0	—	10.1
121	»	N	1	m	1	3.5	—	9.2
118	»	NE	1	m	1	3.0	△	10.5
144	EMT	—	1	hk	1	3.2	3	7.6
138	»	—	1	mh	2	4.0	9	7.4
139	»	—	1	m	1	4.2	14	5.7
105	MT—VT	—	1	m	1	3.5	15	8.2
88	MT	E	2	s	1	3.7	—	31.9
104	»	—	1	mh	1	2.8	9	12.8
72	OMT	S	1	s	1	5.5	—	29.1

luku (esim. Ilvessalo 1942, s. 180, Sarvas 1945), mutta nyt tarkasteltavana olevissa äärimmäistapauksissa se kuitenkin antaa kouraantuntuvan kuvan asianomaisten metsiköiden tilasta.

Koealametsiköille arvioidut tiheysluvut nähdään taulukosta 1, s. 8. Niitä tarkasteltaessa voidaan tiheysasteet sopivasti ryhmittää — varsinkin niiden subjektiivisuus huomioon ottaen — kolmeen tiheysluokkaan: 1. 0.8—1.0, hyvä tai tyydyttävä, 2. 0.6—0.7, välttävä sekä osaksi tyydyttävä ja 3. —0.5, heikko tiheys. Yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kuuluvat kaikki koealametsiköt viimeiseen luokkaan. Esim. kaivospuun hakkuilla käsitellyissä metsiköissä tiheys on keskimäärin vain n. 0.2. Samalla kun voidaan todeta, että tämä erikoisen selvä vajavaisuus tiheyssuhteissa ilmeisestikin johtuu voimakkaista hakkuista, kannattaa panna merkille, että niissäkin metsiköissä, joissa määrämittahakkuusta on kulunut pisin aika, n. 10—15 v., tiheys yhä edelleen on heikko.

Puulajisuhteet.

Koealametsiköiden puulajisuhteet on määritetty laskemalla, miten kokonaiskuutiomäärä jakaantuu prosenteissa lausuttuna eri puulajien kesken. Nämä jakaantumisprosentit nähdään taulukosta 1, s. 8. Myös hakkuumäärien jakaantuminen puulajien kesken ilmenee samasta taulukosta. Täten on mahdollista saada selvempi kuva tarkastettavana olevien metsiköiden puulajisuhteista kuin yksinomaan nykyisten, useimmissa tapauksissa hyvin vaillinaisten jäännöspuustojen perusteella.

Kaivospuun hakkuilla käsitellyt metsiköt ovat nyt ja ovat ennen määrämittahakkuutakin olleet selvästi mäntyvaltaisia, kanervatyypissä kutakuinkin puhtaita männiköitä, puolukka- ja variksenmarja-mustikkatyypeissä vaihtelevassa määrässä koivunsekaisia. Koivun osuus on hakkuiden johdosta huomattavasti lisääntynyt; eniten sitä tavataankin niissä jäännöspuustoissa, joiden puuvarasto on vähäisin.

Paperipuun hakkuut ovat kohdistuneet kuusivaltaisiin metsikköihin. Näissä metsiköissä on mänty nyt tärkein sekapuu, ja samanlainen suhde näyttää vallinneen ennen määrämittahakkuutakin.

Ikä.

Koealametsiköiden kehitystilaa on kuvattu iällä. Ikä on laskettu valtapuiden keski-ikänä. Kullakin koealalla on tätä varten tehty n. 15—20 kairausta pystykoepuiden tyvestä. Tällaiseen iän laskemiseen liittyy moninaisia vaikeuksia, ja niiden johdosta tulos helposti muodostuu subjektiiviseksi tai suorastaan mielivaltaiseksi. Kehitystilan kuvaajana ikään, vaikkapa se onnistuttaisiin hyvinkin määrittämään, liittyy lisäksi moninaisia heikkouksia (Sarvas 1940; 1944, s. 28—30). Niinpä koealametsi-

köiden kehitystila onkin lisäksi arvioitu suorastaan puuston ulkonäköön perustuen. Ikä tarjoaa kuitenkin taksatorisesti niin monia suorastaan korvaamattomia etuja, että edellä mainituista puutteista huolimatta on siihen nojattu.

Koealametsiköiden ikä nähdään taulukosta 1. Ikä on pyöristetty täysille viisille vuosille. Metsätyypeittäin tarkastettuna ei eri koealametsiköiden iässä ole sanottavia eroja, varsinkin jos palataan kunkin metsikön kohdalla määrämittahakkuun vuoteen. Kanervatyypissä tämä hakkuu on tapahtunut keskimäärin n. 53-vuotisissa metsiköissä, puolukkatyypissä n. 49-vuotisissa, variksenmarja-mustikkatyypissä n. 74-vuotisissa ja mustikkasekä käenkaali-mustikkatyypin metsiköissä n. 40-vuotisissa metsiköissä.

Hakkuut ovat siis kohdistuneet voimakkaina huomattavan nuoriin metsikköihin. Näiden metsiköiden ulkonäön perusteella arvosteltuna ne ovat juuri varttuneet nuorista keski-ikäisiksi, olleet juuri aloittamassa keski-iän pitkää taivalta, kun hakkuut ovat niiden kehityskulun mullistaneet.

Valtapuiden keski-ikää laskettaessa kiinnitti variksenmarja-mustikkatyypin metsiköiden erinomaisen suuri tasaikäisyys huomiota. Toisaalta voitiin todeta, että nämä metsiköt olivat aikanaan nousseet kuloaloille. Nähtävästi oli välittömästi kulon jälkeen sattunut männyn uudistumisvuosi, niin että puut itse asiassa ovat peräisin samalta vuodelta ja nähtävästi näin ollen vieläkin tasaikäisempiä kuin pelkästään iänmääritysten perusteella voidaan todeta. Tällaisten poikkeuksellisen tasaikäisten metsiköiden syntymiseen näyttääkin juuri Perä-Pohjolassa olevan hyvät edellytykset (vrt. Aaltonen 1919, s. 315, Cajander 1917, s. 301) — paremmat kuin esim. Suomen eteläpuoliskossa — siitä johtuen, että siemenvuosia sattuu vain suhteellisen pitkin väliajoin.

Tällaisissa kirjaimellisen tasaikäisissä metsiköissä muodostuu puiden välinen keskinäinen kilpailu alusta pitäen erittäin ankaraksi ja sitkeäksi. Onhan yleensäkin kasvisosiologiasta tunnettua, että kilpailu eri kasvilajien välillä käy sitä tiukemmaksi, mitä enemmän kilpailevat yksilöt ovat toistensa kaltaisia. Tämä kilpailun ankaruus ja varsinkin sen sitkeys ilmenee huonona itseharvenemiskykynä, minkä johdosta tarkastetut variksenmarja-mustikkatyypin koealametsiköt muodostavatkin monessa suhteessa omalaatuisen ryhmän muihin kaivospuun hakkuilla käsiteltyihin metsikköihin verrattuna. — Joskaan huonoa itseharvenemiskykyä ei edellä sanotun johdosta ilman muuta voida pitää yleensä ominaisena variksenmarja-mustikkatyypin metsiköille vain sen perusteella, että hyvin tasaikäisissä, tiheissä metsiköissä asianlaita on tällainen, niin toisaalta ei liene mikään sattuma, että kaivospuun määrämittahakkuut on sijoitettu juuri näihin metsikköihin; niiden taajat, kaivospuun mittaiset puustot jos mitkään todella houkuttelevat tällaisiin hakkuihin.

Valtapituus.

Valtapituus on laskettu valtapuiden keskipituutena. Pituudenmittauksia on kullakin koealalla tehty hypsometriä apuna käyttäen n. 15—20. Näiden mittausten perusteella on piirretty pituuskäyrä, ja siitä on otettu valtaläpimittaa vastaava pituus. Saadut tulokset nähdään taulukosta 1.

Tuloksia tarkasteltaessa kiinnittää huomiota samanikäistenkin metsiköiden kesken havaittavat melkoiset pituuserot. Tämä onkin hyvin ymmärrettävää, koska tarkasteltavana olevat metsiköt syntytapansa, kehityksensä ja käsittelytavankin puolesta taksatorisesti arvosteltuina poikkeavat melkoisesti toisistaan. Kun verrataan koealametsiköiden valtapituutta vastaavaan luonnon normaalin metsikön valtapituuteen (Ilvessalo 1920; 1937), nähdään, että vaihteluja tavataan puoleen ja toiseen. Keskimäärin näyttävät koealametsiköiden valtapuut kuitenkin olevan hieman lyhyempiä kuin luonnon normaaleissa metsiköissä. Ero on kuitenkin niin vähäinen, ettei sitä voida pitää olennaisena, pikemminkin juuri sen vähäisyys kiinnittää huomiota.

Latvuksen pituus.

Kullakin koealalla on mitattu pystykoepuiden latvusten pituus. Näiden mittausten perusteella on mahdollista saada orientoiva kuva koealametsiköiden latvusten suuruussuhteista. — Seuraavassa tarkastellaan vain männiköitä.

Keskimääräistulokset on yhdistetty taulukkoon 3. Tarkasteltakoon ensiksi kanerva- ja puolukkatyypin metsiköitä. Nähdään, että paksummissa puissa on sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pitemmät latvukset

Taulukko 3. Mäntyjen latvuksen pituus kaivospuun hakkuilla käsitellyissä metsiköissä.

Table 3. Length of pine crowns in stands cut for pitprops.

Metsätyyppi *Forest type*	D1.3-läpimittaluokat cm *D1.3-diameter classes cm*				Koepuita kpl *Sample trees*
	5.1—10.0	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	
Latvuksen pituus m — *Length of crown*					
Kanervatyyppi — *Calluna type* ... / Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*	3.8	5.9	6.8	7.5	68
Variksenmarja-mustikkatyyppi — *Empetrum-Myrtillus type*	2.8	3.9	·	·	37
Latvuksen pituus % puun pituudesta — *Length of crown % of length of tree*					
Kanervatyyppi — *Calluna type* ... / Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*	50	52	54	48	68
Variksenmarja-mustikkatyyppi — *Empetrum-Myrtillus type*	32	37	·	·	37

kuin ohuemmissa. On näin ollen ilmeistä, että hakkuissa on poistettu pääasiassa puuston suurilatvuksisimpia puita ja että heikkolatvuksisimmat ovat jääneet jäljelle.

Latvusten suuruussuhteista saadaan selvempi kuva, kun niitä verrataan muihin, toisella tavalla käsiteltyihin metsikköihin. Esim. kanervatyypin luonnon normaaleissa metsiköissä on L ö n n r o t h i n (1925, kuvat 21 ja 22) mukaan valtapuiden latvusten pituus 40 vuoden iällä, mikä kutakuinkin vastaa tarkasteltavana olevia metsiköitä, n. 6.8 m (32 %) ja puolukkatyypin metsiköissä n. 7.9 m (31 %). Koealametsiköiden latvusten pituus on siis selvästi suurempi kuin luonnon normaalien metsiköiden. Verrattakoon sitä myös harsintamänniköiden latvusten pituuteen (S a r v a s 1944, s. 78). Rinnankorkeudelta 15.1—20.0 cm:n paksuisten puiden latvusten pituus on kanervatyypin harsintamänniköissä n. 6.4 m (45 %) ja puolukkatyypin harsintamänniköissä n. 6.1 m (35 %). Koealametsiköissä latvusten pituus on siis ainakin suhteellisesti suurempi kuin harsintamänniköissä.

Se, että tarkasteltavana olevissa metsiköissä latvusten pituus on kutakuinkin tyydyttävä siitäkin huolimatta, että hakkuut kohdistuvat erittäin voimakkaina juuri puuston suurilatvuksisimpaan osaan, viittaa jäännöspuuston latvusten verrattain hyvään elpymiskykyyn. Tähän viittaa edellä todettu valtapuiden tyydyttävä pituuskin. Vielä kouraantuntuvammin se ilmenee pituuskasvussa. Yksityiskohtaisia lukuja julkaisematta mainittakoon, että valtapuiden pituuskasvu on kanervatyypin metsiköissä keskimäärin n. 14 cm/v. ja puolukkatyypin metsiköissä n. 17 cm/v. — vastaavat luvut luonnon normaaleissa männiköissä ovat tosin n. 23 cm/v. ja 24 cm/v.

Samalla kun mitattiin pystykoepuiden pituus, merkittiin myös niiden latvuksen profiilikuva muistiin. Näistä merkinnöistä ilmenee, että latvukset miltei poikkeuksetta ovat olleet muodoltaan kartiomaisia ja niiden huippu suippo (vrt. kuva 2). Täten latvusten elinvoimaisuus kuvastuu jo niiden ulkonäöstäkin.

Jäännöspuuston suhteellisen suuri elinvoimaisuus siitäkin huolimatta, että se sisältää pääasiassa aikaisemmin vallittuihin latvuskerroksiin kuuluneita puita, johtuu nähtävästi ensi sijassa sen nuoruudesta.

Variksenmarja-mustikkatyypin metsiköissä männyn latvukset sitä vastoin ovat silmäänpistävän lyhyitä (kuva 3). Tämä on sitäkin merkittävämpää, kun Perä-Pohjolan männylle yleensä on ominaista suhteellisen pitkä latvus (esim. A a l t o n e n 1919, s. 160). Myös valtapuiden pituuskasvu on todettu vähäiseksi, keskimäärin vain n. 9 cm/v. Merkinnät, joita on tehty latvuksen muodosta, osoittavat lisäksi, että jäännöspuuston latvukset ovat suurimmaksi osaksi pyöristyneitä, tupsumaisia. Tämä lat-



Kuva 2. Kanervatyypin männikkö, josta 6 vuotta sitten on hakattu kaivospuita määrämittaan. Koeala n:o 97.
Fig. 2. Pine stand on Calluna type, cut for pitprops to minimum diameter 6 years ago. Sample plot n:o 97.

vusten kaikinpuolinen surkastuneisuus ja siihen liittyvä vähäinen elinvoima johtuu ilmeisestikin näiden metsiköiden aikaisemmasta sisäisestä rakenteesta ja siihen liittyvästä ankarasta kilpailusta puuyksilöiden kesken, mihin jo aikaisemmin on viitattu.



Kuva 3. Variksenmarja-mustikkatyypin männikkö, josta on 15 vuotta sitten hakattu kaivospuita määrämittaan. Koeala n:o 138.
Fig. 3. Stand of pines on Empetrum-Myrtillus type, cut for pitprops to minimum diameter 15 years ago. Sample plot n:o 138.

Puuvarasto ja sen kasvu.

Koealametsiköiden puuvarasto on laskettu kuorellisena ja kasvu kuorettomana kiintomittana hehtaaria kohden. Ne tarkoittavat vain runkopuuta kannon korkeudelta latvan huippuun. Tulokset nähdään koealoittain taulukosta 1.

Eri metsiköiden välillä on suuria vaihteluja. Paria kuusikkokoealaa lukuun ottamatta sekä puuvarasto että kasvu ovat kaikissa koealametsiköissä huomattavan vähäisiä. Esim. männiköissä puuvarasto on yleisimmin ollut n. 30 m^3/ha ja kasvu n. 1.2 m^3/ha. Keskimäärin puuvarasto on 35 m^3/ha ja kasvu 1.5 m^3/ha. Mainittakoon vertauksen vuoksi, että vastaavissa luonnon normaaleissa metsiköissä (Ilvessalo 1920 ja 1937) puuvarasto on kanervatyypissä 128 m^3/ha, puolukkatyypissä 219 m^3/ha ja variksenmarja-mustikkatyypissä 160 m^3/ha. Kasvu on näissä metsi-

köissä 3.2 m³/ha, 5.9 m³/ha ja 2.5 m³/ha. — Merkillepantavaa on, että puuvaraston ja kasvun suuruus ovat kutakuinkin samaa suuruusluokkaa sekä nuoremmilla että vanhemmilla hakkuualoilla; sanottavaa puuston eheytymistä ja kasvun lisääntymistä ei näin ollen ole havaittavissa siitäkään huolimatta, että nyt tarkasteltavana olevissa nuorissa metsiköissä puuyksilöiden elpymiskyky on selvästikin parempi kuin vanhemmissa metsiköissä, esim. tukkipuun harsinnoilla käsitellyissä. — Kuusikoissa puheenaolevat tunnusluvut näyttävät olevan suuremmat, vaikka koealoja onkin niin vähän, ettei keskimäärien esittäminen ole mahdollista. Mutta jo tämäkin toteamus viittaa kuusikoiden suhteellisen hyvään elpymiskykyyn männikköihin verrattuna.

Tarkastettavana olevien metsiköiden vähäinen puuvarasto ja sen heikko kasvu ovat ilmeisestikin suoranainen seuraus näihin metsikköihin kohdistuneista voimakkaista hakkuista. Kun metsänhoidolliset harvennushakkuut, niiden voimakkaimmat asteetkaan, eivät sanottavasti aiheuta kasvun taantumista kohteessaan (Wiedemann 1935, s. 72), niin on sellaisia kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuita, jotka tässä on otettu tarkastelun kohteeksi, ilmeisestikin pidettävä kohtuuttoman voimakkaina. Ne ovat kirjaimellisesti »nuoriin, kasvuisiin metsiin kohdistuvia hakkuita, jotka ovat ristiriidassa järkiperäisen harventamisen kanssa».

Erityisesti männikköjen tilaa on pidettävä sellaisena, ettei niiden edelleen kasvattaminen enää ole tarkoituksenmukaista. Kuusikoiden kohdalla ratkaisu on vaikeampi. Varsinkin hyvissä metsätyypeissä ja välttävään kuntoon jääneissä puustoissa voinee edelleen kasvattaminen erikoistapauksissa näin äärimmäisen voimakkaidenkin hakkuiden jälkeen vielä tulla kysymykseen.

Hakkuumäärät.

Hakkuumäärien selvittäminen perustuu koealoilla suoritettuun kantojen lukuun. Menetelmän yksityiskohdista on tehty selkoa toisessa yhteydessä (Sarvas 1944, s. 17—20 ja s. 34—39). Mainittakoon vain, että sen on todettu antavan joltisenkin luotettavia tietoja vain n. 16 vuotta vanhoista ja sitä nuoremmista hakkuista. Keskimääräinen virhe on tällöin n. 15 % oikeana pidettävästä arvosta. Menetelmä on siis verrattain karkea poiston arvioimistapa.

Hakkuumäärien tarkastelu on näin ollen ulotettu vain 16 vuotta taaksepäin. Kun kaikki koealametsiköt ovat varsin nuoria, ei niissä aikaisemmin ole sanottavia hakkuita suoritettukaan. Viime 16 vuoden kuluessa hakattuja puumääriä tarkasteltaessa (taulukko 1) kiinnittää huomiota kokonaishakkuumäärien melkoinen samansuuruisuus metsätyypeittäin. Kanervatyypin metsiköissä se on keskimäärin 68 m³/ha, puolukkatyypin 143 m³/ha, variksenmarja-mustikkatyypin 105 m³/ha ja tuoreiden kankaiden metsiköissä 149 m³/ha. Kun tarkastetut hakkuumäärät samalla edustavat

noudatetun talouden päätuottoa, on tämä todettava heikoksi. Jos asianomaisten metsiköiden kiertoaika lasketaan päättyväksi tutkimusvuoteen ja otetaan huomioon nykyiset puuvarastot sekä n. 10 vuoden uudistumisaika, saadaan keskimääräiseksi vuotuiseksi tuotoksi kanervatyypissä n. 1.5 m^3/ha, puolukkatyypissä n. 2.8 m^3/ha, variksenmarja-mustikkatyypissä n. 1.8 m^3/ha ja tuoreilla kankailla n. 3.9 m^3/ha. Aineiston vähyyden vuoksi ansaitsee tosin vain näiden lukujen suuruusluokka huomiota. Tuotto käsittää pääosaltaan pientavaraa, ja hakkuutähteiden osuus on suhteellisen suuri. Tuotto on samaa suuruusluokkaa kuin esim. tukkipuun harsintametsiköissä, jotka edustavat huomattavan vajaatuottoista talousmuotoa.

Uudistuminen.

Siementyminen.

Siementymistä koskevat havainnot kohdistuvat vain siemensadon suuruuteen. Tästä on pyritty saamaan jonkinlainen käsitys lukemalla kävyt pystykoepuista. Koepuiden käpyisyyden perusteella on laskettu kunkin läpimittaluokan keskimääräinen käpyisyys ja tämän perusteella edelleen koko metsikön käpysato hehtaaria kohden. Käpysato on muunnettu siemenmääräksi m^2:iä kohden. Tällaisen menetelmän käyttökelpoisuutta on toisessa yhteydessä (Sarvas 1944, s. 40) tarkistettu siemenlaatikkomenetelmää käyttäen ja todettu sen antavan kutakuinkin tyydyttäviä tuloksia sellaisissa metsiköissä, joissa siemensato on suhteellisen vähäinen (alle 2 kg/ha). Kun kävyt on koealametsiköistä luettu vain kertaalleen, niin siemensadosta saatu kuva jää joka tapauksessa yksipuoliseksi, koska on vaikea arvostella yksittäisten tutkimusmetsiköiden kohdalla, millaista siemenvuotta arvioimisvuosi niissä edustaa. Vaikkakin siemenvuosien kertaantuminen keskimäärin melkoisen laajoillakin alueilla noudattaa tiettyä rytmiä, jonka laadusta ainakin viime vuosilta on saatavissa tietoja, niin ei voida kuitenkaan ilman muuta olettaa, että kaikki koealametsiköt olisivat tarkoin noudattaneet tätä rytmiä. — Useimmat koealametsiköissä suoritetuista siemensadon arvioinneista kohdistuvat vuoteen 1940 [1]). Tutkimusalueella tämä on yleensä ollut hyvä männyn, mutta huono kuusen siemenvuosi.

Siemensatoa koskevat arvioimistulokset on yhdistetty taulukkoon 4. Siitä näkyy, että männyn siemensato on hyvänäkin siemenvuotena ollut koealametsiköissä heikko. Kun sekä v. 1939 että 1940 ovat olleet huonoja kuusen siemenvuosia, on arviointien perusteella vaikea saada minkäänlaista käsitystä kuusen siemensadosta — varsinkin kun kuusen siemennys, kuten tunnettua, vielä suuremmassa määrässä kuin männyn keskittyy juuri hyviin siemenvuosiin.

[1]) Siemenvuodella tarkoitetaan tässä sitä vuotta, jolloin siemen varisee.

Taulukko 4. Vuotuinen siemensato koealametsiköissä.

Table 4. Annual seed crop in sample stands.

Koealan n:o *Sample plot no*	Vuosi *Year*	Siemeniä kpl/m² *Seeds per m²*	Koealan n:o *Sample plot no*	Vuosi *Year*	Siemeniä kpl/m² *Seeds per m²*
Männyn siementä — *Pine seed*			118	1940	1.3
			144	»	24.0
			138	»	5.1
152	1940	0.3	139	»	9.9
III	»	·	Kuusen siementä — *Spruce seed*		
97	»	12.1			
II	»	·			
I	»	·	105	1940	—
151	»	8.2	88	1939	28.3
120	»	8.6	104	1940	—
121	»	11.2	72	1939	3[illegible].5

Pintakasvillisuus.

Koealametsiköiden pintakasvillisuutta on tutkittu ruutu- eli koeneliömenetelmää käyttäen. Tämä on tapahtunut siten, että koealan lävistäjiä pitkin on määrävälimatkoin siirretty 1 m²:n suuruista kehystä 10—20 kertaa ja samalla on arvioitu jokaisen kehyksen sisään jäävän kasvilajin peittävyys kymmenesosina koko ruudun alasta. Kullekin kasvilajille on myöhemmin sisätöissä laskettu keskimääräinen peittävyys sen yksittäisissä ruuduissa saamien peittävyyslukujen keskiarvona ja frekvenssi, joka ilmaisee, monessako kymmenesosassa ruutujen koko lukumäärästä asianomaista kasvilajia on tavattu. Peittävyys kuvaa näin ollen ensi sijassa eri kasvilajien runsaussuhteita, frekvenssi niiden alueellista jakaantumista. — Suuremman yleiskatsauksellisuuden saavuttamiseksi on pintakasvillisuuden eri ryhmille, jäkälille, sammalille, heinille, ruohoille, varvuille ja pensaille laskettu myös kokonaispeittävyys eri kasvilajien saavuttamien peittävyyslukujen summana.

Pintakasvillisuutta koskevat merkinnät on osittain tehty täydentämään metsätyyppimerkinnän kasvupaikasta antamaa kuvaa. Tämän lisäksi niistä on toivottu saatavan valaistusta hakkuualojen taimettumiskunnon selvittämiseen. Kasviluetteloja julkaisematta mainittakoon seuraavat niiden nojalla tehdyt huomiot.

Kun nyt tarkasteltavana olevat metsiköt ovat määrämittahakkuun niihin kohdistuessa olleet kutakuinkin täysin sulkeutuneita nuoria metsiköitä, niin välittömästi hakkuun jälkeen on niiden pintakasvillisuudessa erityisesti sammalkerros ollut hyvin kehittynyt. Varsinkin heinien ja ruohojen määrä on ollut vähäinen.

Hakkuun jälkeen on pintakasvillisuudessa alkanut uusi kehitys: varpujen, heinien ja ruohojen määrä on lisääntynyt. Tutkimusaikana onkin

erityisesti varpukerros ollut useissa koealametsiköissä verrattain voimakkaasti kehittynyt (esim. koealat 152, 97, 120, 144 ja 139), samoin myös ruoho-heinäkerros (koealat 151 ja 104).

Näyttää näin ollen siltä, kuin pintakasvillisuuden taholta pieniin puun taimiin kohdistuva kilpailu välittömästi hakkuun jälkeen olisi suhteellisen vähäistä, mutta että se myöhemmin tuntuvasti lisääntyy.

Taimettuminen.

Koealametsiköiden taimettumisen kulkua on seurattu ottamalla muutamista edustavista taimistoista umpimähkäisiä, n. 20—130 tainta käsittäviä näytteitä, joista on jokaisen taimen ikä tarkoin tutkittu, epäselvissä tapauksissa mikroskooppia apuna käyttäen. Näiden iänmääritysten perusteella on laskettu ne taimien prosenttiset jakaantumiset syntymävuosiin, jotka nähdään taulukossa 6. Se vuosi, jolloin määrämittahakkuu on suoritettu, on kuhunkin vuosiluokkasarjaan merkitty painamalla vastaava taimiprosentti lihavalla.

Taimistojen vuosiluokkasarjoja tarkasteltaessa voidaan panna merkille, että sekä kaivospuun että paperipuun hakkuilla käsitellyissä metsiköissä pääosa taimista on syntynyt määrämittahakkuun jälkeen. Kun useissa taimistoissa, varsinkin kuusikoissa, taimiluvut ovat kohtalaisen suuria, niin on ilmeistä, että nyt tarkasteltavana olevien metsiköiden kyky uudistua luontaisesti on melkoinen jäännöspuustojen heikosta tilasta huolimatta.

Tarkasteltakoon tämän jälkeen lähemmin itse taimistoja sellaisina kuin ne ovat koealametsiköissä esiintyneet.

Taimet on jaettu kolmeen ryhmään: 1. alle 0.1 m:n pituiset, taimiaines, 2. 0.1—1.3 m:n pituiset, varsinainen taimisto ja 3. yli 1.3 m:n pituiset, esikasvos. Taimet on luettu ruutumenetelmällä: jokaisella koealalla on tutkittu 20 koealan lävistäjille määräetäisyyksin sijoitettua 1 m^2:n suuruista ruutua. Taimistojen metsittämisarvoa on arvosteltu taimiluvun ja ryhmittymisluvun perusteella. Ryhmittymisluvulla tarkoitetaan tässä lukua, joka ilmaisee, monessako kymmenesosassa kaikista taimien luvussa tutkituista ruuduista on esiintynyt taimia tai vain yksittäinen taimikin (vrt. Sarvas 1944, s. 41—42). Yksistään taimiluvun antama kuva on epätasaisissa taimistoissa, jollaisia pääosa tässä tarkasteltavista taimistoista on, kovin epävarma. Ryhmittymisluku, joka suoranaisesti ilmaisee, millaiseen (taimiluku/ha) tasaiseen taimistoon kulloinkin tarkasteltavana oleva enemmän tai vähemmän epätasainen taimisto metsittämisarvoaan silmällä pitäen on rinnastettavissa, tarjoaa tällöin apua. Niinpä ne taimistot, joissa ryhmittymisluku on ollut alle 4.0:n (vastaten tasaista taimistoa, jossa taimiluku on alle 4 000 kpl/ha), on arvosteltu epätyydyttäviksi ja ne, joissa se on 4.0 tai enemmän, välttäviksi ja tyydyttäviksi.

Taulukko 5. Mittaus-

Table 5. Results of measure-

Koealan n:o *Sample plot no*	Taimiluku [1]) — *Number of seedlings* [1])				Ryhmittymisluku *Frequency*	Syntymävuodet				
	Alle 0.1 m *Under 0.1 m*	0.1—1.3 m *0.1—1.3 m*	Yli 1.3 m *Over 1.3 m*	Yhteensä *Total*		1939	38	37	36	35
	Kpl/ha — *Seedlings per ha*					Taimien prosenttinen				
Kaivospuun hakkuilla käsitellyt metsiköt —										
152	1 000	4 000	920	5 920	4.5	[3])—	—	11	6	—
III	. [2])	.	.	.	.	.	.	.	.	.
97	500	2 500	140	3 140	2.0	.	.	.	.	.
II	.	8 530	—	.	.	.	.	.	.	.
I	—	2 920	—	2 920	.	.	.	.	.	.
151	3 000	4 000	130	7 130	5.5	—	8	8	9	13
120	4 000	2 000	280	6 280	3.5	.	.	.	.	.
121	—	4 500	2 400	6 900	.	—	—	—	—	10
118	1 000	3 000	130	4 130	3.0	—	—	—	24	16
144	—	—	—	—	—	.	.	.	.	.
138	—	500	—	500	0.5	.	.	.	.	.
139	1 500	—	—	1 500	1.0	.	.	.	.	.
Paperipuun hakkuilla käsitellyt metsiköt —										
105	—	1 650	640	2 290	1.0	—	—	—	—	3
88	7 000	5 500	800	13 300	5.0	—	—	7	3	15
104	10 500	16 500	1 400	28 400	6.5	—	—	1	—	2
72	9 000	800	50	9 850	4.0	—	4	17	30	19

Taimistojen taimi- ja ryhmittymisluvut on yhdistetty taulukkoon 5. Taimilukujen kesken nähdään suuria vaihteluja. Männiköissä taimia kuitenkin on keskimäärin selvästi vähemmän kuin kuusikoissa. Verrattaessa taimilukuja vastaaviin ryhmittymislukuihin nähdään, että monet taimistot ovat huomattavan epätasaisia. Näin on asianlaita sekä männiköissä että kuusikoissa, varsinkin viimeksi mainituissa. Niinpä onkin taimistojen metsittämisarvoa arvosteltaessa paras turvautua ryhmittymislukuihin. Tämän mukaan useimmissa männiköissä on ollut epätyydyttävä, mutta kuusikoissa tyydyttävä taimisto. Silmäänpistävimmän poikkeuksen tekee kuusikkokoeala n:o 105. Tämä koeala on eräissä muissakin suhteissa poikkeuksellinen. Sen erikoisluonne johtunee kasvupaikasta, joka lähentelee puolukkatyyppiä.

Taimistoja arvosteltaessa on kiinnitettävä huomiota myös uudistumisaikaan. Uudistumisajalla tarkoitetaan tässä aikaa, joka kuluu määrä-

[1]) Koealoilla 152—139 männyn taimet, koealoilla 105—72 kuusen taimet. — *In sample plots*

[2]) Koealan selostuksessa merkintä: »... harvaa männyn taimistoa, joka noussut pääosal- *which has sprung up for the most part after the cutting in 1931*».

[3]) Määrämittahakkuun vuotta vastaava taimiprosentti painettu lihavalla. — *Percentage of*

tuloksia taimistoista.

ments in seedling stands.

— *Years of birth*															Iän määrityksiä kpl *Cases of age ascertained*
34	33	32	31	1930	29	28	27	26	25	24	23	22	21	1920—	
jakaantuminen syntymävuosiin — *Percentage distribution of seedlings according to year of birth*															
Stands cut for pitprops															
6	8	11	—	—	3	6	3	—	3	6	3	—	—	34	35
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
20	24	10	5	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	77
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
10	24	14	24	14	**4**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
32	22	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
Stands cut for pulpwood															
3	3	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	8	6	71	36
3	8	10	10	15	12	10	**3**	—	1	1	—	—	—	2	113
4	6	17	28	23	**13**	—	1	1	—	—	—	—	—	4	102
10	7	**4**	4	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	130

mittahakkuusta siihen ajankohtaan, jolloin hakkuualalle voidaan katsoa nousseen metsittämisarvoltaan tyydyttävän taimiston. Uudistumisajan arvioiminen on suoritettu siten, että määrämittahakkuun ja tutkimusvuoden välisestä ajasta on vähennetty hakkuualalle nousseen taimiston ikä. Tällöin on taimiston ikä määritetty sen uudistumisvuoden mukaan, joka lähinnä näyttää johtaneen tyydyttävän taimiston ilmaantumiseen taikka jonka jälkeen aikaisempi taimisto näyttää täydentyneen tyydyttäväksi.

Tulokset uudistumisaikaa koskevista laskelmista nähdään taulukosta 6. Koealametsiköt on siihen merkitty pitenevän uudistumisajan mukaisessa järjestyksessä. Tästä taulukosta nähdään, että uudistumisaika näyttää männiköissä venyvän pitkäksi, kuusikoissa se on lyhyt.

152—139 pine seedlings, in sample plots 105—72 spruce seedlings.
taan hakkuun (v. 1931) jälkeen.» — *Note in sample plot report:* »... . *thin stand of pine seedlings,*

seedlings corresponding to year of cutting to minimum diameter printed in full-faced type.

Taulukko 6. Uudistumisaika koealametsiköissä.

Table 6. Regeneration time in sample stands.

Koealan n:o *Sample plot no*	Uudistumis-aika v. *Regeneration time years*	Taimiaineista ennen hakkuuta *Seedlings before cutting*	Hakkuun jälkeen *After cutting*	
			Siemennys *Seeding*	Jäännöspuuston tiheys *Density of rejected tree stand*
Kaivospuun hakkuut — *Cuttings of pitprops*				
II	—2	++[1])	++[2])	0.1
121	4	—	+	0.2
151	8	—	+	0.1
120	15	—	+	0.2
I	15	—	—	0.1
152	5+	+	+	0.3
97	6+	—	—	0.3
144	6+	—	—	0.3
III	8+	—	+	0.1
139	9+	—	—	0.4
118	12+	—	—	△
138	16+	—	—	0.2
Paperipuun hakkuut — *Cuttings of pulpwood*				
104	0	+++	++	0.4
72	2	+	++	0.4
88	3	△	++	0.3
105	1+	++	—	0.4

Metsänhoidollisia sovellutuksia.

Ne huomiot, joita edellä on esitetty kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyistä metsiköistä, antavat aihetta eräisiin metsänhoidollisiin päätelmiin.

Edellä on todettu, että tarkasteltavana olevien metsiköiden tila on erittäin heikko, erityisesti puuvarasto on kovin pieni ja siitä johtuen myös kasvu vähäinen. Kun metsiköt ovat nuoria, niin puuyksilöiden elpymiskyky tosin on melkoinen, mutta itse metsiköt ovat kuitenkin käyneet niin huonokuntoisiksi, että niiden eheytyminen tästäkin huolimatta tapahtuu hitaasti. Männiköissä tämä toipuminen edistyy metsänhoidollisesti arvostellen kohtuuttoman hitaasti, kuusikoissa toipuminen on selvästi voimakkaampaa. Kaivospuun määrämittahakkuilla käsiteltyjen männiköiden edelleen kasvattaminen tuskin voikaan tulla kysymykseen, paraskuntoisissa paperipuun hakkuilla käsitellyissä kuusikoissa tämä sen sijaan joissakin tapauksissa näyttää mahdolliselta. Useimmiten tulee näin ollen kysymykseen metsikön uudistaminen.

[1]) + < 3000, + + = 3000 — 6000, + + + > 6000 kpl/ha. — *Seedlings per ha.*
[2]) + = niukka — *poor* , + + = keskinkertainen — *fair* , + + + = runsas — *abundant.*

Huomiot, joita on tehty tarkasteltavana olevien metsiköiden uudistumissuhteista, osoittavat, että luontainen uudistuminen on männiköissä hidasta ja puutteellista, mutta kuusikoissa sekä uudistumisajan pituuteen että taimistojen metsittämisarvoon nähden välttävää, jopa tyydyttävääkin. Nyt tarkasteltavana olevien metsiköiden kunnostamistyössä männiköiden uudistamisessa täytyneekin turvautua metsän viljelykseen, kun sen sijaan kuusikoissa voitaneen uudistuminen useimmissa tapauksissa jättää luonnon varaan.

Päädyttiinpä uudistamistoimenpiteitä valittaessa metsän viljelykseen tai luontaiseen uudistamiseen, niin ensimmäiseksi on tavallisesti suoritettava puhdistushakkuu. Männiköissä voidaan puhdistushakkuu usein, varsinkin puuyksilöiden elpymiskyky huomioon ottaen, suorittaa siemenpuuasentoa tavoitellen, kuusikoissa se järjestettäneen parhaiten keskitettyä harsintaa (lohkoharsintaa) silmällä pitäen.

Useissa kaivospuun hakkuilla käsitellyissä koealametsiköissä olikin suoritettu männyn kylvö (koealoilla 152, III, 97, 151, 118 ja I). Mittauksia tehtäessä kiinnitti huomiota näiden viljelysten huono onnistuminen. Koealoilla 152, III, 151 ja 118 kylvö oli suorastaan epäonnistunut. Nämä huonot kokemukset osoittavat, että metsän viljelys on suoritettava suurella huolella. Varsinkin kanervatyypin kankailla on pyrittävä käyttämään kaikkia keinoja, joilla pieniä taimia uhkaava kuivuminen voidaan torjua.

Kirjallisuusluettelo.

Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. *Referat:* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. M. T. J. 1.

Bouyoucos, George John. 1929. A new, simple and rapid method for determining the moisture equivalent of soils, and the role of soil colloids on this moisture equivalent. Soil science. Volume XXVII. New-Brunswick, New Jersey.

Cajander, A. K. 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.

Ilvessalo, Yrjö. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. *Referat:* Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. A. F. F. 15.

—»— 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. *Summary:* Instructions for field work of the II national survey of the forests of Suomi (Finland). M. T. J. 22.

—»— 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *Summary:* Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland). M. T. J. 24.

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. M. T. J. 30.

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. A. F. F. 30.

Sarvas, Risto. 1940. Yksijaksoisen metsikön luontaisista kehityskausista. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

—»— 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Referat:* Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. M. T. J. 33.

—»— 1945. Puuston tiheys metsikön tunnuksena. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Wiedemann, Eilhard. 1935. Die Ergebnisse 40-jähriger Vorratspflege in den preussischen forstlichen Versuchsflächen. Forstarchiv. Hannover.

LYHENNYKSIÄ.

A. F. F. = Acta forestalia fennica. Helsinki.
M. T. J. = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen (koelaitoksen) julkaisuja. Communicationes Instituti forestalis Fenniae (Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae). Helsinki.

NOTES ON STANDS CUT FOR PITPROPS AND PULPWOOD TO MINIMUM DIAMETER.

Summary.

The sample plots which form the base of the observations reported here were measured in the years 1928—1939 in connection with the writer's examination of selective cuttings of saw timber. Detached from the main investigation, the material has remained comparatively small, but, on the other hand, it is in so many respects connected with the main investigation, that it seems sufficient for the presentation of certain characteristics and comparisons.

The war has in many ways revolutionized our methods of cutting. Thus the minimum diameter cuttings examined here may be considered as less interesting now than e. g. in the pre-war years. They represent however the general procedure, when young forests are subjected to intensive cutting, and as such they will permanently deserve the attention of silvicultural research.

The aim of the observations reported here is to show how cuttings of pitprops and of pulpwood to a minimum diameter have affected the silvicultural condition of the respective stands. With this in view, attention has been paid to the development of these stands and their conditions of regeneration.

As the minimum diameter has generally been rather small, on an average only about 10 cm at breast height, the result has invariably been very intensive cutting. In most cases, about 75—90 per cent of the total number of trees in the stand have been cut. Consequently, the cuttings have not assumed the nature of such gradual thinning as is characteristic e. g. of selective cutting of saw timber. On the contrary, the condition of the stand has undergone a complete change at one blow.

The effect of cutting pitprops and pulpwood to a minimum diameter on the respective stands is essentially dependent on the age of the stands concerned. The observations recorded here have been gathered from stands cut in the first half of middle age.

The most important results of measurements made in the sample stands have been summarized in table 1.

The degree of density of the sample stands is conspicuously low. With one single exception, it is below 0.5.

As to their composition, the stands cut for pitprops have been distinctly pine-dominated, and those cut for pulpwood spruce-dominated, in the year of examination and even before that.

A glance at the age of the respective sample stands shows that remarkably young stands have been subjected to intensive cutting. Judging from the outward appearance of these stands, they have barely grown from youth to middle age, when the cuttings have upset the regular course of their development.

The growing stock and its growth are poor in all sample stands, excepting a couple of spruce stands. E. g. in the pine stands the average growing stock is 35

m³/ha and the average growth 1.5 m³/ha. The corresponding figures for the spruce stands seem to be higher, but the number of sample plots is too small to allow a statement of averages. The fact just mentioned, however, points to a greater capability of recovering as characteristic for spruce stands.

The condition of the pine stands, in particular, must be regarded as such that their re-raising would no longer serve any purpose. As regards spruce stands, the question is more difficult to decide. Especially in forests of a good site type, the preservation stands which are still in fair condition, even after such extremely intensive cuttings as these, may be worth considering.

Data concerning the seedlings found growing in the sample plots are given in table 5 and table 6. It appears from the tables that the seedlings have for the most part sprung up after the cutting to minimum diameter. In the pine stands the regeneration has required a long time — in most of them it was still going on in the year of examination —, whereas in the spruce stands it has progressed at a rapid rate. Thus, the natural conditions for regeneration seem to be poor in pine stands and comparatively satisfactory in spruce stands.

SUOMALAISEN MÄNNYN, KUUSEN, KOIVUN JA HAAVAN LUJUUSOMINAISUUKSISTA

MATTI JALAVA

★

STRENGTH PROPERTIES OF FINNISH PINE, SPRUCE, BIRCH AND ASPEN

SUMMARY IN ENGLISH

★

HELSINKI 1945

Helsinki 1946. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

I. Puun lujuustutkimusten tarkoitus 6
II. Puun lujuustutkimukset 9
A. Koepuiden valinta ja niiden lukumäärä 10
B. Koekappaleiden koko ja niiden valmistaminen koepuista 11
C. Standardikokeet 15
III. Suoritetut tutkimukset 16
A. Tutkimusaineisto 16
B. Tutkimuksen suorittaminen 19
1. Lujuuskokeet 19
a. Taivutus 19
b. Puunsyiden suuntainen puristus 22
c. Puunsyiden suuntaa vastaan kohtisuora puristus 24
d. Kovuus 26
e. Halkaisu 27
f. Puunsyiden suuntaa vastaan kohtisuora veto 27
g. Lohkaisu 28
C. Fysikaalisia ja rakenteellisia ominaisuuksia koskevat tutkimukset .. 29
1. Tilavuuspaino kokeen aikana ja puun ollessa absoluuttisen kuivana 29
2. Vesipitoisuus kokeen aikana 30
3. Kesäpuuprosentti 30
D. Tulosten laskeminen ja käsittely 31
1. Kosteusreduktio 31
2. Tutkimusyksikkö ja keskiarvot 33
E. Tutkimusten tulokset 35
1. Keskiarvot 35
2. Jankan laatuosamäärä 40
F. Lujuus- ym. arvojen hajonta 40
G. Tilavuuspainon vaihtelu saman rungon eri osissa 44
IV. Loppusanat 54

Alkusanat.

Suomalaisen männyn lujuustutkimukset alotettiin jo v. 1931 ollessani Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa ja ensimmäisistä tutkimuksista julkaistiin jo tuloksiakin. Siirryttyäni Puuteknilliseen tutkimuslaitokseen, jouduin useaan otteeseen eri tarkoituksia varten ottamaan lisää mäntykoeaineistoa ja myöskin kuusen, koivun ja haavan lujuuden selvittely otettiin ohjelmaan. Työt keskeytyivät moneen kertaan muiden kiireellisempien tehtävien takia ja väliin tulleet sodat siirsivät tulosten julkaisemisen yhä pitemmälle. Kun nyt on päästy jälleen rauhanomaisiin oloihin, on katsottu asialliseksi kerätä kaikki aikaisemmat tärkeimpien suomalaisten puulajien lujuusominaisuuksia koskevien tutkimusten tulokset ja julkaista ne yhtenä niteenä.

Kaikki k. o. tutkimuksissa tarpeelliset laboratoriotyöt on suoritettu Teknillisen Korkeakoulun Puuteknillisessä laboratoriossa ja myöhemmät tutkimukset Puuteknillisen tutkimuslaitoksen kustannuksella. Tämän johdosta on mieluisa velvollisuuteni esittää kiitokseni mainituille laitoksille sekä niiden esimiehelle, prof. Martti Levónille.

Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Arvo Ylinen ja F. E. Siimes, joiden antamista monista hyvistä neuvoista haluan myös esittää parhaat kiitokseni.

Tekijä.

I. Puun lujuustutkimusten tarkoitus.

Niin kauan kuin puuta oli kaikkialla runsaasti ja helposti saatavissa ja sitä käytettiin vain pääasiallisesti kaikenlaisiin karkeisiin rakenteisiin, ei sen lujuusominaisuuksien täsmälliseen tuntemiseen kiinnitetty kovinkaan paljon huomiota. Kaikki rakenteet tehtiin niin jykeviksi, ts. käytettiin niin suurta varmuusastetta, että rakenne varmasti kesti. Mutta jo varsin alkeellisellakin puun käytön asteella oli puurakenteissa otettava muitakin seikkoja kuin lujuus huomioon. Aseita, työkaluja, kulkuneuvoja ym. liikuteltavia esineitä valmistettaessa oli pidettävä silmällä myös sitä, etteivät ne tulleet liian painaviksi. Näin joutui ihminen jo hyvin aikaiseen tekemään havaintoja puun lujuudesta ja vertailemaan eri puulajeja keskenään.

Etenkin sen jälkeen, kun puuta alettiin käyttää lentokoneiden rakentamiseen, sen lujuuteen on ruvettu kiinnittämään yhä suurempaa huomiota. Sellaisia erikoisen suurta täsmällisyyttä vaativia kappaleita kuin lentokoneen eri osia rakennettaessa on tarkasti tunnettava rakennusaineen lujuus- ym. ominaisuudet. Rakenne on koetettava saada mahdollisimman kevyeksi, mutta sen täytyy kuitenkin täyttää määrätyt lujuusvaatimukset.

Vaikkakin puun käyttö lentokoneteollisuudessa on enimmin vaikuttanut puun lujuustutkimuksen viimeaikaiseen kehitykseen, on siinä ollut monia muitakin tekijöitä. Puun lujuusominaisuuksien tarkalle tuntemiselle on ruvettu antamaan yhä suurempi merkitys, useinkaan ei tosin niin paljon sitä ajatellen, että puurakenne voitaisiin tehdä mahdollisimman kevyeksi, vaan siinä mielessä, että siihen kuluisi mahdollisimman vähän rakennusainetta kuitenkaan lujuudenkaan kärsimättä. Tämä aineen säästämisen tavoittelu on tullut sitä tärkeämmäksi, mitä enemmän puutavaran hinnat ovat nousseet ja mitä vaikeammaksi tiettyjen puutavaralajien ja -laatujen hankkiminen on käynyt. Jos taas johonkin tarkoitukseen ennen käytetty puulaji loppuu tai se käy liian kalliiksi, on otettava selko, millä muulla helposti saatavalla ja halvemmalla puulla olisi juuri ne ominaisuudet, jotka ko. tarkoitukseen ovat välttämättömät. Puutavaramarkkinoilla vallinnut ankara kilpailu on taas aiheuttanut puun ominaisuuksien

tutkimista propagandatarkoituksessa: tavaraa, jonka ominaisuudet myyjä voi osoittaa täsmällisin numeroin, on aina helpompi myydä ja siitä saa paremman hinnan kuin tavarasta, jonka ominaisuuksista ei ole esitettävänä mitään varmoja tietoja.

Puun tutkimuksen tarkoitusperät voivat ulottua vieläkin pitemmälle. Sen lisäksi, että sen avulla saadaan selville, minkälaista metsästä jo korjattu puutavara on, puuntutkimusten tulokset antavat myöskin viitteitä siitä, minkälaisilta kasvupaikoilta ja mistä osista maata ominaisuuksiltaan määrätynlaista puuta on etsittävä. Tämä johtuu siitä, että tutkimukset ovat osoittaneet puun ominaisuuksien varsin huomattavasti riippuvan niistä olosuhteista, joissa puu on kasvanut. Kun näistä olosuhteista vielä useat ovat sellaisia, joihin ihminen voi toiminnallaan vaikuttaa — esim. metsikön tiheys ja hoitotapa — johtuu tästä edelleen, että ko. tutkimukset voivat antaa ohjeita siitäkin, miten metsiä on hoidettava niin, että niistä saadaan tiettyihin tarkoituksiin mahdollisimman sopivaa puuta.

Edellä huomautettiin, miten puun lujuus- ym. ominaisuuksien selville saaminen on tullut yhä tärkeämmäksi monestakin eri syystä. Kun näiden ominaisuuksien tarkka määritteleminen kussakin tapauksessa on suuritöinen ja monimutkainen tehtävä ja kun vielä sen lisäksi aineenkoetuskoneilla kokeiltaessa kukin kokeiltava kappale murtuu ja tulee siten käyttökelvottomaksi, olisi löydettävä ulkonaiset, helposti ja nopeasti määriteltävät merkit, joiden perusteella puun lujuusominaisuuksia voitaisiin arvostella ilman että kutakin ko. puukappaletta olisi erikseen kokeiltava lujuuskoetuskoneessa. Tämä on sitäkin tärkeämpää, kun jo suoritettujen lujuuskokeiden perusteella ei vielä voida päätellä kunkin yksityisen kappaleen lujuudesta sen takia, että samankin puulajin eri kappaleet, jopa saman rungon eri osatkin voivat olla ominaisuuksiltaan suuresti erilaisia, päinvastoin kuin useitten homogeenisten aineiden, kuten esim. metallien yms. ominaisuudet.

Paremman yleiskuvan saamiseksi esitetään seuraavassa edellä olevan perusteella vielä lyhyesti ne eri tarkoitusperät, mihin puun ominaisuuksien tutkimisen avulla pyritään. Sen tarkoituksena on:

1. Saada tietoja, joiden perusteella eri puulajien, saman puulajin eri yksilöiden ja saman rungon eri osien fysikaalisia, rakenteellisia ja lujuusominaisuuksia voidaan arvostella ja vertailla keskenään.

2. Saada tietoja, joiden avulla voidaan määritellä puun lujuusopilliset sallitut jännitykset eri käyttötarkoituksissa sekä mitä erilaiset viallisuudet vaikuttavat eri lujuusominaisuuksiin.

3. Saada tietoja, joiden perusteella voidaan arvostella puun kaatoajan, eri varastoimis- ja kuivaustapojen, preservoimisen, sinistymisen jne. vaikutus puun lujuusominaisuuksiin.

4. Saada tietoja, joiden perusteella voidaan päätellä, mitä puun lujuus- ym. ominaisuuksiin vaikuttavat sellaiset seikat, kuten puun kasvuseutu, kasvupaikan maanlaatu, kasvunopeus, hoitotapa, puun asema metsikössä, puun ikä yms.

5. Saada selville, missä määrin sellaisten seikkojen kuin vuosilustojen vahvuuden ja säännöllisyyden, kevät- ja kesäpuun suhteellisen runsauden, tilavuuspainon, vesipitoisuuden ym. joko paljain silmin tai muuten helposti määriteltävien ominaisuuksien perusteella voidaan tehdä päätelmiä puun lujuusominaisuuksista.

II. Puun lujuustutkimukset.

Puun lujuuskokeet voidaan jakaa kahteen pääryhmään, nim. pienillä virheettömillä koekappaleilla suoritetut kokeet, sekä sellaiset, joihin on käytetty lankkuja, pelkkoja yms. kappaleita sen kokoisina, kuin ne puurakenteissa yleensä esiintyvät kaikkine niine vikoineen, mitä kappaleissa sattuu olemaan.

Jos näiden kummankin koekappaleryhmän tarkoituksenmukaisuutta arvostellaan, tuntuu ensi katsannolla siltä, että luonnollista kokoa olevat koekappaleet olisivat parhaat, sillä niillä suoritettujen kokeiden tulokset olisivat suoraan käytäntöön sovellettavia. Pienien, erikoisesti valittujen virheettömien koekappaleiden tutkimuksissa saaduilla tuloksilla taas ei näyttäisi olevan paljoakaan käytännöllistä arvoa, sillä jokapäiväisessä käytännössä puu esiintyy tavallisimmin paljon suurempimittaisena — lentokonerakenteita ehkä lukuunottamatta — ja silloin siinä aina on kaikenlaisia vikoja, oksia, halkeamia yms., joten sellaisen kappaleen lujuutta ei siis voida arvostella virheettömän kappaleen lujuuden perusteella.

Kahta suurta ja siis enemmän tai vähemmän epähomogeenista ja virheellistä puukappaletta kokeilemalla ei voida suorastaan päästä selville, mistä seikoista mahdolliset lujuuseroavaisuudet johtuvat, sillä useiden samanaikaisesti esiintyvien ja erilaisten tekijäin vaikutusta on melkein mahdoton selvittää. Jos esim. kokeiltaisiin kahta puukappaletta, joista toisessa on kaksi pientä oksaa ja suuri halkeama tietyissä paikoissa, korkea kesäpuuprosentti ja suuri tilavuuspaino, sekä suuri kosteusprosentti, toisessa taas yksi suuri oksa, pieni kesäpuuprosentti, pieni tilavuuspaino ja alhainen kosteusprosentti, olisi aivan mahdotonta päätellä, minkä verran mikin mainituista seikoista on vaikuttanut siihen, että toinen kappale on huomattavasti lujempi. Jos siis halutaan tutkia jonkin määrätyn seikan vaikutusta puun lujuuteen, olisi kaikki muut vaikuttavat tekijät eliminoitava pois; tutkittavissa kappaleissa siis kaikkien muiden paitsi juuri tutkittavan seikan pitäisi olla aivan samanlaisia. Kun eri kappaleissa tuskin voi olla kahta aivan samanlaista oksaa tai muuta vikaa, on niin ollen ensimmäisiä ehtoja, että kaikki kappaleet ovat aivan virheettömiä. Kun taas meidän puistamme ei voida saada, enempää kuin

juuri muidenkaan maiden puista, kovin suuria virheettömiä koekappaleita, on niiden oltava verraten pieniä. Tästä seuraa, että jos tahdotaan tutkia esim. puun tilavuuspainon, kesäpuuprosentin, vesipitoisuuden, kasvupaikan, koekappaleen aseman rungossa tms. vaikutusta puun lujuuteen, on käytettävä verraten pieniä, virheettömiä koekappaleita. Vasta sitten, kun virheettömän puun ominaisuudet on saatu selville, voidaan ruveta selvittämään, mitä erilaiset vikanaisuudet vaikuttavat lujuuteen. Näin ollen pienillä virheettömillä koekappaleilla suoritetut tutkimukset muodostavat puun lujuustutkimusten perustan.

A. Koepuiden valinta ja niiden lukumäärä.

Kun tutkitaan niin vaihtelevaa ominaisuutta kuin puun lujuutta, joka samankin puulajin eri rungoissa, jopa saman rungon eri osissakin voi vaihdella uskomattoman paljon, riippuu tulos sangen huomattavasti koeaineistosta, siitä miten edustava ja runsas se on.

Eri maissa ja eri aikoina on laadittu useitakin sääntöjä siitä, mitä kaikkia seikkoja on huomioitava ja merkittävä muistiin koepuita otettaessa. Näistä seikoista mainittakoon koepuun kasvupaikan maantieteellinen asema, altituudi, maan laatu, metsikön laatu ja koepuun asema metsikössä, metsikön aikaisemmat vaiheet, koepuun latvuksen ja rungon muoto sekä sen ikä. Itse puuaineen ominaisuuksista huomioidaan koekappaleen tilavuuspaino kokeen aikana ja absoluuttisen kuivana, vesipitoisuus kokeen aikana, vuosilustojen paksuus ja säännöllisyys, kesäpuuprosentti ja pintapuuprosentti. Vielä on merkittävä muistiin, mistä koepuun rungon osasta koekappale on otettu.

Useimmissa tähän astisissa tutkimuksissa eräät edellä mainituista seikoista on kuitenkin sangen vaillinaisesti ilmaistu. Etenkin ne ulkonaiset olosuhteet, missä koepuut aikoinaan ovat kasvaneet, jäävät tavallisesti epäselviksi ja kun niistä hyvinkin paljon riippuvat useat puuaineen ominaisuudet, jäävät tulosten vertailut vaille tarpeellista pohjaa.

Vielä suurempia puutteellisuuksia esiintyy useissa tutkimuksissa koeaineiston runsauden suhteen. Kun systemaattiset puun lujuustutkimukset alotettiin suuressa mittakaavassa Yhdysvalloissa Madisonin laboratoriossa, esitettiin se periaate, että tutkimuksissa, joiden tarkoituksena oli jonkin puulajin keskimääräisten lujuusominaisuuksien selvittely yleensä, piti olla vähintään 5 koepuurunkoa kultakin paikkakunnalta ja jos puun kasvualue oli laaja, oli koepuita otettava usealta paikkakunnalta ympäri aluetta, ennen kuin tuloksia voitiin pitää koko puulajia edustavina. Yllä mainitun laboratorion julkaisusta »Strength and related properties of Woods grown in the United States» (Washington, D. C. 1935), jossa esitetään kaikkiaan 164 puulajin tutkimustulokset, käy ilmi etteivät yhdysvaltalaiset

itsekään ole noudattaneet esittämäänsä ohjetta. Vaikkakin koekappaleita ilmoitetaan olleen useita satoja tuhansia, on koeaineistona useista puulajeista ollut yksi ainoa koepuurunko. Tavallisin puulajia edustava koepuulukumäärä on ollut 5, suurin 60. Tosin ne puulajit, joiden koeaineisto on ollut hyvin pieni, ovat taloudellisesti vähäarvoisia, kun taas kaikkia tärkeämpiä puulajeja edustava koeaineisto on ollut suhteellisesti runsas.

Myöskin useissa muissa maissa julkaistuissa vastaavissa tutkimuksissa on yleisesti se vika, että käytetty koeaineisto on ollut kovin niukka. Eräissä saksalaisissa tutkimuksissa esim. on jo yhden koepuun perusteella tehty kauaskantoisia ja tärkeitä johtopäätöksiä. Eräissä ruotsalaisissa tutkimuksissa taas koeaineistoa on kerätty mm. sahojen lautatarhoista, joten siitä ei tiedetä juuri muuta, kuin että se on kasvanut ko. sahan hankinta-alueella.

On sanomattakin selvää, että koetulokset, jotka on saatu sellaisella koeaineistolla kuin edellä on viitattu, eivät ole mitenkään todistusvoimaisia eikä niitä saisi yleistää; ne voivat edustaa korkeintaan mielenkiintoisia yksityistapauksia.

Toistaiseksi ei ole mitään yleisesti hyväksyttyjä ja noudatettuja määritelmiä, joiden perusteella voitaisiin arvostella, koska koeaineisto voidaan katsoa edustavaksi ja kuhunkin eri tarkoitukseen riittäväksi. Jälempänä mainitun Metsätieteellisten tutkimuslaitosten kansainvälisen liiton puuntutkimusjaoston kokouksessa keväällä 1939 esitettiin se ehdotus, että tutkimuksissa, joiden tarkoituksena on eri latvusluokkien vertailu, koepuut olisi jaettava vähintään kolmeen, mieluimmin viiteen luokkaan, joista keskimmäistä luokkaa tulisi edustaa ainakin 3 runkoa. Eri kasvupaikoilla kasvaneiden puiden tai eri puulajien puuaineen vertailua koskevissa tutkimuksissa olisi käytettävä yleensä normaalisia, valtapuuluokkaan kuuluvia runkoja ja kultakin kasvupaikalta olisi otettava vähintään 5 puuta. Suomen taholta tehtiin vielä se lisäehdotus, että jos halutaan ilmaista jossakin maassa tai jollakin maantieteellisellä alueella kasvavan määrätyn puulajin keskimääräiset lujuus- y. m. ominaisuudet, tulisi koeaineiston käsittää vähintään 5 yllämainitun laatuista 5:n puun ryhmää ko. kasvualueen eri osista, siis vähintään 25 koepuuta ja vasta näistä saatujen koetulosten keskiarvo edustaisi kysymyksessäolevan alueen ja puulajin yleistä keskiarvoa. Mainitussa kokouksessa ei tätä kysymystä vielä ratkaistu, joten se on toistaiseksi avonaisena.

B. Koekappaleiden koko ja niiden valmistaminen koepuista.

Edellisestä kävi jo ilmi, että puun lujuuskokeet on alotettava virheettömillä koekappaleilla. Kun toiselta puolen koetulokset olisivat useim-

missa tapauksissa sitä paremmin käytäntöön sovellutettavissa, mitä lähempänä koekappaleitten koko olisi rakennuskonstruktioissa käytettävien puukappaleiden kokoa, johtuisi tästä, että koepuista olisi valmistettava niin suuria koekappaleita, kuin niistä kulloinkin voitaisiin tehdä. Jos näin meneteltäisiin, tulisivat koekappaleet hyvin eri kokoisia.

Eri kokoiset koekappaleet ovat kuitenkin käytännöllisistä syistä mahdottomia. Ensinnäkin samalla aineenkoetuskoneella kokeiltavien koekappaleiden koko ei voi kovin paljon vaihdella ja toiseksi eri kokoisilla koekappaleilla saadut tulokset eivät ole sellaisinaan toisiinsa verrattavia. Näin ollen kaikille koekappaleille on määriteltävä standardikoot.

Ensimmäisistä koekappaleiden koon standardisoimisyrityksistä mainittakoon kansainvälisen aineenkoetuslaitosten liiton kongressissa Brysselissä 1906 puun teknillisten ominaisuuksien tutkimista varten hyväksytty työohjelma. Siinä määriteltiin koekappaleiden poikkileikkauspinnan suuruudeksi 10 × 10 sm. Mainittu koekappalekoko ei kuitenkaan tullut yksinomaiseksi eikä edes varsin yleiseksikään, eikä se kaikkiin tutkimuksiin sovikaan. Etenkin lentokoneteollisuuden tarpeita varten suoritettavissa tutkimuksissa noin suuret koekappaleet ovat aivan sopimattomia, ja kun viimeaikainen puun tutkimus on suurelta osalta ollut kytkettynä lentokoneteollisuuteen, on siitä johtunut, että käytetyt koekappaleet ovat olleet paljon pienempiä, poikkileikkaukseltaan 2 × 2 tai 2.5 × 2.5 sm.

Kun Yhdysvalloissa v. 1910 perustettiin suuri metsäntuotelaboratorio ja siellä ruvettiin suorittamaan puun lujuustutkimuksia suuressa mittakaavassa, katsottiin sikäläisiin oloihin ja tutkimusten tarkoituksiin sopivimmaksi koekappalekooksi 2″ × 2″ (≅ 5 × 5 sm). Yhdysvaltain mallin mukaan useissa englanninkielisissä maissa myöhemmin perustetuissa metsäntuotelaboratorioissa otettiin käytäntöön sama koekappalekoko, ja esimerkkiä seurattiin muissakin maissa, m. m. Ruotsissa ja Suomessa.

Kuten edellisestä havaitaan, ei koekappaleiden koon suhteen ole vielä päästy yksimielisyyteen, päinvastoin kirjavuus on vain yhä lisääntynyt. Tämän epäkohdan poistamiseksi tehtiin keväällä 1939 siinä Metsätieteellisten tutkimuslaitosten kansainvälisen liiton puuntutkimusjaoston kokouksessa, jonka piti suunnitella sanotun liiton v. 1940 Suomessa pidettäväksi aiotun X:nnen Maailmankongressin ohjelmaa, Englannin puuntutkimuslaboratorion taholta ehdotus, että puun lujuustutkimuksissa ruvettaisiin kaikkialla käyttämään koekappaleita, joiden poikkileikkaus olisi 1″ × 1″ tai 2.5 × 2.5 sm. Tämä ehdotus ei saanut kuitenkaan yleistä kannatusta. Yhdysvaltain taholta pidettiin lujasti kiinni siellä käytetystä koosta 2″ × 2″ ja sama kanta oli myös Intian edustuksella. Ranskalaiset taas eivät suostuneet luopumaan jo aiemmin käytäntöön ottamastaan koosta 2 × 2 sm. Näissä olosuhteissa ei päästy mihinkään yhtenäiseen

tulokseen, vaan päätökseksi jäi se, että koekappaleiden koon tulee olla 2 × 2 sm — 5 × 5 sm.

Kansainvälisen puunkäyttökomitean perustavassa kokouksessa v:n 1942 lopulla Berliinissä asetettiin asiantuntijakomitea tekemään ehdotus puuntutkimuksessa käytettäviä normeja varten. Seuraavan talven aikana komitea valmisti ehdotuksen, joka oli esillä sanotun komitean seuraavassa kokouksessa Stresassa, Italiassa, keväällä 1943. Tämän ehdotuksen mukaan useimmissa lujuuskokeissa käytettävien koekappaleiden tulisi poikkileikkauksessaan olla 2 × 2 tai 5 × 5 sm. Osa ehdotuksista hyväksyttiin jo sanotussa Stresan kokouksessa, osa jätettiin vielä tarkemman harkinnan ja kokeilun varaan.

Niin toivottavaa, kuin puun lujuuskokeissa noudatettavien normien yhtenäistäminen olisikin, ei siinä toistaiseksi ole kovinkaan pitkälle päästy. Ja vaikka viimeksi mainitut ehdotukset tulisivat lopullisesti hyväksytyiksikin, ei ole vielä mitään takeita näiden normien yleiseen käyttöön tulosta, sillä alotteeseen osaaottaneista maista puuttuu vielä eräitä tärkeitäkin puuntutkimusmaita.

Kun yhä vieläkin on näin monta koekappalekokoa käytännössä, on syytä tarkastella, mikä niistä olisi sopivin. Tätä asiaa arvosteltaessa on otettava huomioon useitakin seikkoja. Sopivin koekappalekoko riippuu ensinnäkin koepuiden koosta. Yhdysvalloissa, jossa puut ovat yleensä suurikokoisia, voidaan käyttää suurempia koekappaleita kuin esim. meillä, jossa usein joudutaan tutkimaan verraten pieniäkin puita. Tutkimuksen tarkoitus on vielä tärkeämpi koekappaleiden kokoa määriteltäessä. Suuria koekappaleita käytettäessä saadaan rungon keskimääräiset ominaisuudet selville paljon vähempilukuisilla koekappaleilla, jos ne ovat suurikokoisia, joten sellaiset sopivat silloin, kun esim. halutaan vertailla eri puulajien, eri seuduilla tai erilaisella maaperällä kasvaneiden saman lajin puiden ominaisuuksia. Jos taas halutaan selvitellä saman rungon eri osien, esim. pinta- ja sydänpuun ominaisuuksia, ovat pienemmät koekappaleet käytännöllisempiä. Samoin jos tutkitaan saman metsikön eri latvusluokkiin kuuluvien puiden ominaisuuksia, on käytettävä verraten pieniä koekappaleita, sillä syrjäytettyjen luokkien puista ei useinkaan saada suuria koekappaleita.

Sopivinta koekappalekokoa arvosteltaessa on vielä otettava huomioon, että pieniä koekappaleita käytettäessä tarvittavat koneet ovat pieniä ja siis suhteellisen halpoja, koeaineiston kuljetus metsästä ja säilyttäminen on verraten helppoa, kun koepuista ei tarvitse ottaa muuta kuin pieniä pölkkyjä tai lohkokappaleita eikä suuria tukkeja, kuten suuria koekappaleita käytettäessä. Pienien koekappaleiden haitoista taas voidaan mainita se, että niitä mitattaessa ja kokeiltaessa mittaus- ja havaintovirheet ovat

suhteellisen suuria, pienikin vika ja viottuma tai koekappaleen valmistuksessa sattunut epätarkkuus voi vaikuttaa tulokseen suhteellisen paljon.

Kun meillä Suomessa suoritettujen ensimmäisten systemaattisten puun lujuustutkimusten tarkoituksena oli saada selville suomalaisten puulajien keskimääräiset ominaisuudet, samoin eri metsätyypeillä ja eri olosuhteissa kasvaneiden puiden ominaisuudet ja tutkimuksiin käytettiin metsiköiden valtapuita, siis verraten suurikokoisia runkoja, oli ilmeistä, että suhteellisen suuret koekappaleet olivat edullisimpia ja siksi käytettiin yhdysvaltalaista koekappalekokoa, poikkileikkaukseltaan 5 × 5 sm (2″ × 2″).

Eräissä päätutkimuksen ohella suoritetuissa erikoistutkimuksissa, esim. sinistymän vaikutusta selvittelevässä tutkimuksessa tämä koekappalekoko osoittautui kuitenkin jo liian suureksi, sillä näin suuria koekappaleita oli jotakuinkin mahdoton saada yksinomaan pintapuusta. Jos vielä pidetään silmällä vastaisia erikoistutkimustehtäviä, on ilmeistä, että käytetyllä koekappalekoolla 5 × 5 sm ei yksinomaan tulla toimeen, vaan olisi noudatettava joko Englannin puulaboratorion ehdotusta, että kaikissa kokeissa otettaisiin käytäntöön pienemmät koekappaleet tai sitten tähän asti käytetyn koon ohella, aina tarpeen mukaan, käytettäisiin myös pienempiä koekappaleita, jossa tapauksessa lähinnä tulisi kysymykseen koko 2.5 × 2.5 sm. Meillä Suomessa olisi ehkä käytännöllisintä noudattaa viimeksi mainittua vaihtoehtoa ja käyttää kahta eri koekappalekokoa aina tarpeen mukaan.

Siitä, miten koekappaleet otetaan koepuurungoista, ei ole myöskään mitään yleisesti hyväksyttyjä määräyksiä. Aiemmin mainitussa kansainvälisen aineenkoetuslaitosten liiton Brysselissä pidetyssä kongressissa 1906 sovittiin, että jos rungon keskimääräisiä ominaisuuksia tutkitaan, on taivutuskokeessa käytettävät kappaleet otettava siitä osasta runkoa, joka on 7—10 m:n korkeudella maasta ja muihin kokeisiin tarvittavat kappaleet välittömästi edellisten ylä- tai alapuolelta. Jos taas halutaan tutkia puun ominaisuuksia rungon eri korkeuksilla, on esimmäiset koekappaleet otettava 1.3 m:n korkeudelta maasta lukien ja seuraavat aina kuuden metrin välimatkoilta.

Metsätieteellisten tutkimuslaitosten kansainvälisen liiton puuntutkimusjaoston kokouksessa 1939 tehtiin ehdotus, että eri ominaisuuksien vaihteluja rungon eri osissa selvittelevissä tutkimuksissa koekappaleita otetaan koko koerungosta niin paljon kuin siitä saadaan, merkiten kuhunkin koekappaleeseen, miltä kohtaa runkoa se on peräisin. Tutkimuksissa, joiden tarkoituksena on taas yleiset vertailut, ei käytetä koko koepuun runkoa, vaan kokeisiin otetaan koekappaleet 1/10 ja 4/10 runkokorkeuksilta. — Tämän ehdotuksen suhteen ei vielä kuitenkaan tehty lopullista päätöstä.

Madisonin laboratoriossa on menetelty siten, että jokaisesta koepuuksi valitusta rungosta on otettu tavallisimmin 18 jalkaa pitkä tyviosa, josta koekappaleita on valmistettu niin paljon kuin virheettömiä kappaleita on saatu. Kuhunkin koekappaleeseen on merkitty, mistä kohdasta runkoa se on otettu. Vaikkakin tätä menettelytapaa vastaan voidaan tehdä muistutuksia sen johdosta, että eri pituisista koepuista otetaan aina yhtä pitkä tyvikappale, joten tyvipuun suhteellinen osuus vaihtelee, on tätä menettelytapaa kuitenkin noudatettu englanninkielisissä maissa. Esillä olevan suomalaisen tutkimuksen aineisto on myös otettu tämän ohjeen mukaan.

C. Standardikokeet.

Edellä on jo käynyt ilmi, että useitten lujuuskokeissa esille tulevien seikkojen, kuten esim. koekappaleiden koon, suhteen ei ole päästy yksimielisyyteen. Samaa on sanottava niistä kokeistakin, joita lujuustutkimuksissa käytetään. Kun kuitenkin useissa suurimmissa ja tärkeimmissä tutkimuslaitoksissa on noudatettu Madisonin laboratorion menetelmiä, nimitetään seuraavassa niiden mukaan tehtyjä kokeita »standardikokeiksi», kuten englanninkielisessä teknologisessa kirjallisuudessakin tehdään.

Näihin standardikokeisiin kuuluvat seuraavat:

1) Taivutus
2) Iskutaivutus
3) Puristus puunsyiden suuntaan
4) Puristus kohtisuoraan puunsyiden suuntaa vastaan
5) Kovuus
6) Lohkaisu
7) Halkaisu
8) Veto kohtisuoraan puunsyitten suuntaa vastaan.

Veto puunsyiden suuntaan on myös verraten yleisesti käytetty koe, mutta sitä ei kuitenkaan lasketa standardikokeiden joukkoon kuuluvaksi, samoin on laita väsytyskokeen suhteen. — Iskutaivutuskoetta ei myöskään ole tehty sen takia, että siihen tarvittavaa erikoiskonetta ei Puuteknillisellä tutkimuslaitoksella, jossa kokeet suoritettiin, ollut käytettävissä.

Standardikoemenetelmät, käytettyjen koekappaleiden muoto y. m. seikat selostetaan lähemmin jälempänä tutkimusselostusten yhteydessä.

III. Suoritetut tutkimukset.

A. Tutkimusaineisto.

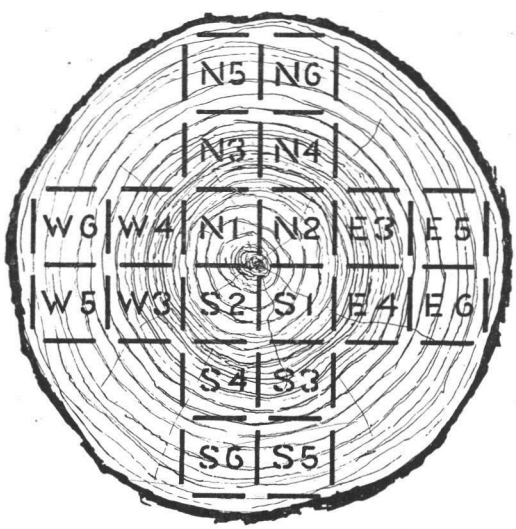
Esillä olevaan suomalaisten puulajien mekaanis-teknillisiä ominaisuuksia käsittelevään selostukseen on yhdistetty kaikkien niiden tätä asiaa koskevien tutkimusten tulokset, mitä allekirjoittanut on suorittanut. Laajimman ja yhtenäisimmän näistä muodostaa suomalaisen männyn lujuutta koskeva tutkimus, josta jo aiemmin on julkaistu kaksi selostusta: »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista» ja »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista II» (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 18. 7 ja 19. 6, Helsinki 1933 ja 1934). Mäntykoeaineistoakin on kuitenkin tämän jälkeen huomattavasti lisätty ja eräs erillinen tutkimus julkaistukin, nim. »Sinistymän vaikutus männyn lujuusominaisuuksiin» (Puuteknillisen tutkimuslaitoksen julkaisuja, Helsinki 1938). Koivun lujuusominaisuuksia koskevista tutkimuksista on julkaistu ennakkotiedoituksen luontoisena »Koivun lujuusominaisuuksista» (Puuteknillisen tutkimuslaitoksen julkaisuja, Helsinki 1937). Kuusen ja haavan tutkimuksista ei ole julkaistu aiemmin vielä mitään.

Kun ensimmäisen mäntytutkimuksen tarkoituksena oli m. m. selvitellä metsätyypin vaikutusta männyn ominaisuuksiin, otettiin koepuita kaikilta niiltä metsätyypeiltä, millä mänty yleensä kasvaa. Koska tämä vaikutus havaittiin verraten vähäiseksi ja sitä paitsi monet muut, samanaikaisesti vaikuttavat tekijät, kuten kasvualue ja metsikön tiheys, voivat sen kokonaan peittää ja kun lisäksi esillä olevan tutkimuksen lopullisena tarkoituksena on selvitellä vain meidän tärkeimpien puulajiemme keskimääräisiä mekaanis-teknillisiä ominaisuuksia ja niiden eroavaisuuksia maan eri osissa kasvaneissa puissa, on kuusi-, koivu- ja haapakoepuut otettu etupäässä vain niiltä metsätyypeiltä, jotka ovat kullekin puulajille luonteenomaisimmat. Tämä on voitu tehdä sitäkin suuremmalla syyllä, kun mainittujen puulajien kasvupaikan maanlaatu ei yleensä vaihtele niin paljon kuin männyn.

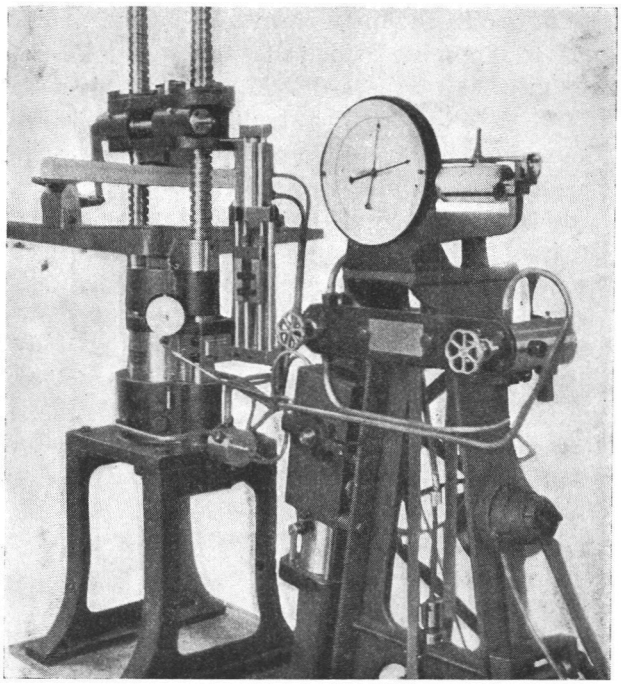
Koepuiksi on otettu luonnon-normaalisten metsiköiden valtapuita, tavallisimmin 7—8″ 6 m:n korkeudelta täyttävät ja jokaisesta koerungosta on otettu vain 6 m pitkä tyvikappale. Nämä tyvitukit kuljetettiin Helsinkiin Teknillisen Korkeakoulun Puuteknilliseen laboratorioon, jossa niistä valmistettiin koekappaleet ja jossa myös kokeet suoritettiin. Kun julkaisussa »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista» on jo tehty selkoa koekappaleiden valmistuksesta, ei tässä yhteydessä liene syytä sitä toistaa.

Koepuita on kaikkiaan eri paikkakunnilta ollut seuraavat määrät:
Test trees were taken in various localities as follows:

Mänty: — Pine:		
Tuusula, Ruotsinkylä — *Tuusula (South Finland)* ..	25	kpl — *trees*
Valkjärvi, Veikkola — *Valkjärvi (South-Eastern Finland)*	25	» »
Vilppula — *Vilppula (Middle Finland)*	20	» »
Lappi — *Lapland* (Kemijärvi, Rovaniemi, Kittilä, Salla)	60	» »
Riihimäki (sinistystutkimuksiin) — *Riihimäki* South *Finland (Blue Stained material)*	15	» »
	145	kpl — *trees*



Kuva 1. Koekeppien merkitseminen.
Plate 1. Marking of the test specimen beams.



Kuva 2. Alfred J. Amsler & Co:n valmistama 30 tonnin aineenkoetuskone.

Plate 2. Testing machine by Alfred J. Amsler & Co, 30 tonns.

Kuusi: — Spruce:			
Tuusula, Ruotsinkylä — *Tuusula (South Finland)* ..	20	kpl	— *trees*
Kajaani — *Kajaani (North-Eastern Finland)*	20	»	»
Rovaniemi — *Rovaniemi (Lapland)*	10	»	»
	50	kpl	— *trees*
Koivu: — Birch:			
Porvoo, Tolkkinen — *Porvoo (South Finland)*	20	kpl	— *trees*
Tuusula, Ruotsinkylä — *Tuusula (South Finland)* ..	10	»	»
Suonenjoki — *Suonenjoki (Middle Finland)*	20	»	»
Petäjävesi — *Petäjävesi (Middle Finland)*	18	»	»
Sonkajärvi — *Sonkajärvi (Eastern Middle Finland)* ..	10	»	»
Kajaani — *Kajaani (North-Eastern Finland)*	18	»	»
Kaltimo — *Kaltimo (Eastern Middle Finland)*	24	»	»
Rovaniemi — *Rovaniemi (Lapland)*	10	»	»
	130	kpl	— *trees*
Haapa: — Aspen:			
Viipuri	25	kpl	— *trees*

Koekappaleita valmistettiin ja kokeiltiin kaikkiaan seuraavat määrät:

Taulukko 1. **Koekappaleiden lukumäärä.**
Table 1. Quantity of test specimens.

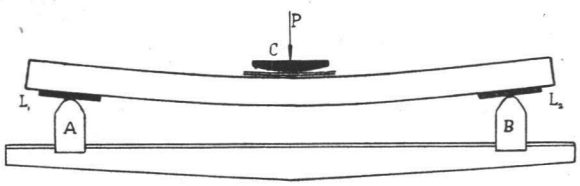
	Taivutus *Bending*	Puristus *Compression* ∥	Puristus *Compression* ⊥	Kovuus *Hardness*	Halkaisu *Cleavage*	Veto *Tension*	Lohkaisu *Shear*	Yhteensä *Total*
Männyt — *Pines* ..	1 102	2 779	1 133	1 302	1 498	1 502	846	10162
Kuuset — *Spruces* ..	186	493	308	338	351	344	393	2 413
Koivut — *Birches* ..	615	1 045	591	631	597	611	582	4 672
Haavat — *Aspen* ...	236	233	93	94	128	129	129	1 042
	2139	4 550	2 125	2 365	2 365	2 586	1 950	18 289

Jälempänä esitetyt männyn, kuusen ja koivun tilavuuspainon vaihtelua saman rungon eri osissa koskevat tulokset on saatu erillisestä tutkimusaineistosta.

Koko tutkimusaineisto jaettiin kahteen suunnilleen yhtä suureen osaan, joista toinen kokeiltiin tuoreena — kosteusprosentti yli 30 —, toinen ilmakuivana, kosteusprosentti $\simeq$ 12.

B. Tutkimuksen suorittaminen.

1. *Lujuuskokeet.*



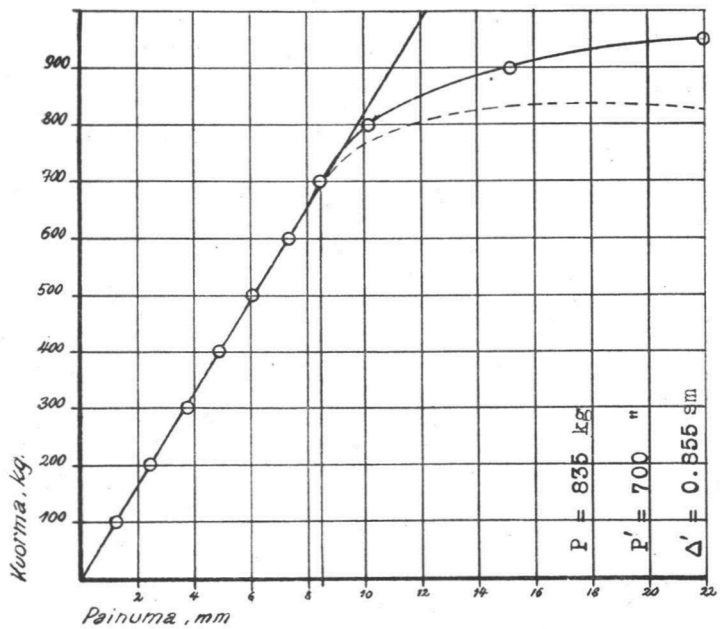
Kuva 3. Kaaviokuva taivutuskokeesta.
Ptate 3. Model picture for the bending test.

a. Taivutus. Koekappaleet valmistettiin mahdollisimman tarkoin mitoin 5 × 5 × 75 sm. Kuormitus oli standardikokeissa käytetty keskikohtakuormitus, ja tukipisteiden väli 70 sm. Koesauvan ytimen puoleinen sivu asetettiin aina ylöspäin. Koneen nopeus oli 2.6 mm/min.

Havaintojen välinen kuormaintervalli δP oli tuoreita koekappaleita kokeiltaessa 50 kg ja ilmakuivia kappaleita kokeiltaessa 100 kg. — Taivutus lopetettiin sen jälkeen, kun maksimi oli selvästi sivuutettu.

Kokeen jälkeen sahattiin koesauvasta eheäksi jääneestä, mutta mahdollisimman lähellä murtumakohtaa olevasta kohdasta n. 1 sm:n vahvuinen koepalanen, jota käytettiin vesipitoisuuden, tilavuuspainon, kesäpuuprosentin ja vuosilustojen vahvuuden määräämiseen.

Saaduista arvoista piirrettiin sopivia mittakaavoja käyttäen käyrät, abskissana painuma ja ordinaattana kuorma (kuva 4).



Kuva 4. Taivutuskäyrä.

Plate 4. Curve of elasticity in the bending test.

Jos merkitään:

P' = kuorma suhteellisuusrajalla
$\triangle'$ = taipuma »
P = kuorma murtorajalla
L = jänneväli
h = sauvan korkeus
b = sauvan leveys,

on suurin taivutusjännitys suhteellisuusrajalla

$$\sigma\ s.r. = \frac{1.5\ P'\,L}{bh^2}\ \text{kg/sm}^2,$$

suurin taivutusjännitys murtorajalla

$$\sigma\ max = \frac{1.5\ P\,L}{bh^2}\ \text{kg/sm}^2 \text{ ja}$$

suhteellisuuskerroin $E = \frac{P'\,L^3}{4\,bh^3\,\triangle^2} = \frac{L^3}{4\,bh^3}\ \frac{P'}{\triangle'}\ \text{kg/sm}^2$

Suhteellisuusrajaksi otettiin piirroksesta viimeinen suoralla alueella oleva havaintopiste, jonka jälkeen vastaava kuorma ja taipuma voitiin määritellä piirroksen avulla. Maksimikuorma saatiin suoraan koneen maksimiosoittajasta. Suhteellisuuskerrointa laskettaessa on käytetty tätä Amerikan ja Englannin laboratorioissa käytettyä kaavaa, jossa on se vika, että leikkausjännityksien vaikutus kimmokertoimen suuruuteen ei tule siinä huomioiduksi. Saadut suhteellisuuskertoimet ovat siitä syystä n. 10 % liian pieniä.

Tässä yhteydessä on mainittava eräs toinenkin seikka, joka vaikuttaa suhteellisuuskertoimeen taivutuskokeessa. Käytettäessä keskikohtakuormitusta, pusertuu koekappale kokeen aikana keskikohdaltaan jonkin verran kasaan suojalevyistä huolimatta (vrt. kuva 3), joten kappaleen korkeus h pienenee. Kun h:n mittaaminen kokeen aikana on työläs tehtävä, on käytetty sitä arvoa, joka on saatu ennen koetta suoritetussa mittauksessa ja kun kokoon puristaminen varsinkin tuoreita ja pehmeästä puulajista valmistettuja kappaleita kokeiltaessa saattaa olla melkoinen, ovat käytetyt h:n arvot liian suuria. Kun h on kaavassa vielä kolmannessa potenssissa, vaikuttaa sen vähäinenkin pieneneminen varsin tuntuvasti. Jos yhden mm:n kokoonpuristuminen vaikuttaa sen, että selostetulla tavalla saatu suhteellisuuskertoimen arvo tulee n. 6 % liian pieneksi. — Nämä molemmat virhelähteet on otettava huomioon vertailtaessa taivutuskokeessa saatua suhteellisuuskerrointa puristuskokeen suhteellisuuskertoimeen.

Lasketut lujuusarvot ja tilavuuspaino kokeen aikana sekä koesauvasta sahatusta pienestä koekappaleesta saadut kosteusprosentti, kesäpuuprosentti, tilavuuspaino absoluuttisen kuivana ja vuosilustojen paksuus

kirjoitettiin korttiin, johon vielä merkittiin muutkin koesauvaa koskevat tiedot. Jokaiselle koesauvalle tuli oma korttinsa. — Samanlainen kortti laadittiin kaikissa muissakin kokeissa kullekin koekappaleelle.

2 (Tutkimus N:o) CT (Metsätyyppi) 3 (Lähetys N:o) 9-C (Puu- ja pölkky N:o)

TAIVUTUS

652 (Laboratorion N:o) S_3 (Keppi N:o) 1 (Koe N:o)

Puulaji Mänty Päiväys 9/9 -32.

Kuivaus Uunikuiva Pintapuuta --- % Vuosilustoja sm:llä 9 Kp. 25 %

Pituus 75.00 Leveys 5.01 Korkeus 5.00 Paino 930 Kosteus 10 %

Til. paino		Kanto-	Murto-	Kimmo-				
Kokeen aikana	Kuivana	lujuus	lujuus	moduli				
0.50	0.48	587	780	112				

Vikoja

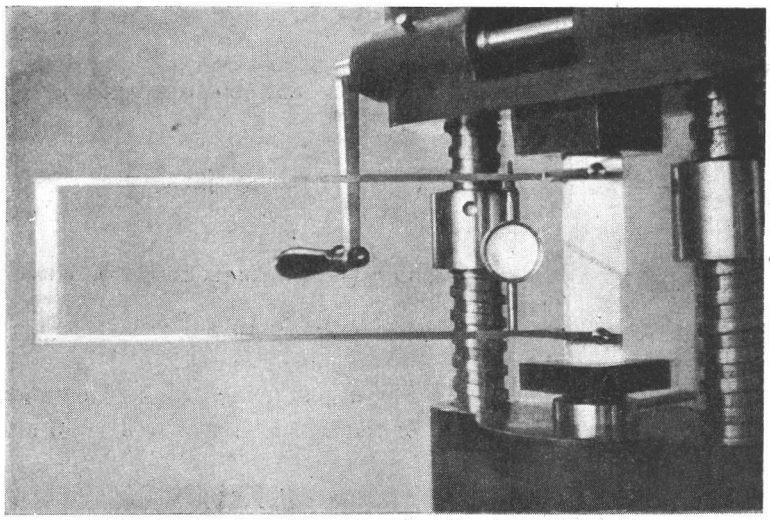
Murtuman laatu

Kuva 5. Taivutuksen koekappalekortti.

Plate 5. Test specimen card in the bending test.

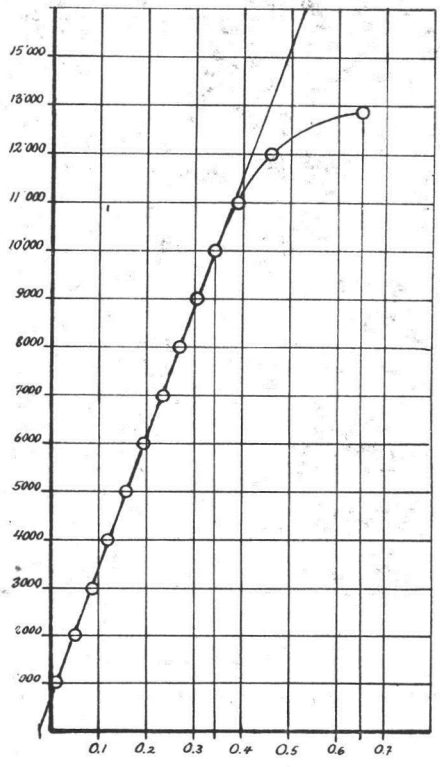
Koe- ja laskumenetelmistä aiheutuvia virhemahdollisuuksia on lähemmin tarkasteltu julkaisussa »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista», jonka vuoksi ne tässä yhteydessä sivuutetaan.

b. Puunsyiden suuntainen puristus. Koekappaleet, kooltaan $5 \times 5 \times 20$ sm, punnittiin, mitattiin ja kiinnitettiin mittarilaitteeseen (kuva 6) siten, että kärkiruuvien väli $d = 15$ sm. Koneen nopeus oli 0.8 mm/min. Havaintojen intervalli oli sekä tuoreilla että kuivilla koekappaleilla 500 kg.



Kuva 6. Puristus puunsyiden suuntaan.
Plate 6. Compression parallel to the grain.

Havaintojen perusteella piirrettiin käyrät kuten taivutuskokeessakin. Suhteellisuusrajaksi otettiin taas viimeinen suoralla alueella oleva havaintopiste, minkä jälkeen piirroksesta mitattiin P', P sekä puristuma $\triangle'$.



Kuva 7. Puristuskäyrä puunsyiden suuntaisessa puristuskokeessa.
Plate 7. Curve of elasticity in the compression experiment parallel to the grain.

Näiden arvojen avulla lasketaan

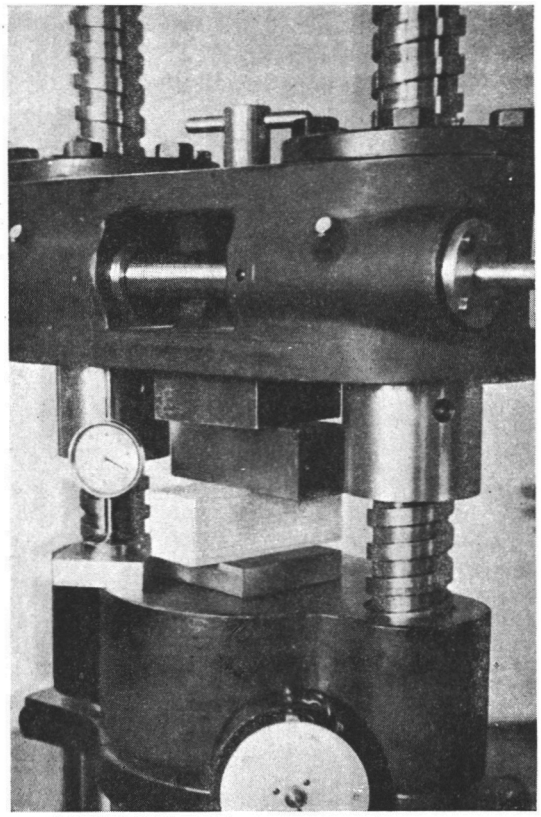
$$\sigma\ s.r. = \frac{P'}{bh}\ \text{kg/sm}^2 \text{ (jännitys suhteellisuusrajalla),}$$

$$\sigma\ max = \frac{P}{bh}\ \text{kg/sm}^2 \text{ (» murtorajalla) ja}$$

$$E = \frac{P'}{bh} \cdot \frac{d}{\triangle'}\ \text{kg/sm}^2 \text{ (suhteellisuuskerroin), jossa}$$

d = mittarin kärkien väli = 15 sm.

c. Puunsyiden suuntaa vastaan kohtisuora puristus. Koekappaleiden koko oli tässä kokeessa 5 × 5 × 15 sm. Koe



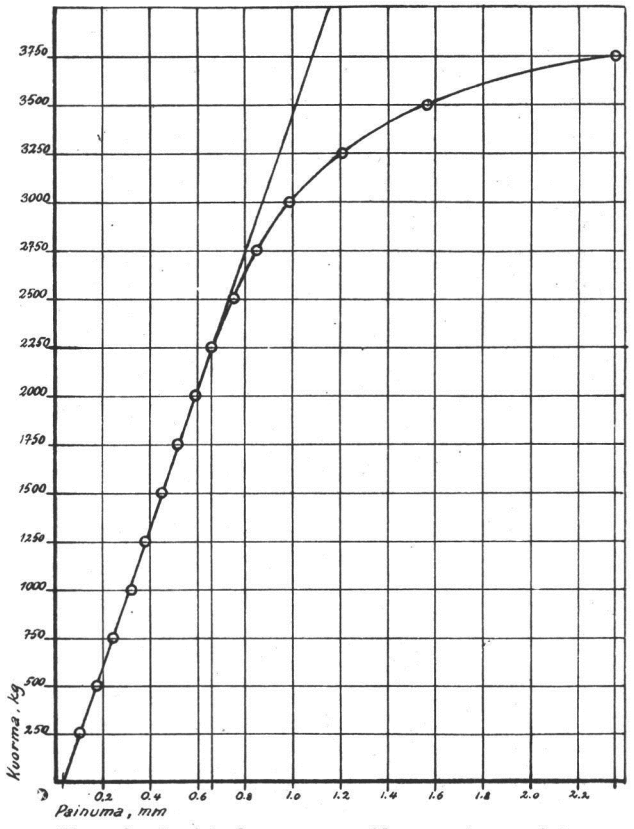
Kuva 8. Puristus kohtisuoraan puunsyiden suuntaa vastaan.

Plate 8. Compression perpendicular to the grain.

suoritettiin siten, että pitkällään olevan koekappaleen päälle, sen keskikohdalle poikittain, asetettiin teräksinen suuntaissärmiö, poikkipinnaltaan 5 × 5 sm, jota koneen avulla puristettiin koekappaletta vasten (kuva 8). Samoinkuin edellisessä kokeessa määrättiin vakinaisen alkukuormituksen (25 kg) jälkeen tasavälisiä kuorman arvoja vastaavat painumat; intervalli oli tuoreilla koekappaleilla 100 kg, kuivilla 250 kg. Yhdenmukaisuuden vuoksi asetettiin koekappale aina siten, että painuma syntyi sille sivulle, joka oli lähinnä säteen suuntainen (*R*—sivu).

Kokeessa on vaikea määrätä, milloin murtoraja on saavutettu, sillä kuorma kasvaa yleensä samalla kuin painuma. Kokeissa keskeytettiin puristus painuman △ ollessa 2.5 mm. Koneen nopeus oli 0.8 mm/min.

Havainnoista piirrettiin käyrät ja mitattiin P', $\triangle'$ sekä 2.5 mm painumaa vastaava kuorma.



Kuva 9. Puristuskäyrä puunsyiden suuntaa vastaan kohtisuorassa puristuskokeessa.

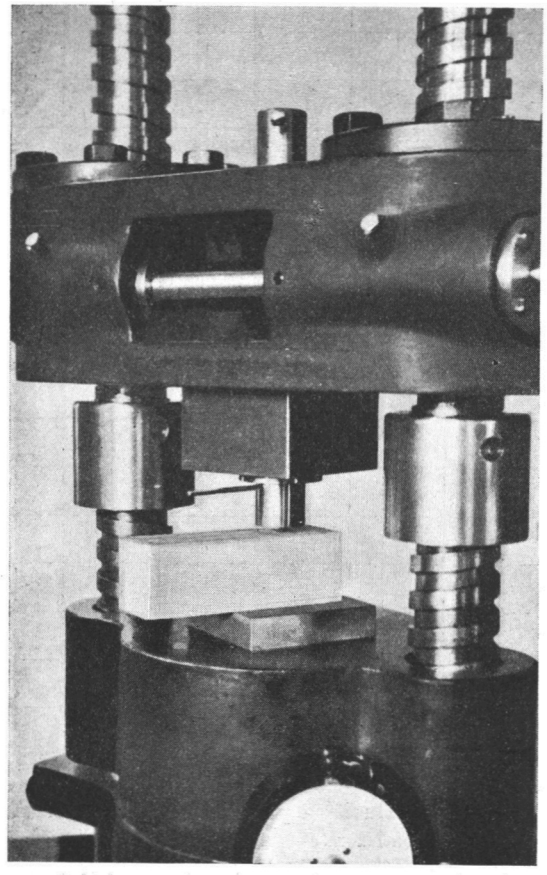
Plate 9. Curve of elasticity in the compression test perpendicular to the grain.

Jännitys suhteellisuusrajalla laskettiin kaavasta

$$\sigma s.r. = \frac{P'}{b_0 b}$$ ja kimmokerroin kaavasta

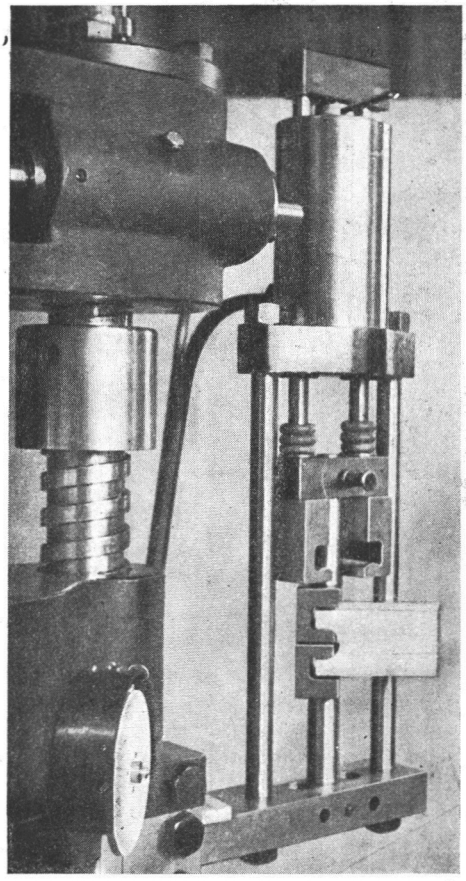
$$E = \frac{P' h}{b_0 b \triangle'}$$, jossa b_0 = puristavan suuntaissärmiön leveys = 5 sm, b = koekappaleen leveys, h = sen korkeus.

d. Kovuus. Kovuutta tutkittaessa käytettiin Brinell-Jankan menetelmää, jonka mukaan poikkileikkaukseltaan 1 sm²:n suuruinen teräskuula painetaan puuhun säteensä verran ja mitataan siihen tarvittava voima. Koekappaleen koko oli 5 × 5 × 15 sm. Teräskuulan painumia tehtiin yksi kumpaankin päähän ja kaksi sekä T- että R-sivulle. Tarvittava voima luettiin suoraan koneen maksimiosoittajasta (kuva 10). — Koneen nopeus oli 0.8 mm/min.



Kuva 10. Kovuuskoe.
Plate 10. Hardness test.

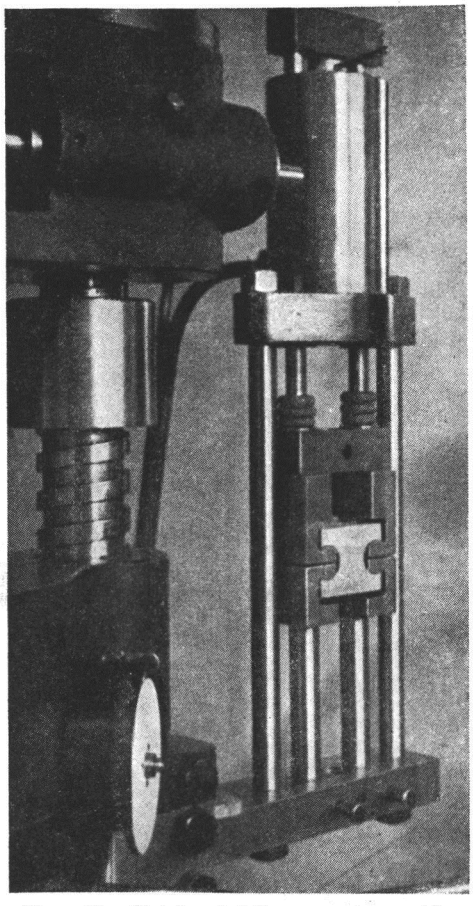
e. Halkaisu. Kokeet tehtiin kuvan 11 osoittamilla koekappaleilla, joiden poikkileikkauspinta oli 5 × 5 sm; loven pohjasta kappaleen päähän oli 7.5 sm. Puolet koekappaleista valmistettiin siten, että halkaisupinta oli vuosilustorenkaiden tangentin suuntainen, toinen puoli niin, että se oli säteen suuntainen. Koneen nopeus oli 6 mm/min.



Kuva 11. Halkaisukoe.
Plate 11. Cleavage test.

Kokeessa luetaan halkaisuun tarvittava voima koneen maksimiosoittajasta. Kun voima jaetaan halkaisupinnan leveydellä, joka mitattiin, saadaan halkaisuun tarvittava voima halkaisupinnan leveyssenttimetriä kohti.

f. Puunsyiden suuntaa vastaan kohtisuora veto. Koe tehtiin kuvan 12 osoittamalla tavalla. Koekappaleiden poikkileikkauspinta oli 5 × 5 sm. Lovien pohjien väli oli 2.5 sm. Koekappaleet valmis-



Kuva 12. Vetokoe kohtisuoraan puunsyiden suuntaa vastaan.
Plate 12. Tension test perpendicular to the grain.

tettiin siten, että toisessa puolessa kappaleiden määrästä lohkaisupinta oli vuosilustojen tangentin, toisessa puolessa säteen suuntainen. Koneen nopeus oli 6 mm/min.

Kokeessa otettiin selville koekappaleen puoliskojen toisistaan irti repäisemiseen tarvittavan voiman suuruus — se saadaan koneen maksimiosoittajasta — ja lasketaan se repäisypinnan pintayksikköä kohden.

g. Lohkaisu. Kokeissa käytettiin koekappaleita, joissa lohkaisupinnan laajuus oli 5 × 5 sm. Koekappaleet valmistettiin siten, että toisessa puolessa niiden määrästä lohkaisupinta oli vuosilustojen tangentin, toisessa puolessa säteen suuntainen. Koneen maksimiosoittajasta luettiin suoraan lohkaisuun tarvittava voima ja tämä jaettiin lohkaisupinnan alalla (sm^2:ssä). Koneen nopeus oli 0.8 mm/min:ssa.

C. Fysikaalisia ja rakenteellisia ominaisuuksia koskevat tutkimukset.

1. *Tilavuuspaino kokeen aikana ja puun ollessa absoluuttisen kuivana.*

Standardikokeiden yhteydessä otetaan selville myös koekappaleiden tilavuuspaino, mutta kun menettelytavat tässä ovat eri maissa olleet vielä erilaisia, lienee ensin syytä tarkastella näitä hiukan lähemmin.

Tilavuuspaino = paino/tilavuus, voidaan määritellä: 1) Paino absoluuttisen kuivana, tilavuus absoluuttisen kuivana; saksalaiset käyttävät täten saadusta tilavuuspainosta merkintää r_0 tai G_0/V_0, englanninkielisessä kirjallisuudessa siitä käytetään nimitystä: true specific gravity. 2) Paino absoluuttisen kuivana, tilavuus ilmakuivana (12 tai 15 %); saksalainen merkintä G_0/V_{15}. 3) Paino absoluuttisen kuivana, tilavuus puunsyiden kyllästymispisteen yläpuolella; saksalaiset käyttävät tälle nimitystä Raumdichtezahl ja merkitsevät sen R, englanninkielisessä kirjallisuudessa sitä sanotaan: appearant specific gravity. 4) Paino ilmakuivana (12 tai 15 %) tai siinä kosteusasteessa, mikä koekappaleella on kokeen aikana, tilavuus samoin.

Esillä olevassa tutkimuksessa on käytetty ensiksi mainittua tilavuuspainon määrittelemistapaa. Sen ohella merkittiin koekappalekortteihin myöskin menetelmän 4) mukainen tilavuuspaino, joka saatiin punnitsemalla ja mittaamalla kukin säännöllinen koekappale juuri ennen koetta. Tämä tilavuuspaino laskettiin etupäässä vain r_0:n kontrollointia varten.

Tilavuuspaino määrättiin n. 1 sm:n vahvuisesta palasesta, joka jokaisesta säännöllisestä koekappaleesta sahattiin heti suoritetun kokeen jälkeen mahdollisimman lähellä murtumakohtaa olevasta eheästä kohdasta. Samasta palasesta määrättiin myöskin kosteusprosentti kokeen aikana, kesäpuuprosentti sekä vuosilustojen paksuus.

Koekappaleen tilavuuden määrääminen absoluuttisen kuivana suoritettiin kolmeakin eri menettelytapaa noudattaen. Alussa käytettiin elohopeaksylometriä, mutta menetelmä osoittautui hitaaksi ja sen antamat tulokset olivat verraten epävarmoja. Siitä luovuttiinkin pian ja ruvettiin määräämään palasten tilavuus stereometrisesti, siis mittaamalla. Se antoi kyllä varmat tulokset, mutta oli suuritöinen sen johdosta, että koepalat oli kuivaamisen jälkeen muokattava jälleen säännöllisiksi, koska ne kuivauksessa olivat kutistuneet epäsäännöllisesti. Sitä paitsi kuivauksessa syntyneet halkeamat aiheuttivat virheitä. Tämäkin menetelmä hyljättiin ja otettiin käytäntöön vielä kolmas, joka osoittautui kaikin puolin hyväksi. Sen mukaan koepalat kuivattiin absoluuttisen kuiviksi ja punnittiin, jolloin saatiin paino kuivana. Tämän jälkeen palaset kastettiin sulaan parafiiniin, jolloin niiden pinnalle saatiin aivan ohut parafiinikerros ja palaset punnittiin sitten ensin ilmassa, sitten veteen upotettuina. Punnitustulosten erotus osoitti kappaleen tilavuutta vastaavissa mittayksiköissä.

2. *Vesipitoisuus kokeen aikana.*

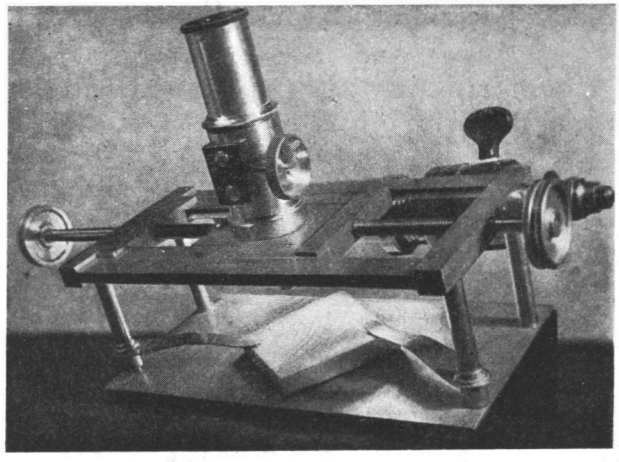
Vesipitoisuuden vaihtelut puun syiden kyllästymispisteen yläpuolella eivät vaikuta mitään puun lujuusominaisuuksiin, mutta sen sijaan tämän pisteen alapuolella kosteudella on hyvinkin huomattava vaikutus puun lujuuteen. Sen takia koekappaleiden vesipitoisuus kokeen aikana on tunnettava, edellisessä tapauksessa sen vuoksi, että voitaisiin olla varmat siitä, että kosteus todella on kyllästymispisteen yläpuolella, jälkimmäisessä tapauksessa taas, jotta lujuusarvot voitaisiin muuntaa samaa vesipitoisuutta vastaaviksi, sillä muutoin ne eivät ole keskenään vertailukelpoisia.

Kosteusprosentti kokeen aikana määrättiin samasta koepalasta kuin edellä selostettu tilavuuspainokin. Heti lujuuskokeen jälkeen sahattu koepalanen punnittiin ensin, kuivatettiin absoluuttisen kuivaksi ja punnittiin uudelleen. Punnitustulosten erotuksen ja kuivan painon perusteella laskettiin kosteusprosentti, joka on ilmaistu aina kuivapainosta laskettuna.

Epäsäännöllisistä halkaisu-, veto- ja lohkaisukoekappaleista ei otettu koepalasta kosteuden määräämistä varten. Niille merkittiin sen säännöllisen koekappaleen kosteusprosentti, joka oli otettu samasta rungosta lähinnä k. o. kappaletta.

3. *Kesäpuuprosentti.*

Kesäpuun suhteellinen runsaus vaikuttaa hyvinkin ratkaisevasti puun lujuusominaisuuksiin, joten esillä olevassa tutkimuksessa sekin on otettu



Kuva 13. Kevät- ja kesäpuun mittaukseen käytetty koje.
Plate 13. Apparatus used to measure springwood and summerwood.

huomioon havupuiden suhteen. Lehtipuissa on kesäpuuprosentin määrääminen useissa tapauksissa niin työlästä ja epävarmaa, että koivusta ja haavasta sitä ei ole yritettykään määritellä.

Kesäpuuprosentin määräämismenetelmät on jo selostettu julkaisussa »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista», jonka vuoksi ne tässä sivuutetaan.

D. Tulosten laskeminen ja käsittely.

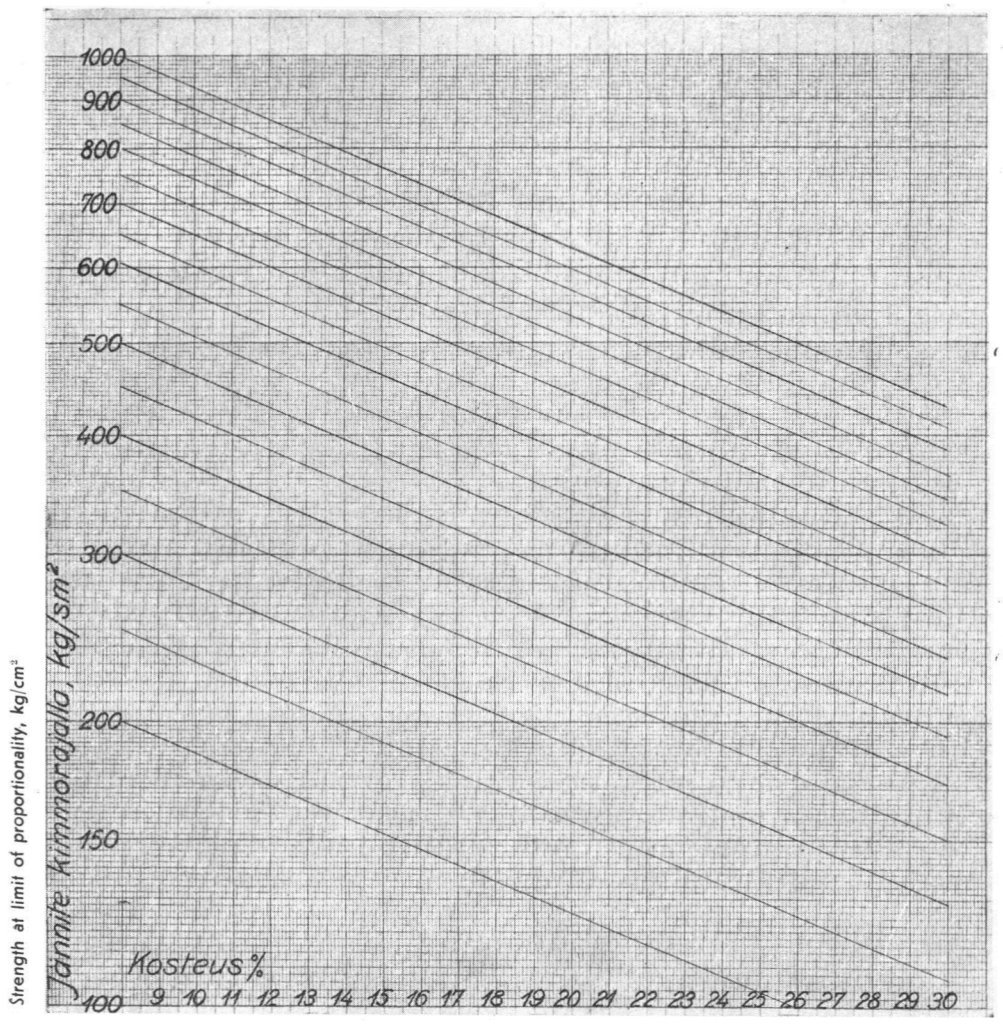
1. *Kosteusreduktio.*

Kahdesta puukappaleesta, jotka muutoin ovat kaikissa suhteissa aivan samanlaisia, kuivempi kappale on lujempaa kuin tuoreempi. Tämä lujuuden eroavaisuus ilmenee kuitenkin vain kosteuden vaihdellessa erään tietyn rajan alapuolella. Jos kosteus kohoaa tämän rajan yläpuolelle, sen vaihtelut eivät enää aiheuta mitään muutoksia lujuudessa. Rajan on havaittu olevan puunsyiden kyllästymispisteen kohdalla, joka meikäläisillä puulajeilla on 27—30 kosteusprosentin vaiheilla.

Kahta puukappaletta, joiden kosteus on puunsyiden kyllästymispisteen alapuolella, voi lujuusominaisuuksiltaan vertailla keskenään ainoastaan siinä tapauksessa, että kummankin kappaleen kosteus on aivan sama. Tämä edellytys on käytännössä kuitenkin vaikea toteuttaa. Sen takia lujuuden tutkimuksissa koekappaleet kuivataan vain niin lähelle sovittua kosteusprosenttia kuin mahdollista, määrätään kokeen aikainen kosteusprosentti ja lujuusarvot muunnetaan sitten samaa, sovittua kosteusprosenttia vastaaviksi. Tästä toimituksesta käytetään nimitystä »kosteusreduktio».

Kosteusreduktion suorittamisessa on käytetty lähinnä amerikkalaisen Madisonin laboratorion menetelmää. Sen mukaan kullekin lujuusarvolle on piirretty puolilogaritmiselle paperille suorat, joiden avulla tiettyä kosteusprosenttia vastaava lujuusarvo voidaan muuntaa mitä hyvänsä toista kosteusprosenttia vastaavaksi. Menetelmä kokonaisuudessaan on lähemmin selostettu julkaisussa »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista». — Näytteenä kosteusreduktiossa käytetystä piirroksesta on kuva 14.

Mitä lähempänä koekappaleen kosteus kokeen aikana on sitä kosteusastetta, mihin saadut arvot redusoidaan, sitä pienemmät redusoinnissa mahdollisesti syntyvät virheet ovat. Kun esillä olevan tutkimuksen alkuvaiheissa käytettiin keinollisesti kuivattuja koekappaleita, joissa kosteusprosentti oli verraten alhainen, redusoitiin kaikki kuivien koekappaleitten lujuusarvot 10 %:ia vastaaviksi. Näin on menetelty edellä jo monesti mainitussa julkaisussa. Myöhemmissä tutkimuksissa käytettiin ulkokuivia koekappaleita ja niiden yleensä hiukan korkeamman kosteuden takia se kosteusprosentti, johon lujuusarvot redusoitiin, muutettiin 12:ksi. Esillä olevassa tutkimuksessa on varhaisemmatkin, mukaan otetut arvot, redusoitu uudelleen tähän 12 kosteusprosenttiin.



Kuva 14. Kimmoraja taivutuskokeessa eri kosteusasteissa.

Plate 14. Limit of propartionality at varions moisture contents in bending test.

Tuoreilla koekappaleilla saatuja lujuusarvoja ei tarvitse redusoida ollenkaan, koska on pidetty huoli siitä, että niiden kosteusprosentti kokeen aikana ei missään tapauksessa ole ollut puunsyiden kyllästymispisteen alapuolella. Tähän varmuuteen on päästy siten, että koekappaleet ennen koetta on säilytetty veteen upotettuina.

2. *Tutkimusyksikkö ja keskiarvot.*

Männyn lujuustutkimuksen ensimmäisessä jaksossa tarkoituksena oli selvittää männyn lujuusominaisuuksien vaihtelua eri metsätyypeillä ja eri osissa maata. Sen vuoksi kultakin paikkakunnalta otettujen, eri metsätyypeillä kasvaneiden puiden koetuloksia käsiteltiin aina yhtenä ryhmänä, koko ryhmän keskiarvoja vertailtiin toisten ryhmien keskiarvoihin. Tulokseksi saatiin, että männyllä on ilmeisesti sekä ilmastoon että maanlaatuun nähden tietty optimi; jos jompikumpi tekijä muuttuu joko huonompaan tai parempaan päin, männyn lujuusominaisuudet huononevat. Kun maanlaadun ja ilmaston ohella vielä monet muutkin tekijät, kuten metsikön tiheys ja kehitysvaiheet, latvuskerros y. m. vaikuttavat puun ominaisuuksiin ja näiden kaikkien yhteisvaikutus on perin monimutkainen, päätettiin jatkotutkimuksissa koettaa selvitellä vain etupäässä kunkin puulajin keskimääräisiä ominaisuuksia ja sitä varten ottaa siksi suuri koeaineisto, että sen voidaan katsoa edustavan koko puulajia. Kun sitä paitsi varsinkin kuusen ja haavan kasvupaikat eivät maanlaatuun nähden yleensä vaihtele kovinkaan paljon, ei metsätyyppiin ole jatkotutkimuksissa enää kiinnitetty erikoista huomiota, vaan koepuut on otettu vain kunkin puulajin yleisimmiltä metsätyypeiltä ja kaikki samalta paikkakunnalta tulleet koepuut on yhdistetty yhdeksi ryhmäksi, yhdistäen eräissä tapauksissa vielä lähipaikkakuntienkin puut suuremmaksi ryhmäksi. Kun tuoreilla ja ilmakuivilla koekappaleilla saadut tulokset on käsiteltävä erikseen, on kukin ryhmä lopullisissa laskelmissa ollut jaettava kuitenkin kahteen osaan, tuoreisiin ja ilmakuiviin. Kesäpuuprosentti ja kuivatilavuuspaino on laskettu yhteisesti kunkin ryhmän sekä tuoreille että kuiville kappaleille. Varsinaisena tutkimusyksikkönä on näin ollen pidetty aina verraten laajalta alueelta otettuja kaikkia saman puulajin puita, jakaen ne vain kahteen ryhmään, tuoreisiin ja kuiviin.

Puun lujuustutkimuksia on enimmän suoritettu Yhdysvalloissa, jossa on tutkittu kaikkiaan 164 puulajin lujuus n. 6—700 000 koekappaleen avulla. Kun jonkin puulajin keskimääräisiä ominaisuuksia on haluttu selvitellä, on siellä menetelty siten, että kustakin puulajista on otettu koeaineistoksi 1—60 kpl 18-jalkaisia tyvipölkkyjä, niistä on valmistettu koekappaleita niin paljon kuin niitä on saatu ja kunkin lujuuskokeen koetuloksista on laskettu aritmeettinen keskiarvo, jota sitten on pidetty k. o. puulajin keskiarvona. Verraten suppealla alueella esiintyvistä ja taloudellisesti vähäarvoisista puulajeista on otettu vähemmän, laajalla alueella kasvavista ja taloudellisesti tärkeistä puulajeista on otettu taas runsaammin koepuita ja ne on koetettu saada mahdollisimman tasaisesti puulajin levenemisalueen eri osista. Julkaisuista ei käy tarkoin ilmi, ovatko kultakin paikkakunnalta otetut puut kaikki samanlaiselta metsätyypiltä, vai

kuuluuko samaan koepuuryhmään erilaisella maaperällä kasvaneita puita. Todennäköisintä kuitenkin on, että koepuut on otettu kullekin puulajille luonteenomaisimmilta metsätyypeiltä. Koepuut ovat olleet vallitsevan latvuskerroksen puita.

Tämä menetelmä on muodostettu ilmeisesti käytännöllisiä seikkoja silmällä pitäen, mutta täytyy sanoa, että se sisältää useita varsin huomattavia virhemahdollisuuksia, joista seuraavassa tarkastellaan muutamia:

1) Jonkin puulajin keskimääräiset lujuus- y. m. ominaisuudet voivat tosin antaa jonkinlaisen kuvan k. o. puulajista ja niiden avulla voidaan puulajia vertailla toisiin puulajeihin, mutta näin saatu kuva on epätäydellinen ja saatu vertailukin voi olla harhaan johtava ja sitä paitsi ominaisuuksien keskiarvolla sinänsä ei ole varsin suurta käytännöllistä merkitystä. Tämä johtuu etupäässä siitä, että samankin puulajin ominaisuudet vaihtelevat varsin paljon kasvualueen eri osissa, saman paikkakunnan erilaisilla metsätyypeillä, saman metsätyypin eri puuyksilöissä ja saman rungon eri osissa. Kun taas eri puulajien ominaisuuksien vaihtelut liikkuvat eri suurissa rajoissa, ei kaksi puulajia, joiden ominaisuuksien keskiarvo on sama, ole silti samanarvoisia ominaisuuksiltaan. Jos esim. kahdelle tällaiselle puulajille olisi määriteltävä sallittavat rasitukset, olisi sille, jonka ominaisuuksien vaihtelurajat ovat laveammat, tämä sallittu rasitus asetettava alemmaksi kuin sille, jonka ominaisuudet vaihtelevat vähemmän. Ominaisuuksien keskiarvojen lisäksi olisi sen vuoksi määriteltävä vielä vaihtelurajat, mutta niidenkin käyttökelpoisuus riippuu paljon siitä, miten etäällä keskiarvosta nuo vaihtelurajat ovat ja miten usein nuo äärimmäiset arvot esiintyvät, ts. miten ominaisuudet yleensä ovat ryhmittyneet keskiarvon kahden puolen.

Jos taas puulajin ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti koko kasvualueen eri osissa, ei yhteinen keskiarvo vastaa eri alueiden keskiarvoja ja sitä paitsi yhteinen keskiarvokin riippuu paljon siitä, miten runsaasti mikin alue on edustettuna koeaineistossa.

Se mitä edellä on sanottu eri kasvualueista, koskee myös niitä tapauksia, jolloin puulajin kasvupaikan maanlaatu vaihtelee paljon ja ominaisuudet eri maanlaaduilla kasvaneissa puissa ovat hyvin erilaiset.

2) Kun eri puulajien ominaisuudet vaihtelevat, toisten enemmän, toisten vähemmän, mutta kaikkien kuitenkin varsin huomattavasti, johtuu siitä suorastaan, että on hyvin uskallettua väittää muutamasta harvasta koepuusta saatujen koetulosten keskiarvojen vastaavan koko puulajin keskiarvoa, olivatpa nämä koepuut valitut miten huolellisesti hyvänsä. Miten suuren koeaineiston tulisi olla, jotta sen voitaisiin katsoa edustavan koko puulajia, on tietysti vaikea ratkaista, ja se riippuu siitäkin, miten paljon puulajin ominaisuudet yleensä vaihtelevat, mutta voidaan enemmittä perusteluitta väittää, että siihen ei riitä 2 tai 5 koepuuta, tuskin

10 tai 20:kään. Esillä olevassa tutkimuksessa on minimimääräksi otettu, tosin aivan mielivaltaisesti, 25 koepuuta.

3) Amerikkalaisissa samoin kuin esillä olevassa tutkimuksessakin koepuista on otettu vain 18′ (6 m) pitkä tyviosa, josta koekappaleet on valmistettu. Eri pituisista puista tulee tällöin kokeiltavaksi eri suuret osat rungosta ja kun ainakin muutamilla puulajeilla lujuus- y. m. ominaisuudet muuttuvat tyvestä latvaan päin siirryttäessä, voi tästäkin aiheutua virheitä. Esillä olevassa tutkimuksessa tämä virhemahdollisuus ei ole kuitenkaan varsin suuri, sillä kaikki koepuut olivat jotakuinkin saman kokoisia.

4) Ainakin muutamilla puulajeilla ominaisuudet muuttuvat ytimestä pintaan päin, joten eri kokoisten, mutta muuten samanlaisten runkojen ominaisuuksien keskiarvot voivat olla erilaisia. Samoin syntyy eroja, jos samanvahvuisistakin rungoista toisista koekappaleet ovat pääasiallisesti läheltä ydintä, toisista läheltä pintaa.

Edellä mainituista epäkohdista huolimatta seuraavassa on laskettu koetulosten keskiarvot kaikista k. o. puulajin koetuloksista, vaikkakin eri alueiden keskiarvot eroavat toisistaan joissakin tapauksissa verraten paljon. Tämä on tehty etupäässä sen vuoksi, että tuloksia voitaisiin vertailla Amerikassa ja muuallakin saman menetelmän mukaan suoritettujen tutkimusten tuloksiin ja jotta saataisiin meidän tärkeimpien puulajiemme ominaisuuksille jonkinlainen yleisindeksi, niin mahdoton ja yksityistapauksissa käyttökelvoton kuin tällainen edellä esitetyn perusteella onkin.

E. Tutkimusten tulokset.

1. *Keskiarvot.*

Kokeissa saatujen tulosten keskiarvot esitetään taulukossa 2. Ilmakuivien koekappaleiden lujuusarvot on redusoitu 12:a kosteusprosenttia vastaaviksi.

Taulukko 2. **Suomalaisen männyn, kuusen,**
Table 2. Strength and other values of

Puulaji ja kasvuseutu *Species of tree and forest region*	Kosteus % *Moisture, per cent*	Kesäpuu % *Summer wood, per cent*	Tilavuuspaino $r_0 \times 100$ *Specific gravity, $r_0 \times 100$*	Taivutus *Bending*			Puristus *Compression parallel to the grain*		
				Lujuus suhteellisuusrajalla kg/sm² *Strength at limit of proportionality, kg/cm²*	Lujuus murtorajalla kg/sm² *Strength at limit of rupture kg/cm²*	Kimmokerroin 1 000 kg/sm² *Modulus of elasticity, 1 000 kg/cm²*	Lujuus suhteellisuusrajalla kg/sm² *Strength at limit of proportionality, kg/cm²*	Lujuus murtorajalla kg/sm² *Strength at limit of rupture kg/cm²*	Kimmokerroin 1 000 kg/sm² *Modulus of elasticity 1 000 kg/cm²*
Mänty: — *Pine:*									
Etelä-Suomi — *South Finland* ...	30+	28.0	48.5	250	464	82	183	217	120
	12			493	810	119	373	464	131
Kaakkois-Suomi — *South-Eastern Finland*	30+	28.9	49.7	255	480	95	204	237	134
	12			555	890	149	403	505	149
Keski-Suomi — *Middle Finland* ..	30+	29.0	50.3	311	465	105	219	257	141
	12			595	963	145	425	520	160
Lappi — *Lapland* ..	30+	22.2	44.5	236	354	80	144	181	98
	12			483	771	105	319	411	105
Salla: — *Salla: (Lapland)*									
Männyt — *Pines* ...	12	16.7	44.7	480	805	114	330	450	128
Kelot — *Snags*	12	16.5	43.4	510	800	100	312	425	111
Sinistymättömät — *Clear specimens* ..	30+	—	45.1	218	433	98	155	199	111
Siniset — *Blue stained*	30+	—	44.7	231	423	98	146	190	114
Keskiarvot *Averages*	30+	27.0	48.4	263	441	90	188	223	124
	12			531	858	127	380	475	136
Kuusi — *Spruce:*									
Etelä-Suomi — *South Finland*	30+	13.9	45.5	268	450	141	185	224	135
	12			580	900	143	432	506	155
Kajaani — *Kajaani (North-Eastern Finland)*	30+	13.0	44.3	253	457	116	181	211	129
	12			510	890	143	405	450	153
Lappi — *Lapland* ..	30+	12.8	42.1	229	404	88	140	181	86
	12			410	780	125	325	400	115
Keskiarvot *Averages*	30+	13.2	44.5	250	437	114	169	205	117
	12			500	857	137	387	452	141
Koivu: — *Birch:*									
Etelä-Suomi — *South Finland* ...	30+	—	60.8	271	556	117	156	223	130
	12			577	1 130	157	399	576	174
Keski-Suomi — *Middle Finland* ..	30+	—	55.9	227	509	116	143	201	133
	12			512	1 005	144	333	493	160
Joensuu—Kajaani *Joensuu—Kajaani (Middle Eastern Finland)*	30+	—	58.3	267	552	126	166	224	142
	12			600	1 070	153	400	531	165
Lappi — *Lapland* ..	30+	—	58.5	255	498	112	142	202	125
	12			580	1 080	148	395	540	160
Keskiarvot *Averages*	30+	—	58.3	255	529	118	152	212	132
	12			567	1 071	151	382	535	165
Haapa: — *Aspen:*									
Kaakkois-Suomi — *South-Eastern Finland*	30+	—	45.1	221	479	105	142	193	115
	12			490	840	135	334	425	154

koivun ja haavan lujuus- y. m. arvoja.

Finnish pine, spruce, birch and aspen.

Puristus *Compression perpendicular to the grain*		Kovuus *Hardness*			Halkaisu *Cleavage*		Veto *Tension perpendicular to the grain*		Lohkaisu *Shear*		Laatuosamäärä murtorajalla *(Puristuslujuus) : r_0 Quality quotient (compression strength : specific gravity)*	
Lujuus suhteellisuusrajalla kg/sm² *Strength at limit of proportionality, kg/cm²*	Kimmokerroin 1 000 kg/sm² *Modulus of elasticity 1 000 kg/cm²*	R. kg/sm² *Radial kg/cm²*	T. kg/sm² *Tangential kg/cm²*	Päät kg/sm² *Ends kg/cm²*	R. kg/sm *Radial kg/cm*	T. kg/sm *Tangential kg/cm*	R. kg/sm² *Radial kg/cm²*	T. kg/sm² *Tangential kg/cm²*	R. kg/sm² *Radial kg/cm²*	T. kg/sm² *Tangential kg/cm²*		
23	2 375	168	185	192	31	33	18	20	—	—	447	
46	3 830	238	285	283	45	42	32	33	68	57	957	
26	2 614	177	190	201	31	31	20	22	—	—	474	
53	4 133	257	288	295	45	44	33	35	72	64	1 010	
29	2 220	199	208	201	36	32	23	22	—	—	490	
45	4 000	267	288	323	44	44	35	36	73	67	992	
22	1 898	147	162	159	34	33	20	20	—	—	399	
41	3 950	212	238	279	44	47	33	34	68	66	905	
49	4 000	218	242	295	45	41	37	37	65	60	1 007	Ei ole lasketun keskiarvoihin mukaan - *Not included in averages*
44	3 450	218	230	285	41	36	35	35	64	57	979	
21	1 875	152	164	163	34	34	20	20	41	40	441	
20	1 834	149	156	162	34	34	23	23	40	42	425	
25	2 276	173	186	188	33	32	20	21	—	—	454	
46	3 978	244	275	295	45	44	33	34	70	64	967	
21	1 630	148	146	184	33	31	21	24	42	43	491	
39	3 000	230	270	345	37	36	28	31	67	63	1 110	
16	1 770	154	171	163	33	34	19	23	46	46	476	
38	3 800	204	233	272	47	44	36	35	67	64	1 015	
16	1 720	160	159	163	33	33	21	25	46	45	430	
38	3 800	192	196	260	48	46	36	36	74	67	950	
18	1 707	154	159	170	33	33	20	24	45	45	466	
38	3 530	209	233	292	44	42	33	34	70	65	1 027	
23	2 430	279	297	275	54	57	36	42	51	58	367	
52	6 200	425	482	453	94	105	72	83	106	107	949	
22	1 882	246	264	268	49	43	34	38	45	51	360	
50	4 650	351	393	416	85	89	69	75	91	97	885	
23	2 160	261	282	265	52	56	34	37	50	56	384	
53	5 900	407	423	465	90	98	70	73	94	103	909	
22	2 130	259	293	236	50	62	37	41	47	50	346	
55	6 100	425	460	500	95	103	67	73	91	107	924	
23	2 151	261	284	261	51	55	35	40	48	54	364	
52	5 710	402	440	457	91	99	70	76	96	104	918	
17	1 500	194	202	232	40	48	29	35	40	47	429	
38	3 300	250	262	360	62	72	44	53	70	82	944	

Lujuusarvojen lisäksi on taulukkoon merkitty myös kesäpuuprosentti havupuista sekä kaikkien puulajien tilavuuspaino absoluuttisen kuivana G_0/V_0; viimeiseen sarekkeeseen on laskettu vielä n. s. Jankan laatuosamäärä, joka on saatu jakamalla puunsyiden suuntaisen puristusmurtolujuuden lukuarvo tilavuuspainon (G_0/V_0) lukuarvolla.

Männyn yleiskeskiarvoa laskettaessa ei ole otettu mukaan Sallan puita, sen vuoksi, että silloin Lapin heikot männyt olisivat tulleet suhteellisesti liian voimakkaasti edustetuiksi, ja yleiskeskiarvot olisivat aiheettomasti alentuneet. Kun sinistyneen männyn lujuustutkimuksissa oli käytettävä myös erikoisesti valittuja, hyötykasvuisia mäntyjä, joissa pintapuukerros oli mahdollisimman paksu, ja tällaisten mäntyjen lujuusominaisuudet ovat keskimäärää huonommat, ei näistäkään saatuja arvoja ole otettu mukaan yleiskeskiarvoa laskettaessa.

Vertailtaessa eri alueitten mäntyjen keskiarvoja voidaan tehdä sama huomio, mikä jo julkaisussa »Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista» esitettiin, nim. että Keski-Suomi on ilmeisesti männyn maantieteellistä optimialuetta. Etelä-Suomen männyt ovat keskimäärin heikompia, vielä heikompia ovat Lapin männyt.

Tämä havainto näyttää olevan ristiriidassa sen yleisesti vallalla olevan mielipiteen kanssa, että Lapin mänty on parempaa kuin Keski- ja Etelä-Suomen mänty. Ristiriitaa on kuitenkin ainoastaan sikäli kuin kysymys on lujuudesta, jota tavallinen puun käyttäjä ei ilman erikoistutkimuksia voi todeta. Sen sijaan niiden ominaisuuksien suhteen, jotka lähinnä kiinnittävät puun käyttäjän huomiota ja joista on helpoin tehdä johtopäätöksiä, mainittu käsitys kyllä on oikea. Lapin mänty on ohutlustoista, tasaaineista, pehmeätä ja siis helppoa työstää, se ei paisu, kutistu eikä kieroile niin pahasti kuin Keski- ja Etelä-Suomen mänty ja sopii sen vuoksi paremmin kaikenlaisiin rakennuspuusepän töihin. Sen lisäksi Lapin männyssä on yleensä runsaasti sydänpuuta, joten se on kestävää lahoamista vastaan, usein se on myös vähä- ja pienioksaista, mutta heikompaa ja keveämpää se on kuin mänty keskimäärin muualta Suomesta.

Kuusen kesäpuuprosentti, tilavuuspaino ja lujuusominaisuudet huononevat sangen säännöllisesti Etelä-Suomesta pohjoiseen päin siirryttäessä. Tämä seikka vahvistaa männyn suhteen esitettyä optimiteoriaa. Kuusen maantieteellinen optimialue on vain etelämpänä kuin männyn, aivan kuten on odotettavissakin, sillä kuusi on ilmeisesti mäntyä eteläisempi puulaji, samoin kuin se on kasvupaikan maanlaadunkin suhteen mäntyä vaateliaampi. Se seikka, että kuusen kasvualue Pohjois-Venäjällä ja -Siperiassa ulottuu kauemmaksi pohjoiseen kuin männyn, ei voi tätä väitettä kumota.

Koivun lujuudessa ja tilavuuspainossa ei ole havaittavissa yhtä selvää ja säännöllistä eroa eri alueilla kuin havupuissa. Tämän seikan ei kuitenkaan välttämättä tarvitse todistaa sitä, ettei koivulla olisi samanlaista optimialuetta kuin havupuilla, vaan näennäiset säännöttömyydet voivat hyvinkin johtua koeaineiston sekalaisuudesta.

Ryhdyttäessä tutkimaan koivun lujuusominaisuuksia oli alun perin tarkoituksena pitää hies- ja rauduskoivut erillään. V. 1937 julkaistussa ennakkotiedoituksessa »Koivun lujuusominaisuuksista» lujuus- y. m. arvot onkin laskettu erikseen »etelä-suomalaiselle viitakoivulle» (raudus-) ja »keski-suomalaiselle ahokoivulle» (hies-) ja edellinen on havaittu useimmilta ominaisuuksiltaan paremmaksi. Sitten kun tutkimusainesitoa kerättiin lisää, havaittiin että varsinkin Keski-Suomessa nämä molemmat koivulajit olivat niin sekaantuneet keskenään, että useimmista puista oli sangen vaikea päätellä, kumpaanko lajiin se kuului, selviä tapauksia oli ani harvoin. Kun tutkimuksen päätarkoituksena ei suinkaan ollut tutkia nimenomaan hies- ja rauduskoivun, vaan sellaisten koivujen ominaisuuksia, joita metsässä todella kasvaa, täytyi näiden eri lajien erillään pitäminen hyljätä. Sitä paitsi eräissä tapauksissa jouduttiin koepuita ottamaan myöskin talven aikana, jolloin lajien erottaminen oli vieläkin vaikeampaa ja epävarmempaa.

Etelä-Suomen koepuut olivat puhtaita rauduskoivuja ja niistä saadut lujuusarvot ovatkin yleensä muita parempia. Keski-Suomen puut olivat melkoisen sekalaisia, mutta paljon oli jotakuinkin selviä hieskoivujakin. Tämän ryhmän keskiarvot ovatkin muita alempia. Kajaanin seuduilla ja varsinkin Rovaniemen seuduilla koivut ovat yleensä jo siksi vikanaisia, että sieltä otetuissa koepuissa täytyi käyttää varsin ankaraa valintaa, jotta puista olisi saatu edes jonkin verran kelvollisia koekappaleita. Näiden ryhmien koivuista saadut verraten korkeat keskiarvot johtuvat varmaankin huomattavalta osalta tästä koepuiden tarkasta valinnasta. Rovaniemeltä saatua koeaineistoa ei pienuutensakaan takia voitane pitää Pohjois-Suomen koivuja täysin edustavana.

Haapoja on vain yhdeltä paikkakunnalta, joten edellisen kaltaisia vertailuja niiden suhteen ei voida tehdä.

Vertailtaessa eri puulajejamme keskenään, voidaan tehdä ensinnäkin se havainto, että useimmilta lujuusominaisuuksiltaan koivu ei ole suinkaan niin ylivoimainen muiden puulajiemme rinnalla kuin yleensä luultaneen. Ainoastaan halkaisu-, veto- ja lohkaisulujuus sekä varsinkin kovuus on koivulla huomattavasti suurempi kuin muilla puulajeilla ja näistä ominaisuuksista etupäässä johtuukin se, että koivua pidetään muita puulajeja parempana eräisiin käyttötarkoituksiin, kuten esim. huone-, talous-, ajo-, maanviljelys- y. m. kaluiksi.

2. *Jankan laatuosamäärä.*

Taulukkoon 2 on laskettu myös puunsyiden suuntaisen puristuslujuuden suhde tilavuuspainoon (= n. s. Jankan laatuosamäärä). Tämä osamäärä antaa jonkinlaisen kuvan siitä, miten lujaa puu on painoonsa verrattuna, seikka mikä esim. lentokoneiden rakennuksessa on tärkeä.

Laatuosamäärän perusteella luokitettuna meidän puulajimme ovat seuraavassa arvojärjestyksessä parhaasta huonoimpaan: kuusi, mänty, haapa ja koivu. Vaikka siis koivu absoluuttisilta lujuusominaisuuksiltaan on meidän tavallisista puulajeistamme paras, sen tilavuuspaino on siksi suuri, että laatuosamääränsä perusteella se jää viimekseksi. Varsinkin tuoreen koivun laatuosamäärä on kovin alhainen.

Koska kuusi on painoonsa verrattuna meidän lujin puulajimme, olisi se tämän perusteella paras sellaisiin tarkoituksiin, missä lujuuden ohella keveys tulee erikoisesti kysymykseen, kuten esim. lentokoneiden rakennuksessa. Monet muut seikat vaikuttavat kuitenkin siihen, että meidän kuustamme ei ole käytetty mainittuun tarkoitukseen; pahimpana haittana lienee se, että kuusesta on vaikea saada niin pitkiä, oksattomia ja muuten virheettömiä salkoja kuin lentokoneiden rakennuksessa usein tarvitaan.

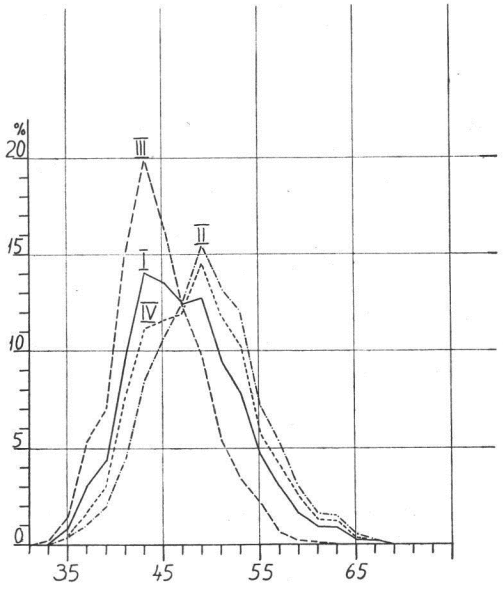
F. Lujuus- y. m. arvojen hajonta.

Kun samankin puulajin eri ominaisuudet vaihtelevat sangen paljon, saattaa kukin yksityinen havainto poiketa koko lajin keskiarvosta huomattavasti, ja yhden tai muutaman harvan havainnon perusteella ei vielä voida tehdä mitään varmoja johtopäätöksiä k. o. ominaisuudesta. Jos havaintoja on runsaasti, niistä saadut arvot ryhmitellään sopivasti ja näin saatuja luokkia tarkastellaan, havaitaan, että se luokka, jossa useimmat arvot ovat, on aivan lähellä kaikkien havaintojen keskiarvoa ja mitä kauempana keskiarvosta luokka on, sitä vähemmän siinä on havaintoja. Asetettaessa saadut arvot ko-ordinaatistoon, jonka vaakasuoralle akselille on merkitty k. o. ominaisuuden vaihtelu ja pystysuoralle eri havaintoluokkien suuruus, saadaan n. s. frekvenssikäyrä.

Mitä runsaampi ja paremmin valittu koeaineisto on, sitä säännöllisempi frekvenssikäyrä saadaan. Kun näin on asian laita, voidaan frekvenssikäyrän muodosta ja säännöllisyydestä päätellä, miten hyvin k. o. ominaisuutta edustava ja miten yhtenäinen käytetty koeaineisto on, ja näin ollen voidaan myös tehdä johtopäätöksiä koeaineiston riittävyydestä ja tulosten luotettavuudesta.

Seuraavassa tarkastellaan esillä olevassa tutkimuksessa käytettyjä koeaineistoja ja saatuja tuloksia frekvenssikäyrien avulla. Koska lujuusarvot jakaantuvat niin monen eri lujuuslaadun osalle, että havainnot kussakin

ryhmässä ovat verraten harvalukuiset, käytetään näissä tarkasteluissa tilavuuspainoarvoja, koska niitä on runsaimmin ja tilavuuspaino puolestaan varsin hyvin kuvaa myös lujuutta.



Kuva 15. Männyn tilavuuspainon vaihtelu.
Plate 15. Variation of specific gravity in pine.

Kun graafisesti esitetään kaikkien männyn tilavuuspainoarvojen, yhteensä 5 217 havaintoa, jakaantuminen, saadaan kuvassa 15 oleva murtoviiva I. Sitä tarkasteltaessa havaitaan ensinnäkin, että hajonta on kovin suuri: koeaineistossa männyn tilavuuspaino vaihteli 0.32:sta 0.68:aan. Tosin yli 5 000:sta havainnosta ainoastaan 2 sattui mainittuun alimpaan luokkaan, sama määrä myös ylimpään luokkaan. Mutta muutenkin koko murtoviivan mataluus ja yläosastaan leveys osoittaa, että k. o. ominaisuus yleensäkin vaihtelee paljon. Sitä paitsi viivalla on kaksi huippua, mikä antaa aiheen epäillä, että aineistoon sisältyy kaksi erilaista ryhmää. Näin onkin selvästi asian laita, sillä tarkasteltaessa eri ryhmien tilavuuspainoja taulukosta 2, havaitaan, että kaikkien Lapin mäntyjen sekä sinistymiskokeisiin käytettyjen Etelä-Suomen hyötykasvuisten mäntyjen tilavuuspainot eroavat huomattavasti päätutkimukseen käytettyjen Etelä-, Kaakkois- ja Keski-Suomen mäntyjen tilavuuspainosta. Jos näille kummallekin ryhmälle piirretään oma jakaantumiskäyrä — oikeammin murtoviiva — saadaan kuvassa 15 esitetyt viivat II ja III. Niistä varsinkin vasemman-

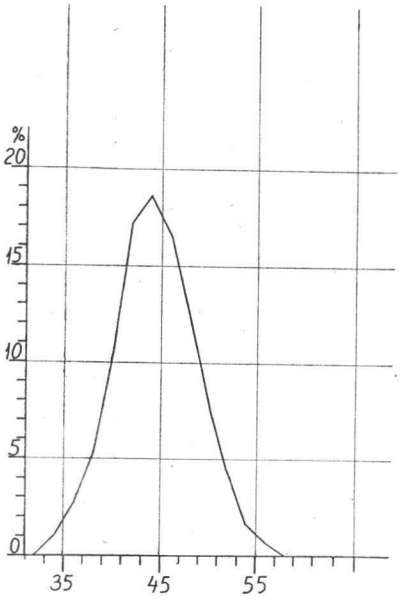
puoleinen, kevyen ryhmän tilavuuspainon jakaantumista kuvaava, on jo aivan erilainen kuin murtoviiva I, säännöllinen, kapea ja korkea, joka todistaa k. o. ryhmän yhtenäisyyttä. Painavamman ryhmän oikeanpuoleinen viiva on sekin huomattavasti paremman muotoinen ja säännöllisempi kuin kaikkien mäntyjen yhteinen viiva, mutta on siinäkin vielä epäsäännöllisyyksiä ja sitä paitsi se on verraten leveä ja matala. Tämä johtuu epäilemättä siitä, että koeaineistoon kuului hyvin erilaisilla metsätyypeillä kasvaneita puita.

Taulukossa 2 männyn tilavuuspainon yleiskeskiarvo on laskettu Suomen eteläpuoliskon sekä Rovaniemen puista. Jos tämän aineiston tilavuuspainon jakaantumiskäyrä piirretään, saadaan kuvassa 15 esitetty viiva IV. Sen vasemmanpuoleinen puolisko on leveä ja siinä on paha mutka, epäilemättä Rovaniemen puiden vaikutuksesta.

Mainittu mutka osoittaa puutteellisuutta k. o:ssa koeaineistoryhmässä. Mutta sellainenhan siinä selvästi onkin. Aineistossa ei ole lainkaan edustettuna puita Vilppulan ja Rovaniemen väliseltä alueelta, joten siinä on varsin laaja aukko. Kun kaiken todennäköisyyden mukaan tällä alueella kasvaneiden mäntyjen tilavuuspainon keskiarvot asettuisivat 0.43:n ja 0.49:n välille, oikenisi k. o. mutka, jos koeaineistossa olisi ollut puita myöskin mainitulta alueelta ja samalla huippu siirtyisi jonkin verran vasemmalle päin. Tämä osoittaa myös, että taulukossa 2 saatu koko maan yleiskeskiarvo 0.484 on ilmeisesti jonkin verran liian suuri. Koko aineiston yhteisen jakaantumiskäyrän (kuva 15, I) perusteella voisi olettaa, että suomalaisen männyn tilavuuspainon yleiskeskiarvon pitäisi olla 0.47:n vaiheilla. — Koska puun ominaisuuksiin vaikuttavat vielä muutkin seikat kuin kasvupaikan maantieteellinen asema, voidaan yllä esitetyn yleiskeskiarvon suhteen tehdä vielä muitakin korjauksia, kuten jälempänä selviää.

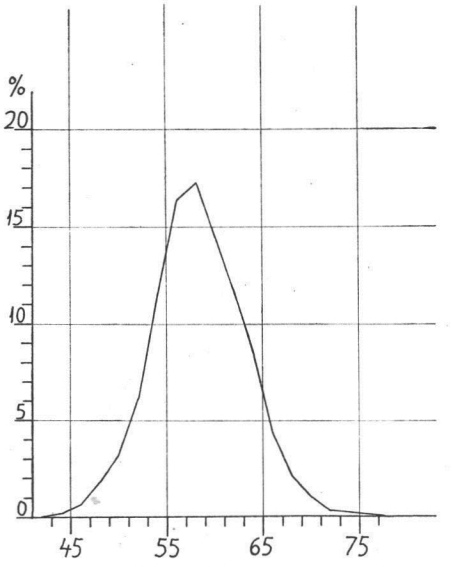
Edellä esitetystä ilmenee, että koeaineiston runsaus sinänsä ei anna vielä takeita siitä, että saadut tulokset ovat ehdottoman päteviä, vaan koeaineiston oikea valinta vaikuttaa tuloksiin myöskin sangen huomattavasti.

Kuusen tilavuuspainon jakaantumista osoittaa kuvassa 16 esitetty murtoviiva, jonka muodostama keila on harvinaisen säännöllinen, suippo ja alaosastaankin verraten suppea. Tähän on vaikuttanut, paitsi sitä, että kuusen ominaisuuksien on yleensä, — muissakin maissa suoritettujen tutkimusten mukaan, — todettu vaihtelevan paljon vähemmän kuin männyn, myöskin se, että käytetty koeaineisto on vain niiltä harvoilta metsätyypeiltä, millä kuusi yleisimmin esiintyy, siis MT ja OMT:ltä. Kun kuusen tilavuuspaino myöskin saman rungon eri osissa on verraten samanlainen, joten sekään seikka, että kaikki koekappaleet ovat rungon tyvi-



Kuva 16. Kuusen tilavuuspainon vaihtelu.

Plate 16. Variation of specific gravity in spruce.



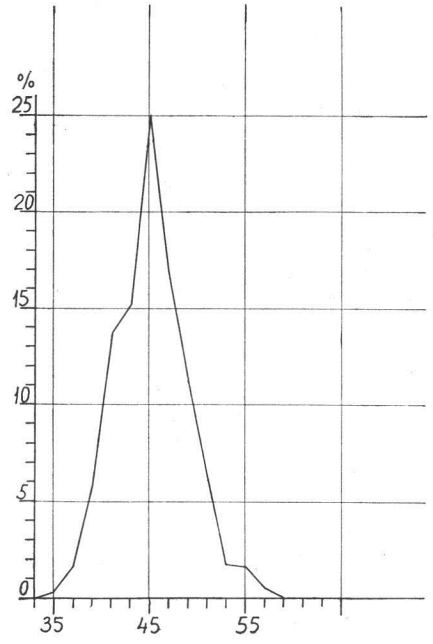
Kuva 17. Koivun tilavuuspainon vaihtelu.

Plate 17. Variation of specific gravity in birch.

osasta, ei vaikuta asiaan, on saatuja tuloksia pidettävä suomalaista kuusta varsin hyvin edustavina.

Koivun tilavuuspainon jakaantumista esittää kuvassa 17 oleva murtoviiva. Sen muodostama keila on verraten säännöllinen ja kapea, ainoastaan alaosastaan se leviää huomattavasti, mikä osoittaa koivun tilavuuspainossa esiintyvän hyvinkin kaukana keskiarvosta olevia haja-arvoja, joskin ne ovat verraten harvalukuisia. Koko koeaineisto, yht. 2 809 koekappaletta, edustaa suomalaista koivua ilmeisestikin verraten hyvin.

Haavan tilavuuspainon jakaantumista osoittavan murtoviivan (kuva 18) muodostama keila on harvinaisen korkea ja suippo, johon osaltaan vaikuttaa sekin, että koeaineisto on vain yhdeltä paikkakunnalta. Muutamat pienet epäsäännöllisyydet murtoviivassa johtuvat ilmeisestikin havaintojen verraten pienestä lukumäärästä (655 kpl). Miten tulos edustaa suomalaisen haavan keskiarvoa yleensä, on tietysti mahdoton sanoa, mutta on syytä olettaa, että maan eri osissa kasvaneiden haapojen ominaisuudet eivät varsin paljon vaihtele.

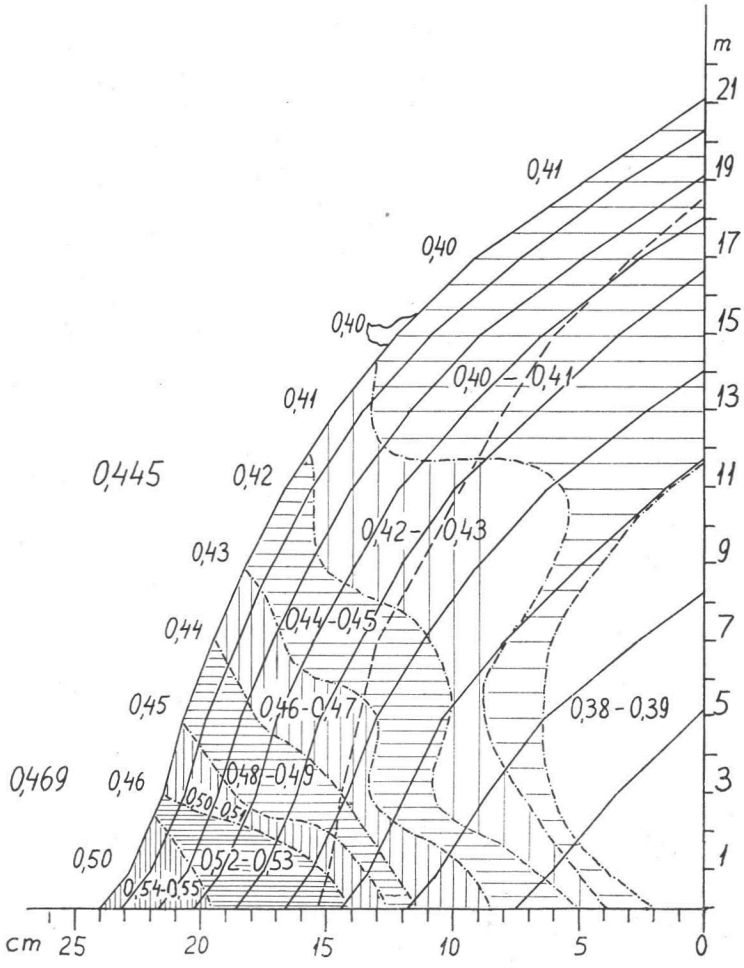


Kuva 18. Haavan tilavuuspainon vaihtelu.
Plate 18. Variation of specific gravity in aspen.

G. Tilavuuspainon vaihtelu saman rungon eri osissa.

Edellä on mainittu, että saman rungon eri osissakin tilavuuspaino vaihtelee usein melkoisesti. Seuraavassa tarkastellaan tässä suhteessa ensin mäntyä, josta on runsain koeaineisto.

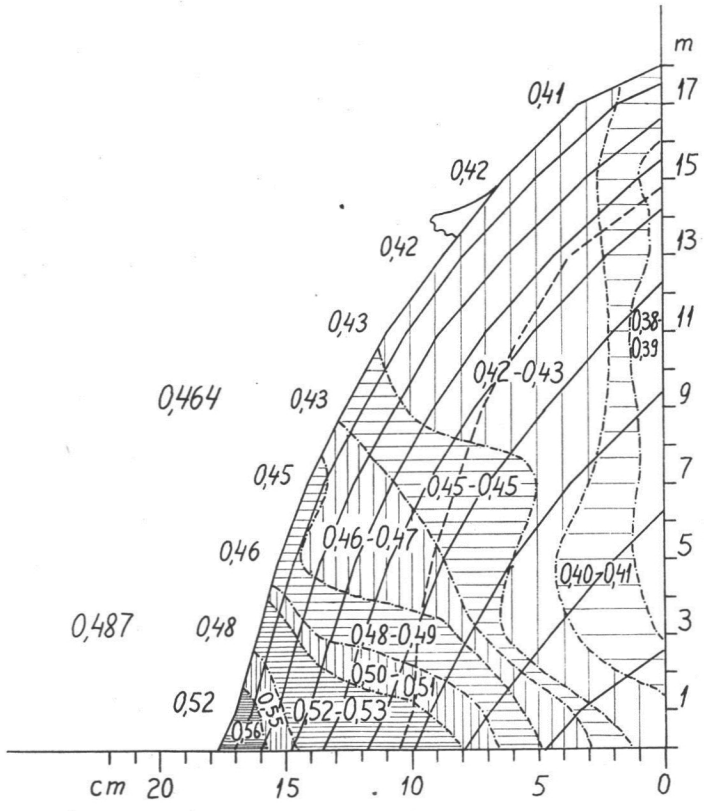
Koepuut otettiin erityisesti tähän tarkoitukseen. Niitä oli kaikkiaan 145 kpl luonnonnormaalisista puolukkatyypillä kasvaneista mäntymetsistä Korkeakoskelta, Vilppulasta ja Valkjärveltä. Jokaisesta koepuusta sahattiin koekiekot 1, 3, 5, 7 ..... m:n etäisyydeltä tyvileikkauksesta, näistä sahattiin N—S-suunnassa parin sm:n levyinen kappale, johon sekä N- että S-puolelle merkittiin pinnasta lähtien 10-vuotiskausien rajat. Näiden avulla kustakin koepuusta piirrettiin runkoanalyysi N- ja S-puolien keskiarvoa käyttäen. Sen jälkeen sahattiin kappaleista kutakin 10-vuotiskautta vastaava kasvu erilleen ja näiden palasien tilavuuspaino (G_0/V_0) määrättiin ja tulokset, taaskin N- ja S-palasten keskiarvona, merkittiin vastaaviin kohtiin runkoanalyysipiirroksiin. Eri ikäluokkien ja eri latvuskerrosten puista laskettiin vielä keskiarvot. Kuvissa 19—22 esitetyt runkoanalyysipiirrokset esittävät tällaisia keskiarvoja 90-vuotisista puista.



Kuva 19. I:n latvuskerroksen 90 vuotisten mäntyjen tilavuuspainon vaihtelu rungon eri osissa. Koko rungon punnittu keskiarvo 0.445, 6 m pitkän tyviosan punnittu keskiarvo 0.469.

Plate 19. Variation of specific gravity in pine of Ist crown class and 90 years age in various parts of the trunk. Weighed average in the whole trunk 0.445, in the 6 m long butt end 0.469.

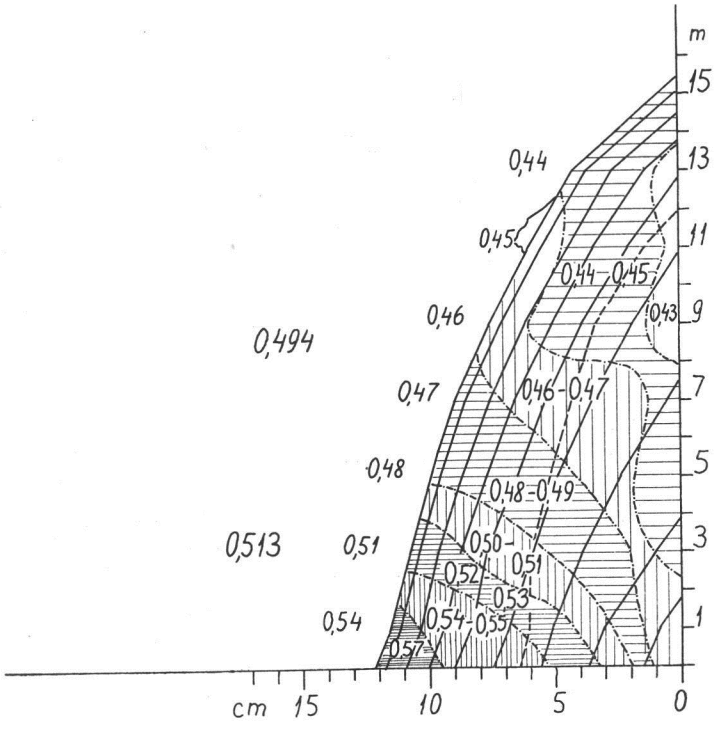
Piirroksia tarkastettaessa voidaan tehdä ensinnäkin se huomio, että tilavuuspaino kasvaa ytimestä pintaan päin siirryttäessä, alussa verraten nopeasti, sitten hitaammin. Yleisenä ilmiönä ainakin luonnonvaraisissa metsissä kasvaneissa männyissä voidaan pitää sitä, että puun ensimmäisinä 40—60 ikävuosina tilavuuspaino kasvaa nopeasti, pysyäkseen sen jälkeen verraten tasaisena. Jos kasvuolosuhteissa tapahtuisi äkkinäisiä ja suuria muutoksia, toimitettaisiin esim. ankara apuharvennus, voisi se tietenkin vaikuttaa myös tämän muutoksen jälkeen muodostuvan puuaineksen tilavuuspainoon.



Kuva 20. II:n latvuskerroksen 90 vuotisten mäntyjen tilavuuspainon vaihtelu rungon eri osissa. Koko rungon punnittu keskiarvo 0.464, 6 m pitkän tyviosan punnittu keskiarvo 0.487.

Plate 20. Variation of specific gravity in pine of IInd crown class and 90 years age in various parts of the trunk. Weighed average in the whole trunk 0.464, in the 6 m long butt end 0.487.

Ensimmäisen latvuskerroksen mäntyjä kuvaavasta piirroksesta 19 havaitaan, että kasvu puun taimi- ja vesaiällä on ollut erittäin nopea. Puut ovat tällä iällään olleet väljässä kasvutilassa tai muuten edullisessa asennossa ja päässeet naapureistaan niin paljon kasvussa edelle, että niistä on myöhemmin kehittynyt I. latvuskerroksen puita. Mutta tämä nopea kasvu on tapahtunut muodostuneen puuaineksen laadun kustannuksella: siitä on tullut erittäin kevyttä ja siis myös heikkoa. Myöhemmällä iällä on kasvu hidastunut, ja samalla on muodostuneen puuaineksen tilavuuspaino lisääntynyt, alussa nopeammin, myöhemmin hitaammin. Noin 40—60 viimeisen vuosiluston puuaineessa ei enää sanottavaa painon lisäystä ole havaittavissa, vaan se on pysynyt jotakuinkin tasaisena.

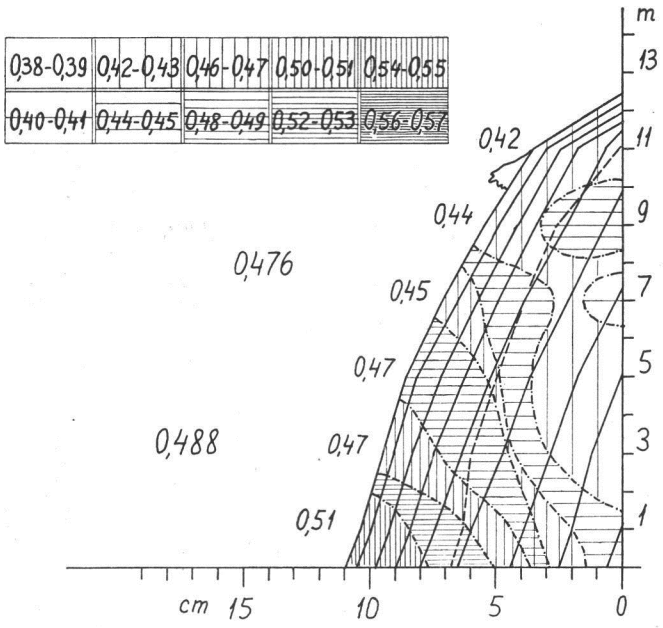


Kuva 21. III:n latvuskerroksen 90 vuotisten mäntyjen tilavuuspainon vaihtelu rungon eri osissa. Koko rungon punnittu keskiarvo 0.494, 6 m pitkän tyviosan punnittu keskiarvo 0.513.

Plate 21. Variation of specific gravity in pine of IIId crown class and 90 years age in various parts of the trunk. Weighed average in the whole trunk 0.494, in the 6 m long butt end 0.513.

Muiden latvuskerrosten puiden runkoanalyysipiirroksissa havaitaan, että puut nuorina ovat kasvaneet paljon hitaammin, sitä hitaammin, mitä syrjäytetympi latvuskerros on kysymyksessä. Mutta rungon sisäosan tilavuuspaino eri latvuskerrosten puissa ei ole aivan samassa suhteessa kuin kasvunopeus, neljäs latvuskerros tekee nim. poikkeuksen. Vaikka siinä rungon sisäosa on vielä hitaampikasvuista kuin kolmannen luokan puissa, on muodostuneen puuaineksen tilavuuspaino kuitenkin pienempi. Tämä vahvistaa sitä jo ennen esitettyä väitettä, että männyllä on kasvunopeuteensakin nähden tietty optimi, jossa tiivein, raskain puu muodostuu. Jos kasvunopeus hidastuu tai kiihtyy tästä optimista, muodostuu löysempää, keveämpää puuainesta. Tämä optimi on eri latvuskerrosten puilla eri ikäkausina, kuten jälempänä vielä todetaan.

Piirroksista ilmenee edelleen, että eri latvuskerrosten puiden ulommaisten vuosilustojen tilavuuspainot ovat suunnilleen samanlaiset. Koska eri



Kuva 22. IV:n latvuskerroksen 90 vuotisten mäntyjen tilavuuspainon vaihtelu rungon eri osissa. Koko rungon punnittu keskiarvo 0.476, 6 m pitkän tyviosan punnittu keskiarvo 0.488.

Plate 22. Variation of specific gravity in pine of IVth crown class and 90 years age in varions parts of the trunk. Weighed average in the whole trunk 0.476, in the 6 m long butt end 0.488.

latvuskerrosten puiden sisäosien tilavuuspaino vaihtelee melkoisesti, johtuu siitä, että koko rungon keskiarvoinen tilavuuspaino eri latvuskerrosten puissa on erilainen. Koska III. latvuskerroksen sisäosien tilavuuspaino on suurin, on siinä luokassa myös koko rungon tilavuuspaino suurin. Seuraavaksi suurin koko rungon tilavuuspaino on IV. latvuskerroksen puilla, sitten seuraa II. ja I. latvuskerroksen puut.

Tarkastettaessa tilavuuspainon muutoksia eri runkokorkeuksilla, havaitaan piirroksista, että tilavuuspaino kaikkien latvuskerrosten puissa pienenee säännöllisesti ja hyvinkin huomattavasti tyvestä latvaan päin; latvapäässä tilavuuspaino on vain n. 80 % tyvipään tilavuuspainosta. Jonkin verran tyvipään painavammuuteen voi vaikuttaa tyven suurempi pihkapitoisuus, mutta näin huomattavia eroja se ei voi aiheuttaa, joten tyvipään painavammuutta on pidettävä männylle luontaisena ominaisuutena.

Taulukko 3. Luonnonvaraisessa puolukkakankaan metsässä Etelä-Suomessa kasvaneiden mäntyjen kuivatilavuuspaino $G_0/V_0 \times 1\,000$.

Table 3. ***Specific gravity × 1 000 abs. dry, of pines grown in South Finland, in natural stand on Vaccinium Type soil.***

Puun ikä *Age of trees*	140-vuotiset *140 years*			80—90-vuotiset *80—90 years*				60—70-vuotiset *60—70 years*				40-vuotiset *40 years*			
Latvuskerros *Crown class*	I	II	III	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Rungon koko pituus *Total length of trunk*	22.6	20.0	17.1	21.2	18.0	15.5	12.5	18.3	16.7	13.8	12.0	12.0	11.0	8.8	6.1
Oksattoman runko-osan pituus *Length of branchless part of trunk*	16.5	14.5	12.6	14.7	13.8	11.0	10.1	13.0	10.0	9.7	8.5	7.0	7.5	4.3	3.0
Paksuus D. 1.3 *Diameter at B. H.*	23.4	16.6	13.5	22.5	17.0	11.5	10.4	19.2	14.8	10.0	8.2	10.7	10.0	6.4	4.9
1 m	552	538	546	496	519	538	513	507	524	505	519	472	451	460	478
3 »	511	501	514	457	480	509	474	464	463	479	453	415	424	434	473
5 »	485	478	482	450	455	484	468	438	447	461	428	400	402	431	460
7 »	471	463	469	441	452	474	448	421	431	456	432	386	408	430	—
9 »	459	448	446	428	433	456	435	407	419	438	390	380	415	—	—
1 »	452	436	429	423	425	449	423	410	409	437	—	—	—	—	—
13 »	433	433	420	405	424	438	—	401	411	430	—	—	—	—	—
15 »	430	425	440	402	420	—	—	396	401	—	—	—	—	—	—
17 »	427	430	—	403	414	—	—	380	—	—	—	—	—	—	—
19 »	420	413	—	406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21 »	396	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Koko runko keskimäärin *Whole trunk average*	481	477	488	445	464	494	476	446	456	472	461	423	426	444	476
6 m pitkä tyviosa *6 m long buttend*	519	507	516	469	487	513	488	472	481	484	472	432	429	446	—
Sulfaattipuuosa (8 15 sm), jm. *Sulphate wood, D 8—15 cm...*	426	454	492	402	437	506	488	408	459	484	519	432	433	—	—
running m....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfaattipuuta 8 15 sm, jm. *Sulphate wood, D 8—15 cm, running m. ..*	5	10	11	5	8	8	6	6	12	6	2	6	5	—	—
Sahapuuta 6″ +, jm. *Saw log, 6 + inch. running m.....*	14	5	0	13	5.5	0	0	8	0	0	0	0	0	—	—

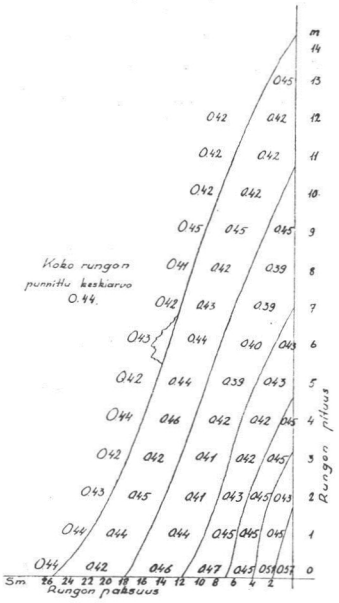
Taulukkoon 3 on vielä kerätty keskiarvot kaikkien latvuskerrosten puista saaduista koetuloksista. Erikseen on merkitty tilavuuspainojen keskiarvot 6 m pitkältä tyviosalta, joka vastaa lujuuskokeissa käytettyjä tukkeja, sekä vielä 8—15 sm paksulle runko-osalle, joka vastaisi sulfaattipuuta.

Taulukko vahvistaa useata piirrosten 19—22 perusteella edellä esitettyä toteamaa ja lisäksi sen, että koko rungon tilavuuspainon punnittu

keskiarvo huomioon ottaen kolmannen latvuskerroksen puut ovat raskaimmat muissa paitsi nuorimmassa ikäluokassa, jossa IV. latvuskerroksen puut ovat raskaimmat. Tämä johtuu siitä, jo edellä todetusta seikasta, että syrjäytetyt latvusluokat ovat lähinnä kasvunopeuden optimia nuorella iällä. Aivan nuorissa metsiköissä sen vuoksi paras ja painavin puuaines on neljännen luokan puissa. Niiden asema huononee kuitenkin jo verraten nuorella iällä niin paljon, että kasvunopeuden optimi sivuutetaan ja muodostuva puuaines rupeaa taantumaan laadussaan. Taulukosta havaitaan, että 60—70-vuotisten ryhmässä IV. luokan paino on jo matalampi kuin 40-vuotisten ryhmässä. Kasvu on siis käynyt jo niin hitaaksi, että tilavuuspaino on taantunut. Seuraavassa, 80—90-vuotisten ikäryhmässä, IV. luokan tilavuuspaino on kuitenkin jo jälleen kohonnut samaan kuin 40-vuotisten ryhmässäkin. Ensi näkemältä tämä osoittaisi, että mainittu sääntö ei pidäkään kaikissa tapauksissa paikkaansa. Tämä johtopäätös ei kuitenkaan ehdottomasti ole oikea, vaan ilmiö johtuu ilmeisestikin siitä, että 80—90-vuotisten ryhmässä IV. luokan muodostavat puut eivät ole suinkaan alusta alkaen kuuluneet tähän luokkaan, vaan todennäköisesti III:een luokkaan, ja ovat vähitellen taantuneet yhä enemmän ja siirtyneet seuraavaan huonompaan luokkaan. Metsikön pitkän eliniän aikana tapahtuu varmasti tällaisia siirtymisiä luokasta toiseen, luonnonvaraisessa metsässä paremmasta huonompaan. Yli 100-vuotisessa metsässä tuskin enää on ollenkaan puita, jotka alusta alkaen olisivat kuuluneet neljänteen luokkaan. Niin sitkeähenkinen kuin mänty onkin, ei ole todennäköistä, että yksilö, joka jo 40-vuoden iällä on sortunut neljänteen luokkaan, olisi hengissä vielä 100 vuotta myöhemmin. Tätä osoittaa sekin, että 140-vuotisissa, enimmin syrjäytetyissä puissa ei tavattu sellaisia, joiden sisin, 40 ensimmäisen vuoden kasvua vastaava osa olisi ollut tilavuuspainoltaan ja kasvunopeudeltaan 40-vuotisen ryhmän IV:n luokan puiden kaltainen.

Metsikön alkuvaiheissa kolmanteen latvuskerrokseen joutuneet puut kasvavat kohtalaisen nopeaan, kuitenkin niin, että metsikön sulkeutuessa ja kasvun hidastuessa puuaines vielä paranee. Kasvunopeus alkaa kuitenkin jo verraten pian olla sillä rajalla, että kun se vielä pienenee, alkaa muodostua jo huonompaa puuta. Taulukosta havaitaan, että 80—90-vuotiset III:n latvuskerroksen puut ovat raskaimmat, 140-vuotisissa paino on jo taantunut. Toisen ja ensimmäisen latvuskerroksen puissa paino lisääntyy vielä myöhemmälläkin iällä, mutta alkaa kasvu niissäkin jo 140-vuoden iässä olla niin hidas, että paino rupeaa taantumaan, vaikkei se vielä ole ennättänyt koko rungon keskiarvoon vaikuttaa.

Edellä (s. 42) tultiin siihen tulokseen, että lujuuskokeissa käytetyn koeaineiston perusteella suomalaisen männyn keskimääräinen paino olisi n. 0.47. Taulukon 3 s. 49 mukaan 80—90-vuotisten, I. latvuskerroksen mäntyjen tilavuuspaino 6 m pitkässä tyviosassa — siis juuri lujuuskokei-



Kuva 23. Kuusen tilavuuspainon vaihtelu rungon eri osissa.

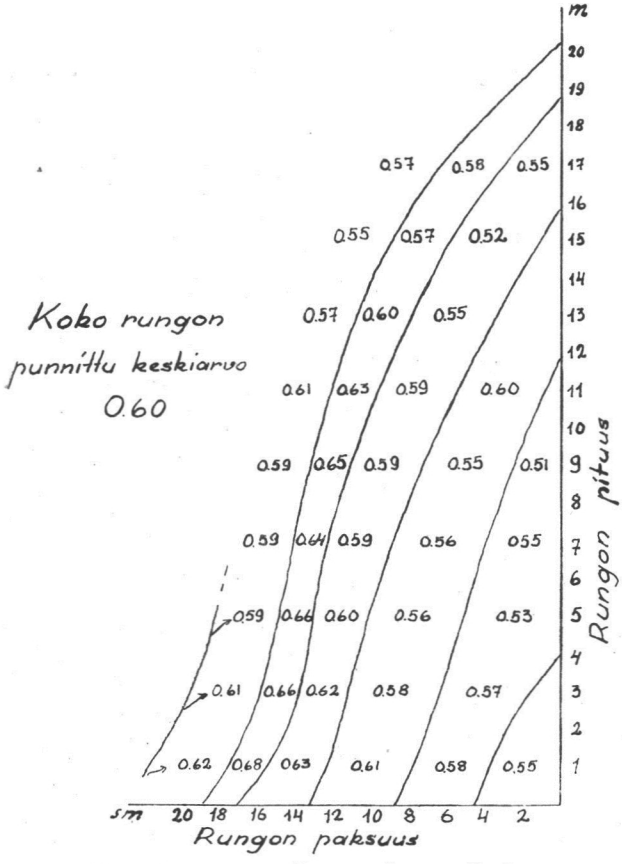
Plate 23. Variation of specific gravity in spruce in various parts of the trunk.

den koeaineistoa vastaavassa tapauksessa — on 0.469, mutta koko rungossa vain 0.445. Jos tahdottaisiin määritellä suomalaisen männyn keskimääräinen tilavuuspaino, olisi silloin ilmeisestikin otettava huomioon koko runko ja silloin aiemmin esitettyä lukua 0.47 olisi vielä alennettava 0.45:een. Mutta tämä luku edustaisi taas ainoastaan I. latvuskerroksen puita. Taulukosta 3 s. 49 nähdään, että II. latvuskerroksen mäntyjen keskimääräinen tilavuuspaino olisi 0.464, III. latvuskerroksen 0.494 ja IV. 0.476. Jos siis otettaisiin huomioon kaikkien latvuskerrosten männyt, kuten olisi kohtuullista, olisi keskiarvoa taas hiukan korotettava, niin että lopulliseksi yleiskeskiarvoksi jälleen saataisiin n. 0.47.

K u u s e n tilavuuspainon vaihtelua rungon eri osissa kuvaa piirros 23. Se esittää tosin vain yksityistä tapausta, mutta kuvaa kuusta kuitenkin verraten hyvin. Kolme ensimmäistä vuosikymmentään se on kasvanut hitaasti ja muodostunut puuaines on suhteellisen raskasta. Sen jälkeen se on ilmeisesti joutunut väljempään kasvutilaan, jolloin kasvu on tullut nopeammaksi, ja puuaines samalla kevyemmäksi.

Lukuun ottamatta alkuajan hitaan kasvukauden aikana muodostunutta verraten raskata puuta, myöhempinä kausina ei ole mitään selvää erotusta tilavuuspainosta rungon eri korkeuksilla ja eri etäisyyksillä

ytimestä. Pieniä heittelyitä kyllä esiintyy, mutta ei niin selvää säännönmukaisuutta kuin männyssä. Tämä on kaikille kuusille ominainen piirre myöskin muissa maissa suoritettujen tutkimusten mukaan ja sitä osoittaa myös kuusen tilavuuspainon frekvenssikäyrä (kuva 16).



Kuva 24. Koivun tilavuuspainon vaihtelu rungon eri osissa.

Plate 24. Variation of specific gravity in birch in various parts of the trunk.

Koska kuusen tyvipään tilavuuspaino ei ole sanottavastikaan suurempi kuin rungon ylempien osien, se seikka, että koekappaleet lujuuskokeissa on otettu 6 m pitkistä tyvipölkyistä, ei vaikuta tuloksiin häiritsevästi.

Koivun tilavuuspainoa rungon eri osissa kuvaa piirros 24. Siitä havaitaan, että ainakin k. o. tapauksessa tilavuuspaino kasvaa jotakuinkin säännöllisesti ytimestä pintaan päin, mutta ei kuitenkaan niin jyrkästi kuin männyllä. Samoin havaitaan, että viimeisen kymmenvuotiskauden puuaines, vaikka kasvu silloin onkin ollut huomattavasti hitaampi kuin

edellisinä kausina, on kuitenkin säännöllisesti edellisten kausien puuta painavampaa. Se yleisesti vallalla oleva mielipide, että lehtipuu on sitä parempaa, mitä nopeampi kasvuista se on, ei siis aina pidä paikkaansa. Tyvestä latvaan päin siirryttäessä näyttää tilavuuspaino pienenevän jonkin verran, vaikkakin siinä on heittoja puoleen ja toiseen. Ero tyvi- ja latvapään välillä on myös siksi pieni, että lujuuskokeissa ainoastaan tyvipölkkyjen käyttäminen ei ole voinut sanottavia virheitä aiheuttaa.

Loppusanat.

Kukin puuyksilö eroaa jossakin määrin kaikista muista puista sekä ulkomuodoltaan, että sisäisiltä ominaisuuksiltaan, mutta suuren havaintoaineiston keskiarvon suhteen yleisenä sääntönä voidaan kuitenkin pitää sitä, että kaikin puolin samanlaisissa olosuhteissa kasvaa samanlaista puuta, ja päinvastoin, erilaiset olosuhteet saavat aikaan erilaisuuksia puun ominaisuuksissa. Puuaineksessakin havaittavat vaihtelut ovat siis tulos erilaisten tekijäin vaikutuksesta.

Nämä tekijät voidaan ryhmittää seuraavasti:

A. Perinnölliset tekijät.

B. Ulkonaiset olosuhteet.

1. Ilmasto (lämpö ja sade sekä niiden jakaantuminen eri vuoden ja vuorokauden aikojen kesken.
2. Maaperä (pinnanmuodostus, maan fysikaalinen ja kemiallinen kokoomus, kosteussuhteet).
3. Puun asema metsikössä.
4. Kappaleen asema rungossa.

Jos vielä otetaan huomioon ne ominaisuuksien muutokset, jotka puussa aiheutuvat sen jälkeen kuin se on kaadettu, on edellä mainittuihin tekijöihin lisättävä vielä

5. Ne ulkonaiset olosuhteet, joihin runko joutuu kaadon jälkeen.

Puiden perinnöllisyyskysymystä ei ole vielä lopullisesti selvitetty, mutta se tiedetään varmasti, että useat perusominaisuudet ovat perinnöllisiä. Missä määrin nimenomaan lujuusominaisuudet periytyvät, on vielä tutkimatonta, mutta tuntuisi luonnolliselta, että perinnöllisyys on siinä suhteessa hyvinkin vaikuttava tekijä.

Ulkonaisista olosuhteista, etenkin ilmaston, maaperän ja puun aseman metsikössä vaikutukset puun ominaisuuksiin ovat kiistämättömät. Näiden tekijäin välinen vuorovaikutus on kuitenkin niin kiinteä ja monisäikeinen, että usein on vaikea päätellä, mikä osuus kullakin tekijällä on ollut lopputulokseen. On voitu todeta, että esim. ilmastolliset kasvutekijät voivat ainakin jossakin määrin korvata maaperästä riippuvien tekijäin vajavaisuutta ja samoin esim. erikoisen hyvä maaperä voi korvata ilmaston

epäedullisuutta. Täten kunkin kasvutekijän vaikutus ei ole kaikissa olosuhteissa sama, vaan lopputuloksen määrää kaikkien tekijäin yhteisvaikutus.

Tutkittaessa eri kasvutekijäin vaikutusta muodostuvan puuaineksen laatuun, on koeaineisto järjestettävä niin, että kaikki muut tekijät ovat mahdollisimman samanlaiset ja ainoastaan se tekijä, jonka vaikutusta tutkitaan, vaihtelee.

Ottamalla huomioon esillä olevan tutkimuksen aikaisemmissakin vaiheissa saadut tulokset, voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

1. Kullakin puulajilla on eri kasvutekijöihin nähden tietty optimi ja kaikkien eri tekijäin optimin yhtaikaa vallitessa, muodostuu lujuusominaisuuksiltaan ja painoltaan parasta puuta. Jos jokin tekijä on optimia huonompi, voi sitä jossakin määrin korvata jonkin toisen tekijän optimia paremmat olosuhteet, mutta lopputulos ei ole yhtä hyvä kuin molempien k. o. tekijäin ollessa optimissa.

2. Männyn ilmasto-optimi on ilmeisesti Keski-Suomessa, maanlaatuoptimi puolukkakangas, asemaoptimi kolmas latvusluokka. Etelä-Suomessa on jo kanervatyypillä ja Pohjois-Suomessa mustikkatyypillä paremmat männyt kuin puolukkatyypillä; (Kalninŝin tutkimusten mukaan parhaat männyt Latviassa kasvavat rämeentapaisilla mailla). Asemaoptimi vaihtelee eri ikäkausina jonkin verran ainakin luonnonvaraisessa metsikössä; hoidetussa metsikössä se voi vaihdella tiheydestä ja hoitotavasta riippuen.

3. Kuusen ilmasto-optimi on joko Etelä-Suomessa tai vielä sitäkin etelämpänä. Esillä olevat tutkimukset eivät anna siihen lopullista vastausta, sillä pitkin linjaa kuusen laatu paranee pohjoisesta etelään siirryttäessä, joten käännekohtaa ei näy Suomen alueella. Maanlaatu optimiin enempää kuin asemaoptimiinkaan nähden tutkimus ei anna vastausta kuuseen nähden, koska aineisto ei käsitä eri metsätyyppien ja eri latvusluokkien puita.

Näiden toteamusten perusteella voidaan tehdä eräitä käytännön kannalta tärkeitä johtopäätöksiä. Koska puun asema muihin naapuripuihin nähden ja metsikön tiheys vaikuttaa muodostuvan puuaineksen laatuun, voidaan hoitotoimenpitein melkoisessa määrässä vaikuttaa siihen, minkälaista metsässä kasvava puu on laadultaan, ei ainoastaan oksaisuutensa, vaan muidenkin ominaisuuksiensa puolesta. Ainakin mäntymetsissä syrjäytettyjen puiden puuaines on siksi hyvää, että näihin puihin olisi myös kiinnitettävä entistä enemmän huomiota ja harkittava tarkoin, mitä puita harvennushakkauksissa olisi poistettava.

Tutkimukset osoittavat myös, että varsinkin männyssä puun laatu on paljon erilaista tyvi- ja latvapäässä. Vaikka koeaineisto on ollut verraten tasa-aineista, näkyy taulukosta 3, että siinäkin on tapauksia, joissa

paras sulfaattipuu on 29 % painavampaa kuin huonoin. Eroavaisuudet olisivat vielä paljon suurempia, jos aineistossa olisi esim. susipuita, joiden koko rungon keskimääräinen tilavuuspaino puolukkatyypilläkin kasvaneissa puissa on tavallisesti alle 0.4:n.

Sellaisten puulajien, joiden laatu ja tilavuuspaino vaihtelee eri olosuhteissa niin paljon kuin esim. männyn, kasvun mittaaminen ja ilmaiseminen pelkissä kuutioyksiköissä voi usein antaa pahasti harhaan johtavan kuvan. Metsikön kasvatuksessa ja hoitotoimenpiteiden valinnassa ei pitäisi kiinnittää huomiota ainoastaan kuutiokasvuun, vaan myöskin siihen, millaista muodostuva puu on laadultaan, ja puutavaraa ostettaessa olisi hinta määriteltävä laadun perusteella.

Strength properties of Finnish pine, spruce, birch and aspen.

Table of contents:

I. Purpose of the tests regarding strength of wood 59

II. Tests regarding strength of wood 59

A. *Selection of test trees and their quantity* 59
B. *Size of test specimens and their preparation out of the test trees* 60
C. *Standard tests* 60

III. Tests performed 60

A. *Testing material* 60
B. *Performance of the tests* 60
1. Tests regarding strength properties 60
a) Static bending 60
b) Compression parallel to the grain 61
c) Compression perpendicular to the grain 61
d) Hardness 62
e) Cleavage 62
f) Tension perpendicular to the grain 62
g) Shear 62

C. *Experiments regarding physical and structural properties* 62
1. Specific gravity during the experiment and when the wood is absolutely dry 62
2. Percentage of moisture during the experiment 62
3. Percentage of summerwood 63

D. *Calculation and treatment of the results* 63
1. Reduction of moisture 63
2. The unit of experiment and the averages 63

E. *Results of the experiments* 63
1. Averages 63
2. Quality quotient 63

F. *Deviation of strength and other values* 63

G. *Variation of specific gravity in the trunk of a tree* 64

IV. Concluding remarks 66

I. Purpose of the tests regarding strength of wood.

As long as there was wood everywhere and easy to be had and as long as it was used only to all kinds of rough use, not much attention was paid to its strength properties. All the constructions were made so heavy that they surely held. When making tools, weapons and means of conveyance, and other movable things one had to begin to take into consideration also the fact that they would not become too heavy. Thus man early already came to make observations in regard to the strength of wood and to compare different species of trees with one another. Lately especially the use of timber as building material for aeroplanes has led to the study of its strength. Accordingly, as the price of timber has risen and the supply of certain qualities become more difficult to obtain, knowledge in regard to the strength of wood has become of importance in order that the wooden parts might be made of as scant material as possible yet fulfil certain set strength requirements. Through the study of the strength of wood can also be found out how the strength properties of different treespecies vary in different trunks, in different parts of the same trunk and to what extent the soil, the position of the tree in stands, the method of its treatment and other such factors contribute to the properties of its strength. As some of the last-mentioned factors are such that man can produce effect upon them, researches into the strength of wood give directions also to the method by means of which such wood could be grown which is of wanted quality.

As all the wooden parts belonging to different constructions cannot be experimented upon in the test machines for strength already for the reason that they break there and become unfit for use, there is to be found out by what external and easily defined signs the strength properties of wood could be judged.

II. Tests regarding strength of wood.

The tests regarding strength of wood can be divided into two chief groups namely, to one group in which small, clear specimens are used in performing the experiments and to another in which deals, beams and other wooden parts are used in the size that they occur in wooden constructions with all the flaws that appear in the specimens.

The experiments carried out with clear specimens are necessary in order to find out what the strength of the wood as such is. First after that is ascertained can it be concluded how knots and other flaws occurring in big specimens effect upon its strength.

A. *Selection of test trees and their quantity.*

When a characteristic so changeable as the strength of wood is studied which also in different trunks of the same species of a tree and even in the different parts

of the same trunk, can to an incredibly great degree vary, so is the results of the experiment perceptibly dependent on the testmaterial, its representativeness and abundancy.

Any generally accepted definitions there are not in this respect but in different countries different methods have been used. As a generally occurring mistake is to be mentioned that in many studies treating the strength of wood far-reaching conclusions have been made based upon very inadequate and sparse testing material, sometimes even resting upon the results obtained from one single trunk.

B. *Size of test specimens and their preparation out of the test trees.*

In Madison's laboratory in U. S. test specimens were introduced the cross-sections of which were 2″ × 2″. In addition to this many countries have made use of sizes 2 × 2 cm or 2.5 × 2.5 cm. No generally accepted resolution has so far been passed as to the size of the test material, but all the above-mentioned sizes have been used.

The sizes of test material used in Finland have in the first place been those used in Madison's laboratories and also the method of research has been the same. In a number of special studies this size has though proven to be unpracticable wherefore also another size, preferably 2.5 × 2.5 cm abreast of it would be requisite.

C. *Standard test.*

In the strength experiments same tests have been made use of as in Madison's laboratory except that the impact bending for want of a suitable machine has been left out.

III. Tests performed.

A. *Testing material.*

For test trees have been taken dominating trees in the natural normal stands usually 7″—8″ at the height of 6 metres, and from each test trunk has been taken the butt end of 6 metres in length. From these have been prepared as many test specimens as it has been possible, every specimen carrying the mark from what part of the trunk it has been taken. The number of test trees and specimens are found in the tables on pages 17—19.

B. *Performance of the tests.*

1. Tests regarding strength properties.

a. Static bending.

The test specimens were 5 × 5 × 75 cm, the span 70 cm, one point loading. The speed of the machine 2.6 mm/min. From the undamaged part of the test beam, as near as possible from the rupture, was after the test sawn an about 1 cm thick test specimen which was used to determine the moisture content, specific gravity, the percentage of summerwood and the thickness of annual rings.

From the values obtained curves were drawn, the depression as abscissa and the load as ordinate (Plate 4).

If we denote:
P' = load at the limit of proportionality
Δ' = bend at the limit of proportionality
P = maximum load
L = span of the stress
h = height of the beam
b = width of the beam,
the greatest fiber stress is at the limit of proportionality,

$$\frac{1.5\ P'L}{bh^2}\ kg/cm^2$$

the greatest fiber stress at the limit of rupture

$$\frac{1.5\ P\ L}{bh^2}\ kg/cm^2$$

and
modulus of elasticity

$$E = \frac{P'L^3}{4\ bh^3\ \Delta^2} = \frac{L^3}{4\ bh^3}\ \frac{P'}{\Delta'}\ kg/cm^2$$

The values computed and the specific gravity at the time of the test as well as the values obtained from the summerwood slab, the percentage of moisture and summerwood, specific gravity when dry and the thickness of annual rings were written on a card, on which were also entered other data regarding the test specimens. — A similar card was filled out also in all other tests for each test specimen.

b) Compression parallel to the grain.

Test specimens of a size of 5 × 5 × 20 cm were weighed, measured and then fastened to the handle of the meter (Plate 6) in such a manner that the space (d) between the points of the screws was 15 cm. The interval of the observations was 500 kg. The speed of the machine head was 0.8 mm/min.

The compression curve was drawn and the last observation point which was within the straight line area was taken as the limit of proportionality. Thereafter P' and P were measured and compression Δ' also.

By using these values the following were computed: The fiber stress at the limit of proportionality

$$\sigma\ l.\ p. = \frac{P'}{bh}\ kg/cm^2$$

The fiber stress at the limit of rupture

$$\sigma\ max = \frac{P}{bh}\ kg/cm^2$$

and the modulus of elasticity

$$E = \frac{P'}{bh} \times \frac{d}{\Delta'}$$

The values calculated were written on a card, which otherwise was filled out as in the preceding test.

c) Compression perpendicular to the grain.

The size of test specimens in this experiment was 5 × 5 × 15 cm. The interval for green specimens was 100 kg and for dry ones 250 kg. For the sake of uniformity

the test specimen was always placed in such a manner that the compression developed on that side, which was nearest the direction of the radius (R-side). The compression was discontinued at the point where it was 2.5 mm. The speed of the machine head was 0.8 mm/min. (Plate 8.)

The fiber stress at the limit of proportionality was obtained from the formula

$$\sigma \text{ l. p.} = \frac{P'}{b_o b}$$

and the modulus of elasticity from the formula

$$E = \frac{P'h}{b_o b \Delta'}$$

in which b_o = the breadth of the compressing steel prism—5 cm, b = the breadth of the test specimen and h = its height.

d) Hardness.

The size of the test specimens was 5 × 5 × 15 cm. The pressure was applied by the use of a steel ball (Plate 10) once at each end and twice on both the T— and R-sides. The force required to sink the ball was read direct from the maximum indicator of the machine. The speed of the machine was 0.8 mm/min.

e) Cleavage.

The experiments were made with the test specimens shown by plate 11, the cross-sectional surface being 5 × 5 cm; the distance from the base of the notch to the end of the test specimen was 7.5 cm. The speed of the machine was 6 mm/min.

In the experiment the force required for the cleavage is ascertained. When this is divided by the width of the cleavage surface, which is measured, the cleavage force corresponding to one centimeter of width is obtained.

f) Tension perpendicular to the grain.

The experiment was made in the manner shown by plate 12. The cross-ectional surface of the test specimens was 5 × 5 cm, and the smallest space between the openings was 2.5 cm. The speed of machine was 6 mm/min.

In the test the amount of force required to tear the halves of the test specimen loose from each other was ascertained and then was computed the force per surface unit of the torn surface.

g) Shear.

The experiments were made with test specimens whose width of cleavage surface war 5× 5 cm. The force required for cleavage read direct from the maximum indicator of the machine and this was divided by the area of the cleavage surface. The speed of the machine was 0.8 mm/min.

C. *Experiments regarding physical and structural properties.*

1. Specific gravity during the experiment and while the wood is absolutely dry.

In connection with the experiments also the specific gravity of each test specimen has been determined by means of the gravity and volume of wood while absolutely dry.

2. Moisture centent during the experiment.

As the moisture of wood affects even to a great measure its strength under the fiber saturation point, therefore the moisture percentage must always be determined,

in dry test specimens in order that the strength properties could be reduced to meet the same moisture percentage agreed upon, in green ones to attain certainty that moisture really is above the fiber saturation point.

3. Percentage of summerwood.

The percentage of summerwood has proven to be a very good standard for strength and therefore also it is defined in conifers. In deciduous trees its definition is laborious and uncertain and thus is the percentage of summerwood in the birch and aspen left out.

D. *Calculation and treatment of the results obtained.*

1. Reduction of moisture.

Two blocks of wood in which moisture is below the fiber saturation point can in regard to their strength properties be compared with one another only in that case that the moisture in both of them is quite the same. This condition is though in practice difficult to carry out for the moisture in the test specimens varies always somewhat. All the obtained strength properties are thus to be reduced to correspond to the same moisture percentage.

In carrying out the reduction of moisture the method of Madison's laboratory has in the first place been applied. Accordingly, to each strength property lines have been drawn on semilogarithmic paper by means of which the corresponding strength property of the known percentage of moisture can be changed to any other corresponding percentage of moisture. (Plate 14). The strength properties of all dry test specimens have been changed to correspond 12 %; there has been no need of changing the strength properties of green test specimens as the moisture above the saturation point of the woodfibers does not effect its strength.

2. The unit of experiment and the average values.

All the test trees of each tree species and of each locality have been joined to one group including in some cases also the trees of the neighbouring district to form a larger group. As the results obtained with green and air dry test specimens are to be treated separately, it has been necessary in the calculation to divide each group into two parts, the green ones and the air dry ones. The percentage of summerwood and the dry specific gravity have been figured out jointly to the green as well as air dry test specimens of each group.

From the values of each group have been computed the arithmetical average and further still the joint averages of all the values of the same tree species, separating, only the green — and the dry specimens, so that certain, the whole land embracing general averages to each tree species have been obtained.

E. *Results of the experiments.*

The averages obtained in the experiments are presented on table 2, page 36. Further you find on the table the so called Janka's quality quotient which is obtained by dividing the value of the strength of compression parallel to the grain by the value of the specific gravity.

F. *Deviation of strength and other values.*

As the different properties of even the same tree species vary very greatly may each individual observation deviate greatly from the average of the whole species

and thus on the ground of one or a few observations no sure conclusions can as yet be drawn of the properties in question. If from the obtained test values a frequency curve is drawn, it is possible from its form and regularity to judge how successfully the used test material has been chosen and if it is abundant enough.

Follows the examination of the test materials made use of in the present study and the results obtained by means of the frequency curves. As the strength values devide themselves between so many different strength qualities so that the observations in each group are relatively few in number, specific gravity values are used in scrutinizing them as they are the most numerous and as the specific gravity more over quite satisfactorily stands also for strength.

Curve I on plate 15 shows the variation of a pine's specific gravity on the ground of 5 217 observations. From the broken line is in the first instance observed that the diffusion is very great 0.32—0.68. Furthermore, the lowness of the whole broken line and the width of its upperpart point out that the characteristic in question also generally varies very much. Moreover the line has two culmination points which cause to conclude that two different groups belong to the material. So the case as a matter of fact also clearly stands, for as one examines the specific gravities of the different groups on table 2 one observes that the specific gravity of all the pines from Lapland as well as that of the fast grown pines from Southern Finland, used as bluestained material for experiments, differ noticably from the specific gravity of the pines used for the principal study and native to Southern-, South-east- and Middle Finland. If a frequency curve to both of these groups is drawn separately we get on plate 15 the lines II and III. From these especially the left one, the curve for the light group, is already altogether different, regular, narrow and high which proves the uniformity of the group in question. The line of the heavier group is better shaped and more regular than the line in common to all the pines, but also it has still irregularities which to a great extent are caused by the fact that test trees have been taken from very different types of soil.

As test specimens for the general average of the specific gravity and strength characteristics of pine as found on table 2, have served the trees of Southern Finland and Rovaniemi. If the frequency curve of the specific gravity of this material is drawn, we get line IV on plate 15. Also it is rather wide and low and shows thus the great variability of the specific gravity of pine.

The frequency curve of the specific gravity of spruce is presented by the broken line on plate 16, which is uncommonly regular, pointed and also in its lower part narrow. It proves the regularity and small deviation of the specific gravity of spruce which fact earlier already has been observed. This is influenced also by the fact that the spruce test specimens are taken only from those few soil types MT and OMT, where the spruce most commonly grows.

The frequency curve of the specific gravity of birch is illustrated by the broken line on plate 17, which is relatively pointed and regular, indicating the comparatively small variation of the specific grairty of birch. Similarly stands it with the specific gravity of aspen, plate 18.

G. *Variation of specific gravity in various parts of the same trunk.*

Above has been referred to the fact that the specific gravity varies often greatly even in the different parts of the same trunk. In the following this will be kept in mind when examining first of all the pine from which the richest test material stands at our disposal.

The test trees were taken especially for this purpose. They were altogether 145 trees from natural normal Vaccinium type pinestands in Middle- and South-east Finland. From each test tree disks were sawn at 1, 3, 5, 7 .... metres distance from the butt end, from these were sawn, in the direction of N—S a piece a couple of centimetres in width to which as well on N- as on S-sides there were marked, counting from the surface, the limits of each decennial annual ring period. By means of these a trunk analysis from each test tree was drawn using the average of N- and S-sides. From the pieces were after this sawn apart the growth corresponding to each decennial period and the dry specific gravity of these pieces were defined and the results once more as average of the N- and S-pieces, were marked in the corresponding places on the drawing of the trunkanalysis. From the trees of different ages and different crownlayers were further the averages calculated. The drawings of trunkanalysis exposed on plates 19—22 show averages of this kind from trees of 90 years of age.

In examining the drawings this conclusion can first of all be drawn that the specific gravity grows from the pith towards the surface. Similarly is the case when we move down from the crown towards the butt; in the crown the specific gravity is only about 80 % from the specific gravity of the butt-end.

In the trees of different crownlayers the specific gravity is also very different. The average specific gravity of the whole trunk is greatest in the trees of the IIIrd crownlayer, the next in order is the IVth class, then comes the IInd and the Ist. At different ages the order can though differ. This becomes clear from the figure-series on table 3. It is caused by the different rapidity of growth at different ages in the crownlayers. At the young age the growth in the most suppressed crown class is so slow that the wood there turns out the heaviest, but when the growth further up slows down, it becomes already too slow and the wood turns out to be poorer than in the next, the IIIrd crownclass. Already in the trees of 60—70 years the case is so. The older the trees become so much the higher transfers the optimus of the rapidity of growth itself in the crownlayers. As the growth in the higher crownclasses at the younger age though has been too rapid, the inner parts of the trunk are of so light wood that the average gravity of the whole trunk remains though at its highest in the third class although, as can be observed from the table, the oldest tree in the third crownclass has already begun to decline. This proves accordingly that the heaviest wood is formed when the rapidity of growth is medium; if the rapidity of growth becomes smaller or greater from this optimus, the wood deteriorates.

The variation of the specific gravity of the spruce in the different parts of the trunk is shown by the drawing 23. It presents, to be sure, only a single case, but describes the spruce though relatively well. In the natural stands the spruce grows generally when young comparatively slowly and the wood is heavier than the one formed at the later but faster period of growth. Generally the gravity of the spruce at its different heights in the trunk and at different ages does not vary by far so much as that of the pine. This has been established already before.

The specific gravity in the different parts of the trunk of a birch is shown by the drawing 24. From it is observed that the specific gravity also of the birch becomes somewhat smaller when advancing from the butt-end towards the crown, yet not so sharply and regularly as in the pine. The wood that is formed at the younger age is somewhat lighter than the older, although the growth has been, when older, retarded. This proves erroneous the general opinion that wood in the deciduous trees is the better the faster it has grown, and confirms that also their optimus of the rapidity of growth is obviously similar to the conifers. If the rapidity of growth retards or increases from this optimus the wood turns out to be of secondary rate.

Concluding remarks.

1. Each tree species has in regard to its different growth factors a certain optimus and when the optimi of all factors simultaneously dominate, the best wood is formed in regard to its strength properties and gravity. If some factor is below its optimus it can be compensated to a certain degree by the more favourable circumstances of the optimus of some other factor but the final result is not so good as when both of the factors in question are at their optimi.

2. The climatic-optimus of the pine is obviously in Middle-Finland, the soil-optimus being a Vaccinium type, the position-optimus the third crownlayer, but in Southern Finland the Calluna type and in Northern Finland the Myrtillus type have already better pines than the Vaccinium type; according to Kalninš the best pines in Latvia grow in a swampy region. The place-optimus varies at different ages somewhat at least in the natural stand.

3. The climatic-optimus of the spruce in either in South-Finland or still more south from it which points to the fact that the spruce is a more southern species than the pine. The soil-optimus of the spruce is also obviously rather the Myrtillus type than the Vaccinium heath.

On the basis of these verifications some important conclusions can be drawn as to their application. As the position of the tree in regard to the neighboring trees and the thickness of the stand influence the quality of the wood during its growth, it is possible by means of treatment, in a considerable degree to produce effect upon the quality of wood growing in a certain kind of stand, not only in regard to its knots but also in regard to its other characteristics. At least the wood of the suppressed trees in pinestands is of such good quality that more attention than ever should be paid to these trees and the matter should be well thought over which trees should be cut down in the thinnings.

Research work points out further that the quality of wood especially in pine is very much different at the buttend than in the crown. Although the test material has been comparatively even the table shows that there are also cases where the best sulphate wood is 29 % heavier than its poorest quality. The differences would be still far greater if the test material would include for instance »wolves» whose average specific gravity in the whole trunk, also in the trees grown on Vaccinium type is usually under 0.4.

The measurement of growth and its disclosure in mere cubic units can often give a very erroneous picture of such trees whose quality and specific gravity vary in different circumstances as much as for instance that of the pine. In the cultivation of the stand and in the selection of courses for its treatment attention should not be paid only to the cubic growth but also to the quality of wood, and when purchasing timber, especially pulp-wood, the price should be set by the quality.