

Don. 274001.

$\frac{22}{8} - 30$

TOIMETUSED N° 30  
Mitteilungen der Fakultät für die Wissenschaften der Univ. Tartu N° 30

Juu. 689.

UURIMUSI  
TUGIPUUDE ERIOMADUSTEST  
ALUTAGUSE MÄNNIKUTES

Untersuchungen über die spezifischen Eigenschaften des  
Gehölzes aus der Kiefernwälder im Alutaguse

UURIMUSI TUGIPUUDE ERIOMADUSTEST  
ALUTAGUSE MÄNNIKUTES

J. Kõvesaar







TARTU ÜLKOOLI METSAOSAKONNA TOIMETUSED № 30  
Mittellungen der Forstwissenschaftlichen Abteilung der Univ. Tartu № 30

UURIMUSI  
TUGIPUDE ERIOMADUSTEST  
ALUTAGUSE MÄNNIKUTES

Untersuchungen über die spezifischen Eigenschaften des  
Grubenholzes aus den Kiefernwäldern von Alutaguse

J. Kõrassaar  
2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

121159

Tartu Ülikooli Öppe- ja Katsesmetkonna kirjastus

K. Mattiesenini trükikoda o.-ü., Tartu, 1938.

## Sisukord.

Sisukord	lk.
Lühendeid	3
Saatesõnaks	5
	7
A. Üldosa.	
I. Märkmeid tugipuude kasustamisest	9
II. Seniseid uurimusi tugipuudest	12
III. Alutaguse männikud	20
IV. Uurimismeetod	27
B. Eriosa.	
Uurimisandmed.	
I. Katsematerjali niiskuse %	37
II. Katsematerjali makroskoopiline iseloom	38
III. Uuritud tugipuude koore %	43
Kokkuvõte	47
IV. Lülipuu % uuritud tugipuudes	48
Kokkuvõte	51
V. Tugipuude kahanemise % kuivamisel laoplatsil	52
Kokkuvõte	57
VI. Tugipuude erikaal ja tähtsamad mehaanilised omadused	58
1. Kuivad, kanarbikurikkad männikud.	
IV bon. ülarinne	58
Kokkuvõte kuivade, kanarbikurikaste männikute kohta	65
2. Soostunud, kanarbikurikkad männikud.	
V bon. ülarinne	67
Kokkuvõte soostunud, kanarbikurikaste männikute kohta	73
3. Rabamännikud.	
a) V bon. a osa ülarinne	75
b) V bon. a osa alarinne	81
c) V bon. b osa ülarinne	87
Kokkuvõte rabamännikuist	92
4. Soomännikud.	
V bon. ülarinne	95
Kokkuvõte soomännikuist	100

5. Soostunud, mustikarikkad männikud.

a) III bon. ülarinne . . . . .	102
b) III bon. alarinne . . . . .	109
c) IV bon. ülarinne . . . . .	115
Kokkuvõte soostunud, mustikarikaste männikute kohta . . . . .	120
Üldkokkuvõte . . . . .	123

VII. Sinistumise ja koorimatult seismise mõju tugipuude omadustele

Kokkuvõte . . . . .	125
Lõppkokkuvõte . . . . .	132

Untersuchungen über die spezifischen Eigenschaften des Grubenholzes aus den Kiefernwäldern von Alutaguse (Zusammenfassung)

Kasustatud kirjandus — Literatur . . . . .	148
--	-----

Lisa:

Graafikud . . . . .	153
Fotod . . . . .	163

9	I. Märtsimeld tugipuude kasustamisest
12	II. Seitsmend märtsimeld tugipuudest
20	III. Alutaguse männikud
27	IV. Uurimismeetod

B. Erlasa  
Uurimismeetod

37	I. Kasestamaterjalil niiskuse
38	II. Kasestamaterjalil makroskoopiline iseloom
43	III. Uuritud tugipuude koost
44	Kokkuvõte
48	IV. Lõppmõeld tugipuude
51	Kokkuvõte
52	V. Tugipuude kahanevuse
54	Kokkuvõte
58	VI. Tugipuude erksal ja tiheduse määratlemine
58	1. Kivide kaarbiurikad männikud
58	IV bon. alarinne
65	Kokkuvõte kivide kaarbiurikaste männikute kohta
67	2. Soostunud kaarbiurikad männikud
67	V bon. alarinne
73	Kokkuvõte soostunud kaarbiurikaste männikute kohta
75	3. Rabamännikud
75	a) V bon. a osa alarinne
81	b) V bon. a osa alarinne
87	c) V bon. b osa alarinne
92	Kokkuvõte rabamännikust
95	4. Soomännikud
95	V bon. alarinne
100	Kokkuvõte soomännikust

## Saatesõnaks.

### Lühendeid.

Käesoleva uurimise tingis eeskätt asjaolu, et meie maa-  
tööstuse areng vajab aastast rohkem oma  
tootmisteks tugimaterjali. Selleks on vaja teha  
kõik võimalik, et suurendada meie metsade  
tootmist. Selleks on kirjandusest võetud andmeid vähe-  
selt. Need andmed on puuduse üheks osaliseks lahendajaks tahabki olla  
käesolev töö.

a.	= aasta	M	= puu mass
bon.	= boniteet	maks.	= maksimum
Dr	= diameeter rinnakõrguselt	miin.	= miinimum
H	= puu kõrgus	mä	= mänd
j.	= järgmine	rm	= ruumimeeter
jj.	= ja järgmised	s. t.	= see tähendab
kgsm <sup>2</sup>	= kg ruutsentimeetri peale	t	= tonn
keskm.	= keskmiselt, keskmine	tsm <sup>2</sup>	= t/ruutsentimeetri peale
ka	= kask	v/k.	= vahtkond
ku	= kuusk	vt.	= vaata
kv.	= kvartal		

Tugimaterjali tehniliste omaduste uurimisel peatasin kõige-  
pealt füüsilisel omadusel — erikaalul, siis mehaanilistel, nagu  
surve-, nõrke- ja kandetugevused ning elastsus. Teistest oma-  
dustest on uuritud malts- ja lõlipoa vaherkorda, puidu kaharte-  
mist, koore hõõr, sinistumise mõjusid ja hoiatusomadust.  
Nimetatuist on eriti hinnatud viimane, milles puut prakse-  
misega tähistab, et tema vastupanuvõime surve mõjul on jõud-  
nud viimase piirini. Kuna puidu kvaliteet on sõltuv puu vanu-  
sust, kasvukohast ja sotsiaalsest seisundist, siis on käesolevas  
uurimises ka arvestatud nende teguritega. Käsitusel olnud  
männipõestikud ja nende kasvukohad andsid mulle võimaluse  
rakendada dr. Rühli uurimusi metsatüüpidest, kusjuures andis  
häid tulemusi lähedase toogivõime märkimine boniteetidega.  
Sotsiaalsete vaherkordade ilmestamiseks puieistikudes võtsin  
tarvitusele Krafti klassifikatsiooni, mis on üks vanemaid. Selle  
sellistamiseks võrreldes uuematega andis põhjust tema suur



## Saatesõnaks.

Käesoleva uurimuse tingis eeskätt asjaolu, et meie mäetööstuse kiire areng vajab aastatega rohkem ja rohkem oma nõuete rahuldamiseks tugimaterjali. Kõige sobivamaks tugimaterjaliks on leitud hariliku männi, *Pinus silvestris* L. puit. Kuna põlevkivi kaevanduste peamiseks tugimaterjalidega varustajaks on nende lähem ümbrus, siis tulevad sääli kõik selleks kõlbulikud männi tüveosad kasutamisele. Millisel määral aga Alutaguse mänd oma tehniliste omaduste (kitsamas mõttes) suhtes suudab tugimaterjalilt nõuetavaid tingimusi rahuldada, selle kohta on kirjanduses avaldatud andmeid vähe. Nimetatud puuduse üheks osaliseks lahendajaks tahabki olla käesolev töö.

Tugipuude tehniliste omaduste uurimisel peatusin kõigepealt füüsilisel omadusel — erikaalul, siis mehaanilistel, nagu surve-, nõtk- ja kandetugevused ning elastsus. Teistest omadustest on uuritud malts- ja lülipuu vahel, kuid kahane mist, koore hulka, sinistumise mõjusid ja hoiatusomadust. Nimetatuid on eriti hinnatud viimane, milles puit praksimisega tähistab, et tema vastupanuvõime surve mõjul on jõudnud viimase piirini. Kuna puidu kvaliteet on sõltuv puu vanusest, kasvukohast ja sotsiaalsest seisundist, siis on käesolevas uurimuses ka arvestatud nende teguritega. Käsitusel olnud männipuistikud ja nende kasvukohad andsid mulle võimaluse rakendada dr. Rühli uurimusi metsatüüpidest, kusjuures andis häid tulemusi lähedase toogivõime märkimine boniteetidega. Sotsiaalsete vahelkordade ilmestamiseks puistikkudes võtsin tarvitusele Krafft klassifikatsiooni, mis on üks vanemaid. Selle eelistamiseks võrreldes uuematega andis põhjust tema suur

populaarsus ning võrdlemisi loomulikud sotsiaal-bioloogilised alused. Uurimismetoodikas tingis katsematerjalide eriline iseloom mõnegi tuntava erinevuse senini praktiseeritud meetodilistest süsteemidest, millised aga ei muuda sisuliselt saadud tulemusi. Kuna töö ülesanne ei pidanud vajalikuks uurimistulemuste avaldamist rahvusvaheliste määruste alusel, samuti ei lubanud esitatud nõudeid täita katsematerjalide iseloom, siis on neid peetud silmas ainult võimaluste piirides.

Ühtlasi pean oma meeldivamaks ülesandeks avaldada siinkohal otsekohest tänu dr. K. Veermetsale, kes järgnevate ridade läbivaatamisel, kontrollimisel ja paljude kasulikkude näpunäidete andmisel ei näinud kaugeltki väikest vaeva. Samuti tänan kõiki teisi lahke kaasabi eest, kes oma tööjõudu ei keelanud materjali kogumisel ja selle ümbertöötamisel.

Kohtlas, oktoobris 1937.

Autor.

Tänuvõttekirja koostamine on alati olnud üks kõige raskemaid ja aeganõudvamaid tegevusi. Selleks on vaja teha põhjalik uuritus, et saada teaduslikult põhjendatud järeldused. Kirjanduse läbivaatamine on selleks vajalik etapp, mis võimaldab uurijal saada ülevaate teaduse arengust ja sellest, mis on juba teada. Kirjanduse läbivaatamine on ka üks viis, kuidas saada teaduslikult põhjendatud järeldused. Kirjanduse läbivaatamine on ka üks viis, kuidas saada teaduslikult põhjendatud järeldused. Kirjanduse läbivaatamine on ka üks viis, kuidas saada teaduslikult põhjendatud järeldused.

## A. Üldosa.

### I. Märkmeid tugipuude kasustamisest.

Tugipuu omab meil nii metsatööstuses kui ka metsakaubanduses küll vaid mõne%-lise osatähtsuse teiste metsamaterjalide kõrval, kuid meie arenevas mäetööstuses on ta kujunenud väga tarvilikuks tarbematerjaliks. Ühenduses põlevkivisaaduste heade turustamise võimalustega, on viimasel ajal eriti tõusuteel põlevkivikaevanduste toodangud. Mitmed praegu töötavaist põlevkivikaevandusist suurendavad oma tegevust ning uusi kaevandusi on rajamisel. Tabelis 1 on toodud näitena riiklikkude põlevkivikaevanduste põlevkivi toodang ja selle kaevamiseks tarvitatud tugipuude hulk viimase viie aasta jooksul.

Tabel 1<sup>1)</sup>.

Aastad	Põlevkivitoodang tonnides	Tarvitatud tugipuud rm	Tugipuude tarvitus 100 t kivi kohta rm
1932	252.883	1.062	0,42
1933	209.310	717	0,34
1934	237.400	1.142	0,48
1935	249.840	1.231	0,49
1936	364.050	1.933	0,53
Keskm. viim. 5 a. kohta	262.697	1.217	0,46

<sup>1)</sup> Teiste kaevanduste toodanguid pole siin näidatud, kuna nende andmeid tarvitatud tugipuud on arvestatud väärtuse järgi, mis ei anna mahu kohta õiget ülevaadet.

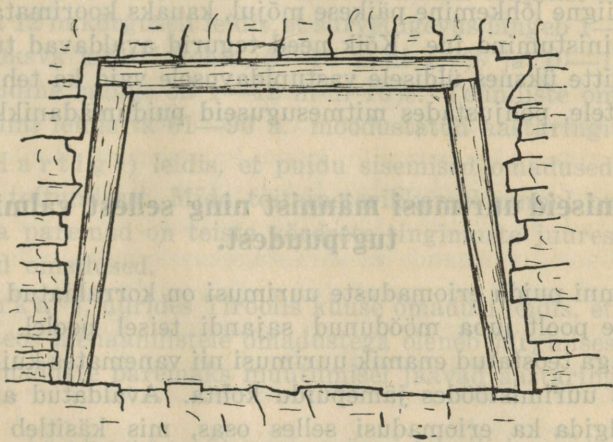
Toodud andmeist nähtub, et alates 1933. a. võib toodangu suuruses märkida järjekindlat tõusu, mis juba 1936. a. on muutunud peaaegu kahekordseks; vastavalt on tõusnud ka tugipuude tarvitamine samal ajal 2½-kordseks. Viimase 5 a. kohta tarvitati keskmiselt 100 t põlevkivi väljakaevamiseks 0,46 rm tugipuid, kuid alates 1933. aastast näitab tugipuude suhteline tarvitus 100 t põlevkivi kohta järjekindlat suurenemist: 1933. a. kulub selleks 0,34 rm ja 1936. a. juba 0,53 rm. Põhjusi tuleb otsida peamiselt selles, et kaevanduse laiendamisel vajatakse endiste käikude korrastamiseks järjest rohkem materjali. On võimalusi, et toodangu edaspidisel suurendamisel tõuseb ka tugipuude suhteline tarvitamine iga väljakaevatud kiviüksuse kohta.

Üldiselt tarvitatakse meie põlevkivikaevandustes tugipuid neljas pikkusmõodus: 2,14 m (7'), 2,44 m (8'), 3,05 m (10') ja 3,66 m (12'). Neist 3,05 m-sed tugipuud leiavad poolekslõigatuna kasustamist peaasjalikult liipritena vagoneti rööbasteedel käikudes. Ülejäänud mõõtudes tugipuud tulevad kasutamisele käikude kindlustamistöil. Minimaalse jämeduse suhtes on nõue, et see ei oleks vähem kui 12 sm (kooreta mõodus) tugipuu peenemast otsast; varem oli selleks 13 sm. Maksimaalne jämedus ei või ulatuda üle 20 sm. Tavaliseks maa-aluse käigu laiuseks on keskmiselt 2,5 m ja kõrguseks 2,3 m; seepärast tarvitatakse ka tugipuid vastavalt erinevates pikkustes: kõrgusele — 2,14 m ja laiusele — 2,44m. Puuliikidest tarvitatakse ainult mändi, mille paigutamine toimub skeem 1. järgi.

Kandekonstruksiooniliselt on tugipuude sidumine lihtne: tüvepoolsed otsad asetatakse ülespidi, kus nurkside toimub sälkude abil, milleks on lae kandetugipuu mõlema pealmise otsa küljele tehtud vastav sälk ja külgedel asuvatele tugipuudele kandvasse otsa lõigatud samasugused väljalõiked kuid lühemad, mis hoiavad tugipuid nihkumast kokku. Käigu küljel asuvad tugipuud on paigutatud nii, et nad oleksid väikese kallakuga sissepoole. Pea veokäigud on laiemad ja neis tarvitatakse pealmisteks kandepuudeks 3,66 m pikkuseid tugipuid.

Paigutamise tiheduse suhtes ei ole otseselt mingit kindlat normi, vaid see sünnib kohapealsete olude kohaselt, või nagu

öeldakse, selle pidavat määrama kindlaks mäekaevuri instinkt. Muidugi on võimalik survejõudu igale kindlustamist vajavale osale määrata kindlaks peallamavate kihtide paksuse, selle iseloomu, käigu laiuse jne. järgi. Selle tehniline läbiviimine oleks aga kulukas ja tülikas ning ei leia seepärast tegelikult rakendamist. Eeltoodud asjaoludel ei oma harilikult erilist tähelepanu ka tugipuude tehniline üksikasjalik iseloom. Nii on tugipuude paigutamise tiheduseks käikudes kujunenud



Skeem nr. 1. Tugipuude paigutamine maa-alustes käikudes.

ca 1 m-line kaugus üksteisest. Pea- ja ka kõrvalkäigud, kus seinaküljed on terved, puuduvad tugipuud täiesti või on paigutatud hõredalt, olenevates muidugi pealmise kihi paksusest ja iseloomust. (Lisapilt 3).

Mis puutub käigu külgede ja lae kindlustamisse varisemiste vastu, siis on selle järele vajadust harva, kuna nimetatud hädaoht külgedel ei esine üldse ning on lae juures juhuslik, mispärast ka ainult peakäikudes, kus tööliste liikumine on suurem, kaitstakse lage varisemise vastu ainult õhukeste laudadega.

Nõuded tugipuude tehniliste tingimuste suhtes on üldjoonelised. Peale eelpool nimetatud jämeduse ja pikkuse nõutakse muidugi ka täiesti tervet, enam-vähem sirget, mäda oks-

teta, peenesüülist puitu; toored kui ka pruunistunud oksad ja väiksem kõverus on lubatud. Suur okslikkus kui ka sinistumine ei ole soovitatavad. Kaevandustel tugipuude hoiuks erilisi laoruume ei ole ja need seisavad tarvitamiseni täiesti ilmastiku mõjudele avatult. (Lisas pildid 1 ja 2). Suuremaid tagavarasid harilikult ei muretseta. Kasutamise toimub sageli lühemaajalise laoplatsidel seismise järele, mille tõttu tugipuud saavad kuivada puudulikult. Mõnikord leiavad nad kasutamist ka toores olekus. Seismisel laoplatsidel muutuvad puidu tehnilised omadused: esineb liigne lõhkemine päikese mõjul, kauaks koorimata jätmisel — sinistumine jne. Kõik need tegurid avaldavad tunduvat mõju mitte üksnes üldisele vastupidavusele vaid ka tehnilistele omadustele, põhjustades mitmesuguseid puidumädanikke.

## II. Seniseid uurimusi männist ning sellest valmistatud tugipuudest.

Männi puidu eriomaduste uurimusi on korraldatud paljude teadlaste poolt juba möödunud sajandi teisel poolel. Seejuures on aga teostatud enamik uurimusi nii vanemates kui ka hilisemates uurimistöodes jämepuidu kohta. Avaldatud andmeist võib jälgida ka eriomadusi selles osas, mis käsitleb mändi, eriti aga männi peenpuitu (kuna see leiab kasutamist peamiselt tugipuuna) sortimendi seisukohalt. Suurem osa andmeid käsitlevad Kesk-Euroopa oludes kasvanud puid. 1897. a. avaldatud uurimustes kirjeldas A. Sch w a p p a c h <sup>2)</sup> ainult männi erikaalu ja survetugevust ning nendega seoses olevaid puidu omadusi, kusjuures ta leidis, et männi puidu headus oleneb a) tüve osast, b) vanusest, c) aastaringi sügisosa %-dist, d) kasvukohast ja e) pinnasest. Puu alumises tüve osas on puit raskem ja kõvem ning mõlemad omadused langevad alguses järsku, hiljem pikkamööda. Erikaalu maksimum on 90—100 a. sees, halbadel boniteetidel varem. Väike sügisosa annab väiksema erikaalu. Kehval kasvukohal leidis ta oma katsematerjali alu-

<sup>2)</sup> A. Schwappach, Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume, Die Kiefer, 1897.

sel keskmiseks erikaaluks absoluutkuivale puidule 0,49 ja survetugevuseks 480 kgsm<sup>2</sup>.

J. B a u s c h i n g e r<sup>3)</sup> leidis, et talvine raie annab kõrgemate tehniliste omadustega puidu. Männil ilmnes, et ühe ja sama niiskuse % juures kolmekuulise kuivamise järele oli survetugevuse koef. keskm. 477 ja suvise raie juures — 368. Seejuures oli osa tulemusi vastukäivad, s. t. suvine raie andis paremate omadustega puidu.

W i j k a n d e r<sup>4)</sup>, uurides Rootsisis männi tehnilisi omadusi 1, 3, 10 ja 12 m kõrguselt leidis, et survetugevus langeb 1—3 m-ni 1,6% jooksva meetri kohta, 3—10 m-ni 1,7% ja 10—12 m-ni 1,2%. Üldine langus oli 1—12 m-ni 16%. Tehniliste omaduste maksimumi leidis ta 61—90 a. moodustatud aastaringides.

R. H a r t i g<sup>5)</sup> leidis, et puidu sisemised omadused olenevad puu toitumisest. Mida toitaineterikkamal pinnal puu kasvab, seda paremad on teiste võrdsete tingimuste juures puidu tehnilised omadused.

J a n k a<sup>6)</sup>, uurides Tiroolis kuuse omadusi leidis, et aastaringide seos mehaanilistele omadustega oleneb järgmisest: tehniliste omaduste paremaks muutumisel jäävad aastaringid kitsamaks.

J. A. J a c h o n t o v<sup>7)</sup> uuris männi tehnilisi omadusi Poolas. Ta tuli otsusele, et tehnilisi omadusi mõjustavad samad tegurid, mis olid märgitud juba varemate uurijate poolt nagu: a) tüve osa, b) puu vanus, c) puu asukoht puistus, d) aastaringid, e) pinnas, f) raiumisaeg. Ta sooritas katseid proovidega,

---

<sup>3)</sup> J. Bauschinger, Über die Veränderung der Festigkeit des Nadelholzes nach dem Fällen, Mitteilungen H. XVI. 1887.

<sup>4)</sup> Aug. Wijkander, Untersuchung der Festigkeits-Eigenschaften schwedischer Holzarten, Göteborg, 1897.

<sup>5)</sup> R. Hartig, Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume, Berlin, 1885. R. Hartig, Holzuntersuchungen Altes und Neues, Berlin, 1901.

<sup>6)</sup> G. Janka und A. Hadek, Untersuchungen über die Elasticität und Festigkeit der österreichischen Bauerhölzer. I. Fichte Südtirols, Wien, 1900.

<sup>7)</sup> J. A. Jachontov, Techničeskija svoistva osnovoi drjevesinõ iz lesov Ljublinskoi Varšavskoi i Petrokovskoi gubernij, St.-Peterburg, 1913.

mis olid võetud 1, 3, 6, 12 ja 18 m kõrguselt tüvest, kus leidis absoluutkuiva puidu erikaaluks kolmele esimesele boniteedile rinnakõrguselt 0,54 ja kahele viimasele 0,50; survetugevuseks vastavalt 15% niiskuse juures — 490 ja 465 kgsm<sup>2</sup> ja elastsuse mooduliks 15—17% niiskuse juures — 98470 kgsm<sup>2</sup>. Erikaal langes rinnakõrguselt 12—18 m kõrguseni keskm. 21—27%, survetugevus 18 m-ni aga — 14—34%. Kõige suurem erikaal ja samuti ka survetugevus esines 60—90 a. vanuses puus. Kõige suuremaid koefitsiente andsid allajäänud rinde puud, selle järele valitsevad ja kõige vähemaid ülevalitseva rinde puud. Alumine rinne andis valitsevast rindest 17% suuremaid koefitsiente. Aastaringide laiuses, mis olid lähedases seoses puidu tehniliste omadustega, tuli märkida kahte asjaolu: a) alumist rinnet, b) loomuliku kasvu halvenemist. Rohkem mõju puidu tehnilistele omadustele kui aastaringid avaldas aastaringide kevad- ja sügisosa suhteline vahekord. Pinnase tingimused avaldasid erikaalule ja survetugevusele mõju selles, et viimased vähenesid pinnase halvenemisega. Raiumisaeg erikaalule ja survetugevusele mõju ei avaldanud. Mehaanilised omadused muutusid paralleelselt erikaaluga, kuigi mitte järjekindlalt. Kõige suurem mõju erikaalule oli aastaringide laiusel ja selle sügisosa %-dil.

Hilisemates uurimustes on põhjalikku käsitelu leidnud mänd Arv. Kalninš<sup>8)</sup> poolt. Eelmistele põhimõtetele lisaks leidis siin eraldi käsitelu metsatüübi mõiste ja selle mõju puidu tehnilistele omadustele. Loomulikkude metsatüüpide ja puistu boniteetide vahel üheltpoolt ja puidu tehniliste omaduste vahel teiseltpoolt on teatav seadusepärarus. Raiumisaja mõju survetugevusele Kalninš ei leidnud. Kuid ta määras, et tüve kõrgusega langeb puidu survetugevus kogu tüve suhtes ca 25%, samuti vähenevad kõrgusega ka teised mehaanilised omadused. Vanuse suhtes oli kõrgeim surve- ja kandetugevus 100—120 a. vanustel puudel. Noored puud ja samuti ka puud, mis üle 200 a. vanad, olid juba 19—40% nõrgemad. Krafft klasside alusel märkis ta survetugevuses kõikuvat suurust. Survetuge-

<sup>8)</sup> Arvids Kalninš, Latvijas priedes tehnikās ipašības, Rīgā, 1930.

vuse keskmistest arvudest selgus siiski, et tõusutendents avaldub klassides esimese, teise ja järgnevate suunas. Seadusepärasust võis panna tähele ka erikaalu ja aastaringi sügisosa %-di juures. Puidu vaigusisaldus avaldas mõju erikaalule, mõjutades reeglipärasest kooskõla survetugevuse ja aastaringide sügisosa %-di vahel (mis aga igakord ei esinenud). Aastaringide arvul 1 sm-ris ja survetugevusel puudus reeglipärasne suhe. Männile Lätis leidis Kalniņš keskmiseks erikaaluks — 0,537, survetugevuseks — 432 kgsm<sup>2</sup>, kandetugevuseks — 819 kgsm<sup>2</sup> ja aastaringi sügisosa %-diks — 32,6.

Venes on uuritud männi eriomadusi E. J. Savkov'i<sup>9)</sup> poolt. Leidnud, et mehaanilised omadused on olenevuses niiskuse %-dist, koostas Savkov survetugevuse kohta empiirilise valemi:

$$D_{15} = D_k [1 + 0,05(k - 15)],$$

millest nähtub, et 1% niiskuse muutuvusele on arvestatud muutust survetugevuses 5%. Kandetugevuse kohta on esitatud valem:

$$B_{15} = B_k [1 + 0,04(k - 15)]$$

Siin 1%-di niiskuse muutumisel nihkub kandetugevus 4% tangentiaal suunas; tegelikult aga seesugust seadusepärasust pole leidnud leida. Kuna näidatud valemid on empiirilised ja tuletatud otseselt uurimisel käsitletud materjalist, siis ei saa neid rakendada mõne teise uurimuse juures. Samal teel leidis Savkov vahekorra erikaalu ja mehaaniliste omaduste vahel, mis on väljendatud valemities:  $D_{15} = 1035 (g_{15} - 105)$  ja  $B_{15} = 2000 (g_{15} - 195)$ . Vahekord kandetugevuses aastaringide sügisosa %-di ja erikaalu vahel on kujutatud valemis:  $g_{15} = 0,012 m + + 0,28$ . Erikaalu ja aastaringi arvude suhtes pole vahekorda leitud, samuti ei ole leitud vahekorda vaigusisaldavuse ja erikaalu vahel. Proovi asukoha järele tüves, nii kõrguses kui ka diameetris, on olemas side: ladva suunas leiab aset järjekindel

<sup>9)</sup> E. J. Savkov, Mjetodõ fiziko-mjehaničeskich ispõtaniij drjevesinõ sosnõ, Moskva, 1930.

erikaalu vähenemine; raadiuse suunas on kõrgeim erikaal malts- ja lülipuu piiril.

Savkovi uurimuses selgus, et maltspuu, võrreldes lülipuuga, omab natuke suuremaid väärtusi erikaalu, surve- ja kandetugevuse suhtes. Üksikkatseis erinesid kõikumised aga suurtes piirides.

R. Trendelenburg<sup>10)</sup>, väljudes puidu omaduste mitmekesisusest leidis, et erikaalu muutusi tuleb seletada olenevuses kliima ja kasvukohaga. Aastaringide arv ja selle sügisosa %-di suurus olid üksteisega reeglipärases vahekorras: kitsamatel aastaringidel on suurem sügisosa %. Krooni osas ilmnes vähe kõrgem erikaal kui selle all olevas tüveosas; ühtlasi märgitakse puistu hooldamise mõju erikaalule. Samuti toonitab ta individuaalsust ja rassi.

Uurides puudes sageduskurvet mitmesugustes kliima-, samuti kasvutingimustes ja üksikutes tüve osades leidis Trendelenburg, et need on männi juures väga sarnased. Tüve osad kutsuvad esile suuremaid vormi muudatusi: kuna alumised tüve osad annavad rohkem madala ja laia kurvi, omavad ladvaosad seevastu terava ja kitsa kurvi. Ta leidis, et mida optimaalsemad on kasvutingimused, seda suuremad on ka kõikumised.

Lassila<sup>11)</sup> leidis eri metsatüüpides ja eri survetugevuse juures võrdse sügisosa %-di.

Nõtketugevuse kohta on korraldatud vähe uurimusi ja kirjanduseski leidub selle kohta ainult üksikuid viiteid.

Puidu eriomaduste käsitlemisel omab tähtsa seisukoha puidu sinistumine. Üks esimestest, kes uuris puidul sinistumist nii füüsiliste kui ka mehaaniliste omaduste mõjustajana, oli Rudeloff<sup>12)</sup>, leides et:

---

<sup>10)</sup> R. Trendelenburg, — Schwankungen des Raumgewichts wichtiger Nadelhölzer nach Wuchsgebiet, Standort und Einzelstamm, 1934.

R. Trendelenburg, Untersuchungen über das Raumgewicht der Nadelhölzer, Berlin, 1934.

<sup>11)</sup> J. Lassila, Untersuchungen über den Einfluss des Waldtyps auf die Qualität der Kiefer, Ebenda Bd. 37. 1931.

<sup>12)</sup> M. Rudeloff, Untersuchungen über den Einfluss des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernholz 1897—1899.

1) sinistunud maltspuu omab vähem niiskust kui sinistumatu;

2) sinistumine puidu paisumisele mõju ei avalda;

3) survetugevus on sinistunud puidul suurem ja nimelt: puidu toores seisukorras on vahekord 106:100 ja õhukuivas seisukorras nagu 103:100.

Samadele tulemustele jõudis ka Schrenk<sup>13)</sup> leides, et sinistunud puidu mehaanilised omadused on paremad kui tervel puidul. Mõlemad nimetatud uurimused metoodiliste puuduste tõttu pole pääsenud aga maksvusele.

Münch<sup>14)</sup>, uurides erikaalu ja survetugevust leidis, et nendele sinistumine erilist tunduvat mõju ei avalda.

Hilisemal ajal on nimet. alal toimetanud uurimusi prof. Vanin<sup>15)</sup>. Uurides erikaalu, surve- ja kandetugevusi nii terves kui sinistunud puidus, ei leitud nende omadusis vahesid, millest tuli järeldada, et sinistumine ei muuda puidu tehnilist väärtust.

Puidu mahu kahanemist on uuritud palju metsateadlaste poolt. Üldiselt on leitud, et mahu kahanemine on kõikuv. Nii leidis Exner<sup>16)</sup>, et männi puit kahaneb värskest seisukorrrast õhukuivani 2,29%, Flury<sup>17)</sup> — 2,0—2,7%, Janka<sup>18)</sup> — 1,52—1,75%, Hudeczek<sup>19)</sup> — 2%.

<sup>13)</sup> H. Schrenk, The "Bleng" and the "Red Rot" of the Western yellow Pine (U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Indust. Bul. 36, 1903).

<sup>14)</sup> E. Münch, Die Blaufäule des Nadelholzes, (Naturw. Zeitschr. f. Forst. u. Landw. 1907/1908).

<sup>15)</sup> S. I. Vanin, Sinjeva drjevesinõ i mjerõ borjbo s neju, Moskva, 1932.

<sup>16)</sup> W. F. Exner, Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Loreys Handbuch der Forstwissenschaft, 3. Aufl.: Tübingen, 1912.

<sup>17)</sup> Ph. Flury, Untersuchungen über das Schwindmass des Stammholzes bei Winter- und Sommerfällung. Mitt. d. Schweizerischen Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, Bd. XI, Heft 3, Zürich, 1921.

<sup>18)</sup> G. Janka, Die Einwirkung von Süß- und Salzwässern auf die gewerblichen Eigenschaften der Hauptholzarten, I Teil: Untersuchungen und Ergebnisse in mechanisch-technischer Hinsicht, Mitt. a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs, Heft XXXIII, Wien, 1907.

<sup>19)</sup> F. Hudeczek, Das Schwinden von Stammscheiben, Forstarchiv, Heft 19, 1933.

Kahanemist on katsutud viia vahekorda aastaringide laiu-  
sega. On leitud nimelt, et aastaringide laienemisel väheneb  
kahanevus. R e n v a l l'i <sup>20)</sup> ja teiste poolt ei ole aga senini veel  
seadusepärastele tulemustele jõutud.

On leitud, et lüli- ja maltspuu ei oma ühesugust kahanevust.  
K n u c h e l <sup>21)</sup> märgib vahet kuuse juures võrdlemisi vähe, —  
mõne murdosa %-diga, kuna V e r b e r g'i (Veermets) <sup>22)</sup> and-  
meil männi juures on see tunduvalt suurem; lülipuu omab  
vähema kahanevuse kui matspuu. S c h w a p p a c h <sup>23)</sup>, uurides  
Preisimaa männi omadusi, tuli otsusele, et maltspuu tüve alumises  
osas kahaneb 3—4% võrra rohkem kui lülipuu. Viimase sise-  
mistes osades leidis ta vähemad kahanevuse protsendid. Koore  
%-di kohta on andmed samuti lahkuminevad. K u n z e <sup>24)</sup> and-  
meil on koore % männil terve tüve kohta 10—16, F l u r y <sup>24)</sup>  
andmeil on keskm. koore % männi kohta 14. Rinnakõrgusel on  
see 18—30%, tüve keskmises osas 4,7—9,6%. Koore % suureneb  
tüvede läbimõõdu vähenemisega ja boniteedi tõusuga. V e e r-  
m e t s leidis, et samas boniteedis tüve üldpikkuse tõusuga  
keskm. koore % muutub vähemaks. Halvemas boniteedis on aga  
koore % suurem. Tüvedes on kõige suurem koore % alumises  
osas, vähim tüve keskosas, kuna ladvas võib sageli esineda uus  
tõus.

Lüli- ja maltspuu vahekord ning esinemine puidus leidis  
käsitlemist juba R. H a r t i g i ja S c h w a p p a c h i poolt.  
S c h w a p p a c h <sup>25)</sup> märgib I bon. VI kl. vanusega männi juu-

---

<sup>20)</sup> A. Renvall, Das radiale Schwindmass des lappländischen Kiefernstammholzes gemäss dem Verhalten von Bohrspänen, Acta Forestalia Fennica, Helsinki, 1923.

<sup>21)</sup> H. Knuchel, Untersuchungen über den Einfluss der Fällzeit auf die Eigenschaften des Fichten- und Tannenholzes I Teil: Der Einfluss der Fällzeit auf einige physikalische und gewerbliche Eigenschaften des Holzes, Bern, 1930.

<sup>22)</sup> K. Verberg, Lüli- ja maltspuu suhe männil, Tartu, 1930; lk. 129 jj. K. Verberg nime eestistanud hiljem K. Veermets'aks.

<sup>23)</sup> Schwappach, Beiträge zur Kenntnis der Qualität des Kiefernholzes, Z. f. F. u. J. 1892, lk. 84.

<sup>24)</sup> M. M. Orlov, Ljesnaja taksatsija, Leningrad, 1929.

<sup>25)</sup> Schwappach, op. cit. lk. 87.

res lülipuu %-diks mahu järele — 37; Omeis<sup>26)</sup> toob sama vanuse kohta 47,1% ja Veermets<sup>27)</sup> sama boniteedi VII vanuseklassi mändide kohta 53,2%. Nagu sellest nähtub, on lülipuu maht kõikuv.

Ekman<sup>28)</sup> uurimustest selgub, et lüliosana % on olenevuses puu vanusega, mille lüliosana % tõuseb. Kõikuvused lüliosana %-dis samas vanuses on suured.

Põhjaliku uurimuse lüli- ja maltspuu vahekorra kohta on korraldanud Veermets<sup>28)</sup>, kes leidis, et lülipuu diameetri ja pinna%-d tüves kannust kõrgemale suurenevad esialgu teatava maksimumini, millele järgneb nende %-de langemine; tüve keskosas läheb see pikaldaselt, ladvas aga kiiremini; nooremail puil sünnib %-de vähenemine järsku, vanemal aeglasemalt. Lülipuu diameetri ja pinna %-di maksimumi asukoht tüves sõltub puu vanusest ja boniteedist: nooremal puudel on maksimum madalamal, vanemal puudel kõrgemal; parematel boniteetidel on vanadel puudel maksimum  $\frac{1}{3}$  kuni  $\frac{2}{5}$  kõrgusel kannust, halvematel  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$  üldkõrgusel.

Puudel, mis on ühevanused, on võrdsetel kõrgustel lülipuu diameetri ja pinna % halvemates boniteetides väiksem kui paremates boniteetides. Samuti langeb ka boniteedi halvenemisega lülipuu mahu %, kuna see tõuseb puu vanusega.

Lülipuu mahu % tüves samas boniteedis tõuseb vanusega, kuna samas vanuses mahu % boniteedi halvenemisega väheneb.

Tehniliste omaduste järgi jagab Baumann<sup>29)</sup> männi puidu kolme ossa. Võttes aluseks oksavaba, sirgetoimelise ja õhukuiva männi puidu, peab ta seda puudulikuks, kui keskm. erikaal on 0,42, heaks, kui see on 0,60 ja keskmiseks kui erikaal

<sup>26)</sup> Omeis, Untersuchung d. Wachstumsganges u. d. Holzbeschaffenheit eines 110-jährigen Kiefernbestandes. F. N. Z., 1895, lk. 141.

<sup>27)</sup> K. Verberg, op. cit., lk. 129.

<sup>28)</sup> Ibid, lk. 20 jj.

<sup>29)</sup> R. Baumann, Das Holz als Baustoff. Aufbau, Wachstum, Behandlung und Verwendung für Bauteile, München, 1927, lk. 54.

on 0,50; vastavalt survetugevus pikisihis — 300, 750 ja 450 kgsm<sup>2</sup>, ning kandetugevus 500, 1100 ja 900 kgsm<sup>2</sup>. Mis puutub tugipuude eriomaduste nõudesse, siis Lincke<sup>30)</sup> järgi peab omama tugipuu üldiselt häid tugevusomadusi, pikka kestvust, head hoiatusomadust ja sobivust. Tugevuse suhtes on erinev tähtsus surve- ja kandetugevusel; teisest küljest nõutakse ka head vastupanuvõimet mitmesugustele puidu mädanikkudele. Tugipuude headus oleneb puidu ehitusest, eriti just aastaringide iseloomust ning nende kevad- ja sügisosade protsentuaalsest vahekorrast. Halvavat mõju avaldab keerdkasv, samuti okslikkus: keerdkasvuga puidu juures survetugevus on vähem; okslikkus suurendab kaalu ja kestvust, kuid vähendab hoiatusomadust ja tugevust. Lõhed ja praod vähendavad tugevust, hoiatusomadust ja samuti ka kestvust. Niiskuse vähenemine mõjub omadusi suurendavalt. Suurem vaigu sisaldus mõjub soodustavalt kestvusele ja tugevustele, hoiatusomadusele aga halvavalt. Raiumisaeg ei avalda nimetamisväärt mõju, küll aga kasvukoha tingimused ja bioloogilis-sotsiaalne seisukord. Sinistumine ei vähenda puidu omadusi.

Kokku võttes kõikide uurimuste tulemusi peab mainima, et paljud küsimused on lahendatud senini puudulikult ja paljudes küsimustes on tulemused lahkuminevad, mille põhjus seisab selles, et puidu omadused on sõltuvad väga paljudest komplikseeritud tegureist, mis raskendab uurimusi ja mõjustab nende tulemusi. Kuid esitatud andmete põhjal võime siiski männi ja sellest valmistatavate tugipuude omaduste kohta saada lühikese ülevaate.

### III. Alutaguse männikud.

Kõik käesoleva töö uurimismaterjal on võetud Kohtla metskonnast, mis asub põhjapoolses Alutaguses. Põhjas algab see piirkond Soome lahega ja ulatub lõunas Alutaguse suurte soodeni ning on selles suunas üle 30-km läbimõõduga. Metskond

---

<sup>30)</sup> M. Lincke, Das Grubenholz von der Erziehung bis zum Verbrauch, Berlin, 1921, lk. 21—46.

koosneb neljast massiivist. Neist kõige merelähedasem asub põhjapool raudteed (siia piirkonda jääb ka Käva põlevkivikaevandus) ning on suuremalt osalt piiratud heinamaadega. Teine massiiv asub lõunapool raudteed, põhjapoolsema massiivi vastas. Idas ja lõunas on see piiratud põldudega, muus osas heinamaadega. Selles keskuses asub „New-Consolidated Gold-Fields — Ltd.“ firma poolt rajatud põlevkivikaevandus. Kolmanda massiivi moodustab metskonna kõige lõunapoolsem osa. See kagus asuv massiiv koosneb peamiselt soodest; põhjas ja lõunas on ta piiratud põldudega, muus osas ümbritsetud heinamaadest.

Mullastikult<sup>31)</sup> kuulub nim. ala keskm. sügavusega rühkmuldade valdkonda, kuigi, eriti lõunapoolses osas, esinevad eritüüpilised mullad. Maastik on tasane, üksikute väikeseljaandikkudega, millised esinevad enamikus lamedate tasandikkudena, harvem kitsaste vallidena ja koosnevad kehvast liivast. Seljaandikkude vahel asuvad nõod on osalt soostunud, osalt aga moodustavad märgi lodusid, milliste tingimuste kohaselt on vastavalt arenenud ka mets. Üldiselt on valitsevaks puuliigiks mänd, mis esineb segapuistudena, kuid suuremas enamikus siiski puhtmännikutena. Viimased on liigitatud tüüpidesse R ü h l i<sup>32)</sup> kirjeldatud taimunioonide alusel. Mulla läbilõike kirjeldused on toodud tüüpide järgi vastavatest aladest võetud üksikproovide keskmistena.

### 1. Kuivad, kanarbikurikkad männikud.

Männikud selles tüübis asuvad seljaandikkudel, kehval, kuival liiv-mullal, kus esineb leetumine. Nõrgkivi moodustus on vähene. Maakate koosneb samblaist — *Dicranum undulatum*, samblikest — *Cladonia rangiferina*, taimedest — *Calluna vulgaris* (lisas pilt 4). IV bon. männiku koosseis: 10 mä. Mulla

<sup>31)</sup> A. Nõmmik, Kodumaa mullastikust, Tartus, 1925.

<sup>32)</sup> A. Rühl, Geobotanische Untersuchungen in den Wäldern des südwestlichen und nordöstlichen Eesti. Tartu Ülikooli juures oleva loodusuurijate seltsi Aruanded 1935, Tartu, 1936. Lk. 245 jj.

läbilõike kirjeldus on toodud koondatuna 5 üksikproovi tulemusest.

0 sm

A <sub>0</sub>	3—7 „	A <sub>0</sub> : — kõdunemata huumuse kiht.
A <sub>1</sub>	6—10 „	A <sub>1</sub> : — hall, huumussegune liiva kiht.
A <sub>2</sub>	8—14 „	A <sub>2</sub> : — hall leetliiva kiht, peene struktuuriga, alumises osas heledam.
B	38—49 „	B: — punane liivakiht, ülemises osas kollane.
C		C: — kollased ja helepruunid liivad. Põhjavesi on väga sügaval.

## 2. Soostunud, kanarbikurikkad männikud.

Need männikud asuvad tasandikkudel, kehvadel liivmuldadel, kus esineb samuti leetumine. Nõrgkivi leidub kohati väljakujunenud kõva kihina. Maakate koosneb samblaist — *Sphagnum acutifolium*, *Dicranum undulatum*, samblikest mätastel — *Cladonia silvatica*, taimedest — *Calluna vulgaris*, *Vacc. vitis idaea* (lisa pilt 5). V boniteedi männiku koosseis: 10 mä. Mulla läbilõike kirjeldus on toodud koondatult 4 üksikproovi tulemusena.

0 sm

A <sub>0</sub>	15—22 „	A <sub>0</sub> : — poolkõdunenud sammalturba kiht, alumises osas tumedam.
A <sub>2</sub>	20—28 „	A <sub>2</sub> : — hall leet-liiva kiht, huumuse laikudega.
B	40—58 „	B: — punakas, tumedavärviline liivakiht, huumuse joontega ja üksikute nõrgkivi moodustistega.
C		C: — punane, tihe liiv. Põhjavesi väga pinna lähedal.

## 3. Rabamännikud.

Rabamännikud asuvad kõrgraba servadel ja moodustuvatel rabadel. Turbakiht on siin paks. Maakate koosneb samb-

laist — *Sphagnum medium* ja *Sph. recurvum*, taimedest — *Oxycoccus palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum* (lisas pilt 6). V boniteet on eraldatud a ja b ossa turba sügavuse järgi: kuni 50 sm a-osa ning üle selle — b-osa. Männiku koosseis: 10 mä. Mulla läbilõike kirjeldus on koondatult 7 üksikproovi tulemusest.

0 sm

A <sub>0</sub>	20—1,60 „	A <sub>0</sub> : — sammalturvas, ülemises osas hele, muutub allpool pikaldaselt tumedamaks kuni tumehalliks, lõpeb õhukese liivseguse mudakihiga, millel on järsk üleminek hor. C-sse.
C		C: — valkjashall, tihe liiv.

#### 4. Soomännikud.

Soomännikud asuvad märgadel laustasandikkudel. Turba kiht on paks ja võrdlemisi hästi kõdunenud, kuid rabe. Maakate koosneb samblaist — *Sphagnum medium* ja *Sph. recurvum*, taimedest — *Carex lasiocarpa*, *Equisetum palustre*, *Phragmites communis* (lisas pilt 7). Alusmetsana esinevad pajud ja paakspuud. V boniteedi männiku koosseis: 10 mä+ka+ku. Mulla läbilõike kirjeldus on toodud koondatult 5 üksikproovi tulemusest.

0 sm

A <sub>0</sub>	15—24 „	A <sub>0</sub> : — poolkõdunenud sambla kiht.
B	58—91 „	B: — rabe, must, huumusrikas muld; järsk üleminek hor. C-sse.
C		C: — tihe liivsavei või liivmuld.

#### 5. Soostunud, mustikarikkad männikud.

Männikud selles tüübis asuvad märgadel laustasandikkudel liiva, harvemini savi-liiva muldadel. Maakate koosneb sammaldest — *Hylocomium proliferum*, *Polytrichum commune*,

Tabel 2.

Asukoht	Tüüp	Bon.	Vanuse- klass	Koosseis	Puude arv	Puude nr. nr.
1	2	3	4	5	6	7
Ojamaa v/k. kv. 22	Rabamännik	V	V	10 mä	3	1, 2, 3
" " " 21	— do —	V	VI	10 mä	2	4, 5
	— do —	V	VI	10 mä	2	6, 7
Arvila v/k. kv. 53	Kuiv, kanarbikurikas männik	IV	VI	10 mä	3	8, 9, 10
" " " 62	— do —	V	VI	10 mä	3	11, 12, 13
" " " 73	Soomännik	V	VI	10 mä + ka	3	14, 15, 16
Niinsaare v/k. kv. 32	Rabamännik	V	V	10 mä	3	17, 18, 19
" " " 44	Soostun., mustikarikas männik	IV	VI	10 mä	3	20, 21, 22
Peri v/k. kv. 104	Rabamännik	V	VI	10 mä	3	23, 24, 25
" " " 107	— do —	V	VI	10 mä	3	26, 27, 28
" " " 100	Soost., kanarbikurikas männik	V	VI	10 mä	3	29, 30, 31
" " " 96	Soomännik	V	VI	10 mä + ka	3	32, 33, 34
Sala v/k. kv. 112	— do —	V*	VI	10 mä + ka	2	35, 36
Roodu v/k. kv. 63	Soostun., mustikarikas männik	IV	VI	10 mä	2	37, 38
" " " 62	— do —	III	VI	10 mä + ku	3	39, 40, 41
Varesjõe v/k. kv. 77	— do —	III	V	10 mä + ku	3	42, 43, 44
Risti v/k. kv. 71	Rabamännik	IV	VI	10 mä	3	45, 46, 47
Varesjõe v/k. kv. 82	Kuiv, kanarbikurikas männik	IV	VI	10 mä	2	48, 49
" " " 91	Soostun., mustikarikas männik	III	VI	10 mä + ka + ku	3	50, 51, 52
" " " 123	Soost., kanarbikurikas männik	V	VI	10 mä	3	53, 54, 55

Tabel 3.

Mudeli- puude nr.	Vanus	Dr.	H.	M.	Krafti klass	Tugi- puude arv
1	2	3	4	5	6	7
1	90	14	11,05	0,060	IV	5
2	94	16	11,10	0,088	IV	5
3	114	21	16,20	0,253	II	6
4	111	14	8,05	0,040	III	3
5	107	17	9,30	0,074	II	4
6	102	15	8,60	0,051	II	3
7	101	14	7,85	0,040	III	3
8	108	18	13,55	0,148	II	6
9	106	17	13,10	0,128	III	5
10	94	15	12,40	0,089	III	5
11	96	16	12,75	0,107	III	5
12	116	14	11,25	0,062	III	4
13	101	19	14,05	0,169	II	6
14	139	14	10,85	0,059	III	4
15	93	16	11,75	0,097	III	5
16	120	15	10,50	0,070	III	4
17	97	19	9,50	0,095	II	4
18	99	16	9,10	0,061	II	4
19	91	14	7,60	0,040	III	3
20	101	20	15,80	0,216	II	6
21	92	15	12,90	0,092	III	5
22	102	17	14,10	0,140	II	6
23	129	18	14,05	0,156	II	6
24	117	15	11,10	0,066	IV	5
25	115	16	11,25	0,088	IV	5
26	108	14	7,75	0,040	III	3
27	91	13	7,00	0,030	III	3
28	117	16	8,20	0,060	II	3
29	125	14	10,80	0,059	III	4
30	117	16	11,40	0,093	III	4
31	107	15	11,50	0,080	III	4
32	121	15	11,90	0,084	III	4
33	119	17	12,65	0,122	II	5
34	125	20	13,25	0,167	II	5
35	110	18	13,20	0,170	II	5
36	115	20	13,50	0,172	II	5
37	111	19	14,85	0,184	II	5
38	120	16	13,80	0,118	III	5
39	116	19	15,80	0,199	III	7
40	131	20	15,15	0,202	IV	6
41	111	22	15,55	0,271	IV	7
42	112	23	16,20	0,316	II	7
43	104	19	14,80	0,183	IV	6
44	102	17	14,35	1,143	IV	6
45	107	17	13,90	0,137	III	5
46	100	15	13,40	0,105	III	5

Tabel 3 (järg).

Mudeli- puude nr.	Vanus	Dr.	H	M.	Krafti klass	Tugi- puude arv
1	2	3	4	5	6	7
47	105	17	11,90	0,110	IV	5
48	117	22	14,10	0,242	II	6
49	114	20	14,35	0,187	II	6
50	99	24	18,25	0,362	II	4
51	110	25	18,40	0,430	II	4
52	109	26	19,10	0,462	II	4
53	103	15	10,65	0,076	III	4
54	108	16	11,80	0,097	III	5
55	112	18	12,35	0,138	II	5

*Sphagnum sp.*, taimedest — *Vaccinum myrtillus*, *Vacc. vitis idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Calamagrostis arundinacea*. (lisas pilt 8). III ja IV boniteedi männiku koosseis: 10 mä. Mulla läbilõike kirjeldus on toodud koondatult 7 üksikproovi tulemusest.

0 sm

A <sub>0</sub>	12—28 „	A <sub>0</sub> : — poolkõdunenud, pruunikas huumuse kiht.
A <sub>2</sub>	21—36 „	A <sub>2</sub> : — hallikas liiva kiht, pikaldase üleminekuga.
B	37—43 „	B: — pruunikas liiva või savi-liiva kiht.
C		C: — punase- ja hallitoonilised liiva või savi-liiva kihid. Põhjavesi on pinna lähedal.

Lähema ülevaate uuritud tüvede jaotusest kasvukohtadel annab tabel 2.

Nagu andmeist nähtub, on uurimiseks valitud puhtmännikud; segametsi ei ole käsitletud kuigi segametsades esineb mänd sageli enamusliigina. Uurimus on toimetatud raieküpsetes V ja VI vanuseklassi männikuis. Proovitükkidelt valitud mudelipuude kirjeldus on toodud tabelis 3. Rinnakõr-

guse diam. (Dr) on mõõdetud puudel 1 sm ja kõrgus (H) 5-sm täpsusega. Krahti klassid on määratud vastavate mõõtmiste ja puude võrdluse teel ning mass (M) on võetud Riigimaade ja Metsade Valitsuse (1934. a. väljaanne) massitabelite järgi. Kogu katsematerjal leiab käsitlemist männikutüüpide alusel, milledest annab kujutluse tabel 4. Tüüpide alajaotused on boniteetidid, mis jaotatud omakorda rinneteks: II—III Krahti klass on arvatud ülarindeks ja IV alarindeks. Seega on kogu uurimismaterjal rühmitatud 9-sse gruppi.

#### IV. Uurimismeetod.

Senini on puidu eriomaduste uurimisel kasutatud väga mitmesuguseid lähtekohti <sup>33</sup>), millistest tähtsamatena võiks mainida: a) puidu eriomaduste uurimist puistude järgi, b) mitmesuguste sortimentide ulatuses ning c) mitmesuguste puu üksikosade alusel.

Nagu võib järeldada eelöeldust, olenevad puidu tehnilised omadused tervest reast tegureist selle järele, mis on võetud uurimisel aluseks ja kuidas on rajatud töö süsteem.

Ehitusmaterjalide uurimisteks koostati 1906. a. kongressil Brüsselis <sup>34</sup>) rahvusvahelised tingimused, mis määravad kindlaks ühtlase uurimissüsteemi rahvusvahelises ulatuses. Nimetatud põhijooned pole senini püsinud kindlaina, sest üksikud uurijad on teinud omalt poolt mõnesuguseid täiendusi. Perioodpindade meetod arenes ja leidis rakendamist peaaesjalikult Euroopas, kus ta ka ametlikuks tunnistati, kuna Ameerikas tuntakse ja tarvitatakse teist viisi. Kuid ka Euroopas on viimasel ajal rakendatud mõningaid teisi uurimisvõtteid. Neist meetodite süsteemidest on hakatud igat kasutama eraldi teatavate uurimuste juures, nagu periood-pinna meetodit tehniliste oma-

<sup>33</sup>) N. T. Kusnetsov, Kratkoje rukovodstvo k praktičeskim zanjatijam po ispõtaniju tehničeskih svojstv drjevesinõ, Kubuč, 1928.

<sup>34</sup>) Schwappach, Prüfung der technischen Eigenschaften des Holzes nach den Beschlüssen der vierten Versammlung des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zu Brüssel, 1906, (Zeitschr. f. Forst. und Jagdw. 1907, lk. 56—64).

Tabel 4.

Männiku tüüp ja alajaotus	Mudelipuude arv	Mudelipuude nr. nr.	Keskmine Dr.	Keskmine H.	Keskmine M.	Krafti klass	Valm. tugip. arv
1	2	3	4	5	6	7	8
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud							
VI bon. ülarinne	8	8, 9, 10, 11, 12, 13, 48, 49	17,6	13,9	0,141	II, III	43
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud							
V bon. ülarinne	6	29, 30, 31, 53, 54, 55	15,7	11,25	0,096	II, III	26
III Rabamännikud							
V bon. a. osa ülarinne	4	3, 23, 45, 46	17,7	14,38	0,163	II, III	22
"    " alarinne	5	1, 2, 24, 25, 47	15,6	11,28	0,082	IV	25
V bon. b. osa ülarinne	10	4, 5, 6, 7, 17, 18, 19, 26, 27, 28	15,2	8,28	0,054	II, III	33
IV Soomännikud							
V bon. ülarinne	8	14, 15, 16, 32, 33, 34, 35, 36	16,9	12,20	0,117	II, III	37
V Soostun. mustikarikkad männikud							
III bon. ülarinne	5	39, 42, 50, 51, 52	23,4	17,55	0,354	II, III	26
"    " alarinne	4	40, 41, 43, 44	19,5	14,96	0,199	IV	25
IV bon. ülarinne	5	20, 21, 22, 37, 38	17,4	14,20	0,150	II, III	27

duste uurimiseks puistu alusel, ameerika meetodit tehniliste omaduste uurimiseks nii puistu kui ka sortimentide alusel ja tsentraal-aero-hüdrodünaamilise instituudi meetodit tehniliste omaduste uurimiseks sortimentide alusel. Kõikidele neile meetodeile on iseloomustavaks, et uurimuskatsed toimuvad väikeste katseosadega.

Ametliku meetodina <sup>35)</sup> on tarvilisel Euroopas perioodpinna meetod, millega puu kasvukäik analüüsitakse iga 2 m järele, kuna tehniliste omaduste uurimiseks võetakse rinnakõrguselt ja algava krooni piirilt tüvest katsepakud.

Pakkude läbilõikepinnad jagatakse perioodideks 20, 30 või 40 a. kaupa, kus siis NS diam. sihis valmistatakse prismakujulised prussid, mis lähevad tehniliste omaduste uurimiseks. Mudelipuud valitakse proovitükkidelt.

Ameerika meetod <sup>36)</sup> erineb eelmisest niihästi katseprusside eraldamise kui ka vastavate mudelipuude valiku poolest. Siin ei võeta katseprussid mitte ainult NS sihis, vaid ka OW sihis. Katseprussid on prismakujulised. Puu analüüsi ei teostata ja mudelipuu valik toimub siin vabamalt; iga puu jaoks, mida soovitakse uurida, valitakse välimuselt sellele sarnased puud, mis töötatakse üles sortimentideks ja mis siis lähevad vastavateks uurimisteks.

Peale nende on veel mitmeid teisi meetodeid, mis on leidnud rakendamist puidu tehniliste omaduste uurimisel, kuid neis leiavad käsitlemist peamiselt samad põhimõtted, mis eelmistegi juures; erinevused neis esinevad ainult katsepakkude ja katseprusside valikus.

Viimastest tähtsamad oleksid tsentraal-aero-hüdrodünaamilise instituudi <sup>37)</sup> ja puidu mehaanilise töötlemise tsentraal-

<sup>35)</sup> S. J. Vanin, Drjevesinovedeniye, Leningrad, 1934, lk. 300—312.

<sup>36)</sup> S. M. Vanin, K voprossu o mjetodike ispötanija tehničeskikh 12. svoistvõ drjevesinõ. Izv. Len. in-ta po borjbjje s vrjedit seljsk. i lesn. hoz., võp. II, 1932.

<sup>37)</sup> Yl. I. Savkov, Mjetodõ fiziko-mjehaničeskogo issljedovanija drjevesinõ (Trudõ Ts. A. G. J. Võp. 37, 1928).

teadusliku uurimiste instituudi<sup>38)</sup> poolt välja antud meetodid Nõukogude Venes.

Üldiselt on kõikide nende põhimõtete eesmärgiks saada tarvilik arv tüüpilisi katseprusse puidu keskmiste tehniliste omaduste iseloomustamiseks. Katsematerjali hulk oleneb selle iseloomust: mida ühesugusemad andmed meie saame, seda väiksem võib olla katseprusside arv. Kui aga andmed on erinevad ja varieeruvad, peab katseprusside arv olema suurem, et saada õigeid keskmisi andmeid. Muidugi oleneb see ka katsematerjali valikust ja selle katsete sooritamisel saadud andmete valikust keskmiste arvutamiseks.

Rahvusvahelisel kongressil 1906. a. määrati lähemalt kindlaks kogu puidu uurimise meetodika, alates kasvukohast, puu seisukorrast, kasvukäigust jne., kuni materjali ettevalmistamiseni üksikuiks katseprussideks ja saadud katseandmete ümber töötamise ja süstematiseerimiseni.

Niiskuse suhtes on leitud, et kõik katsete tulemused peab määrama 15% niiskuse juures; uurimuste kohtadeks tüves on võetud rinnakõrgus ja edasi iga 6 m järele.

Käesolevas uurimuses ei ole saadud kinni pidada kõigist 1906. a. rahvusvahelise kongressi otsuseist. Uurimismaterjali valik toimus sortimendi seisukohalt ja uurimismaterjali ettevalmistamine ameerika meetodi põhimõtete järgi, millega on ühendatud ka aasta-periodide nõue. Samuti olid selle meetodi põhimõtted sobivad rakendada edaspidiseks, kuna see hõlbustas uurimistulemuste süstematiseerimist ja andis paremat võimalust andmete käsitlemiseks kasvuomaduste suhtes. Ka on leidnud lihtsamat käsitlemist katsepakkude jaotamine katseprussideks; kuna käesolevas uurimuses leiavad käsitlemist eriti tugipuudele olulised tehnilised omadused, siis oli seep. jaotuslikku osa võimalik kärpida. Katseketaste asukoha valik tüves sündis sortimendi pikkuse kohaselt, iga 2,14 m järele, kuna 6 m kaugused vahed osutusid ebaotstarbekohaseiks. Katsete

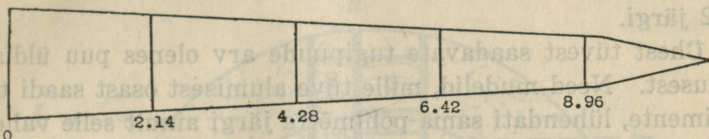
---

<sup>38)</sup> A. J. Kondratjev, N. N. Abramov, Võbor modeljnõh derjevjev, i obratstv dlja harakteristiki fiziko-mjehaničeskikh svojstv sosnõ, Gosles-tehizdat, 1934.

tulemused on avaldatud katsete sooritamistel esinenud niiskuste juures.

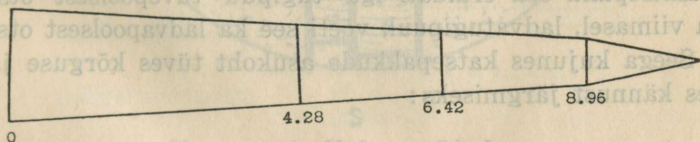
Lähemalt selguvad meetodilised erinevused materjalide otsesel käsitlemisel.

Meil valmistatakse tugipuid 5—20 sm ladva jämedusega, arvestades kooreta, enamikus 2,14 m pikad. Vähemal määral



Skeem nr. 2.

valmistatakse ka tugipuid 2,44 m, 3,05 m ja 3,66 m pikkuses, jämedusega 15—20 sm. Puudel, millest valmistatakse harilikult nõuetavaid sortimente, on rinnamõõdu keskm. diameeter 8—24 sm. Jämedamate puude korral tuleb valmistada tüveosast teisi sortimente, kuna aga ladvaosadest saab lõigata antud mõõdus tugipuid. Mudelipuude valikul ongi arvestatud eriti sortimentide nõuetega. Et vastavaid jämedusast-



Skeem nr. 3.

meid ja nende arvulist esinemist puistus kindlaks määrata, eraldati 0,25—0,30 ha suurune proovitükk, millel klupeeriti kõik puud harilikus korras. Sääljuures eraldati tugipuudeks kõlbulikud tüved. Saadud andmetel valiti üks mudelipuu kõige tüüpilisemast jämedusastmest ja 2 mudelit järgmistest. Eraldamine toimus Krafti klasside järgi rinnete viisi nii, et ülارينdeks arvati II ja III, alarindeks IV klass.

Välke osa katsematerjali on võetud ka niisugustest puudest, mis oma jämeduse poolest ei sobi tüüpiliseks tugipuu sor-

timendiks ja millest tuleb tugipuuna kasutamisele ainult peenem ladvaosa.

Peale mudelipuude kindlaksmääramist proovitükkidel algas nende ülestöötamine, mis toimus 1.—9. veebruarini 1936. a. Tüvedest valmistati 2,14 m pikkuseid tugipuid kooreta ladvamõõdus 5—20 sm. Viimane tugipuu ladvast valmistati 2,54 m pikk. Seega kogu tüve lühendamine toimus skeem nr. 2 järgi.

Ühest tüvest saadavate tugipuude arv olenes puu üldisest pikkusest. Need mudelid, mille tüve alumisest osast saadi teisi sortimente, lühendati sama põhimõtte järgi ainult selle vahega, et siin tüve teise sortimendina katseosadeks ei kasutatud. Lühendamine toimus seega skeem nr. 3. järgi, kus tükast 0—4,28 m-ni on valmistatud palk, kuna ülejäänud tüve osa on jaotatud tugipuudeks. Kompassi abil määrati kogu tüve kohta NS joon, mis märgiti iga tugipuu tüvepoolsesse otsa; kõige viimasele, ladvast lõigatud tugipuule, märgiti see ka ladva otsas.

Saadud tugipuud nummerdati järjekorras ja asetati virna. Märtsikuu keskel veeti nad välja laoplatsile, kust neist aprilli algul valmistati katsepakud, mille pikkuseks võeti 0,40 m.

Katsepaku osa eraldati iga tugipuu tüvepoolsest otsast, kuna viimasel, ladvatugipuul, võeti see ka ladvapoolsest otsast.

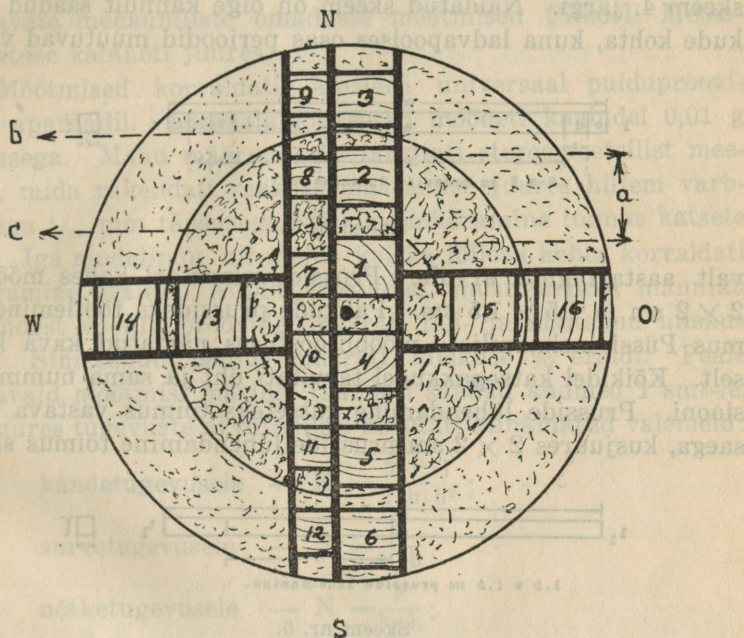
Seega kujunes katsepakkude asukoht tüves kõrguse järgi alates kannust järgmiseks:

1. 0 —0,40 m
2. 2,14—2,54 m
3. 4,28—4,68 m
4. 6,42—6,82 m
5. 8,56—8,96 m jne.

Lihtsuse pärast on tarvitatud edaspidi ainult esimesi arve. Viiendast aprillist kuni 14. aprillini võeti õhukele pergamiinpaberile katsepakkude mõlemate otsade koopiaid lüli- ja maltspuu ning koore kohta eraldi. Samuti mõõdeti katsepakkudel pikkused 0,5 mm täpsusega. Mõõtmine toimus neljast küljest — NS ja OW sihis. Mõõduabinõu oli kontrollitud. Kopeeri-

mine toimus erilise abiseadeldisega, mis ei võimaldanud paberil liikuda.

Peale mõõtmist kooriti katsepakud korba- ja osaliselt ka mähikoorest ning pandi kuivama virnas varjulisse kohta. Tugipuu ülejäänud osad asetati aga virna koorimatult, kus nad seisisid 3.—5. juulini; siis need kooriti ja asetati kuivama. Viima-



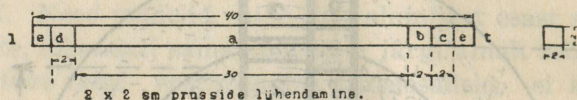
Skeem nr. 4. Katseprusside kava.

sed jäägid läksid sinistumise ja koore all seismise mõju uurimiseks.

1.—13. septembrini toimus katsepakkude otsadest teiskordne koopiade võtmine samuti pergamiinpaberile. Pikkus jäeti nüüd mõõtmata, kuna puidu kahanemine pikisuunas on ainult 0,10%, mis ei muuda oluliselt tulemusi.

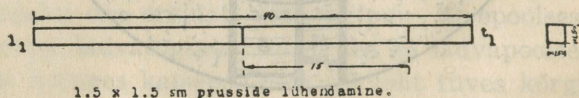
Koopiade pindade mõõtmine toimus Korad'i tüüpi planimeetril  $\frac{1}{10}$  sm<sup>2</sup> täpsusega. Igat pinda mõõdeti kaks kuni kolm korda, millest arvutati aritmeetiline keskmine. Katsepakkude läbilõike pinnad saadi eraldi lüli- ja maltspuu ning

koore kohta. Maht arvestati liht Smaljani valemi abil nii lüli- ja maltspuu kui ka koore osas. Peale katsepakkude tarvilisi mõõtmisi jagati need aastaringide alusel perioodideks, arvates üheks perioodiks 35 aastat. Perioodid nii tüve- kui ka ladvasades võeti samade aastatega. Selle järele joonestati igale katsepakule vastav katseprusside võtmise kava, mis toimus skeem 4. järgi. Näidatud skeem on õige kannult saadud pak- kude kohta, kuna ladvapoolses osas perioodid muutuvad vasta-



Skeem nr. 5.

valt aastaringide arvule. Prussid valmistati kahes moodus:  $2 \times 2$  sm ja  $1,5 \times 1,5$  sm. Pakkude prussideks töötlemine toimus Püssi mehaanilises mööblitööstuses näidatud kava kohaselt. Kõikidel katsepakkudel tarvitati üht ja sama nummeratsiooni. Prusside lühendamine katseteks toimus vastava käsi- saega, kusjuures  $2 \times 2$  sm prusside lühendamine toimus skeem



Skeem nr. 6.

5. kohaselt ja  $1,5 \times 1,5$  sm prusside lühendamine — skeem 6. järgi; märgitud  $t$  ja  $t_1$  on prusside kannupoolsemad,  $l$  ja  $l_1$  — ladvapoolsemad otsad. Pruss  $lt$ -st saadi katseosad järgmiste eriomaduste uurimiseks:

- kandetugevus rad. suunas  $30 \times 2 \times 2$  sm;  
,, tang. „  $30 \times 2 \times 2$  sm;
- survetugevus aastar. pikisihis  $2 \times 2 \times 2$  sm;
- erikaal  $2 \times 2 \times 2$  sm;
- niiskus  $2 \times 2 \times 2$  sm;

e osad jäid kasutamata kui ilmastiku mõjul ja kuivamise tõttu katseosadeks kõlbmatud.

Pruss  $l_1 t_1$ -st võeti katseosa ainult nõtketugevuse määramiseks. Katseosa pikkuse ja paksuse vahekorraks võeti 1:10-le, mistõttu nõtketugevuse katseosa mõõtudeks kujunes  $15 \times 1,5 \times 1,5$  sm. Selle järele mõõdeti kõik mehaaniliste omaduste määramiseks võetud katseosad varbsirkliga  $1/10$  mm täpsusega: kandetugevuse osadel keskelt ristsuunas, survetugevusel survepinnad, samuti ka nõtketugevusel. Selle järele toimusid vastavate mehaaniliste omaduste mõõtmised Ülikooli Metsakasustuse kabineti juures.

Mõõtmised korraldati Amsler'i universaal puiduproovimise aparaadil. Erikaalu katseosad mõõdeti kaaludel 0,01 g täpsusega. Mahu määramiseks tarvitati stereomeetrilist meetodit, mida rakendati raskuse määramise juures hiljem varbsirkliga  $1/10$  mm täpsusega. Niiskuse määramine toimus katsete ajal. Iga mudelipuu nii malts- kui ka lüliosa kohta korraldati määramine eraldi. Ainult soostunud, mustikarikka männiku alarindest võetud proovidel määrati lüli- ja maltspuu niiskus koos. Sinistunud puidul määrati niiskuse % eraldi. Peale vastavaid mõõtmisi masinal taandati saadud andmed  $1 \text{ sm}^2$ -le, kusjuures tugevuste arvutamisel kasutati allnäidatud valemeid:

$$\text{kandetugevusele} \quad - \quad K = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2};$$

$$\text{survetugevusele} \quad - \quad S = \frac{P}{b \cdot h};$$

$$\text{nõtketugevusele} \quad - \quad N = \frac{P}{b \cdot h};$$

Tähendused valemities:

$P$  = mõõtmisel saadud jõud;

$l$  = prussi pikkus tugevde vahel = 24 sm;

$b$  = katseprussi laius;

$h$  = katseprussi kõrgus;

Elastsuse mooduli arvutamiseks tarvitati valemit:

$$E = \frac{p \cdot l^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot f}, \text{ kus:}$$

$f$  = murde nool elastsuse piiril;

$p$  = jõud kuni elastsuse piirini;

teised tähendused on samad, mis eelmises valemiski. Mis puutub hoiatusomadusse, siis on seda registreeritud kande- ja nõtketugevuse katsete juures.

Sinistumise<sup>39)</sup> katseks prusside ettevalmistamine ja mõõtmine toimus analoogselt eelmistele, kuid selle vahega, et prussid võeti siin ainult sinistunud maltspuu osast.

Ühtlasi hinnati ka hoiatusomadust. Sinistumist tekitajaid seeni ei ole küll täpselt määratud, kuid käesoleval juhtumil võisid esineda peamiselt *Ceratostomella* ja *Aposphaeria* liigid.

$$\frac{K}{N} = \frac{p \cdot l}{p \cdot l} = 1$$

$$\frac{K}{N} = \frac{p \cdot l}{p \cdot l} = 1$$

$$\frac{K}{N} = \frac{p \cdot l}{p \cdot l} = 1$$

kandetugevusele — K —  
 arvutugevusele — S —  
 nõtketugevusele — N —

$$E = \frac{p \cdot l}{k \cdot s}$$

Elastuse mooduli arvutamiseks tarvitati valemid:

$$E = \frac{p \cdot l}{k \cdot s}$$

1 — murde pool elastuse pii;

<sup>39)</sup> S. J. Vanin, op. cit. lk. 54—88.

## B. Eriosa.

### Uurimisandmed.

#### I. Katsematerjali niiskuse %.

Katsematerjali niiskuse % on määratud Ülikooli Metsakasustuse kabineti juures katsete sooritamise ajal. Tulemused on näidatud tabelis 5.

Tabel 5.

Männiku tüüp ja alajaotused	Niiskuse %			
	lülipuul	maltspuul	keskm.	sinistunud maltspuul
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud	2	3	4	5
IV bon. ülarinne	10,14	10,51	10,32	11,16
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud				
V bon. ülarinne	10,43	10,82	10,62	—
III Rabamännikud				
V bon. a osa ülarinne	10,38	10,45	10,41	10,87
" " " " alarinne	10,42	10,77	10,59	—
V bon. b osa ülarinne	10,35	10,71	10,53	11,05
IV Soomännikud				
V bon. ülarinne	10,45	10,70	10,57	—
V Soostunud, mustikarikkad männikud				
III bon. ülarinne	9,97	10,40	10,18	10,84
" " alarinne	—	—	10,35	—
IV bon. ülarinne	9,96	10,38	10,17	10,67
Summa keskm.	10,26	10,59	10,42	10,92

Nagu tulemustest nähtub, on katsematerjali niiskuse % niihästi lüli- kui ka maltspuul võrdlemisi ühesugune. Kuigi käesolevad andmed on toodud rühmade viisi, kus pole näidatud kõikumise ulatusi üksikutes tüvedes, mille kõikumiste piirid olid väga kitsad (kuni 0,5%), siis ei tundnud olevat ka tarvidust neid näidata tabelis. Rühmade viisi on niiskuse %-di kõikumine lülipuus maksimaalselt 0,5 ja maltspuus veelgi vähem. Keskmine niiskuse % on 10,42. Sinistunud maltspuul on keskm. niiskuse % vähe kõrgem, — 10,92. Arvestades esitatud andmeid, võib lugeda kõiki katsematerjale ruumikui-vadeks.

## II. Katsematerjali makroskoopiline iseloom.

Tugipuude tehniliste omaduste hindamisel arvestatakse aastaringide tihedusega ja nende iseloomuga. Nii peetakse tihedamate aastaringidega tugipuud tehniliste omaduste suhtes paremaks kui laiade aastaringidega tugipuud. See nõue püsib metsakaubanduses veel tänapäeval.

Aastaring koosneb kahest osast: heledamast — kevad- ja tumedamast — sügisosast. Eriti viimane omabki tähtsust oma suurema kõvaduse ja kestvusega; seepärast aastaringi sügisosa %-di suurenemisel paranevad ka tugipuude tehnilised omadused.

Ülevaate uuritavate tugipuude aastaringide laiusest männiku tüüpide ja asukohtade järgi tüves annab lülipuu osas tabel 6 ja maltspuu osas tabel 7.

Fotod 9 ja 10 (lisas) annavad ettekujutuse aastaringide iseloomust mitmesuguseis tugipuis.

Nagu tabeleist 6 ja 7 nähtub, on maltspuu aastaringid kõigil juhtudel kitsamad kui lülipuul. See vahekord on kõikum ja üksikute tüüpide juures mitmesugune. Enamail juhtudel on lülipuul krooni osas laiemad aastaringid kui kännul, maltspuul on see aga vastupidi. Mingit kindlat vahekorda selles aga ei esine. Käesolevas uurimuses ei selgu kuivõrd aastaringide laiused mõjustavad tugipuude tehnilisi omadusi kuid on näha, et aastaringide mõju on olemas: ühes ja samas kõrguses ühes

Männiku tüüp ja alajaotus	Aastaringi laius ja proovi kõrgus tüves	Keskmine aastaringi laius mm							
		0 m	2,14 m	4,28 m	6,42 m	8,56 m	10,70 m	12,84 m	14,98 m
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud									
IV bon. ülarinne		1,53	1,43	1,60	1,50	1,54			
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud									
V bon. ülarinne		0,95	1,13	1,14	1,25				
III Rabamännikud									
V bon. a osa ülarinne		1,36	1,55	1,70	1,70	1,55	1,60		
" " " " alarinne		1,05	1,25	1,56	1,65	1,10			
V bon. b osa ülarinne		1,13	1,28	1,38	1,30				
IV Soomännikud									
V bon. ülarinne		0,96	0,96	1,06	1,11	1,03			
V Soostunud, mustikarikkad männikud									
III bon. ülarinne		1,74	2,00	2,30	2,60	2,30	2,40	2,45	2,35
" " alarinne		1,28	1,14	1,50	1,31	1,42	1,10		
IV bon. ülarinne		1,20	1,07	1,45	1,30	1,30	1,28		

## Maltspuu

Tabel 7.

Männiku tüüp ja alajaotus	Keskmine aastaringi laius mm							
	0 m	2,14 m	4,28 m	6,42 m	8,56 m	10,70 m	12,84 m	14,98 m
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud								
IV bon. ülarinne	0,95	0,90	0,87	0,97	1,00	0,99		
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud								
V bon. ülarinne	0,86	0,87	0,90	0,84				
III Rabamännikud								
V bon. a osa ülarinne	0,92	0,87	0,90	0,94	0,92			
" " " " alarinne	0,81	0,77	0,80	0,84	0,90			
V bon. b osa ülarinne	0,85	0,84	0,85	0,75				
IV Soomännikud								
V bon. ülarinne	0,82	0,77	0,73	0,70	0,71			
V Soostunud, mustikarikkad männikud								
III bon. ülarinne	1,10	0,94	1,00	0,96	0,90	0,93	0,96	0,95
" " alarinne	0,98	0,84	1,03	0,95	0,96	0,91		
IV bon. ülarinne	0,92	0,83	0,87	0,81	0,85	0,86		

tüübis kitsamate aastaringidega tugipuud annavad kõrgema erikaalu ja samuti ka paremaid mehaanilisi omadusi kui laiemate aastaringidega puud. Näib, et aastaringide laius mõjustab ka lüli- ja maltspuu tehnilisi omadusi õigemini — nende vahekorda. Lülipuu annab säääl, kus aastaringide laiuste vahe lüli- ja maltspuu vahel on võrdlemisi väike, tugipuudes paremaid tehnilisi omadusi kui maltspuu. Soomännikute tüübis esineb lüli- ja maltspuul kõige väiksem aastaringide laiuste vahe; lülipuu aastaringid on õige vähe laiemad maltspuu aastaringidest ja siin näitab ka lülipuu tunduvalt kõrgemaid tehnilisi omadusi kui maltspuu. Sama võib öelda ka kanarbikurikaste tüüpide kohta. Teistes tüüpides on aga aastaringide laiuste vahe lüli- ja maltspuul tunduvalt suurem; lülipuu aastaringid on palju laiemad kui maltspuul, mille tõttu ka lülipuul on nõrgemad tehnilised omadused kui maltspuul. Paistab, et ühelaiuste aastaringide puhul oleksid lülipuu tehnilised omadused alati kõrgemad kui maltspuul.

Mis puutub aastaringidesse vanuse järgi, siis ei ole nende tehnilised omadused igas vanuses võrdsed. Vaid muutuvad koos viimasega. Ülevaate tehniliseist omadusist kännul kolmes aastateperioodis annab tabel 8. Tulemused on rühmitatud tüüpide järgi, millest nähtub, et tehnilised omadused muutuvad aastaringide vanusega. Muutumiste iseloom on seadusepärane: tehnilised omadused suurenevad säsist koore poole. Kõige madalamaid omadusi omab 1-ne periood 0—35 a., kuna 2-ne — 36—70 a. annab suurema, samuti ka viimane — 71—105 a., mis sisaldab enamik juhtudel paremaid omadusi kui 2-ne periood. Seejuures on 1-se ja 2-se perioodi omaduste vahe suurem kui 2-se ja 3-da perioodi omaduste vahe. Erandi moodustab soostunud, mustikarikaste männikute III bon. ülarinne, kuna sellel 3-mas aastateperiood annab vähemaid tulemusi kui 2-ne periood. Seepärast omavad tugipuud sees, säsi pool, nõrgemaid omadusi kui väljas, koore pool.

Üheks tähtsamaks tugipuu omadusi mõjustavaks teguriks tuleb pidada okslikkust. Kuigi käesolevais uurimuis on kasutatud enam-vähem oksavaba puitu, on siiski võimalik üksik- katsete tulemustest teha järeldusi okslikkuse mõjust surve-,

Tabel 8.

Männiku tüüp ja alajaotus	Puidu mehaanilised omadused ja aastate perioodid	E r i k a a l			S u r v e t u g e v u s			K a n d e t u g e v u s		
		0—35 a.	36—70 a.	71—105 a.	0—35 a.	36—70 a.	71—105 a.	0—35 a.	36—70 a.	71—105 a.
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud										
IV bon. ülarinne		0,54	0,56	0,57	538	554	565	841	836	912
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud										
V bon. ülarinne		0,57	0,58	0,58	502	504	515	795	816	822
III Rabamännikud										
V bon. a osa ülarinne		0,56	0,57	0,59	531	562	598	953	969	906
" " " " alarinne		0,56	0,56	0,57	573	591	601	870	894	905
V bon. b osa ülarinne		0,53	0,55	0,56	478	491	502	771	780	791
IV Soomännikud										
V bon. ülarinne		0,56	0,58	0,57	498	520	515	806	847	862
V Soostunud, mustikarikkad männikud										
III bon. ülarinne		0,49	0,51	0,50	436	450	451	801	814	820
" " alarinne		0,54	0,57	0,58	436	454	477	816	853	884
IV bon. ülarinne		0,54	0,56	0,57	516	531	564	837	851	854

nõtke- ning kandetugevustele. Selgitavaiks näiteiks on paigutatud fotod 11 ja 12 (vaata lisas), kusjuures foto 11 näitab oksade mõjusid peamiselt nõtketugevusele, foto 12 — kandetugevusele. Kõigist neist näiteist ilmneb, et oksad on muutnud püüdu nõrgemaks: vastupanuvõime välissurvele on katkenud kõige enne oksa kohal. Seepärast okslikkude tugipuude mehhaanilised omadused on halvemad kui oksavabadel tugipuudel, mistõttu muutuvad ka oksade mõjul ladvaosadest tugipuud tunduvalt halvemaiks kui tüve keskosast või alumisest tüükast võetud tugipuud. Muidugi oleneb halvenemise ulatus ja suurus iga kord oksade suurusest ja nende iseloomust, — kas need on toored või kuivad jne. Oksade erikaal on kõrgem, seetõttu ka okslikud tugipuud on raskemad kui oksavabad.

Lõpuks peab tähendama, et kõik need tegurid, mille mõjul tugipuude tehnilised omadused muutuvad, on väga mitmesuguse ulatusega ja suure individuaalsusega, mispärast ka nende mõju tugipuu kui terviku omadustele on väga komplitseeritud.

### III. Uuritud tugipuude koore %.

Tugipuude koore % omab peamise tähtsuse transpordijuures; kuid samuti tuleb sellega arvestada koore arvel ülemõõtude kalkuleerimisel virn-mõõttudes. Meie oludes jäävad talvel ülestöötatud tugipuud enamikus koorimatult metsa ja kooritakse alles kevadel väljavedamise järele laoplatsidel. Käesoleval juhul on arvestatud koore % tugipuudel mahu järgi toores seisukorras. %-di muutused tüve osades paiknevalt on esitatud tabelis 9, vastavalt männiku tüüpidele.

Nagu andmeist nähtub, kõigub koore % tüves võrdlemisi suurtes piirides, eriti tüve alumises osas. Tüve keskel samuti ka ladva osas esinevad kõikumised palju vähemais piires; maksimaalne koore % tüve osas asetseb kännul. Näib, et minimaalne koore % esineb krooni all, kuna krooni osas see sageli suureneb; — viimast ei saa siiski märkida kindla reeglina. Koore %-ti mõjustab ka puu kõrgus. Pikematel puudel tüve alumises osas võrdsetel kõrgustel on koore % tunduvalt suu-

Tabel 9.

Männiku tüüp ja alajaotus	T ü v e k o o r e % k ö r g u s t e j ä r g i								
	Koore % ja proovide kõrgus tüves	0 m	2,14 m	4,28 m	6,42 m	8,56 m	10,70 m	12,84 m	14,98 m
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud	1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV bon. ülarinne	12,34 (10,68—18,03)	5,50 (4,59—7,10)	3,85 (3,29—4,20)	3,62 (3,08—3,90)	4,12 (3,81—4,41)	3,86 (3,20—4,05)			
II Soostunud, kanarbikurik- kad männikud									
V bon. ülarinne	15,13 (10,75—21,36)	4,94 (4,22—5,67)	3,98 (3,46—4,70)	4,15 (3,25—4,61)					
III Rabamännikud									
V bon. a osa ülarinne	13,88 (11,40—16,71)	6,01 (4,23—9,11)	4,44 (3,95—4,81)	3,87 (3,15—4,05)	4,63 (3,90—4,85)	4,22 (3,83—4,48)			
„ „ „ „ alarinne	14,43 (10,30—19,15)	4,99 (4,20—5,22)	3,49 (3,25—3,60)	4,93 (4,41—5,89)	4,62 (4,34—4,86)				
V bon. b osa ülarinne	15,05 (12,17—22,41)	4,95 (4,06—5,18)	5,47 (3,62—4,70)	4,76 (3,80—4,97)					
IV Soomännikud									
V bon. ülarinne	14,08 (10,78—19,85)	5,42 (4,70—5,97)	4,87 (4,63—5,47)	5,16 (4,83—5,39)	4,86 (4,61—5,56)				
V Soostunud, mustikarikkad männikud									
III bon. ülarinne	13,40 (10,27—19,21)	6,81 (5,90—7,40)	4,66 (4,06—5,11)	4,23 (3,74—4,34)	3,67 (3,42—3,89)	3,73 (3,55—3,79)	3,88 (3,66—	4,01 (3,80—	
„ „ alarinne	14,85 (10,21—18,20)	4,80 (3,82—5,29)	4,49 (3,67—5,00)	3,65 (3,29—3,87)	3,86 (3,52—3,93)	3,87 (3,57—3,97)	—4,02)	—4,21)	
IV bon. ülarinne	14,96 (12,29—21,62)	4,83 (4,07—5,22)	4,59 (3,85—4,90)	4,61 (4,33—4,81)	4,08 (3,62—4,45)	3,81 (3,23—3,97)			

Tabel 10.

Männiku tüüp ja alajaotus	Tugipuude koore % nende asukohtade järgi tüves							Keskm. m
	1	2	3	4	5	6	7	
	0—2,14 m	2,14—4,28 m	4,28—6,42 m	6,42—8,56 m	8,56—10,70 m	10,70—12,84 m	12,84—14,98 m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud								
IV bon. ülarinne	8,62	4,69	3,73	3,87	3,99			4,98
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud								
V bon. ülarinne	10,03	4,46	4,06					6,18
III Rabamännikud								
V bon. a osa ülarinne	9,94	5,22	4,15	4,25	4,42			5,60
„ „ „ „ alarinne	9,71	4,24	4,21	4,77				5,73
V bon. b osa ülarinne	10,00	5,21	5,07					6,76
IV Soomännikud								
V bon. ülarinne	9,75	5,14	5,02	5,01				6,23
V Soostunud, mustikarikkad männikud								
III bon. ülarinne	10,10	5,73	4,44	3,95	3,70	3,76	3,94	5,09
„ „ alarinne	9,83	4,64	4,07	3,75	3,87			5,23
IV bon. ülarinne	9,89	4,71	4,60	4,35	3,90			5,45

Tabel

Männiku tüüp ja alajaotus	Lülipuu % ja proovide kõrgus tüves	L ü l i p u u % t ü v e s		
		0 m	2,14 m	4,28 m
1		2	3	4
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud				
IV bon. ülarinne	32,57 (28,54—39,21)	38,30 (34,10—42,83)	38,95 (36,50—43,2)	
II Soostunud, kanarbikurik- kad männikud				
V bon. ülarinne	36,23 (22,00—41,15)	40,56 (28,51—52,51)	34,95 (28,17—46,3)	
III Rabamännikud				
V bon. a osa ülarinne	36,52 (27,28—45,25)	39,81 (33,75—47,05)	38,01 (30,67—45,2)	
” ” ” ” alarinne	38,91 (22,87—43,66)	46,09 (26,09—52,08)	40,02 (26,25—50,2)	
V bon. b osa ülarinne	40,44 (29,08—50,12)	42,64 (35,09—57,32)	40,76 (31,62—52,8)	
IV Soomännikud				
V bon. ülarinne	36,23 (33,68—51,38)	42,50 (36,12—55,87)	38,91 (31,07—51,4)	
V Soostunud, mustikarikkad männikud				
III bon. ülarinne	36,49 (26,10—42,35)	44,80 (30,02—49,50)	49,75 (36,10—54,7)	
” ” alarinne	39,73 (27,50—46,21)	52,54 (38,27—59,87)	50,69 (36,70—57,4)	
IV bon. ülarinne	32,60 (28,76—43,83)	36,38 (29,09—44,64)	33,38 (30,03—39,8)	

rem kui lühikeste tüvedega puudel. Koore %-di muutused tugipuudel on paigutatud tabelisse 10. Nagu esitatust selgub, omab maksimaalse koore %-di 1-ne tugipuu. See on tüve kõrgematest osadest võetud tugipuude koore %-dist keskm. kaks korda suurem. Koore % väheneb kännult kuni ladvani; — pikematest tüvedest saadud tugipuudel võib aga krooni osas esineda uuesti väike tõus.

Kui vaadelda keskmisi koore %-te tüüpide järgi, siis peab märkima, et suurem koore % on saadud kehvadest kasvuoludest tugipuudel. Boniteedi halvenemisega samas tüübis suure-

## õ r g u s t e j ä r g i

6,24 m	8,56 m	10,70 m	12,84 m	14,98 m
5	6	7	8	9
35,33 (0,45—38,70)	25,64 (20,17—28,31)	15,69 (10,70—19,41)		
23,85 (6,67—31,04)				
30,25 (4,82—36,25)	24,45 (18,42—32,90)	8,86 (9,17—8,55)		
30,90 (9,12—47,54)	30,43 (14,59—43,64)			
32,00 (1,64—48,34)				
36,24 (7,64—49,63)	22,96 (18,46—27,02)			
		35,21	28,70	5,50
44,97 (2,79—50,94)	40,61 (26,28—46,10)	(22,28—43,40)	(15,83—36,90)	(4,10—12,33)
50,61 (3,20—55,52)	44,50 (30,20—50,11)	38,23 (26,42—45,15)		
34,03 (7,51—38,08)	21,74 (16,42—35,86)	7,98 (5,37—9,40)		



neb ka tugipuude koore %. Ka rinded avaldavad mõju koore %-dile: alarinde koore % on suurem kui ülariindel.

## K o k k u v ö t e.

Üldiselt kõigub uuritud tugipuude keskmine koore % 5—7-ni. Kännust arvatuna esimese tugipuu keskmise koore % on ca 10; järgmiste tugipuude koore % kõigub tavaliselt 4—5 vahel. Kasvuomadused avaldavad mõju: ühes ja samas tüübis suureneb boniteedi halvenemisega koore %, samuti suureneb koore % üldiste kasvutingimuste halvenemisega.

#### IV. Lülipuu % uuritud tugipuudes.

Vahelduvas niiskuses ja temperatuuris on puidu loomulik vastupanu palju lühem kui ühtlases temperatuuris ja kuivuses. Seepärast vajatakse muutlikkuis tingimuses puitu, mis suudab jääda kauemini välismõjudest puutumata. Üldiselt on leitud, et lülipuu omab paremaid tehnilisi omadusi kui maltspuu ja on vastupidavam seentele ning suurema kestvusega. Seepärast ka sarnastel kasutamisaladel, kus on tähtis pikem materjali kestvus, esineb nõue rohkem lülipuurikkama puidu järgi. Nii on viimane ka nõuetavamaks tugipuu materjaliks, mispärast lülipuu rohkus tugipuudes omab suure tähtsuse. Lülipuu % uuritud tugipuudes leiab käsitletu männiku tüüpide järgi. %-did on arvutatud mahu alusel niihästi toores kui ka õhukuivas seisukorras. Andmeid toore puidu kohta on näidatud tabelleis 11 ja 12, kuna tulemusi kuivas seisukorras on esitatud sinistumise mõjusid käsitlevais tabelleis. Tabel 11 näitab lülipuu %-te mahu järgi tüves alates kännult iga 2,14 m järele, kuna tabel 12 näitab lülipuu %-te tugipuudes samuti mahu järgi, kus aga tugipuu lülipuu %-diks on arvatud nende kõrguste keskm. lülipuu %, mille vahelt tugipuu võetud.

Tabeleist nähtub, et lülipuu osa tüves on mitmesuguse suurusega ja silmnähtava kõikumisega. Kuigi käesolevaga esitatud andmed on lõplikkude otsuste väljendamiseks vähesed, võib siiski märkida mõningaid üldiseid seadusepärasusi käsitletud männikutüüpide suhtes. Nii näeme, et lülipuu % tüves esineb väga mitmesuguses vahekorras: see on suurem kännupoolses osas ja väheneb järjest ladva suunas. Maksimum ei asetse siiski kännul vaid kõrgemal, olenedes tüve pikkusest. Nii on kuivade, kanarbikurikaste ja soostunud, mustikarikaste III bon. männikute pikematel tüvedel lülipuu maks. 4,28 m kõrgusel, mis asub nimetatud esimesel tüübil  $\frac{2}{5}$  ja teisel tüübil  $\frac{1}{3}$  tüve kõrgusel. Kõikide teiste käsitletud männikutüüpide ja soostunud, mustikarikaste männikute IV bon. asub lülipuu maks.  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$  tüve kõrgusel. Tõus kännult kuni maksimumini võib olla väga kõikum. Kõige väiksem on see rabamännikute b osa tüübi juures — ca 5% ja kõige suurem soostunud,

Tabel 12.

Männiku tüüp ja alajaotus	Lülipuu % tugipuudes asukoha järgi tüves							Keskm. m
	Lülipuu % tugipuudes kõrguste järgi							
	1	2	3	4	5	6	7	
	0—2,14 m	2,14—4,28 m	4,28—6,42 m	6,42—8,56 m	8,56—10,70 m	10,70—12,84 m	12,84—14,98 m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud								
IV bon. ülarinne	35,43	38,62	37,14	30,50	20,68			32,47
II Soostunud, kanarbikurik- kad männikud								
V bon. ülarinne	38,39	37,75	29,40					35,11
III Rabamännikud								
V bon. a osa ülarinne	38,16	38,91	34,12	27,35	16,15			30,94
" " " " alarinne	42,50	43,05	38,46	33,66				39,42
V bon. b osa ülarinne	41,53	41,69	36,38					39,87
IV Soomännikud								
V bon. ülarinne	39,36	40,70	37,57	29,60				39,21
V Soostunud, mustikarikkad männikud								
III bon. ülarinne	40,64	47,27	47,36	42,79	37,91	31,95	17,10	37,86
" " alarinne	46,13	51,61	50,65	47,55	41,36			47,46
IV bon. ülarinne	34,49	34,88	33,70	27,88	14,86			29,18

mustikarikaste männikute III bon. alarinde juures — ca 24%. Lülipuu miin. asub ladva osades. Ka siin esineb kõikumine, veel suuremais piires. Kõige väiksem maks. ja miin. vahe — ca 15% esineb soomännikute tüübil, kuna soostunud, mustikarikaste männikute III bon. ülarindes on see vahe kõige suurem — ca 81%.

Tabelis 12 on esitatud lülipuu vahekord uuritud tugipuudes. Andmeist nähtub, et siingi tuleks märkida üldjoontes samasugust seadusepärasust lülipuu %-dis, mis öeldud kogu tüve kohta: lülipuu % tugipuuks on selle asukohast tüves. Nii sisaldab 1-ne ja 2-ne tugipuu arvates kännult maksimaalse lülipuu %-di, kuid ainult juhul, kui maksimum tüves asub  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  puu kõrgusel. Kui maks. asub tüves  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{5}$  puu kõrgusel, siis sisaldab maksimaalse lülipuu %-di 2-ne ja 3-mas tugipuu. Kõige vähem lülipuud sisaldavad ladvaosast saadud tugipuud. Langus maks.-st miin.-ni on väga kõikuv, 7,7%-dist soomännikute tüübis kuni 63,9 %-dini soostunud, mustikarikaste männikute ülarindes. Näib, et kasvuolude paranemisega maks. ja miin. vahe suureneb. Nii näeme, et see V-dates boniteetides on palju vähem kui IV bon., ja viimane omakorda vähem III-dast boniteedist. Erandi moodustavad rabamännikute V bon. a osa ja alarinded. Siin nähtavasti on lülipuu arenemine mõjustatud erilistest kasvuoludest, kuna alarinne asub ülarinde suhtes sotsioloogiliselt eri kasvutingimustes; V bon. a osa asub oma asendi poolest aga ülemineku staadiumis: parematest kasvutingimustest halvematesse.

Kui vaadelda tugipuude keskmisi lüli %-te tüüpide viisi, siis väljendub siin suuri erinevusi. Nii leiame kõige suurema lülipuu %-di soostunud, mustikarikaste männikute III bon. alarindes — 47,46 ja kõige väiksema sama tüübi IV boniteedis — 29,18. Suhteliselt madala lülipuu %-di omavad: rabamännikute alarinne, kuivad kanarbikurikkad männikud, soostunud kanarbikurikkad männikud ja soostunud mustikarikaste männikute III bon. ülarinne; ülejäänud omavad kõrgema lülipuu %-di. Alarinde tugipuudes on lülipuu % suurem kui ülarindes.

Boniteedi halvenemisega võib väheneda samas tüübis ka lülipuu % tugipuudes.

## Kokkuvõte.

Lülipuu % uuritud tüvedes ja tugipuudes kõigub suurtes piirides. Maksimumide ja miinimumide vahetõrda ja selle ulatust näeme tabelis 13, kus tüüpides esinevad maksimumid on arvatud võrdseks 100-le.

### Tabel 13.

Männiku tüüp ja alajaotus	Lülipuu maks. ja miin. vahetõrda tugipuudes asukohtade järgi tüves (maks. = 100)						
	1	2	3	4	5	6	7
	(0— 2,14)	(2,14— 4,28)	(4,28— 6,42)	(6,42— 8,56)	(8,56— 10,70)	(10,70— 12,84)	(12,84— 14,98)
I Kuivad, kanaribukurikkad männikud							
IV bon. ülarinne	91,7	100	96,2	97,0	53,5	—	—
II Soostunud, kanaribukurikkad männikud							
V bon. ülarinne	100	98,3	76,6	—	—	—	—
III Rabamännikud							
V b. a osa ülarinne	98,1	100	87,7	69,0	41,5	—	—
alarinne	98,7	100	89,3	78,2	—	—	—
V bon. b osa ülarinne	99,6	100	87,3	—	—	—	—
IV Soomännikud							
V bon. ülarinne	96,7	100	92,3	—	—	—	—
V Soostunud, mustikarikkad männikud							
III bon. ülarinne	85,8	99,8	100	90,4	80,0	67,5	36,1
alarinne	89,4	100	98,2	92,1	80,1	—	—
IV bon. ülarinne	98,9	100	96,6	79,9	42,6	—	—

Tabelist ilmneb seadusepärast: lülipuu maks. esineb 2-ses tugipuus; boniteedi paranemise ja ühtlasi ka tüve pikenemisega tõuseb maks. 3-dasse tugipuusse; miin. esineb alati ladvaosa viimases tugipuus. Pikemad tüved paremates boniteetides omavad suurema maks. ja miin. vahe kui halvemad boniteetid, kus puud on lühemad. Tunduvalt vähema maks. ja miin. vahe omavad ka alarinded võrreldes ülarinnetega. 1-se tugipuu lülipuu % on maksimumist seda väiksem, mida kõrgemal asub maks. tüves. Madalates V bon. tüvedes asub 1-se tugipuu lülipuu % maksimumile kõige lähemal, pikemate tüvede juures on see vahe suurenev.

## V. Tugipuude kahanemise % kuivamisel laoplatstil.

Käesoleval juhul leiab käsitelu tugipuude mahu vähenemine kuivamise tagajärjel laoplatstil suve jooksul. Tugipuud olid lõhkemise vältimiseks varjatud päikese eest, kusjuures korraldati ka ühtlase kuivamise käiku.

Tulemusi kirjeldatakse männiku tüüpide järgi.

### 1. Kuivad, kanarbikurikkad männikud.

Kahanemiste ulatusest annab ülevaate tabel 14.

Tabel 14.

IV bon. ülarinne.

H m	Arv	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 — 2,14	8	1,96—2,22	2,12	2,48—2,61	2,58	2,42	35,43	35,76	+0,33
2,14— 4,28	8	1,95—2,46	2,32	2,27—2,48	2,36	2,34	38,62	38,83	+0,21
4,28— 6,42	8	1,42—1,86	1,67	2,37—2,71	2,59	2,24	37,14	37,52	+0,38
6,42— 8,56	8	0,96—1,14	1,08	1,91—2,25	2,19	1,84	30,50	30,86	+0,36
8,56—10,70	4	1,56—2,06	1,92	2,19—2,59	2,39	2,29	20,68	20,99	+0,31
Summa keskm.	36		1,82		2,42	2,22			

Tabelist selgub, et maltspuul on kahanemine suurem kui lülipuul. Nii omab maltspuu keskmiselt 24,8% kõrgemaid kahanemise suurusi kui lülipuu; sel järelduusel omavad kuivad tugipuud 0,21—0,38% võrra rohkem lülipuud kui toored. Tüve alumisest osast võetud tugipuude kahanemine on suurem.

## 2. Soostunud, kanarbikurikkad männikud.

Kahanemise %-did selguvad tabelist 15.

T a b e l 15.  
V bon. ülarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi				Lülipuu % ü- dine	Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu			toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 —2,14	6	2,18—2,28	2,24	2,71—2,83	2,76	2,56	38,39	38,71	+0,32
2,14—4,28	6	1,76—1,97	1,81	2,14—2,39	2,27	2,09	37,75	38,03	+0,28
4,28—6,42	5	1,78—2,14	2,02	2,35—2,99	2,67	2,48	29,40	29,78	+0,38
Summa keskm.	17		2,02		2,57	2,38			

Tabelist selgub, et maltspuu annab keskm. 21,4% kõrgemaid kahanemise suurusi. Ühtlasi ilmneb, et tüve alumisest ja ladva osadest võetud tugipuud omavad suurema kahanevuse kui tüve keskosast. Lülipuu % suureneb kuivades tugipuudes 0,28—0,38%.

## 3. Rabamännikud.

Rabamännikute tugipuude kahanemisest saame ettekujutuse tabeleist 16, 17 ja 18, kus esimeses on V bon. a osa ülarinne, järgmises sama bon. alarinne ja viimases V bon. b osa ülarinne.

Ka rabamännikute andmete järgi võib märkida, et tüve alumisest ja ladva osadest võetud tugipuudel on kahanemine suurem kui tüve keskosast võetud tugipuudel, välja arvatud

Tabel 16.  
V bon. a oša ülarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 — 2,14	4	1,94—2,07	2,02	2,40—2,73	2,61	2,38	38,16	38,48	+0,32
2,14— 4,28	4	1,75—1,89	1,83	2,10—2,21	2,14	2,01	38,91	39,14	+0,23
4,28— 6,42	4	1,90—2,18	2,11	2,37—2,76	2,65	2,47	34,12	34,47	+0,35
6,42— 8,56	4	1,72—1,79	1,76	2,40—2,61	2,40	2,22	27,35	27,69	+0,34
8,56—10,70	2	1,72—1,88	1,80	2,25—2,39	2,32	2,24	16,15	16,42	+0,27
Summa keskm.	16		1,90		2,43	2,26			

Tabel 17.  
V bon. a osa alarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 — 2,14	5	1,94—2,11	2,06	2,27—2,45	2,35	2,23	42,50	42,70	+0,20
2,14—4,28	5	1,75—1,95	1,78	2,39—2,57	2,48	2,18	43,05	43,33	+0,28
4,28—6,42	5	1,84—2,06	1,95	1,85—1,98	1,91	1,93	38,46	38,29	-0,17
6,42—8,56	4	2,05—2,09	2,07	2,20—2,72	2,46	2,32	33,66	33,97	+0,31
Summa keskm.	19		1,97		2,30	2,17			

V bon. a osa ülarinne, kus keskmistes osades on kahanemine isegi suurem kui ladvas ja tüve alumises osas. Maltspuul on kahanemine suurem kui lülipuul; ainult ühel juhul V bon. a osa alarindes on see vastupidi. Keskmiselt on maltspuu kahanemine 14,3—24,6% suurem kui lülipuul. Lülipuu %-di tõus kuivas tugipuus käesolevail juhtumel kõigub selles tüübis 0,20—0,40% vahel.

Tabel 18.

V bon. b osa ülarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 —2,14	10	1,86—2,21	2,07	2,56—2,89	2,78	2,49	41,53	41,85	+0,32
2,14—4,28	10	1,87—2,06	1,97	2,25—2,41	2,36	2,20	41,69	41,92	+0,23
4,28—6,42	7	1,85—2,19	2,13	2,78—2,94	2,89	2,61	36,38	36,78	+0,40
Summa keskm.	27		2,02		2,68	2,43			

## 4. Soomännikud.

Kahanemised on näidatud tabelis 19.

Tabel 19.

V bon. ülarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 —2,14	8	1,86—2,05	1,98	2,37—2,58	2,49	2,31	39,36	39,66	+0,30
2,14—4,28	8	1,81—2,10	2,05	2,17—2,49	2,34	2,22	40,70	40,93	+0,23
4,28—6,42	8	1,73—1,94	1,81	2,28—2,51	2,48	2,23	37,57	37,90	+0,33
6,42—8,56	7	1,72—1,89	1,80	2,25—2,50	2,48	2,28	29,60	29,96	+0,36
Summa keskm.	31		1,91		2,44	2,26			

Siin on maltspuu kahanemine 21,7% suurem kui lülipuul.

Lülipuu %-di suurenemine kuivades tugipuudes kõigub 0,30—0,36% vahel, kusjuures kahanemised kogu tüve ulatuses on üldiselt enam-vähem ühesuguse ulatusega.

### 5. Soostunud, mustikarikkad männikud.

Kahanemise ulatusi III bon. ülarinde kohta näitab tabel 20, alarinde kohta tabel 21 ja IV bon. ülarinde kohta tabel 22.

Selle tüübi tugipuud omavad kõige vähema kahanevuse niihästi malts- kui ka lülisosas; maltspuu omab siin keskm.

Tabel 20.

III bon. ülarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 2,14	2	1,35-1,63	1,49	1,94-2,12	2,03	1,80	40,64	40,88	+0,24
2,14- 4,28	2	1,19-1,35	1,27	1,48-1,62	1,55	1,42	47,27	47,37	+0,10
4,28- 6,42	5	1,29-1,70	1,56	1,47-1,63	1,58	1,57	47,36	47,40	+0,04
6,42- 8,56	5	0,59-1,05	0,79	1,41-1,54	1,47	1,18	42,79	43,00	+0,21
8,56-10,70	5	1,24-1,39	1,30	1,21-1,35	1,29	1,29	37,91	38,02	+0,11
10,70-12,84	5	1,35-1,56	1,47	1,36-1,90	1,72	1,67	31,95	32,16	+0,21
12,84-14,98	4	1,21-1,48	1,28	1,48-1,89	1,60	1,55	17,10	17,29	+0,19
Summa keskm.	28		1,31		1,61	1,50			

Tabel 21.

III bon. alarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0, - 2,14	4	1,41-1,56	1,49	1,72-1,93	1,81	1,67	46,13	46,26	+0,13
2,14- 4,28	4	1,17-1,32	1,22	1,71-1,90	1,83	1,52	51,61	51,74	+0,13
4,28- 6,42	4	1,63-1,99	1,71	1,61-1,72	1,65	1,68	50,65	50,62	-0,03
6,42- 8,56	4	1,01-1,09	1,05	1,27-1,46	1,36	1,21	47,55	47,64	+0,09
8,56-10,70	3	1,02-1,31	1,21	1,61-1,74	1,68	1,49	41,36	41,56	+0,20
Summa keskm.	15		1,34		1,67	1,51			

Tabel 22.

## IV bon. ülarinne.

H m	A r v	Kahanemise % mahu järgi					Lülipuu %		% -di vahe
		Lülipuu		Maltspuu		ül- dine	toores	kuiv	
		vahed	kesk- mine	vahed	kesk- mine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 — 2,14	5	1,60—1,96	1,84	1,85—2,21	2,02	1,95	34,49	34,73	+0,24
2,14— 4,28	5	0,86—1,38	1,08	1,70—1,98	1,88	1,60	34,88	35,17	+0,29
4,28— 6,42	5	1,07—1,60	1,39	1,81—2,09	1,96	1,77	33,70	34,00	+0,30
6,42— 8,56	5	1,36—1,47	1,44	1,55—1,91	1,65	1,59	27,88	28,10	+0,22
8,56—10,70	4	1,28—1,89	1,76	1,42—1,79	1,63	1,65	14,86	14,69	-0,17
Summa keskm.	24		1,50		1,83	1,71			

18,0—19,8% suurema kahanevuse kui lülipuu. Ka on vähemad suurenemise %-did: lülipuu % on kuivades tugipuudes 0,04—0,30% võrra suurem kui tooreis, välja arvatud paar juhtu, kus lülipuu kahanemise % on väiksem kui maltspuul.

## Kokkuvõtte.

Vaadeldes kahanemiste tulemusi üksikute tüüpide järgi leiame, et maltspuul on kahanemine, välja arvatud mõned üksikjuhud, igas tüve osas suurem kui lülipuul keskmiselt 14,3—24,8%. Sel järeldusel suureneb ka tugipuude kuivamisega lülipuu % enamasti 0,2—0,35%-di võrra. Kahanemine tüveosade mitmesugustes kõrgustes ei avaldu nii seadusepärast, kuid ilmneb siiski, et enamik juhtudel omavad kõige suurema kahanemise %-di tüve alumisest osast võetud tugipuud. Jälgides keskmisi kahanevuse suurusi üksikuis tüüpides selgub, et kõige väiksem kahanemine esineb soostunud, mustikarikastel männikutel ja kõige suurem rabamännikutel V bon. b osas, millest tuleb järeldada, et parematest kasvutingimustest saadud tugipuud kahanevad kuivamisel vähem. Et aga käesolevate uurimuste üksikmõõtmiste tulemustes esineb küllalt suuri kõikumisi, siis ei saa sel järeldusel teha kindlapiirilisi otsuseid.

## VI. Tugipuude erikaal ja tähtsamad mehaanilised omadused.

Selles osas vaadeldi erikaalu ning mehaanilistest omadustest surve-, nõtke- ja kandetugevusi.

Uurimisandmed on grupeeritud männiku tüüpide ja nende alajaotuste — boniteetide ja rinnete järgi. Saadud tulemused on esitatud kokkuvõetult tabelites, milles need on näidatud tugipuude pikkuste ja nende asetuste järgi tüves arvates kändult, kusjuures lüli- ja maltspuu leiavad käsitletu eraldi. Üldised tulemused on arvestatud vastavalt sama tüübi või selle alajaotuse tugipuude lüliosa %-di järgi ruumikuivas seisukorras, seega suhtelises vahekorras maltspuuga. Tabelites on näidatud ka katsete arv, mille tulemused on kasutatud keskmiste arvutamisel; samuti on näidatud tulemuste piirid, mis ilmnesid tarvitatud keskmiste arvutamisest. Radiaal ja tangentaal kandetugevused on näidatud eraldi ühes tabelis. Ka on toodud radiaal ja tangentaal kandetugevuse üldine keskmine. Samal viisil on näidatud ka elastsuse moodul. Nõtke-tugevus on tähistatud aga kahes eraldi tabelis: ühes esialgne, teises tabelis pärastine nõtketugevus, kusjuures puidu esialgset vastupanu kujutab tugevus, mida omab puit siis, kui tema loomulik vastupanu ei ole ületatud rakendatava survejõu poolt. Pärastine nõtketugevus kujutab eneses puidus olevaid nõtkeomadusi, mida omab sama puit siis, kui tema loomulik esialgne vastupanu on rõhuva jõu poolt ületatud. Kui esialgne nõtketugevus näitab puidu üldist nõtkevõimet, siis näitab pärastine nõtketugevus nõtkevõime kadu momenti puidu loomuliku nõtketugevuse ületamisel; ühtlasi selgitab see ka katsepuidu iseärasusi — sitkust, rabadust, okslikkust jne. Hoiatusomadust hinnati katsetel tehtud märgete järgi.

### 1. Kuivad, kanarbikurikkad männikud.

#### IV bon. ülarinne.

Uuritud on sellest tüübist tabelis 4 näidatud tüved ja nendest valmistatud tugipuud.

Andmeid erikaalu kohta on toodud tabelis 23.

Tabel 23.

Erikaal.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lülipuu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	50	0,50—0,60	0,55		18	0,52—0,60	0,56		
1	2,14	36	0,46—0,57	0,52	0,535	21	0,48—0,56	0,52	0,54	0,54
2	4,28	16	0,44—0,54	0,49	0,505	11	0,45—0,55	0,50	0,51	0,51
3	6,42	13	0,45—0,55	0,50	0,495	9	0,44—0,53	0,49	0,495	0,495
4	8,56	11	0,44—0,53	0,49	0,495	10	0,43—0,51	0,46	0,475	0,48
5	10,70	7	0,43—0,52	0,48	0,485	5	0,43—0,50	0,46	0,46	0,47
Summa keskm.		133			0,505	74			0,495	0,50

Tulemustest nähtub, et esitatud tüübis on lülipuu erikaal 2% kõrgem maltspuust. Lülipuu erikaalu maksimum asub 1.-ses tugipuus ja miinimum viimases. Vähenemine maksimumist miinimumini on 9,3%. Ka maltspuul asub maks. 1.-ses tugipuus ning miin. viimases, kus aga vähenemine on maks. miin.-ni suurem — 14,8%. Lülipuul on enamikus tüve ulatuses kõrgem erikaal kui maltspuul. Ladva osas on vahe kõige suurem. Üldine erikaalu maks. asub 1.-ses tugipuus, kuna miin. viimases. Langus on kõige suurem 1.-se ja 2.-se tugipuu vahel, kus see moodustab 5,5% üldisest vähenemisest. Tüve kesk- ja ladva-osas on vähenemine ühtlasem. Üldine erikaalu vähenemine tugipuus maks. miin.-ni on 13,0%.

Tulemused survetugevusest on tabelis 24.

Survetugevuse mõjul murdunud katseprusside näitena on esitatud harilikumad tüübid pildistatuna lisas fotol 13.

Tabel 24.  
Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	46	485—582	548		17	510—591	560		
1	2,14	31	473—554	516	532	18	460—538	490	525	528
2	4,28	17	446—537	493	504	10	463—528	494	492	497
3	6,42	10	401—482	447	470	9	402—477	440	467	468
4	8,56	9	381—438	410	428	8	380—427	400	420	422
5	10,70	5	415—441	430	420	3	396—415	401	400	404
Summa keskm.		118			471	65			461	464

Tabel näitab, et survetugevus on lülipuul 1% suurem kui maltspuul. Maks. esineb nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses pakus, kuna miinum on viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 21,0%, maltspuul 23,8%. Samuti omab lülipuu kogu tüve ulatuses suurema survetugevuse kui maltspuu, kusjuures kõige suurem vahe on ladva osas. Üldise keskmise survetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on 23,5%; maks. asub 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Suurem survetugevuse vähenemine leiab aset 3-da ja 4-da tugipuu vahel, millele suuruses järgneb 1-ne ja 2-ne tugipuu.

Esialgsest nõtketugevusest on toodud andmed 25. tabelis.

Harilikumad nõtkumise tüübid katseprussidel on esitatud lisas pildil 14.

Nagu selgub tabelist 25 on lülipuu nõtketugevus vähe suurem kui maltspuul. Vahe on peamiselt tüve alumises osas, kuna tüve kesk- ja ladvaosas annab maltspuu sama suure või isegi vähe suurema nõtketugevuse kui lülipuu. Maks. asub mõlemal, nii lüli- kui ka maltspuul, 1-ses pakus, kuna miini-

Tabel 25.

## Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	16	391—487	451		9	390—456	422		
1	2,14	15	356—443	406	428	9	371—442	401	411	417
2	4,28	14	291—357	326	366	9	303—372	332	366	366
3	6,42	12	280—346	310	318	8	307—348	317	324	320
4	8,56	8	275—342	327	318	6	301—346	324	320	319
5	10,70	3	278—339	301	314	2	284—324	304	314	314
Summa keskm.		68			349	43			347	347

Tabel 26.

## Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	12	279—343	318		8	248—289	277		
1	2,14	12	250—284	260	289	8	261—302	282	279	281
2	4,28	10	234—272	244	252	7	241—284	259	270	263
3	6,42	10	244—291	272	258	6	242—277	255	257	257
4	8,56	6	270—301	281	276	4	211—243	226	240	251
5	10,70	2	231—269	250	265	1	—	235	230	238
Summa keskm.		52			268	34			255	258

mum on viimases. Vähenemine maks.-st miin.-ni on lüli puul 26,6%, maltspuul aga 23,6%; üldisel nõtketugevusel on vähenemine maks. miin.-ni 24,7%. Maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus. Kõige suurem nõtketugevuse vähenemine sün-

Tabel 27.

Kandetugevus.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	25	781—806	854		10	804—986	909		
1	2,14	21	701—824	798	826	11	765—854	807	858	846
2	4,28	10	706—828	775	786	5	755—851	784	795	791
3	6,42	6	685—749	725	750	4	738—798	721	752	751
4	8,56	5	680—745	704	714	4	701—786	714	717	715
5	10,70	3	685—731	702	703	2	681—741	711	712	710
Summa keskm.		70			756	36			767	763
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
1	0	18	802—896	843		8	865—926	901		
	2,14	15	801—897	840	841	7	781—849	806	853	849
2	4,28	7	748—846	803	821	6	771—852	809	807	813
3	6,42	4	759—854	809	806	5	701—792	744	776	787
4	8,56	4	707—798	767	788	3	658—731	686	715	737
5	10,70	2	592—672	632	699	1	—	578	632	646
Summa keskm.		50			791	30			756	767
Üld. keskm.		120			773	66			762	765

nib 1-se ja 2-se tugipuu vahel, — nimelt 12,2%. Tüve keskosas on nõtketugevus lähemal miinimumile kui maksimumile. Hoiatusomadus osutus heaks tüve keskosas; teistes osades oli see rahuldav. Katse jätkamisel saadi tulemusi, mis on toodud tabelis 26.

Toodud andmeist nähtub, et siin ilmneb sama korrapärasus, mis selgus eelmisegei tabeli puhul, kusjuures ainult tugevused on madalamad; nii on lülipuul 23,2% ja maltspuul 26,5% tugevused vähemad kui eelmises tabelis. Üldine nõtketugevus on väiksem 25,6% võrra, tüve osas rohkem, ladvas vähem, mis näitab, et esialgsest nõtketugevusest on järel veel  $\frac{3}{4}$ . Hoiatusomadus siin ei avaldu.

Kandetugevuse andmeid nii radiaal- kui ka tangentaal-suunades leiame tabelis 27.

Tulemustest selgub, et radiaalne kandetugevus on lülipuul keskm. 1,4% madalam kui maltspuul; seevastu on tangentaalne kandetugevus lülipuul aga 4,4% suurem kui maltspuul. Nii on keskm. kandetugevus lülipuul üldiselt siiski 1,4% suurem maltspuu kandetugevusest. 1-se tugipuu paku lülipuu on tunduvalt madalama kandetugevusega kui maltspuu. Tangentaal-suunas omab lülipuu eriti suure kandetugevuse ladva osas, kuna tüve keskosas on lahkuminevad vähemad. Radiaalse kandetugevuse maksimum lülisosas asub 1.-ses tugipuus, samuti ka maltsosas, kusjuures nende vähenemine maks. miin.-ni on vastavalt 14,8% ja 17,0%. Tangentaalse kandetugevuse maks. asub samuti 1.-ses tugipuus, nihästi lüli- kui ka maltsosas. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 16,9% ja maltspuul 25,9%. Üldine kandetugevus omab maks. 1.-ses ja miin. viimases tugipuus. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas 16,1% ning tangentaal-suunas 24,1%, millest nähtub, et tangentaal-suunas on üldine kandetugevuse vähenemine suurem kui radiaal-suunas.

Andmed elastsuse moodulist on paigutatud tabelisse 28.

Nimetatust nähtub, et lüli- ja maltspuu annavad elastsuses nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas vastupidiseid tulemusi kandetugevusele, mis näitab, et elastsus ei ole kandetugevusele paralleelne. Üldine elastsuse moodul on radiaal-suunas siiski

madalam kui tangentaal-suunas, nagu seda võis märkida ka kandetugevuse juures. Maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus ning seda nii radiaal- kui ka tangentaal-suunades. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas 30,6% ja tangen-

Tabel 28.

Elastsuse moodul.

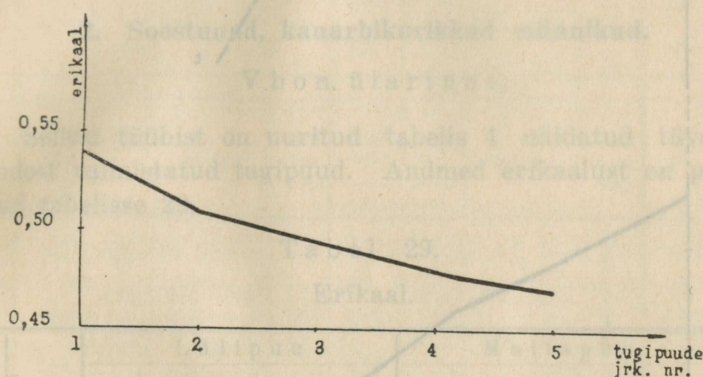
R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	23	84,5—109,4	95,2		10	82,4—114,7	101,3		
1	2,14	20	75,2—105,8	82,5	88,8	11	67,4—101,7	80,1	90,7	90,0
2	4,28	9	65,1— 91,2	72,1	77,3	4	54,9— 86,4	69,1	74,6	75,6
3	6,42	5	54,2— 82,4	69,9	71,0	4	60,2— 88,4	73,2	71,1	71,1
4	8,56	5	61,2— 94,2	69,2	69,5	3	60,2— 79,3	66,0	69,6	69,5
5	10,70	3	54,7— 83,5	69,1	69,1	2	55,0— 55,9	55,5	60,7	62,5
Summa keskm.		65			75,1	34			73,3	73,9

T a n g e n t a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	Üldine
				keskmine				keskmine		
		1	2	3	4	5	6	7	8	
	0	18	85,6—96,9	90,2		7	82,4—89,2	94,3		
1	2,14	14	78,5—90,1	86,4	88,3	7	73,2—94,3	85,7	90,0	89,4
2	4,28	7	61,4—76,9	68,1	77,3	5	70,1—79,3	73,9	79,8	78,8
3	6,42	3	60,2—81,3	71,0	69,5	5	57,3—87,3	69,2	71,5	70,8
4	8,56	4	58,4—72,1	64,9	67,9	3	64,2—79,8	74,3	71,8	70,6
5	10,70	2	61,8—76,7	69,2	67,1	1	—	65,9	70,1	69,5
Summa keskm.		48			74,0	28			76,6	75,8
Üld. keskm.		113			74,6	62			75,0	74,9

taal-suunas 22,3. Siin esineb vastupidine nähe kandetugevusele: radiaal-suunas on vähenemine suurem kui tangentaal-suunas.

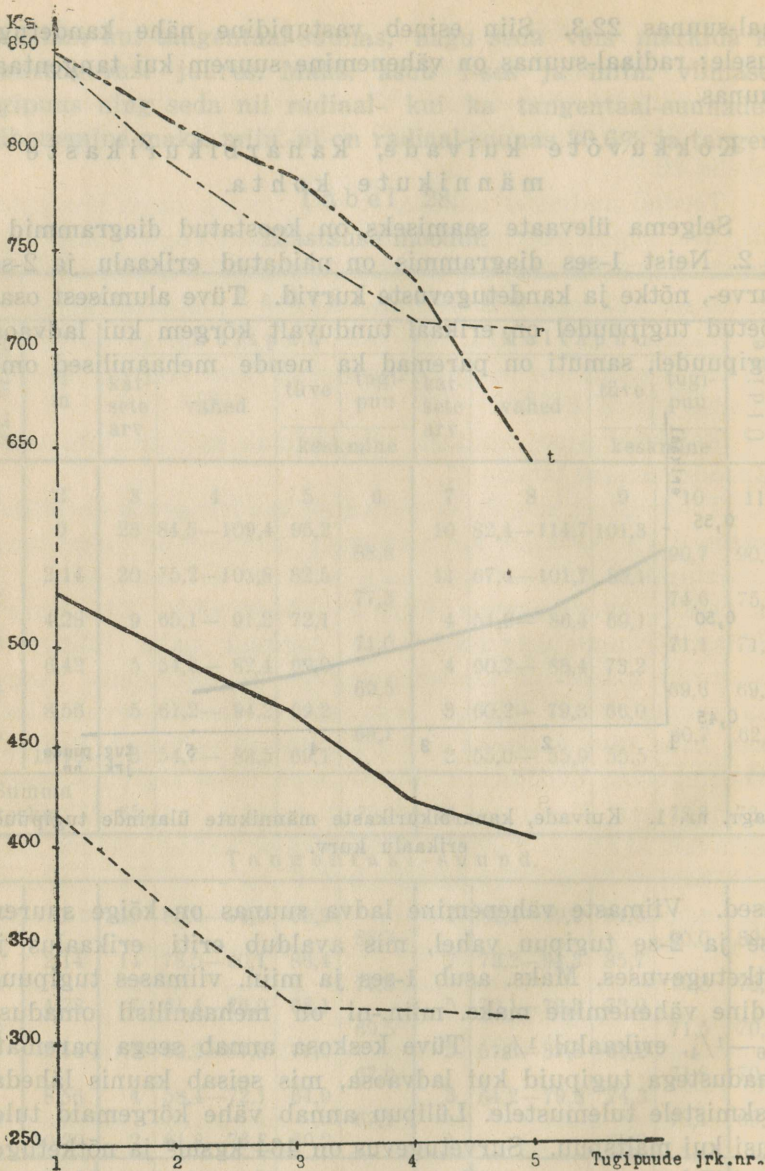
### Kokkuvõtte kuivade, kanarbikurikaste männikute kohta.

Selgema ülevaate saamiseks on koostatud diagrammid 1 ja 2. Neist 1-ses diagrammis on näidatud erikaalu ja 2-ses surve-, nõtkete ja kandetugevuste kurvid. Tüve alumisest osast võetud tugipuudel on erikaal tunduvalt kõrgem kui ladvaosa tugipuudel, samuti on paremad ka nende mehaanilised oma-



Diagr. nr. 1. Kuivade, kanarbikurikaste männikute ülarinde tugipuude erikaalu kurv.

dused. Viimaste vähenemine ladva suunas on kõige suurem 1-se ja 2-se tugipuu vahel, mis avaldub eriti erikaalus ja nõtketugevuses. Maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on mehaanilisil omadusil  $\frac{1}{6} - \frac{1}{4}$ , erikaalul  $\frac{1}{8}$ . Tüve keskosa annab seega paremate omadustega tugipuid kui ladvaosa, mis seisab kaunis lähedal keskmistele tulemustele. Lülipuu annab vähe kõrgemaid tulemusi kui maltspuu. Survetugevus on  $464 \text{ kgsm}^2$  ja nõtketugevus  $347 \text{ kgsm}^2$ ; seega nõtketugevus on vähem 25,2% ehk ca  $\frac{1}{4}$  võrra. Nõtkumise puhul ei kaota tugipuud kogu tugevust, vaid ainult  $\frac{1}{3}$ . Kandetugevus nii radiaal- kui ka tangentaal-



Diagr. nr. 2. Kuivade, kanarbikurikaste männikute ülarinde tugipuude mehaaniliste omaduste kurvid: — survetugevus; - - - nõtketugevus; - · - · - kandetugevus, r — radiaalne, t — tangentaalne.

suunas on enam-vähem ühesuurune: radiaal-suunas on see 763 kgsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 767 kgsm<sup>2</sup>; üldine kandetugevus on 765 kgsm<sup>2</sup>. Sama pildi saame ka elastsuse moodulist: ka see on tangentaal-suunas vähe suurem kui radiaalsuunas; viimane annab elastsuse mooduli 73,9 tsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 75,8 tsm<sup>2</sup>, keskm. 74,9 tsm<sup>2</sup>. Hoiatusomadus on kõige parem tüve keskosas ja kõige halvem ladvaosas. Erikaal on 0,50. Erikaalu suurenemisega suurenevad ka mehaanilised omadused, mis tõestab, et on olemas side erikaalu ja mehaaniliste omaduste vahel.

## 2. Soostunud, kanarbikurikkad männikud.

V b o n. ü l a r i n n e.

Sellest tüübist on uuritud tabelis 4 näidatud tüved ja nendest valmistatud tugipuud. Andmed erikaalust on paigutatud tabelisse 29.

T a b e l 29.

Erikaal.

Tugipuu nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	20	0,52—0,63	0,58		16	0,52—0,62	0,57		
1	2,14	18	0,46—0,56	0,50	0,54	12	0,40—0,55	0,50	0,535	0,535
2	4,28	14	0,42—0,53	0,48	0,49	9	0,42—0,52	0,47	0,485	0,485
3	6,42	10	0,42—0,51	0,47	0,475	6	0,43—0,51	0,47	0,47	0,47
Summa keskm.		62			0,50	43			0,495	0,495

Tabelis toodud andmeist selgub, et lülipuu keskm. erikaal on 1% kõrgem kui maltspuul. Mõlemail, nii lüli- kui ka malts-

puul asub maks. 1-ses tugipuus ja miin. viimases. Lülipuul on vähenemine maks. miin.-ni 12,0% ja maltspuul — 12,1%. Üldise erikaalu maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on 12,1%. Erikaalu vähenemine ei ole kogu tüve ulatuses ühtlane: kõige suurem vähenemine esineb 1-se ja 2-se tugipuu vahel, kus erikaal väheneb 9,3%, millest nähtub, et tüve keskosa erikaal asub miinimumile tunduvalt lähemal kui maksimumile.

Tulemused survetugevusest selguvad tabelis 30.

Tabel 30.

Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	19	452—537	506		17	456—539	509		496
1	2,14	17	448—529	488	497	11	452—511	483		449
2	4,28	14	402—473	435	461	8	379—452	416		429
3	6,42	8	409—471	445	440	5	401—454	433		424
Summa keskm.		58			466	41			456	460

Tabel 30. näitab, et lülipuu keskm. survetugevus on 2,1% suurem kui maltspuul. Nende survetugevuste maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul — 11,5% ja maltspuul — 14,5%. Üldine survetugevuse maks. asub samuti 1-ses tugipuus, miin. viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on 13,5%. Survetugevuse vähenemine tüves on võrdlemisi ühtlane; siiski tüve keskosa asub miin.-le lähemal kui maks.-le.

Tulemused esialgselt nõtketugevusest on toodud tabelis 31.

Tabel 31.

## Esiialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	15	402—486	450		12	385—443	407		
1	2,14	13	352—415	384	417	10	385—440	412	409	412
2	4,28	9	345—379	368	376	8	338—371	363	387	383
3	6,42	7	348—389	375	371	5	276—314	289	326	341
Summa keskm.		44			388	35			374	379

Tabel 31. nähtub, et keskmine nõtketugevus on lülipuul 3,6% suurem kui maltspuul. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus miin. aga viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul — 11,0% ja maltspuul — 20,3%. Tüve keskosas on lülipuul väiksem nõtketugevus kui maltspuul, ladvaosas on aga lülipuu nõtketugevus tunduvalt kõrgem. Üldine nõtketugevus omab maks. 1-ses tugipuus ja miin. viimases. Suurem vähenemine esineb siin 2-se ja 3-da tugipuu vahel, mis näitab, et tüve keskosast võetud tugipuu nõtketugevus asub lähemal maks.-le kui miin.-le. Üldise nõtketugevuse vähenemine maks. miin.-ni on 17,2%. Hoiatusomadus esineb käesolevas tüübis võrdlemisi puudulikult; parem on see tüve keskosas, kuna seevastu tüve alumises- ja ladvaosas esineb ainult vähestel juhtudel ja puudulikult.

Katse jätkamisel saadi tulemusi, mis on toodud tabelis 32.

Jälgides tabelis toodud arve, avaldub üldjoontes analoogiline korrapärasus võrreldes eelmise tabeliga, siin annab aga lülipuu 29,4% ja maltspuu 30,2% madalamaid tugevusi kui eelkirjeldatu. Ka üldine tugevus on 29,8% võrra

Tabel 32.  
Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	13	324—361	347		10	280—341	306		
1	2,14	12	262—301	278	312	10	231—258	246	276	290
2	4,28	6	221—263	245	261	7	230—286	256	251	255
3	6,42	5	229—271	257	251	3	210—274	256	256	253
Summa keskm.		36			275	36			261	266

vähem eelmisest; seega esialgne nõtketugevus on vähenenud  $\frac{1}{3}$  võrra. Hoiatusomadust siin enam ei esine.

Kandetugevusest annab arvilisi andmeid tabel 33.

Tabel 33.  
Kandetugevus.

R a d i a a l - s u u n d.										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	710—846	788		10	742—861	816		
1	2,14	11	658—765	725	756	7	701—789	739	777	769
2	4,28	9	689—788	726	725	5	632—726	689	714	718
3	6,42	4	850—740	709	717	3	704—719	714	701	706
Summa keskm.		34			733	25			731	731

Tabel 33. Järg.

Tangentaal-suund.										
Tugipuu jrk. nr.	H m	Lülipuu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	0	8	759—842	802		6	801—881	845		779
	2,14	6	703—777	758	780	5	686—741	711	778	
2	4,28	6	709—778	759	758	3	663—698	682	685	719
	6,42	2	704—766	735	747					
Summa keskm.		22			762	16			719	734
Üldine keskm.		56			747	41			725	732

Tabel 33. puhul võime tähendada, et radiaalne ja tangentaalne kandetugevus niihästi oma suuruse kui ka iseloomu poolest vähe erineb. Nii radiaalne kui ka keskm. tangentaalne kandetugevus on lülipuul kõrgem kui maltspuul: esimesel 0,4%, teisel 5,6%. Nagu näha on tangentaal-suunas vahe tunduvalt suurem kui radiaal-suunas. Maks. asub nii ühel kui teisel 1-ses tugipuus ja miin. viimases. Radiaalse kandetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 5,1%, maltspuul 9,8%. Tangentaalse kandetugevuse vähenemine maks. miin.-ni aga lülipuul 4,2% ning maltspuul 11,9%. Suhteliselt suurem vähenemine esineb 1-se ja 2-se tugipuu vahel. Üldise kandetugevuse maks. radiaal-suunas asub 1-ses tugipuus, samuti ka tangentaalse kandetugevuse juures, miin. aga seevastu viimases. Vähenemine maks. — miin.-ni radiaal-suunas on 7,5% ja tangentaal-suunas — 9,7%. Keskmiselt on radiaalne kandetugevus madalam kui tangentaalne. Elastuse moodul on paigutatud tabelisse 34.

Radiaal-suunas annab lülipuu vähe madalama keskm. elastuse mooduli kui maltspuu, tangentaal-suunas aga seevastu

Tabel 34.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	9	65,2—83,8	73,7		10	81,3—92,3	88,5		
1	2,14	10	81,4—98,7	91,1	82,4	7	78,5—94,5	89,8	89,2	86,5
2	4,28	9	62,4—79,8	73,7	82,4	5	67,2—79,4	75,2	82,5	82,5
3	6,42	4	64,3—79,8	70,1	71,9	3	57,2—69,5	62,2	68,7	69,6
Summa keskm.		32			78,9	25			80,1	79,6

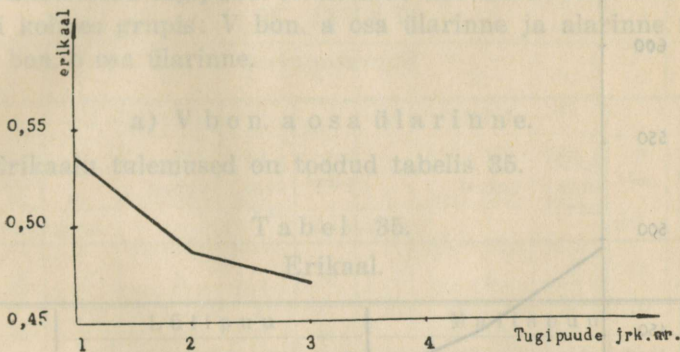
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
	0	8	71,6—96,2	89,1		6	68,2—81,3	73,7		
1	2,14	6	70,3—87,2	79,7	84,4	5	69,4—74,2	71,2	72,5	77,1
2	4,28	5	67,4—77,3	69,1	74,4	3	75,6—83,9	80,3	75,8	75,2
3	6,42	2	60,2—62,3	61,2	65,2	2	62,4—78,0	70,2	75,3	72,2
Summa keskm.		21			74,7	16			74,5	74,6
Üldine keskm.		53			76,8	41			77,3	77,1

vähe kõrgema. Niihästi lüli- kui ka maltspuul asub maks. 1-ses tugipuus ja miin. viimases välja arvatud maltspuu tangentaal-suun, kus maks. asub 2-ses tugipuus ning miin. 1-ses. Üldise elastsuse mooduli maks. asub nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas — 19,5%, kuna tangentaal-suunas — 6,3%. Radiaal-suunas on keskm. elastsuse moodul

vähe kõrgem kui tangentaal-suunas, mis avaldub vastupidi-  
selt kandetugevusele.

### Kokkuvõtte soostunud, kanarbikurikaste männikute kohta.

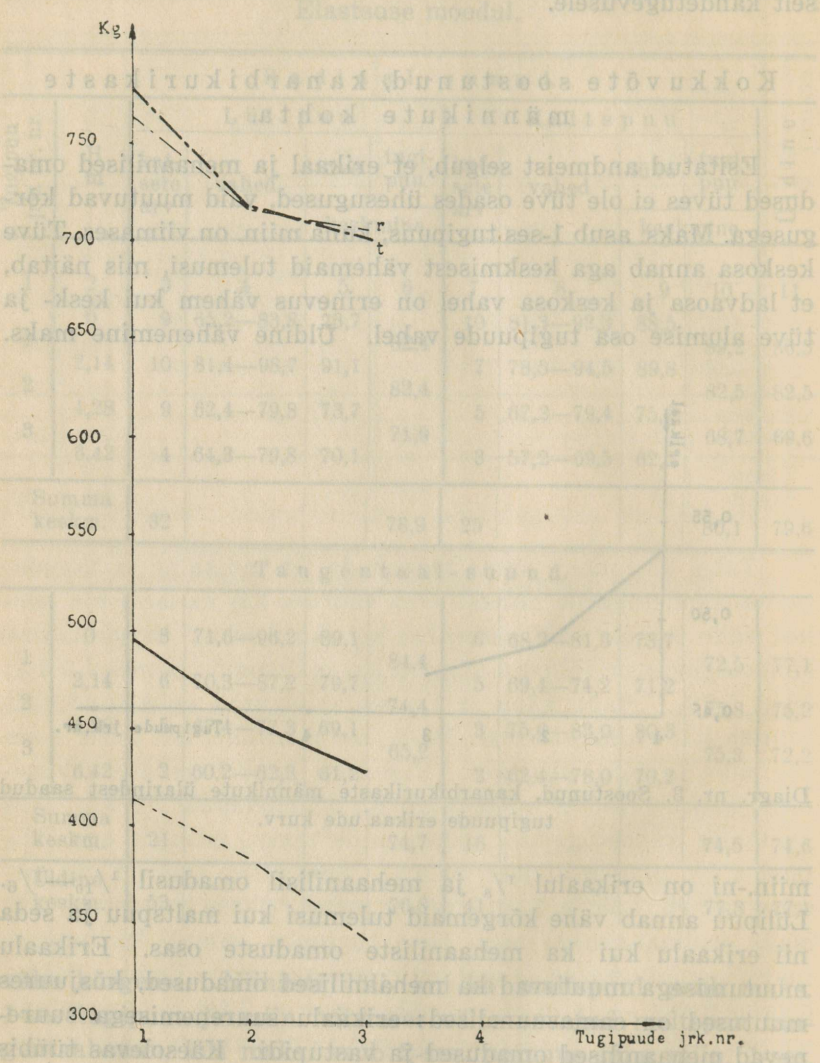
Esitatud andmeist selgub, et erikaal ja mehaanilised oma-  
dused tüves ei ole tüve osades ühesugused, vaid muutuvad kõr-  
gusega. Maks. asub 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Tüve  
keskosa annab aga keskmisest vähemaid tulemusi, mis näitab,  
et ladvaosa ja keskosa vahel on erinevus vähem kui kesk- ja  
tüve alumise osa tugipuude vahel. Üldine vähenemine maks.



Diagr. nr. 3. Soostunud, kanarbikurikaste männikute ülariindest saadud  
tugipuude erikaalude kurv.

miin.-ni on erikaalul  $\frac{1}{8}$  ja mehaanilisil omadusil  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ .  
Lülipuu annab vähe kõrgemaid tulemusi kui maltspuu ja seda  
nii erikaalu kui ka mehaaniliste omaduste osas. Erikaalu  
muutumisega muutuvad ka mehaanilised omadused, kusjuures  
muutused on samasuunalised: erikaalu suurenemisega suure-  
nevad mehaanilised omadused ja vastupidi. Käesolevas tüübis  
on V bon. ülariinde erikaal — 0,495. Survetugevus on kõrgem  
kui nõtketugevus. Survetugevuse suuruseks on 460 kgs<sup>m</sup>²,  
kuna nõtketugevusel on see 379 kgs<sup>m</sup>², seega vähem 17,6% ehk  
ligikaudu  $\frac{1}{6}$ . Nõtkumise puhul kaotavad tugipuud  $\frac{1}{3}$  oma

vähem kõrgem kui tangentiaalset, mis avaldub vastupidiselt kandetugevusele. Isegi seetõttu.



Diagr. nr. 4. Soostunud, kanarbikurikastest männikutest saadud tugipäude mehaaniliste omaduste kurvid: — survetugevus; --- nõtketugevus; -.-.- kandetugevus, r — radiaalne, t — tangentiaalne.

esialgselt tugevusest. Kandetugevus radiaal-suunas erineb vähe kandetugevusest tangentaal-suunas: nii on kandetugevus radiaal-suunas 731 kgsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 734 kgsm<sup>2</sup>; üldine kandetugevus — 732 kgsm<sup>2</sup>. Samasuguse pildi omab ka elastsuse moodul: radiaal-suunas on see 79,6 tsm<sup>2</sup>, tangentaal-suunas 74,6 tsm<sup>2</sup>, mis vastupidiselt kandetugevusele näitab radiaal-suunas kõrgemat elastsuse moodulit. Hoiatusomadus avaldub puudulikult.

### 3. Rabamännikud.

Sellest tüübist on uuritud tabelis 4 näidatud tüved ja nendest valmistatud tugipuud. Nimetatud kasvukoht leiab käsitletu eraldi kolmes grupis: V bon. a osa ülarinne ja alarinne ning sama bon. b osa ülarinne.

#### a) V bon. a osa ülarinne.

Erikaalu tulemused on toodud tabelis 35.

Tabel 35.

Erikaal.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	19	0,52—0,61	0,57		14	0,54—0,61	0,58		
1	2,14	16	0,46—0,55	0,50	0,535	10	0,45—0,54	0,50	0,54	0,54
2	4,28	12	0,43—0,53	0,47	0,485	8	0,44—0,54	0,48	0,49	0,49
3	6,42	9	0,41—0,50	0,47	0,47	6	0,43—0,53	0,48	0,48	0,475
4	8,56	6	0,42—0,52	0,48	0,475	4	0,42—0,52	0,47	0,475	0,475
5	10,70	4	0,42—0,51	0,47	0,475	4	0,43—0,51	0,48	0,475	0,475
Summa keskm.		66			0,485	46			0,49	0,49

Esitatust selgub, et lülipuu omab keskm. 1% väiksema erikaalu kui maltspuu. Erikaalu maks. nii lüli- kui ka maltspuul asub 1-ses tugipuu, kuna miin. lülipuul on 3-das ning maltspuul 4-das ja 5-das tugipuu. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 12,1%, maltspuul 12,0%. Maltspuul on kogu tüve ulatusel kõrgem erikaal, välja arvatud ladva osa, kus see võrdub lülipuu erikaaluga. Üldise erikaalu maks. asub 1-ses tugipuu ja miin. viimastes, kusjuures üldine vähenemine maks. miin.-ni ulatub 12,0%-ni. Kuna vähenemine 1-se ja 2-se tugipuu vahel on 9,2%, siis ülejäänud tugipuudel on erikaalu vähenemine väike.

Survetugevusest tüve osades annab ettekujutuse tabel 36.

Tabel 36.

Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	18	502—578	545		14	561—637	612		
1	2,14	15	546—592	488	516	11	434—506	485	548	536
2	4,28	13	451—526	494	491	10	434—526	493	489	490
3	6,42	8	462—519	493	493	7	486—543	525	509	504
4	8,56	6	442—496	473	483	6	461—504	485	505	499
5	10,70	6	438—527	492	482	4	401—486	445	465	468
Summa keskm.		66			493	52			503	500

Võrreldes tugipuude lüli- ja maltspuu survetugevusi selgub, et lülipuu annab keskm. 2,0% väiksema survetugevuse kui maltspuu; kuid 2-ses ja viimases tugipuu on lüliosa survetugevus vähe kõrgem kui maltspuul. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuu, miin. aga viimases. Vähenemine

maks. miin.-ni on lülipuul 6,6%, maltspuul 15,1%. Üldise survetugevuse maks. asub samuti — 1-ses tugipuus ja miin. viimases, kusjuures vähenemine on 12,7%. 1-se ja 2-se tugipuu vahel on vähenemine 8,6%, millest nähtub, et tüve keskosas survetugevus asub miin. lähemal kui maks.-le.

Tulemused esialgselt nõtketugevusest on esitatud tabelis 37.

T a b e l 37.

Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	9	401—482	450		7	481—551	525		
1					397				437	422
2	2,14	9	301—365	344	347	5	310—368	349	349	348
3	4,28	10	324—389	350	328	5	301—373	349	337	334
4	6,42	5	285—338	306	320	4	300—354	325	318	319
5	8,56	6	290—374	335	337	4	276—334	311	341	340
	10,70	4	301—376	339		4	339—396	372		
Summa keskm.		43			346	29			356	353

Tabelist 37 nähtub, et lülipuu omab keskm. 2,8% madalama nõtketugevuse kui maltspuu, kuid seda mitte kogu tüve ulatuses: tüve ladvaosas on siiski lülipuul paiguti suurem nõtketugevus kui maltspuul. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, miin. aga eelviimases. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 19,4% ja maltspuul 27,2%. Üldisel nõtketugevusel asub maks. samuti 1-ses ja miin. eelviimases tugipuus. Üldine tugevuse vähenemine on 24,4%. Kõige suurem vähenemine avaldub 1-se ja 2-se tugipuu vahel, kuna muus osas on vähenemine väiksem. Katse jätkamisel saadi tagajärgi, mis on toodud tabelis 38.

Tabel 38.

## Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Ü l d i n e
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	8	301—329	312		6	343—386	366		
1	2,14	8	245—296	271	291	5	254—329	295	330	326
2	4,28	9	244—296	282	276	5	261—315	290	293	286
3	6,42	4	184—241	205	243	3	191—238	214	252	249
4	8,56	5	205—253	238	221	4	218—279	250	232	229
5	10,70	3	201—249	326	282	3	248—305	285	267	269
Summa keskm.		37			262	26			275	271

Esitatust nähtub, et selles avaldub samasugune korrapärasus kui eelmiseski tabelis. Ka siin asub maks. 1-ses ja miin. viimases tugipuus. Üldine nõtketugevus väheneb 29,7%; seega on vähenemine nõrgem kui esialgse nõtketugevuse juures. Keskmiselt on tulemused lülipuul 24,3%, maltspuul 22,7% ja üldisel tugevusel 23,2% madalamad kui esialgne nõtketugevus.

Andmeid kandetugevusest nii radiaal- kui ka tangentaal-suunades on toodud tabelis 39.

Tabelist 39 nähtub, et kandetugevus on radiaal-suunas erinev tangentaalsest. Nii näeme, et radiaal-suunas on lülipuul kandetugevus keskm. 4,7% väiksem kui maltspuul; tangentaal-suunas on see aga vastupidi: lülipuul on 2,0% suurem kandetugevus kui maltspuul. Üldiselt omab lülipuu siiski väiksema kandetugevuse kui maltspuu. Tangentaalse kandetugevuse juures asub maks. 1-tes tugipuudes, miin. viimastes, radiaalse miin. aga lülipuul 3-das ja maltspuul viimastes. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul radiaal-suunas 19,0%, tangentaal-suunas 15,7%; maltspuul vastavalt 17,6% ja 14,1%.

Tabel 39.  
Kandetugevus.

Radiaal-suund.										
Tugipuu. jrk. nr. nr.	H m	Lüli puu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	11	945—989	972	868	6	889—956	915	885	878
2	2,14	10	701—805	765	751	6	807—896	855	834	802
3	4,28	9	703—774	737	703	7	785—828	814	756	737
4	6,42	4	621—710	670	715	6	675—739	698	729	724
5	8,56	3	700—790	760	712	3	701—792	760	729	726
	10,70	2	640—688	664		2	680—716	698		
Summa keskm.		39			749	30			786	774
Tangentiaal-suund.										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	5	903—987	952	842	5	875—948	909	820	828
2	2,14	6	701—794	733	738	6	714—774	731	717	725
3	4,28	5	702—786	743	741	6	690—710	704	720	727
4	6,42	4	696—782	739	729	4	705—762	736	722	724
5	8,56	3	703—791	720	710	2	673—743	708	704	705
	10,70	1		700		1		701		
Summa keskm.		24			752	24			737	742
Üldine keskm.		63			750	54			761	758

Üldise kandetugevuse maks. nii radiaal- kui ka tangentiaal-suunas asub 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimastes. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas 17,5%, tangen-

taal-suunas 14,8%, millest võib näha, et tangentaal-suunas on tugevuse vähenemine nõrgem kui radikaal-suunas. Kandetugevuse vähenemine on kõige suurem 1-se ja 2-se tugipuu vahel.

Saadud keskm. elastsuse moodulid on paigutatud tabelisse 40.

Tabel 40.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	92,1—109,3	99,8		6	89,2—98,5	95,2		
1	2,14	10	76,5—89,3	85,2	92,5	6	81,6—95,2	88,3	91,7	92,0
2					84,5				84,3	84,4
	4,28	8	75,4—88,9	83,7		6	75,4—86,9	80,3		
3					80,8				83,1	82,3
	6,42	4	71,4—83,5	78,0		6	76,5—89,3	86,0		
4					78,9				83,1	81,9
	8,56	4	71,2—86,3	79,9		4	72,5—89,7	80,2		
5					78,7				76,9	77,2
	10,70	2	70,1—85,0	77,6		2	67,2—80,0	73,6		
Summa keskm.		38			83,1	30			83,8	83,6
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
1	0	5	91,3—99,4	97,5		5	78,6—91,5	87,6		
	2,14	6	86,2—93,7	90,1	93,8	6	75,2—91,1	87,0	87,3	89,8
2					86,9				83,0	84,5
	4,28	5	81,3—85,8	83,7		5	71,5—84,0	79,1		
3					84,4				78,7	80,7
	6,42	4	78,5—89,3	85,2		3	71,6—81,0	78,4		
4					76,4				72,5	73,1
	8,56	3	64,2—78,9	67,6		2	60,1—73,1	66,6		
5					—				—	—
	10,70	—	—	—		—	—			
Summa keskm.		23			85,4	21			80,4	82,0
Üldine keskm.		61			84,3	51			82,1	82,8

Elastsuse mooduli juures võib konstateerida üldjoontes sama seadusepärast kui kandetugevuse juureski, kuigi siin arvud ei esine suhtelises vahekorras eelmisega s. t. kandetugevusega. Ka siin annavad maks. 1-sed tugipuud ja miin. viimased. Vähenemises maks. miin.-ni saame radiaal-suunas lüliosas 14,9%, maltsosas 16,1% ja tangentaalsuunas vastavalt 18,6% ning 16,9%. Üldise elastsuse mooduli maks. asub samuti 1-stes tugipuudes, kuna miin. on viimastes. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunalise elastsuse mooduli juures 16,1% ja tangentaalsel 18,6%.

b) V b o n a o s a a l a r i n n e .

Tulemused erikaalust on paigutatud tabelisse 41.

T a b e l 4 1 .

Erikaal.

Tugipuu nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	22	0,50—0,61	0,56		14	0,53—0,62	0,57		
1	2,14	18	0,46—0,55	0,50	0,53	12	0,48—0,57	0,52	0,545	0,535
2	4,28	16	0,44—0,52	0,48	0,49	10	0,48—0,56	0,52	0,52	0,505
3	6,42	12	0,45—0,52	0,50	0,49	8	0,47—0,55	0,51	0,515	0,50
4	8,56	9	0,44—0,53	0,49	0,49	6	0,46—0,55	0,51	0,51	0,505
Summa keskm.		77			0,50	50			0,52	0,51

Käesolevast tabelist selgub, et lüli puul on keskm. erikaal 3,8% madalam kui maltspuul. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuu, kuna miin. asub esimesel kolmel viimasel ning teisel viimasel tugipuu. Vähenemine on lüli-

puul 7,5% ja maltspuul 6,4%. Lülipuu erikaal on tüve kesk- ja ladvaosas ühesugune, kuna maltspuul asub tüve keskosa erikaal miinimumile tuntavalt lähemal kui maksimumile. Suurim erikaalu langus esineb 1-se ja 2-se tugipuu vahel. Lülipuu annab kogu tüve ulatuses madalama erikaalu. Üldise erikaalu maks. asub samuti 1-ses tugipiis, kuna miin. viimastes. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on 6,5%, kusjuures vahe 1-se ja 2-se tugipuu vahel on 5,6%. Sellest võib järeldada, et tüve kesk- ja ladvaosas on erikaalud peaaegu ühesugused.

Tulemusi survetugevustest leiame tabelis 42.

Tabel 42.

Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	21	532—617	584		13	564—619	594		
1					549					567
2	2,14	19	491—578	525	524	13	506—586	540		555
3	4,28	15	496—564	523		11	542—597	571		548
4	6,42	12	443—512	484	470	7	501—555	526		494
	8,56	9	431—487	456		6	412—493	461		485
Summa keskm.		76			511	50			541	529

Tabelis 42 võime märkida, et lülipuu omab keskm. 5,5% madalama survetugevuse kui maltspuu, sarnaselt erikaalule. Lülipuul on seejuures survetugevus kogu tüve ulatuses madalam kui maltspuul. Maks. asub 1-ses, miin. viimases tugipiis. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 14,4% ja maltspuul 12,9%. Survetugevuse vähenemised kogu tüve ulatusel on võrdlemisi ühtlased. Üldise survetugevuse maks. asub 1-ses tugi-

puus, miin. aga viimases; selle üldine vähenemine maks. miin.-ni on 13,2%, mille üldine langus on enam-vähem ühtlane.

Esialgsest nõtketugevusest leiame andmeid tabelis 43.

Tabel 43.  
Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lülipuu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	356—427	392		9	450—484	469		
1	2,14	10	355—429	390	391	8	474—521	502	485	450
2	4,28	9	401—446	422	406	7	386—434	418	460	437
3	6,42	8	375—422	394	408	6	328—371	357	387	395
4	8,56	6	352—396	371	382	4	323—385	353	355	365
Summa keskm.		43			398	34			422	412

Arvudest nähtub, et lülipuu omab keskm. 8,0% madalama nõtketugevuse kui maltspuu. Maks. lülipuul ei asu siin 1-ses tugipuus, vaid 3-das, maltspuul on see aga 1-ses; miin. asub nii lüli- kui maltspuul viimases tugipuus. Lülipuu ei oma kogu tüve ulatuses maltspuust madalamat nõtketugevust, sest ladvas osas on see maltspuust kõrgem. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul tunduvalt piiratum kui maltspuul: lülipuul on see 6,4% ja maltspuul 26,8%. Üldiselt asub nõtketugevusel aga maks. 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on 18,9% ja üksikute tugipuude vahel võrdlemisi korrapärane. Hoiatusomadus on siin halvem kui ülariinde juures ja lülipuul halvem kui maltspuul eriti tüve alumises osas. Maltspuul on hoiatusomadus parem tüve kesk- ning alumises osas, kuna see ladvapoole halveneb.

Katse jätkamisel saadi tagajärgi, mille tulemused on näidatud tabelis 44.

Tabel 44.

## Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	9	285—336	306		7	271—332	306		
1	2,14	8	251—315	282	294	6	315—364	342	324	312
2	4,28	8	276—324	300	291	5	254—321	281	311	302
3	6,42	5	237—291	269	284	4	276—295	285	283	283
4	8,56	4	252—306	283	276	3	215—242	231	258	265
Summa keskm.		34			286	25			293	290

Nagu tabelist 44 nähtub, on ka siin lülipuul tugevus väiksem kui maltspuul ja nimelt keskm. 2,4% ; seejuures asub maks. nii lüli- kui ka maltsosal 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Üldine nõtketugevus on siin madalam 28,1%, lülipuul 30,6% ja maltspuul 29,6%, kui esialgse katse puhul.

Kandetugevuse kohta on esitatud tabel 45.

Vaadeldes tulemusi tabelis, peab tähendama, et radiaalne kandetugevus omab erinevusi tangentaalsest. Radiaal-suunas on lülipuu kandetugevus 1,8% suurem, tangentaal-suunas aga 2,9% väiksem kui maltspuul. Vähenemine ei ole ühtlane, vaid on tüve osade järgi mitmesuguse ulatusega: kõige suurem vahe on tang. kandetugevusel lüli- ja maltspuus ladvaosa tugipuis. Maks. asuvad 1-ses tugipuus, miin. viimases. Kandetugevuse vähenemine radiaal-suunas on lülipuul 11,5%, maltspuul 13,1%, tangentaal-suunas aga lülipuul 15,9% ja maltspuul 9,4%, millest nähtub, et kõige suurem kandetugevuse vähenemine esineb lülipuu tangentaal-suunas, kuna see on vastandina kõige väiksem maltspuu juures tangentaal-suunas.

Tabel 45.  
Kandetugevus.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	12	803—905	866		8	856—929	908		
1	2,14	11	852—925	906	886	8	840—891	864	886	886
2	4,28	8	804—887	864	885	6	869—884	862	863	873
3	6,42	6	769—832	808	836	5	717—792	768	815	823
4	8,56	6	734—793	761	784	3	741—791	772	770	775
Summa keskm.		43			848	30			833	839
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
1	0	10	862—923	912		5	863—936	910		
	2,14	8	840—902	887	899	5	841—896	882	896	897
2	4,28	6	848—893	882	884	4	805—856	835	858	869
3	6,42	4	746—792	868	775	3	805—854	830	832	810
4	8,56	3	711—782	644	756	3	749—819	795	812	793
Summa keskm.		31			828	20			850	842
Üldine keskm.		74			838	50			841	840

Üldise kandetugevuse maks. asuvad 1-ses tugipuu, miin. aga viimases. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on radiaalsuunas 12,5% ja tangentaalsuunas 11,6%. Tangentaalne kandetugevus on vähe suurem kui radiaalne.

Vastavad elastsuse moodulid on näidatud tabelis 46.

Tabel 46.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	12	81,2—90,1	86,4		8	85,6—95,6	91,2		
1	2,14	10	77,4—87,6	82,4	84,4	8	75,4—86,2	81,6	86,4	85,5
2	4,28	7	84,5—96,6	88,1	85,2	6	70,3—81,3	75,3	78,5	81,3
3	6,42	6	70,2—80,1	76,2	82,1	4	72,9—85,3	80,9	78,6	79,9
4	8,56	5	73,2—81,3	77,7	77,0	3	64,5—75,2	71,8	76,4	76,6
Summa keskm.		40			82,2	29			80,0	80,8
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
1	0	9	82,3—92,3	87,4		5	82,9—90,6	87,9		
	2,14	8	75,6—83,2	80,6	84,0	5	85,6—92,4	90,0	88,9	86,8
2	4,28	5	80,1—86,9	83,4	82,0	3	78,8—84,3	82,3	86,1	84,4
3	6,42	3	65,2—74,2	70,2	76,8	3	70,1—74,5	72,1	77,7	77,4
4	8,56	3	68,4—75,4	70,3	70,3	3	70,1—78,9	70,0	71,1	70,8
Summa keskm.		28			78,3	19			81,0	79,9
Üldine keskm.		68			80,3	48			80,5	80,4

Esitatud tabel näitab, et elastsuse moodulis avaldub üldjoontes analoogiline korrapärasus kandetugevusega. Üldiselt asuvad elastsuse mooduli maks. 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Vähenemine on radiaal-suunas 10,4%, tangentaal-suunas 18,4%, kus ka elastsuse moodul on natuke väiksem kui radiaal-suunas.

c) V bon. b osa ülarinne.

Viimase grupi rabamännikute tüübis annab V bon. b osa ülarinne.

Ülevaate selles esitatud erikaaludest annab tabel 47.

Tabel 47.

Erikaal.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	38	0,49—0,59	0,54		24	0,50—0,60	0,55		
1	2,14	30	0,44—0,53	0,48	0,51	18	0,46—0,56	0,51	0,53	0,52
2	4,28	24	0,41—0,50	0,46	0,47	16	0,41—0,50	0,46	0,485	0,475
3	6,42	12	0,40—0,50	0,45	0,455	9	0,41—0,50	0,46	0,46	0,455
Summa keskm.		104			0,48	67			0,49	0,485

Tabelist selgub, et lülipuu omab keskm. 2% madalama erikaalu kui maltspuu. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, miin. viimases. Lülipuul on erikaalu vähenemine maks. miin.-ni 10,8% ja maltspuul 13,2%. Üldise erikaalu maks. asub 1-ses tugipuus, miin. viimases; üldine vähenemine maks. miin.-ni on siin 12,5%. 1-se ja 2-se tugipuu vahel on vähenemine 6,7%, mis näitab, et kännu osas on vähenemine suurem kui ladvas.

Survetugevuse tulemused on näidatud tabelis 48.

Tabelist selgub, et lülipuu omab keskm. 3,5% vähema survetugevuse kui maltspuu. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, kuna miin. viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 10,6%, maltspuul 14,0%. Tüve kännu- ja ladva-osa survetugevuse vähenemine on enam-vähem ühesuurune.

Tabel 48.

Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	37	429—516	485		25	459—519	492		
1					461				485	475
2	2,14	28	405—452	438		20	423—506	479		
					432				451	443
3	4,28	24	389—454	427		15	385—456	424		
					412				417	414
	6,42	9	369—421	397		7	369—461	411		
Summa keskm.		98			435	67			451	444

Üldise survetugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on 12,8%.

Esialgsest nõtketugevusest annab ettekujutuse tabel 49.

Tabel 49.

Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	25	309—394	376		18	381—437	407		
1					371				404	390
2	2,14	21	321—386	366		17	373—437	401		
					338				379	362
3	4,28	16	284—329	310		11	321—389	357		
					310				340	329
	6,42	10	276—327	310		8	279—344	323		
Summa keskm.		72			340	54			374	360

Esialgne nõtketugevus on lülipuul keskm. 9,1% vähem kui maltspuul, mis selgub tabelist 49. Niihästi lüli- kui ka maltspuul asub maks. 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Vähene mine maks. miin.-ni on lülipuul 16,4% ja maltspuul 15,8%. Üldise nõtketugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, miinimum viimases. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on 15,6%. Tüve keskosa nõtketugevus asub maks. ja miin. poolel vahel. Hoiatusomadus on puudulik.

Katset jätkati, kusjuures saadi tulemusi, mis on toodud tabelis 50.

Tabel 50.

Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	21	264—298	285		15	254—296	282		276
1	2,14	18	248—293	271	278	14	243—292	270		264
2	4,28	14	221—234	258	264	9	230—287	259		251
3	6,42	7	204—250	231	244	5	202—283	251		255
Summa keskm.		60			262	43			268	264

Vaadeldes tabelit, selgub, et selles avaldub eelmisega analoogilisus. Tugevused on aga madalamad: nii on need lülipuul keskm. 22,9%, maltspuul — 28,3% ning üldiselt 26,7% madalamad kui esialgne nõtketugevus. Hoiatusomandus siin ei avaldu, kuigi seda esialgsete katsete puhul nõrgal kujul nii lüli- kui ka maltspuu juures võis märkida.

Andmeid kandetugevusest on toodud tabelis 51.

Lülipuul on niihästi radiaal- kui ka tangentaal-suunas kandetugevus nõrgem kui maltspuul, nagu see selgub tabelist 51.

Tabel 51.

## Kandetugevus.

## R a d i a a l - s u u n d.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	19	740—862	810		13	767—837	802		
1	2,14	14	701—826	772	791	10	722—794	757	779	784
2	4,28	12	585—696	643	707	10	598—689	661	709	708
3	6,42	6	555—631	604	623	5	649—687	671	666	650
Summa keskm.		51			707	38			718	714

## T a n g e n t a a l - s u u n d.

1	0	16	689—758	739		9	731—807	773		
	2,14	12	686—743	702	720	7	675—738	711	742	732
2	4,28	7	659—690	676	689	6	709—775	735	723	709
3	6,42	5	605—670	644	660	4	643—726	684	709	690
Summa keskm.		40			690	26			724	710
Üldine keskm.		91			698	64			721	712

Radiaal-suunas on see keskm. 1,5%, kuna tangentaal-suunas — 4,7%. Maks. asuvad 1-ses tugipuus, kuna miin. viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on mitmesugune. Radiaalne kandetugevus väheneb lülipuul 21,2%, maltspuul 14,5%, kuna tangentaalne kandetugevus väheneb vastavalt 8,3% ja 4,4%. Üldisel kandetugevusel asub maks. nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas 1-ses tugipuus. Vähenemine on radiaal-suu-

nas 17,1% ja tangentaal-suunas 5,7%. Radiaal-suunas omab kandetugevus vähe kõrgemaid tulemusi kui tangentaal-suunas. Andmeid elastsuse moodulist on paigutatud tabelisse 52.

Tabel 52.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	17	74,3—86,4	81,3		13	84,9—92,6	89,8		
1	2,14	12	61,3—69,9	65,2	73,3	9	69,3—81,6	75,2	82,5	78,7
2	4,28	12	61,0—71,1	67,9	66,6	10	66,5—78,9	73,8	74,5	71,2
3	6,42	5	57,3—68,3	62,9	65,4	4	58,3—69,9	65,0	69,4	67,9
Summa keskm.		46			68,4	36			75,5	72,6

T a n g e n t a a l - s u u n d .

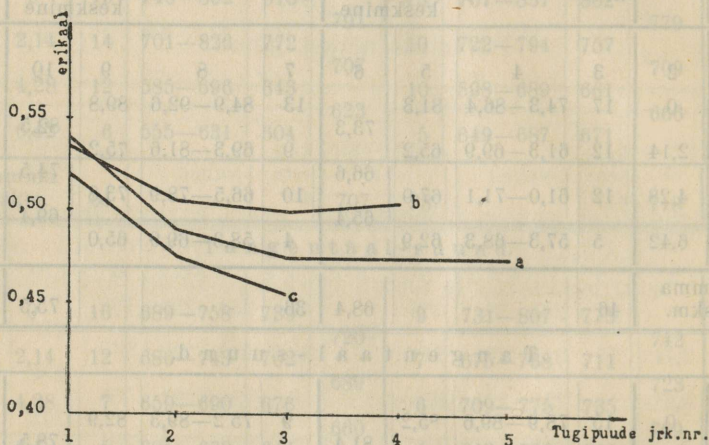
1	0	15	78,9—89,6	85,2		9	75,2—89,3	82,9		
	2,14	12	70,0—79,3	77,6	81,4	6	64,2—79,4	74,1	78,5	79,7
2	4,28	7	68,3—77,4	72,9	75,2	6	63,2—73,4	70,1	72,1	73,4
3	6,42	3	61,3—69,2	64,2	68,5	3	68,4—74,2	71,2	70,7	69,9
Summa keskm.		37			75,0	24			73,8	74,3
Üldine keskm.		83			71,7	60			74,7	73,5

Tabelist selgub, et elastsuse moodul erineb oma ilmelt kandetugevusest eriti tangentaal-suunas: viimases annab lülipuu kõrgemaid tulemusi kui maltspuu. Samuti on üldine tulemus tangentaal-suunas kõrgem kui radiaal-suunas. Kandetugevu-

sel oli see vahekord aga vastupidine. Maks. asuvad 1-ses tugipuus, kuna miin. viimases. Üldise elastsuse mooduli vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas 13,7% ja tangentaal-suunas 12,3%.

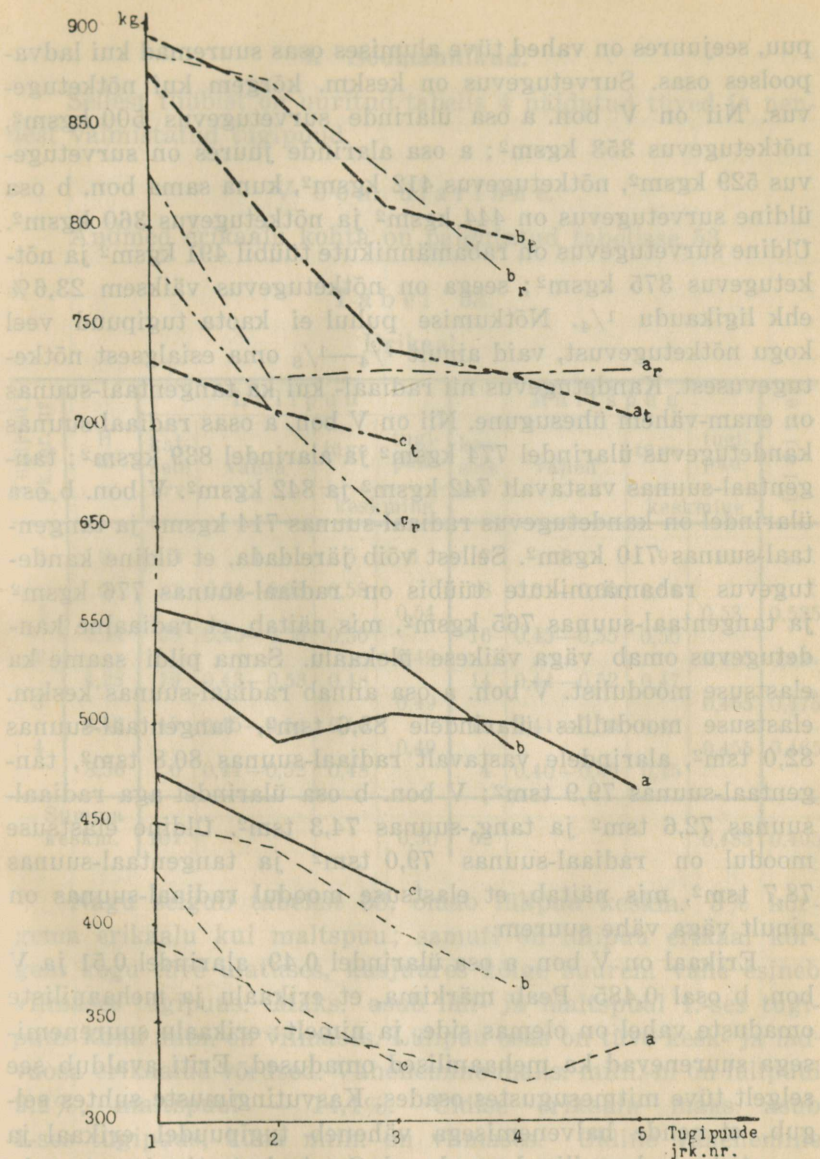
### Kokkuvõtte rabamännikuist.

Arvestades kõige eelöelduga võib rabamännikute tüübis leida alltoodud üldiseid tulemusi. Nii erikaal kui ka mehaanilised omadused on tüve alumisest osast võetud tugipuudel kõige kõrgemad ja ladvas kõige madalamad. Maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus. Omaduste vähenemine maks. miin.-ni üksi-



Diagr. nr. 5. Rabamännikute tugipuude erikaalude kurvid: a — V bon. a osa ülarinne, b — V bon. a osa alarinne, c — V bon. b osa ülarinne.

kute tugipuude vahel on mitmesuguse ulatusega, kõige suurem aga 1-se ja 2-se tugipuu vahel, mis sageli moodustab poole ja rohkemgi üldisest vähenemisest. Tugipuu ladvast, eriti aga viimane, annavad erikaalus  $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{7}$  ja mehaanilistes omadustes  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$  võrra vähemaid tulemusi kui 1-sed tugipuud. Tüve keskosast võetud tugipuud on omadusilt paremad kui ladva osast võetud tugipuud, kuid see vahe on enamail juhtudel siiski väiksem kui erinevus tüve alumise osa ja keskosa vahel. Lülipuu annab siiski keskm. mõni % vähemaid tulemusi kui malts-



Diagr. nr. 6. Rabamännikute tugipuude mehaaniliste omaduste kurvid:  
 — survetugevus; — nõtketugevus; — . — . — kandetugevus  
 (a<sub>r</sub>, b<sub>r</sub>, c<sub>r</sub> — radiaalne, a<sub>t</sub>, b<sub>t</sub>, c<sub>t</sub> — tangentaalne). a — V bon. a osa  
 ülarinne, b — V bon. a osa alarinne, c — V bon. b osa ülarinne.

puu, seejuures on vahed tüve alumises osas suuremad kui ladva-poolses osas. Survetugevus on keskm. kõrgem kui nõtketugevus. Nii on V bon. a osa ülarinde survetugevus 500 kgsm<sup>2</sup>, nõtketugevus 353 kgsm<sup>2</sup>; a osa alarinde juures on survetugevus 529 kgsm<sup>2</sup>, nõtketugevus 412 kgsm<sup>2</sup>, kuna sama bon. b osa üldine survetugevus on 444 kgsm<sup>2</sup> ja nõtketugevus 360 kgsm<sup>2</sup>. Üldine survetugevus on rabamännikute tüübil 491 kgsm<sup>2</sup> ja nõtketugevus 375 kgsm<sup>2</sup>; seega on nõtketugevus väiksem 23,6% ehk ligikaudu  $\frac{1}{4}$ . Nõtkumise puhul ei kaota tugipuud veel kogu nõtketugevust, vaid ainult  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  oma esialgsest nõtketugevusest. Kandetugevus nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas on enam-vähem ühesugune. Nii on V bon. a osas radiaal-suunas kandetugevus ülarindel 774 kgsm<sup>2</sup> ja alarindel 839 kgsm<sup>2</sup>; tangentaal-suunas vastavalt 742 kgsm<sup>2</sup> ja 842 kgsm<sup>2</sup>. V bon. b osa ülarindel on kandetugevus radiaal-suunas 714 kgsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 710 kgsm<sup>2</sup>. Sellest võib järeldada, et üldine kandetugevus rabamännikute tüübis on radiaal-suunas 776 kgsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 765 kgsm<sup>2</sup>, mis näitab, et radiaalne kandetugevus omab väga väikese ülekaalu. Sama pildi saame ka elastsuse moodulist. V bon. a osa annab radiaal-suunas keskm. elastsuse mooduliks ülarindele 83,6 tsm<sup>2</sup>, tangentaal-suunas 82,0 tsm<sup>2</sup>, alarindele vastavalt radiaal-suunas 80,8 tsm<sup>2</sup>, tangentaal-suunas 79,9 tsm<sup>2</sup>; V bon. b osa ülarindel aga radiaal-suunas 72,6 tsm<sup>2</sup> ja tang.-suunas 74,3 tsm<sup>2</sup>. Üldine elastsuse moodul on radiaal-suunas 79,0 tsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 78,7 tsm<sup>2</sup>, mis näitab, et elastsuse moodul radiaal-suunas on ainult väga vähe suurem.

Erikaal on V bon. a osa ülarindel 0,49, alarindel 0,51 ja V bon. b osal 0,485. Peab märkima, et erikaalu ja mehaaniliste omaduste vahel on olemas side, ja nimelt: erikaalu suurenemisega suurenevad ka mehaanilised omadused. Eriti avaldub see selgelt tüve mitmesugustes osades. Kasvutingimuste suhtes selgub, et nende halvenemisega väheneb tugipuudel erikaal ja samuti ka mehaanilised omadused. Sotsiaalsete tingimuste suhtes aga ilmneb, et nende halvenemisega vastupidi suureneb tugipuudel erikaal, samuti ka mehaanilised omadused: alarinne annab paremate omadustega tugipuud kui ülarinne.

#### 4. Soomännikud.

Sellest tüübist on uuritud tabelis 4 näidatud tüved ja nendest valmistatud tugipuud.

V bon. ülarinne.

Andmed erikaalu kohta on paigutatud tabelisse 53.

Tabel 53.

Erikaal.

Tugipuu jrk. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	33	0,54—0,63	0,58		18	0,51—0,60	0,56		
1	2,14	28	0,45—0,55	0,50	0,54	16	0,45—0,55	0,50	0,53	0,535
2	4,28	19	0,43—0,53	0,48	0,49	14	0,44—0,52	0,47	0,485	0,49
3	6,42	15	0,45—0,54	0,50	0,49	10	0,41—0,50	0,46	0,465	0,475
4	8,56	6	0,44—0,52	0,48	0,49	4	0,40—0,49	0,45	0,455	0,465
Summa keskm.		101			0,50	62			0,485	0,495

Nagu selgub tabelist 53, omab lülipuu keskm. 3% kõrgema erikaalu kui maltspuu; samuti on lülipuu erikaal kõrgem kogu tüve ulatuses, kusjuures kõige suurem vahe esineb viimases tugipuus. Maks. asub lüli- ja maltspuul 1.-ses tugipuu kuna miin. on viimases. Lülipuu osas on tüve kesk- ja ladvaosa erikaalud võrdsed. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 9,2%, maltspuul — 14,1%. Üldise erikaalu maks. asub 1.-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on 13,1%. Kõige suurem erikaalu vähenemine asetseb 1-se ja 2-se tugipuu vahel — 8,4%, millest nähtub, et alates tüve keskosast on erikaalu vähenemine võrdlemisi väike.

Tulemused survetugevusest on näidatud tabelis 54.

Tabel 54.  
Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	32	491—579	546	522	17	451—506	483	489	502
2	2,14	27	460—527	498	481	17	452—531	495	465	471
3	4,28	22	421—496	464	465	13	401—468	435	427	441
4	6,42	15	420—481	466	428	11	382—439	419	399	408
4	8,56	5	342—429	390		4	325—422	380		
Summa keskm.		101			474	62			445	456

Lülipuu survetugevus on keskm. 6,1% kõrgem kui malts-  
puul; samuti selgub tabelist, et maks. nii lüli- kui ka malts-  
puul asub 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Vähenemine

Tabel 55.  
Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	24	381—436	416	399	15	391—468	424	391	394
2	2,14	18	362—396	382	359	12	346—379	358	334	344
3	4,28	17	301—359	337	351	10	292—349	311	315	329
4	6,42	13	312—392	366	321	7	280—340	320	289	298
4	8,56	6	232—294	276		5	242—296	259		
Summa keskm.		78			359	49			332	341

maks. miin.-ni on lülipuul 18,0% ja maltspuul 18,4%. Ka üldise survetugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Üldine survetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on 18,7%, seejuures on vähenemine ühtlane kogu tüve ulatuses.

Nõtketugevusest annab ettekujutuse tabel 55.

Tabelist selgub, et lülipuu omab keskm. 4,7% suurema esialgse nõtketugevuse kui maltspuu; ladvaosas on see % suurem kui tüve alumises osas. Maks. ja miin. esinemine siin ei erine: need asuvad samuti kui erikaalu ja survetugevuse juureski — maks. 1-ses tugipuus ja miin. viimases. Vähenemine on seejuures lülipuul 19,5% ja maltspuul 26,1%. Üldise nõtketugevuse maks. asub samuti 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on siin 24,4%. Kõige suurem muudatus avaldub 1-se ja 2-se tugipuu vahel, kuna see ladvaosas on vähem.

Katsete jätkamisel saadi tulemusi, mis on toodud tabelis 56.

Tabel 56.  
Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	19	291—358	317		12	226—308	286		
1	2,14	14	250—296	288	302	9	205—267	236	261	277
2	4,28	12	230—269	255	271	9	206—278	256	246	256
3	6,42	9	205—287	267	261	5	231—264	246	251	255
4	8,56	3	215—246	230	248	3	261—309	291	268	262
Summa keskm.		57			270	38			256	263

Tugevus on tabel 56. esitatud lülipuul keskm. 24,8%, maltspuul 22,9% ja üld. tugevusel 22,9% madalam kui esialgse katse juures. Üldise tugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, kuna miin.

eelviimases. Maks. langus on 1-se ja 2-se tugipuu vahel järsk, tüve keskosas aga väike. Hoiatusomadus siin ei avaldu, kuna see esialgse katse juures esines väga katkeliselt; omadus ilmnes lülipuul tüve keskosas kõige paremini, mujal aga hoopis puudulikult.

Andmed kandetugevusest on näidatud tabelis 57.

Tabel 57.

Kandetugevus.

R a d i a a l - s u u n d.										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	25	693—785	740	803	11	729—890	830	810	807
2	2,14	17	801—894	867	783	10	705—836	791	792	788
3	4,28	10	601—783	700	722	9	729—841	794	788	763
4	6,42	7	702—789	755	706	6	738—806	783	698	700
	8,56	3	629—689	657		2	545—683	614		
Summa keskm.		62			753	38			772	764
T a n g e n t a a l - s u u n d.										
1	0	15	812—916	873	885	8	842—948	907	864	872
2	2,14	10	839—938	897	813	7	800—851	821	806	809
3	4,28	8	704—756	729	784	5	764—829	791	743	758
4	6,42	7	812—874	839	731	4	652—734	696	657	680
	8,56	2	612—636	624		2	601—637	619		
Summa keskm.		42			803	26			767	780
Üldine keskm.		104			778	64			769	772

Nagu tabeli 57. andmeist näha, on radiaal-suunas lülipuu-kandetugevus keskm. 2,3% väiksem kui maltspuul, tangentaal-suunas aga 4,1% suurem. Maks. asub nii lüli- kui ka malsosas mõlemas suunis 1-ses tugipuus, miin. aga viimasel. Lülipuul on radiaal-suunas vähenemine 12,2%, maltspuul 13,8%, tangentaal-suunas on aga kandetugevuse vähenemine

Tabel 58.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu j.r.k. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	24	71,3—89,8	84,7		10	85,6—97,7	92,1		
1	2,14	15	76,4—87,9	83,7	84,2	9	68,7—79,0	75,3	88,7	86,9
2	4,28	9	69,3—78,5	72,8	78,2	9	64,2—79,3	72,9	74,1	75,8
3	6,42	7	81,6—89,7	86,5	79,6	5	67,6—76,9	72,9	72,9	75,4
4	8,56	3	61,5—72,8	67,6	77,0	2	64,2—72,6	68,4	70,6	72,5
Summa keskm.		58			79,8	35			76,6	77,7
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
1	0	14	81,3—99,2	92,9		7	75,7—93,7	89,1		
	2,14	9	70,1—81,6	77,6	85,2	6	70,9—86,1	77,6	83,4	84,1
2	4,28	7	71,1—83,6	79,1	78,3	4	73,7—84,2	80,6	79,1	78,8
3	6,42	7	70,1—85,2	79,9	79,5	4	70,1—82,3	76,5	78,6	78,9
4	8,56	2	70,0—80,0	75,0	77,5	2	70,1—78,9	74,5	75,5	76,0
Summa keskm.		39			80,1	23			79,2	79,5
Üldine keskm.		97			80,0	58			77,9	78,6

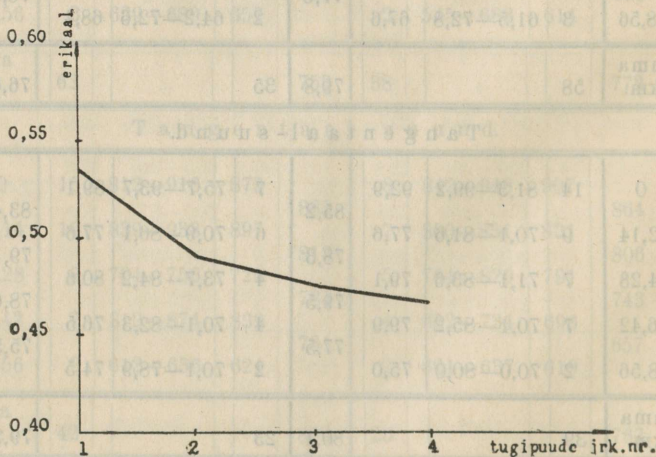
lülipuul 17,4% ja maltspuul 24,0%. Keskm. omab lülipuul siiski vähe kõrgema kandetugevuse kui maltspuu. Nii radiaal-kui ka tangentaal-suunas üldise kandetugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, kuna miin. viimases. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas 13,2%, tangentaal-suunas aga 22,0%, mis näitab, et vähenemine on suurem tangentaal-suunas. Üldine kandetugevus on tangentaal-suunas vähe suurem kui radiaal-suunas.

Elastsuse moodulist annab ettekujutuse tabel 58.

Sellest nähtub, et nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas on elastsuse moodul lülipuul kõrgem kui maltspuul. Maks. ja miin. asuvad samal kohal kui kandetugevusegi juures, erinevad on aga tugevuste vähenemised tüves. Üldise elastsuse mooduli vähenemine radiaal-suunas on 16,6%, tangentaal-suunas aga ainult 9,6%. Üldine elastsuse moodul on tangentaal-suunas vähe suurem kui radiaal-suunas.

### Kokkuvõtte soomännikuist.

Eelöeldust ja diagr. 7 ja 8 selgub, et erikaal ja mehaanilised omadused tüves vähenevad kännult ladva suunas. Maks.



Diagr. nr. 7. Soomännikute ülariinde tugipuude erikaalude kurv.

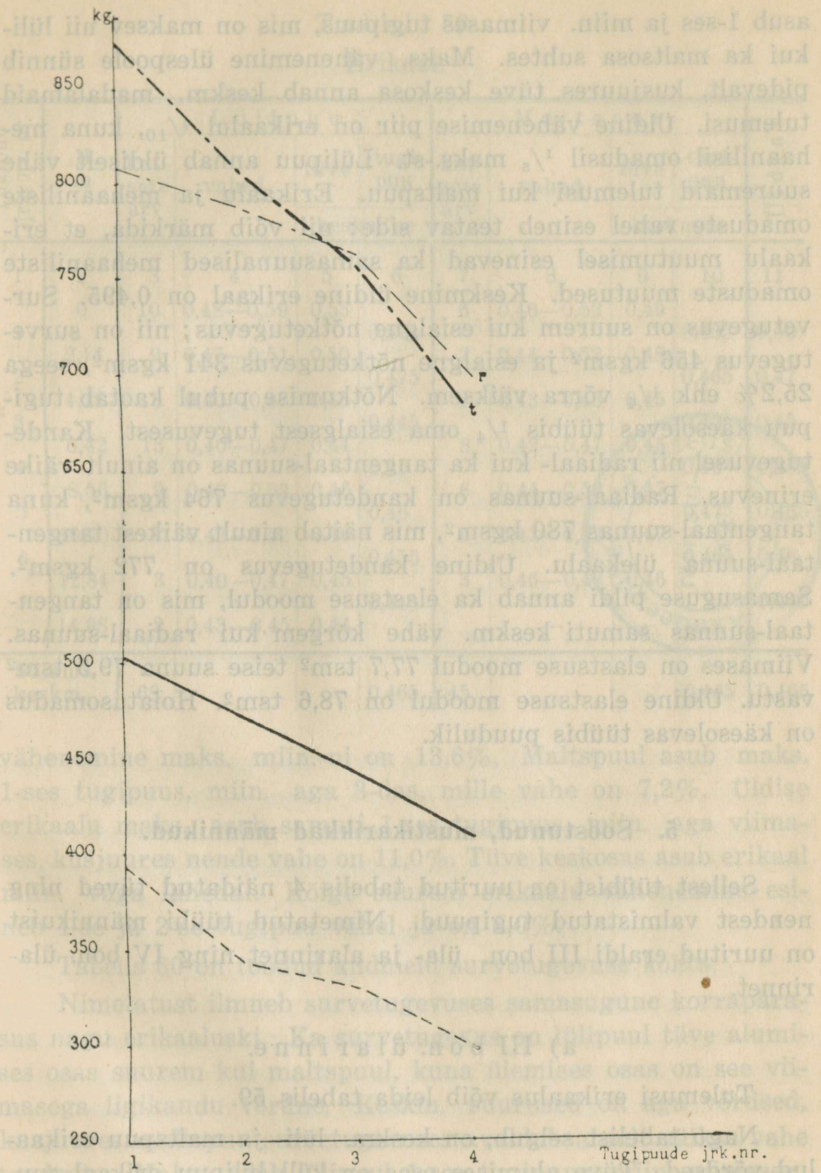


Diagramm nr. 8. Soomännikute ülarinde tugipuude mehaaniliste omaduste kurvid: — survetugevus; - - - nõtketugevus; - . - . kandetugevus, r — radiaalne, t — tangentaalne.

asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus, mis on maksev nii lüli- kui ka maltsoosa suhtes. Maks. vähenemine ülespoole sünnib pidevalt, kusjuures tüve keskosa annab keskm. madalamaid tulemusi. Üldine vähenemise piir on erikaalul  $\frac{1}{10}$ , kuna mehaanilisil omadusil  $\frac{1}{5}$  maks.-st. Lülipuu annab üldiselt vähe suuremaid tulemusi kui maltspuu. Erikaalu ja mehaaniliste omaduste vahel esineb teatav side: nii võib märkida, et erikaalu muutumisel esinevad ka samasuunalised mehaaniliste omaduste muutused. Keskmine üldine erikaal on 0,495. Survetugevus on suurem kui esialgne nõtketugevus; nii on survetugevus 456 kgsm<sup>2</sup> ja esialgne nõtketugevus 341 kgsm<sup>2</sup>, seega 25,2% ehk  $\frac{1}{4}$  võrra väiksem. Nõtkumise puhul kaotab tugipuu käesolevas tüübis  $\frac{1}{4}$  oma esialgsest tugevusest. Kandetugevusel nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas on ainult väike erinevus. Radiaal-suunas on kandetugevus 764 kgsm<sup>2</sup>, kuna tangentaal-suunas 780 kgsm<sup>2</sup>, mis näitab ainult väikest tangentaal-suuna ülekaalu. Üldine kandetugevus on 772 kgsm<sup>2</sup>. Samasuguse pildi annab ka elastsuse moodul, mis on tangentaal-suunas samuti keskm. vähe kõrgem kui radiaal-suunas. Viimases on elastsuse moodul 77,7 tsm<sup>2</sup> teise suuna 79,5 tsm<sup>2</sup> vastu. Üldine elastsuse moodul on 78,6 tsm<sup>2</sup>. Hoiatusomadus on käesolevas tüübis puudulik.

## 5. Soostunud, mustikarikkad männikud.

Sellest tüübist on uuritud tabelis 4 näidatud tüved ning nendest valmistatud tugipuud. Nimetatud tüübi männikuist on uuritud eraldi III bon. üla- ja alarinnet ning IV bon. alarinnet.

### a) III bon. ülarinne.

Tulemusi erikaalus võib leida tabelis 59.

Nagu tabelist selgub, on keskm. lüli- ja maltspuu erikaalud võrdsed. Tüve alumises osas on küll lülipuu erikaal suurem kui maltspuul, ladva osas on aga olukord vastupidine. Lülipuul asub erikaalu maks. 1-ses tugipuus ja miin. 3-das,

Tabel 59.

## Erikaal.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	0,48—0,59	0,53		6	0,46—0,52	0,49		
1	2,14	9	0,47—0,51	0,50	0,515	7	0,44—0,52	0,48	0,485	0,50
2	4,28	15	0,40—0,47	0,45	0,475	9	0,43—0,46	0,45	0,465	0,47
3	6,42	13	0,40—0,47	0,44	0,445	8	0,42—0,47	0,45	0,45	0,45
4	8,56	9	0,43—0,52	0,46	0,45	6	0,44—0,52	0,47	0,46	0,455
5	10,70	7	0,42—0,52	0,46	0,46	6	0,42—0,52	0,47	0,47	0,465
6	12,84	3	0,40—0,47	0,45	0,455	3	0,46—0,47	0,46	0,465	0,46
7	14,98	2	0,43—0,45	0,44	0,445	—	—	—	—	0,445
Summa keskm.		68			0,465	45			0,465	0,465

vähennemine maks. miin.-ni on 13,6%. Maltspuul asub maks. 1-ses tugipuus, miin. aga 3-das, mille vahe on 7,2%. Üldise erikaalu maks. asub samuti 1-ses tugipuus, miin. aga viimases, kusjuures nende vahe on 11,0%. Tüve keskosas asub erikaal miin. väga lähedal. Kõige suurem erikaalu vähennemine esineb 1-se ja 2-se tugipuu vahel ja on 6,0%.

Tabelis 60 on toodud andmeid survetugevuse kohta.

Nimetatust ilmneb survetugevuses samasugune korrapärasus nagu erikaaluski. Ka survetugevus on lülipuul tüve alumiises osas suurem kui maltspuul, kuna ülemises osas on see viimasega ligikaudu võrdne. Keskm. suurused on aga võrdsed, kusjuures maltspuu survetugevuses avaldub ainult väikse vahe tendents. Maks. asub lülipuul 1-ses tugipuus, miin. viimases; vähennemine maks. miin.-ni on 14,2%. Samuti asub maks. ka maltspuul 1-ses ja miin. viimases tugipuus; vähennemine on

Tabel 60.  
Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	19	390—492	406	443	6	416—480	443	432	436
2	2,14	8	391—450	431	417	7	409—445	421	409	413
3	4,28	16	360—422	403	395	9	370—422	397	395	395
4	6,42	14	350—406	387	387	9	370—416	394	393	390
5	8,56	9	360—419	388	402	6	380—409	392	395	398
6	10,70	7	370—429	416	400	6	369—421	398	397	398
7	12,84	3	350—416	385	380	3	346—420	397	389	382
	14,98	2	345—405	375		2	361—401	381		
Summa keskm.		78			403	48			402	402

aga väiksem — 9,9%. Ka üldise survetugevuse maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus; siin on üldine vähenemine 12,4%. Vähenemise ulatus on kõige suurem 1-se ja 2-se tugipuu piirides. Tüve keskosas võib aga tunduvalt nõrgemat vähenemist märkida kui kännuosas.

Nõtketugevused on näidatud tabelis 61.

Tabelist nähtub, et esialgne nõtketugevus on lüli- ja maltspuul suuremate erinevustega kui seda võis leida erikaalu ja survetugevuse juures. Lülipuu on kogu tüve ulatuses vähema nõtketugevusega kui maltspuu ja seda keskm. 6,9%. Maks. asub lülipuul 1-ses, miin. aga 4-das tugipuus. Siin näeme, et 6-es tugipuu omab sama kõrge nõtketugevuse kui 2-ne tugipuu. Maltspuu omab aga maks. 2-ses, kuna miin. on see 3-das tugipuus. Ka siin annavad ladvaosad võrdlemisi suure nõtketugevuse. Vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 11,9%,

Tabel 61.

## Esiagne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	7	5	6	7	8	9	10	11
	0	6	301—378	358		4	305—365	343		
1					360				366	363
	2,14	5	320—379	362		4	340—395	389		
2					342				372	358
	4,28	9	275—345	322		5	315—387	355		
3					319				342	331
	6,42	8	271—336	316		6	310—380	330		
4					317				351	332
	8,56	7	267—349	319		5	345—411	372		
5					318				368	336
	10,70	5	281—365	318		4	309—393	364		
6					339				359	345
	12,84	3	307—386	361		3	302—384	354		
7					—				—	—
	14,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa keskm.		43			360	31			335	345

maltspuul seevastu 8,0%. Üldisel nõtketugevusel asub maks. 1-ses ja miin. 3-das tugipuus; ka esineb ladva suunas veel uus tõus. Vähenemine maks. miin.-ni on üldisel nõtketugevusel 8,8%. Hoiatusomadus esineb rahuldavalt, kuigi reeglipäratult ja on parem tüve alumises- ning keskosas; ladvaosas on seevastu nimetatud omadus üldiselt tunduvalt halvem.

Katse jätkamisel saadud andmed on esitatud tabelis 62.

Üldiselt on siin tulemuste vahekorrad eelmisega vähe analoogilised ja andmed on esialgsest katsest madalamad: nii on siin lüli puul keskm. nõtketugevus 30,0%, maltspuul 21,8% ja üldisel tugevusel 25,2% madalam. Peab märkima, et saadud tulemuste iseloom ja mitmekesisus ei luba teha kindlaid järeldusi, kuid siiski on näha, et ladvaosades on nõtketugevus suurem kui tüve alumises osas. Hoiatusomadus siin ei avaldu.

Andmeid kandetugevusest on paigutatud tabelisse 63.

Tabel 62.

Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	L ü l i p u u					M a l t s p u u				Üldine
	H m	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	5	209—267	245		3	205—267	230		
1	2,14	4	205—254	237	241	4	221—269	248	239	242
2	4,28	7	201—268	237	237	5	207—276	240	244	240
3	6,42	7	201—271	234	235	5	243—269	252	246	240
4	8,56	6	262—346	301	267	4	272—297	286	269	268
5	10,70	4	223—284	257	279	3	250—294	280	283	280
6	12,84	3	227—277	254	255	2	283—325	304	292	280
7	14,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa keskm		36			252	26			262	258

Tabel 63 näitab, et kandetugevus nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas on lülipuul madalam kui maltspuul ja nimelt: radiaal-suunas keskm. 1,3%, tangentaal-suunas aga 1,0%. Nii radiaalse kui ka tangentaalse kandetugevuse juures asub maks. 1-ses ning miin. viimases tugipuus. Tangentaal-suunas omab lülipuu kandetugevus siiski erandi, kuna see viimastes tugipuudes näitab väikest tõusu. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas lülipuul 19,3%, maltspuul 16,7%, kuna tangentaal-suunas on see vastavalt lülipuul 23,7% ning maltspuul 20,7%. Üldisel kandetugevusel radiaal-suunas asub maks. 1-ses ja miin. viimastes tugipuudes; sama võib öelda ka tangentaal-suuna kohta. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaalsel kandetugevusel 17,5% ning üldisel tangentaalsel kandetugevusel 21,7%. Seejuures on tangentaalne üldine kandetugevus vähe kõrgem radiaalsest.

Elastsuse moodul on käsitatud tabelis 64.

Tabel 63.  
Kandetugevus.

R a d i a a l - s u u n d .

Tugi- puu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	4	811—875	841	826	3	766—847	815	798	810
1	2,14	3	749—831	812	781	3	719—815	781	786	784
2	4,28	6	701—796	750	705	4	714—861	791	743	725
3	6,42	6	610—690	660	637	4	646—749	695	669	655
4	8,56	4	545—656	614	630	3	601—687	643	636	634
5	10,70	3	601—698	647	644	3	589—671	629	633	636
6	12,84	1	—	642	—	1	—	638	—	—
7	14,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa keskm.		27			704	21			711	708

T a n g e n t a a l - s u u n d .

1	0	4	746—859	804	787	3	731—811	789	773	779
2	2,14	4	703—791	770	739	4	708—795	758	741	740
3	4,28	10	652—749	708	698	5	686—761	725	710	701
4	6,42	8	650—732	689	671	5	640—746	695	682	678
5	8,56	5	601—696	654	656	3	605—709	669	677	669
6	10,70	4	604—680	658	651	3	629—713	685	671	664
7	12,84	2	605—685	645	635	2	608—708	658	644	643
	14,98	2	564—686	625		2	605—655	630		
Summa keskm.		39			691	27			700	697
Üldine keskm.		66			697	48			705	702

Tabel 64.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d.										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	4	73,2—89,6	95,9		3	76,2—87,4	81,4		
1	2,14	4	74,2—86,3	80,1	88,0	4	72,5—81,3	78,4	79,9	83,2
2	4,28	10	70,2—79,3	74,5	77,3	5	68,9—79,4	72,9	75,7	76,4
3	6,42	8	67,3—79,3	72,2	73,3	5	67,3—79,3	74,5	73,7	73,5
4	8,56	5	65,6—78,4	73,1	72,6	3	61,9—69,3	65,3	69,9	71,0
5	10,70	4	61,9—72,3	68,9	71,0	3	69,7—77,7	75,2	70,3	70,5
6	12,84	2	67,0—68,2	67,6	68,3	2	70,0—71,8	70,9	73,1	71,5
7	14,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa keskm.		37			75,1	25			73,8	74,4
T a n g e n t a a l - s u u n d.										
	0	4	74,3—86,6	83,7		3	78,3—82,7	80,6		
1	2,14	3	80,9—89,8	86,8	85,2	3	73,0—84,2	79,1	79,9	82,0
2	4,28	6	70,0—76,2	72,9	79,9	4	64,6—76,4	72,1	75,6	77,6
3	6,42	6	65,3—75,0	70,7	71,8	4	65,2—71,0	69,1	70,6	71,1
4	8,56	4	64,0—78,1	71,7	71,2	3	68,2—75,9	72,2	70,6	70,9
5	10,70	3	60,2—71,3	66,1	68,9	3	61,2—74,3	69,9	71,0	70,2
6	12,84	1	—	70,0	68,1	1	—	62,9	66,4	66,9
7	14,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa keskm.		27			74,2	21			72,4	73,1
Üldine keskm.		64			74,7	46			73,1	73,8

Tabelist selgub, et lülipuu elastsuse moodul on nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas kõrgem kui maltspuul. Maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimastes. Üldise elastsuse mooduli maks. asub samuti 1-ses tugipuus ja miin. viimastes. Vähene- mine maks. miin.-ni on radiaal-suunas 15,3% ja tangentaal- suunas 18,4%. Tüve kesk- ja ladvaosa omab enamvähem ühesuguse elastsuse mooduli. Radiaal-suunas on üldine elast- suse moodul vähe kõrgem kui tangentaal-suunas.

Teise grupina soostunud, mustikarikkaist männikuist on uuritud III bon. alarinnet.

b) III bon. alarinne.

Tabelis 65 on toodud tulemused erikaalust.

Tabel 65.

Erikaal.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Ü l d i n e
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	22	0,53—0,59	0,56		14	0,55—0,61	0,58		0,53
1	2,14	17	0,45—0,50	0,48	0,52	13	0,48—0,52	0,50	0,54	0,48
2	4,28	16	0,42—0,49	0,46	0,47	11	0,47—0,50	0,48	0,49	0,465
3	6,42	11	0,43—0,50	0,46	0,46	8	0,45—0,49	0,47	0,475	0,47
4	8,56	8	0,43—0,49	0,47	0,465	6	0,44—0,51	0,49	0,48	0,46
5	10,70	4	0,44—0,45	0,44	0,455	4	0,43—0,45	0,44	0,465	
Summa keskm.		78			0,475	56			0,49	0,48

Tabelist nähtub, et lülipuu erikaal on maltspuu omast keskm. 3,1% madalam. Maks. asub lülipuul 1-ses tugipuus ja miin. viimases. Erikaalu vähenemine maks. miin.-ni on 12,5%.

Ka maltspuul asub maks. 1-ses tugipuu ning miin. viimases; erikaalu vähenemine on aga siin 13,8%. Lülipuu on kogu tüve ulatuses madalama erikaaluga kui maltspuu. Üldise erikaalu maks. asub 1-ses tugipuu ja miin. viimases. Erikaalu vähenemine on siin 13,2%. Kõige suurem erikaalu langus esineb 1-se ja 2-se tugipuu vahel. Tüve keskosa erikaal on õige lähedal miinimumile.

Andmeid survetugevusest on paigutatud tabelisse 66.

Tabel 66.

Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	20	405—490	465		14	461—527	497		
1	2,14	18	402—439	420	442	12	402—453	439	468	456
2	4,28	16	381—436	407	413	11	382—436	410	424	419
3	6,42	10	367—429	410	408	8	875—441	411	410	409
4	8,56	8	381—409	395	402	5	391—448	427	419	411
5	10,70	4	350—410	371	383	4	359—432	402	414	401
Summa keskm.		78			410	54			427	419

Ka survetugevuses annab lülipuu madalamaid andmeid kui maltspuu. Nii on keskmiselt lülipuu survetugevus 4,0% väiksem kui maltspuul. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuu, kuna miin. on lülipuul viimases, maltspuul aga 3-das tugipuu. Survetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul — 13,3%, maltspuul — 12,4%. Vahekord lüli- ja maltspuu survetugevusel pole ühesugune kogu tüve ulatuses: suurem erinevus esineb 1-se ja 2-se tugipuu vahel. Üldine survetugevuse

maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus. Survetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on siin 12,1%. Tüve ülemises osas on survetugevuse vähenemine pikaldasem kui alumises. Esialgse nõtketugevuse andmeid esitab tabel 67.

Tabel 67.

Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu nr. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	278—345	320		8	349—425	375		
1	2,14	8	240—286	272	296	7	360—421	390	382	342
2	4,28	7	275—309	291	281	6	326—379	357	373	325
3	6,42	6	274—311	290	290	6	280—330	300	328	309
4	8,56	5	283—328	305	297	5	265—327	291	295	296
5	10,70	4	280—346	315	310	4	291—336	320	305	308
Summa keskm.		40			295	36			337	316

Nagu andmeist nähtub, omab lülipuu 12,5% madalama nõtketugevuse kui maltspuu. Lülipuul asub maks. viimases, miin. 2-ses tugipuus, maltspuul vastavalt 1-es ja 4-das tugipuus. Nõtketugevuse vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul 9,3%, maltspuul 22,7%. Tüve alumises osas on lülipuu nõtketugevus vähem kui maltspuul, ladvaosas aga vastupidi. Üldise nõtketugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga eelviimases. Üldine tugevuse vähenemine on 13,4%. Tüve kesk- ja ladvaosas on nõtketugevuse vähenemine aeglane, kuna alumises osas on see suurem. Hoiatusomadus avaldub puudulikult, eriti tüve alumises ja ladva osades. Lülipuu hoiatusomadus on siiski parem kui maltspuul.

Katse jätkamisel saadi tulemusi, mis on toodud tabelis 68.

Tabel 68.

## Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				* M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	9	189—246	229		6	245—321	270		
1	2,14	7	184—237	224	226	6	246—301	281	285	258
2	4,28	5	205—262	244	234	5	267—332	310	295	265
3	6,42	6	196—231	210	227	5	241—269	258	284	256
4	8,56	4	228—279	258	234	3	237—289	258	258	245
5	10,70	2	204—268	234	246	3	151—199	190	224	235
Summa keskm.		33			233	28			269	252

Tabelist 68 nähtub, et lülipuu omab 21,0%, maltspuu 20,2% ning üldine 20,3% vähema tugevuse kui esialgses katses. Maks. asub siin üldisel tugevusel 2-ses tugipuus, kuna miin. viimases. Tugevuse vähenemine maks. miin.-ni on 11,7%. Kõige kõrgemaid resultate näitab tüve keskosa, selle järele tüve alumine ning kõige väiksemaid ladvaosa.

Kandetugevusi näitab tabel 69.

Tabelist nähtub, et lülipuu kandetugevus radiaal-suunas on keskm. 1,7% suurem, tangentaal-suunas aga 3,6% vähem kui maltspuul. Radiaalse kandetugevuse maks. asub lülipuul 1-ses tugipuus, samuti ka maltspuul, miin. aga viimases. Tangentaalse kandetugevuse maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, miin. aga lülipuul eelviimases ja maltspuul viimases. Radiaalne kandetugevus väheneb lülipuul 14,8%, maltspuul aga 18,7%; tangentaalne kandetugevus väheneb lülipuul 23,6% ja maltspuul 23,4%. Üldise radiaal-suunalise kandetugevuse maks. asub 1-ses, miin. aga viimases tugipuus,

Tabel 69.

## Kandetugevus.

## Radiaal-suund.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lülipuu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	0	12	763—852	825	815	8	743—895	862	814	814
2	2,14	10	747—860	805	798	7	701—792	766	757	778
3	4,28	9	764—831	791	749	6	696—785	748	752	750
4	6,42	6	693—742	708	723	5	703—789	757	729	726
5	8,56	4	691—769	738	694	3	651—764	701	662	675
	10,70	2	600—700	650		2	600—648	624		
Summa keskm.		43			756	31			743	749

## Tangentiaal-suund.

1	0	10	768—856	838	837	7	830—905	893	881	860
2	2,14	8	791—852	836	810	6	813—890	869	820	815
3	4,28	7	743—815	785	712	5	709—796	772	728	719
4	6,42	5	595—692	640	639	3	645—721	685	678	659
5	8,56	3	578—675	639	646	3	634—695	671	675	662
	10,70	2	624—704	654		2	654—704	679		
Summa keskm.		25			729	26			756	743
Üldine keskm.		68			742	57			749	746

tangentiaal-suunas aga eelviimases; vähenemine maks. miin.-ni radiaalse kandetugevuse juures on 17,0% ja tangentiaalse kandetugevuse juures 23,4%.

Andmed elastsuse modulist on esitatud tabelis 70.

Tabel 70.  
Elastsuse moodul.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine			keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	12	81,4—92,6	88,3		8	73,2—89,2	85,2		
1	2,14	10	75,3—87,6	82,2	85,2	7	71,4—89,5	82,1	83,7	84,4
2	4,28	8	70,1—75,6	72,2	77,2	5	62,3—78,3	70,2	76,2	76,7
3	6,42	6	67,3—79,2	72,0	72,1	5	65,2—78,6	73,7	72,0	72,0
4	8,56	4	62,3—75,6	70,8	71,4	3	68,3—78,4	73,7	73,7	72,6
5	10,70	2	68,0—74,2	71,1	71,0	2	63,0—67,5	65,2	69,5	70,1
Summa keskm.		42			75,4	30			75,0	75,2

T a n g e n t a a l - s u u n d .										
	0	10	71,4—85,3	80,1		7	84,3—90,6	87,6		
1	2,14	8	65,9—78,6	70,1	75,1	5	75,3—83,7	81,4	84,5	80,2
2	4,28	7	65,2—78,5	74,5	72,3	5	74,5—85,3	82,6	82,0	77,0
3	6,42	5	65,3—73,2	70,6	72,5	3	65,3—75,2	70,2	76,4	74,4
4	8,56	3	65,3—68,9	67,0	68,8	3	70,2—76,4	72,2	71,1	70,0
5	10,70	2	60,4—68,6	64,5	65,7	2	65,3—71,3	68,3	70,3	68,4
Summa keskm.		35			70,9	25			76,9	74,0
Üldine keskm.		77			73,2	55			76,0	74,6

Tabelist 70 selgub, et lülipuul on radiaalne elastsuse moodul kõrgem kuna tangentaal-suunas maltspuul on see vastupidi. Üldine elastsuse moodul radiaalsel kandetugevusel on kõrgem kui tangentaalsel. Maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases.

Vähennemine maks. miin-ni on radiaal-suunas 16,9% ja tangentaal-suunas 14,7%.

Viimase grupina selles tüübis on uuritud IV bon. ülarinnet.

c) IV bon. ülarinne.

Tabelis 71 on toodud andmeid käsitletava tüübi erikaalude kohta.

Tabel 71.

Erikaal.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lülipuu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	22	0,50—0,60	0,55		14	0,55—0,61	0,58		
1	2,14	17	0,48—0,56	0,52	0,535	11	0,50—0,59	0,55	0,565	0,545
2	4,28	13	0,42—0,50	0,47	0,495	9	0,46—0,55	0,51	0,535	0,51
3	6,42	9	0,46—0,52	0,50	0,49	6	0,46—0,54	0,50	0,505	0,49
4	8,56	6	0,40—0,49	0,44	0,47	4	0,41—0,47	0,45	0,475	0,47
5	10,70	5	0,40—0,46	0,44	0,44	4	0,40—0,47	0,43	0,44	0,44
Summa keskm.		72			0,485	48			0,50	0,49

Tabelist selgub, et lülipuu omab keskm. 3% madalama erikaalu kui maltspuu. Peamine lahkuminek esineb tüve alumises osas, kuna tüve ladvapoolses osas on lüli- ja maltspuu erikaalud võrdsed. Maks. asub nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Erikaalu vähennemine maks. miin-ni on lülipuul 17,8% ja maltspuul 22,1%. Ka üldise erikaalu maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Üldise erikaalu vähennemine on 19,3%. Suurem vähennemine esineb 1-ses ja 2-ses tugipuus.

Andmeid survetugevusest näitab tabel 72.

Tabel 72.  
Survetugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	18	486—539	527		13	509—586	554		
1	2,14	14	464—509	489	508	10	501—555	529	541	529
2	4,28	12	401—456	422	455	8	426—491	455	492	479
3	6,42	9	400—452	427	424	5	422—484	469	462	449
4	8,56	6	407—459	433	430	5	402—459	436	452	446
5	10,70	4	409—449	433	433	4	415—465	439	437	437
Summa keskm.		63			450	43			477	468

Tabelist selgub, et lülipuu omab keskm. 5,7% väiksema survetugevuse kui maltspuu. Maks. asub lülipuul 1-ses, miin. aga 3-das tugipuus. Vähenemine maks. miin.-ni on 16,5%. Maltspuul asub maks. 1-ses, miin. aga viimases tugipuus; seejuures on survetugevuse vähenemine maks. miin.-ni 19,2%. Üldise survetugevuse maks. asub 1-ses ja miin. viimases tugipuus. Üldise survetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on 17,4%. Kõige rohkem väheneb survetugevus 1-se ja 2-se tugipuu vahel. Kõrgemal on vähenemine aeglasem.

Andmeid esialgselt nõtketugevusest on paigutatud tabelisse 73.

Nagu eeltoodust nähtub, omab lülipuu keskm. 5,7% väiksema nõtketugevuse kui maltspuu. Nii lüli- kui ka maltspuul asub maks. 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Nõtketugevuse vähenemine on lülipuul 19,8%, maltspuul — 26,6%. Üldise nõtketugevuse maks. asub 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on 25,1%. Kõige järsum vähenemine esineb 1-sel ja 2-sel tugipuul. Tüve kesk- ja ladvaosas on see tunduvalt aeglasem. Hoiatusomadus esi-

Tabel 73.  
Esialgne nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	354—429	406		7	400—445	416		
1	2,14	9	328—386	362	384	5	369—402	381	398	393
2	4,28	10	308—389	349	355	5	341—405	376	378	370
3	6,42	6	305—367	335	342	4	307—394	340	358	352
4	8,56	6	321—388	347	341	4	301—356	320	330	333
5	10,70	3	265—310	270	308	3	234—293	265	292	294
Summa keskm.		43			346	28			351	348

Tabel 74.  
Pärastine nõtketugevus.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	9	287—331	306		7	356—399	389		
1	2,14	8	256—298	278	292	3	309—372	343	366	340
2	4,28	6	267—291	285	281	5	205—286	224	283	282
3	6,42	4	232—279	259	272	3	252—310	290	257	262
4	8,56	3	164—191	189	224	3	207—266	242	266	254
5	10,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa keskm.		30			267	21			293	284

neb puudulikult eriti ladva osades, kuna see tüve keskel ja alumises osas on parem.

Katsete jätkamisel saadi tulemusi, mis on toodud tabelis 74.

Tabel 75.  
Kandetugevus.

R a d i a a l - s u u n d .										
Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	L ü l i p u u				M a l t s p u u				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine	keskmine					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	794—886	866	814	8	794—852	824	817	816
2	2,14	9	742—801	762	773	6	781—853	810	788	782
3	4,28	7	740—815	785	747	6	731—794	767	755	752
4	6,42	6	685—746	709	706	4	703—788	743	738	728
5	8,56	4	662—743	703	696	3	701—768	733	722	718
	10,70	3	646—728	690		2	680—740	711		
Summa keskm.		39			747	29			764	759
T a n g e n t a a l - s u u n d .										
1	0	8	788—849	827	851	5	858—918	901	853	852
2	2,14	6	832—896	876	838	4	786—851	806	779	800
3	4,28	5	761—829	800	776	3	702—791	752	745	756
4	6,42	5	730—778	752	730	3	701—782	738	726	727
5	8,56	3	651—732	709	705	3	689—736	714	713	706
	10,70	3	669—731	702		2	701—723	712		
Summa keskm.		30			780	20			763	768
Üldine keskm.		69			763	49			763	763

Tabelist selgub, et pärastised nõtketugevused on väiksemad kui esialgsete katsete juures. Nii on vähenemine lülipuul 22,8%, maltspuul — 16,5% ja üldine — 18,4%. Hoiatusomadus siin ei avaldu.

Tabel 76.

Elastsuse moodul.

Radiaal-suund.

Tugipuu jrk. nr. nr.	H m	Lülipuu				Maltspuu				Üldine
		kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	kat- sete arv	vahed	tüve	tugi- puu	
				keskmine				keskmine		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	10	80,7—98,5	91,6		8	81,2—90,6	87,1		
1	2,14	9	72,5—87,8	80,4	86,0	6	74,9—88,6	84,7	85,9	86,0
2	4,28	7	71,6—88,5	79,4	79,9	6	70,4—82,6	78,6	81,7	81,0
3	6,42	6	68,5—81,8	76,2	77,8	4	72,5—86,5	79,1	78,8	78,5
4	8,56	4	65,4—79,8	73,3	74,8	3	70,3—81,7	75,9	77,5	76,7
5	10,70	3	61,2—72,9	67,1	70,2	2	61,5—75,7	68,6	72,2	71,9
Summa keskm.		39			77,7	29			79,2	78,8

Tangentiaal-suund.

1	0	8	79,5—91,3	85,6		5	85,2—94,9	90,4		
	2,14	6	75,6—85,3	84,0	84,8	4	78,4—89,3	80,4	85,4	85,2
2	4,28	5	69,5—81,6	75,6	79,8	3	80,6—90,1	86,9	83,6	82,2
3	6,42	5	65,4—78,6	70,9	73,3	3	63,2—76,4	71,3	79,1	77,4
4	8,56	3	62,5—78,3	73,2	72,1	3	66,2—78,8	72,9	72,1	72,1
5	10,70	3	65,2—79,7	74,0	73,6	2	64,3—79,1	71,7	72,3	72,5
Summa keskm.		30			76,7	20			78,5	77,9
Üldine keskm.		69			77,2	49			78,9	78,4

Andmed kandetugevusest on paigutatud tabelisse 75.

Tabelist selgub, et kandetugevus on lülipuul erinev: radiaal-suunas on ta madalam kui maltspuul, tangentaal-suunas aga kõrgem, mõlemad vastavalt 2,2%. Nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas on lüli- ja maltspuul maks. 1-ses tugipuus, miin. asub aga viimases. Kandetugevuse vähenemine maks. miin.-ni on lülipuul radiaal-suunas 14,5% ja maltspuul 11,6%; tangentaal-suunas on aga vähenemine maks. miin.-ni lülipuul — 17,1% ja maltspuul — 16,4%. Üldise kandetugevuse maks. asub nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Kandetugevus väheneb radiaal-suunas — 12,0% ja tangentaal-suunas — 17,1%. Keskm. on üldine kandetugevus tangentaal-suunas vähe kõrgem kui radiaal-suunas.

Andmeid elastsuse moodulist leiame tabelis 76.

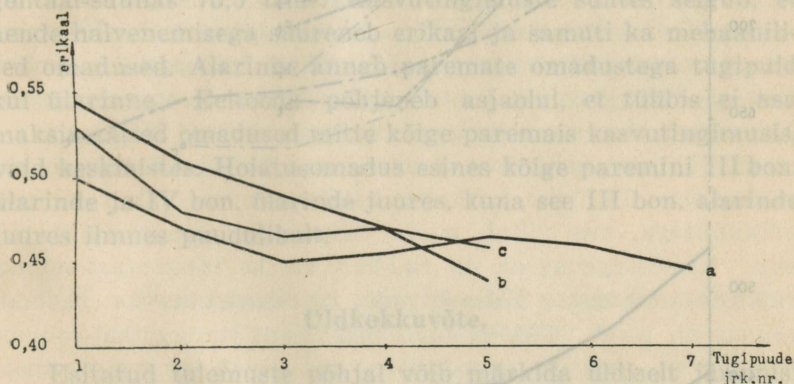
Elastsuse moodul on nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas lülipuul madalam kui maltspuul. Maks. asub lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, miin. aga viimases. Tangentaal-suunas asub maks. nii lüli- kui ka maltspuul 1-ses tugipuus, miin. eelviimases. Üldise elastsuse mooduli maks. asub radiaal-suunas 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases; tangentaal-suunas asub aga maks. 1-ses tugipuus ja miin. eelviimases. Vähenemine maks. miin.-ni on radiaal-suunas — 16,4% ja tangentaal-suunas — 14,9%. Radiaal-suunas on elastsuse moodul keskm. suurem kui tangentaal-suunas.

Kokkuvõtte soostunud, mustikarikaste männikute kohta.

Kõigi esitatud andmete ja materjalide põhjal võib tulla järgmistele ühistele tulemustele.

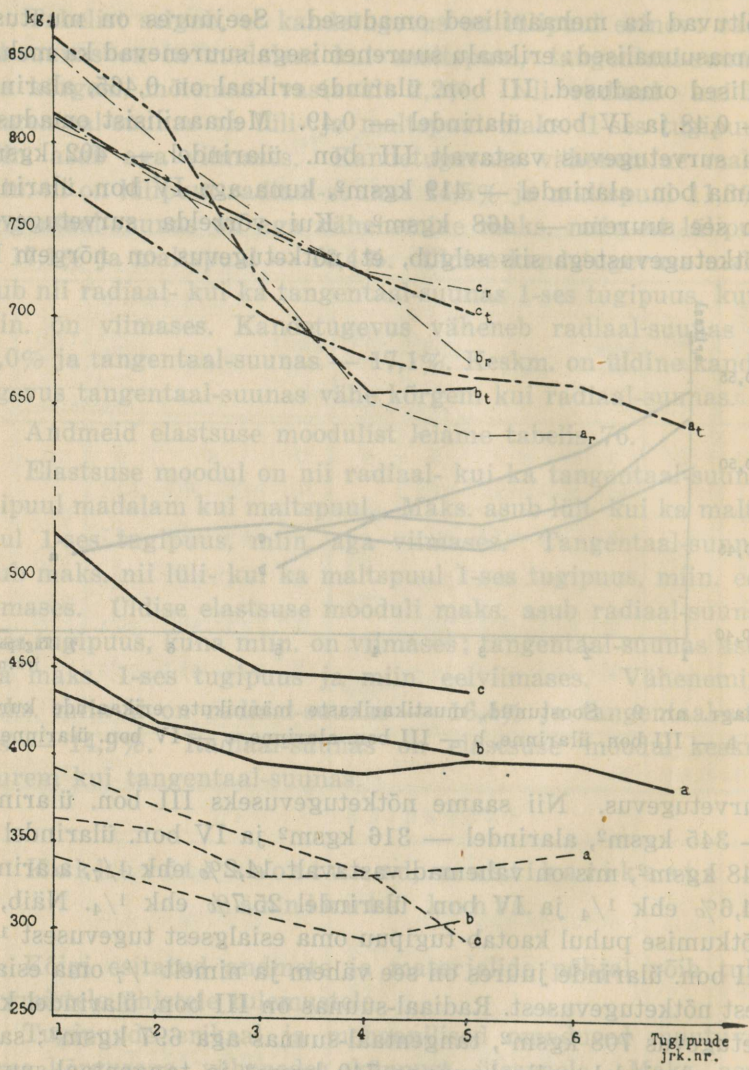
Tugipuude erikaal ja mehaanilised omadused muutuvad tüves kõrgusega, vähenedes kännust ülespoole. Maks. asub 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases; erandi moodustab III bon. ülarinne, kus miin. võib asuda sageli ka tüve keskosas. Üldine vähenemine maks. miin.-ni on erikaaludel  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$  ja mehaanilistel omadustel  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ . Lülipuu annab üldiselt

madalamaid tulemusi kui maltspuu. On märgata, et erikaalust sõltuvad ka mehaanilised omadused. Seejuures on muutused samasuunalised: erikaalu suurenemisega suurenevad ka mehaanilised omadused. III bon. ülarinde erikaal on 0,465, alarindel — 0,48 ja IV bon. ülarindel — 0,49. Mehaanilisist omadusist on survetugevus vastavalt III bon. ülarindel — 402 kgsm<sup>2</sup>, sama bon. alarindel — 419 kgsm<sup>2</sup>, kuna aga IV bon. ülarindel on see suurem — 468 kgsm<sup>2</sup>. Kui võrrelda survetugevusi nõtketugevustega siis selgub, et nõtketugevus on nõrgem kui



Diagr. nr. 9. Soostunud, mustikarikaste männikute erikaalude kurvid.  
a — III bon. ülarinne, b — III bon. alarinne, c — IV bon. ülarinne.

survetugevus. Nii saame nõtketugevuseks III bon. ülarindel — 345 kgsm<sup>2</sup>, alarindel — 316 kgsm<sup>2</sup> ja IV bon. ülarindel — 348 kgsm<sup>2</sup>, mis on vähemad vastavalt 14,2% ehk  $\frac{1}{7}$ , alarindel 24,6% ehk  $\frac{1}{4}$  ja IV bon. ülarindel 25,7% ehk  $\frac{1}{4}$ . Näib, et nõtkumise puhul kaotab tugipuu oma esialgsest tugevusest  $\frac{1}{4}$ ; III bon. ülarinde juures on see vähem ja nimelt  $\frac{1}{7}$  oma esialgsest nõtketugevusest. Radiaal-suunas on III bon. ülarindel kandetugevus 708 kgsm<sup>2</sup>, tangentaal-suunas aga 697 kgsm<sup>2</sup>; sama bon. alarindel radiaal-suunas 749 kgsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 743 kgsm<sup>2</sup>. IV bon. ülarindel on kandetugevus radiaal-suunas 759 kgsm<sup>2</sup>, tangentaal-suunas aga 768 kgsm<sup>2</sup>. Andmeist nähtub, et vahe radiaalsel ja tangentaalsel kandetugevusel on väike. III bon. juures omab radiaalne kandetugevus väikese



Diagr. nr. 10. Soostunud, mustikar.kaste männikute tugipuude mehaaniliste omaduste kurvid: a — III bon. ülarinne, b — III bon. alarinne, c — IV bon. ülarinne. — survetugevus; - - - nõtketugevus; — · — · kandetugevus (a<sub>r</sub>, b<sub>r</sub>, c<sub>r</sub> — radiaalne; a<sub>t</sub>, b<sub>t</sub>, c<sub>t</sub> — tangentaalne).

ülekaalu, IV bon. juures on see aga vastupidi. Üldiselt on soostunud, mustikarikaste männikute tüübis kandetugevus radiaal-suunas 739 kgsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 736 kgsm<sup>2</sup>, — seega peaaegu võrdsed. Elastuse moodul on III bon. ülarindel radiaal-suunas 74,4 tsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 73,1 tsm<sup>2</sup>; sama bon. alarindel radiaal-suunas 75,2 tsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 74,0 tsm<sup>2</sup>, kuna aga IV bon. ülarindel on elastuse moodul radiaal-suunas 78,8 tsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 77,9 tsm<sup>2</sup>. Üldiselt on elastuse moodul tüübi kohta radiaal-suunas 76,1 tsm<sup>2</sup> ja tangentaal-suunas 75,0 tsm<sup>2</sup>. Kasvutingimuste suhtes selgub, et nende halvenemisega suureneb erikaal ja samuti ka mehaanilised omadused. Alarinne annab paremate omadustega tugipuid kui ülarinne. Eeltoodu põhjeneb asjaolul, et tüübis ei asu maksimaalsed omadused mitte kõige paremais kasvutingimuses, vaid keskmistes. Hoiatusomadus esines kõige paremini III bon. ülarinde ja IV bon. ülarinde juures, kuna see III bon. alarinde juures ilmnes puudulikult.

### Üldkokkuvõte.

Esitatud tulemuste põhjal võib märkida üldiselt järgmisi asjaolusid.

Lüli- ja maltspuu omavad erinevaid tulemusi nii erikaalu kui ka mehaaniliste omaduste suhtes. Lahkumine on võrdlemisi väike ja kõigub 0—5% vahel mõlemale poole. Peamine lahkumine esineb tüve alumises osas, kuna ülemises, ladva osas, on vahed tunduvalt väiksemad. Nii lüli- kui ka maltspuul asub maks. tavaliselt 1-ses tugipuus, kuna miin. on viimases. Maks. ja miin. vahe kõigub mitmesuguses ulatuses: keskm. on see erikaalul  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$  ja mehaanilistel omadustel  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{5}$  maks.-st. Kõige suurem omaduste vähenemine leiab aset 1-se ja 2-se tugipuu piirides, mis on sageli pool ja rohkemgi maks. ja miin. vahest. Seega tüve kesk- ja ladvaosa on ühtlasemate omadustega kui tüve alumine osa. Samu asjaolusid tuleb märkida ka üldiste omaduste suhtes. Ka siin annab kõige paremate omadustega tugipuid tüve alumine osa, selle järele tüve keskmine osa ja kõige halvemaid tüve ladvaosa. Tavaliselt

tüve keskmise osa omadused on tüve keskm. lähedal, kuid siiski kalduvusega miin. poole. Omaduste vähenemine maks. miin.-ni ei sünni ühtlaselt, vaid enamik juhtudel vahekorras tüve alumise, kesk- ja ladvaosa vahel 10:8,7:8.

Lõpptulemused erikaalust ja mehaanilistest omadustest männiku tüüpide ja nende alajaotuste järgi on näidatud tabelis 89. Sellest nähtub, et nii erikaal kui ka mehaanilised omadused on männikutes tüüpide ning nende alajaotuste — bon. ja rinnete järgi erinevad. Tabelis toodud keskmiste suuruste järele võib panna tähele, et survetugevusel ja esialgsel nõtketugevusel on teatavate piiridega suhe: nimelt annab nõtketugevus survetugevusest keskm. 14,2—29,4% vähemaid tulemusi. Esialgne nõtketugevus kaotab mõju järele  $\frac{1}{3}$  oma esialgsest tugevusest, kuid see kõigub siiski väga suurtes piirides ja on nimelt lülipuus, eriti tüve alumises osas, tunduvalt suurem kui maltspuus. Paljudel juhtudel hävib tugevus üldse esimese nõtkumisega, mis viitab puidu rabadusele, samuti lülistumisele. Kandetugevus on nii radiaal- kui ka tangentaal-suunas väikeste vahedega. Üldiselt näib, et kandetugevus radiaal-suunas on pisut väiksem kandetugevusest tangentaal-suunas. Mis puutub elastsuse moodulisse, siis annab see enam-vähem samasuguse pildi mis kandetugevuskki, kuigi kõikumised ja vähenemised ei toimu igakord paralleelselt kandetugevusele. Kõikumistest ja keskmiste tulemuste esinemisest annavad ettekujutuse nii erikaalu kui ka mehaaniliste omaduste osas sageduskurvid, mis on toodud lisas graafikute osas iga männiku tüübi ja selle alajaotuste, bon. ja rinnete järgi eraldi. Kurvidest nähtub, et kõige suurem sagedus esineb keskmise läheduses; enamik juhtudel asub see natukene eespool keskmist, s. t., kõige suurem sagedus asub madalamal kui keskmine. Üldiselt on kurvid pikad ja lamedad, mis näitab tulemuste suurt ulatust. Üksikud kurvi liikumised üles-alla näitavad andmete ebakorrapärasest paiknemist. Kõige vähemaid sageduse %-te annab kandetugevus ja ühtlasi ka kõige korratuma kurvi, mis näitab tulemuste ebaühtlust. Üldiselt peab märkima, et suurem sagedus kõigub ca 15% ümber. Kandetugevusel on see määr aga tunduvalt madalam.

Ka erikaalu ja mehaaniliste omaduste vahel on olemas side: erikaalu suurenemisega samas tüübis suurenevad mehaanilised omadused, — kõrgema erikaaluga tugipuud omavad ka kõrgemaid mehaanilisi omadusi. Pinnase suhtes omavad need tugipuud kõige paremaid omadusi, mis on raiutud männiku tüübi keskmistest kasvuoludest, kuna kõige halvemais ja ka kõige paremais tüübi kasvutingimuses omavad puud halvemaid omadusi. Alarinne annab paremate omadustega tugipuid kui ülarinne.

Hoiatusomadus on kõikuva iseloomuga, mille esinemine on paiklik; üldiselt omab ladva- ja kännuosa tugipuu halvema hoiatusomaduse kui tüve keskmised osad. Halvemais kasvutingimuses on samas tüübis hoiatusomadus nõrgem kui paremais, samuti omab alarinne nõrgema hoiatusomaduse kui ülarinne.

## VII. Sinistumise ja koorimatult seismise mõju tugipuude omadustele.

Sinistumise ja ühtlasi ka koore all seismise mõju tugipuude omadustele on uuritud kuivades kanarbikurikastes ja raba- ning soostunud mustikarikastes männikutes ja seda ainult erikaalu, surve- ning kandetugevuse suhtes ülarinde puudel. Koorimata tugipuud hoiti kevadel laoplatsil päikese eest varjatuna tihedalt virnas. Nii seisid nad kogu maikuu. Siis tõseti nad ristlaosse, et soodustada kuivamist.

Sinistumine oli leidnud aset maltspuus, kuid mitte kogu ulatuses. Katseprussideks valiti enam-vähem täiesti sinistunud maltspuu osi, milliseid sai kasutada erikaalu ja surve- tugevuse juures täiel määral, kuna kandetugevuse juures pidi leppima tihti ainult osalise sinistusega. Puidul polnud märgata väliselt mingisuguseid pehastumise ega mädanemise tunnuseid. Sinistumata jäänud maltspuu omas vaid loomulikust tumedama värvuse.

Tulemusi käsitleten tüüpide järgi.

# 1. Kuivad, kanarbikurikkad männikud.

## IV bon. ülarinne.

Tulemused selguvad järgnevast kolmest tabelist, millest on koostatud tabel 77 erikaalu, tabel 78 survetugevuse ja tabel 79 kandetugevuse kohta.

Tabel 77.

### Erikaal.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	18	0,52—0,60	0,56	14	0,53—0,61	0,57
2,14	21	0,48—0,57	0,52	14	0,48—0,57	0,53
4,28	11	0,45—0,55	0,50	10	0,45—0,54	0,50
6,42	9	0,44—0,53	0,49	8	0,45—0,54	0,50
8,53	10	0,43—0,51	0,46	7	0,42—0,51	0,47
10,70	5	0,43—0,50	0,46	4	0,42—0,51	0,46
Summa keskm.	74		0,50	57		0,51

Tabel 78.

### Survetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	17	510—591	560	13	521—569	546
2,14	18	460—538	490	14	472—543	495
4,28	10	463—528	494	9	451—499	485
6,42	9	402—477	440	8	431—489	451
8,56	8	380—427	400	7	382—430	405
10,70	3	396—415	401	3	371—426	396
Summa keskm.	65		464	54		463

Tabel 79.  
Kandetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	3	7
0	18	804—986	905	14	842—973	891
2,14	17	765—854	806	15	743—837	790
4,28	11	755—852	796	10	750—856	796
6,42	9	701—798	732	8	702—809	735
8,56	7	658—786	700	6	670—765	704
10,70	3	578—741	644	3	643—739	688
Summa keskm.	65		764	56		767

Võrdlustest nähtub, et kõige suuremaid lahkuminekuid omab erikaal. Sinistunud maltspuu erikaal on 2% suurem härilikust. Kui aga arvestada, et sinistunud puidu keskm. niiskuse % on 0,84% kõrgem normaalsest, siis on erikaalu suurenemine tingitud osaliselt ka niiskuse %-dist; keskmised surve- ja kandetugevused on aga seevastu peaaegu võrdsed. Lahkuminekad esinevad peamiselt kätse- ja ladvaosas ning kõiguvad mõlemas suunas, mis lubab oletada, et kõikumist põhjustavaks teguriks ei saa olla sinistumine.

## 2. Rabamännikud.

### V b o n. a o s a ü l a r i n n e.

Muutused erikaalus on kujutatud tabelis 80, survetugevuses — tabelis 81 ja kandetugevuses — tabelis 82.

Tabeleist selgub, et sinistumine puidu omadusi ei mõjuta. Mõlemapoolsed kõikumised esinevad peamiselt tüve alumises osas, mis selgub ka keskmiste võrdlemisel, kuna need nii tervel kui ka sinistunud maltspuul on ligikaudu võrdsed.

Tabel 80.

## Erikaal.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	14	0,54—0,61	0,58	10	0,54—0,61	0,57
2,14	10	0,45—0,54	0,50	9	0,46—0,55	0,51
4,28	8	0,44—0,54	0,48	7	0,45—0,53	0,48
6,42	6	0,43—0,53	0,48	4	0,43—0,52	0,47
8,56	4	0,42—0,52	0,47	3	0,43—0,51	0,48
10,70	4	0,43—0,51	0,48	3	0,43—0,51	0,47
Summa keskm.	46		0,50	36		0,495

Tabel 81.

## Survetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	18	561—637	612	11	569—620	587
2,14	15	439—506	485	10	415—511	489
4,28	13	434—526	493	8	429—519	485
6,42	8	466—543	525	4	435—510	484
8,56	6	461—504	485	3	447—542	492
10,70	6	401—486	445	3	405—497	441
Summa keskm.	66		507	39		496

Tabel 82.

## Kandetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	11	875—956	912	9	846—931	901
2,14	12	714—896	793	10	715—846	793
4,28	13	650—828	759	11	703—806	744
6,42	10	675—762	717	8	704—809	741
8,56	8	673—792	734	6	712—803	748
10,70	6	680—716	699	5	615—737	681
Summa keskm.	60		769	49		768

## V bon. b osa ülarinne.

Sinistumise mõjul esinenud muudatusi on käsitletud tabelis 83 erikaalu, tabelis 84 survetugevuse ja tabelis 85 kandetugevuse kohta.

Tabel 83.

## Erikaal.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	24	0,50—0,60	0,55	17	0,50—0,59	0,55
2,14	18	0,46—0,56	0,51	14	0,45—0,55	0,50
4,28	16	0,41—0,50	0,46	13	0,42—0,51	0,47
6,42	9	0,41—0,50	0,46	6	0,42—0,51	0,46
Summa keskm.	67		0,495	50		0,495

Tabel 84.

## Survetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	25	459—519	492	20	415—498	485
2,14	20	423—506	479	17	436—511	473
4,28	15	385—456	424	13	370—448	428
6,42	7	369—461	411	6	378—451	413
Summa keskm.	67		451	56		450

Tabel 85.

## Kandetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	22	731—837	787	19	728—819	777
2,14	17	675—794	734	16	686—743	721
4,28	16	598—775	698	12	612—758	696
6,42	9	643—726	677	5	627—736	686
Summa keskm.	64		724	52		720

Andmeist nähtub, et sinistumine püsivat mõju ei avalda. Kõikumised üksikuis kõrgusis esinevad, kuid need tasanduvad sarnaselt, et keskmised resultaadid nii sinistunud kui ka sinistamata puidul on enam-vähem võrdsed.

## Soostunud, mustikarikkad männikud.

### IV bon. ülarinne.

Võrdlused sinistumise mõjudest on toodud tabelleis 86, 87 ja 88.

Tabel 86.

#### Erikaal.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	14	0,55–0,61	0,58	12	0,54–0,61	0,57
2,14	10	0,50–0,59	0,55	10	0,50–0,60	0,55
4,28	9	0,46–0,55	0,51	7	0,46–0,56	0,52
6,42	6	0,46–0,54	0,50	4	0,43–0,53	0,48
8,56	4	0,41–0,47	0,45	3	0,40–0,49	0,45
10,70	4	0,40–0,47	0,43	3	0,42–0,49	0,45
Summa keskm.	47		0,50	39		0,50

Tabel 87.

#### Survetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	12	509–586	554	10	481–567	546
2,14	10	501–555	529	8	468–541	518
4,28	8	426–491	455	7	410–496	469
6,42	5	422–484	469	4	421–492	465
8,56	5	402–459	436	4	375–449	429
10,70	4	415–465	439	5	368–456	418
Summa keskm.	45		480	38		475

Tabel 88.

## Kandetugevus.

H m	M a l t s p u u					
	Katsete arv	terve		Katsete arv	sinistunud	
		vahed	keskm.		vahed	keskm.
1	2	3	4	5	6	7
0	13	794—918	862	11	810—906	859
2,14	10	781—853	808	9	748—847	797
4,28	9	702—794	759	8	712—783	756
6,42	7	701—788	741	5	708—769	734
8,56	6	689—768	723	4	690—776	736
10,70	4	680—740	711	3	675—754	728
Summa keskm.	49		767	40		768

Võrdlemisel selgub, et keskm. tulemused on ligikaudu võrdsed nii harilikul kui ka sinistunud maltspuul. Vahed esinevad peamiselt tüve ladvapoolses osas.

## K o k k u v õ t e.

Võib tähendada, et nii terve kui ka sinistunud ning koorimatult seisnud maltspuu tehnilised omadused käesolevate uurimuste tulemustel omavad tüves vastamisi kõikumisi ja vahesid. Need lahkumineku esinevad peamiselt ladvaosades, kus andmeid vaadeldes jääb mulje, et sinistunud maltspuul võivad olla ka erinevad omadused. Kuna aga need vahed ei ole ühesuunalised, vaid näitavad korrapäratult ühes ja samas tüvede rühmas üles-alla kõikumisi, siis on see tingitud esijoones katseprusside erinevast iseloomust ja katsete vähesusest. Tüve alumises osas, kus katsete arv suurem ja ka katseprussid ühtlasema iseloomuga, ei esine tunduvald vahesid. Sellega arvestades ei selgu käesoleva uurimusega, et sinistumine ja koorimatult seismine avaldaks nimetamisväärset mõju tugipuude tehnilistele omadustele. Kui aga koorimatult seismine võimaldaks selliseid tingimusi, mis soodustavad mädanemisprotsessi

algamist, siis peaksid esinema ka teised tulemused puidu mitmesugustes omadustes.

### Lõppkokkuvõte.

Arvestades uurimuste üksikresultaatidega, võime tulla järgmistele lõpptulemustele.

1. Keskmine aastaringide laius on maltspuul kõigil juhtudel kitsam kui lülipuul. Aastaringide vanusega muutuvad tugipuude tehnilised omadused säsist koore poole kuni 70—105 a.-ni, kus omavad maksimumi. Okslikkus vähendab tugipuude mehaanilisi omadusi, kuid suurendab erikaalu.

2. Tüve alumisest osast võetud tugipuude koore mahu % on suurem ja langeb ülespoole. Keskm. % kõigub 5—7-ni. Kasvutingimuste halvenemisega ühes ja samas tüübis suureneb koore mahu %.

3. Lülipuu mahu % tugipuudes muutub selle asukoha järele tüves: maks. asub 2-ses tugipuus, parematel boniteetidel 3-das, miin. aga alati ladvaosas kõige viimases tugipuus. Parematel boniteetidel annavad ladvaosad vähema lülipuu sisaldusega tugipuid kui halvemad boniteetid. Maks. ja miin. vahe on paremates kasvutingimustes suurem kui halvemates. Alarinne annab vähema maks. ja miin. vahe kui ülarinne, samuti ka keskm. kõrgema lülipuu mahu %-di.

4. Kuivamisel on maltspuu mahu kahanemine suurem kui lülipuul, kuna tugipuude üldine keskmine kahanemise % asub vahepeal. Parematest kasvutingimustest saadud tugipuud kahanevad halvematest vähem. Kuivade tugipuude lülipuu mahu % on toorettest kuni 0,5% suurem.

5. Lüli- ja maltspuu tehnilised omadused on vähe erinevad. Lahkumine ulatub keskm. kuni  $\pm 5\%$ -ni. Tüve alumine osa annab kõige paremate tehniliste omadustega tugipuid, selle järele tüve keskmine osa, kuna ladvaosa näitab kõige halvemaid tehnilisi omadusi, kusjuures vahe on suhteliselt kõige suurem tüve alumise ning keskmise osa vahel. Maksimumid asuvad alati 1-ses kuna miinimumid tavaliselt viimases tugipuus. Üldine vähenemine maks. miin.-ni piirdub erikaalul

$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ -ga ja mehaanilistel omadustel  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{5}$ -ga maks.-st, kusjuures vähenemine sünnib kõige järsumalt 1-se ja 2-se tugipuu vahel.

6. Keskmiselt on survetugevus alati suurem kui nõtketugevus. Esialgse nõtketugevuse ületamisel kaotavad tugipuud  $\frac{1}{3}$  oma loomulikust võimest, kusjuures puidu rabeduse ja okslikkuse korral on tugevuse vähenemine tunduvalt suurem. Kandetugevused radiaal- ja tangentaal-suunas on ligikaudu võrdsed; radiaal-suuna võib hinnata ainult pisut nõrgema kui tangentaal-suuna. Samuti on ka elastsuse moodulid radiaal- ja tangentaal-suunas ligikaudu võrdsed.

7. Erikaalu ning mehaaniliste omaduste vahel on side: erikaalu suurenemisega suurenevad ka mehaanilised omadused. Kõige paremate omadustega tugipuud annavad keskmised kasvutingimused. Alarinde tugipuud on paremate tehniliste omadustega.

8. Tugipuude hoidmine koorimatult, mille järelduseks on ainult sinistumine, tehnilisi omadusi ei mõjosta.

9. Hoiatusomadus tugipuudes oleneb tüve osa asukohast: kõige halvem on see ladvaosades, selle järele tüve alumises osas, kuna kõige parem hoiatusomadus esineb tüve keskmistes osades. Tüübis annavad halvemad kasvutingimused nõrgema hoiatusomaduse kui paremad, samuti annab halvema hoiatusomaduse alarinne.

10. Sageduskurveidest nähtub, et kõige suurem sagedus, mis kõigub ca 15% ümber, asub üldise keskm. lähedal. Kõige korrapäratuma paiknemise samuti ka kõige vähemad sageduse %-d annab kandetugevus.

11. Kui võrrelda käesoleva uurimuse lõpptulemusi, millised on näidatud tabelis 89, materjalide nõuete, hinnete ning katsete tulemustega, mis on avaldatud mitmete autorite poolt erinevate maade männi puidu kohta, siis selgub, et Alutaguse männi tehnilisi omadusi tuleb lugeda keskmisteks ning mõnedes osades isegi headeks. Tehnilistele nõuetele, millised on seatud üles tugipuudele kui sordimendile, vastab Alutaguse mänd täiel määral ning võib varustada suurenevaid põlevkivikaevandusi kõlbliku tugimaterjaliga.

Tabel 89.

## Lõpptulemused ruumikuivas seisukorras.

Männiku tüüp ja alajaotus	Erikaal	Mehaanilised omadused				
		Survetugevus	Esialgne nõtketugevus	Pärastine nõtketugevus	Kandetugevus	Elastsuse moodul
		kg/sm <sup>2</sup>				tsm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
I Kuivad, kanarbikurikkad männikud IV bon. ülarinne	0,50	464	347	258	765	74,9
II Soostunud, kanarbikurikkad männikud V bon. ülarinne	0,495	460	379	266	732	77,1
III Rabamännikud						
V bon. a osa ülarinne	0,49	500	353	271	758	82,8
" " " alarinne	0,51	529	412	290	840	80,4
" " b osa ülarinne	0,485	444	360	264	712	73,5
IV Soomännikud						
V bon. ülarinne	0,495	456	341	263	772	78,6
V Soostunud, mustikarikkad männikud						
III bon. ülarinne	0,465	402	345	258	702	73,8
" " alarinne	0,48	419	316	252	746	74,6
IV bon. ülarinne	0,49	468	348	284	763	78,4

# Untersuchungen über die spezifischen Eigenschaften des Grubenholzes aus den Kiefernwäldern von Alutaguse.

(Zusammenfassung.)

## Allgemeiner Teil.

Das geeignetste Grubenholz in unseren Verhältnissen ist dasjenige der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*). Unser sich intensiv entwickelnder Bergbau beansprucht mit jedem Jahr mehr Grubenholz und daher ist es wichtig, die Eigenschaften des diesem Zweck dienenden Kiefernholzes zu kennen und zu wissen inwiefern die Kiefer den an sie gestellten Ansprüchen genügt. Die auf diesem Gebiet vorhandene Lücke soll durch vorliegende Arbeit zum Teil ausgefüllt werden.

In unseren Brennschieferbergwerken benutzt man Grubenholz von vier verschiedenen Längen: 2,14 m (7') 2,44 m (8') 3,05 m (10') und 3,66 m (12'). Die Zopfstärke des entrindeten Grubenholzes darf nicht unter 12 cm sinken.

Untersuchungen über die Kiefer als Grubenholz sind wenig veröffentlicht worden. Der grösste Teil der Untersuchungen an Kiefernholz in älterer und neuerer Zeit hat sich auf Derbyholz bezogen. Aus den bisherigen Veröffentlichungen kann man über die Eigenschaften der Kiefer als Grubenholz nur wenige Schlüsse ziehen. Der grösste Teil der Veröffentlichungen behandelt mitteleuropäische Verhältnisse, welche nicht ohne weiteres auf in nördlichen Gegenden gewachsenes Holz übertragen werden können.

Von älteren Veröffentlichungen wären diejenigen von Schwappach, Bauschinger, Janka, Wijkander, R. Hartig, Jachontov u. a. zu nennen, welche Autoren zu folgenden Ergebnissen kamen: die technischen Eigenschaften des Holzes werden bedingt durch a) die Herkunft am Stamm, b) das Alter, c) den % des Herbstholzes, d) die Wachstumsbedingungen, e) den Platz des Stammes im Gehölz, f) die Fällungszeit. Neuere Veröffentlichungen wären diejeni-

gen von A. Kalninsch, Lassila u. a. Die Forscher neuerer Zeit fügen zu den obengenannten Faktoren noch denjenigen des Waldtyps hinzu und Trendelenburg wendet noch den Begriff der Rasse an. Den Einfluss der Blaufäule haben Schrenck, Münch, Vanin u. a. untersucht, wobei genannte Autoren feststellen, dass die Blaufäule die technischen Eigenschaften des Holzes nicht mindert. Untersuchungen über das Schwinden sowie über den Rinden-% haben verschiedene Resultate je nach Herkunft des untersuchten Holzes gezeitigt. Das Verhältnis von Splint- zu Kernholz haben R. Hartig, Schwappach, Ekman und in jüngerer Zeit K. Veermets untersucht, wobei sie allgemein zum Ergebnis gelangten, dass das Verhältnis von Splint zu Kern stark variiert, wobei verschiedene Faktoren, vor allem der Standort und das Alter des untersuchten Holzes mitwirken.

Baumann teilt das Kiefernholz nach seinen technischen Eigenschaften in drei Gruppen, wobei er das spezifische Gewicht als Weiser anführt und Holz mit einem durchschnittlichen spezifischen Gewicht von 0,42 als ungenügend, von 0,5 als befriedigend und von 0,6 als gut anspricht. Diesen Zahlen entsprechen die Werte der Druckfestigkeit in der Längsrichtung von je 300 kg/cm<sup>2</sup>, 450 kg/cm<sup>2</sup> und 750 kg/cm<sup>2</sup> und der Tragfähigkeit von 500, 900 und 1100 kg/cm<sup>2</sup>. Lincke stellt für die Güte des Grubenholzes folgende Bedingungen auf: große Festigkeit, Dauerhaftigkeit, gute Warnfähigkeit, Eignung und Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis. Schlecht wirken Drehwüchsigkeit und Astreichtum, wobei erstere Eigenschaft die Druckfestigkeit vermindert, letztere Eigenschaft die Warnfähigkeit und Festigkeit vermindert, dagegen aber das Gewicht und die Dauerhaftigkeit vermehrt.

Die Versuchsobjekte zu vorliegender Arbeit stammen aus dem Kohtlaschen Forstrevier, welches im nördlichen Alutaguse liegt. In unmittelbarer Nachbarschaft des Forstreviers befinden sich die Brennschieferwerke der A.-G. I Eesti Põlevkivitööstus und New-Consolidated Gold-Fields Ltd. mit den dazugehörigen Bergwerken. Dem Erdboden nach gehört dieses Gebiet zu den Richkböden mittlerer Tiefe.

Die untersuchten Kiefernbestände sind nach den Waldtypen Rühls eingeteilt worden. Die Versuchsobjekte sind gleichaltrigen Kiefernbeständen der V. und VI. Altersklasse entnommen worden. Die Bodenprofile sind ebenfalls nach den Waldtypen Rühls geordnet worden. Die Versuchsobjekte sind folgenden Waldtypen entnommen worden:

- 1) Trockene heidekrautreiche Wälder; Kiefer IV. Bonität; herrschende Klassen.
- 2) Anmoorige heidekrautreiche Wälder; Kiefer V. Bonität; herrschende Klassen.
- 3) Moorwälder; Kiefer V. Bonität; Teil a) herrschende und beherrschte Stammklassen; Teil b) (Torftiefe über 50 cm) herrschende Klassen.
- 4) Sumpfwälder; Kiefer V. Bonität; herrschende Klassen.
- 5) Anmoorige heidelbeerreiche Wälder; Kiefer III. Bonität; herrschende und beherrschte Stammklassen; IV. Bonität herrschende Stammklassen.

Eine eingehendere Übersicht der untersuchten Stämme nach Standorten gibt Tabelle 2 (S. 24). Eine Übersicht der auf den Probeflächen gewählten Modellstämme sowie deren Einteilung nach Waldtypen geben die Tabellen 3 (S. 25) und 4 (S. 29). Der Kraftschen Klassifikation nach bilden die II.—III. Klasse herrschende und die IV. Klasse beherrschte Stämme.

In vorliegender Arbeit ist es nicht möglich gewesen allen auf dem internationalen Kongress von 1906 aufgestellten Bedingungen zu genügen. Das Versuchsmaterial wurde mit Rücksicht auf die herzustellenden Sortimente gewählt und nach den Grundsätzen der amerikanischen Methode vorbereitet, wobei auch die Jahresperioden berücksichtigt wurden. Die Versuchsscheiben wurden den Stämmen entsprechend der Länge der herzustellenden Sortimente d. i. alle 2,14 m, entnommen. Die Modellstämme wurden mit Rücksicht auf die technischen Bedingungen der Sortimente gewählt. Zur Feststellung der Durchmesserstufen und ihrer Verteilung wurden Probeflächen ausgeschieden, welche in der gewöhnlichen Art klupiert wurden, wonach dann aus der Zahl der zu Grubenholz geeigneten Stämme Modellstämme ausgewählt wurden. Diese Modellstämme wurden im Winter (Febr. 1936) zu 2,14 m, am Zopfende 5—20 cm starken Abschnitten aufgearbeitet. Die Stämme wurden nach Schema 2 (S. 31) aufgearbeitet. Diejenigen Modellstämme aber, aus deren unterem Stammteil andere Sortimente hergestellt wurden, wurden nach demselben Prinzip verkürzt mit der Ausnahme, dass aus dem Stammteil, der sich nicht zu Grubenholz eignete, keine Proben entnommen wurden. Solche Stämme wurden nach Schema 3 (S. 31) verkürzt. Alle erhaltenen Grubenholzabschnitte wurden nummeriert.

In der Mitte des Monats März wurden diese Abschnitte auf den Lagerplatz geführt, wo aus denselben Anfang April Probeklötze verfertigt wurden. Diese Klötze hatten eine Länge von 0,40 m, so dass die Probeklötze am Stamm sich verteilen wie folgt: I. 0—40 m, II. 2,14—2,54 m, III. 4,28—4,68 m, IV. 6,42—6,82 m, V. 8,56—8,96 m usw. Der Einfachheit halber sind in der Arbeit fortlaufend nur die ersten Zahlen angeführt. Anfang April wurden die Querflächen der einzelnen Probeklötze mit Berücksichtigung des Splint- und Kernholzteils und der Rindenstärke vermessen. Gleichzeitig wurden auch die Längen der Klötze vermessen. Diese Messungen erfolgten mit einer Genauigkeit von  $\frac{1}{10}$  cm<sup>2</sup> der Fläche und 0,5 mm der Länge. Die Rauminhalte der Klötze wurden nach der einfachen Smalianschen Formel berechnet. Aus den Versuchsklötzen wurden Versuchsstäbe mit einem Querschnitt von  $2 \times 2$  und  $1,5 \times 1,5$  cm hergestellt. Diese Probestäbe wurden den Klötzen nach Schema 4 (S. 33) entnommen. Die Stäbe wurden nach Schema 5 und 6 (S. 34) verkürzt, wobei  $t$  und  $t^1$  die unteren,  $l$  und  $l^1$  die oberen Enden bedeuten. Diese Versuchsstäbe  $lt$  dienten zu folgenden Proben:

- a) Tragfähigkeit in radialer Richtung. — Masse der Probestäbe  $30 \times 2 \times 2$  cm.  
Tragfähigkeit in tangentialer Richtung. — Masse der Probestäbe  $30 \times 2 \times 2$  cm.
- b) Druckfestigkeit in der Längsrichtung der Jahresringe. — Masse der Probeklötze  $2 \times 2 \times 2$  cm.
- c) Spezifisches Gewicht. — Masse der Probeklötze  $2 \times 2 \times 2$  cm.
- d) Feuchtigkeitsgehalt. — Masse der Probeklötze  $2 \times 2 \times 2$  cm.

Die Versuchsstäbe  $lt^1$  wurden zur Prüfung der Biegefestigkeit benutzt. Die Masse dieser Probestäbe waren  $15 \times 1,5 \times 1,5$  cm.

Die Proben wurden mit dem Universalholzprüfungsapparat von Amsler und Co ausgeführt.

Die Proben zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurden mit einer Genauigkeit von 0,01 g gewogen. Zur Bestimmung des Volumens wurde die stereometrische Methode benutzt. Alle Werte wurden auf 1 cm<sup>3</sup> bezogen. Zur Bestimmung der einzelnen Festigkeiten benutzte man folgende Formeln:

Die Tragfähigkeit  $K = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}$

Die Druckfestigkeit  $S = \frac{P}{h \cdot b}$

Die Biegezugfestigkeit  $N = \frac{P}{h \cdot b}$

Bedeutung der Ausdrücke: P — die bei der Probe angewandte Belastung; l — Länge des Probestabes; b — Breite des Probestabes; h — Höhe des Probestabes.

Zur Berechnung des Elastizitätskoeffizienten diene folgende Formel:  $E = \frac{P \cdot l^3}{4b \cdot h^3 \cdot f}$  wobei f die Größe der Durchbiegung im Momente der Überschreitung der Elastizität bedeutet, p aber die Belastung bis zur Elastizitätsgrenze anzeigt.

Zur Prüfung des Blaufäuleeinflusses wurden Proben aus den von der Blaufäule befallenen Splintteilen der Proben entnommen.

### Spezieller Teil.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Proben ist aus Tabelle 5 (S. 37) zu ersehen. Beim erhaltenen durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von 10,42 können alle Proben als raumtrocken angesehen werden. Die Dichte der Jahresringe und deren Charakter sind bei der Beurteilung des Grubenholzes berücksichtigt worden. So wird Grubenholz mit dichteren Jahresringen für besser angesprochen als solches mit breiten Jahresringen, wenn es sich um Nadelholz handelt. Dasselbe gilt für den Anteil des Herbstholzes im Jahresring. Eine Übersicht der Breite der Jahresringe nach Waldtyp und Standort im Kern- sowie Splintholz geben die Tabellen 6 und 7 (S. 39, 40). Die technischen Eigenschaften sind in den Jahresringen verschiedenen Alters nicht gleich, sondern im Zentrum der Stämme geringer als an der Peripherie (Tabelle 8 — S. 42). Vorhandene Äste schwächen das Grubenholz (Foto 11—12); die Widerstandsfähigkeit gegen äusseren Druck ist an den Aststellen am geringsten, gleichzeitig ist das Holz aber schwerer.

Der Rinden-% des untersuchten Grubenholzes ist auf das Volumen im frischen Zustand bezogen. Im allgemeinen schwankt der Rindenanteil von 5—7% (Tabelle 10 — S. 45). Die am Stamm zu unterst entnommenen Abschnitte haben einen Rinden-% von ca. 10, die nächsten Abschnitte einen solchen von 4—5. Die Wachstumsbedingungen üben einen Einfluss aus: im selben Waldtyp wächst der Rinden-% mit Verschlech-

terung der Bonität. Im allgemeinen verringert sich der Rinden-% mit Sinken der Bonität. Der Prozentsatz des Kernholzes ist aufs Volumen bezogen worden (Tabelle 12 — S. 49). Als Kernholz-% eines Abschnittes ist der mittlere Kernholz-% der an seinen Enden entnommenen Probeklötze angenommen worden. Der Kernholz-% schwankt in weiten Grenzen. Das Maximum befindet sich im zweiten Abschnitt am Stamm, von unten gerechnet (Tabelle 13 — S. 51); bei besseren Bonitäten aber, wo die Stämme länger sind, im dritten Abschnitt. Das Minimum befindet sich immer im letzten, dem Wipfel nächsten Abschnitt. Längere Bäume aus besseren Bonitäten weisen einen größeren Unterschied der Maxima und Minima auf als kürzere Bäume aus schlechteren Bonitäten. Kleinere Unterschiede geben auch Stämme beherrschter Klassen gegenüber solchen herrschender Klassen. Beim Trocknen auf den Stapelplätzen verringert sich das Volumen der Abschnitte (Tabellen 14—22 — S. 52—57). Ausgehend von den erhaltenen Resultaten, welche nach Typenklassen, Kern- und Splintholz geordnet sind folgt, dass das Splintholz mehr schwindet als das Kernholz. Durchschnittlich beträgt das Schwinden 14,3—24,8%. Demzufolge ist der Kernholzanteil der trockenen Abschnitte etwa 0,2—0,35% grösser als in frischem Zustand. Das Schwinden der Abschnitte verschiedener Stammteile weist keine Regelmässigkeit auf. Das Schwinden der Hölzer verschiedener Waldtypen ist geringer bei Hölzern besserer Wachstumsbedingungen, grösser bei Hölzern geringerer Wachstumsbedingungen.

Die Versuchsergebnisse über spezifisches Gewicht und wichtigere mechanische Eigenschaften sind geordnet nach Waldtypen, Bonitäten und Höhenklassen der Stämme. Es wurden zwei Momente der Biegefestigkeit untersucht, nämlich die anfängliche Biegefestigkeit vor der Überschreitung der natürlichen Widerstandsgrenze und die Biegefestigkeit, die das Holz noch dann aufweist, wenn die natürliche Widerstandsgrenze schon überschritten ist.

Die Resultate prüfend, die in den Tabellen und Diagrammen nach Typen und Unterabteilungen, nach spezifischem Gewicht, Druckfestigkeit, der anfänglichen und späteren Biegefestigkeit, der Tragfähigkeit in radialer und tangentialer Richtung und dem Elastizitätskoeffizienten geordnet sind, kann man folgendes feststellen:

Das Kern- und Splintholz besitzen verschiedene mechanische Eigenschaften sowie verschiedenes spezifisches Ge-

wicht. Der Unterschied ist recht gering und schwankt von 0—5%. Der grösste Unterschied findet sich im unteren Teil des Stammes, während in der Nähe des Wipfels die Unterschiede geringer werden. Das Maximum der Eigenschaften im Kern- sowie Splintholz tritt in dem dem Stamm zu unterst entnommenen Abschnitt auf, während das Minimum im letzten Abschnitt auftritt. Der Unterschied zwischen Maximum und Minimum der mechanischen Eigenschaften ist  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{5}$  des Maximums, der Unterschied des spezifischen Gewichtes —  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$  des Maximums. Die grössten Unterschiede finden wir im ersten und zweiten Abschnitt, das ist im unteren Teil des Stammes, wo die Unterschiede oft  $\frac{1}{2}$  und mehr der Wertunterschiede zwischen Maximum und Minimum eines und desselben Stammes ausmachen. Der mittlere und obere Teil des Stammes weist gleichmässiger mechanische Eigenschaften auf. Dasselbe gilt auch für die allgemeinen Eigenschaften. Der untere Teil des Stammes gibt das beste Grubenholz, dann folgt der mittlere Teil des Stammes und zuletzt der Wipfel. Gewöhnlich besitzt der mittlere Teil des Stammes Eigenschaften, die ungefähr den mittleren Werten des Stammes entsprechen, jedoch eine kleine Abweichung nach dem Minimum zu aufweisen. Das Absinken der Eigenschaften vom unteren Teil des Stammes über die Mitte zum Wipfel erfolgt im Verhältnis von 10:8,7:8.

Die Endresultate über spezifisches Gewicht und mechanische Eigenschaften sind in Tabelle 89 (S. 147) geordnet, nach Waldtypen und deren Unterabteilungen dargestellt. Aus der Übersicht folgt, dass die mechanischen Eigenschaften, sowie das spezifische Gewicht sich mit Waldtyp und Bonität ändern. Aus den mittleren Werten der Tabelle ist zu ersehen, dass die Druckfestigkeit und die anfängliche Biegefestigkeit in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Die Biegefestigkeit ist durchschnittlich um 14,2—29,4% geringer als die Druckfestigkeit. Die anfängliche Biegefestigkeit verliert nach der ersten Überschreitung ihrer natürlichen Grenze  $\frac{1}{3}$  an Wert, schwankt im allgemeinen doch in sehr weiten Grenzen und ist besonders im Kernholz viel grösser als im Splintholz. In vielen Fällen wird die Biegefestigkeit nach Überschreiten der Grenze vollkommen vernichtet, was auf Sprödigkeit und grossen Kernholzanteil der Proben hinweist.

Die Tragfähigkeit ist in radialer sowie tangentialer Richtung annähernd gleich. Der Elastizitätskoeffizient weist unge-

fähr dieselben Schwankungen auf wie die Tragfähigkeit, verläuft dieser aber nicht genau parallel. Eine Übersicht über die Schwankungen sowie durchschnittlichen Resultate des spezifischen Gewichtes und der mechanischen Eigenschaften geben die im Anhang gebrachten Häufigkeitskurven. Aus den Kurven ist zu ersehen, dass die grösste Häufigkeit der Werte in der Nähe der mittleren Werte liegt, meist sind sie jedoch etwas geringer als die mittleren Werte. Im allgemeinen verlaufen die Kurven lang und flach ansteigend, was auf grosse Reichweite der Resultate hindeutet. Die geringsten Häufigkeits-% gibt die Tragfestigkeit, welche auch gleichzeitig den unregelmässigsten Kurvenverlauf aufweist. Im allgemeinen tritt die grösste Häufigkeit bei 15% auf. Bei der Tragfähigkeit ist der Wert aber viel geringer.

Ein Zusammenhang besteht auch zwischen dem spezifischen Gewicht und den mechanischen Eigenschaften: bei grösserem spezifischem Gewicht steigen auch die mechanischen Eigenschaften, wenn es sich um Holz aus einem und denselben Wachstumsbedingungen handelt. Die Wachstumsbedingungen betreffend könnte festgestellt werden, dass das beste Holz aus Wachstumsbedingungen mittlerer Güte stammt, während Holz aus geringen und sehr guten Wachstumsbedingungen geringwertiger ist. Beherrschte Bäume geben besseres Material als solche herrschender Klassen.

Die Warnfähigkeit ist verschieden gut ausgebildet und tritt unregelmässig auf. Im allgemeinen weisen die der Mitte des Stammes entnommenen Abschnitte eine bessere Warnfähigkeit auf als solche vom unteren oder oberen Ende des Stammes. In einem und demselben Waldtyp ist die Warnfähigkeit in schlechteren Wachstumsbedingungen geringer als in guten Wachstumsbedingungen. Bäume beherrschter Klassen besitzen eine geringere Warnfähigkeit als solche herrschender Klassen. Zur Erlangung dieser Resultate ist astfreies Holz verwendet worden.

Zur Erforschung des Blaufäuleeinflusses, sowie des Lagerens in ungeschältem Zustand, wurden Versuchsstäbe aus von der Blaufäule befallenen Splintholzteilen gewählt. Aus den in den Tabellen dargestellten Ergebnissen folgt, dass die technischen Eigenschaften des von der Blaufäule befallenen Holzes sowie des in ungeschältem Zustande gelagerten Holzes Abweichungen aufweisen. Diese Abweichungen treten besonders in den oberen Stammteilen auf und bei der Prüfung der Resultate entsteht der Eindruck, dass blaufaules Holz andere technische

Eigenschaften besitzt als gesundes Holz. Da die Abweichungen aber nach beiden Seiten schwanken und unregelmässig auftreten, so ist hier eher die Verschiedenheit der Versuchsstäbe ausschlaggebend gewesen. Auch ist die Zahl der Versuche zu gering. Das blaufaule Holz der unteren Stammteile weist geringere Schwankungen auf, was auf grössere Gleichmässigkeit der Versuchsstäbe hinweist. Mit diesen Resultaten rechnend kann man annehmen, dass die Blaufäule und kürzeres Lagern in ungeschältem Zustand die technischen Eigenschaften des Grubenholzes nicht beeinträchtigt.

Die Resultate vorliegender Arbeit zusammenfassend, kommen wir zu folgenden Ergebnissen (Tabelle 89, S. 147).

1) Die durchschnittliche Breite der Jahresringe ist im Splintholz immer geringer als im Kernholz. Mit dem Alter der Jahresringe verändern sich die technischen Eigenschaften des Holzes vom Mark zur Rinde hin bis zum 70.—105. Jahre, in welchem Alter das Maximum auftritt. Astreichtum verringert die mechanischen Eigenschaften des Holzes, vergrössert aber sein spezifisches Gewicht.

2) Der Rinden-%, welcher in den dem unteren Teil des Stammes entnommenen Abschnitten grösser ist, sinkt zum Wipfel zu ab. Der mittlere Volumen-% der Rinde schwankt von 5—7. Bei Verschlechterung der Wachstumsbedingungen eines und desselben Waldtyps wächst der Rindenanteil.

3) Der Volumenanteil des Kernholzes verändert sich mit der Lage am Stamm. Das Maximum befindet sich im zweiten Abschnitt, bei besseren Bonitäten im dritten Abschnitt. Das Minimum befindet sich immer im letzten Abschnitt. Bei besseren Bonitäten weisen die oberen Teile der Stämme geringeren Kernholzinhalt auf als bei geringeren Bonitäten. Der Unterschied des Maximums und Minimums ist in besseren Wachstumsbedingungen grösser als in geringeren Wachstumsbedingungen. Beherrschte Bäume weisen einen geringeren Unterschied der Maxima sowie Minima auf als herrschende Bäume. Desgleichen besitzen beherrschte Bäume einen grösseren Kernholzanteil als herrschende Bäume.

4) Beim Trocknen ist das Schwinden des Splintholzes grösser als dasjenige des Kernholzes, wobei das Schwinden der Abschnitte in der Mitte beider Werte liegt. Abschnitte aus besseren Wachstumsbedingungen schwinden weniger als solche aus schlechteren Wachstumsbedingungen. Der Kernholzanteil der trocknen Abschnitte ist bis 0,5% grösser als derjenige frischer Abschnitte.

5) Die technischen Eigenschaften des Kern- sowie Splintholzes sind um durchschnittlich  $\pm 5\%$  verschieden. Der untere Teil der Stämme gibt das technisch beste Holz, dann folgt der mittlere Teil der Stämme während der obere Teil der Stämme das technisch geringwertigste Holz gibt. Der Unterschied ist verhältnismässig am grössten zwischen den Eigenschaften des unteren und mittleren Stammteiles. Das Maximum befindet sich immer im ersten Stammabschnitt, das Minimum gewöhnlich im letzten Abschnitt. Der Unterschied zwischen Maximum und Minimum des spezifischen Gewichtes beträgt  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ , der Unterschied der technischen Eigenschaften beträgt  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{5}$  des Maximums, wobei das Absinken der Werte vom ersten zum zweiten Abschnitt am grössten ist.

6) Durchschnittlich ist die Druckfestigkeit immer grösser als die Biegezugfestigkeit. Bei Überschreitung der anfänglichen Biegezugfestigkeit verliert das Grubenholz  $\frac{1}{3}$  seiner natürlichen Eigenschaften, wobei bei Sprödigkeit und Astreichtum der Verlust grösser ist. Die Tragfähigkeit in radialer sowie tangentialer Richtung ist annähernd gleich. In radialer Richtung kann man die Tragfestigkeit für etwas geringer ansprechen als in tangentialer Richtung. Auch die Elastizitätskoeffizienten in tangentialer sowie radialer Richtung sind annähernd gleich.

7) Zwischen spezifischem Gewicht und den technischen Eigenschaften besteht eine Beziehung: bei grösserem spezifischen Gewicht sind auch die technischen Eigenschaften besser. Das beste Grubenholz geben mittlere Wachstumsbedingungen. Aus beherrschten Bäumen hergestelltes Grubenholz ist besser als solches aus herrschenden Bäumen.

8) Das Lagern des Grubenholzes in ungeschältem Zustand, welches nur Befall durch Blaufäule zur Folge hat, beeinflusst die technischen Eigenschaften des Holzes nicht.

9) Die Warnfähigkeit der Grubenhölzer hängt von der Herkunft am Stamm ab. Am geringsten ist dieselbe im oberen Teil des Stammes, am besten in der Stammitte. Geringere Wachstumsbedingungen eines Waldtyps weisen schlechtere Warnfähigkeit auf als bessere Wachstumsbedingungen. Dergleichen besitzen im Wachstum behinderte Bäume eine geringere Warnfähigkeit.

10) Aus den Häufigkeitskurven ist zu ersehen, dass die grösste Häufigkeit, welche um ungefähr 15% schwankt, im allgemeinen in der Nähe der mittleren Werte liegt. Die unre-

gelmässigste Verteilung sowie die geringsten Häufigkeits-% gibt die Tragfestigkeit.

11) Die Endresultate vorliegender Arbeit, welche in Tabelle 89 (S. 147) dargestellt sind, mit den Versuchsergebnissen anderer Länder über die Kiefer vergleichend folgt, dass die technischen Eigenschaften der Kiefer in Alutaguse befriedigend bis gut sind. Den technischen Anforderungen, welche an Grubenholz gestellt werden, entspricht die Kiefer in Alutaguse in vollem Masse und kann deshalb die stetig wachsenden Brennschieferwerke mit geeignetem Grubenholz versehen.

Unterschied der technischen Eigenschaften beträgt ... des Maximums, wobei das Ablesen der Werte vom ersten zum zweiten Abschnitt am grössten ist.

7) Zwischen spezifischem Gewicht und den technischen Eigenschaften besteht eine Beziehung; bei grösserem spezifischem Gewicht sind auch die technischen Eigenschaften besser. Das beste Grubenholz geben mittlere Wachstumsbedingungen. Aus beherrschten Bäumen hergestelltes Grubenholz ist besser als solches aus herrschenden Bäumen; letzteres notwendig in der Regel des Grubenholzes in ungeschältem Zustand, welches nur Behalt durch Bläuliche zur Folge hat, beeinflusst die technischen Eigenschaften des Holzes nicht. Die Wartbarkeit der Grubenholzer hängt von der Herkunft am Stamm ab. Am geringsten ist dieselbe im oberen Teil des Stammes, am besten in der Stammmitte. Geringere Wachstumsbedingungen eines Waldtyps weisen schlechtere Wartbarkeit auf als bessere Wachstumsbedingungen. Dergleichen besitzen im Wachstum behinderte Bäume eine geringere Wartbarkeit.

8) Das Lager des Grubenholzes in ungeschältem Zustand, welches nur Behalt durch Bläuliche zur Folge hat, beeinflusst die technischen Eigenschaften des Holzes nicht. Die Wartbarkeit der Grubenholzer hängt von der Herkunft am Stamm ab. Am geringsten ist dieselbe im oberen Teil des Stammes, am besten in der Stammmitte. Geringere Wachstumsbedingungen eines Waldtyps weisen schlechtere Wartbarkeit auf als bessere Wachstumsbedingungen. Dergleichen besitzen im Wachstum behinderte Bäume eine geringere Wartbarkeit.

9) Die Wartbarkeit der Grubenholzer hängt von der Herkunft am Stamm ab. Am geringsten ist dieselbe im oberen Teil des Stammes, am besten in der Stammmitte. Geringere Wachstumsbedingungen eines Waldtyps weisen schlechtere Wartbarkeit auf als bessere Wachstumsbedingungen. Dergleichen besitzen im Wachstum behinderte Bäume eine geringere Wartbarkeit.

Tabelle 89.

Endresultate in raumtrockenem Zustand.

Waldtyp und Unterabteilung des Kiefernbestandes	Spezi- fisches Gewicht	Mechanische Eigenschaften				
		Druck- festigkeit	Anfängliche Biegungs- festigkeit	Spätere Biegungs- festigkeit	Trag- festigkeit	Elastizitäts- koeffizient
		kg/cm <sup>2</sup>				
1	2	3	4	5	6	7
I Trockene, heidekrautreiehe Wälder IV. Bonität, herrschende Klassen	0,50	464	347	258	765	74,9
II Anmoorige, heidekrautreiehe Wälder V. Bonität, herrschende Klassen	0,495	460	379	266	732	77,1
III Moorwälder						
a) V. Bonität (a) herrschende Klassen	0,49	500	353	271	758	82,8
b) " beherrschte Klassen	0,51	529	412	290	840	80,4
c) " (b) herrschende Klassen	0,485	444	360	264	712	73,5
IV Sumpfwälder						
V. Bonität, herrschende Klassen	0,495	456	341	263	772	78,6
V Anmoorige, heidelbeerreiche Wälder						
a) III. Bonität, herrschende Bäume	0,465	402	345	258	702	73,8
b) " beherrschte Bäume	0,48	419	316	252	746	74,6
c) IV. Bonität, herrschende Bäume	0,49	468	348	284	763	78,4

## Kasutatud kirjandus.

1. Bauschinger, Über die Veränderung der Festigkeit des Nadelholzes nach den Fällen, Mitteilungen H. XVI, 1887.
2. Baumann, Das Holz als Baustoff, Aufbau, Wachstum, Behandlung und Verwendung für Bauteile, 1927.
3. Daniel, Metsakasvatus. Üldosa I, 1926.
4. Id., Metsakasvatus. Eriosa II, 1926.
5. Exner, Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Loreys Handbuch der Forstwissenschaft, 3. Aufl., 1912.
6. Flury, Untersuchungen über das Schwindmass des Stammholzes bei Winter- und Sommerfällung. Mitt. d. Schweizerischen Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, Bd. VI, Heft 3, 1921.
7. Hartig, R., Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume, 1895.
8. Id., Holzuntersuchungen Altes und Neues, 1901.
9. Hudeczek, Das Schwinden von Stammscheiben, Forstarchiv, Heft 19, 1933.
10. Jachontov, Tehničeskija svojstva osnovoi drjevesinõ iz lesov Ljublinskoi, Varšavskoi i Petrokovskoi gubernij, 1913.
11. Janka und Hadek, Untersuchungen über die Elasticität und Festigkeit der Österreichischen Bauhölzer. I. Fichte Südtirols, 1900.
12. Janka, Die Einwirkung von Süss- und Salzwässern auf die gewerblichen Eigenschaften der Hauptholzarten, I. Teil: Untersuchungen und Ergebnisse in mechanisch-technischer Hinsicht, Mitt. a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs, Heft XXXIII, 1907.
13. Kalninš, Latvijas priedes tehniskās ipašības, 1930.
14. Id., Die technischen Eigenschaften der Hölzer Lettlands, 1930.
15. Kirstein, Lettlands Waldtypen. Acta Forestalia Fennica 34, 1929.
16. Knuchel, Untersuchungen über den Einfluss der Fällzeit auf die Eigenschaften des Fichten- und Tannenholzes. I. Teil: Der Einfluss der Fällzeit auf einzige physikalische und gewerbliche Eigenschaften des Holzes, 1930.
17. Koljo, Mõnda puumassi ja -koore rohkusest virnmõõtudes, Eesti Metsanduse aastaraamat V, 1931.
18. Kontratjev, Abramov, Võbor modeljnõh derjevjev i obratsov dlja karakteristiki fiziko — mjehaničeskikh svojstv osnõ, 1934.

19. Kusnetsov, Kratkoje rukovodstvo k praktičeskim zanjatijam po ispōtaniju tehničeskih svoistv drjevesinō, 1928.
20. Lassija, Untersuchungen über den Einfluss des Waldtyps auf die Qualität der Kiefer, Ebenda Bd. 37, 1931.
21. Lincke, Das Grubenholz von der Erziehung bis zum Verbrauch, 1921.
22. Liepinš, Die technischen Eigenschaften der Birke Lettlands, Commentationes Forestales nr. 6, 1933.
23. Mathiesen, Metsamehe abiraamat, 1923.
24. Id., Mōōtmise täpsusest, Eesti Metsanduse Aastaraamat II, 1927.
25. Id., Riigimetsade Valitsuse uued massitabelid meetermōōtudes, Eesti Metsanduse Aastaraamat IV, 1930.
26. Miettinen, Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta, Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen Julkaisuja nr. 16, 1930.
27. Münch, Die Blaufäule des Nadelholzes, Naturw. Zeitschr. Forst. u. Landw. 1907/1908.
28. Nōmmik, Kodumaa nullastikust, 1925.
29. Omeis, Untersuchungen über Wachstumsganges u. d. Holzbeschaffenheit eines 110-jähriges Kiefernbestandes T. N. Z., 1895.
30. Orlov, Ljesnaja taksatsija, 1929.
31. Reim, Juurdekasvu meetod toogitabelite valmistamisel ja toogitabelid Eesti männimetsadele, Eesti Metsanduse Aastaraamat IV, 1930.
32. Renvall, Das radiale Schwindmass des lappländischen Kiefernstammholzes gemäss dem Verhalten von Bohrspänen, Acta Forestalia Fennica, 1923.
33. Rudeloff, Untersuchungen über den Einfluss des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernholz, 1897—1899.
34. Rühl, Geobotanische Untersuchungen in den Wäldern des südwestlichen und nordöstlichen Eesti, Tartu Ülikooli juures oleva Loodusuurijate Seltsi Aruanded 1935, 1936.
35. Savkov, Mjetodō fiziko-mjehaničeskih ispōtani j drjevesinō sosnō, 1930.
36. Id., Mjetodō fiziko-mjehaničeskogo issljedovanija drjevesinō. Trudō Ts. A. G. I. vōp. 37, 1928.
37. Schwappach, Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume, Die Kiefer, 1897.
38. Id., Beiträge zur Kenntnis der Qualität des Kiefernholzes Z. f. F. u. J., 1892.
39. Id., Prüfung der technischen Eigenschaften des Holzes nach den Beschlüssen der vierten Versammlung des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zu Brüssel, 1906, Zeitschr. f. Forst. und Jagdw., 1907.
40. Schrenk, The "Bleng" and the "Red Rot" of the Western yellow Pine. U. S. Dept. Arg. Bur Plant industr. Bul., 1903.
41. Tabelid Eesti metsa ja metsamaterjalide hindamiseks, 1934.

42. Trendelenburg, Schwankungen des Raumgewichts wichtiger Nadelhölzer nach Wuchsgebiet, Standort und Einzelstamm, 1934.

43. Id., Untersuchungen über des Raumgewichts der Nadelhölzer, 1934.

44. Vanin, Sinjeva drjevesinö i mjerö borjbo s neju, 1932.

45. Id., K voprosu o mjetodike ispötanija tehničeskijh svoistv drjevesinö. Izv. Len. in-ta po borjbjje s vrjedit selisk. i lesn. hoz., vöp. II, 1932.

46. Id., Drjevesinovedenije, 1934.

47. Werberg, Lüli- ja maltspuu suhe männil, 1930.

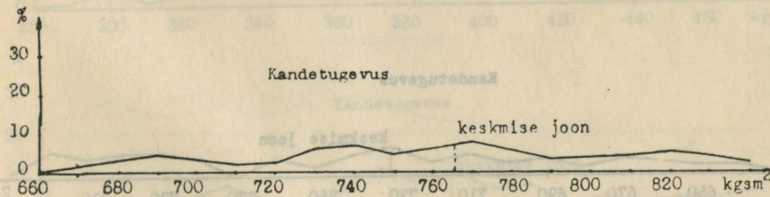
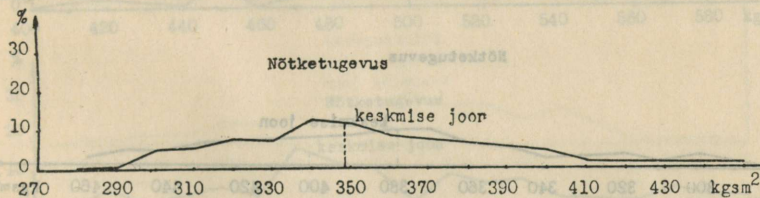
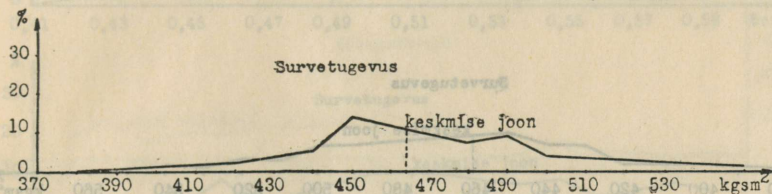
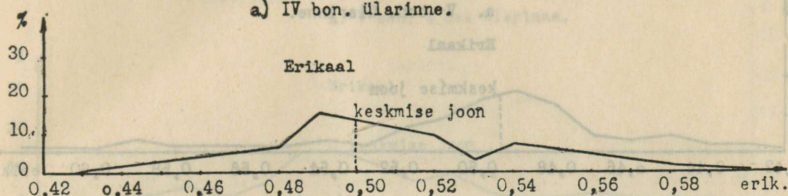
48. Wikander, Untersuchungen der Festigkeits-Eigenschaften schwedischen Holzarten, 1897.





1. Kuivad kanarbikurikkad männikud.

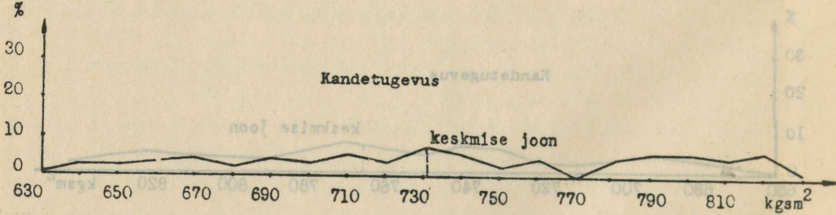
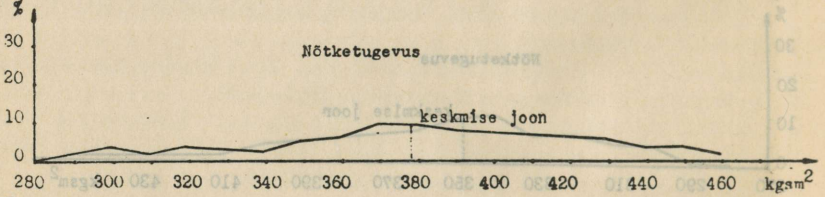
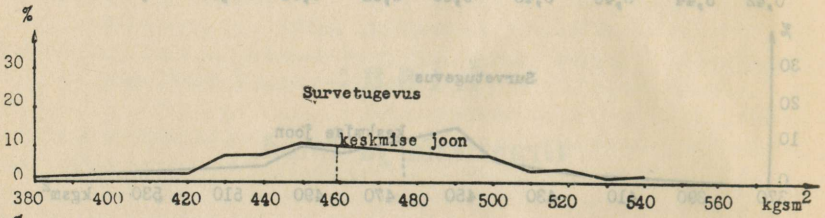
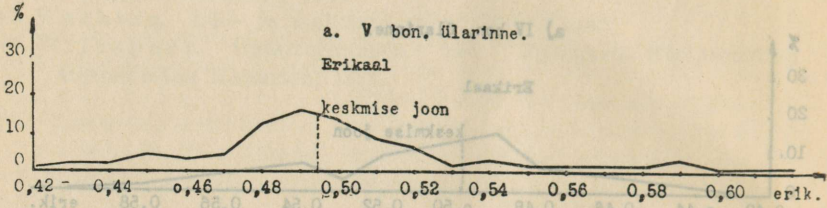
a) IV bon. Ularinne.



2. Soostunud kanarbikurikkad männikud.

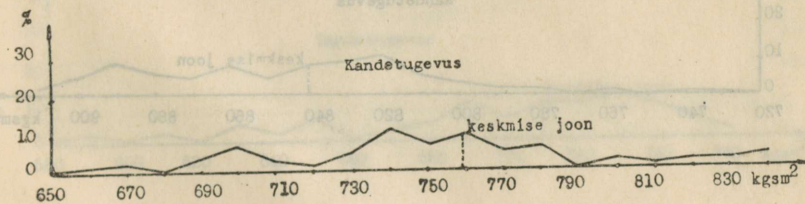
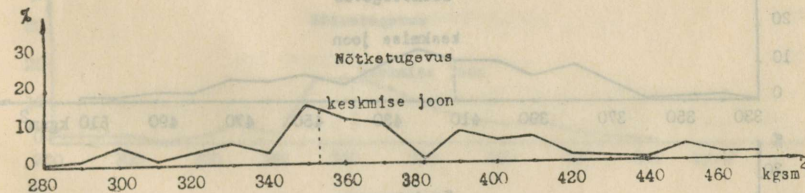
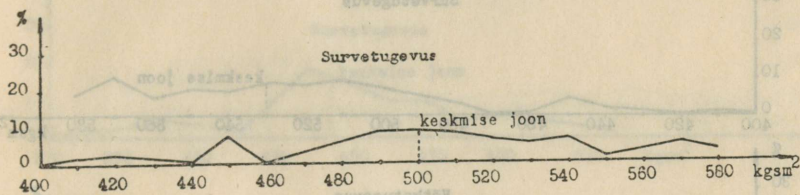
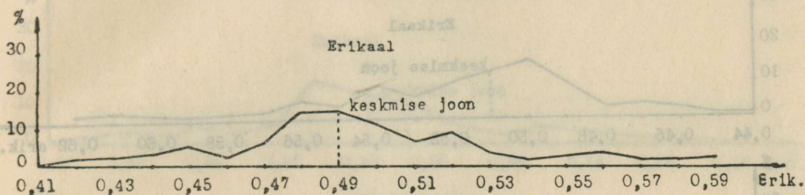
a. Vabon. Ülarinne.

Erikaal

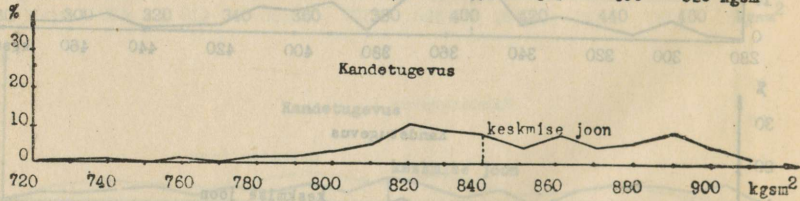
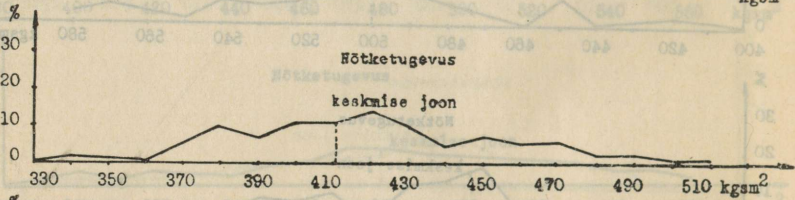
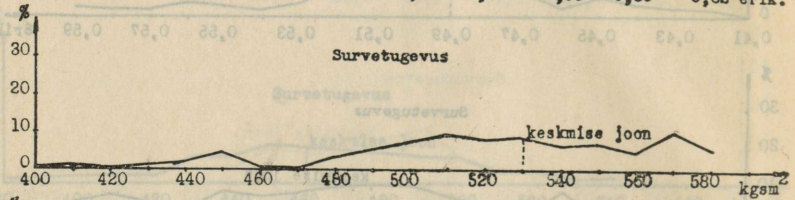
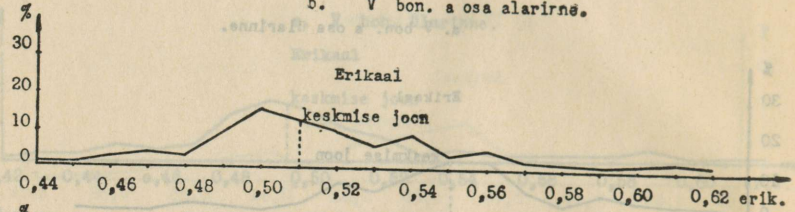


### 3. Rabamännikud.

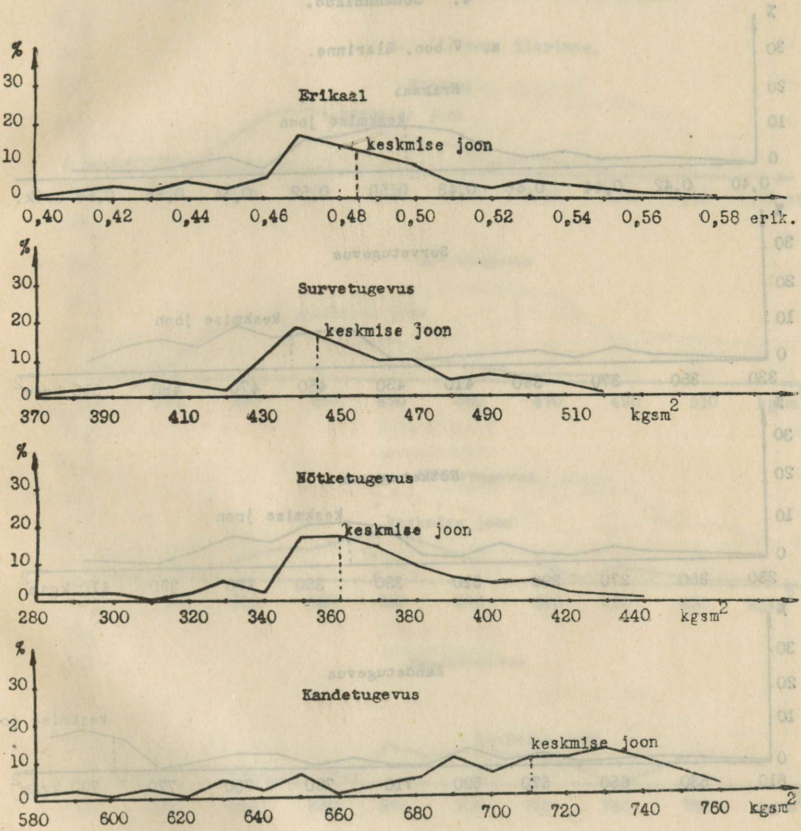
a. V bon. a osa ülarinne.



5. V bon. a osa alarirne.

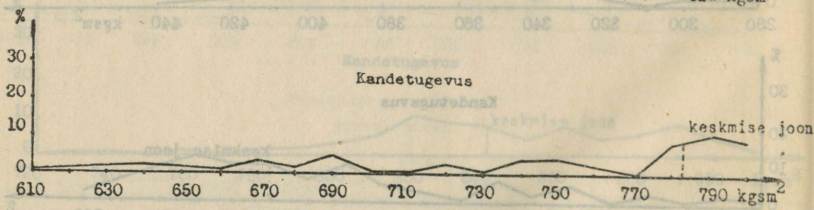
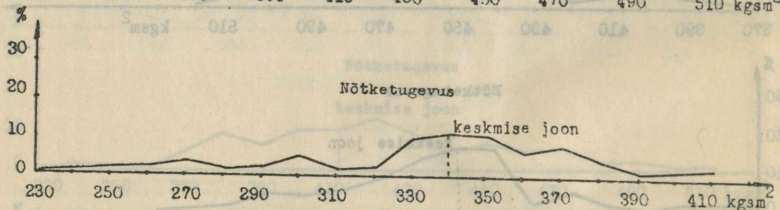
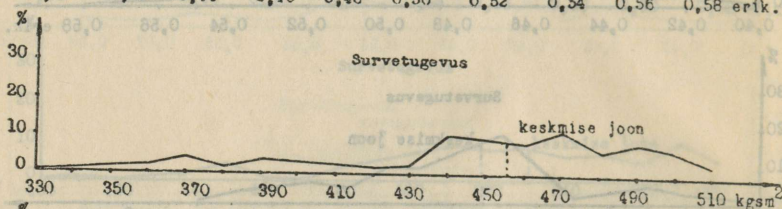
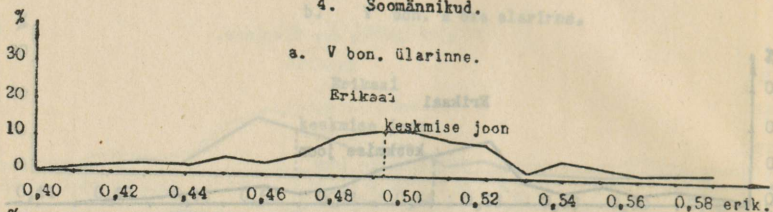


V bon. b osa ularinne,

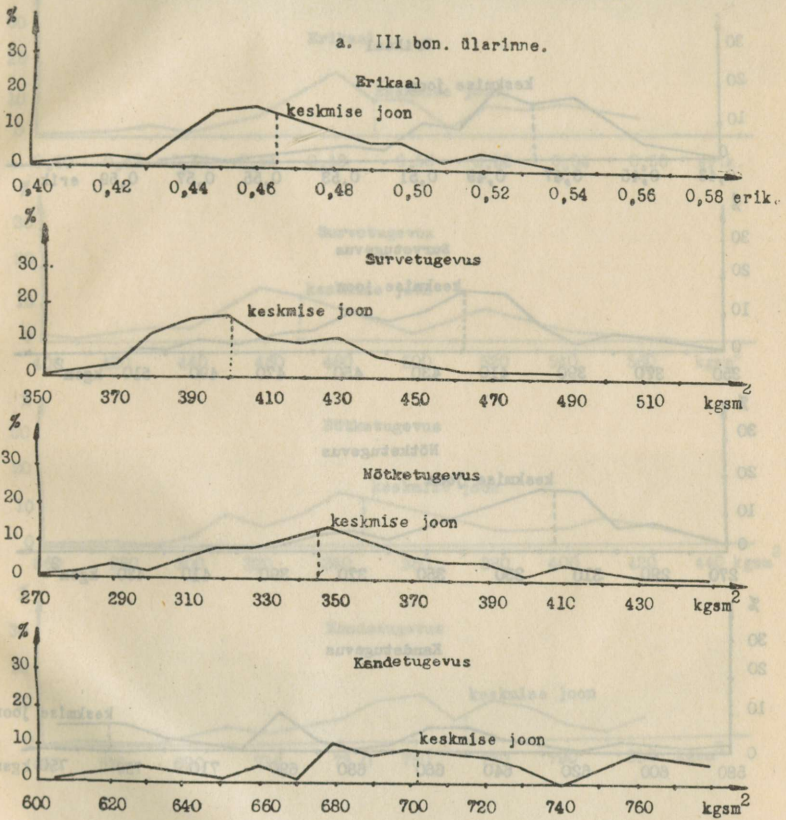


4. Soomännikud.

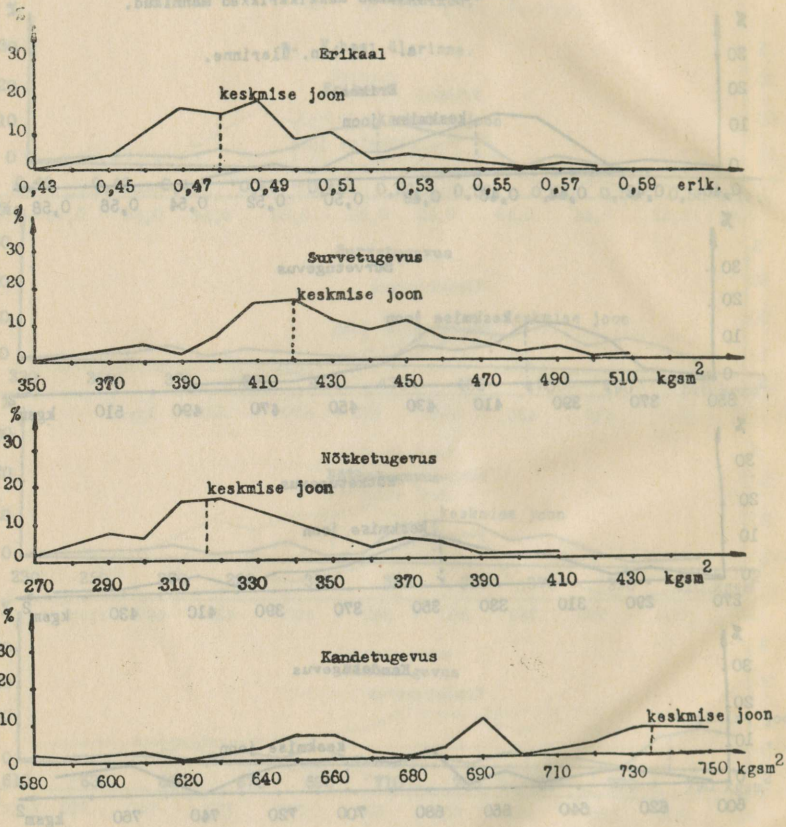
a. V bon. Ülarinne.



5. Soostunud mustikarikkad männikud.



b. III bon. alarinne.



c. IV bon. Glarinne.

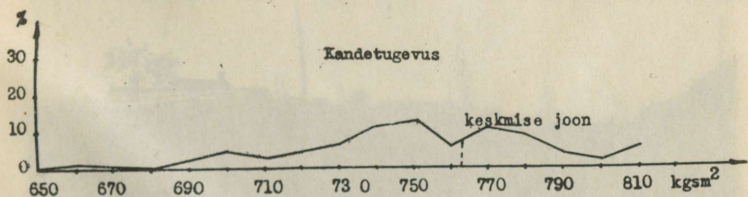
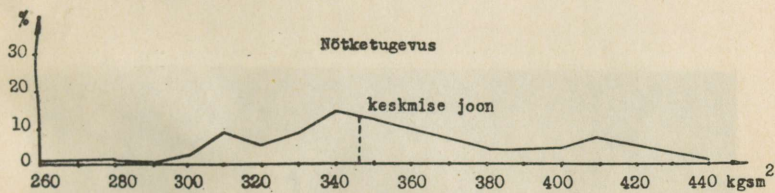
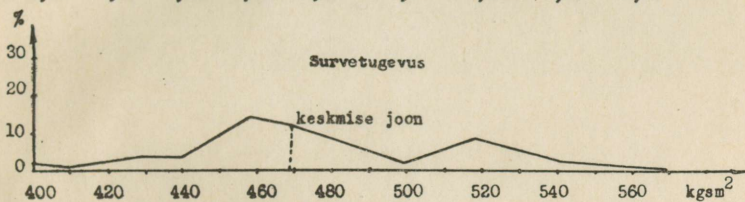
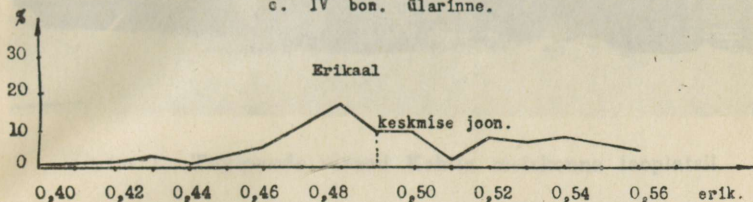






Foto 1. Tugipuude virnad Kohtla metskonna laoplatsil.



Foto 2. Tugipuud Kohtla-Järve põlevkivikaevanduse raudtee ääres.



Foto 3. Esiplaanil tööline põlevkivi vagonetiga. Tagapool võib näha tugipuude tavalist paigutamist maa-alustes käikudes Kohtla-Järve põlevkivikaevanduses.



Foto 4. Kuiv, kanarbikurikas männik.



Foto 5. Soostunud, kanarbikurikas männik.

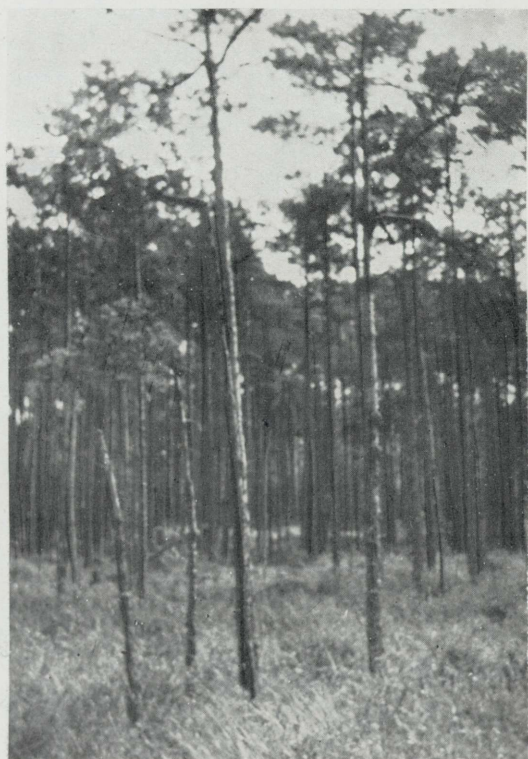


Foto 6. Rabamännik.



Foto 7. Soomännik.



Foto 8. Soostunud, mustikarikas männik.

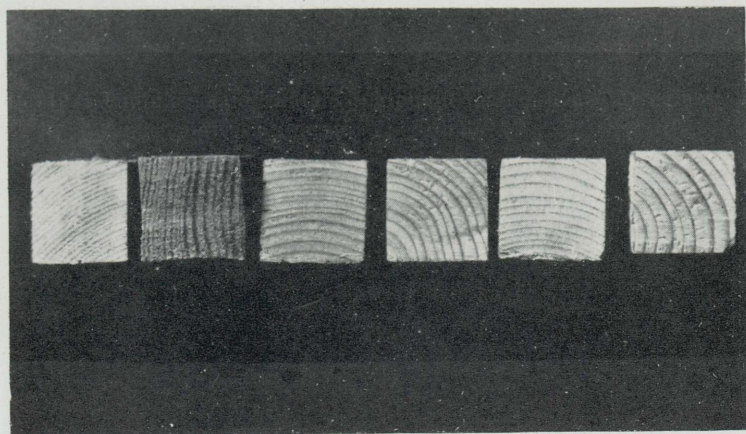


Foto 9. Tüüpilisemaid vaateid tugipuidu lülosa aastaringidest ning nende sügisosa illest.

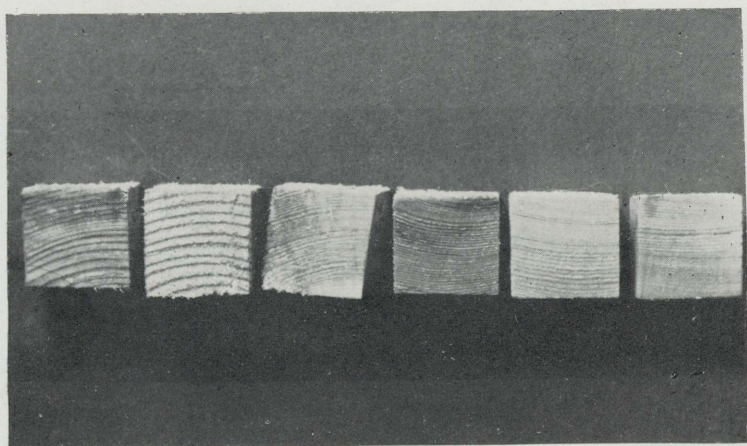


Foto 10. Tüüpilisemaid vaateid tugipuidu maltsosa aastaringidest ning nende sügisosa illest.

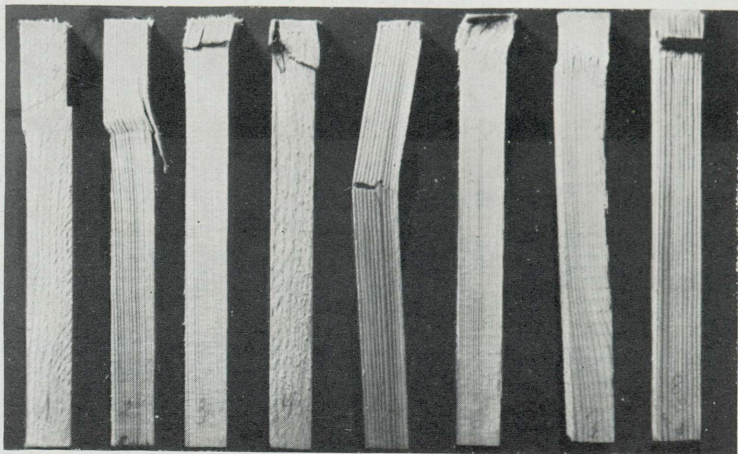


Foto 11. Tüüpilisemaid vaateid ebanormaalsest nõtkumisest ja oksade mõjust nõtkumise iseloomule.

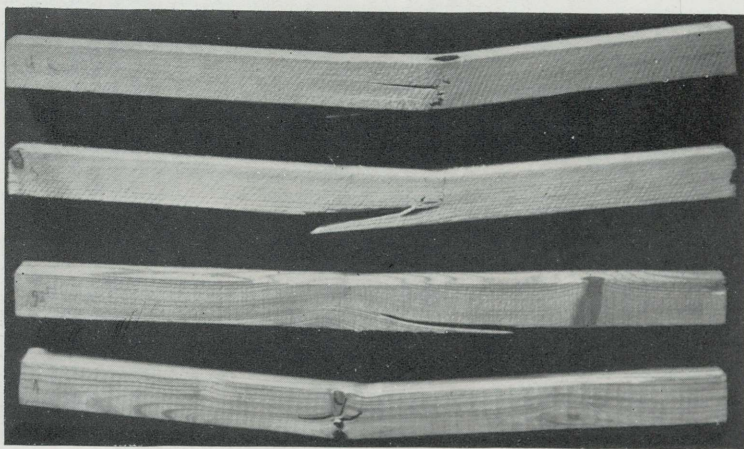


Foto 12. Tüüpilisemaid vaateid oksade mõjust kandetugevusele. Katkemine sünnib esijoones oksa kohalt.

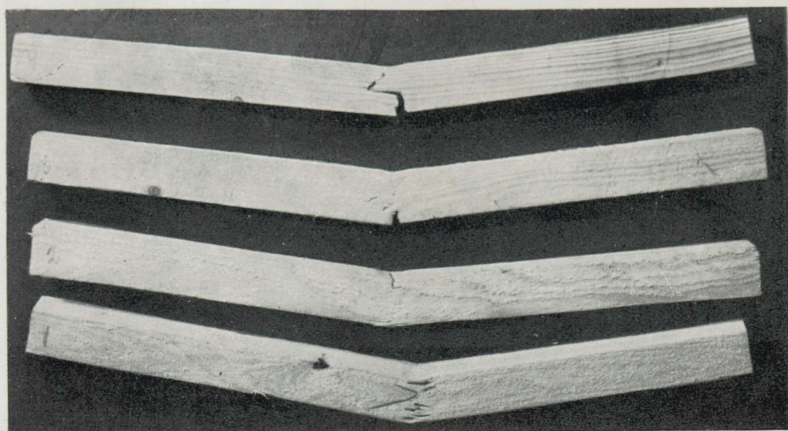


Foto 13. Tüüpilisemaid vaateid katseprusside katkemise iseloomust kandetugevuse juures.

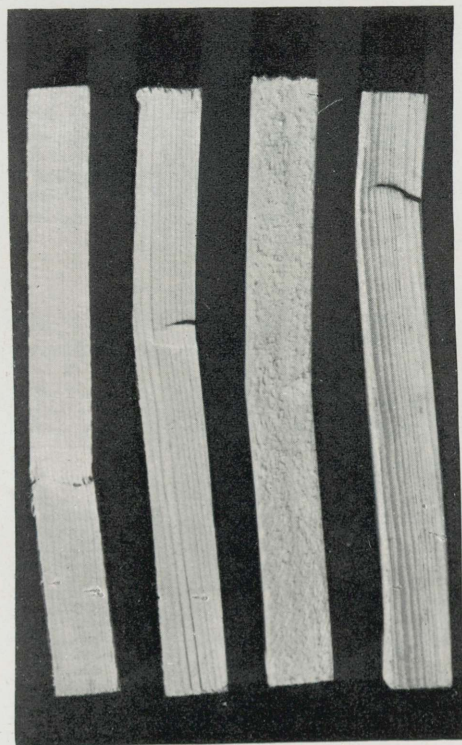


Foto 14. Tavalised nõtkumise tüübid.

