

Juurdekasvu meetod toogitabelite  
valmistamisel ja toogitabelid  
Eesti männimetsadele.

P. Reim

Tartu 1930



Juurdekasvu meetod toogitabelite  
valmistamisel ja toogitabelid  
Eesti männimetsadele.



P. Reim

Tartu 1930



4958  
A-7225

## Juurdekasvu meetod toogitabelite valmistamisel ja toogitabelid Eesti männimetsadele.

P. Reim.

Et võimalik oleks kalkulatsioon teha metsade toogivõimest, on tarvis tunda teatud põhimõtte järele normaalseteks peetavate metsade arenemist, nende tekkimisest kuni kõrge vanuseni. Selle asemel, et üht normaalset puiestikku jälgida tema tekkimisest kuni raiumiseni, võib toogitabelite valmistamisel abiks võtta võrdlevaid uurimismeetodeid, mis võimaldavad metsade arenemiskäigu selgitamise kiirema aja jooksul. Kogutakse nimelt andmeid mitmesuguse vanusega metsadest ja oletades, et nooremad metsad arenevad vanadusevahele vastava aja möödumisel samasugusteks nagu seda on vanemad metsad saimasugustel kasvupaikadel, käsitletakse neid, nagu kujutaks nad ühe teatud kasvupaigal kasvava metsa arenemist, s. o. nagu ühtlast arenemissarja.

Niisugust normaalse metsa arenemist väljendatakse harilikult n. n. toogitabelite (normaalkasvu tabelite, Ertragstafeln, опытные таблицы нормального хода роста) näol.

Toogitabelite valmistamisel peavad metsateadlased võitma kaks suuremat raskust: 1) peavad boniteerima kasvupaiku, millelt kogutud uurimise ainesik ja 2) kindlaks määrama üldtoogi ja perioodilise väljalangemise või eelkasutuse suuruse normaalseltarenevates või normaalseltkasutatavates puiestikkudes.

Senini on metsateadlaste peatähelepanu püsinud esimese raskuse võitmisel, s. o. küsimusel, missugune kriteerium tuleks aluseks võtta, et võimalik oleks ühtlase toogivõimega (bioloogiliselt võrdseid) kasvupaiku ära tunda ja ühte klassi koondada ning erineva toogivõimega ja arenemiselt erinevaid kasvupaiku aga üksteisest eraldada. Boniteerimisel on kriteeriumitena aluseks võetud: puuvara, metsade keskmine kõrgus ja mudelpuude kõrgusekurvid, üleminde puude kõrgus (Oberhöhe), metsaalune taimkate, mullaolud

ja keskmine puuvara suurenemine. Sellele vastavalt tuntakse metsateaduslikus kirjanduses üldiselt palju meetodeid, nagu Baur'i joonmeetodit, Heyer'i juhtkurvimeetodit (Leitkurvenverfahren), Hartig'i näitaja-meetodit (Weiserverfahren), Cajander'i metsatüüpidele põhjenevaid Ilvessalo toogitabeleid ja Vargas-de-Bedemar'i toogitabelite tekkimist (Venemaal). Viimane boniteeris kasvupaiku peamiselt mulla välistunnuste järele abiks võttes ka metsaaluse taimestiku iseloomu ja keskmist puuvara suurenemist. On proovitud kasvupaikade boniteerimist rajada ka matemaatilisi-statistilistele meetoditele (Cajanus).

Käesolevas artiklis ei ole võimalik nende meetodite ligemal kirjeldusel peatuda, kuid siin tahetakse tähelepanu juhtida sellele, et ka teise raskuse võitmisel, s. o. üldtoogi ja perioodilise väljalangemise määritlemises on võimalik erinevaid meetodeid arendada ja tegeliku elu nõuete teenistusse rakendada.

Perioodilise väljalangemise suurust on tarvis selgitada selleks, et kindlaks määrata metsa üldtooki, mis, nagu see üldiselt teada, koosneb lõppraide ja eelkasutuste saagist. Perioodilise väljalangemise määramine põhjeneb senistes toogitabelites puudearvu kurvile. Proovituki ainestiku põhjal on selgitatud puudearvu vähenemine käsi-käes metsa vananemisega ja saadud kurvi põhjal on välja arvatud, mitu puud iga 5 või 10 aasta jooksul puiestiku koosseisust välja langeb. Põimendusraiate saagi alusel on välja arvatud, kui suur on igas uuritavas vanuses keskmise põimenduse juures väljaraiutava puu mass ja kui teada keskmise puu mass ja väljalangenud puude arv — on väljalangemise suurus sellega juba kindlaks määratud.

Selle meetodi tarvitamine on võimalik siis, kui ühe boniteediklassi alla koondatud puiestikkude arenemine on algusest peale olnud ühesugune, s. o. puude arv pidi metsa tekkimisel olema ühesugune ja põimendamine pidi sündima ühtlaselt kõikides metsades. Tegelikult on niisuguse ainestiku saamine peaaegu võimatu ja niihästi puudearvu kahanemiskurvi, kui ka väljalangevate puude keskmise massi määramine jääb paratamatult enam-vähem juhuslikuks, mis loomulikult avaldab suurt mõju ka lõpptulemustele, s. o. valmistatavatele toogitabelitele. Selle juures on üldiselt teada, et võrdse toogivõimega kasvupaikadel võib erineva puude arvu juures puuvara ja puutoodang olla võrdne sellepärast, et tihedamates metsades on puud peenemad, väljalangevate puude arv on suurem, kuid keskmine puumass on väikesem kui hõredates puiestikkudes. On sellepärast väga kahju, et puudearvu kurvi alusel toogitabeleid val-

mistades sunnitud ollakse suurt osa proovitükkidest kõrvale jätma ainult sellepärast, et puude arv metsatekkimise ajal on erinenud teiste proovide omast.

Üldtooki metsa kasvupaikadel võib kindlaks teha mitte ainult olemasoleva puuvara ja perioodilise väljalangemise summeerimisega, nagu seda ülalpool kirjeldatud, vaid ka puuaine juurdekasvu alusel. Saja-aastase puiestiku puutoodangu kättesaamiseks on tarvis summeerida iga-aastase puuaine jooksva juurdekasvu suurused puiestiku esinesest tekkimisaastast kuni olevikuni. Iga-aastase juurdekasvu kindlaksmääramise asemel võib uuritava metsa kohta perioodiliselt iga 5 või 10-ne aasta tagant kindlaks määrata perioodilist juurdekasvu ja saadud arvused tarvitada toogitabelite valmistamiseks. Selles seisabki käesoleva kirjutise pealkirjas nimetatud juurdekasvu meetodi põhimõte.

Tegelikult ei ole aga mõeldav toogitabelite valmistamiseks kullutada niipalju aega, kui kulub ühe metsa täiskasvanuks arenemiseks ja ka juurdekasvu-meetodi tarvitamise juures tuleb metsak kasvupaikade hulgas loomulikult ette võtta samasugune ühtlaste arenemissarjade kindlaksmääramine, nagu ülalpool tähendatud, s. o. peab andmeid koguma paljudest mitmesuguse vanusega, kuid bioloogiliselt võrdsetel kasvupaikadel kasvavatest puiestikkudest ja oletada, et need puiestikud moodustavad ühe homogeense arenemissarja, s. o. et noored metsad arenevad vanadusevahele vastava aastate arvu möödumisel säärasteks, nagu on vanemad metsad. Kui nendes ühte arenemissarja kuuluvates puiestikkudes kindlaks määrata jooksev juurdekasv ja seda asetada ordinaadistikku, kus üheks ordinaadiks on metsa vanadus, teiseks aga jooksva juurdekasvu suurus, saadakse punktide tasandamiselt kurv, mis näitab, kuidas muutub puuaine jooksev juurdekasv käsikäes metsa vanuse suurenemisega. Selle kurvi põhjal võib välja arvata, kui suur on puuaine toodang uuritaval metsak kasvupaigal. Kui on teada üldine puuainetoodang ja puuvara arenemiskurv, mille võib kindlaks määrata proovitüki puuvara arvude najal, on kerge väljalangenud puude massi kindlaks teha: vahe üldtoogi ja puuvara vahel annab meile väljalangemise suuruse.

Selline juurdekasvu-meetodile põhjenev üldtoogi ja väljalangemise kindlaksmääramise võimalikkus on põhimõtte lihtsuse tõttu kõikidele toogitabelite koostajatele tuttav olnud, kuid seni ei ole seda võimalust tarvitatud. See on omakorda seletatav sellega, et metsa jooksva puuaine juurdekasvu kindlaks määramine on raske

ülesanne. Teame ju, et ühe ühtlase puiestiku jooksvat juurdekasvu ei saa kindlaks teha 1-2 mudelpuu uurimise teel, vaid selleks on tarvis langetada võrdlemisi suur mudelpuude hulk. Pealegi on metsateaduslikus kirjanduses väga puudulikult valgustatud juurdekasvu määramise meetodite täpsust, nende puudusi ja nende tarvitamiskõlblikkust nimetatud otstarbeks.

Eesti männimetsade toogitabelite koostamisel oli minul kasutada võrdlemisi suur proovitükkide aineistik (428 proovitükki), mis aga metsahooldamise suhtes oli niivõrt heterogeenne, et ei olnud mõeldav puude arvu ja keskmiste puude arvutamise najal üldtooki ja perioodilise väljalangemise kurve selgitada. Toogitabelite valmistamiseks kasutasin sellepärast juurdekasvu meetodit ja selle juures saadud kogemused lasevad mul oletada, et sel meetodil on teatav tähtsus siis, kui juurdekasvu-kurvide kindlaksmääramisel võetakse tarvitusele kõik võimalikud kontrollvõtted, mis võimaldavad juhusliku iseloomuga proovianndmete mõjulepääsemise kõrvaldamist.

Et ligemalt selgitada juurdekasvu-meetodi tarvitamist, peatan üksikasjalikult allpool avaldatavate Eesti männimetsade toogitabelite valmistamise kirjeldamisel.

### Toogitabelite valmistamiseks kasutatud aineistik.

Käesolevas töös avaldatavad männimetsade toogitabelid põhjenevad Metsakorralduse Osakonna poolt 1925.—1927. a. Eesti riigimetsadest kogutud proovitükkide aineistikule. Need proovitükid on võetud metsataksaatorite poolt metsakorralduse tööde juures riigimetsades. Proovide võtmisel tagaetaavaid põhimõtteid selgitavad:

1. Eesti metsakorralduse juhatuskiri, Metsade Peavalitsuse väljaanne 1920. ja 2. E. Schabak oma artiklis 1924. a. «Eesti Metsas».

Tabelite koostamiseks kasutasin nimetatud proovitükkide aineistikust 428 proovitüki andmeid; 19 proovitükki (4.3%), mis võetud mitte täieliku liitusega metsast, jätsin aga kasutamata. Kasutatud proovitükkidest oli võetud

338 tk. ehk 79.0% puhtates männikutes,

79 „ „ 18.4% männi-kuuse segametsades ja

11 „ „ 2.6% männi-kase segametsades, kusjuures

puhtateks männikuteks on arvatud kõiki metsi, kus teisi puuliike on alal 10%. Segametsade proovide andmed ei ole halvemate kasvu-paikade juures arvesse võetud ja neid on kasutatud ainult võrdlus-ainestikuna. Kõrgema toogiklassi kurvide saamisel on segametsade proovidele antud sama kaal, mis puhtate männikute proovitükkidele.

Igal proovitükil oli kindlaks tehtud metsa keskmine kõrgus, puude arv, keskmise puu läbimõõt, puuvara hektaaril, metsa jooksev juurdekasv ja veel mõningaid teisi andmeid. Nendest andmetest kasutasin toogitabelite valmistamiseks ainult keskmise kõrguse, puuvara ja jooksva juurdekasvu arvusid ümberarvatult ühe hektaari kohta.

Proovitükkidel kasvavate puude puuvara on määratud 3—5 mudelpuu ja kluppimisandmete najal<sup>1)</sup>.

Metsa juurdekasv on määratud mudelpuude (3—5 tk.) varal järgmiselt:

Igal üksikul mudelpuul on viimase 10 a. juurdekasv määratud järgmise valemi järele:

$$Z_{10} = \frac{\delta^2 \pi h - (\delta - 2\Delta_{10})^2 \pi h}{4}$$

kusjuures  $Z_{10}$  = viimase 10. aasta juurdekasv,  $\delta$  = puu läbimõõt (ühes koorega) puu poolel pikkusel,  $h$  = puu pikkus,  $\Delta_{10}$  = kümne viimase aastaringi paksus — puu poolel pikkusel. Korrutades mudelpuude juurdekasvu vastavate puude arvu arvudega, on saadud metsa juurdekasv viimase kümne aasta jooksul. Seda arvu kümnele jagades on saadud läbisegine aastane metsa juurdekasv viimase kümne aasta jooksul, mida on loetud võrdseks metsa jooksvale juurdekasvule viie aasta eest, s. o. kui uuritud metsa vanus oli 100 a., siis loeti saadud arv võrdseks 95-aastase metsa jooksvale juurdekasvule.

Kasutatud proovid on võetud peaasjalikult keskealistes ja vanades metsades. Kõige noorem proovitükkide näol esitatud männimets on 44-a. ja kõige vanem 185-a. Kõige rohkem oli ainestik 95—115 a. vanuste metsade proove. Proovitükkide harilik suurus on 0.25 hektaari.

### Toogitabelite valmistamine.

Nagu juba tähendatud, pidin toogitabelite valmistamisel loobuma harilikust üldtoogi selgitamise meetodist, s. o. puude arvu alusel väljalangemise kindlakstegemisest ja rajasin toogitabelite koostamise ülalpool kirjeldatud juurdekasvu meetodile.

1) Kluppimisel ei ole alla 3" jämedusi puid arvesse võetud, mudelpuudel on arvesse võetud puuaine ühes koorega kännust kuni ladva tipuni. Tabelite andmed näitavad seega üle 3" jämeduste puude tüvepuud ühes koorega, kuid ilma kännu puuaineta.

Hariliku proovitükkide boniteerimise teel saadud juurdekasvu kurvide kontrolliks kasutasin selle juures kurve, mis kujutavad otsitavaid andmeid metsa keskmise kõrguse ja vanuse funktsioonidena. Otsitavateks andmeteks olid aga metsa jooksev juurdekasv ja puuvara hektaaril. Teisi harilikult toogitabelites selgitatavaid andmeid, vormiarvused, keskmise puu mõõtusi ja löikepindade suurust ei võtnud ma ligema uurimise alla.

Nimetatud kurvide saamiseks klassifitseerisin ainesikku kahel alusel: metsa keskmise kõrguse ja vanuse alusel, s. o. proovitüki ainesik jaotati kõrguse- ja vanuseklassideks.

Kõrguseklasside laiuseks võeti 9 jalga. Kõige madalama kõrgusega proovid kuulusid 30'—38' kõrgusega metsade klassi. Järgmiseks klassiks oli 39'—47' kõrgusega metsad. Kõrguseklasside keskkohad langesid seega 34, 43, 52, 61, 70, 79, 88 ja 97 jalale, ehk meetrites 10.4, 13.1, 15.8, 18.6, 21.3, 24.1, 26.8 ja 29.6 meetrile.

Vanuse-klassid määrati järgmiselt: 44—48, 55—65, 65—75, 71—90, 91—110, 111—130 ja 131—150 a. (65 ja 71—75 a. vanuste metsade proovitükid esinesid seega kahes vanuseklassis). Niihästi kõrguse- kui vanuseklasside määramisel peeti silmas proovide jagunemist ühe klassi piirides ja püüti klasse määrata nii, et kõrvalekaldumisi keskmisest klassi kõrgusest resp. vanusest oleks ühele poolele võimalikult sama palju kui teisele poolele, s. o. et proovid ühe klassi piirides võimalikult võrdselt asetuksid kahelpool keskoont. Et seda kätte saada, märgiti enne kõrguse- ja vanuseklasside kindlaks määramist kõikide proovide kõrgused punktidenä ordinaadistikku, kus abstsissiks oli vanus ja ordinaadiks metsa keskmine kõrgus. Saadud punktide hulka joonistati piirjooned, mis eri klassisid üksteisest eraldasid.

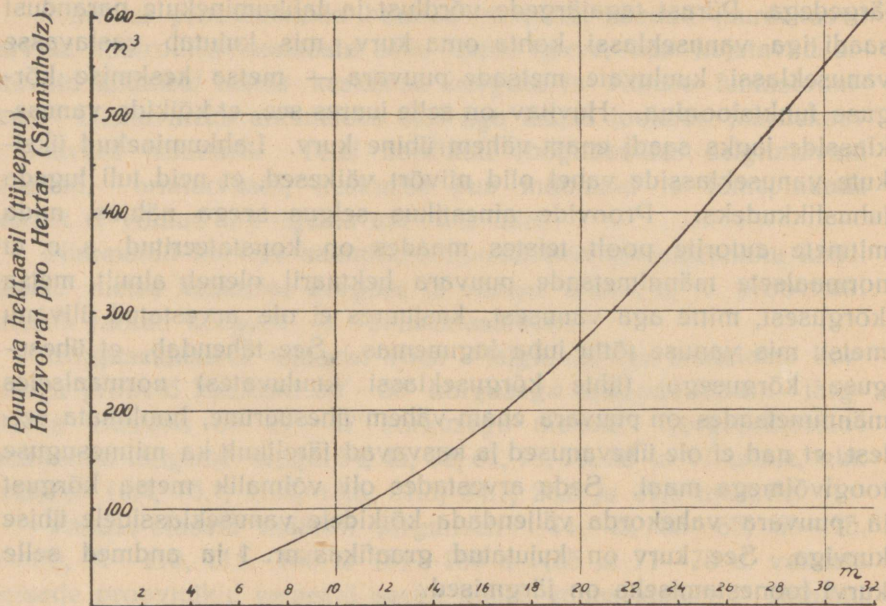
Selleks, et saada kurve, mis kujutaksid puuvara hektaaril — metsa keskmise kõrguse ja metsa vanuse funktsioonina, asetati iga üksiku kõrguseklassi proovitükkide puuvara arvud ordinaadistikku, kus abstsissiks oli vanus ja ordinaadiks puuvara hektaaril. Pärast seda asetati samade proovitükkide andmed ordinaadistikkusse vanuseklasside kaupa, kusjuures ordinaadiks oli puuvara hektaaril ja abstsissiks metsa kõrgus.

Kuna vanuseklasside ja kõrguseklasside kaupa käsitletud ordinaadistikudes olid võrreldavad suurused, puuvara hektaaril — metsakõrgus ja metsa vanus — ühed ja samad ja kuna ainesik oli üks ja sama, on loomulik, et ühel teel saadud tagajärgi, s. o. punktide põhjal saadud kurve, võib kontrollida teisel teel saadud taga-

järgedega. Pärast tagajärgede võrdlust ja lahkuminekute parandust saadi iga vanuseklassi kohta oma kurv, mis kujutab vastavasse vanuseklassi kuuluvate metsade puuvara — metsa keskmise kõrguse funktsioonina. Huvitav on selle juures see, et kõikide vanuseklasside jaoks saadi enam-vähem ühine kurv. Lahkuminekud üksikute vanuseklasside vahel olid niivõrt väikesed, et neid tuli lugeda juhuslikkudeks. Proovide ainesitikus selgus seega nähtus, mida mitmete autorite poolt teistes maades on konstateeritud, s. o. et normaalsete männimetsade puuvara hektaaril onoleb ainult metsa kõrgusest, mitte aga vanusest, kusjuures ei ole arvestatud ülivanu metsi, mis vanuse tõttu juba lagunemas. See tähendab, et ühesuguse kõrgusega (ühte kõrguseklassi kuuluvates) normaalsetes männimetsades on puuvara enam-vähem ühesuurune, hoolimata sellest, et nad ei ole ühevanused ja kasvavad järelikult ka mitmesuguse toogivõimega maal. Seda arvestades oli võimalik metsa kõrgust ja puuvara vahetada väljendada kõikidele vanuseklassidele ühise kurviga. See kurv on kujutatud graafikas nr. 1 ja andmed selle kurvi joonestamiseks on järgmised:

Metsa keskmine kõrgus m	Puuvara hektaaril m <sup>3</sup>	Metsa keskmine kõrgus m	Puuvara hektaaril m <sup>3</sup>
6	40	19	243
7	51	20	265
8	62	21	290
9	74	22	316
10	87	23	343
11	100	24	371
12	114	25	400
13	129	26	430
14	146	27	460
15	163	28	490
16	181		
17	200	29	520
18	221	30	550

Kui puuvara, metsa kõrguse ja vanuse vahetada oli selgitatud, asuti juurdekasvu uurimisele. Ka siin toimiti analoogiliselt. Esiti käsitleti ainesitiku kõrguseklasside, hiljem vanuseklasside

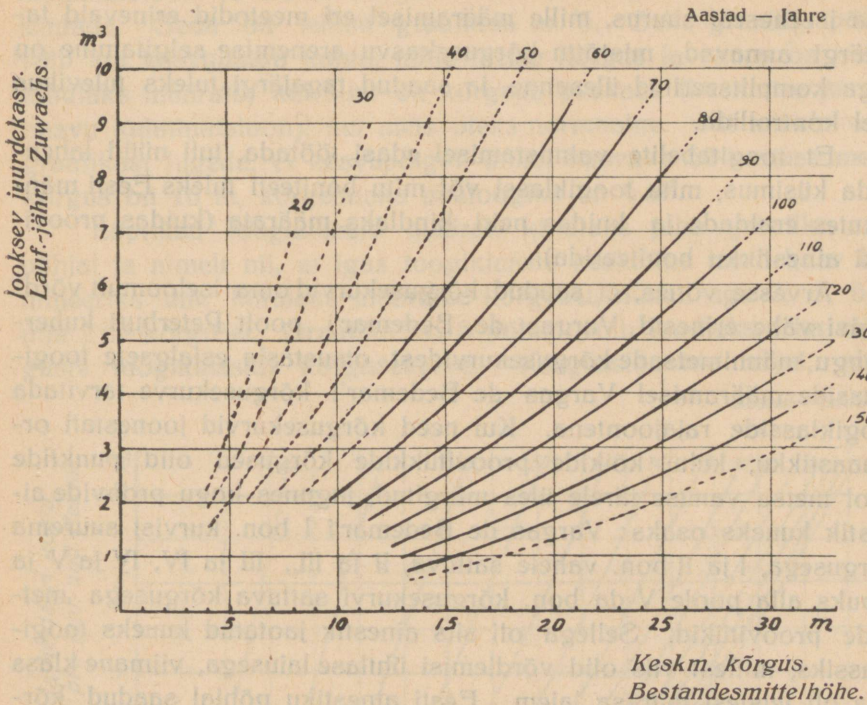


*Keskmine kõrgus meetrites.  
Bestandesmittelhöhe.*

Graafika nr. 1. Vahekord männikute puuvara ja keskmise kõrguse vahel.  
Das Verhältnis zwischen Holzvorrat u. Mittelhöhe der Kiefernbestände.

kaupa ja saadud tagajärgedest kõrvaldati omavahelise võrdluse teel juhusliku iseloomuga lahkumineku. Graafika nr. 2 kujutab sel teel saadud tagajärgi, s. o. kurvi, mis kujutavad metsa jooksvat juurdekasvu metsa kõrguse funktsioonina kümneaastaste vahedega vanuseklasside kohta. Sellejuures on osa kurve joonestatud punktiirjoonega sellepärast, et ainestik ei olnud nii täielik, et kõiki kurve oleks võidud ühtilase objektiivsusega tasandada. Punktiirjoontega märgitud kurvide tasandamisel on autori subjektiivsele kaalutlusele jäänud tuntaval määral meeleva.

Graafikate nr. 1 ja 2 põhjal on võimalik kõikide männimetsade jaoks, mille kõrgus ja vanus on teada, kindlaks määrata, kui suur peaks olema neis normaalne puuvara ja normaalne juurdekasv ühe hektaari kohta ja nende põhjal võib järelikult iga männiku kohta, mille normaalne kõrgusekasvu arenemine on teada, kindlaks määrata puuvara ja jooksva juurdekasvu arenemise normaalseid kurve. Kui aga need kurvid on käes, siis saadakse nendest lihtsa arvuta-



Graafika nr. 2. Vahekord metsa keskmise kõrguse ja jooksva juurdekasvu vahel vanuse-klassides.

Das Verhältnis zwischen Bestandesmittelhöhe und laufend-jährlichem Zuwachs für die Altersklassen.

mise teel ka andmed väljalangemise ja üldtoogi kohta, s. o. toogitabelite koostamisel otsitavad andmed. Toogitabelite koostamiseks oleks seega veel tarvis kindlaks teha kõrguse arenemist iga toogiklassi kohta.

Eesti männimetsade normaalse kõrgusekasvu selgitamiseks kasutasin oma tähelepanekuid mulla ja taimkatte põhjal võrdseteks peetud kasvupaikadel kasvavates männikutes, Tartu Ülikooli õppe-metskonnas prof. A. Mathiesen'i poolt kogutud männi tüvedekasvu analüüside andmeid ja Vargas de Bedemar'i poolt Peterburi kubermangu männikute jaoks koostatud toogitabelite kõrgusekurve. Võrdlusmaterjalina tarvitasin ka kõikide teiste välismaa kirjanduses avaldatud männimetsade kõrgusekurve. Üldse püüdsin kasutada kõiki võimalusi, et kõrgusekasvu arenemisest võimalikult õigeid andmeid saada. Kuid, nagu teada, on metsade keskmine kõrgus

juba iseenesest suurus, mille määramisel eri meetodid erinevaid tagajärgi annavad, mistõttu kõrgusekasvu arenemise selgitamine on väga komplitseeritud ülesanne, ja saadud tagajärgi tuleks tulevikus veel kontrollida.

Et toogitabelite valmistamisel edasi töötada, tuli nüüd lahendada küsimus, mitu toogiklassi või mitu boniteeti tuleks Eesti männikutes eraldada ja kuidas neid kindlaks määrata (kuidas proovitüki aimestikku boniteerida).

Arvesse võttes, et saadud kõrgusekurvid oma iseloomult võrdlemisi vähe erinesid Vargas de Bedemar'i poolt Peterburi kubermangu männimetsade kõrgusekurvidest, otsustasin esialgsete toogiklasside määramisel Vargas de Bedemar'i kõrgusekurve tarvitada toogiklasside rajajoontena. Kui need kõrgusekurvid joonestati ordinaastikku, kuhu kõikide proovitükkide kõrgused olid punktide näol metsa vanuse järele üles märgitud, jagunes kogu proovide aimestik kuueks osaks: Vargas de Bedemar'i I bon. kurvist suurema kõrgusega, I ja II bon. vahele sattuva, II ja III., III ja IV, IV ja V ja lõpuks alla poole V-da bon. kõrgusekurvi sattuva kõrgusega metsade proovitükid. Sellega oli siis aimestik jaotatud kuueks toogiklassiks, millest viis olid võrdlemisi ühtlase laiusega, viimane klass aga oli teistest märksa laiem. Eesti aimestiku põhjal saadud kõrgusekurviga poolitasin lõpuks veel selle viimase klassi ja nii sain seitse esialgset toogiklassi.

Iga sel teel saadud toogiklassi kohta arvutasin toogitabelite koostamiseks tarvilikud andmed — puuvara, juurdekasvu ja üldtoogi kurve — kahel teel: 1) algainestiku põhjal, käsitledes ühte toogiklassi kuuluvaid proovitükke kui ühtlast arenemisesarja ja 2) graafikate nr. 1 ja 2 alusel. Lõpptulemuste omavahelise võrdluse teel tasandati juhusliku ilmega lahkumineku kahel teel saadud tagajärgede vahel ja saadi otsitavad andmed esialgsete toogiklasside jaoks. Lõpuks sooritati lõplik tasandus ka kõikides teistes asjassepuutuvates kurvides.

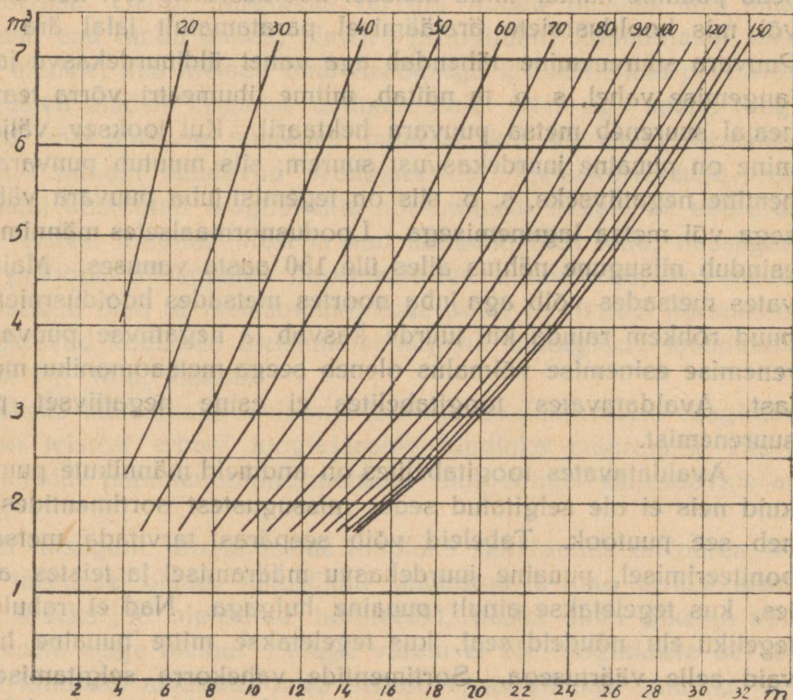
Nagu juba ülalpoolsest võib järeldada, oli esialgsete toogiklasside kindlaks määramine täiesti juhuslik ja neid oligi tarvis ainult selleks, et selgitada metsa kõrguse ja üldtoogi vahet. Üldtoogi suurust aga väljendab kõige paremini keskmise juurdekasvu kulminatsiooni kõrgus, s. o. arv, mis näitab, kui suur on maksimaalne võimalik puusaak hektaari ja aasta kohta, kui kasvupaigal kasvaks normaalne mets. Kui teatud toogiklasside jaoks on selgitatud üldtoogi andmed, ei ole raske keskmise juurdekasvu

kulminatsiooni ja metsa kõrguse vahetõrda graafilisel kujul väljendada. Seda on tehtud graafikas nr. 3. Selle graafika põhjal võib iga kasvupaiga kohta, mille metsa kõrgus ja vanus on teada, kindlaks määrata, kui suur on kõrgeim puusaak (keskmise juurdekasvu kulminatsioon), kui mets oleks normaalne. Nii näiteks võib graafikast lugeda, et kasvupaigal, millel kasvava 50-aastase metsa kõrgus on 16 m, kõrgeimaks puutoogiks on 6 m<sup>3</sup>.

Lõplikud toogiklassid määrati kindlaks juba graafika nr. 3 põhjal ja nimelt nii, et igas toogiklassis keskmine juurdekasv kulmineeriks ette kindlaks määratud kõrgusel, nimelt aga 7, 6, 5, 4, 3 ja 2 m<sup>3</sup> kõrgusel. Graafika nr. 3 põhjal võib kindlaks teha niisuguste toogiklasside kõrgusekurve. Kõrgusekurvide najal, abiks

Aastad— Jahre

Kõrgeim puutook aasta ja hektaari kohta.  
Der höchste Holztrag pro Jahr und Hektar.



Keskmine kõrgus meetrites.  
Bestandesmittelhöhe.

Graafika nr. 3. Boniteerimistabel (vahetõrda metsa keskm. kõrguse ja kõrgema puutoogi vahel vanuseklassides).

Bonitierungstabelle (das Verhältnis zwischen dem höchsten Holztrag und der Bestandesmittelhöhe für die Alterklassen).

võttes graafikaid nr. 1 ja 2, võib selgitada tarvilikke andmeid toogitabelite koostamiseks. Nii talitades saadigi lõplikud kuus toogiklassi: 7, 6, 5, 4, 3 ja 2, kusjuures iga klassi niminummer tähendab, kui suur (mitu tihumeetrit) on sellesse klassi kuuluva kasvupaiga normaalne puutook aasta ja hektaari kohta ehk kui suur on selle kasvupaiga toogivõime (tihumeetrites).

### Toogitabelite tähtsamad iseloomu-jooned.

Avaldatavates toogitabelites on vahet tehtud kolme mõiste — puuaine juurdekasvu, puuvara suurenemise ja puuaine väljalangemise vahel. Juurdekasvu all mõistetakse üldist tüvepuu juurdekasvu üle 3 tolli (7,5 sm) jämedustel puudel. Väljalangemise all mõeldakse seda puuaine hulka, mida metsast hooldusraiate teel kõrvaldatakse või mis hooldusraiate ärajäämisel paratamatult jalal ära kuivab. Puuvara suurenemine tähendab aga vahet üldjuurdekasvu ja väljalangemise vahel, s. o. ta näitab, mitme tihumeetri võrra teatud vaheajal suureneb metsa puuvara hektaaril. Kui jooksev väljalangemine on puuaine juurdekasvust suurem, siis muutub puuvara suurenemine negatiivseks, s. o. siis on tegemist juba puuvara vähenemisega või metsa lagunemisega. Loodusnormaalsetes männimetsades esindub niisugune nähtus alles üle 150 aasta vanuses. Majandatavates metsades võib aga juba noortes metsades hooldusraiate puhul puud rohkem raiuda kui juurde kasvab ja negatiivse puuvara suurenemise esinemise võimalus on seega metsaomaniku meelevallast. Avaldatavates toogitabelites ei esine negatiivset puuvara suurenemist.

Avaldatavates toogitabelites on andmeid männikute puutoogist, kuid neis ei ole selgitatud seda, missugustest sortimentidest koosneb see puutook. Tabeleid võib seepärast tarvitada metsamaade boniteerimisel, puuaine juurdekasvu määramisel ja teistes arvutustes, kus tegeletakse ainult puuaine hulgaga. Nad ei rahulda aga tegeliku elu nõudeid seal, kus tegeletakse mitte puuaine hulgaga, vaid selle väärtusega. Sortimentide vahekorra selgitamisel peab ühe ja sama puuaine toogiga kasvupaiku mitmes osas käsitlema, sest sordimendid olenevad väga palju metsa hooldamisest. Kui metsa kasvatatakse hõredamalt, siis võib ühe ja sama puutoogi juures saada palju jämedamat materjali kui tihedatena kasvatatud metsadest. Kõige selle tõttu nõuab sortimentide vahekorra selgitamine tulevikus veel rohkesti tööd.

Metsakorralduse juhatuskirjas nõutakse, et igas metsandikus võetaks iga puuliigi normaalsetest metsadest raideringi määramise põhjenduseks vähemalt kolm proovitükki. Eesti männikutes on varem puid raiutud väga mitmete põhimõtete järele, mõnel pool nõrkade läbiraiumiste näol, teistes peaaesjalikult tugevate puude väljaraiumise teel. Osa metsi on aga arenenud isegi enam-vähem puutumatult. Normaliteedi mõiste on seega metsandikkudes olnud erinev, ja Eesti Metsakorralduse Osakonna proovitükkide ainestiku põhjal koostatud toogitabelite normaliteedi mõiste jääb selle tõttu põhimõtteliselt segaseks. Silmas pidades aga seda, et metsakorraldajad on sunnitud olnud igas metsandikus, kus oli männimetsi, võtma proovitükke, pakub Metsakorralduse proovitükkide ainestik võrdlemisi objektiivse pildi Eesti paremate männikute läbisegisest seisukorrast. Selles ainestikus on ära hoitud puudus, mis mujal sagedasti end tunda annab, nimelt: proovitükid koondatakse üksikutele aladele, kus metsad oma headusega eriliselt silma paistavad. Niisugustelt aladelt kogutud andmete najal võib aga saada toogitabeleid, mis näitavad suuremat puutooki kui suuremad metsaalad tegelikult kunagi suudavad produtseerida. Metsakorralduse proovide najal koostatud toogitabelite normaliteedi mõiste on seepärast erinev teistest toogitabelitest ja nad näitavad õieti seda, missugune oleks puutook niisugustes noormalsetes männikutes, kus metsakasutuslikud olud ja metsaomanikkude poolt tarvitatud hooldusraided vastavad kodumaa metsamajapidamise läbisegisele tasapinnale viimase 10–15 a. jooksul.

Üheks tähtsamaks iseloomu-jooneks avaldatavatele toogitabelitele on teistest erinev toogiklasside kindlaks määramise viis ja toogiklasside nummerdamine metsade toogivõimet väljendavate arvudega.

Et niisugune toogiklasside kindlaks määramine on parem kui senine tarvitusel olnud, juhuslikult määratud ja ilma erilise sisuta I-seks, II-seks jne. nimetatud boniteedid, peaks ilma pikema põhjendamiseta selge olema. Et aga varem ei ole toogiklasse sel teel võidud kindlaks määrata, tuleb sellest, et toogiklassi andmete selgitamine on põhinenud keskmiste puude ja puudearvu andmetele, kusjuures peatähelepanu on olnud keskmiste puude arenemise selgitamisel ja esialgsete toogiklasside andmeid ei ole võidud teistele toogiklassidele üle kanda. Eriti palju paremusi vanadega võrreldes on avaldatavatel toogitabelitel — statistiliste andmete kogumisel suuremate metsamassiivide toogivõimest.

Nagu näha graafikast nr. 7, on avaldatavatele toogitabelitele antud teissugune graafiline kuju (kui seda seni on harjutud nägema). Sellelt graafikalt võib iga metsa kohta, mille kõrgus ja vanus on teada, kätte saada kolmesuguseid andmeid: normaalse puuvara, normaalse jooksva juurdekasvu ja normaalse kasvupaiga toogivõime. Usun sellepärast, et niisugune toogitabelite graafiline kuju on tegeliku elu nõuete jaoks märksa ülevaatlikum kui senised graafikad.

Olgu tähendatud, et sel teel võib väljendada kõiki toogitabeliteid ja niisuguse graafiku koostamiseks ei ole sugugi tarvis, et toogitabelite konstruktsioon ja toogitabelite valmistamisel tarvitatud meetodid oleks samad nagu avaldatavates. Teisi toogitabeleid sel kujul graafiliselt üles joonestades selguks aga, et kurvid ei ole nii korrapärased kui graafikas nr. 7.

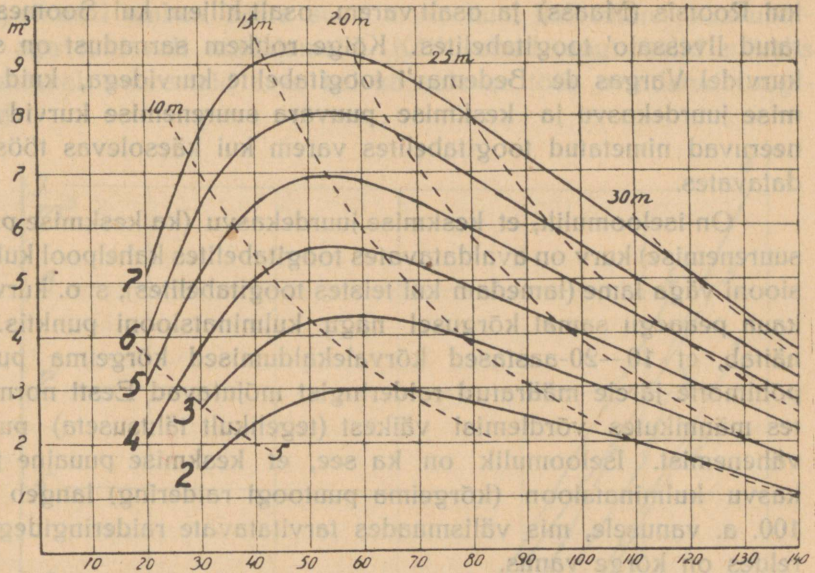
### Männimetsade kasvuavaldused saadud toogitabelite valgusel.

Nagu graafikad nr. 4 ja 5 seda selgitavad, on avaldatavates toogitabelites jooksva juurdekasvu ja jooksva väljalangemise kurvid võrdlemisi korrapärase iseloomuga. Kurvide kulminatsiooni aega valgustavad järgmised arvud:

Nimetus Bezeichnung	Toogiklassid. Erfragsklassen					
	7	6	5	4	3	2
	Kulminatsiooni aeg Kulminationszeit					
Jooksev juurdekasv . . . . .	50	55	55	55	60	62
Laufend-jährlicher Zuwachs						
Keskmine juurdekasv . . . . .	94	94	97	100	103	108
Durchschnittlicher Zuwachs						
Jooksev puuvara suurenemine . .	50	50	52	52	52	55
Laufend-jährliche Vergrößerung des Holzvorrats						
Keskmine puuvara suurenemine .	82	85	88	92	94	97
Mittlere Vergr. des Holzvorrats						
Jooksev väljalangemine . . . . .	55	55	55	60	60	65
Lauf.-jährl. Abgang.						

Neid arvusid üldiselt vaadeldes paistab silma, et parematel kasvupaikadel kurvid kulmineeruvad varem kui halvematel. Seda nähtust on ka teistes maades tähele pandud. Võrreldes teistes

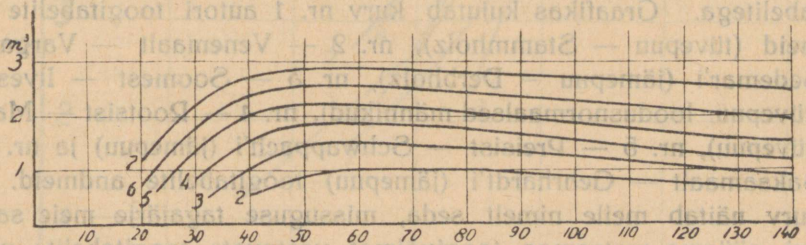
Jooksev aastane juurdekasv hektari kohta.  
 Lauf-jährlicher Zuwachs pro Hektar.



Metsa vanus (aastad).  
 Bestandesalter (Jahre).

Graafika nr. 4.

Juurdekasvukurvid toogi (—) ja kõrguse (---) klassides.  
 Zuwachskurven für Ertrags (—) und Höhen (- - -) Klassen.



Metsa vanus (aastad).  
 Bestandesalter.

Graafika nr. 5.

Jooksev väljalangemine (hooldusraiete took) aasta ja hektari kohta.  
 Laufender Abgang (Durchforstungsertrag) pro Jahr und Hektar (fm).

maades avaldatud männimetsade toogitabelitega, on kulminatsiooni aegades märgata Eestile iseloomulikke jooni. Siin ei ole võimalik peatuda nende andmete üksikasjalikul valgustusel. Nimetan ainult tähtsamaid üldjooni. Saadud toogitabelites kulmineeruvad kurvid varem kui Saksamaal koostatud toogitabelites, umbes samal ajal

kui Rootsis (Maass) ja osalt varem, osalt hiljem kui Soomes koostatud Ilvessalo' toogitabelites. Kõige rohkem sarnadust on saadud kurvidel Vargas de Bedemar'i toogitabelite kurvidega, kuid keskmise juurdekasvu ja keskmise puuvara suurenemise kurvid kulmineeruvad nimetatud toogitabelites varem kui käesolevas töös avaldatavates.

On iseloomulik, et keskmise juurdekasvu (ka keskmise puuvara suurenemise) kurv on avaldatavates toogitabelites kahelpool kulminatsiooni väga lame (lamedam kui teistes toogitabelites), s. o. kurv püsib kaua peaaegu samal kõrgusel nagu kulminatsiooni punktis. See näitab, et 10—20-aastased kõrvalekaldumised kõrgeima puutoogi põhimõtte järele määratud raideringist mõjutavad Eesti normaalsest männikutes võrdlemisi väikest (tegelikult tähtsuseta) puusaagi vähenemist. Iseloomulik on ka see, et keskmise puuaine juurdekasvu kulminatsioon (kõrgeima puutoogi raidering) langeb umbes 100. a. vanusele, mis välismaades tarvitavate raideringidega võrreldes on kõrge vanus.

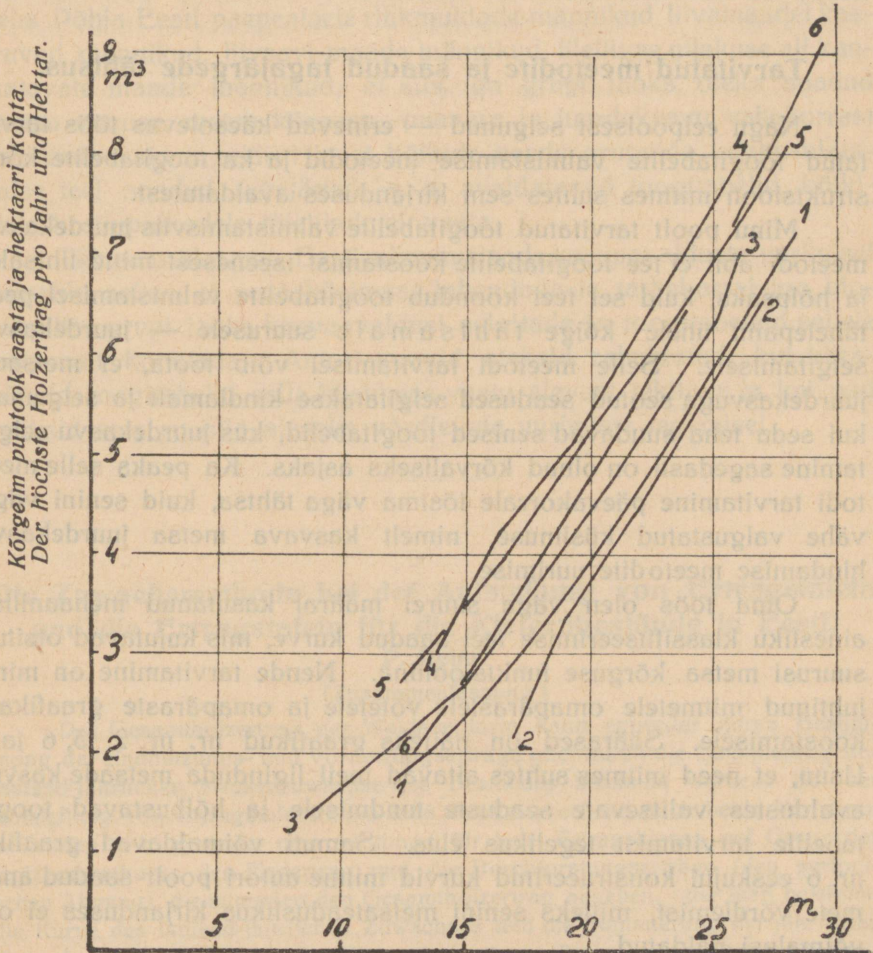
On huvitav, et väljalangemise protsent<sup>1)</sup> keskmise juurdekasvu kulminatsiooni ajal on kõikides toogiklassides peaaegu samal kõrgusel (umbes 30% üldtoogist).

Graafika nr. 6 pakub võimalusi käesolevas töös avaldatavate toogitabelite võrdlemiseks välismail männikute jaoks koostatud tabelitega. Graafikas kujutab kurv nr. 1 autori toogitabelite andmeid (tüvepuu — Stammholz), nr. 2 — Venemaalt — Vargas de Bedemar'i (jäme puu — Derbholz), nr. 3 — Soomest — Ilvessalo' (tüvepuu, loodusnormaalsed männikud), nr. 4 — Rootsis — Maass'i (tüvepuu), nr. 5 — Preisist — Schwappach'i (jäme puu) ja nr. 6 — Saksamaalt — Gehrhardt'i (jäme puu) toogitabelite andmeid. Iga kurv näitab meile nimelt seda, missuguse tagajärje meie saame, kui püüame metsamaa toogivõimet vastavate toogitabelite põhjal kindlaks teha ühel 100-aastase metsaga kaetud maal, kus ühtlasel arvul leidub kõiki kasvupaike, alates kõige parematest ja lõpetades kõige halvemate kasvupaikadega.

Sellest võrdlusest selgub, et kui Eesti männikute toogivõime arvutamisel või maade boniteerimisel tarvitatakse välismaadel koostatud tabelleid, siis saadakse teissugused tagajärjed kui käesolevate toogitabelitega. Vargas de Bedemar'i tabelid näitaks parematel

1) Väljalangemise % näitab, kui suur osa üldtoogist on algusest kuni vastava vanuseni välja langenud.

kasvupaikadel umbes sama suuri arve, kuid halvematel kasvupaikadel aga tuntuvalt madalamaid. Kõik teised toogitabelid näitaks aga tuntuvalt suuremaid arve kui käesolevas töös avaldatud toogitabelid.



Keskmine kõrgus 100 a. vanuses.

Bestandesmittelhöhe im Alter v. 100 Jahren.

Graafika nr. 6. Männikute toogitabelite võrdlus.

Der Vergleich der Ertragstafeln für die Kiefernbestände: 1 — nach dem Verfasser in Eesti, 2 — nach Vargas de Bedemar im Petersburger Gouvernement (Derbholz), 3 — nach Ilvessalo in Finland (Stammholz), 4 — nach Maass in Schweden (Stammholz), 5 — nach Schwappach in Preussen, 6 — nach Gehrhardt für Deutschland (Derbholz).

Analoogiliselt konstrueeritud graafikate najal võib ülevaatliselt selgitada lahkuminekuid ka eri maades saadud männimetsade toogitabelite juurdekasvu andmete najal. Ruumipuudusel on nende kurvide esile toomisest loobutud.

### Tarvitatud meetodite ja saadud tagajärgede tähtsus.

Nagu eelpoolsest selgunud — erinevad käesolevas töös tarvitatud toogitabelite valmistamise meetodid ja ka toogitabelite konstruktsioon mitmes suhtes seni kirjanduses avaldatutest.

Minu poolt tarvitatud toogitabelite valmistamisviis juurdekasvu meetodi abil ei tee toogitabelite koostamist iseenesest mitte lihtsaks ja hõlpsaks, kuid sel teel koondub toogitabelite valmistamisel peatähelepanu ühele kõige tähtsamale suurusele — juurdekasvu selgitamisele. Selle meetodi tarvitamisel võib loota, et metsade juurdekasvuga seotud seadused selgitatakse kindlamalt ja selgemalt kui seda teha suudavad senised toogitabelid, kus juurdekasvu selgitamine sagedasti on olnud kõrvaliseks asjaks. Ka peaks selle meetodi tarvitamine päevakorrale tõstma väga tähtsa, kuid senini väga vähe valgustatud küsimuse, nimelt kasvava metsa juurdekasvu hindamise meetodite uurimise.

Oma töös olen väga suurel määral kasutanud mehaanilise ainekliku klassifitseerimise teel saadud kurve, mis kujutavad otsitud suurusi metsa kõrguse funktsioonina. Nende tarvitamine on mind juhtinud mitmetele omapärastele võtetele ja omapäraste graafikate koostamisele. Säärased on näiteks graafikud nr. nr. 2, 3, 6 ja 7 Usun, et need mitmes suhtes aitavad meil liginduda metsade kasvu-avaldustes valitsevate seaduste tundmisele ja hõlbustavad toogitabelite tarvitamist tegelikus elus. Samuti võimaldavad graafika nr. 6 eeskujul konstrueeritud kurvid mitme autori poolt saadud andmete võrdlemist, milleks senini metsateaduslikus kirjanduses ei ole võimalusi näidatud.

Männimetsade toogitabelid iseenesest on koostatud ainekliku põhjal, mille teaduslik väärtus ei ole suur ja saadud toogitabelite teaduslikku väärtust ei ole juba sellepärast võimalik hinnata. Tuleb silmas pidada, et toogitabelid on rajatud oletusele, et ühevanuste metsade puuvara juurdekasvu ja metsa kõrguse vahel on teatud korrapärane vahekord, ja et metsa kõrguses väljendub metsa kasvupaiga headus. Toogitabelites ei ole seega püütud eraldada kasvupaiku, kus ühesuguse vanuse ja kõrgusega normaalsed puistikud

bioloogiliselt üksteisest erinevad ja kus ka kasvupaiga toogivõimed võivad olla erinevad. Ülalpool toodud järeldused puuvara kohta ei eita igatahes sellist võimalust. Samuti on võimalik, et kui ainestikus oleks eraldatud olnud mitu bioloogilist kasvupaikade gruppi, nagu näiteks Põhja-Eesti paepealsete rihkmuldade männikud, liivamaadel kasvavad männikud, liivsavi-maade männikud, üleliigse niiskuse all kannatavate maade männikud, et siis iga grupi jaoks oleks saadud metsa vanuse, metsa kõrguse, puuvara ja juurdekasvu vahekorrast lahkuminevaid tagajärgi ja et kõikide nende gruppide kokkusulatamise teel saadud tagajärjed, s. o. avaldatavad toogitabelid, kõikidele kasvupaikadele täielikult ei vasta.

Tähtsam ülesanne Eesti männimetsade kasvuavalduste uurimisel seisabki selles, et seda küsimust lahendada ja tarbekorral iga bioloogilise grupi jaoks kasvuavaldusi selgitada ja toogitabeleid sellele vastavalt koostada. Autori soovid oleksid rahuldatud, kui käesolevad toogitabelid selle küsimuse vastu elevust tekitaks ja kui nad võiksid esialgu olla aluseks võrdlevate uurimiste tegemisel.

## **Die Zuwachsmethode bei der Aufstellung von Ertragstafeln und die Ertragstafeln für die Kiefernbestände in Eesti.**

**P. Reim.**

(Zusammenfassung.)

Der Gesamtholzertrag der Waldstandorte kann entweder durch Bestimmung der Endnutzungs- und Vornutzungserträge oder durch die Summierung der laufend-jährlichen Massenzuwächse des Bestandes bestimmt werden. Bei der Aufstellung von Ertragstafeln kann man dementsprechend auch beide Verfahren anwenden d. h. entweder man bestimmt für jede Ertragsklasse auf Grund der Holzvorratskurve den Endertrag und die Durchforstungserträge (den periodischen Abgang), die summiert den Gesamtholzertrag angeben, oder man bestimmt die Kurve des laufend-jährlichen Zuwachses und die Summierung der jährlichen Zuwachsgrößen geben uns den Gesamtholzertrag. Bisher hat man bei der Aufstellung von Ertragstafeln nur das erste Verfahren angewandt und die Bestimmung der Durchforstungserträge ist dabei auf Grund der Stammzahlkurven und der Mittelstammholzmasse der Durchforstungserträge geschehen.

Der Verfasser nimmt an, dass auch das zweite Verfahren ein gewisses Interesse hat und in der vorliegenden Arbeit werden die Ertragstafeln für Kiefernbestände Estis veröffentlicht, bei deren Aufstellung dieses vom Verfasser als Zuwachsmethode genannte Verfahren angewandt wurde. Nach diesem Verfahren wird für jede Ertragsklasse die Holzvorratskurve und die Massenzuwachskurve bestimmt. Mit Hilfe letzterer erhält man die Gesamtertragskurven und die Dif-

ferenz zwischen Gesamtertrag und Holzvorrat gibt den periodischen Abgang von Holzmasse (Durchforstungsertrag) an. Die Zuwachsmethode ermöglicht somit die Aufstellung von Ertragstafeln, ohne vorherige Bestimmung, der von der Bestandespflege stark abhängenden Mittelstammdimensionen und Stammzahlen. Die Methode ist jedoch nur bei der Voraussetzung anwendbar, wenn man alle Möglichkeiten bei der richtigen Herstellung der Zuwachskurve zu prüfen und zu kontrollieren ausnutzt.

Das Grundlagematerial der vorliegenden Ertragstafeln bildet eine grosse Anzahl (428) Probeflächen, die bei den Forsteinrichtungsarbeiten in den estnischen Staatswäldern von Forsttaxatoren in den Jahren 1923—1927 untersucht wurden. Die Probeflächen sind in gut geschlossenen, jedoch verschieden gepflegten Kiefernbeständen entnommen worden. Die Aufstellung der Ertragstafeln geschah auf folgende Weise:

Nachdem die Zuwachsleistungen an Bestandesmittelhöhe geklärt und das ganze Grundlagenmaterial mit Hilfe der 6 Höhenkurven in sieben vorläufige Bonitäten geteilt war, wurden für jede vorläufige Bonität die Kurven des laufend-jährlichen Zuwachses, des Holzvorrates und der laufend-jährlichen Vergrösserung des Holzvorrats bestimmt. Für jede Bonität geschah die Ausgleichung der Punktreihe von einander getrennt im eigenen Koordinatensystem.

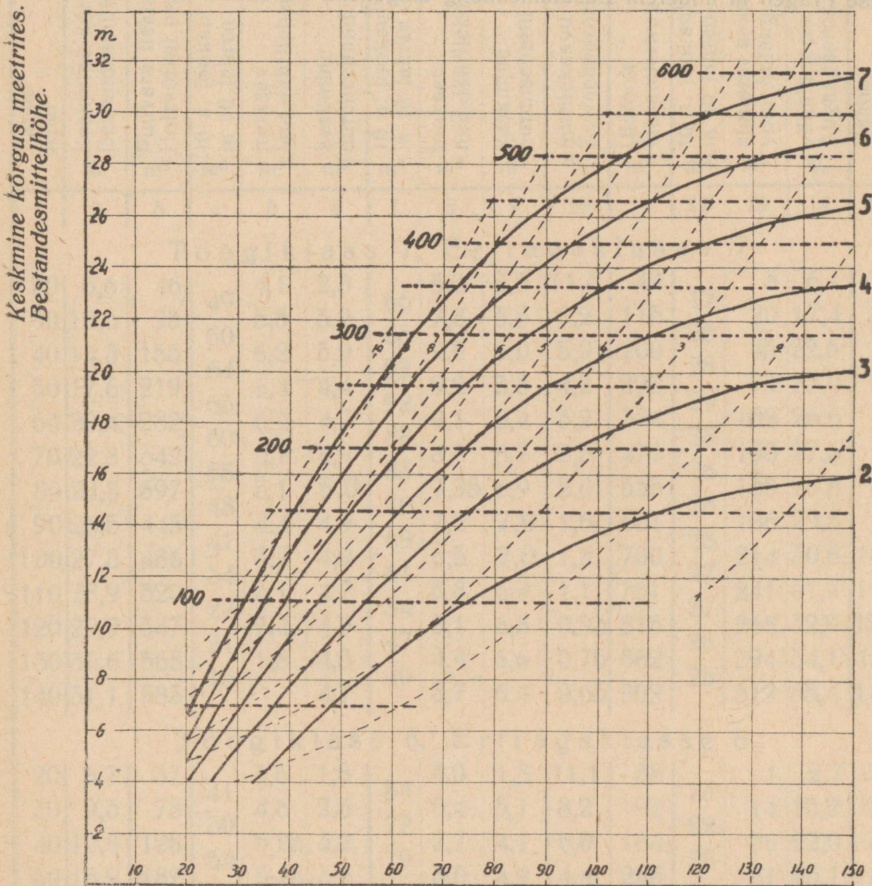
Um die Ergebnisse zu prüfen stellte man dieselben Kurven nach einem anderen Verfahren dar. Man klärte das Verhältnis zwischen Bestandesmittelhöhe, Holzvorrat, laufend-jährlichem Zuwachs und Bestandesalter, d. h. man konstruierte auf Grund des Probeflächenmaterials die graphischen Darstellungen 1 u. 2, in denen der Holzvorrat und der laufend-jährliche Zuwachs als Funktionen der Bestandesmittelhöhe und des Bestandesalters dargestellt sind. Mit Hilfe dieser Darstellungen wurden für die Mittelhöhenkurven jeder Bonität die Holzvorrats- und die Zuwachskurve graphisch dargestellt.

Nachdem die nach beiden Verfahren erhaltenen Ergebnisse (Kurven) mit einander verglichen und die Endausgleichung der Kurven durchgeführt war, berechnete man alle anderen Elemente für jede Bonität. Die vorläufigen Ertragstafeln waren somit hergestellt.

Da aber die Ertragsklassen ganz zufällig bestimmt waren, konnten die erhaltenen Ertragstafeln den Verfasser nicht befriedigen und es wurden folgende Abänderungen vorgenommen.

Die graphische Darstellung 3 wurde konstruiert und mit Hilfe dieser wurden die Mittelhöhenkurven der Ertragsklassen für die vorliegenden Ertragstafeln so bestimmt, dass die Nennziffer jeder Ertragsklasse andeutet, wie hoch der durchschnittliche Zuwachs der Kiefernbestände entsprechender Ertragsklasse kulminiert. Es wurden 6 Ertragsklassen: 7, 6, 5, 4, 3 und 2 bestimmt. Der Ertragsklasse 7 zugezählten Kiefernbestände entsprechen somit den Waldstandorten, wo der durchschnittliche Zuwachs der Gesamtholzmasse der wirtschaftsnormalen Kiefernbestände in der Höhe von 7 fm kulminiert, oder wo der Gesamtholzertrag pro Jahr und Hektar nach dem Prinzip des höchsten Massenertrages bestimmten Umtriebe 7 fm beträgt. Analogische Bedeutung haben die Nennziffern der anderen Ertragsklassen: 6, 5, 4, 3 und 2. Die Endergebnisse für die Ertragsklassen der vorliegenden Ertragstafeln wurden auf Grund dieser Mittelhöhenkurven mit Hilfe der graphischen Darstellungen 1 und 2 leicht bestimmt.

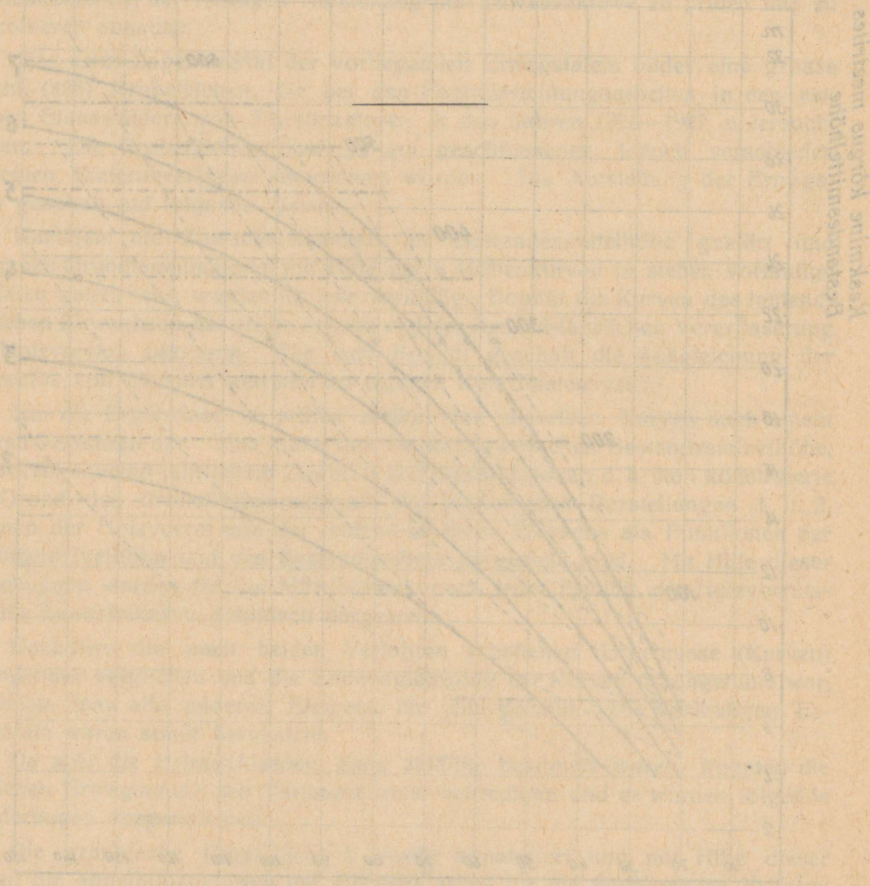
Die Zahlen auf der Seite 83 und die graphischen Darstellungen 4 und 5 zeigen die Zuwachsleistungen der Kiefernbestände in Eesti im Lichte der vorliegenden Ertragstafeln. Die graphische Darstellung 6 ermöglicht den Vergleich der Endergebnisse vorliegender Ertragstafeln mit anderen Ertragstafeln.



- Kõrgusekurvid.      - - - - - Puuvara hektaaril m<sup>3</sup>.  
           Höhenkurven.                 Holzvorrat pro ha in fm.  
 - - - - - jooksev juurdekasv hektaaril m<sup>3</sup>.  
           laufend-jährlicher Zuwachs an Stammholz in fm proha.

Graafika nr. 7. Eesti männikute toogitabelid graafilisel kujul.  
Die Ertragstafeln für die Kiefernbestände Estons in graphischer Form.

Fig. 7 bringt die vorliegenden Ertragstafeln <sup>1)</sup> graphisch dargestellt. Der Verfasser nimmt an, dass die in der vorliegenden Untersuchung angewandten Methoden der Ertragsklassenbestimmung, des Ertragstafelnvergleiches und der graphischen Darstellung der Ertragstafeln eine gewisse Bedeutung für die Praxis und für die Klärung der Ertragsfähigkeit der Waldbestände besitzen und er hofft diese Fragen in anderem Zusammenhang eingehend behandeln zu können.



1) Die Zahlen bedeuten die Stammholzmasse mit Rinde (ohne Stockholz) der über 7,5 cm in Brusthöhe starken Stämme.

## Toogitabelid — Ertragstafeln

Vanus Alter	Keskmine kõrgus. Bestandesmittelhöhe m	Puuvara hektaaril Holzvorrat pro ha m <sup>3</sup>	Puuvara suure- nemine Vergrößerung d. Holzvorrats			Puuaine juurde- kasv Zuwachs an Stammholz			juurdekasvu % Zuwachsprozent	Üldtook Gesamtertrag m <sup>3</sup>	Väljalangemine Abgang			Vanus Alter
			10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	jooksev lauf.- jährlicher m <sup>3</sup>	keskmine durchschnittl. m <sup>3</sup>	10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	jooksev lauf.- jährlicher m <sup>3</sup>	keskmine durchschnittl. m <sup>3</sup>			10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	algusest saadik vom Anfang m <sup>3</sup>	väljalangem. % Abgangsproz. %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Toogiklass 7, Ertragsklasse 7														
20	6,6	46	49	4,1	2,3	66	5,2	2,5	11,3	49	17	3	6,1	20
30	10,6	95	60	5,5	3,2	85	7,8	3,8	8,2	115	25	20	17,4	30
40	14,3	155	64	6,2	3,9	92	9,0	5,0	5,9	200	28	45	22,5	40
50	17,6	219	63	6,4	4,4	92	9,2	5,8	4,2	292	29	73	25,0	50
60	20,4	282	60	6,2	4,7	88	9,1	6,4	3,2	384	28	102	26,6	60
70	22,8	342	55	5,7	4,9	83	8,6	6,7	2,5	472	28	130	27,6	70
80	24,8	397	48	5,1	<b>5,0</b>	76	7,95	6,9	2,0	555	28	158	28,5	80
90	26,5	445	41	4,4	4,9	69	7,2	<b>7,0</b>	1,6	631	28	186	29,5	90
100	27,8	486	34	3,7	4,9	61	6,5	<b>7,0</b>	1,3	700	27	214	30,6	100
110	28,9	520	27	3,1	4,7	54	5,8	6,9	1,1	761	27	241	31,7	110
120	29,9	547	21	2,4	4,5	47	5,1	6,8	0,93	815	26	268	32,9	120
130	30,6	568	15	1,8	4,3	40	4,4	6,6	0,75	862	25	294	34,1	130
140	31,1	583			4,1		3,7	6,4	0,63	902		319	35,4	140
Toogiklass 6, Ertragsklasse 6														
20	5,7	37	41	3,6	1,8	54	4,0	1,8	11,1	38	13	1	2,7	20
30	9,3	78	50	4,6	2,6	72	6,4	3,1	8,2	92	22	14	15,2	30
40	12,8	128	54	5,25	3,2	79	7,7	4,1	6,0	164	25	36	22,0	40
50	15,9	182	54	5,45	3,6	80	8,0	4,9	4,4	243	26	61	25,1	50
60	18,6	236	54	5,4	3,9	80	8,0	5,4	3,4	323	26	87	27,0	60
70	20,8	289	53	5,05	4,1	78	7,5	5,7	2,6	401	25	112	28,0	70
80	22,6	337	48	4,5	<b>4,2</b>	72	6,9	5,9	2,1	473	24	136	28,8	80
90	24,2	379	42	3,9	<b>4,2</b>	66	6,25	<b>6,0</b>	1,6	539	24	160	29,7	90
100	25,5	415	36	3,35	4,1	59	5,6	<b>6,0</b>	1,3	598	23	183	30,6	100
110	26,6	446	31	2,8	4,0	53	4,95	5,9	1,1	651	22	205	31,5	110
120	27,4	472	26	2,25	3,9	47	4,35	5,8	0,92	698	21	226	32,4	120
130	28,1	492	20	1,75	3,7	41	3,75	5,7	0,76	739	21	247	33,4	130
140	28,6	507	15	1,25	3,6	35	3,2	5,5	0,63	774	20	267	34,6	140

Vanus Alter	Keskm. kõrgus Bestandesmittelhöhe m	Puuvara hektaaril Holzvorrat pro ha m <sup>3</sup>	Puuvara suurenemine Vergrößerung d. Holzvorrats			Puuaine juurdekaskv Zuwachs an Stammholz			juurdekaskv % Zuwachsprozent	Üldlook Gesamtertrag m <sup>3</sup>	Väljalangemine Abgang			Vanus Alter
			10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	jooksev lauf-jährlicher m <sup>3</sup>	keskmine durchschnittl. m <sup>3</sup>	10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	jooksev lauf-jährlicher m <sup>3</sup>	keskmine durchschnittl. m <sup>3</sup>			10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	algusest saadik võim algang m <sup>3</sup>	Väljalangem. % Abgangsproz. %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Toogiklass 5, Ertragsklasse 5.														
20	4,8	27		3,0	1,3		3,1	1,3	11,5	27				20
30	8,1	61	34	3,8	2,0	42	5,2	2,3	8,5	69	8	8	11,6	30
40	11,3	102	41	4,4	2,5	59	6,4	3,2	6,3	128	18	26	20,3	40
50	14,2	148	46	4,6	3,0	67	6,9	3,9	4,6	195	21	47	24,1	50
60	16,7	194	46	4,6	3,2	68	6,8	4,4	3,5	263	22	69	26,3	60
70	18,8	239	45	4,3	3,4	66	6,4	4,7	2,7	329	21	90	27,4	70
80	20,5	280	41	3,9	3,5	62	5,9	4,9	2,1	391	21	111	28,2	80
90	22,0	316	36	3,4	3,5	57	5,4	5,0	1,7	448	21	132	29,5	90
100	23,2	348	32	3,0	3,5	51	4,85	5,0	1,4	499	19	151	30,3	100
110	24,1	376	28	2,5	3,4	46	4,3	5,0	1,1	545	18	169	31,0	110
120	25,0	399	23	2,1	3,3	40	3,8	4,9	0,98	585	17	186	31,8	120
130	25,6	418	19	1,6	3,2	35	3,25	4,8	0,78	620	16	202	32,6	130
140	26,1	432	14	1,2	3,1	30	2,7	4,6	0,62	650	16	218	33,6	140
Toogiklass 4, Ertragsklasse 4.														
20	3,9		27			30								20
30	6,8	47	33	3,0	1,6	46	3,85	1,7	8,2	50	3	3	6,0	30
40	9,6	80	37	3,5	2,0	55	5,1	2,4	6,4	96	13	16	16,7	40
50	12,2	117	37	3,75	2,3	55	5,65	3,0	4,8	151	18	34	22,5	50
60	14,2	154	37	3,75	2,6	56	5,6	3,4	3,6	207	19	53	25,6	60
70	16,3	190	36	3,5	2,7	55	5,3	3,7	2,8	262	19	72	27,4	70
80	18,0	223	33	3,2	2,8	51	5,3	3,7	2,8	313	18	90	28,4	80
90	19,4	253	30	2,85	2,8	47	4,9	3,9	2,0	313	17	107	29,8	90
100	20,5	280	27	2,5	2,8	43	4,4	4,0	1,7	360	16	123	30,5	100
110	21,4	304	24	2,15	2,8	38	4,0	4,0	1,4	403	14	137	31,1	110
120	22,1	324	20	1,8	2,7	33	3,6	4,0	1,2	441	13	150	31,8	120
130	22,8	340	16	1,4	2,6	29	3,1	3,9	0,96	474	13	163	32,4	130
140	23,2	352	12	1,0	2,5	24	2,65	3,9	0,78	503	12	175	33,2	140

Vanus Alter	Keskm kõrgus Bestandesmittelhöhe m	Puuvara hektaaril Holzvorrat pro ha m <sup>3</sup>	Puuvara suu- renemine Vergrößerung d. Holzvorrats			Puuaine juur- dekasv Zuwachs an Stammholz			juurdekasvu Zuwachsprozent %	Üldtook Gesamtertrag m <sup>3</sup>	Väljalangemine Abgang			Vanus Alter
			10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	jooksev lauf-jährlicher m <sup>3</sup>	keskm durchschnittl m <sup>3</sup>	10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	jooksev lauf-jährlicher m <sup>3</sup>	keskm durchschnittl. m <sup>3</sup>			10 a. jooksul in 10 Jahren m <sup>3</sup>	algusest seadik vom Anfang m <sup>3</sup>	väljalangemise Abgangsprozent %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

## Toogiklass 3, Ertragsklasse 3.

30	5,4	34	25	2,2	1,1	32	2,8	1,1	8,2	34	7	—	—	30
40	7,8	59	28	2,65	1,5	40	3,8	1,6	6,4	66	12	7	10,6	40
50	10,0	87	28	2,85	1,7	43	4,2	2,1	4,8	106	15	19	17,9	50
60	12,0	115	27	2,8	1,9	42	4,3	2,5	3,7	149	15	34	22,8	60
70	13,7	142	25	2,6	2,0	40	4,2	2,7	3,0	191	15	49	25,6	70
80	15,1	167	23	2,4	2,1	37	3,8	2,9	2,3	231	14	64	27,7	80
90	16,4	190	20	2,15	2,1	33	3,4	3,0	1,8	268	13	78	29,0	90
100	17,5	210	17	1,9	2,1	29	3,1	3,0	1,5	301	12	91	30,2	100
110	18,2	227	15	1,6	2,1	26	2,75	3,0	1,2	330	11	103	31,2	110
120	18,9	242	12	1,3	2,0	22	2,35	3,0	0,97	356	10	114	32,0	120
130	19,4	254	9	1,0	1,9	18	2,0	2,9	0,79	378	9	124	32,8	130
140	19,8	263		0,8	1,9		1,65	2,8	0,63	396		133	33,6	140

## Toogiklass 2, Ertragsklasse 2.

30	3,6	—	16	1,3	—	19	—	—	—	—	—	—	—	30
40	5,6	35	19	1,8	0,9	27	2,4	1,0	6,9	38	8	3	7,9	40
50	7,3	54	20	2,0	1,1	29	2,7	1,3	5,0	65	9	11	16,9	50
60	9,0	74	19	2,0	1,2	29	3,0	1,6	4,1	94	10	20	21,3	60
70	10,5	93	18	1,9	1,3	28	2,9	1,8	3,1	123	10	30	24,2	70
80	11,7	111	17	1,8	1,4	26	2,7	1,9	2,4	151	9	40	26,5	80
90	12,8	128	15	1,6	1,4	23	2,45	2,0	1,9	177	8	49	27,7	90
100	13,8	143	12	1,4	1,4	20	2,20	2,0	1,5	200	8	57	28,5	100
110	14,5	155	10	1,1	1,4	18	1,95	2,0	1,2	220	8	65	29,6	110
120	15,1	165	7	0,9	1,4	15	1,65	2,0	1,0	238	8	73	30,6	120
130	15,5	172	5	0,6	1,3	12	1,35	1,9	0,78	253	8	81	32,0	130
140	15,8	177		0,5	1,2		1,05	1,9	0,59	265	7	88	33,2	140

## Kirjandus — Literatur:

- Baltischer Forstverein, 1905: Hilfsbuch für Forsttaxatoren. Riga-Moskau.
- Block, 1889: Ueber Ertragstafeln für schlagweise bewirtschaftete Hochwaldbestände. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 229—235.
- Bogoslowski — Богословский, С. А., 1916: Къ вопросу объ изучении степени точности наиболѣе употребительныхъ способовъ таксаии текущаго прироста древесныхъ стволовъ. Труды по лѣсному оп дѣлу въ Россіи 60.
- Boman, A., 1927: Tutkimuksia männyn paksuuskasvun monivuotisista vaihteluista. Helsinki.
- Cajander, A. K., 1925: Metsätyyppteoria. Acta forestalia fennica 29. Helsinki.
- 1927: Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Tartu ülik. metsaosak. toimetused 10. Tartu.
- Cajanus, W., 1914: Ueber die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Helsingfors.
- Cotta, H., 1821: Hülfstafeln für Forstwirthe und Forsttaxatoren. Dresden.
- Eberhardt, 1912: Die Normalertragstafeln im Dienste der Praxis. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 155—162.
- Eichhorn, F., 1902: Ertragstafeln für die Weisstanne. Berlin.
- 1904: Beziehungen zwischen Bestandeshöhe und Bestandesmasse. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 45—49.
- Eesti Vabariigi metsakorralduse juhatuskiri, 1920, Metsade Peavalitsuse väljanne, Tallinn.
- Faustmann, M., 1885: Die Stammzahl in ihrem Verhältnisse zur Holzmasse der Bestände. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 324.
- Fricke, 1914: Einheitliche Schätzungstafeln für Kiefer. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw.
- Gehrhardt, 1901: Die theoretische und praktische Bedeutung des arithmetischen Mittelstammes. Meiningen.
- 1909: Über Bestandes Wachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. Allg. Forst- u. Jagdz. lk. 110—128.
- 1921<sup>I</sup>: Eine neue Kiefern-Ertragstafel. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 145—156.
- 1921<sup>II</sup>: Eine neue Fichten-Ertragstafel. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 241—252.
- 1923: Ertragstafeln für Eiche, Buche, Tanne, Fichte und Kiefer. Berlin.
- 1924: Ist die Trennung von Haupt- und Vornutzung noch zeitgemäss. Zeitschr. für Forst- u. Jagdw., lk. 429—440.
- Ganghofer, A., 1881, 1884: Das forstliche Versuchswesen. I, II. Augsburg.
- Guttenberg, A., 1915: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Wien.
- Heikkilä, T., 1914: Tuotantotaulut pääpuulajeille: männylle, kuuselle ja koivulle. Suomen Metsänhoitoyhd. erikoistutk. 2.

- Henze, A., 1902: Über Bonitäten und Bonitätenbildung. *Tharandter forstl. Jahrbuch*, lk. 52.
- Heyer, E., 1857, 1877: Über Aufstellung von Holzertragstafeln. *Allg. Forst- u. Jagdz.*, lk. 329—331, lk. 185—198.
- Ilvessalo, Y., 1916: Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta mustikka- ja kanervatyypin kankailla Salmin kruununpuistossa. *Acta forestalia fennica* 6.
- 1920: Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä. *Acta forestalia fennica* 15.
- 1920: Kasvu ja tuottotaulut. Helsinki.
- König, G., 1854: Die Forst-Mathematik. IV Ausgabe, durchgesehen und erweitert von Carl Grebe. Gotha.
- Kull, E. 1926: Metsade seisukord Paala ja Pedja jõe madalikus. *Tartu ülik. metsaos. toimetused* 4.
- Kunze, M., 1918<sup>I</sup>: Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Durchforstungsgrade auf den Wachstumsgang eines Kiefernbestandes. *Mitt. aus den Königl. Sächs. forstl. Versuchsanst. zu Tharandt.*, lk. 55—84.
- 1918<sup>II</sup>: Über den Einfluss der Anbaumethode auf den Ertrag der gemeinen Kiefer. *Ibid.*, lk. 267—290.
- Lakari, O. J., 1920: Tutkimuksia männyn muodosta. *Acta forestalia fennica* 16.
- Lönnroth, E., 1917: Ohjeita ja määräyksiä yliopistollisia metsänarvioimisen hajoitustöitä varten. (Kirjutusmasinal paljundatud käsikiri). Helsinki.
- 1925: Untersuchungen über die innere Structur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. *Acta for. fennica* 30. Helsinki.
- 1926: Der stereometrische Bestandesmittelstamm. *Acta forestalia fennica* 30.
- 1927: Über Stammkubierungsformeln. *Acta forestalia fennica* 31.
- 1929: Theoretisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. *Acta for. fennica* 34.
- Maass, A., 1911: Erfahrenhetstabeller för tallen. *Meddel. från statens skogsförsöksanstalt*, H. 8, lk. 197—244.
- Mathiesen, A., 1925: Metsamehe abiraamat. Tartu.
- 1926: Kastre-Peravalla kase puiestikkudest. *Tartu ülik. metsaosak. toimetused* 7.
- 1927: Ülikooli õppemetskond. *Tartu ülik. metsaosak. toimetused* 11.
- 1928: Metsade juurdekasvust. *Eesti Mets*, lk. 3—15.
- Orlov — Орловъ, М. М., 1895: Опытныя таблицы и ходъ роста сосновых насаждений по нимъ. *Лѣсной Журналъ* 1895.
- 1925: Лесная таксация, 2-ое издание. Ленинград.

- Pfeil, W., 1849: Kritik der Schrift: „Vargas de Bedemar, Ertrags und Zuwachsuntersuchungen“. Kritische Blätter, lk. 1—15.
- Reim, P., 1925: Lõuna-Eesti tamme kultuurid. Tartu ülik. metsaosak. toimetused 3.
- Schabak, E., 1924: Eesti metsade kasvukäigu-uurimised. Eesti Mets. — 1927: Über Forsteinrichtung in Eesti. Tartu ülik. metsaosak. toimetused 10.
- Schiffel, A., 1904: Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Mitt. aus d. forstl. Versuchsw. Österr., lk. 27.
- Schwappach, 1893: Zur Konstruktion von Ertragstafeln. Allg. Forst- u. Jagdz., lk. 159.
- 1889: Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin.
- Schwappach, 1912: Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form. Neudamm.
- Speidel, E., 1893: Beiträge zu den Wuchsgesetzen des Hochwaldes und zur Durchforstungslehre. Tübingen.
- Tretjakov — Третьяков, Н. В., 1927: Закон единства в строении насаждений. Москва.
- Turski — Турский, Т. М., 1925: Очерки по теории прироста. Москва.
- Tjurin — Тюринъ, А. В., 1913: Исследование хода роста сосновых насаждений в Архангельской губернии. Труды по лѣсному опыту. дѣлу вѣ Россіи 45.
- 1916: Еловые насаждения в сѣверной и сѣверо-восточной Россіи. Труды по лѣсному опыту. дѣлу вѣ Россіи 58.
- 1924: Всеобщие опытные таблицы хода роста нормальных сосновых насаждений. Сборник „Лесное дело“. Москва.
- 1925 I: Всеобщие опытные таблицы хода роста нормальных березовых насаждений. Лесное хоз., лесопр. и топливо — № 1, lk. 43.
- 1925 II: Всеобщие опытные таблицы хода роста нормальных осиновых насаждений. Лесное хоз., лесопр. и топливо № 2—3, lk. 40—48.
- 1926: Нормальная производительность еловых насаждений. Зап. Воронежского сельско-хоз. института, lk. 162—196.
- Uglitski — Углицкий, А. Н. 1911: Принципы классификации сосновых насаждений по бонитетамъ. Лѣсной Журналъ в. 7/8.
- Vargas de Bedemar — Варгасъ де Бедемаръ, 1846: Исследования о запасѣ и приростѣ лѣсовъ вѣ Тульской губернии. Лесной Журналъ lk. 39—89.
- 1848: Исследования запаса и прироста лѣсонасаждений С. Петербургской губернии. Лѣсной Журналъ, lk. 353—356, 373—374, 377—382, 389—390.

- 1849: Forst-Ertrags und Zuwachs-Untersuchungen im Gouvernement St.-Petersburg. Mittheilungen der Kaiserl. freien Ökon. Gesellschaft zu St. Petersburg.
- 1850: Изслѣдованіе запаса и прироста лѣсонасажденій Симбирской губерніи, Лѣсной Журналъ, Ік. 306—311, 313—319, 321—326, 329—334, 337—343 345—347.
- Vater, H., 1912: Über Anstellung waldbaulicher Versuche und über die Klassen der forstlichen Ertragstafeln. Tharandter forstl. Jahrbuch 62, Ік. 252.
- Weber, R. 1891: Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume. Berlin.
- Weise, W., 1880: Ertragstafeln für die Kiefer. Berlin.
-





A-7225

i