

PUIDEN PAKSUUDEN JA NUORUUDEN KEHITYKSEN
SEKÄ OKSAISUUDEN JA SAHAPUULAADUN
VÄLISISTÄ SUHTEISTA MÄNNIKÖISSÄ

VEIJO HEISKANEN

SUMMARY:

*ON THE RELATIONS BETWEEN THE DEVELOPMENT OF THE EARLY AGE AND
THICKNESS OF TREES AND THEIR BRANCHINESS IN PINE STANDS*

HELSINKI 1965

Alkusanat

Esillä oleva tutkielma liittyy yhtenä osana niihin sahapuun laatua ja sen parantamista käsitteleviin töihin, joita olen 1950-luvun alkupuolelta lähtien tehnyt Metsäntutkimuslaitoksessa. Siirryttyäni v. 1959 toisiin tehtäviin on sanottu aihepiirin käsittely jäänyt sivutehtäväksi, mistä johtuu nyt käsiteltävänä olevankin työn valmistumisen viivästyminen.

Työ aloitettiin v. 1960 Suomen Sahanomistajayhdistyksen ja Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön myöntämän taloudellisen tuen turvin. Myöhemmin, v. 1962 sain myös Valtion maatalous-metsätieteelliseltä toimikunnalta apurahan tutkimuksen viimeistelyyn.

Esitän kiitokseni kaikille edellä mainituille yhteisöille. Lisäksi haluan kiitollisena mainita metsänhoitaja *Erkki Rautvuoren* tuen työn eri vaiheissa.

Lopuksi kiitän Suomen Metsätieteellistä Seuraa siitä, että se on ottanut tutkimuksen julkaisusarjaansa.

Helsingissä, huhtikuussa 1965.

Veijo Heiskanen.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
2. Kirjallisuutta	7
3. Tutkimusmenetelmä	9
4. Tutkimusaineisto	14
5. Tutkimuksen tuloksia	16
51. Rungon jako oksaisuuden kannalta erilaisiin osiin	16
52. Rungon paksuus laadun tunnuksena	17
521. Kyhmytön, oksaton ja kuivaoksainen osa sekä latvus	17
522. Oksien suuruus	23
523. Tyvitukin laatu	25
524. Laatuluokkien osuudet	28
53. Nuoruuden kehitys laadun tunnuksena	35
531. Yleistä	35
532. Oksaton osa	38
533. Oksien suuruus	40
534. Tyvitukin laatu	42
535. Laatuluokkien osuudet	44
54. Yhdistelmä	48
6. Metsänhoidollisia päätelmiä	49
Kirjallisuusluettelo	56
Summary	59

1. Johdanto

Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutusta puun laatuun ja oksaisuuteen sekä yleensä rungon sopivuuteen saha- ja vaneriteollisuuden raaka-aineeksi on käsitelty kirjallisuudessa melko paljon, kuten jäljempänä esitettävästä katsauksesta ilmenee. Kysymys on tavallaan ajoittain »muotia», ja tällaiset ajankohdat ovat viime aikoina Suomessa sattuneet sahateollisuuden heikkojen suhdanteiden ajaksi. Ns. pulavuosina, 1920- ja 1930-lukujen vaihteessa käsiteltiin puun laatukysymystä yleensä ja erityisesti myös metsänhoidon ja puun laadun välisen suhteiden kannalta melko vilkkaasti. SOHLMANIN (1932 a, 1932 b) kirjaset valottivat kysymystä perusteellisesti. Ne eivät kuitenkaan olleet varsinaisia tutkimuksia vaan asiaa monipuolisesti valaisevia propagandakirjoituksia. Ongelmaan kiinnitettiin kuitenkin huomiota myös tutkimustoiminnassa ja ammattikirjallisuudessa (LAIKARI 1935, 1937).

Uudelleen sahapuiden laatuongelma tuli esille 1950-luvun loppuvuosina, jolloin asia oli ajankohtainen paitsi sahateollisuuden huonojen suhdanteiden myös metsänhoidon kehittymisen ja sen merkityksen lisääntymisen vuoksi. Metsäteknologit ja sahamiehet näkivät ongelman seuraavanlaisena, kuten olen sen eräässä artikkelissani kuvannut (HEISKANEN 1959 a, vrt. HEISKANEN 1951, 1954 a).

»Suurempikokoisina hoidetun metsikön sahatukit ovat lisäksi sahateollisuudelle arvokkaampia kuin luonnonmetsikön nykyisin pienikokoiset sahatukit, edellyttäen kuitenkin, että puut ovat laadultaan yhtä hyviä.

Valitettavasti tämä edellytys ei tule täytetyksi, sillä harvana kasvaneen metsikön tukit ovat usein huonolaatuisia sahateollisuuden kannalta arvostellen. On tosin havaittavissa positiivisiakin piirteitä. Hoidetuista metsiköistä poistetaan huonomuotoiset, lengot ja mutkaiset sekä eri tavoin vioittuneet puut tavallisesti jo ennen kuin ne ehtivät saavuttaa sahapuun mittoja. Sahatukkien laatu siis paranee jossain määrin. Kokonaisuuden kannalta ei mainituilla vikaisuuksilla ole kuitenkaan kovin suurta merkitystä sahatukkien ja niistä saatavan sahatavaran laatua alentavina tekijöinä. Oksaisuus on näet se puiden ominaisuus, joka ratkaisee, voidaanko jostain metsiköstä saada laadultaan korkea-arvoisia, hyvää sahatavaraa antavia tukkeja. Harvana kasvattaminen kuitenkin lisää oksaisuutta, joten harvoista talousmetsistä saatavien sahapuiden laatu on siltä kannalta heikko.

Harvennukset suosivat jo sellaisenaan oksikkaampia valtapuita, joista saatavat tukit ovat suoritettujen tutkimusten mukaan laadultaan heikompia kuin alempien latvuserosten puista saatavat tukit. Kun metsiköstä vielä poistetaan usein varsin aikaisessa vaiheessa nuo alempien kerrosten puut, kehittyvät sen jälkeen harvassa asennossa kasvavat valtapuut entistäkin oksikkaammiksi. Jos näet puu on saanut nuorella iällään kasvaa nopeasti paksuutta, kehittyvät sen oksatkin vahvoiksi. Ne pysyvät pitempään elinvoimaisina kuin ohuet oksat ja kuoltuaankin ne säilyvät pitkään rungossa katkeamatta tehden tukit huonoiksi sahateollisuuden raaka-aineena.»

Esitettiin myös osittain vastakkaisia mielipiteitä. Mainittakoon vain YLI-VAKKURIN (1958) tutkielma, jossa hän totesi silloisin metsänviljelytiheyksin päästävän hyvälaatuisen sahapuuhun. HEIKINHEIMO (1953) ja SARVAS (1956) taas ovat esittäneet, ettei liiallista oksikkuutta voida pitää yksinomaan harvana kasvattamisen syynä, vaikka toisaalta HEIKINHEIMON tutkimus osoittaa, että vallitsevien latvuserosten puut ovat suurioksaisia verrattuna vallittuihin puihin. Onkin luonnollista, että puiden oksaisuuteen on vaikutusta myös monilla muillakin tekijöillä kuin kasvutilalla.

Muista alan tutkimuksista, joissa tätä kysymystä on viime vuosina koskeltu, mainittakoon mäntysahatukkien laatuluokitusta ja männyn karsimista koskevat työt (HEISKANEN 1954 a, 1954 b, HEISKANEN ja TAIPALE 1962). Meillä tämä, metsänhoidon ja puun laadun keskinäistä suhdetta koskeva kysymys on kuitenkin ollut varsin vähän esillä sekä tutkimustoiminnassa että myös käytännön metsänhoidossa, jossa se näytään nykyisin sivuutettavan suurematta huomiotta (vrt. SIRÉN 1964).

Vaikka näin on asianlaita, ongelma on puutavaran käyttäjien kannalta erittäin merkityksellinen ja myös alati ajankohtainen. Nykyisin se on entistäkin ajankohtaisempi, kun ollaan siirtymässä luonnontaloudesta lopullisesti viljelytalouteen. Toisin sanoen, ollaan siirtymässä entistä harvempiin metsikköihin, minkä vuoksi olisi saatava selville, mitä tämä asiantila aiheuttaa puiden laadulle, oksaisuudelle, ja jos vaikutukset ovat epäedulliset, olisi pyrittävä löytämään keinot näiden vaikutusten eliminoimiseksi mahdollisimman tarkoituksenmukaisella tavalla.

V. 1960 sain ko. ongelman tutkimusta varten avustusta aluksi Suomen Sahanomistajayhdistykseltä ja sitten myös Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiöltä. Näin rahoitetun esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää erilaisin mittauksin metsänhoidollisten hakkuiden, varsinkin *harvennushakkuiden voimakkuuden vaikutusta mäntysahapuiden laatuun, oksaisuuteen*. Muut laatuun vaikuttavat vikaisuudet, joiden esiintymiseen metsien käsittelyllä on myös vaikutusta, jätetään käsittelemättä. Aineiston saannin vaikeuden vuoksi, jota selostetaan myöhemmin, on kuitenkin kysymystä jouduttu tutkimaan vain välillisesti puiden paksuuden ja paksuuskasvun avulla ja sen perusteella tekemään johtopäätökset kasvatushakuista ja niiden vaikutuksesta.

2. Kirjallisuutta

Kuten johdannossa mainittiin, on kirjallisuudessa käsitelty varsin runsaasti metsikön tiheyden ja oksaisuuden välistä riippuvuutta. Metsänhoitotieteen kannalta asiaa tarkasteltaessa on huomiota kiinnitetty sekä metsänviljelyssä, varsinkin istutuksessa käytettäviin istutusväleihin että harvennushakkuiden voimakkuuteen.

Alan varsinaisista tutkimuksista on uranuurtava merkitys BÜHLERIN ja FLURYN (1892) julkaisulla »Untersuchungen über die Astreinheit der Bestände». Myöhemmin ovat ulkomailla mm. seuraavat tutkijat käsitelleet asiaa ja esittäneet, että männikkö olisi perustettava tiheään asentoon ja kasvatettava tiheässä myös koko nuoruuden ajan (DÜESBERG 1893, JUNACK 1921, 1930, KIENITZ 1928, BUSSE und WEISSKER 1931, OLBERG und KÜHN 1930, SCHÄDELIN 1942, SCHMIDT 1946, OLBERG 1950, KUNZ 1953, VOEGELI 1953, EKLUND 1956, NYLINDER 1958 a, 1958 b, KRIGUL 1961, MAYER 1961, KLEBINGAT 1962, vrt. myös TRENDELENBURG und MAYER-WEGELIN 1955, MAYER-WEGELIN 1930, 1936). Myös useiden muiden puulajien osalta on todettu tiheänä perustaminen tarpeelliseksi (esim. CIESLAR und JANKA 1902, BRUNN 1932, PAUL 1932 a, 1932 b, 1933, PAUL and SMITH 1950, GELINSKY 1933, RUDOLPH and Mc CULLOUGH 1961, FENTON and FAMILTON 1961, GRAH 1961, 1962). Myös meillä on kirjallisuudessa usein korostettu samaa seikkaa (HELANDER 1922, SOHLMAN 1932 a, 1932 b, LAITAKARI 1935, 1937, BORG 1947, KALELA 1945, 1961, HEISKANEN 1954 b, 1959 a, SARVAS 1956).

Monet työt ovat kuitenkin osoittaneet, että tiheänä kasvatukseen ei auta vaan, että todella hyvän ja korkea-arvoisen laatupuun kasvatuksessa olisi aina turvauduttava karsimiseen (LAITAKARI 1937, KALELA 1945, HEIKINHEIMO 1953, NYSSÖNEN 1954, SCHÖPF 1954, SARVAS 1956, KLEBINGAT 1962, vrt. myös FENTON ja FAMILTON 1961).

Kaikissa em. töissä on ilmennyt, että mitä tiheämmässä puut kasvatetaan nuoruuden ajan, sitä ohuempia ovat oksat, sitä aikaisemmin ne kuolevat ja putoavat pois ja sitä pitempi on usein myös rungon oksaton osa. Myös tuoreen, elävän latvuksen pituus on sitä pienempi, mitä tiheämmässä puut kasvavat.

Kuten johdannossa mainittiin, on esitetty myös jossain määrin vastakkaisia mielipiteitä. YLI-VAKKURI (1958) toteaa, että 1950-luvun metsänviljelymenetelmien johtavan siinä määrin tiheisiin metsikköihin, ettei puiden liiallisesta oksistumisesta ole vaaraa.

SARVAS (1956) kuvailee ansiokkaasti tätä ongelmaa todeten, että haluttaessa kasvattaa nopeasti järeää, mutta siitä huolimatta hieno-oksaista mäntypuuta on turvauduttava karsimiseen. Hän on kuitenkin sitä mieltä, että tavallista suurempi oksikkuus on liian usein käsitelty pelkästään väljän kasvutilan seurausilmiöksi ja pitää tätä näkemystä vain osaksi oikeana. Myös puun riittävä pituus-

kasvu näet vastustaa liiallista oksistumista. Samoin HEIKINHEIMO (1953) pitää liiallista tiheyttä oksaisuuden kehittymisen kannalta haitallisena. KONDRATJEV (KRIGULIN mukaan) taas on todennut, että kasvupaikan laatu vaikuttaa männikössä oksien kehittymiseen enemmän kuin kasvutila (vrt. BORNEBUSCH 1943).

Metsikön tiheydestä on etua myös kuolleiden oksien lahoamisen kannalta, sillä tiheässä, sulkeutuneessa metsässä on ilmasto suhteellisesti kosteampana lahottajasienille edullisempi kuin harvassa metsikössä (vrt. BÜHLER und FLURY 1892, JUNACK 1930).

Kuolleiden oksien putoamiseen, siis lopulliseen karsiutumiseen on metsikön tiheydellä sitä vastoin päinvastainen vaikutus. Harvat metsät ovat tältä kannalta edullisempia, sillä tuulen voimakkuudella on huomattava vaikutus oksien (KÖSTER 1935, MEYER-WEGELIN 1936). Tuulen voimakkuus on näet harvassa metsikössä suurempi kuin tiheässä. Samoin ovat sademäärä sekä lumen syvyys, jotka vaikuttavat karsiutumiseen, harvassa metsässä suuremmat kuin tiheässä (vrt. HEIKINHEIMO 1953).

Metsikön tiheyden vaikutusta puun laatuun on käsitelty myös teknilliseltä kannalta. Tässä mielessä on asiaa tarkasteltu etupäässä sahateollisuuden raaka-aineen laadun arvostelun kannalta.

Nämä tutkimukset ovat osoittaneet, että vuosiluston vahvuus ytimen lähimässä ympäristössä on varsin hyvä havupuiden sisäisen oksaisuuden osoittaja. Mitä paksumpia lustot ovat, sitä oksaisempia ja siten sitä huonompia tukit ovat (esim. MAYER-WEGELIN 1930, 1936, OLBERG und KÜHN 1930, BRUNN 1932, PECHMANN 1934, WENNERHOLM 1937, LINDQVIST 1939, ANDERSSON 1941, Skogsstyrelsens Expertkommitte 1948, HEISKANEN 1954 a, 1954 b, NYLINDER 1958 a, 1958 b).

Monissa laatuluokituksissa onkin asetettu tietty maksimiraja vuosilustojen paksuudelle parhaassa tukkilaadussa (esim. HEISKANEN 1954 a, HEISKANEN ja SIIMES 1960, Skogsstyrelsens Expertkommitté 1948). Tämä merkitsee toisin sanoen sitä, että parhaisiin tukkilaatuihin ei hyväksytä harvana perustettujen tai nuorena harvana kasvaneiden metsien tukkeja. Yleensä tämä määräys johtuu siitä, että vuosilustojen paksuutta käytetään oksattomilta näyttävien puiden sisäisen oksaisuuden kuvaajina.

Muistakin syistä pidetään sahatavarassa tiivisyysyyttä arvossa. Sen katsotaan osoittavan sahatavaran lujuutta, minkä osoittaa se, että sahatavaran lujuuslajitteluohjeissa on määrätty parhaan laadun kappaleille 3 mm:n luston maksimipaksuus (SIIMES 1945). Ulkolaiset sahatavaran ostajat näyttävät myös muutoin arvostavan tiivisyistä, ohutlustoista tavaraa. Katsotaan, että ohutlustoinen puu on kestävämpää sekä mekaanista rasiutusta että lahoamista vastaan. Tiivisyisen puun työstämisominaisuudet ovat myös paremmat kuin hyvin nopeasti kasvaneen, paksulustoisen puun.

Sahapuurunkoja koskevista teknillisistä tutkimuksista mainittakoon ensimmäisenä ruotsalaiset tutkimukset vuosilustojen paksuuden ja rungoista saata-

vien tukkien laadun välillä. LINDQVIST (1939) totesi, että vuosilustojen paksuus ytimen ympäristössä on yhdessä latvuksen muodon kanssa varsin hyvä koko rungon sahapuulaadun tunnus. Mitä kapemmat lustot ovat, sitä parempaa sahatavaraa puusta saadaan. EKLUNDIN (1956) tutkimus taas osoittaa, että istutusmänniköistä saadaan sitä parempaa sahatavaraa, mitä pienempi istutusväli on aikanaan ollut.

HEISKASEN (1954 b) tutkimukset yhdestä metsiköstä osoittavat, että tyvestä mitattujen lustojen paksuus ilmentää verraten hyvin koko rungon sahaustuloksen laadun siten, että mitä hitaammin puut ovat nuorena kasvaneet, sitä parempi on rungosta saatavan sahaustuloksen laatu keskimäärin.

PAUL (1947) on havainnut douglas-firiä koskevassa työssään, että samassa metsikössä suurimmat, nopeimmin kasvaneet puut antavat laadultaan huomattavasti huonompaa sahatavaraa kuin allejääneet, hitaammin kasvaneet puut. Toisin sanoen, myös rungon paksuus on tietty sahapuun laadun tunnus. HEISKANEN (1954 a) on todennut tämän saman riippuvuuden meikäläisissä männiköissä. Sekä iältään 81—120 että yli 120 vuotuisissa metsiköissä runkojen keskimääräinen oksaisuusluokka on paras pienimmässä rungoissa huonontuen rungon paksuuden lisääntyessä. Vastaavanlaisia tuloksia osoittavat myös HEISKASEN (1955, 1961) Inarin mäntymetsien sahapuiden laatua koskevat tutkimukset, joista ilmenee lisäksi, että eri-ikäisissä männiköissä nuorimmat puut ovat sahaustuloksen laadun kannalta parhaita.

3. Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksen aineiston hankkimiseksi tiedusteltiin kirjein sekä puutavara-yhtiöiltä että metsäntutkimuslaitokselta sellaisia männiköitä, jotka olivat olleet hoidettavina nuorelta iältään saakka ja joista oli tiedossa hakkuiden ajankohdat. Osoittautui kuitenkin mahdottomaksi löytää tällaista aineistoa riittävästi seuraavista syistä (vrt. HEISKANEN 1957).

— Vain muutamat 50—90 vuotiset männiköt ovat maassamme olleet nuoresta alkaen säännöllisessä hoidossa. Tämä koskee myös metsäntutkimuslaitoksen koealoja.

— Suurin piirtein säännöllisesti hoidetuista männiköistä on hakkuiden ajankohdista ja suoritustavoista saatavissa tietoja vain metsäntutkimuslaitoksesta sekä joissakin hyvin harvinaisissa tapauksissa myös muualla.

— Hyvin hoidetuissakin metsiköissä hakkuut ovat yleensä jääneet suorittamatta sotavuosina ja jonkin aikaa niiden jälkeen.

— Parhaiten ja säännöllisimmin hoidetut männiköt on suurelta osalta karsittu 1930-luvulla, minkä vuoksi ne eivät sovi oksaisuutta ja laatua selvittävien tutkimusten aineistoksi.

Taulukko 1. Koealojen sijainti.
Table 1. Situation of sample plots.

Kunta County	Koealoja Sample plots
Elimäki	5
Eno	13
Hattula	1
Joensuu	2
Juupajoki	2
Kannonkoski	1
Keitele	2
Kerimäki	2
Kitee	2
Kuhmoinen	1
Lammi	5
Lapinjärvi	3
Lappee	1
Lappeenranta	1
Leppävirta	1
Loppi	6
Muurame	2
Nuijamaa	1
Padasjoki	4
Pernaja	1
Petäjävesi	1
Pihtipudas	1
Punkaharju	5
Pylkönmäki	2
Ristiina	1
Ruokolahti	4
Ruovesi	4
Sääminki	1
Tammela	5
Tohmajärvi	4
Tuusula	1
Vanaja	3
Varkaus	1
Viitasaari	7
Vilppula	4

Tutkimusta ei voitukaan perustaa hakkuutapoihin, vaan puiden paksuuskasvun kehitykseen ja rinnankorkeusläpimittaan, jotka omalla tavallaan kuvaavat myös harvennusten voimakkuutta tai ainakin puiden kasvutilaa.

Kaikkiaan 87 toistuvien harvennuksien käsitellyssä metsikössä suoritettiin tutkimusta varten rajoitetuilla 1/4 ha:n näytealoilla seuraavat mittaukset:

- koealan pinta-ala.
- runkojen lukumäärä.
- runkojen rinnankorkeusläpimittaluokka.

— puulajijakautuma. Aineistoon hyväksyttiin vain sellaiset metsiköt, jotka olivat selvästi mäntyvaltaisia. Rajana pidettiin muiden puulajien alle 20 %:n osuutta. Eräissä tapauksissa koealan laskennan jälkeen todettiin silmävaraisen arvioinnin kuitenkin olleen siinä määrin virheellisen, että sekapuiden osuus nousi jonkin verran yli 20 %:n.

— metsätyyppi. Aineistoon hyväksyttiin vain mustikkatyypin ja puolukka-tyypin metsiköt. Metsätyyppi määritettiin useimmissa tapauksissa »silmävaraisesti» opas- ja tyyppikasvien avulla, mutta »vaikeissa» tapauksissa tehtiin kasvi-peiteanalyysi. Tällaisia kohteita oli vain muutamia.

Kultakin näytealalta mitattiin lisäksi 20—25 mäntykoeputta, joiden avulla selvitettiin tutkimuksen kohteena oleva laatuongelma. Näihin mittauksiin palataan jäljempänä. Samoista puista otettiin myös kuutiointia varten tarvittavat tiedot, pituus ja kapeneminen. Kuutiointi suoritettiin Ilvessalon pystypuiden kuutiointitaulukoiden avulla.

Lisäksi tehtiin 13 metsikössä koepuiden mittaukset, mutta metsikköä kuvaavia tunnuksia ei selvitetty koealamittauksiin.

Niistä samoin kuin täydellisesti mitattujen koealojen näytepuista tehtiin seuraavat mittaukset ja määrittäykset, jotka muodostavat tutkimuksen tärkeimmän aineiston rungon:

- läpimitta rinnantasalta sentin tasaavin luokin.
- läpimitta kuuden metrin korkeudelta samoin sentin tasaavin luokin.
- pituus Blume-Leiss-hypsometrillä puolen metrin tarkkuudella.
- ikä kannon korkeudelta otetusta kairanlastusta.
- vuosilustojen paksuus samasta kairanlastusta.
- latvuseros ja puuluokka, suurin oksa sekä kuivaoksisella osalla että latvuksessa.

Oksikkuuden määrittämiseksi mitattiin myös seuraavien osien pituudet puolen metrin tarkkuudella.

1. *täysin oksaton ja sileä osa*, jolta kaikki oksat ovat kuolleet, ja kyljestyneet niin aikaisin, ettei niistä ole mitään merkkejä enää näkyvissä

2. *oksaton, kyhmyjä sisältävä osa*, jolta samoin kaikki oksat ovat kuolleet, katkenneet ja kyljestyneet, mutta kyljestyminen on tapahtunut niin myöhään, että ainakin osa oksista on vielä paikallistettavissa selvien oksakyhmyjen avulla

3. *kuivia oksia sisältävä osa*, jolta kaikki oksat ovat kuolleet, mutta ovat edelleen tynkinä nähtävissä puun pinnalla

4. *elävä latvus*.

Laatua, oksaisuutta kuvaavina tunnuksina arvioitiin lisäksi vuoden 1960 laatuluokitusehdotuksen oksaisuutta koskevia määräyksiä perustana pitäen

Taulukko 2. Käytetyt sahatukkien laatuluokitusohjeet (HEISKANEN ja SIIMES 1960)
Table 2. The instructions for the grading of sawlogs (HEISKANEN and SIIMES 1960)

Vika	Tukin läpimitta	Vian maksimisuuruus		
		I	II	III
M Ä N T Y				
Terve oksa	$\leq 7''$ $7\frac{1}{2}-10\frac{1}{2}''$ $\geq 11''$	$\frac{1}{2}''$ $\frac{3}{4}''$ $1''$	$1''$ $1\frac{1}{4}''$ $1\frac{1}{2}''$	$2''$ $2\frac{1}{2}''$ $3''$
Kuiva oksa	$\leq 7''$ $7\frac{1}{2}-10\frac{1}{2}''$ $\geq 11''$	$\frac{1}{4}''$ $\frac{1}{2}''$ $\frac{3}{4}''$	$\frac{3}{4}''$ $1''$ $1\frac{1}{4}''$	$1\frac{1}{2}''$ $2''$ $2\frac{1}{2}''$
Laho-oksia	$\leq 7''$ $7-10\frac{1}{2}''$ $\geq 11''$	Ei sallita		$1''$ $1\frac{1}{4}''$ $1\frac{1}{2}''$
Oksakyhmy (kyljestymä)		Ei sallita	Pieniä sallitaan	Erityisen suuria ei sallita
Lenkous, cm (koko pituudella)	$\leq 7''$ $\geq 7\frac{1}{2}''$	2 3	4 6	6 8
Mutka		Ei sallita	Pieniä sallitaan	Jyrkkää ei sallita
Tyvikoro		Sallitaan latvalieriön ulkopuolella		
		1—2 jalkaa		2—3 jalkaa
Keskikoro		Ei sallita	Sallitaan latvalieriön ulkopuolella	
			1 jalka	1—3 jalkaa
Sydänhalkeama		Ei sallita	Sallitaan suora tai pieni kiertävä	
Tiivis vesisilo		Ei sallita	Sallitaan pieniä läikkiä	Sallitaan
Rengashalkeama ja halkeillut vesisilo		Ei sallita		
Vuosiluston paksuus		3 mm	Ei rajoitettu	
Kierteisyys		Korkeintaan 1:4	Korkeintaan 1:10	Korkeintaan 1:7
Lyly		Ei sallita	Sallitaan jonkin verran	Sallitaan

Seuraavia vikayhdistelmiä ei sahatukeissa sallita:

- III luokan maksimioksaisuus ja mutka
- III luokan maksimioksaisuus ja II luokan lenkous
- III luokan maksimilenkous ja keskikoro
- III luokan oksaisuus ja laho

myös erikseen kunkin laatuluokan vaatimukset täyttävän osan pituus puolen metrin tarkkuudella. Sahateollisuuden kannalta on luonnollisesti tärkeintä, että tunnetaan hyvien laatuluokkien I ja II luokkien eli u/s-laadun osuus, mutta riittävän kokonaiskuvan saamiseksi on paikallaan tuntea myös III luokan eli kvinttalaadun osuus. Laatuvaatimukset nähdään taulukosta 2.

Vielä määritettiin tyvitukin laatu, so. rungon 18 jalan pituisen tyviosan laatuluokka yksinomaan oksaisuuden perusteella. Tämä luokka arvioitiin myös silloin, kun puu ei täyttänyt enää 18 jalan korkeudella sahatukin vähimmäispaksuutta.

Laadun arvostelu pelkäästään oksaisuuden perusteella johtuu kahdesta syystä.

On lähdeittävä siitä, että tarkoituksenmukaisesti kasvatetuissa metsiköissä on sahapuuvaiheessa jäljellä yksinomaan metsikön runkomuodoltaan parhaat puut. Lengot, mutkaiset, haaraiset ym. vioittuneet sekä sairaat puut pyritään poistamaan jo kasvatusvaiheessa. Loppuhakkuun aikana, jolloin sahapuuta saadaan eniten, on metsikössä siis jäljellä yksinomaan tai ainakin valtaosaltaan sellaisia puita, joissa oksaisuus on ratkaisevin laatua alentava tekijä. Muiden vikaisuuksien merkitys on hoidetuissa metsiköissä huomattavasti vähäisempi kuin luonnonmetsiköissä, joissa niissäkin oksaisuus yli 80 %:ssa tapauksista määrää sahatukin laatuluokan (HEISKANEN 1954 a).

Kuten esitetystä jo ilmenee, oksaisuus on se ominaisuus, johon ilmeisesti vähiten vaikutetaan puun käyttäjien kannalta positiivisesti metsikköä metsänhoidollisesti kasvatettaessa. Kuten kirjallisuuskatsauksesta ilmenee, saattaa metsikön kasvatustoimenpiteillä päinvastoin olla oksaisuuteen nähden puuta käyttävän teollisuuden kannalta negatiivinen vaikutus.

Laadun arvostelumenetelmä poikkeaa tavanomaisesta leimikoiden arvioinnissa käytetystä menetelmästä, jossa laatu arvostellaan yleensä tukeittain. Tällaiseen apterausmenetelmään sisältyy kuitenkin subjektiiviseen apteraukseen liittyviä virhemahdollisuuksia, minkä vuoksi menetelmää ei pidetty sopivana.

Tutkimusaineistoa käsiteltäessä on tutkimukselle asetettuihin päämääriin pääsemiseksi pyritty selvittämään puun laadun kuvaajien riippuvuutta sekä puun järeydestä että vuosiluston vahvuudesta. Laadun kuvaajina on käytetty rungon sahapuuosan jakautumista oksaisuudeltaan sellaisiin osiin, jotka osoittavat puun oksaisuuden luonnollista kehitystä ja ovat senvuoksi hyviä oksaisuuden tunnuksia. Tosin näiden luontaisten oksaisuusluokkien liittyminen rungon sahauskelpoisuuteen ja rungosta saatavan sahatavaran laatuun on vain vajavaisesti tutkittu. Silti tiedetään, että oksattoman osan pituus kuvaa jossain määrin koko rungon sopivuutta sahatavaran raaka-aineeksi (HEISKANEN 1954 a).

Eri laatuluokkien tukkien sahaustuloksen laatu sekä arvosuhteet on sitä vastoin varsin perusteellisesti tutkittu. Käytetystä laatuluokituksesta tiedetään, että se sopii varsin pieniinkin tukkieriin osoittaen luotettavasti tukkien todellisen arvon ja laadun sahatuollisuuden raaka-aineena (SIIMES 1954, HEISKANEN 1954 a).

On kuitenkin selvää, että kaikkia yksityiskohtia ei saada selville tukkien ulkoisten tuntomerkkien avulla. Hyvin perusteellinen selvitys vaatisi koesahaukset, jotka eivät esillä olevassa tutkimuksessa ole voineet tulla kysymykseen. Käytetyn menetelmän tarkkuutta on lisännyt tavanomaiseen tukkilajitteluun verrattuna arvosteltavien puiden keskimäärin nuori ikä, minkä vuoksi puut eivät ole yleensä ehtineet kyljestää suuria oksia, vaan useimmissa tapauksissa kaikki laatuun vaikuttavat oksat ovat tavalla tai toisella vielä todettavissa. Tulosten luotettavuutta arvosteltaessa on otettava huomioon myös se, että luokituksia suoritti vain kaksi henkilöä, jotka saivat perusteellisen opastuksen ja jotka toimivat ko. luokituksen laatijan valvonnan alaisina. Luokituksissa käytettävissä ollut asiantuntemus on siis ollut hyvä.

Käytettyä menetelmää sovellettaessa arvostellaan perusteellisimmin rungon tyviosan laatu. Pyrkimyksenä ei ole näet ollut eri tavalla kasvaneiden tai mahdollisesti eri tavoin kasvatettujen puiden arvosuhteiden selville saaminen, vaan ainoastaan vallitsevan suunnan selvittäminen. Tähän tarkoitukseen tyviosan laatu ja oksaisuus sopivat hyvin. Aiemmat tutkimukset ovat näet osoittaneet, että käytännössä vallitsee hyvin selvä riippuvuus tyvitukin laadun ja koko rungon laadun välillä (esim. HEISKANEN 1954 a, HEISKANEN ja TIIHONEN 1957). Myös koko rungon laatu luokitusta antaa ko. menetelmää käytettäessä tavallista arviointia luotettavamman kuvan siitä syystä, että jokaisessa puussa käytettiin arviointien tueksi myös erilaisia mittausvälineitä.

Vaikka latvuksen oksaisuuteen ei voida ilmeisesti kasvatustoimenpitein hyvin paljon vaikuttaa, on katsottu asialliseksi kiinnittää myös siihen huomiota arviointien verraten suuren epävarmuudenkin huomioon ottaen. Latvuksesta saatavat tukit ovat parhaassakin tapauksessa tosin vain kvinttasahatavaraa antavia, mutta V-laadun suurinpiirteisen osuuden tunteminen on välttämätöntä johtopäätöksiä tehtäessä. Laadun parantamismielessä on kuitenkin kaikkein merkityksellisintä u/s-sahatavaran määrä ja sen sisäinen kokoonpano, mikäli se voitaisiin saada selvitettyksi.

Tutkimusmenetelmän ja tutkimuksen tulosten luotettavuuden kannalta on myös huomattava, että kysymyksessä on tavallaan suuntaa-antavien tulosten saaminen, tulosten, jotka osoittavat metsänhoidolle asetettavan suunnan laatu-puuta kasvatettaessa.

4. Tutkimusaineisto

Tutkimusaineiston määrä metsätyypeittäin nähdään taulukosta 3.

Kaikkiaan on mustikkatyyppiltä mitattu siis 626 runkoa 32 metsiköstä ja puolukkatyyppiltä yli kaksi kertaa niin paljon eli 1 356 runkoa 68 metsiköstä. Tutkimusaineistoa kerättäessä osoittautuikin varsin vaikeaksi löytää puhtaita mustikkatyyppin männiköitä, mistä johtuu, että sen aineisto on jäänyt verraten vähäiseksi.

Taulukko 3. Tutkimusaineiston jakautuminen metsätyypeittäin ja ikäluokittain.

Table 3. The distribution of the studied material by site types and age classes.

Ikäluokka, vuotta Age class, years	MT		VT	
	Metsiköitä Stands	Näytepuita Sample trees	Metsiköitä Stands	Näytepuita Sample trees
41—50	5	89	3	59
51—60	3	60	8	160
61—70	12	237	13	258
71—80	4	80	12	239
81—90	5	100	19	380
91—100	3	60	13	260
Yhteensä — Total	32	626	68	1 356

Aineiston lopullisessa käsittelyssä yhdistettiin ikäluokat 20 vuoden luokiksi, 41—60, 61—80 ja 81—100 v. Läpimittaluokkina on pidetty kolmen sentin luokkia. Mitattujen runkojen jakautuminen näihin luokkiin on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Tutkimusaineiston jakautuminen rinnankorkeusläpimittaluokkiin ikäluokittain ja metsätyypeittäin.

Table 4. The distribution of the studied material into DBH classes by age classes and site types.

D 1.3, cm DBH, cm	Ikäluokka — Age class			Yhteensä Total
	41—60	61—80	81—100	
	näytepuita, kpl — number of sample trees			
	MT			
< 15	14	7	—	21
16—18	41	55	2	98
19—21	39	68	19	156
22—24	32	79	18	129
25—27	17	64	31	112
28—30	5	23	35	63
31—33	1	12	25	38
34—36	—	4	14	18
> 37	—	5	16	21
	VT			
< 15	31	10	6	47
16—18	116	110	102	328
19—21	55	152	150	357
22—24	14	125	142	281
25—27	3	61	109	173
28—30	—	26	76	102
31—33	—	11	38	49
34—36	—	1	11	12
> 37	—	1	6	7

Taulukosta ilmenee, että mustikkatyypin ikäluokassa 61—80 v. ja puolukkatyypissä kaikissa ikäluokissa voidaan aineistoa pitää hyvin laajana. Myös mustikkatyypin muissa ikäluokissa aineiston suuruus on varsin laaja, ja ennenkaikkea se on jakaantunut melko tasaisesti läpimittaluokkiin.

5. Tutkimuksen tuloksia

51. Rungon jako oksaisuuden kannalta erilaisiin osiin

Kuten tutkimusmenetelmää selostettaessa mainittiin, on laadun, oksaisuuden tunnuksena käytetty mm. rungon jakautumista oksaisuuden kannalta erilaisiin osiin. Tässä mielessä on käytetty jakoa, kyhmytön, oksaton ja kuivaoksainen osa sekä elävä latvus. Jako noudattaa puun luontaista karsiutumistapahumaa.

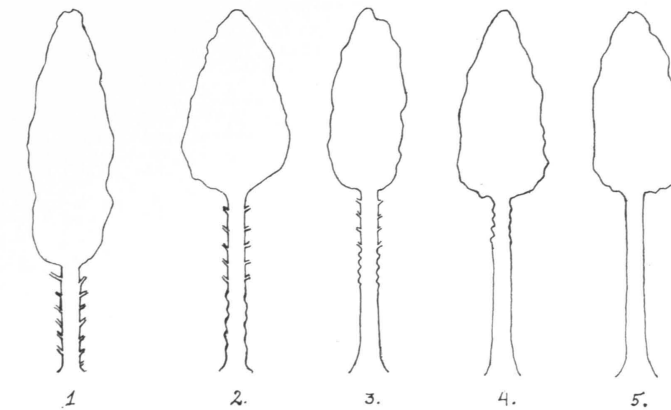
Kun karsiutuminen ja rungon oksista puhdistuminen on ehtinyt loppuvaiheeseen, runko on tyveltään aivan oksaton. Kaikki oksat ovat jo kyljestyneet, eikä niiden kohdalla ole nähtävissä oksakyhmyjä. Tätä, sahateollisuuden kannalta parasta tyviosaa kutsutaan *kyhmyttömäksi osaksi* ja sen ylärajaa *kyhmyrajaksi*. Se vastaa sahapuun mitat täyttävissä puissa verraten tarkoin I laatuluokan osaa.

Tätä vaihetta edeltävä vaihe on, että oksat ovat kyljestyneet, mutta ne ovat vielä paikallistettavissa oksakyhmyjen avulla. Tätä osaa, joka kelpaa laatuluokituksen mukaan parhaassakin tapauksessa vain II luokkaan, kutsutaan *oksattomaksi osaksi*, ja se on sahateollisuuden kannalta jo huomattavasti huonompi kuin kyhmytön osa. On kuitenkin mahdollista, että tätä osaa ei lainkaan esiinny, vaan oksien kyljestyttyä puun pinta jää käytännöllisesti katsoen sileäksi. Silloin on tavallisesti kysymyksessä hyvin hieno-oksainen puu. Oksattoman osan ylärajasta käytetään nimitystä *oksaraja*.

Oksatonta vaihetta edeltävä vaihe, jolloin kaikki oksat ovat rungon tyvi-osasta jo kuolleet mutta ainakin osa niistä on vielä näkyvissä puun pinnalla. Tätä osaa kutsutaan *kuivaoksaiseksi osaksi*. Sen yläraja on *latvusraja*. Tähän osaan sisältyy pääasiassa II ja III laatuluokan puuta, mutta poikkeustapauksissa se voi kelpata myös I laatuluokkaan.

Oksaisuuden kehityksessä on ensimmäisenä vaiheena, että koko runko on elävien, terveiden oksien peittämä. Tekniseltä kannalta tällaista, elävien oksien peittämää osaa voidaan kutsua *terveoksaiseksi osaksi*. Kysymyksessä on siis sama kuin *elävä latvus*. Tästä osasta saadaan suurimmaksi osaksi vain III laatuluokan puuta, mutta varsinkin hitaasti kasvaneissa puissa osa siitä kelpaa II luokkaan.

Jo sahapuun mitat täyttävissä männyissä voidaan erottaa piirroksessa 1 esitetyt tyypit, joista runkotyyppi 1 on sahapuuna laadultaan heikoin ja runkotyyppi 5 paras.



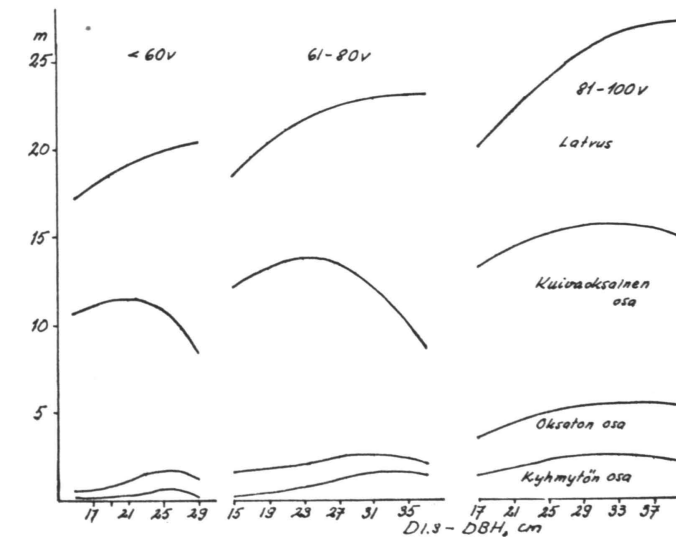
Piirros 1. Luonnossa tavattavat oksaisuudeltaan erilaiset runkotyyppit.

Fig. 1. The types of stems, differing in respect to their branchiness, to be met with in nature.

52. Rungon paksuus laadun tunnuksena

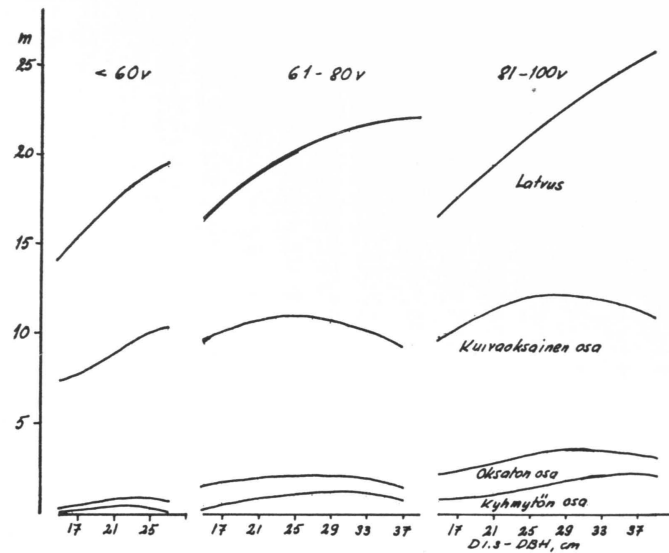
521. Kyhmytön, oksaton ja kuivaoksainen osa sekä latvus

Piirroksissa 2 ja 3 on esitetty tutkittujen runkojen jakautuminen oksaisuudeltaan eri osiin ikä- ja läpimittaluokittain erikseen mustikkatyypissä ja puolukkatyypissä. Piirrosten perusteella voidaan todeta *puun paksuuden vaikutuksesta* rungon oksaisuuteen seuraavaa.



Piirros 2. Runkojen jakautuminen oksaisuudeltaan erilaisiin osiin ikä- ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. MT

Fig. 2. The distribution of stems, by age and DBH classes, into different parts in respect to their branchiness. Myrtillus type.



Piirros 3. Runkojen jakautuminen oksaisuudeltaan erilaisiin osiin ikä- ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. VT

Fig. 3. The distribution of stems, by age and DBH classes, into different parts in respect to their branchiness. Vaccinium type.

Kyhmyraja on keskimäärin erittäin alhaalla kaikissa ikäluokissa. Kyhmytön osa puuttuikin hyvin suuresta osasta runkoja, kuten taulukosta 5 ilmenee. Molemmissa metsätyypeissä on havaittavissa, että kyhmyrajan korkeus nousee ensin rungon läpimitan lisääntyessä, mutta saavutettuaan tietystä läpimitassa maksimin se alkaa laskea. Tältä kannalta näyttävät siis metsikön pienimmät ja suurimmat puut olevan keskikokoisia heikompia.

Kyhmyttömän osan prosenttinen osuus, kyhmyrajan suhteellinen korkeus, noudattaa samaa suuntaa, mikä nähdään taulukosta 6. Se on yleensä pienin metsikön pienimmissä puissa ja suurenee puun läpimitan suuretessa. Tämä on yleinen suunta, mutta siitä esiintyy jossain määrin vaihteluja puoleen ja toiseen.

Puolukkatyypissä kyhmyrajan korkeus sadanneksina puun pituudesta näyttää vanhimmassa ikäluokassa nousevan jatkuvasti. Kuitenkin on yksityiskohdaisessa tarkastelussa havaittavissa, että jo 34 cm:n luokassa alkaa kyhmyttömän puun osuus jossain määrin, tosin hyvin vähäisesti laskea. Tämä lasku on edellisessä ikäluokassa jo huomattavasti selvempi. Nuorimmassa ikäluokassa ko. osuus on vain 1 %:n suuruusluokkaa. Pienimmissä läpimittaluokissa se on hieman alle 1 %:n ja nousee sitten hieman sen yli laskeakseen jälleen 24—26 cm:n luokissa hieman alle tämän rajan.

Mustikkatyypissä kyhmyrajan prosenttinen osuus nousee vanhimmassa ikäluokassa 28 cm:n luokkaan saakka ja laskee sen jälkeen hieman. Nuorimmassa

Taulukko 5. Kyhmytöntä puuta sisältävien puiden osuus mitatuista puusta ikä- ja läpimittaluokittain.

Table 5. Percentage of trees containing knotless timber from the number of the measured trees, by age and diameter classes.

D 1.3, cm DBH, cm	Ikäluokka, v — Age classes, yrs		
	41—60	61—80	81—100
% — per cent			
MT			
< 15	0	14	..
16—18	2	29	100
19—21	15	43	89
22—24	28	46	83
25—27	53	48	90
28—30	60	87	77
31—33	0	75	92
34—36	..	100	79
> 37	..	80	100
VT			
< 15	3	50	50
16—18	6	41	63
19—21	11	46	67
22—24	28	48	79
25—27	0	48	79
28—30	..	50	88
31—33	..	91	92
34—36	..	100	100
> 37	..	0	100

Taulukko 6. Latvus-, oksa- ja kylmyrajansuhteellinen korkeus läpimitta- ja ikäluokittain.
Table 6. The relative height of the crown, branch and overgrown knot limits, by diameter and age classes.

	D 1.3, cm — DBH, cm										
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
%											
VT											
81—100 v.											
Latvusraja ¹⁾	59	59	59	58	58	57	55	52	50	48	46
Oksaraja ²⁾	14	14	14	15	15	15	16	16	15	14	13
Kyhmyraja ³⁾	4	5	6	7	7	7	8	8	9	9	9
61—80 v.											
Latvusraja	58	57	56	55	54	53	51	49	47	45	43
Oksaraja	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	7
Kyhmyraja	3	3	4	4	5	5	5	5	5	4	4
< 60 v.											
Latvusraja	50	50	50	51	52	52					
Oksaraja	2	3	4	5	4	4					
Kyhmyraja	1	1	1	1	1	1					
MT											
81—100 v.											
Latvusraja	66	66	66	65	64	63	62	61	60	59	58
Oksaraja	17	18	20	21	21	21	21	21	21	21	21
Kyhmyraja	7	7	8	8	9	9	9	10	9	9	9
61—80 v.											
Latvusraja	65	65	65	63	62	61	58	55	51	46	41
Oksaraja	8	9	9	9	10	10	11	11	11	10	9
Kyhmyraja	2	2	2	3	4	5	6	6	6	7	7
< 60 v.											
Latvusraja	62	62	61	59	57	52	45				
Oksaraja	3	4	5	6	8	9	8				
Kyhmyraja	1	1	1	2	3	3	2				

¹⁾ Crown limit, ²⁾ Branch limit, ³⁾ Overgrown knot limit.

ikäluokassa kyhmyrajan suhteellinen korkeus samoin nousee aluksi ja pienenee suurimmissa läpimittaluokissa. Sitä vastoin keskimmaisessä ikäluokassa ko. osuus suurenee jatkuvasti.

Oksarajan korkeuden nähdään vaihtelevan samantapaisesti kuin kyhmyrajan korkeuden.

KRIGUL (1961) esittää samanlaisia tuloksia todeten riippuvuuden kuvaajan olevan lähinnä muotoa $y = ax^2 + bx + c$. NYLINDERIN (1958 b) tulokset taas osoittavat, että alin kyljestymätön kuiva oksa on istutusmänniköissä sitä korkeammalla, mitä suurempi on rungon paksuus edellyttäen, että istutusväli on sama.

Oksaraja on tietenkin kyhmyraja huomattavasti korkeammalla. Kaiken kaikkiaan sekin on verraten alhaalla, alle 60 vuoden ikäluokassa puolukkatyyppissä 0.3—0.8 m:n ja mustikkatyyppissä 0.5—1.7 m:n korkeudella. Ikäluokassa 61—80 v sen korkeus on VT:ssä parhaassakin tapauksessa vain 2 metriä ja MT:ssä vain 2.5 metriä sekä ikäluokassa 81—100 v vastaavasti 3.6 metriä ja 5.5 metriä.

Oksarajan suhteellisen korkeuden läpimittaluokittaiset muutokset ovat myös samat kuin kyhmyrajan, kuitenkin sillä poikkeuksella, että kaikissa tapauksissa oksaraja on suhteellisesti korkeimmalla keskikokoisissa rungoissa.

Vaikka raja vaihtelee melko paljon, on kuitenkin selvästi havaittavissa, että kussakin ikäluokassa ovat keskikokoiset rungot oksattomuudeltaan suhteellisesti parhaita.

Latvusraja on kaikissa ikäluokissa ja kummassakin metsätyypissä suhteellisesti korkeimmalla pienimmissä puissa ja alenee sitten puiden paksuuden lisääntyessä aluksi hitaasti ja myöhemmin melko nopeasti (vrt. SARVAS 1944). Poikkeuksen muodostaa puolukkatyyppin ikäluokka alle 60 v.

Latvusrajan absoluuttinen korkeus sitä vastoin nousee aluksi puiden paksuuden lisääntyessä, mutta alkaa sitten melko nopeasti laskea suurimmissa läpimittaluokissa. Latvusrajan korkeus on alle 60 vuoden ikäluokassa parhaimmillaan VT:ssä hieman yli 10 metriä, ja MT:ssä n. 11.5 metriä, 61—80 vuoden ikäluokassa VT:ssä n. 11 metriä ja MT:ssä lähes 14 metriä. Vanhimmassa luokassa maksimikorkeudet ovat 12 metriä ja lähes 16 metriä.

Eri metsiköitä verrattaessa oli selvänä suuntana, että metsiköissä, joiden keskiläpimitta oli pieni, latvus alkoi korkeammalta kuin niissä, joissa keskiläpimitta oli erittäin suuri. Toisin sanoen, mitä harvempana metsikkö on kasvatettu, sitä pienempi on latvusrajan absoluuttinen korkeus maasta. Samalla tavoin NYLINDER (1958 a) on osoittanut, että latvusraja on harvimmin istutetuissa (istutusväli 3 m) männiköissä alempi kuin muissa (istutusväli alle 2 m).

Tässä yhteydessä on syytä tarkastella myös kuivaoksaisten osan pituutta. Se noudattaa kaikissa ikäluokissa, VT:n nuorinta luokkaa lukuunottamatta, yhtäläistä suuntaa. Aluksi sen pituus lisääntyy ja vähentyy sitten puun läpimitan suu- retessa jopa hyvinkin nopeasti.

Taulukosta 6 voidaan laskea, että kuivaoksaisten osan osuus koko rungon pituudesta vaihtelee seuraavasti.

MT	
41— 60 v	59—37 %
61— 80 v	47—32 %
81—100 v	49—37 %
VT	
41— 60 v	48—46 %
61— 80 v	48—36 %
81—100 v	45—33 %

Suunta on se, että kuivaoksaisten osan osuus puun pituudesta yleensä pienee puun paksuuden suurenessa.

Kuivaoksaista osaa pidetään yleensä sahapuurungon huonoimpana osana sahatteellisuuden kannalta. Tämä ei kuitenkaan pidä useinkaan paikkaansa. On näet otettava huomioon myös oksien suuruus ja lukumäärä ennenkuin terveoksaista ja kuivaoksaista osaa voidaan vertailla toisiinsa laatuominaisuuksien kannalta. On kuitenkin huomion arvoista, että *kuivaoksaisten osaa on sitä pitempi, mitä hitaammin puu on kasvanut paksuutta* (vrt. GELINSKY 1933).

Latvuksen pituus taas pitenee kaikissa ikäluokissa puun paksuuden lisäntyessä. Sama on suunta latvuksen suhteellisen osuuden kohdalla.

Ikäluokittainen vertailu taas osoittaa, että *tietympaksuisen puun kyhmytön ja oksaton osa on sitä pitempi, mitä vanhempi tämä puu on*. Toisin sanoen hidaskasvuinen puu on näiltä tunnuksiltaan parempi kuin nopeakasvuinen. Tämä suunta on havaittavissa molemmissa metsätyypeissä erittäin selvänä. Sitä vastoin latvus lyhenee puun vanhetessa.

Kyhmyttömän osan pituus eli kyhmyrajan korkeus on ikäluokassa 81—100 vuotta MT:ssä 1—1 ½ metriä ja VT:ssä ½—1 ½ metriä pitempi kuin vastaavissa läpimitoissa ikäluokassa 61—80 vuotta. Kahden nuorimman ikäluokan välillä erot ovat vastaavasti:

MT	0.2—1 ½ m
VT	0.3—1 m

Oksattoman osan pituuden eli oksarajan korkeuden erot ovat yleensä suuressa kuin edellä esitetyt kyhmyrajan korkeuksien erot. Ne nähdään seuraavasta asetelmasta:

Ikäluokat, v.	MT metriä	VT
(81—100) — (61—80)	2—3	1—2
(61— 80) — (41—60)	1—1 ½	1—1 ½

Latvusraja on myös selvästi korkeammalla vanhoissa ikäluokissa.

Kaikkein pienimmät erot ovat kuivaoksaisten osassa, Näyttää siltä, että kuivaoksaisten osa pysyy suunnilleen vakiona tai mahdollisesti hieman lyhenee puiden vanhetessa (KRIGUL 1961).

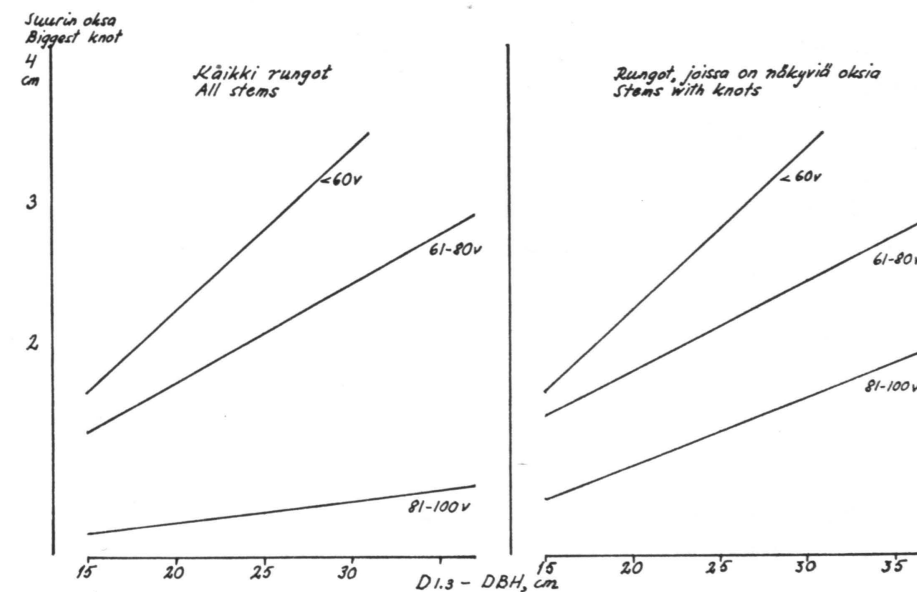
On havaittavissa, että mitä vanhemmiksi puut kehittyvät aineistoon sisältyvissä ikäluokissa, sitä enemmän sekä kyhmytön että oksaton osa kasvavat tiettyssä ajassa. »Laatukasvu» on siis vuotta kohden suurimmillaan lähellä 100 vuoden ikää.

522. Oksien suuruus

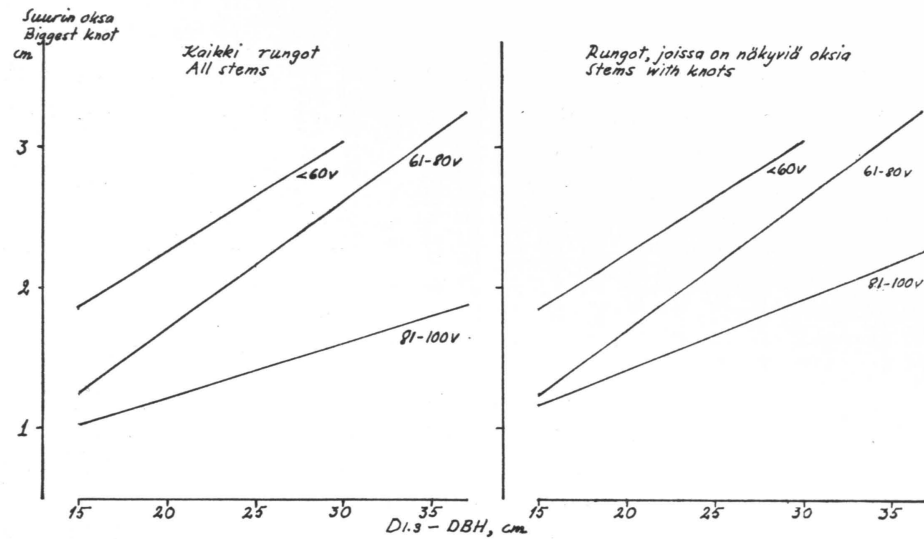
Suurin oksa, joka kuvaa männyssä myös tukkien oksaisuutta kokonaisuudessaan, on varsin hyvä laadun kuvaaja. Sehän on myös sahatukkien laatuolosuhteissa tärkein laatua määräävistä tunnuksista. Esillä olevassa tutkimuksessa on suurin oksa määritelty kahdella tavalla.

1. Tyvitukin suurin oksa, joka lähinnä vastaa kuivaoksaisten osan suurinta näkyvää oksaa.

2. Sahapuuosan suurin oksa on taas miltei poikkeuksetta jo latvukseen sisältyvä elävä, terve oksa niissä tapauksissa, joissa sahapuuosakin ulottuu latvukseen sisälle.



Piirros 4. Tyvitukin suurimman oksan riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain. MT
Fig. 4. Dependence of the biggest branch of butt log, by age classes, on the breast height diameter. Myrtillus type.



Piirros 5. Tyvitukin suurimman oksan riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain. VT
Fig. 5. Dependence of the biggest branch of butt log, by age classes, on the breast height diameter. Vaccinium type.

Kuivaoksaisten osan suurinta oksaa käsittelevät tutkimukset osoittavat, että jokaisessa ikäluokassa vallitsee rungon rinnankorkeusläpimitan ja tyvitukin suurimman oksan välillä suoraviivainen riippuvuus. Kun otetaan huomioon myös ne rungot, joissa kaikki oksat ovat kyljestyneet tyvitukin osalta, eli joissa suurin oksa on 0, saadaan seuraavat yhtälöt kuvaamaan em. riippuvuutta (piirros 4 ja 5). Niissä r = korrelaatiokerroin, y = tyvitukin suurin oksa ja x = rinnankorkeusläpimita.

Ikäluokka, v	VT	
< 60	$r = 0.516 \pm 0.059^{***}$	$y = 0.081x + 0.64$
61—80	$r = 0.630 \pm 0.053^{***}$	$y = 0.093x - 0.10$
81—100	$r = 0.301 \pm 0.014^{***}$	$y = 0.044x + 0.42$
MT		
< 60	$r = 0.540 \pm 0.065^{***}$	$y = 0.110x + 0.05$
61—80	$r = 0.498 \pm 0.049^{***}$	$y = 0.071x + 0.33$
81—100	$r = 0.135 \pm 0.099$	$y = 0.015x + 0.41$

Tyvitukin suurin oksa siis suurenee keskimäärin sitä nopeammin puun paksuudessa, mitä nuoremmasta ikäluokasta on kysymys.

Vanhimmassa ikäluokassa riippuvuus on hyvin heikko, mikä johtuu ennenkaikkea siitä, että tässä ikäluokassa on jo suuri osa rungoista sellaisia, jotka ovat tyvitukiltaan kokonaan oksattomia. Jos lasketaan puun paksuuden ja tyvitukin suurimman oksan välinen riippuvuus vain niille rungoille, joista suurin oksa tyvi-

osassa on vielä nähtävissä, päädytään vanhimmassa ikäluokassa paljon edellä esitettyä voimakkaampaan riippuvuuteen, mistä seuraavat yhtälöt ovat esimerkkinä. Myös keskimmaisessa ikäluokassa on muutoksia, mutta nuorimmassa luokassa on kaikissa rungoissa tyvitukissakin vielä näkyviä oksia (piirros 4 ja 5).

Ikäluokka, v	VT	
61—80	$r = 0.567 \pm 0.037^{***}$	$y = 0.048x + 0.44$
81—100	$r = 0.561 \pm 0.033^{***}$	$y = 0.092x - 0.13$
MT		
61—80	$r = 0.479 \pm 0.049^{***}$	$y = 0.063x + 0.54$
81—100	$r = 0.640 \pm 0.060^{***}$	$y = 0.047x + 0.20$

Vastaavanlaisia tuloksia on saatu eräissä aikaisemmissa tutkimuksissa. HEISKANEN (1959 b) tutkimukset nuorien mäntyjen karsittavan osan suurimman oksan ja puun paksuuden välillä osoittavat vielä selvempää riippuvuutta kuin esillä olevassa tutkimuksessa. NYLINDER (1958 a) on saanut myös hyvin selvän riippuvuuden puun paksuuden ja oksien paksuuden välillä istutusmänniköissä. Istutusvälin ollessa 3 m, 15 cm:n vahvuisten puiden suurin oksa oli 1.5 m korkeudella 15 mm, 20 cm:n vahvuisten runkojen 18 mm ja 25 cm:n vahvuisten 22 mm.

GRAH'in (1962) mukaan ponderosa-männyn tyvitukin suurin oksa on sitä suurempi, mitä paksumpi runko on ja mitä suurempi on etäisyys lähimpiin naapurirunkoihin. HEIKINHEIMO (1953) taas on osoittanut, että oksat ovat vallitussa puissa selvästi pienemmät kuin vallitsevissa.

Sahapuuosan suurimman oksan ja rungon paksuuden välillä vallitsee myös selvä riippuvuus jokaisessa ikäluokassa. Se on esitetty piirroksessa 6.

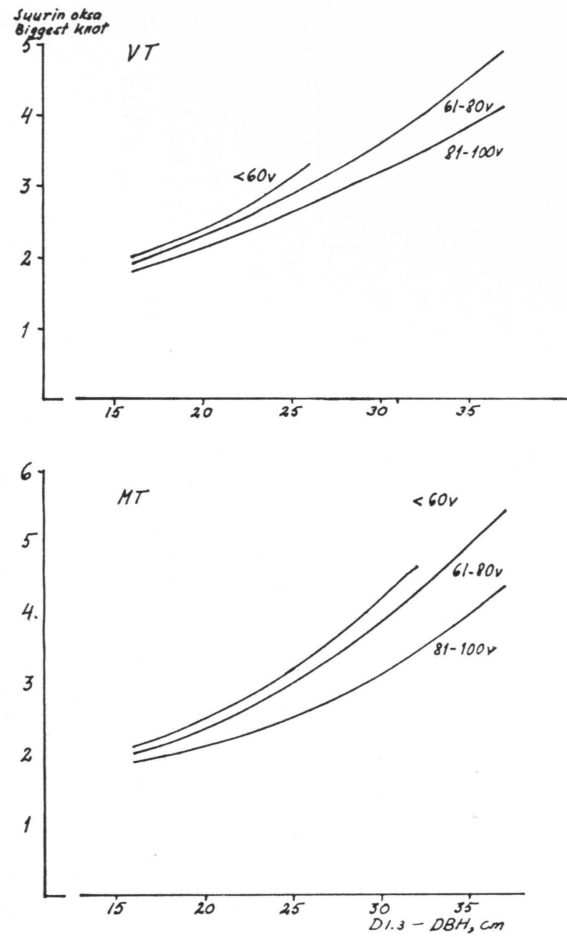
Piirroksessa 6 ilmenee, että kussakin ikäluokassa sahapuuosan suurin oksa kasvaa rungon paksuuden lisääntyessä. Riippuvuus on selvästi käyräviivainen. Latvuksen oksiin puun paksuuden vaikutus on siis suurimmissa rungoissa voimakkaampi kuin tyvitukin oksiin.

Vastaavasti ikäluokkia toisiinsa vertailtaessa voidaan todeta, että mitä vanhempi tietyn paksuinen puu on, sitä pienempi on sen tyvitukin ja myös sahapuuosan suurin oksa. Tämäkin siis osoittaa, että mitä hitaammin puut kasvavat, sitä pienemmiksi jäävät niiden oksat.

523. Tyvitukin laatu

Tyvitukin laatua ja oksaisuutta voidaan pitää verraten hyvänä koko rungon laadun osoittajana (HEISKANEN 1954 a). Myös esillä olevassa tutkimuksessa tarkastellaan tämän tunnuksen perusteella puiden oksaisuutta ja tyvitukkina pidetään 18 jalan pituisia tyviosaa.

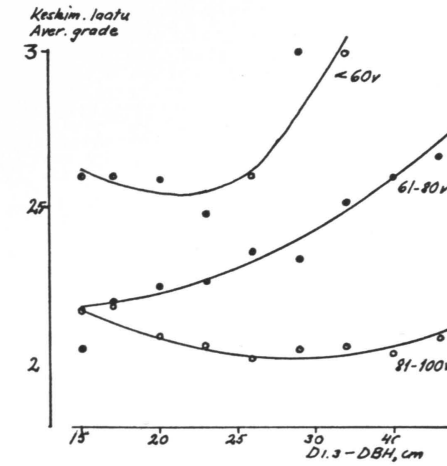
Piirroksessa 7 on esitetty em. tavalla määritettyjen tyvitukkien tasoitetut



Piirros 6. Sahapuoksen suurimman oksan riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.
Fig. 6. Dependence of the biggest branch of the sawlog part, by age classes, on the breast height diameter.

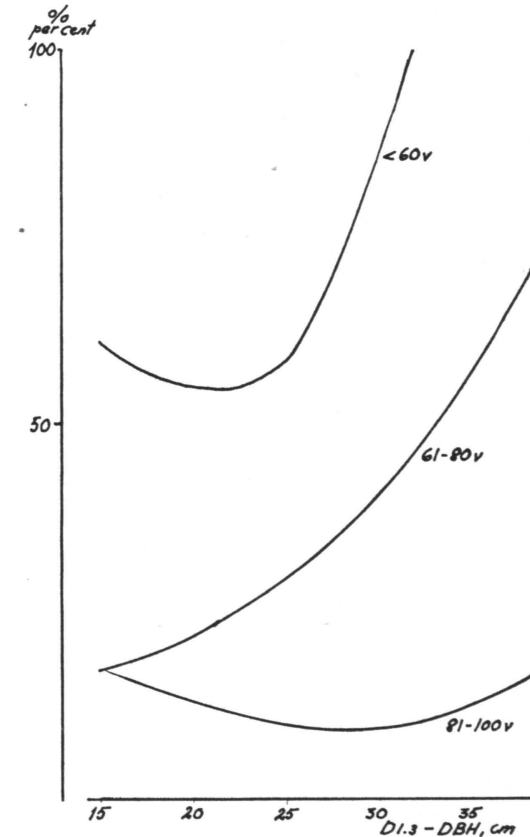
keskimääräiset laatuluokat. Ne on saatu laskemalla oksaisuuden perusteella määritettyjen laatuluokkien numeroarvojen keskiarvot. Molemmat tutkimuksessa tarkasteltavat metsätyypit on voitu yhdistää, sillä tyvitukkien laatuluokkien eroavuudet kummankin metsätyypin välillä vaikuttavat merkityksettömiltä.

Piirros 7 osoittaa, että tyvitukkien laadun osalta on varsinkin nuorimmassa ja vanhimmassa ikäluokassa havaittavissa sama suunta kuin aiempien tunnusien kohdalla. Tyvitukin laadun kannalta ovat keskikokoiset puut yleensä parhaita. Kuitenkin keskimmaisessä ikäluokassa tyvitukin laatu huononee jatkuvasti rungon paksuuden suuretessa.



Piirros 7. Tyvitukin keskimääräisen laatuluokan riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.

Fig. 7. Dependence of the average grade of the butt log on the breast height diameter, by age classes



Piirros 8. Tyvitukkien III laatuluokan osuuden riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.

Fig. 8. Dependence of the grade III part of the butt log on the breast height diameter, by age classes.

Sama suunta ilmenee vielä selvempänä tyveltään III luokan ja sahapuiksi kelvottomien runkojen osuudesta, joka nähdään piirroksesta 8.

Siitä nähdään ensinnäkin, että III luokan eli kvinttatukkien osuus tyvitukeista on alle 60 vuotisissa rungoissa parhaimmillaankin, 19—23 cm:n läpimittaluokassa, peräti 55 % ja nousee sen jälkeen puiden paksutessa hyvin nopeasti. Keskimmaisessa, 61—80 vuoden ikäluokassa, kvinttatukkien osuus on pienimmillään pienimmässä läpimittaluokassa, n. 15—20 % ja nousee sen jälkeen ja on suurimmassa 35 cm:n luokassa jo lähes 70 %. Ikäluokassa 81—100 v. III luokan osuus tyivistä on jo erittäin vähäinen, vain 9—17 %. Pienin arvo saavutetaan 27—29 cm:n luokissa ja siitä tämä osuus nousee molempiin suuntiin.

Myös nämä tulokset osoittavat, että *nopeasti kasvaneet puut ovat tyven laadun osalta hyvin heikkoja*. Kun tyvitukki kuvaa melko tarkoin myös tukkiosan laatu-jakautumaa, voidaan näiden tulosten todeta osoittavan, että koko sahapuosan laatu-jakautuma on nopeasti kasvaneissa rungoissa heikompi kuin hitaasti kasvaneissa. Ero on ilmeisesti vielä suurempi kuin tyvissä, koska hitaasti kasvaneissa, pieniläpimittaisissa yleensä lyhyissä puissa tyven osuus rungon kuutiomäärästä on suurempi kuin monitukkisissa, paksuissa puissa.

Suuntaus johtuu siitä, että kaikkein pienimmät puut karsiutuvat heikommin kuin hieman suuremmat. Pienten puiden tyvitukeissa on siis enemmän oksia, enemmän oksaista osaa kuin keskikokoisissa. Suurimmissa puissa oksaisen osan osuus sitten jälleen lisääntyy. Oksan suuruus, joka sekin vaikuttaa voimakkaasti tukkien laatuluokkaan, taas suurenee puun paksuuden kasvaessa, kuten edellä havaittiin.

Kun kysymys on laatuluokituksista, vaikuttaa tulokseen myös se, että kussakin laatuluokassa sallittavien oksien suuruus riippuu jossain määrin puun paksuudesta. Pienissä rungoissa sallitaan kussakin laatuluokassa pienempiä oksia kuin suurissa, mikä ilmenee taulukossa 2 esitetyistä laatuluokitusohjeista.

Lisäksi mainittakoon, että I luokan osuus u/s-tukeista on alle 80 vuoden ikäluokissa hyvin alhainen. Näin nuorissa metsissä puut ovat vain harvoin kokonaan karsiutuneet tyvitukin, tässä tapauksessa 18 jalan korkeudelle. Vanhimmassa ikäluokassa I luokan tyvitukkien osuus lisääntyy pienimmän läpimittaluokan 3 %:sta suurimman luokan 10 %:iin.

524. Laatuluokkien osuudet

Sahateollisuuden kannalta oksaisuus- ja laatuksymystä tarkasteltaessa, saadaan paras tulos tutkimalla eri laatuluokkiin kuuluvan sahapuun osuuksia. Laatuluokitus näet ottaa yhtä aikaa huomioon sekä oksattomuuden, oksien lukumäärän että oksien suuruuden. Kaikista näyterungoista määritettiinkin sahapuosan jakautuminen laatuluokkiin, niin kuin tutkimusmenetelmää selostettaessa mainittiin. Menetelmä oli kuitenkin tavanomaisesta laatuluokitusmenetelmästä poikkeava. Tavallisesti tukki, 10—23 jalkaa, on pienin yksikkö, ja

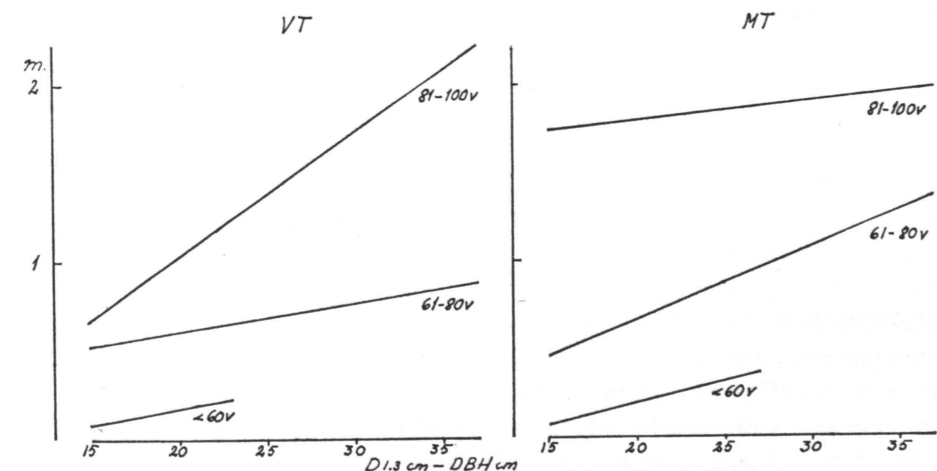
sitä lyhyempää jonkin tietyn laatuluokan osaa ei siis huomioida. Esillä olevassa tutkimuksessa sitä vastoin jo puolen metrin pituinen laatuosa on otettu huomioon. Tästä johtuu, että hyvien laatuluokkien osuudet on saatu käytetyllä menetelmällä tavanomaisen luokitusmenetelmän osoittamia suuremmiksi.

Toisaalta menetelmä antaa myös tukkiosan pituuden todellista suuremmaksi, sillä tukkiosan pituus on aina arvioitu joko annettuun minimiläpimittaan saakka tai siihen saakka, missä runko ei enää ole oksien paksuuden tai suuren lukumäärän vuoksi kelvannut sahapuiksi. Tästä taas johtuu, että varsinkin suurissa rungoissa, mutta myös kaikissa keskimäärin on III luokan osaa latvaan saatu enemmän kuin käytännön laatuluokituksissa. Tavallisesti näet varsin suuressa osassa runkoja tukeiksi teko lopetetaan jo ennen minimiläpimitan saavuttamista mm. voimakkaan kapenemisen tms. seikan vuoksi.

Kaikki esitettävät sadannekset on laskettu tukkiosan pituudesta. On kuitenkin huomattava, että I luokan ja II luokan osat ovat yleensä puun tyvessä ja III luokan osa on vasta niiden yläpuolella.

Paras, I laatuluokan osa on kaikissa ikäluokissa keskimäärin erittäin lyhyt pidentyen kuitenkin selvästi puiden iän lisääntyessä, kuten piirroksessa 9 esitetyistä tasoitus-suorista ilmenee. Piirroksen mukaan I *laatuluokan osan pituus kasvaa kaikissa ikäluokissa puun vahvuuden lisääntyessä*. Toisaalta aineisto kuitenkin viittaa siihen, että ainakin nuorimmassa ikäluokassa alkaa I luokan osuus pienetä puiden paksuuden noustessa yli 26 cm:n, jota suurempia puita ei ole enää otettu huomioon tasoituslaskelmissa. Keskimmaisessa ikäluokassa paras-laatuinen osa alkaa todennäköisesti lyhetä n. 34—35 cm:n kohdalla.

Piirroksen tasoitus-suorien yhtälöt pitävät siis paikkansa ilmeisesti vain em. läpimittoihin saakka. Korrelaatiokertoimet (r) ja regressiosuorien yhtälöt, joissa



Piirros 9. I laatuluokan osan pituuden riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.
Fig. 9. Dependence of the length of the grade I part on the breast height diameter, by age classes.

y = I laatuluokan osan pituus, m, ja x = rinnankorkeusläpimitta, cm, ovat seuraavat.

Ikäluokka, v	MT	VT
< 60	$r = 0.328 \pm 0.042^{***}$ $y = 0.022x - 0.25$	$r = 0.220 \pm 0.036^{***}$ $y = 0.020x - 0.22$
61—80	$r = 0.355 \pm 0.048^{***}$ $y = 0.041x - 0.15$	$r = 0.218 \pm 0.037^{***}$ $y = 0.016x + 0.26$
81—100	$r = 0.064 \pm 0.035^{***}$ $y = 0.006x - 1.58$	$r = 0.441 \pm 0.040^{***}$ $y = 0.072x - 0.41$

Jos aineistoon olisi sisältynyt vielä suurempia, vielä nopeammin kasvaneita puita, olisi kuitenkin varmaa, että ulkonäöltään I laatuluokkaan kelpaavan puun pituus olisi alkanut nopeasti lyhentyä suurimmissa läpimittaluokissa. Suurimpien aineistoon sisältyvien runkojen I luokan puu on sekin ilmeisesti niin oksaista kauniista ulkonäöstään huolimatta, ettei se todellisuudessa antane ko. laatuluokan edellyttämää korkealaatuista sahatavaraa. Tähän päätelmään antaa aiheen ko. runkojen vuosilustojen paksuus (HEISKANEN 1954 b, vrt. s. 48).

I laatuluokan puun suhteellinen osuus sahapuu- eli tukkiosasta on esitetty taulukossa 7, josta nähdään, että I luokan ulkonaiset vaatimukset täyttävän puun osuus tukkiosan pituudesta alenee aluksi puun paksuuden lisääntyessä ja alkaa sitten nousta. Vaihtelut eri läpimittaluokissa ovat kuitenkin varsin vähäiset. Poikkeuksen muodostaa MT:n ikäluokka 81—100 v, jossa I luokan suhteellinen osuus on sitä pienempi, mitä suurempi on puun läpimitta rinnantasalta.

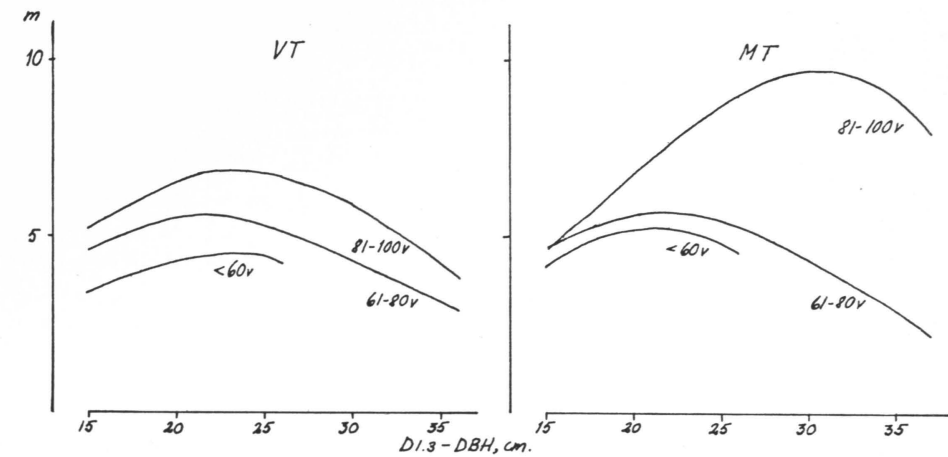
Samoin havaitaan, että paraslaatuisten puun osuus on kussakin paksuusluokassa sitä suurempi, mitä vanhemmasta puusta on kysymys. Suurimmillaan osuus on vain hieman yli 10 %, joka kuutiomäärästä laskettuna olisi luonnollisesti melko paljon suurempi, arviolta lähes 20 %.

I luokkaa koskevat tulokset ovat laatuluokitusta koskevista tuloksista heikoimmalla pohjalla sekä tämän luokan määrittämisen vaikeuden vuoksi (HEISKANEN 1954 a, 1962) että sisäisten tunnusten määrittämisen suorittamatta jäämisen vuoksi. Siitä huolimatta on näilläkin tuloksilla suuntaa-antava merkitys. Ne osoittavat, että hakkauksilla käsiteltyjen metsiköiden puissa on paraslaatuisten sahapuun osuus vähäinen.

II laatuluokan osan pituus on esitetty piirroksessa 10.

Kaikissa ikäluokissa ja molemmissa metsätyypeissä tämän, I laatuluokkaa huonompaa u/s-tavaraa antavan laatuluokan pituus lisääntyy aluksi melko selvästi puun läpimitan kasvaessa, mutta alkaa sitten useimmissa tapauksissa verraten aikaisessa vaiheessa jopa jyrkästi vähentyä. Tulos on siis samantapainen kuin luontaisia oksaisuustunnuksia edellä tarkasteltaessa saatu.

Tämän laatuluokan pituus on jo paljon suurempi kuin I luokan osan pituus. Parhaissa rungoissa II laatuluokan osan pituus on eri ikäluokissa seuraava.



Piirros 10. II laatuluokan osan pituuden riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.
Fig. 10. Dependence of the length of the grade II part on the breast height diameter, by age classes.

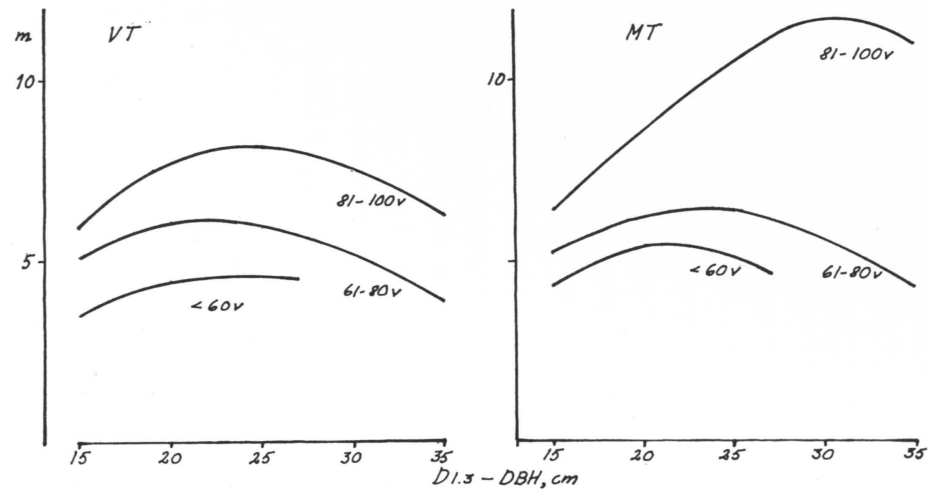
Ikäluokka, v	VT	MT
	II luokan osa, m	
< 60	4.5	5.2
61—80	5.5	5.7
81—100	6.8	9.7

II laatuluokan prosenttiset osuudet tukkiosan pituudesta nähdään taulukosta 7, jonka mukaan tämän luokan osuus sahapuun pituudesta pienenee puun läpimitan suuretessa. Sama riippuvuus on nähtävissä jokaisessa ikäluokassa sekä MT:ssä että VT:ssä. Toisin sanoen II laatuluokan osuus männyn sahapuuosasta on sitä suurempi, mitä hitaammin puu on kasvanut paksuutta. Suurimmillaan tämä osuus on eri ikäluokissa 56—67 %. Suurimmissa läpimittaluokissa se on parhaissakin tapauksissa vain hieman yli 1/3 ja eräissä tapauksissa vain 20 %:n suuruusluokkaa.

Kun I laatuluokan määrittäminen on ollut jossain määrin epävarmaa, on syytä tarkastella myös I ja II luokan (u/s-luokan) yhteenlaskettua osuutta, jota koskevat tulokset nähdään piirroksessa 11.

Tämä osuus muistuttaa luonnollisesti kehitykseltään hyvin läheisesti II luokan osan muutoksia. Kaikissa ikäluokissa ja molemmissa metsätyypeissä u/s-laatuluokan osan pituus lisääntyy puun läpimitan lisääntyessä aluksi verraten jyrkästi, mutta saavuttaa pian maksiminsa, minkä jälkeen pituus pienenee. Sama suunta on havaittavissa molemmissa metsätyypeissä ja kaikissa ikäluokissa.

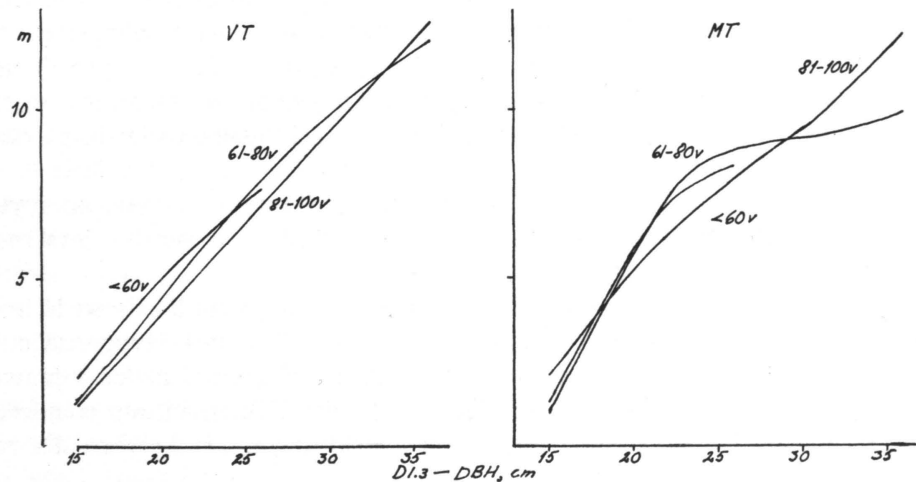
U/s-laatuluokan suhteellinen osuus tukkiosan pituudesta nähdään myös taulukosta 7.



Piirros 11. U/s- laadun osan pituuden riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.
Fig. 11. Dependence of the length of u/s grade part on the breast height diameter, by age classes.

Siitä ilmenee, että jokaisessa ikäluokassa on u/s-luokan osuus suurimmillaan pienimmissä, siis hitaimmin kasvaneissa rungoissa ja pienenee sitten jatkuvasti puun läpimitan suuretessa. Vastaavasti nähdään, että jokaisessa läpimittaluokassa on vanhimman ikäluokan puiden u/s-laadun osuus kaikkein suurin. Korkealaatuista, u/s-sahatavaran raaka-aineeksi kelpollista puuta saadaan siis suhteellisesti eniten hitaimmin kasvaneista puista.

Huonoimman laatuluokan, III luokan, osuus on esitetty piirroksessa 12.



Piirros 12. III laatuluokan osan pituuden riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta ikäluokittain.
Fig. 12. Dependence of the length of the grade III part on the breast height diameter, by age classes.

Taulukko 7. Sahapuuosan pituuden prosenttinen jakautuminen eri laatuluokkiin läpimitta- ja ikäluokittain.
Table 7. The per cent distribution of the length of the sawlog part into different grades, by diameter and age classes.

D 1.3 cm DBH, cm	60 v					61-80 v					81-100 v				
	I	II	Yht. Total	III	Yht. Grand total	I	II	Yht. Total	III	Yht. Grand total	I	II	Yht. Total	III	Yht. Grand total
						MT					VT				
16	2	66	68	32	100	7	67	74	26	100	19	56	75	25	100
18	1	55	56	44	100	6	55	61	39	100	16	49	65	35	100
20	1	49	50	50	100	6	47	53	47	100	13	49	62	38	100
22	1	43	44	56	100	5	42	47	53	100	12	48	60	40	100
24	2	38	40	60	100	6	38	44	56	100	11	48	59	41	100
26	2	35	37	63	100	6	36	42	58	100	10	48	58	42	100
28						7	33	40	60	100	10	47	57	43	100
30						8	30	38	62	100	9	47	56	44	100
32						8	27	35	65	100	9	45	54	46	100
34						8	24	32	68	100	9	41	50	50	100
36						9	19	28	72	100	9	37	47	53	100
16	2	57	59	41	100	7	67	74	26	100	9	68	77	23	100
18	1	52	53	47	100	6	61	67	33	100	8	62	70	30	100
20	2	45	47	53	100	6	53	59	41	100	9	57	66	34	100
22	2	42	44	56	100	5	48	53	47	100	9	53	62	38	100
24	2	39	41	59	100	5	43	48	52	100	9	48	57	43	100
26	2	35	37	63	100	5	37	42	58	100	10	44	53	47	100
28						5	33	38	62	100	10	39	49	51	100
30						5	29	34	66	100	10	35	45	55	100
32						5	26	31	69	100	11	29	40	60	100
34						5	22	27	73	100	11	25	36	64	100
36	6	18	24	76	100	6	18	24	76	100	12	20	32	68	100

Piirros 12 osoittaa, että III laatuluokan osan pituus kasvaa jatkuvasti kaikissa ikäluokissa puun paksuuden lisääntyessä. Eri ikäluokkien väliset erot ovat varsin vähäiset ja epävarmat. Mustikkatyypin nuorempien ikäluokkien käyrien suunta saa selityksen siitä, että niiden suurimmissa rungoissa huomattava osa sahapuun mitat täyttävästä puusta on tukkipuiksi kelpaamatonta oksien suuruuden tai lukumäärän vuoksi. Sama seikka on jossain määrin vaikuttanut myös puolukkatyypin samoissa ikäluokissa.

Huonoimman laatuluokan yhtä suuri pituus kaikissa ikäluokissa selittyy mm. sillä, että aluksi kaikki sahapuu on III luokkaa, mutta puun kasvaessa pituutta ja paksuutta alkaa tyvässä muodostua yhtä paljon parempilaatuista puuta kuin sahapuiksi kelvollisen puun osuus latvassa kasvaa. Tämä pitää paikkansa kuitenkin vain siinä tapauksessa, että latvaan muodostuva sahapuun mitat täyttävä puu ei muutu sahapuiksi liian oksaiseksi. Näin kuitenkin tapahtuu nopeasti kehittyneissä puissa varsin usein.

Taulukkoon 7 on laskettu myös III laatuluokan puun suhteellinen osuus sahapuuosan pituudesta. Tämä osuus suurenee kussakin ikäluokassa jatkuvasti puun paksuuden lisääntyessä. Se osoittaa, että III laatuluokan, siis pääasiallisesti vain kvinttasahatavaraa antavan puun osuus sahapuusta on sitä suurempi mitä nopeammin puut ovat kasvaneet.

Koepuista arvioitiin pituus 5":n paksuuteen saakka, jolla tavoin tämän pituuden ja todellisen sahapuuosan pituuden erotuksena voitiin selvittää sahapuun mitat täyttävän mutta oksaisuudeltaan sahapuiksi kelpaamattoman osan pituus. On luonnollista, että tämän tunnuksen määrittämistarkkuus on melko heikko, mutta sillä on kuitenkin oma suuntaa-antava merkityksensä. Nämä suuntaa-antavat tulokset ovat seuraavat.

Ikäluokka, v	D 1.3, m									
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
	Sahapuiksi kelvotonta puuta, m/r.									
	MT									
< 60	0.1	0.2	0.4	0.9	1.8	3.1	..	..	..
61—80	—	—	—	0.1	0.4	1.1	1.7	2.3	2.8	
81—100	—	—	—	—	0.2	0.5	0.8	1.1	1.5	
	VT									
< 60	0.1	0.3	0.6	1.0						
61—80	—	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.3	2.0	3.0	
81—100	—	—	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.5	2.5	

Asetelmasta nähdään, että samoin kuin III luokan osuus myös sahapuiksi oksien paksuuden tai lukumäärän vuoksi kelpaamattoman puun osuus kasvaa puun paksuuden lisääntyessä. Näyttää siis siltä, että mitä hitaammin rungot kasvavat, sitä suurempi osa sahapuun mitat täyttävästä puusta on myös todellisuudessa laadultaan sahapuiksi kelvollista.

Piirroksissa 13 ja 14 on lopuksi esitetty runkojen sahapuuosan ja sahapuun mitat täyttävän osan jakautuminen eri laatuluokkiin sekä sahapuiksi kelpaamattomaan osaan. Niistä ilmenevät jo aiemmin esitetyt tärkeät tulokset, jotka voidaan esittää seuraavina lyhyinä päätelminä.

— I laatuluokan osan pituus on sitä suurempi, mitä paksumpi runko on. Tämä pitää kuitenkin paikkansa vain tiettyihin, piirroksissa esitettyihin maksimipaksuuksiin saakka.

— II laatuluokan osan pituus kasvaa aluksi puun paksuuden lisääntyessä, mutta alkaa sitten vähentyä ja on suurimmissa läpimittaluokissa jo pienempi kuin ohuimmissa aineistoon sisältyvissä rungoissa.

— III laatuluokan osan pituus puolestaan kasvaa jatkuvasti puun paksuuden lisääntyessä.

— Sahapuiksi kelvotonta puuta esiintyy vain suurimmissa läpimittaluokissa ja sen pituus kasvaa puun paksuuden lisääntyessä.

Piirroksista 15 ja 16 taas nähdään runkojen sahapuuosan pituuden suhteellinen jakautuminen u/s- (= I ja II) laadun sekä V- (= III) laadun puuhun. Piirrosten perusteella voidaan toistaa jo edellä esitetty tulos, että u/s-tukkuluokan suhteellinen osuus pienenee kaikissa ikäluokissa puun paksuuden lisääntyessä.

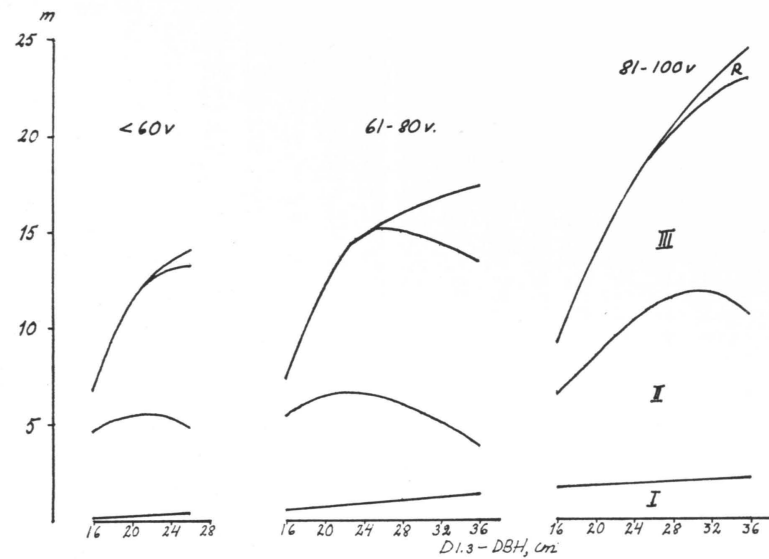
Vertailuna mainittakoon, että HEISKASEN (1954 a) tutkimuksessa rungon tukkiosan keskimääräinen laatuluokka huononi molemmissa tutkituissa ikäluokissa puun paksuuden lisääntyessä. Vastaavasti HEISKASEN (1955) Inarin aineisto osoitti, että rungon sahaustuloksen laatujaakautuma huononi rungon paksuuden lisääntyessä. Mainittakoon seuraavat sahatavaran u/s-sadannekset rinnankorkeusläpimittaluokittain: 17 cm — 70 %, 21 cm — 55 %, 25 cm — 36 %, 29 cm — 31 %, 33 cm — 30 % ja 35 cm — 18 % (vrt. PAUL 1947).

53. Nuoruuden kehitys laadun tunnuksena

531. Yleistä

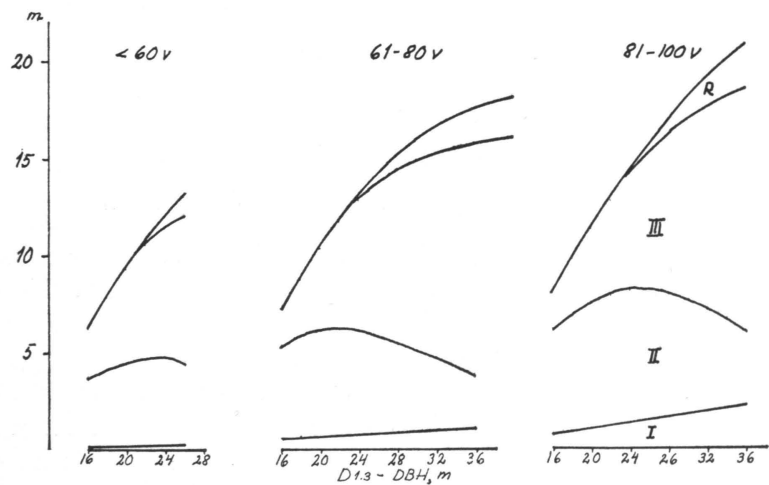
Puun paksuus usean kymmenen vuoden ikäisenä näyttää siis olevan varsin hyvä puun laadun, oksaisuuden osoittaja. Se ei kuitenkaan varmuudella osoita nuoruuden kehitystä, jolla yleensä katsotaan olevan ratkaiseva merkitys puun oksaisuudenkin kehityksen kannalta, mihin kirjallisuuden tarkastelussa alussa jo viitattiin. Tutkimuksen tehtävän kannalta on nuoruuden kehityksen ja puiden oksaisuuden välisen suhteen tarkastelulla myös oma tärkeä merkityksensä, sillä juuri nuorella iällä on metsänhoidollisin toimenpitein suurimmat mahdollisuudet vaikuttaa puiden kasvuun. Senvuoksi on tutkittava myös nuoruuden kehityksen ja puiden laadun, oksaisuuden, välistä riippuvuutta.

Tarkastelu tapahtuu vertailemalla ytimen lähimmän ympäristön vuosilustojen paksuutta oksaisuustunnuksiin. Kotimaisten sahatukkien laatuluokitusohjeiden mukaisesti tutkitaan nuoruuden kehitystä 7.5 sisimmän sentin (~ 3")



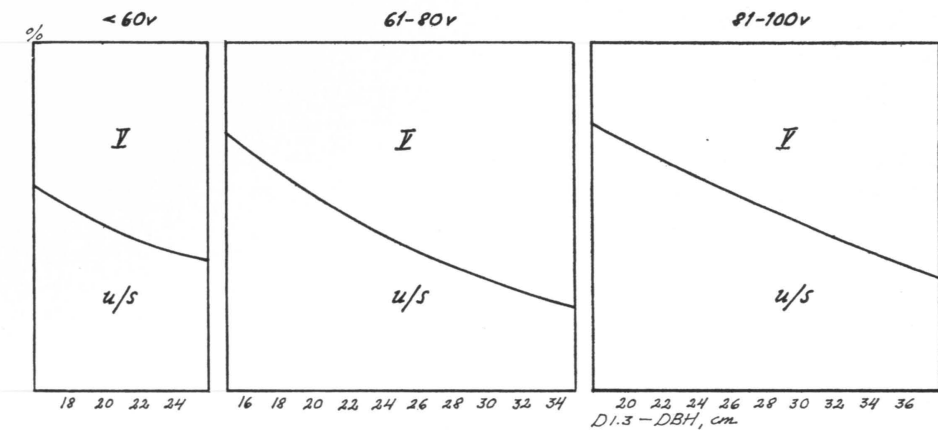
Piirros 13. Sahapuuosan jakautuminen eri laatuluokkiin ikä- ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. MT

Fig. 13. The distribution of the sawlog part into different grades, by age and DBH classes. Myrtillus type.



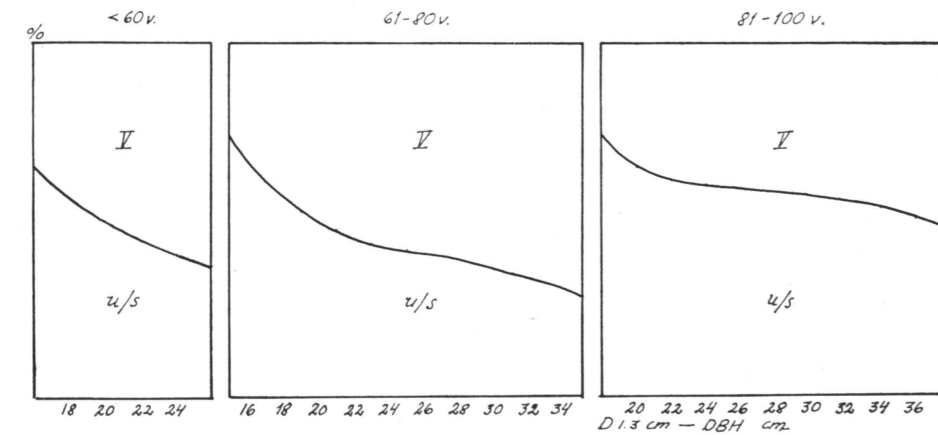
Piirros 14. Sahapuuosan jakautuminen eri laatuluokkiin ikä- ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. VT

Fig. 14. The distribution of the sawlog part into different grades, by age and DBH classes. Vaccinium type.



Piirros 15. Sahapuuosan suhteellinen jakautuminen u/s- ja V-laatuuihin ikä- ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. MT

Fig. 15. The relative distribution of the sawlog part into u/s and fifth grades, by age and DBH classes. Myrtillus type.



Piirros 16. Sahapuuosan suhteellinen jakautuminen u/s- ja V-laatuuihin ikä- ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. VT

Fig. 16. The relative distribution of the sawlog part into u/s and fifth grades, by age and DBH classes. Vaccinium type.

lustojen lukumäärän tai keskim. paksuuden perusteella. Kun on kysymys kokorungon oksaisuudesta tyvitukin oksaisuuden rinnalla onkin tätä vuosilustotunusta pidettävä erittäin sopivana (vrt. HEISKANEN 1954 b).

Oksaisuustunnuksista otetaan esille vain oksaton osa ja suurin oksa sekä u/s-luokan (~ I ja II luokkien) ja III luokan osat ja myös tyvitukkien laatu-jakautumat. Aluksi tarkastellaan ns. luontaisia oksaisuustunnuksia, joista kyhmytön osa ja elävä latvus on jätetty vähemmän merkitsevinä pois. Kyhmytön osa on tietenkin saateollisuudelle parhaiten sopivana puuna hyvinkin tärkeä, mutta kun se on ko. ikäluokissa varsin lyhyt, ei sen tutkimiseen tässä yhteydessä ole enää aihetta.

532. Oksaton osa

Vuosilustojen lukumäärän ja oksattoman osan välillä vallitsee kaikissa läpimittaluokissa selvä suoraviivainen riippuvuus, mitä koskevat tilastolliset tunnusluvut on esitetty taulukossa 8.

Taulukosta ilmenee ensinnäkin, että mitä nopeammin puut ovat kasvaneet paksuutta nuorella iällä, s.o. mitä harvempana metsikkö on perustettu tai mitä harvempana se on nuorena kasvatettu, sitä lyhyempi on oksaton osa kummassa-

Taulukko 8. Oksattoman osan pituuden (y) riippuvuus vuosilustojen lukumäärästä (x) 7 1/2 cm:n matkalla ytimestä lukien rungon tyvessä.

Table 8. Dependence of the length of branchless part (y) on the number of annual rings (x) on the distance of 7.5 cms. from the pith at the butt of stem.

D 1. 3, cm DBH, cm	Korrelaatiokerroin Correlation coefficient	Ens. regressiosuoran yhtälö Regression
MT		
< 15	0.223 ± 0.106	y = 0.024 x + 0.008
16—18	0.394 ± 0.066	y = 0.059 x — 0.222
19—21	0.678 ± 0.076	y = 0.133 x — 1.512
22—24	0.251 ± 0.044	y = 0.057 x + 0.591
25—27	0.524 ± 0.070	y = 0.172 x — 0.671
28—30	0.113 ± 0.014	y = 0.043 x + 0.311
> 31	0.238 ± 0.058	y = 0.122 x + 2.035
VT		
< 15	0.726 ± 0.138	y = 0.088 x — 1.952
16—18	0.472 ± 0.041	y = 0.065 x — 0.874
19—21	0.479 ± 0.040	y = 0.081 x — 0.852
22—24	0.496 ± 0.042	y = 0.086 x — 0.310
25—27	0.513 ± 0.055	y = 0.113 x — 0.474
28—30	0.338 ± 0.058	y = 0.062 x + 1.313
> 31	0.158 ± 0.049	y = 0.034 x + 2.038

kin metsätyypissä. Kaikissa läpimittaluokissa vallitsee *positiivinen korrelaatio ytimen lähimmän ympäristön vuosilustojen lukumäärän (0—7.5 cm) ja oksattoman osan pituuden välillä.*

Korrelaatiokerroimen arvo on pienissä läpimittaluokissa yleensä suurempi kuin suurissa, joitakin poikkeuksia lukuunottamatta. Puolukkatyypissä, jota koskeva aineisto on laajempi, korrelaatiokerroimen arvo on läpimittaluokkaan 25—27 cm saakka joko yli 0.5 tai vain hieman sen alle, mistä ilmenee, että riippuvuus on verraten vahva. Suuremmissa läpimittaluokissa korrelaatiokerroimen arvo on jo huomattavasti pienempi. Keskivirheen suuruus osoittaa, että yli 31 cm:n läpimittaluokassa korrelaatiokerroin ei ole enää varmasti merkitsevä.

Mustikkatyypissä kertoimen arvo vaihtelee huomattavasti enemmän kuin puolukkatyypissä. Yleensä näyttää siltä, että oksattoman osan pituuden riippuvuus kasvunopeudesta nuorella iällä olisi mustikkatyypissä vähäisempi kuin puolukkatyypissä. Tämä onkin helposti ymmärrettävissä, sillä onhan paksuuskasvu mustikkatyypissä luontaisestikin luonnontilassa huomattavasti voimakkaampaa kuin puolukkatyypissä. Optimivuosisiluston paksuus biologiselta kannalta on siis suurempi kuin puolukkatyypin puissa ja sama paksuus merkitsee mustikkatyypissä tiheämpää metsikköä kuin puolukkatyypissä.

Myös mustikkatyypissä korrelaatiokerroimen arvo on kuitenkin pienin suurissa läpimittaluokissa sekä alle 15 cm:n luokassa, jota koskeva aineistokin oli erittäin vähäinen.

Tulokset siis osoittavat, että *mitä nopeammin puu on nuorena kasvanut paksuutta, sitä lyhyempi on sen oksaton tyviosa.* Nuoruuden kehityksen näkyvä vaikutus tältä kannalta on kuitenkin sitä heikompi, mitä paksummista puista on kysymys. Samoin tämä vaikutus mustikkatyypissä on heikompi kuin puolukkatyypissä.

Regressiosuorien yhtälöistä on seuraavaan asetelmaan laskettu kahdesta paksuusluokasta tietyissä lustonpaksuuksissa keskimääräiset oksattoman osan pituudet.

D 1.3— luokka, cm	Keskim. lustonpaksuus, mm				
	1.5	2	3	4	5
oksaton osa, m					
MT					
19—21	5.14	3.48	1.87	0.98	0.48
25—27	7.93	5.78	3.63	2.55	1.97
VT					
19—21	3.20	2.19	1.17	0.66	0.36
25—27	5.18	3.76	2.35	1.65	1.22

Lopuksi on vielä huomautettava, että laskelmat perustuvat siis alle 100 vuoden ikäisiin metsikköihin. Jos mukana olisi myös vanhempia puita, saattaisi nuoruuden kehityksen vaikutus olla toisenlainen. Lisäksi olisi varmaa, että aina-

kin ohutlustoissa, siis nuorena hitaasti kasvaneissa puissa oksattoman osan keskimääräinen pituus olisi huomattavasti pitempi.

533. Oksien suuruus

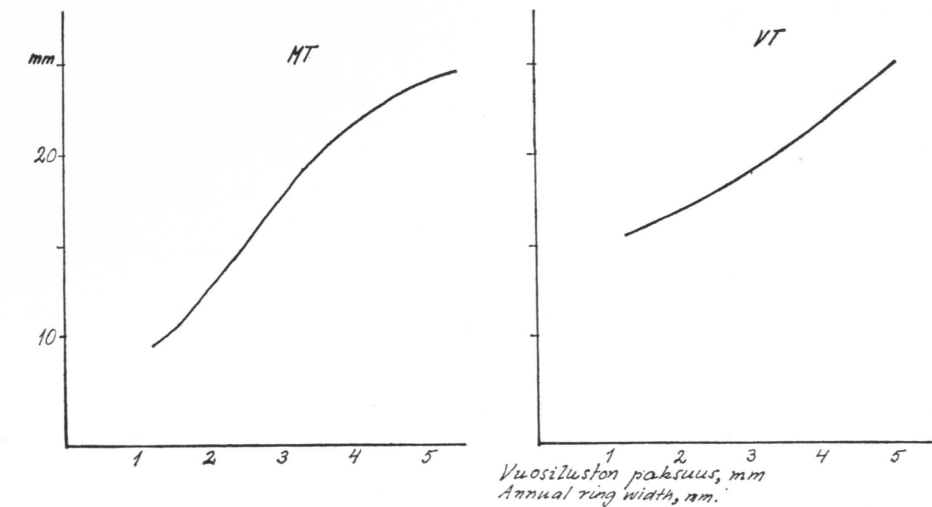
Sahatukkien laatuun vaikuttaa oksattoman osan pituuden lisäksi myös oksien suuruus oksaisella osalla. Vuosilustojen lukumäärällä ytimen lähimmässä ympäristössä on selvä vaikutus myös siihen, kuten taulukossa 9 esitetystä, ta-soittamattomista tyvitukien suurimpien näkyvien oksien paksuuksista nähdään.

Taulukko 9. Tyvitukin suurimman oksan riippuvuus vuosilustojen lukumäärästä
Table 9. Dependence of biggest knot of butt log on the number of annual rings

D 1.3, cm DBH, cm	Vuosilustoja/7.5 cm, kpl — Number of annual rings/7.5 cms.				
	15	25	35	45	55
Suurin oksa, cm — Biggest knot, cms.					
MT					
17	2.3	1.8	1.4	1.5	..
20	2.2	2.0	1.1	1.0	1.0
23	2.4	2.0	1.0	1.5	..
26	2.5	1.9	1.0	1.0	..
29	2.4	2.1	1.5	..	..
> 31	2.4	1.6	..	..	..
VT					
17	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4
20	2.2	1.9	1.5	1.5	1.5
23	2.5	1.9	1.6	1.4	1.5
26	2.5	1.9	1.7	1.4	..
29	2.8	2.0	1.8	2.0	..
> 31	2.9	2.1	2.3	1.8	..

Kaikissa läpimittaluokissa tyvitukin suurin oksa on sitä suurempi, mitä pienempi lustojen lukumäärä on ytimen lähimmässä ympäristössä eli mitä paksummat lustot ovat. Kun eri läpimittaluokissa suurimpien oksien väliset suuruuserot ovat merkityksettömiä, voidaan koko aineistolle metsätyypeittäin laskea keskiarvot. Tämä erojen vähäisyys johtuu siitä, että jo 15 cm:n paksuisina suurimmassa osassa puista on latvusraja vähintään 5 metrin korkeudella myös nuorimmassa ikäluokassa. Siis hyvin harvassakaan kasvaneissa puissa ei ole enää eläviä oksia tyvitukin pituudella 40 vuodentakaa iässä. Jo tätä aiemmin on puiden oksien suuruus yleensä määräytynyt.

Keskimääräiset tyvitukin suurimmat oksat ovat luston paksuudesta riippu-



Piirros 17. Tyvitukin suurimman oksan riippuvuus vuosiluston keskim. paksuudesta ytimen lähimmässä ympäristössä.

Fig. 17. Dependence of the largest branch of the butt log on the average thickness of annual ring in the nearest surroundings of the pith.

vina esitetty piirroksessa 17. Siitä nähdään, että kummassakin metsätyypissä luston paksuuden, so. paksuuskasvun, vaikutus tyvitukin suurimpaan oksaan on hyvin voimakas. Mustikkatyypissä näyttää vaikutus hyvin paljon voimakkaammalta kuin puolukkatyypissä. Kussakin alle 4 mm:n lustonpaksuusluokassa on suurin oksa mustikkatyypin puissa pienempi kuin puolukkatyypissä ja sitä paksummissa luokissa samansuuruinen. Tältä kannalta näyttää siis siltä, että mustikkatyypissä voidaan harvennushakkuilla vaikuttaa tuntuvasti enemmän oksien suuruuteen kuin puolukkatyypissä.

Nuoruuden kehityksen, paksuuskasvun, kasvutilan vaikutuksesta oksien paksuuteen esitetään kirjallisuudessa paljon vastaavanlaisia tuloksia (ks. ss. 5—6). Mainittakoon, että NYLINDERIN (1958 a) mukaan 3 m:n korkeudella olivat suurimmat oksat seuraavat, kun keskimääräinen vuosiluston paksuus laskettiin väliä 4—6 cm ytimestä.

Vuosilusto, mm	Oksa, mm
4	22
2	17
1.33	12

Piirroksessa 17 esitettyjen laskelmien tuloksesta puuttuvat kuitenkin ne rungot, jotka ovat tyvitukin pituudelta jo kokonaan karsiutuneet. Myös niiden osuuteen on lustonpaksuudella selvä vaikutus, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Lustoja / 7.5 cm	MT	VT
	Oksattomia tyviä, %	
15	9	2
25	23	5
35	30	10
45	40	14
55	80	23

Myös tästä ilmenee, että mustikkatyypissä tietty lustonpaksuus ja tietty lustojen lukumäärä merkitsee vähäisempää oksaisuutta kuin puolukkatyypissä. Sama suunta on nähtävissä kaikissa läpimittaluokissa (vrt. NYLINDER 1958 a).

Tutkimusaineiston perusteella näyttää hyvin ilmeiseltä, että tyvitukin suurimman oksan koko riippuu läheisesti oksan eliniästä. Mitä myöhemmin oksa on kuollut, sitä suurempi on sen paksuus. Kun vuosilustojen paksuus lisääntyy, myös oksien elävänä säilymisen mahdollisuudet lisääntyvät. Tämä johtuu taas ilmeisesti suurimmaksi osaksi metsikön valoisuudesta, siis kasvutilan lisääntymisestä. Luonnollisesti myös nopeasti paksuutta kasvavien runkojen oksien paksuuskasvu on nopeaa.

534. Tyvitukin laatu

Nuoruuden kehityksen vaikutus ilmenee selvänä myös tyvitukkien laatu-
luokkajakautumisissa, kuten taulukossa 10 on esitetty.

Taulukkoon on merkitty tasoittamattomat tyvitukkien keskimääräiset laadut lustojen lukumääräluokin, ja niistä nähdään, että riippuvuus on käyräviivainen. Aluksi vuosilustojen lukumäärän lisääntyessä tyvitukin keskimääräinen laatu paranee nopeasti, mutta myöhemmin lustojen lukumäärän lisääntyminen aiheuttaa varsin vähäisen laadun paranemisen. Taulukosta ilmenee myös, että eroavuudet läpimittaluokkien välillä ovat erittäin vähäiset. Vain aivan pienimmissä luokissa tyvitukin keskimääräinen laatu on heikompi kuin muissa luokissa. Senvuoksi voidaankin yhdistää eri läpimittaluokkien aineistot. Se on tehty niin, että kaksi pienintä läpimittaluokkaa esitetään toisena ja kaikki muut toisena luokkana.

Taulukkoon 11 on laskettu näin yhdistettyjen luokkien tyvitukkien keskimääräinen laatu vuosiluston keskimääräisestä paksuudesta riippuvana. Siitä nähdään, että mustikkatyypissä laatu paranee hyvin voimakkaasti aina pienimpään 1.5 mm:n vuosiluston paksuusluokkaan saakka. Puolukkatyypissä luston paksuuden pienetessä tyven laadun paraneminen on aluksi huomattavasti nopeampaa ja hidastuu sitten miltei olemattomaksi.

Myös tässä on selvästi havaittavissa, että tietty luston paksuus merkitsee mustikkatyypissä jonkin verran parempaa laatua kuin puolukkatyypissä. Sama ilmenee piirroksessa 18 esitetyistä tyvitukkien jakautumisista u/s- (= I ja II) ja kvintta- (= III) laatuihin.

Taulukko 10. Tyvitukin keskimääräisen laadun riippuvuus ytimen ympärillä olevien vuosilustojen lukumäärästä.

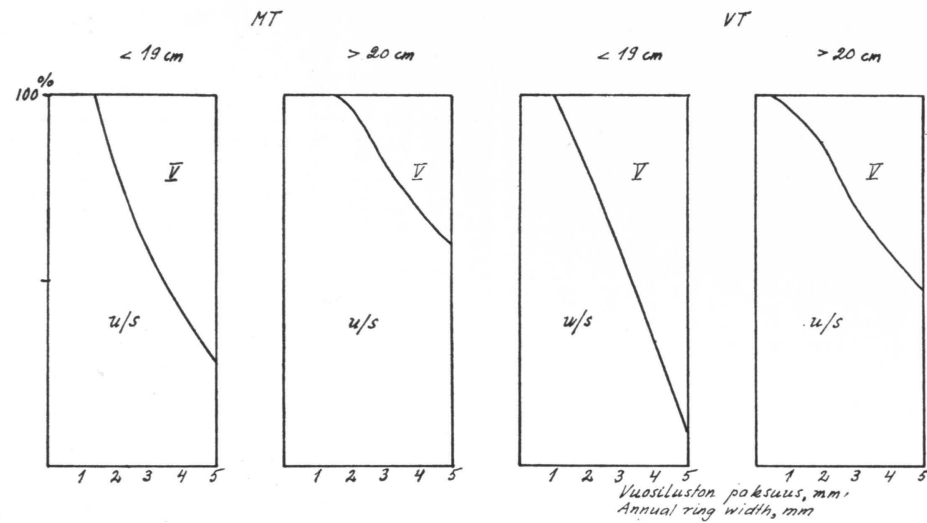
Table 10. Dependence of the average grade of butt log on the number of annual rings.

D 1.3, cm DBH, cms	Vuosislustoja/7 ½ cm, kpl — Number of annual rings/7.5 cms.				
	15	25	35	45	55
Keskim. laatu — Aver. grade					
MT					
< 15	..	2.5	2.4	..	1.5
17	2.7	2.4	2.0	2.0	2.0
20	2.7	2.3	1.9	2.0	1.7
23	2.5	2.4	1.8	2.0	1.0
26	2.6	2.1	2.0	2.0	..
29	2.5	2.2	2.2	..	..
> 31	2.2	2.0	1.0	..	..
VT					
< 15	3.0	2.7	2.2	2.2	2.2
17	2.8	2.6	2.1	2.2	2.2
20	2.5	2.3	2.1	2.1	2.1
23	2.5	2.3	2.2	2.0	2.0
26	2.5	2.1	2.3	2.2	..
29	2.5	2.1	2.0	1.9	..
> 31	2.4	2.1	1.9	2.0	..

Taulukko 11. Tyvitukin keskimääräisen laadun riippuvuus vuosiluston keskimääräisestä paksuudesta.

Table 11. Dependence of the average grade of butt log on the average thickness of annual rings.

D 1.3, cm DBH, cms	Vuosisluston paksuus, mm — Width of annual rings, mms.				
	5	4	3	2	1.5
Keskim. laatu — Aver. grade					
MT					
< 19	2.74	2.58	2.39	2.14	2.00
> 20	2.45	2.33	2.17	1.96	1.82
VT					
< 19	2.88	2.68	2.46	2.24	2.18
> 20	2.48	2.34	2.18	2.11	2.09



Piirros 18. Tyvitukkien laatujaikautuman riippuvuus vuosiluston keskimääräisestä paksuudesta.

Fig. 18. Dependence of the distribution of butt logs into grades on the average thickness of annual ring.

Esitetyt tulokset osoittavat, että puiden laadussa tapahtuu selvä muutos 3 mm:n ja 2 mm:n vuosiluston paksuuksien välillä. Vuosilustojen ohentuessa siitä, s.o. puiden nuoruuden kehityksen hidastuessa alle 2 mm:n keskimääräisen vuosiluston paksuuteen, ei tyvitukkien laadussa enää tapahdu huomattavaa muutosta kvinttalaadun osuuden pienenemisen merkeissä. Toisaalta tyvien keskimääräiset laatuluokat osoittavat, että varsinkin mustikkatyypissä tapahtuu selvää paranemista senkin jälkeen u/s-tukkien laadun parantuessa. Tämäkin viittaa siihen, että paremmissa metsätyypeissä on kasvatus-toimenpitein suurempi mahdollisuus vaikuttaa puiden tyviosan laatuun kuin heikommassa tyy-
peissä.

535. Laatuluokkien osuudet

Vuosilustojen paksuudella ytimen lähimmässä ympäristössä on perin selvä vaikutus myös tukkiosan eri laatuluokkien jakautumiseen, josta taulukossa 12 on esitetty u/s- ja kvinttaluokkien osien sekä koko tukkiosan pituudet.

Taulukko osoittaa, että kaikissa läpimittaluokissa u/s-luokan osa on sitä pitempi, mitä pienempi on vuosiluston paksuus ytimen ympäristössä. Kvinttaluokan osa taas on sitä lyhyempi, mitä pienempi on vuosiluston paksuus.

Tukkiosan pituuteen vaikuttaa puiden nuoruuden kehitys myös hyvin selvästi. Suunta on yleensä se, että hitaasti nuorena kasvaneissa puissa se on ver-raten lyhyt, pitenee lustonpaksuuden suuretessa ja lyhenee jälleen nopeimmin

Taulukko 12. Sahapuuosan sekä u/s- ja V-laatujen osuuksien riippuvuus vuosilustojen keskimääräisestä paksuudesta.

Table 12. Dependence of the length of the sawlog part and the u/s and fifths grade parts on the average thickness of annual rings.

D 1.3,- cm DBH, cms	Laatu Grade	Vuosiluston paksuus, mm — Width of annual rings, mms.				
		1.5	2	3	4	5
		pituus, m — length, ms.				
		MT				
< 18	u/s ¹⁾	6.2	5.7	4.6	3.8	3.2
	V ²⁾	0.5	1.7	3.2	4.0	4.6
	Yht. ³⁾	6.7	7.4	7.8	7.8	7.8
19—24	u/s	9.9	8.6	6.6	5.3	4.2
	V	3.7	5.0	6.5	7.3	7.9
	Yht.	13.6	13.6	13.1	12.6	12.1
> 25	u/s	..	10.3	8.6	7.3	6.0
	V	..	6.1	7.7	8.6	9.2
	Yht.	..	16.4	16.3	15.9	15.2
		VT				
< 18	u/s	5.8	5.5	4.3	3.6	3.0
	V	0.9	1.3	2.1	2.7	3.2
	Yht.	6.7	6.8	6.4	6.3	6.2
19—24	u/s	8.2	7.4	6.1	5.0	3.9
	V	2.3	3.4	4.8	5.6	6.2
	Yht.	10.5	10.8	10.9	10.6	10.1
> 25	u/s	8.2	7.5	6.5	5.7	4.8
	V	5.8	7.1	8.1	8.5	8.7
	Yht.	14.0	14.6	14.6	14.2	13.5

¹⁾ unsorted ²⁾ fifths ³⁾ total.

kasvaneissa puissa. Mustikkatyyppin kahdessa suurimmassa paksuusluokassa ja puolukkatyyppin kaikissa luokissa tukkiosa on lyhyin hyvin nopeasti nuorena kasvaneissa rungoissa. Se osoittaa, että *liian harvana kasvatus aiheuttaa myös sahapuuosan pituuden lyhenemisen, eikä vain sen laadun heikkenemistä.*

Metsätyyppiä vertailtaessa nähdään taulukosta 12, että tukkiosan pituus on mustikkatyyppissä kaikissa tapauksissa suurempi kuin puolukkatyyppissä. Samoin on yleisenä suuntana, että sekä u/s- että V-laadun osat ovat mustikkatyyppin puissa puolukkatyyppin puita pitempiä.

Sahapuuosan suhteellinen jakautuminen laatuluokkiin nähdään piirroksista 19 ja 20.

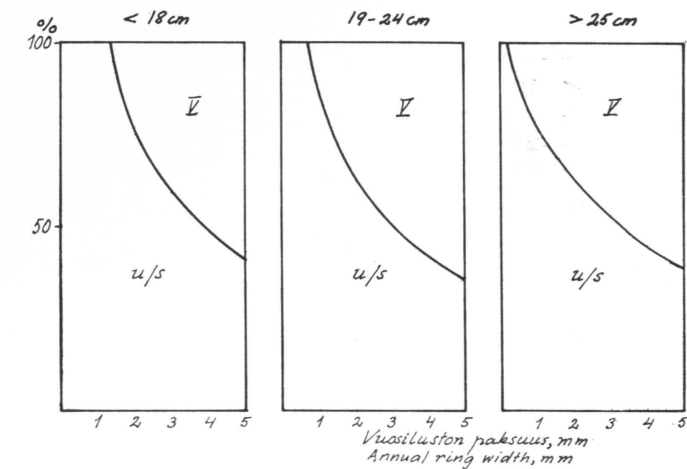
Niistä ilmenee, että u/s-laadun osuus sahapuuosan pituudesta on suurin hitaimmin nuorena kasvaneissa puissa ja että se pienenee jatkuvasti vuosiluston vahvuuden lisääntyessä. Metsätyyppien vertailu ei osoita sanottavia eroavuuksia, vaan jakautumat ovat melko samanlaiset. Kuitenkin näyttää siltä, että nopeimmin kasvaneissa puissa olisi laatu mustikkatyyppissä hieman huonompi kuin puolukkatyyppissä.

Tämä tulos poikkeaa sekä tyvitukin oksien kokoa että tyvitukkien laatua koskeneiden tutkimustulosten osoittamista. Erot tuloksissa johtuvat siitä, että latvus on mustikkatyyppin puissa oksaisempi kuin puolukkatyyppin, mikä ilmeni jo aiemmista puun paksuutta ja sen vaikutusta koskeneista tuloksista.

Vertailun vuoksi mainittakoon EKLUNDIN (1956) esittämät laatuluokkien (A paras ja C huonoin) osuudet 50-vuotiaissa männiköissä kylvö- ja istutusvälien vaihdellessa.

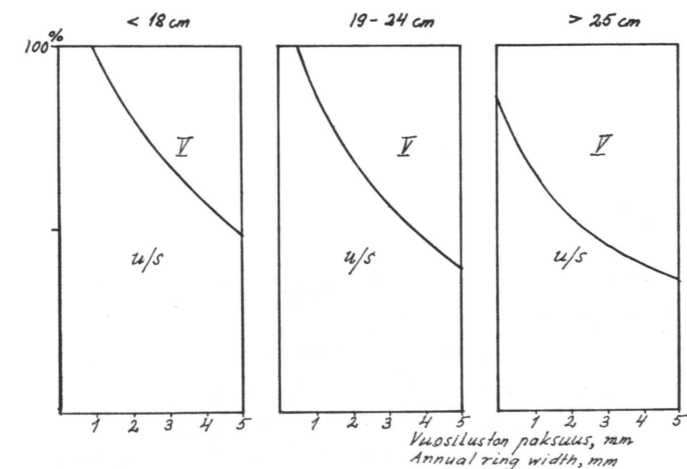
Istutus- tai kylvöväli, m	Laatuluokat		
	A	B %	C
		Kylvö	
1 × 1	20	50	30
1 ½ × 1 ½	10	50	40
		Istutus	
0.75 × 0.75	30	50	20
1.25 × 1.25	20	50	30
1.5 × 1.5	10	50	40
3 × 3	—	—	100

Keskimäärin sahapuiden laatu on tutkituissa mustikkatyyppin metsiköissä kuitenkin heikompi kuin puolukkatyyppin metsiköissä. Samanpaksuisena mustikkatyyppin puut ovat nuorempia ja ne ovat myös kasvaneet nuorena nopeammin paksuutta. Lopuksi onkin syytä esittää eri läpimittaluokkien keskimääräiset vuosiluston paksuudet.



Piirros 19. Sahapuuosan pituuden suhteellisen laatuluokkiin jakautumisen riippuvuus vuosiluston keskimääräisestä paksuudesta. MT

Fig. 19. Dependence of the relative distribution of the length of the sawlog part into grades on the average thickness of annual ring. Myrtillus type.



Piirros 20. Sahapuuosan pituuden suhteellisen laatuluokkiin jakautumisen riippuvuus vuosiluston keskimääräisestä paksuudesta. VT

Fig. 20. Dependence of the relative distribution of the length of the sawlog part into grades on the average thickness of annual ring. Vaccinium type.

Läpimittaluokat	MT	VT
D 1.3		mm
< 15	2.46	2.20
16—18	2.91	2.20
19—21	2.93	2.32
22—24	3.15	2.54
25—27	3.35	2.65
28—30	3.42	2.75
> 31	3.80	2.91

Vuosiluston keskimääräinen paksuus on siis kaikissa läpimittaluokissa mustikkatyypin puissa suurempi kuin puolukkatyypissä. Lisäksi havaitaan lustonpaksuuden kasvavan rinnankorkeusläpimitan kasvaessa. Metsikön suurimmat puut ovat myös nuorena kasvaneet nopeimmin, mistä johtuukin, että puun paksuus tietyllä iällä, eli ns. suhteellinen läpimitta on hyvä oksaisuuden tunnus, kuten aiemmin esitettiin.

Myös voidaan edellä esitetystä asetelmasta todeta, että keskimääräiset lustonpaksuudet kannon korkeudella 7.5 cm:n matkalla ytimeistä lukien ovat varsin suuret, mustikkatyypissä 3.13 mm ja puolukkatyypissä 2.60 mm. Kyseessä ovat pääasiallisesti hoidettujen metsiköiden valta- ja lisävaltapuut, mutta aineistoon sisältyy jonkin verran myös hitaastikasvaneiden luonnontilaisten metsien puita, jotta aineistoa olisi saatu tältäkin hitaasti kasvaneelta osalta.

Aineiston tarkastelu osoittaa vielä, että oksaisuuden vuoksi sahapuuksi kelvotonta puuta esiintyy vain puissa, jotka ovat kasvaneet nuorena nopeasti paksuutta. Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta sahapuuksi oksien suuruuden vuoksi kelpaamatonta latvaosaa tavattiin vain puissa, joiden luston paksuus ytimen lähimmässä ympäristössä oli 3 mm tai suurempi.

54. Yhdistelmä

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset voidaan esittää seuraavina lyhyinä päätelminä.

Puun paksuuden ja laadun välisestä riippuvuudesta tehdyt selvitykset ovat osoittaneet luontaisten oksaisuustunnusten osalta seuraavaa.

- Kyhmytön osa on sitä pitempi mitä paksumpi ja mitä vanhempi puu on.
- Oksaton osa kokonaisuudessaan, siis kyhmytön ja kyhmyinen osa yhteenlaskettuna on myös luonnollisesti pisin vanhemmissa ikäluokissa. Puun paksuuden vaikutus on se, että oksaton osa on verraten lyhyt pienissä rungoissa, kasvaa sitten mutta alkaa taas lyhetä kaikkein paksuimmissa puissa. Laadultaan, kyhmyisyydeltään, oksaton osa on parasta suurimmissa rungoissa. Oksattoman osan prosenttinen osuus on kaikissa ikäluokissa korkeimmillaan keskikokoisissa rungoissa.

— Kuivaoksainen osa kasvaa myös kaikissa ikäluokissa aluksi puun paksuuden lisääntyessä, mutta alkaa pian lyhetä, lopuksi hyvinkin nopeasti. Tämän osan prosenttinen osuus keskimäärin pienenee puun läpimitan lisääntyessä.

— Latvusraja on kaikissa ikäluokissa ja kummassakin metsätyypissä pienissä puissa alhaalla, nousee sitten, mutta alkaa sitten melko nopeasti laskea.

— Latvusrajan suhteellinen korkeus on sitä vastoin suurin pienissä läpimittaluokissa ja pienenee jatkuvasti puun paksuuden lisääntyessä.

— Latvus on sitä pitempi, mitä paksumpi puu on. Tämä pitää paikkansa myös latvuksen suhteelliseen pituuteen nähden.

— Suurin oksa sekä tyviosassa että koko sahapuuosassa on kaikissa ikäluokissa sitä suurempi, mitä paksumpi puu on.

Sahapuuosan laatua, laatuluokkakautumista, koskevat tutkimustulokset taas osoittavat seuraavaa riippuvuutta puun paksuudesta.

— Tyvitukin eli 18 jalkaisen tyviosan laatuluokka on keskimäärin paras keskikokoisissa rungoissa.

— I laatuluokan osan pituus on sitä suurempi, mitä paksumpi runko on.

— II laatuluokan osan pituus kasvaa aluksi puun paksuuden lisääntyessä, mutta alkaa paksummissa läpimittaluokissa taas vähentyä.

— U/s-luokan (I ja II luokat) osa seuraa II luokan osan muutosten suuntaa.

— III laatuluokan osan pituus kasvaa jatkuvasti puun paksuuden lisääntyessä.

— Sahapuuksi oksaisuuden vuoksi kelvotonta puuta esiintyy vain paksuimmissa rungoissa, ja sen pituus kasvaa puun paksuuden lisääntyessä.

— U/s-luokan suhteellinen osuus sahapuuosasta pienenee puun paksuuden lisääntyessä.

Nuoruuden kehitystä — lustojen paksuutta puun tyvessä ytimen ympäristössä — laadun tunnuksena koskeneet tärkeimmät tutkimustulokset ovat seuraavat:

— Oksaton osa on kaikissa paksuusluokissa sitä lyhyempi, mitä nopeammin puu on kasvanut nuorena paksuutta.

— Tyvitukin oksat ovat sitä suurempia, mitä nopeammin puu on nuorena kehittynyt.

— Tyvitukin laatuluokka paranee lustojen paksuuden pienetessä.

— U/s-luokan osan pituus on sitä pitempi ja V- (III-) luokan osan pituus sitä lyhyempi, mitä hitaammin puu on kasvanut nuorena paksuutta.

6. Metsänhoidollisia päätelmiä

Metsikön kasvatuksen toimenpiteet, niiden ajankohdat ja voimakkuus riipuvat tietenkin ennenkaikkea siitä päämäärästä, johon metsikköä kasvatettaessa pyritään. Kun kysymys on männiköstä, on nykyisin luonnollista, että pää-

määränä on sahapuun kasvatusta. Ovathan hintasuhteet eri puutavaralajien välillä sellaiset, että voidaan ilman muuta pitää sahapuun kasvatusta kannattavimpana (vrt. SARVAS 1956).

Sahapuuta kasvatettaessa on SARVAKSEN mukaan pyrkimyksenä ohjata metsiköiden kehitystä sillä tavoin, »että puumäärän tuotosta mahdollisimman suuri osa on sahapuuta ja että tuotettu sahapuu täyttäisi kohtuullisen hinnan takaavan järeiden ja teknillisen laadun». Sahapuun arvo määräytyykin kahdesta tekijästä, nimittäin juuri tukkien järeystä ja niiden laadusta. On kuitenkin syytä korostaa, että järeys nostaa sahatukin arvoa suuressa määrin vain siinä tapauksessa, että puun laatu takaa u/s-sahatavaran saannin. Kvinttatavarassa leveyden vaikutus hintaan on huomattavasti vähäisempi kuin u/s-tavarassa. Siitä johtuu, että tukin läpimittakin vaikuttaa tukin arvoon huonolaatuisissa tukeissa varsin vähän. Senvuoksi pitäisikin sahapuun kasvatuksessa olla pyrkimyksenä *mahdollisimman suuren u/s-tukkien osuuden aikaansaaminen* ja vasta toisella sijalla järeiden kehittäminen. Toisin sanoen, järeys saisi sekin olla päämääränä hyvälaatuisen puun tuottamisessa, mutta missään tapauksessa ei laadun kustannuksella pitäisi pyrkiä puiden järeiden lisäämiseen.

Millä tavoin olisi hakkuut sitten suunniteltava, jotta tukkien korkea laatu voitaisiin taata? Tutkimustulosten mukaan on tärkeintä, että puu kasvaa nuorella iällä, siis taimiasteella hitaasti ja verraten tiheässä asennossa. Tästä voidaan tehdä seuraavat päätelmät.

1. Männikkö on perustettava tiheäksi. Aivan ensimmäisten vuosien kasvunopeudella ei kuitenkaan ole huomattavaa merkitystä laadun kannalta. Vasta siinä vaiheessa, jolloin tyvitukin yläpään oksat kehittyvät, puu on siis 2 metrin pituinen tai hieman sitä pitempi, on pyrittävä hyvin sulkeutuneeseen, tiheään taimistoon. Jotta kuitenkin tämä voitaisiin varmistaa, on viljelytaimistoissa jo alunperin käytettävä verraten tiheitä kylvöruutu- ja istutusvälejä.

Keski-Euroopassa suositellaan männikön perustamista usein suojuospuuston alle, jotta puiden laatu saataisiin paranemaan. (OLBERG und KÜHN 1930, VON PECHMANN 1934, OLBERG 1950, KUNZ 1953, VOEGELI 1953). Heikoilla kasvupaikoilla sitä vastoin tätä tapaa ei pidetä sopivana. Pohjoisilla alueilla, kuten Suomessa, ei tällainen männikön perustaminen ilmeisesti voi kuitenkaan tulla kysymykseen. Toisaalta on mainittava, että Perä-Pohjolan eri-ikäisissä männiköissä nuorimmat puut ovat yleensä laadultaan, varsinkin oksaisuudeltaan, parhaita (HEISKANEN 1955, 1961).

2. Männikön harvennukset olisi siirrettävä mahdollisimman myöhäiseen ajankohtaan. Ensimmäiset voimakkaat vapauttamiset on syytä suorittaa vasta silloin, kun valtapuiden paksuus kannon korkeudelta on 12—15 cm ja kun oksat ovat kuolleet tyvitukin pituudelta. Tällainen tai vastaavanlainen ohje annetaankin useimmissa metsänhoidon oppikirjoissa sekä männyn kasvatusta koskevissa tutkimuksissa (esim. KALELA 1945, 1962, SARVAS 1956).

Eri tutkimuksissa ehdotetaan mm. seuraavia ensimmäisen harvennuksen

ajankohtia. MATHIESENIN (1939) mukaan männikkö on kasvatettava tiheänä 15 metrin pituuteen saakka. OLBERG ja KÜHN (1930) sekä monet venäläiset tutkijat (KRIGUL 1961) pitävät 35—40 vuoden ikää, SCHÄDELIN (1936) 30—40 vuoden ja SCHÖPF (1954) 35 vuoden ikää sekä 7—8 metrin latvusrajaa ensimmäisen voimakkaan harvennukset sopivimpana ajankohtana.

On luonnollista, että mitä myöhemässä vaiheessa ensimmäinen voimakas harvennus suoritetaan, sitä korkeammalle oksat ehtivät kuolla ja sitä suurempi osa u/s-laadun sahapuuta on loppuhakkuussa odotettavissa. Lisäksi tiheissä metsiköissä kuolleiden oksien tyngät lahoavat helpommin kuin harvoissa.

Kun kysymys on kuitenkin männystä, jonka toipumiskyky on varsin heikko, on samalla pidettävä huoli siitä, että puut eivät tiheässä asennossa kasvaessaan menetä latvuksestaan niin paljon, että niiden elinvoimaisuus kärsii siitä. Tästä johtuu, että myös ennen kuin puut ovat saavuttaneet em. paksuuden on usein suoritettava lieviä puhdistuksenluonteisia harvennuksia, joissa poistetaan puita kuitenkin vain kipeimmin harventamista kaipaavista tiheiköistä.

3. Kun puut ovat tyvitukin pituudelta kuolleiden oksien peittämiä, on mahdollisuus käyttää voimakkaita harvennuksia, joiden avulla puiden paksuuskasvu elvytetään ja varmistetaan latvuksen pysyminen elinvoimaisena. Kuten tutkimustuloksista ilmeni, laatua osoittava oksaisuuden määrä on määräytynyt jo aikaisemmissa vaiheissa, joten tässä iässä ei enää ole kysymys yksinomaan laadun parantamisesta tai huonontamisesta vaan lisäksi saavutettujen tulosten varmistamisesta. Suhteellisen voimakas harventaminen oksien kuoltua auttaa kuitenkin niiden karsiutumisessa.

Millaiset ovat sitten hyvälaatuisen sahapuun kasvatuksessa käytettävät harvennustavat? On luonnollista, että harvennuksissa poistetaan kaikki sairaat ja kuolleet puut sekä myös runkomuodoltaan vialliset puut. Tältä kannalta saavutetaan sahapuun laadun huomattava paraneminen. Loppuhakkuussa poistettavissa puissa ei ole enää sanottavasti sellaisia vikoja, kuin lenkous, mutkat, haavat, korot yms, jotka hoitamattomissa metsissä ovat verraten yleisiä.

Oksaisuuteen voidaan kuitenkin vaikuttaa vain terveiden puiden poistossa noudatettavilla periaatteilla. Puuluokituksen oksikkaat susipuut kuuluvat luonnollisesti hyvälaatuista sahapuuta kasvatettaessa harvennuksissa poistettaviin puihin. Normaalien puiden kohdalla valinta kohdistuu tässä tapauksessa ylä- ja alaharvennuksen välille.

KALELAN (1961) mukaan tarkoitetaan näillä harvennustavoilla seuraavaa:

»Yläharvennuksessa säästetään vallitut puut melkein kokonaisuudessaan, ei sitä varten, että ne toipuisivat ja kehittyisivät valtapuiksi, vaan yksinomaan edistämään nykyisten valtapuiden laadullista kehitystä. Valtapuita taas harvennetaan sikäli kuin niiden kehitys välttämättömästi vaatii.»

»Alaharvennuksissa taas nämä vallitut puut suurimmaksi osaksi poistetaan, jotta siten voitaisiin valtapuiden kehitystä parantaa.»

Laatupuuta kasvatettaessa on siis aivan selvää, että yläharvennuksen tyyppi-

pinen tapa on suositeltavin. Siinä pyritään tietoisesti parantamaan valtapuiden laatua ja harvennukset suoritetaan juuri metsikön suurimpien ja nopeimmin kehittyneiden puiden keskuudessa. Harvennuksissa poistetaan siten oksaisia valtapuita laadultaan parhaiden valtapuiden hyväksi.

NYLINDER (1958 b) kuitenkin epäilee, onko oikein suosia allakasvaneita, valittuja puita, kun oksaton osa pitenee hänen tutkimustensa mukaan puun paksutessa. Oksaton osa on kuitenkin luontaisesti karsiutuneissa puissa lyhyitä kiertoaikoja käytettäessä niin lyhyt, ettei se yleensä määrää puun laatua sahatteellisuutta silmällä pitäen, vaan ratkaisevin asema tässä suhteessa on oksien paksuudella.

Myös SARVAS (1956) pitää puhdasta alaharvennusta männikön kasvatuksessa oikeana harvennustapana. Kuten aiemmin mainittiin, hän on kuitenkin asettanut järeyden, laadun ja sahapurunkojen määrän kaikki tasa-arvoisiksi päämääräksi sahapuuta kasvatettaessa. Jos kuitenkin hyvälaatuisen puun suuri osuus on päämääränä, kuten edellä katsottiin asialliseksi, ei alaharvennus puhtaana voi tuottaa hyvää tulosta.

NYYSSÖNEN (1954) toteaaakin, että »harsinnat tietyllä tavalla ja tietyssä vaiheessa saattavat olla omiaan parantamaan jäljelle jädän puuston teknillistä laatua.»

Suoritettaessa kasvatustoimenpiteet pääasiassa hieno- ja vähäoksisimpien valtapuiden ja parhaiden, elinvoimaisimpien lisävaltapuiden sekä mahdollisesti myös joidenkin vallituiksi siirtymässä olevien puiden hyväksi, ei voida saavuttaa samanlaista kuutiomäärän tuottoa eikä puiden järeyttä kuin puhtaassa alaharvennuksessa. On kuitenkin todennäköistä, että järeyserot eivät ole yhtä suuret kuin tämän tutkimuksen aineiston laadultaan parhaiden ja huonompien puiden välillä. Esimerkin luonteisesti on kuitenkin seuraavaan asetelmaan laskettu puolukkatyyppin ikäluokasta 61—80 v erikseen niiden puiden paksuus, joiden tyvitukki on I tai II luokkaa ja erikseen niiden, jotka ovat tyveltään III luokkaa.

I	18.3	}	21.6 cm
II	21.6		
III			23.3 cm

Toisaalta on mahdollista suosia vieläkin enemmän metsikön suurimpia ja elinvoimaisimpia puita kuin tutkimuksen alaisissa jo 1930-luvulla hoidossa olleissa metsiköissä. Tähän viittaa sekin, että vielä 1930-luvulla kirjoitettiin ja puhuttiin laatupuun kasvattamisesta varsin paljon enemmän kuin nykyisin. Ilmeisesti myös käytännössä kiinnitettiin laatupuun kasvattamisnäkökohtiin huomiota. On siis mahdollista, että puiden keskimääräisessä läpimitassa laatupuun kasvatuksen takia tapahtuva menetykset on tosiaan edellä esitettyä suuruusluokkaa.

Onkin todettava, että laatupuun kasvatuksen vaatimat, verraten myöhään

aloitettavat harvennukset ja paraslaatuisten, joskus verraten pienikokoistenkin puiden suosiminen aiheuttavat menetyksiä massatuotossa sekä puiden järeydessä.

Kun nykyisin pidetään kuitenkin välttämättömänä, että puun tuotos maassamme saataisiin nopeasti lisääntymään, on ilmeistä, että käytännön metsänhoidossa tulee entistäkin selvempänä päämääränä olemaan kuutiomäärän suuruus, mikä samalla useimmiten merkitsee järeyden suosimista laadun kustannuksella. Ilmeisesti päädytään harva-asentoihin viljelytaimistoihin, jossa suhteessa kehitys on jo nyt ollut varsin epäedullinen korkealaatuisen sahapuun kasvatuksen kannalta. Kun 1930- ja 1940-luvulla suositeltiin viljelytaimistoissa, ruutukylvössä tiheyttä 1.4×1.4 m ja istutuksessa tiheyttä 1.3×1.3 m (KALELA 1945), on nyt männyn kylvöön ja istutukseen suositeltu 2×2 m:n ja 1.7×1.7 m:n välejä (YLI-VAKKURI 1956, KALELA 1961). Käytännössä ovat istutusvälit olleet vieläkin suurempia. Myös ns. risusavotoissa on monesti käytetty erittäin voimakkaita harvennuksia jo varsin nuorella iällä.

On tietysti mahdollista, että harvat kylvö- ja istutusvälit tuottavat myös hyvälaatuisia puuta. Silloin on kuitenkin luonnon tultava avuksi siementämällä aluetta joko männyllä tai jollakin sekapuulajilla. Luonnontaimien edullista vaikutusta metsikön tihentäjänä tässä suhteessa lienee kuitenkin liiallisestikin korostettu.

Tähän liittyy kysymys sekapuuston, lehtipuiden ja kuusen vaikutuksesta männyn oksaisuuteen. KRUTSCH-WECK (1935) sekä KUNZ (1953) pitävät lehtipuusekoitusta edullisena männyn laatuksivatuksen kannalta, mutta eräät toiset tutkijat ovat tulleet päinvastaiseen tulokseen (MATHIESEN 1939, OLBERG 1950). LAPPI-SEPPÄLÄN (1930) mukaan männyn latvusraja on puhtaissa metsiköissä yhtä korkealla kuin mänty-koivusekametsiköissä. Tuntuu kuitenkin siltä, että männyn oksien paksuuteen nähden samanikäisellä koivusekoituksella saattaisi olla edullinen vaikutus. Asia olisi kuitenkin tutkittava. Mänty-kuusisekametsissä mänty myös ilmeisesti kehittyy ohuempioksaiseksi kuin puhtaissa männiköissä (KUNZ 1953).

Voidaan kuitenkin olla vakuuttuneita, että nykysuuntaus johtaa sahapuun kasvatuksen kannalta laadullisesti epäedullisiin tuloksiin. Sen osoittavat esillä olevan tutkimuksen tulokset, joiden mukaan u/s-laatuisen puun osuus sahapuuosasta on sitä pienempi, mitä pienempi on metsikön tiheys nuoruudessa eli mitä nopeammin puut nuorena kasvavat paksuutta. Jos paksuuskasvu tulee hyvin nopeaksi lyhenee myös sahapuuksi kelvollisen puun pituus.

Jotta sahapuuksi soveliaan hyvälaatuisen männyn tuotos voitaisiin turvata tulevaisuudessakin, onkin joko palattava hieman nykyistä tiheämpiin taimistoihin, tiheämpiin istutusväleihin ja lievempiin taimiston harvennuksiin tai sitten on turvauduttava karsimiseen, joka useissa tutkimuksissa sekä kaikissa oppi- ja käsikirjoissa tunnustetaan tärkeäksi männikön hoitotoimenpiteeksi mutta joka ei ole meillä sotien jälkeen saanut lainkaan jalansijaa käytännön metsänhoidossa.

SIRÉN (1964) mainitseekin, että karsiminen lienee pahiten laiminlyötyjä toimenpiteitä nykymetsätaloudessamme.

Viljelymänniköt tuottavat jo sellaisenaan laadultaan huonompaa, oksaisempaa puuta kuin luonnonsiemennyksestä syntyneet (esim. LAITAKARI 1937, KRUTSCH-WECK 1935, KALELA 1945, 1962). Varsin selvä on ero myös kylvön ja istutuksen välillä, sillä kylvömetsiköt ovat yleensä laadultaan parempia (vrt. EKLUND 1956, KLEBINGAT 1962 ja KRIGUL 1961).

Tämäkin seikka ja esillä olevan tutkimuksen tulokset luonnonsiemennyksestä syntyneistä männiköistä vahvistavatkin hyvin seuraavan SARVAKSEN (1956) toteamuksen: »Milloin halutaan kasvattaa järeätä, mutta siitä huolimatta todella vähäoksaista puuta . . ., tämä on mahdollista vain karsimisen avulla». (vrt. LAITAKARI 1934, KALELA 1945, 1961, HEIKINHEIMO 1953). Mainittakoon myös KLEBINGATIN (1962) toteamus, että viljelymänniköissä, tiheidenkin istutusvälien ollessa kyseessä tarvitaan aina karsimista apuna (vrt. KUNZ 1953, SCHÖPF 1954). Myös KRIGUL (1961) pitää karsimista välttämättömänä toimenpiteenä laatupuuta haluttaessa.

Männikön karsiminen onkin osoittautunut kannattavaksi toimenpiteeksi mustikkatyypin ja todennäköisesti kannattavaksi puolukkatyypin mailla, kuten HEISKASEN ja TAIPALEEN (1963) esittämät laskelmat näyttävät. Puun laadun paraneminen on luonnollisesti kaikilla metsätyypeillä hyvin selvä. Laadun paranemisen ohella karsiminen antaa metsien hoitajalle vapaammat kädet pyrkiä korkeaan kuutiomäärän tuottoon. Mainittakoon vain seuraavat esimerkit (vrt. HEISKANEN ja TAIPALE 1963).

— Suurin osa hyvin elinvoimaisista ja oksikkaista, jopa susipuun luonteista puista voidaan varsin edullisesti karsia ja karsittuina säilyttää metsikköä muodostamassa. Siten estetään kuutiomäärän voimakas alentuminen taimiston harvennuksissa, ja samalla pidetään metsikössä mukana myös kaikki voimakaimmat ja nopeimmin kasvavat yksilöt. Muutoinkin karsimisen onnistuminen edellyttää nopeakasvuisten, elinvoimaisten puiden valitsemista karsittavaan perustuustoon. Karsiminen on siis toimenpide, joka sopii metsikön kasvatuksessa parhaiten tapauksiin, joissa hyvän laadun lisäksi suuren järeiden aikaansaaminen on etusijalla.

— Kun karsiminen kuuluu metsikön hoitotoimenpiteisiin, voidaan istutuksessa käyttää melko harvoja, kuutiomäärän tuoton kannalta sopivimpia istutusvälejä tarvitsematta pelätä liiallista oksistumista. Istutuskustannukset pienenevät verrattuina ilman karsimista laatupuun saannin takaaviin tiheisiin taimistoihin. Tämä säästö saattaa korvata kokonaan karsimiskustannukset. Myös taimiston harvennuskustannukset ovat näin pienemmät.

On mahdollista, että karsiminen joudutaan tällaisissa tapauksissa suorittamaan kahdessa vaiheessa muutaman vuoden väliajoin, jotta oksat eivät pääsisi kehittymään liian paksuiksi. Laskelmat osoittavat kuitenkin, että tällaiseen on varaa ainakin mustikkatyypin metsiköissä. Myös huonommilla mailla karsimi-

sen kannattavuus on ilmeisesti aivan toinen, jos otetaan huomioon sen välilliset vaikutukset, joista edellä mainittiin.

Pyrittäessä yhtä aikaa korkeaan kuutiomäärään ja hyvään laatuun männiköitä kasvatettaessa *metsikkö on siis karsittava*. Toimenpide on sahateollisuuden kannalta toivottava ja metsänomistajankin kannalta parhailla metsämailla hyvin kannattava 1950-luvun lopun hintatasonkin vallitessa. Kun sahapuun hinta on sen jälkeen voimakkaasti noussut, ovat myös edellytykset karsimisen kannattavuudelle entisestään parantuneet. Viljelysmänniköiden hoito-ohjelmiin on ehdottomasti liitettävä karsiminen säännöllisenä toimenpiteenä.

On luonnollista, että puiden oksikkuuteen vaikuttavat myös muut seikat kuin kasvutila. Varsinkin männnyssä ilmeisesti puurodun vaikutus on hyvin selvä, minkä vuoksi laatupuun kasvatuksessa olisi pyrittävä oikeisiin hienoksaisiin puurotuihin. On kuitenkin todennäköistä, että kussakin puurodussa kasvutilan vaikutus laatuun on samansuuntainen, mutta oksikkuuden kannalta parhaissa roduissa se lienee huomattavasti vähäisempi kuin huonoissa roduissa (vrt. SCHÖPF 1954). Oksikkuuteen taipuvien rotujen ollessa kyseessä taas kasvutilan sääteliseläkään ei voida päästä mainittaviin tuloksiin, ellei sitten menä epätaloudellisen tiheisiin metsikköihin (esim. GRAH 1962).

Kirjallisuusluettelo

- ANDERSSON, ERNST 1941. Kvalitetsklassificering av grantimmer efter kviststorleken. Norrl. Skogs. Tidskrift ss. 16—57.
- ARMBUSTER, H. 1941. Kiefern-Kulturen und Sortenziele im Forstamt Neuruppen. Forstarchiv ss. 93—96.
- BORG, L. E. T. 1947. Laatu puun kasvatuksesta. Metsät. Aikakauslehti ss. 137—138.
- BORNEBUSCH, D. H. 1943. Die dänische Durchforstung, ihr Einfluss auf die Gestaltung und den Wertzuwachs des Buchenwaldes. Intersylva ss. 222—242.
- BRUNN, G. 1932. Jahrringbreite und Ästigkeit der Fichte. Silva ss. 153—155.
- BUSSE, J. und WEISSKER, A. 1931. Wachsräum und Zuwachs. Thar. Forstl. Jahrb. ss. 309—360.
- CAJANDER, ERKKI K. 1934. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisu 19. 3.
- CIESLAR A. und JANKA, G. 1902. Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes. Zentralbl. f.d. ges. Forstw. ss.
- CRONSTRÖM, ERIC 1935. Om uppkvistning av tallbestånd. Yks. metsänhoit.yhd. vuosik. VIII ss. 39—44.
- DÜESBERG, 1893. Wie erwachsen astreine Kiefern. Zeitsch. f. Jagd- u. Forstw. ss. 601—607.
- EKLUND, BO 1956. Ett förbandsförsök i tallskog. Medd. f. St. Skogsf. inst. Bd. 46, 3.
- FENTON, R. and FAMILTON, A. K. 1961. Tending Pinus radiata for optimum timber grade. New Zeal. Jour. For ss. 415—439.
- FUNK, D. T. 1961. Pruning White Pine (Pinus strobus): a literature review. Techn. Pap. Centr. St. For. Exp. Sta. No 185.
- GELINSKY, H. 1933. Die Astreinigung der Rotbuche. Zeits. f. Forst- u. Jagdw. ss. 309—322.
- GRAH, RUDOLF F. 1961. Relationship between tree spacing, knot size and log quality in young Douglasfir stands. Journ. For. ss. 270—272.
- 1962. Control of knots in young growth Ponderosa pine timber. Calif. Forestry and For. Prod. no. 31.
- HEIKINHEIMO, OLLI 1936. Puiden karsimisesta. Metsät. Aikakauslehti ss. 153—154.
- 1935. Metsäpuiden karsimisesta. Suomen Metsänh. Yhd. vuosik. V ss. 73—85.
- 1953. Puun rungon luontaisesta karsiutumisesta. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisu 41. 5.
- HEISKANEN, VEIJO 1951. Sahatukkien laatuluokittelulla saavutettavista eduista. Silva Fennica 69. ss. 86—91.
- 1954 a. Tutkimuksia mäntytukkipuiden laatuluokitustavoista ja niiden tarkkuudesta. Metsäntutk.lait. julk. 44. 1.
- 1954 b. Vuosiluston paksuuden ja sahatukin laadun välisestä riippuvuudesta. Metsäntutk. lait. julk. 44. 5.
- 1955. Tutkimus tukkipuiden, sahatukkien ja sahatavaran laadusta Inarin alueella. Helsinki.
- 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. Metsäntutk. lait. julk. 48. 6.
- 1959 a. Puu sahateollisuuden raaka-aineena. 100 vuotta sahateollisuutta. ss. 66—87. Helsinki.
- 1959 b. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Aikatutkimuksia karsimistyöstä. Metsäntutk. lait. julk. 51. 3.
- 1961. Inarin alueen sahapuiden laadusta. Metsätal. Aikakausl. ss. 367—369.
- 1962. Mäntysahatukkien laatuluokituksen tarkkuudesta. Metsäntutk. lait. julk. 55. 16.
- HEISKANEN, VEIJO ja SIIMES, F. E. 1960. Ehdotus mänty- ja kuusitukkien laatuluokitukseksi. Suomen Puutalous ss. 385—389.
- HEISKANEN, VEIJO ja TAIPALE, ARVO 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Karsimisen vaikutus männyn laatuun sahapuun kasvatuksessa. Metsäntutk. lait. julk. 57. 1.
- HEISKANEN, VEIJO ja TIIHONEN, PAAVO 1958. Rinnankorkeusläpimittaan perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Metsäntutk. lait. julk. 49. 5.
- HELANDER, A. BENJ. 1922. Metsänkätöoppi. Porvoo.
- JUNACK 1921. Soll man aufasten oder nicht. Silva. s. 174.
- 1930. Kiefernvolksaat und Erziehung von Qualitätskiefern. Deutsche Forstz. s. 1091.
- KALELA, ERKKI K. 1945. Metsät ja metsien hoito. 1. painos. Porvoo—Helsinki.
- 1961. Metsät ja metsien hoito. 2. painos. Porvoo—Helsinki.
- KIENITZ, M. 1928. Die Erziehung astreinen Holzes. Silva ss. 393.
- KLEBINGAT, G. 1962. Der Einfluss der Kulturverbandsweite auf die qualitative Entwicklung der Kiefer. Arch. Forstw. ss. 871—901.
- KLEM, GUSTAV G. 1942. Planteavstandens innflytelse på granvedens og sulfitecellulosens kvalitet. Medd. fra Det Norske Skogforsk, V. B VIII. ss. 261—293.
- 1952. Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet. Medd. fra Det Norske Skogforsk. B XI. H. 39.
- KRIGUL, T. 1961. Mäni- ja kuusepuistute laasimine. Eesti Loodustead. Arhiv. nr. 18.
- KRUTSCH—WECK 1935. Bärenthoren. Der naturgemässe Wirtschaftswald. Neudamm.
- KUNZ, ROBERT 1953. Morphologische Untersuchungen in natürlichen Föhrendickungen. Mitt. d. Schweiz. Anst. f.d. forstl. Versuchsw. XXIX Bd. ss. 335—402.
- KÖSTER, E. 1934. Die Astreinigung der Fichte. Mitt. a. Forstwirtschaft. u. Forstwiss. ss. 393—416.
- LAITAKARI, ERKKI 1935. Tutkimuksia metsikön ja kasvupaikan vaikutuksesta kuusen rungon kelpoisuuteen Acta Forest. Fenn. 41. 4.
- 1937. Laatu puun kasvattamisesta. Silva Fennica 39. ss. 259—270.
- LAPPI—SEPPÄLÄ, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. Metsäntutk. lait. julk. 15.
- 1934. Karsimisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Acta Forest. Fenn. 40. 25.
- LINDQUIST, BERTIL 1939. Virkeskvalitet och rotnettvärde hos smalkronig och bredkronig tall. Sv. Skogsvärdför. Tidskrift. ss. 1—119.
- MATHIESEN, A. 1939. Okstest ja nende laasimisest. Eesti Mets.
- MAYER, H. 1961. Waldbauliche Güteansprüche und morphologische Qualitätsmerkmale in Föhren-Dickungen zwischen Alpen und Donau. Forstw. Centralbl. ss. 294—316.
- MAYER—WEGELIN, H. 1933. Steigerung der Holzqualität und Erweiterung der Holzveredelung. Forstarchiv. ss. 179—
- 1936. Ästung. Hannover.
- NYLINDER, PER. 1958 a. Synpunkter på produktionens kvalitet. Skogen ss. 100—102.
- 1958 b. Synpunkter på produktionens kvalitet. Skogen ss. 714—718.
- NYSSÖNEN, AARNE 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Acta Forest. Fenn. 60.
- OLBERG, A. 1950. Die Durchforstung der Kiefer. Hamburg.
- OLBERG und KÜHN 1930. Über den Zusammenhang Zwischen der Holzqualität und der Jugendentwicklung der Kiefer. Zeits. f. Forst- u. Jagdw. ss. 625—628.

- PAUL, BENSON H. 1932 a. Improving the Quality of Second Growth Douglas-Fir. Journ. For. ss. 682—686.
- 1932 b. The relation of Certain Forest Conditions to the Quality and Value of Second Growth Loblolly Pine Timber. Journ. For. ss. 4—21.
- 1933. Pruning forest trees. Journ. For. ss. 563—566.
- 1947. Knots in Second Growth Douglas-Fir. West Coast Lumberman 74.
- PAUL, BENSON H. and SMITH, DIANA 1950. Summary on Growth in Relation to Quality of Southern Yellow Pine. For. Prod. Lab. R. 1751.
- PECHMANN, H. 1934. Güteansprüche an das Holz als Werkstoff und Wege zur Erfüllung der Güteforderungen im Forstbetrieb. Forstwiss. Centralbl. ss. 629—650, 674—695, 707—726, 729—746, 783—803 und 812—837.
- RUDOLPH, V. J. and Mc CULLOUGH, S. W. 1961. Pine and Spruce plantings on the Lowitz Farm in Cass County, Michigan. Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. Sta. No. 43.
- SARVAS, RISTO 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Metsäntutk. lait. julk. 33.
- 1956. Metsänhoidon tekniikka. Metsäkäsikirja I. ss. 498—564. Rauma.
- SCHIFFEL, ADALBERT 1904. Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Mitt. a.d. forstl. Versuchsw. Österr. XXIX H.
- SCHÄDELIN, W. 1936. Die Durchforstung als Auslese und Veredelungsbetrieb höchster Wertleistung. Bern — Leipzig.
- SCHÖPF, J. 1954. Untersuchungen über Ausbildung und Astreinigung der Selber Kiefer. Forstwiss. Centralbl. ss. 275—287.
- SCHMIDT, W. 1946. Die Ästigkeit von Kiefernherkünften. Forst und Holz.
- SIIMES, F. E. 1945. Sahatavaran lajittelu sen käyttövaatimuksia silmälläpitäen. Helsinki.
- 1954. Esimerkki sahatukkien laatuluokittelun vaikutuksesta. Metsätal. Aik. 1. ss. 5—7.
- SIREN, GUSTAF 1964. Käsittelytekniikan muututtava. Metsätal. Aik. ss. 331—332.
- Skogsstyrelsens Expertkommitté för virkesmätning 1948. Redogörelse för undersökningar angående mätning av sågtimmer. Stockholm.
- SOHLMAN, S. A. 1932 a. Kvaliteten hos vårt inhemska byggnadsvirke. Helsingfors.
- 1932 b. Virkeskvaliteten i våra skogar. Helsingfors.
- TRENDELENBURG, R. und MAYER—WEGELIN, H. 1955. Das Holz als Rohstoff. München.
- WENNERHOLM, STEN 1937. Furusågtimrets kvalitetssortering i övre Norrland. Skogen ss. 75—80.
- VOEGELI, H. 1953. Beitrag zur Frage der Föhrenverjüngung und -erziehung. Sweiz. Zeitsch. f. Forstw. ss. 561—591.
- YLI-VAKKURI, PAAVO 1956. Metsänviljely. Metsäkäsikirja I. ss. 565—579.
- 1958. Metsänhoidollisia näkökohtia sahapuiden laatukasvatuksesta. Metsätal. Aikakausi. ss. 407—409.

SUMMARY:

ON THE RELATIONS BETWEEN THE DEVELOPMENT OF THE EARLY AGE AND THICKNESS OF TREES AND THEIR BRANCHINESS IN PINE STANDS

Introduction

The object of the study was to establish the influence of the founding density of a stand and the intensity of intermediate cutting on the quality of pine sawlog stems, their branchiness. Other defects affecting the quality, whose frequency is also influenced by the treatment of the forest, are not dealt with in the present paper. Owing to the difficulty of obtaining material the problem was studied indirectly by means of the thickness and the diameter growth of trees.

Measurements were carried out in altogether 100 stands, of which 32 were classified as stands of the Myrtillus type and 68 as stands of the Vaccinium type. 1982 standing sample trees were measured and appraised, of which 626 were from the Myrtillus type stands and 1356 from the Vaccinium type stands (cf. tables 1 and 3).

From the standing sample trees the following characteristics were measured in addition to their thickness, length and age:

- The length of the part without branches and overgrown knots;
- The length of the branchless part containing, however, overgrown knots;
- The length of the part containing dry branches;
- The length of the part containing sound live branches.

Furthermore, as characteristics describing the saw timber quality of the trees, the length of the parts qualifiable for the various grades were measured on the basis of the characteristics of knottiness in accordance with the grading recommendation of 1960 (table 2). In addition, the length of the part not qualifiable as sawlog was appraised down to the minimum diameter of 5 inches.

The knottiness class of 18 ft. butt logs was determined separately.

An increment core was taken from each tree, on the basis of which the number of annual rings was counted from the pith to to 3 in. distance along the radius. The figure obtained was used as a characteristic describing the development of the early life of tree.

Main results

The main results of the study may be presented in the form of the following brief conclusions.

The analyses of *the interdependence between the thickness and the quality of a tree* have shown, as regards the natural knottiness characteristics, that —

— The part without overgrown knots is the longer the thicker and older the tree;

— The whole of the branchless part, i.e. the part without overgrown knots and that with overgrown knots put together, is naturally longest in the older age classes. The influence of the thickness of a tree is seen in that the branchless part is relatively short in small stems, grows then, but begins to grow shorter again in the thickest trees. In respect to the quality, the branchless part, as far as overgrown knots are concerned, is best in the biggest stems.

In all age classes the percentage of the branchless part is highest in medium sized stems.

— The dry-branched part also grows, to begin with, in all age classes as the thickness of the tree increases, but soon begins to grow shorter quite rapidly.

The share of this part, in per cent, decreases, on an average, as the diameter of the tree increases.

— In all age classes and both forest types the crown limit is low in small trees, then rises, but at last begins to drop fairly rapidly.

— On the other hand, the relative height of the crown limit is greatest in small diameter classes and decreases continuously as the thickness of the tree increases.

— The crown is the longer the thicker the tree. This applies also to the relative length of the crown.

— In all age classes the biggest branch, as well in butt part as in the entire sawlog part, is the bigger the thicker the tree.

The results of the study relating to the quality of the sawlog part, its distribution into grades, again show the following dependence on the thickness of the tree.

— The grade of the butt log, the 18 ft. butt part of the stem, is, on an average, highest in medium sized stems.

— The length of the grade I part is the bigger the thicker the stem;

— The length of the grade II part grows, to begin with, as the thickness of the tree increases, but begins to diminish again in the thicker diameter classes;

— The length of the u/s grade part (grades I and II) follows the tendency of the changes observed in the grade II part;

— The length of the grade III part grows continuously as the thickness of the tree increases;

— Timber unsuitable to be utilized as sawlog because of its great knottiness is found only among the thickest stems, and its length increases as the thickness of the tree grows;

— The relative share of the u/s grade decreases as the thickness of the tree increases.

The most important of the results of the studies relating to the development of the early life of trees, the thickness of the annual rings around the pith in the butt of tree, as characteristics of the quality, were as follows:

— In all age classes the branchless part is the shorter the faster the tree has grown in diameter when young;

— The branches of the butt log are the bigger the faster the tree has developed when young;

— The grade of the butt log improves as the thickness of the annual rings diminishes;

— The length of the u/s grade part is the bigger and the length of the fifth grade (grade III) part the shorter the slower the tree has grown in thickness when young.

Conclusions in view of forest management

Assuming that the primary object in growing pine stands is to secure the maximum percentage of u/s grade logs and only secondary object the development of size, pine stands should be managed in the following manner.

1. The pine stand should be founded dense.

2. The first thinnings of the pine stand should be delayed as much as possible, to take place when the thickness of dominant trees at the stump height is 12 to 15 cms. and when all branches will have died on the entire length of the butt log. At an earlier stage, of course, thinnings bearing the character of a cleaning up should be undertaken in the denser parts of the stand in some cases.

3. After the said phase of development comparatively intense intermediate cutting may be applied, as the amount of branchiness will have established itself already at an earlier stage. Then it is no longer so much a question of an improvement of grade or its degradation as of securing the results achieved.

The best thinning method in pursuing the above end is a method bearing the character of crown thinning by which the improvement of the branchiness of dominant trees will be pursued consistently. In carrying out the growing measures mainly for the benefit of the less branchy dominant trees or the dominant trees with thin branches and for the benefit of the best, the most vigorous co-dominant trees and, possibly, also some dominated trees or trees on the transition to become dominated, quite much is lost in the size. In consequence of this kind of growing of quality trees there arise losses in the mass yield of timber.

However, as it is considered necessary nowadays that the yield of timber in Finland should be rapidly increased, it is obvious that no return to denser planting and seeding spacings than the present ones will take place. Probably the quite intense thinning at a young age already assimilated will not be given up either. Therefore, in order to secure the quality of saw timber, pruning should be practised to a greater extent than before (cf. HEISKANEN and TAIPALE 1963). The necessity for this is further stressed by the transition to cultivated stands.