DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS – RAPPORTS – BERICHTE

BIND XLI

HÆFTE 2

ISSN 0367-2174

INDHOLD

SØREN FL. MADSEN: Vedmassefunktioner ved forskellige aflægningsgrænser og nøjagtighedskrav for nogle vigtige danske skovtræarter. (Volume Equations for some Important Danish Tree Species. Standard and Form Class Equations. Total and Merchantable Volumes). S. 41–242. (Beretning nr. 350).

KØBENHAVN
TRYKT I KANDRUPS BOGTRYKKERI
1987

Bd. XXXVIII, H. 1: Nr. 310. H. BRYNDUM: Bøgehugstforsøget i Totterup skov. (Der Buchen-Durchforstungsversuch im Waldort Totterup). S. 1. – **H. 2:** Nr. 311. H. HOLSTENER-JØRGENSEN og O. KJERSGÅRD: Foreløbige resultater af et dræningsforsøg i ung rødgran. (Preliminary Results of a Drainage Experiment in Young Norway Spruce). S. 77. – Nr. 312. SØREN ANDERSEN: Combination of Information on the Volume Level of a Stand. (Sammenvægtning af information om en bevoksnings niveau ved vedmassebestemmelse). S. 85. – Nr. 313. PETER MATTHESEN: Nogle ældre danske forsøg med kalkning i hedeplantager. (Some Early Danish Experiments with Liming in Plantations on Former Heathland). S. 93. – Nr. 314. H. HOLSTENER-JØRGENSEN og VAGN JOHANSEN: Vanding og gødskning af en Abies Nordmanniana pyntegrøntbevoksning. (Irrigation and Fertilization of an Abies Nordmanniana Decoration-Greenery Stand). S. 179. – Nr. 315. J. BO LARSEN: Sammenlignende dyrkningsforsøg med afkom af kårede, danske sitkagranbevoksninger. (Trials with Offspring of Different Selected Danish Seed Stands of Sitka Spruce (Picea sitchensis Bong. Carr.)). S. 187. – **H. 3:** Nr. 316. A. YDE-ANDERSEN: Urea som middel mod rodfordærverangreb. (Stump Protection with Urea Against Fomes annosus in Norway Spruce). S. 207. – Nr. 317. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Gødningsforsøg i bevoksninger af Abies Nordmanniana benyttet til grøntproduktion. (Fertilization Experiments in Stands of Abies Nordmanniana Used for Greenery Production). S. 219. – Nr. 318. J. BO LARSEN og CHR. NØRGÅRD NIELSEN: Proveniensforsøg med contortafyr (*Pinus contorta* Dougl.) i Danmark. (Provenance Experiments with Pinus contorta in Denmark). S. 239. – Nr. 319. SØREN ANDERSEN, SØREN FL. MADSEN and MATS RUDEMO: Examination and Comparison of Tree-Volume Functions by Cross-Validation. (Undersøgelse og sammenligning af vedmassefunktioner ved hjælp af krydsvalidering). S. 273. – Nr. 320. H. HOLSTENER-JØRGENSEN, H. BRYNDUM og O. KJERSGÅRD: Gødningsforsøg i ældre rødgran. (Fertilizer Experiments in Rather Old Norway Spruce). S. 287. – Nr. 321. O. KJERSGÅRD: Gødskning i en Chamaecyparis Lawsoniana bevoksning. (Fertilization in a Chamaecyparis Lawsoniana Stand). S. 331. – **H. 4:** Nr. 322. H. HOLSTENER-JØRGENSEN og H. BRYNDUM: Overfladeafvandings indflydelse på tilvæksten hos ung ær. (The Influence of Surface Drainage on the Increment in a Young Sycamore Stand). S. 337. – Nr. 323. J. BO LARSEN og H. K. KROMANN: Provenienser af douglasgran (*Pseudotsuga menziesii Mirk. Franco*) i Danmark. (Douglas Fir – Provenances in Denmark). S. 347. – Nr. 324. H. HOLSTENER-JØRGENSEN og H. BRYNDUM: Varigheden af reaktionen på fosforgødskning i hedegran. (The Duration of the Reaction on Phosphatic Fertilization in Heathland Spruce). S. 377. – Nr. 325. O. KJERSGÅRD: Gødskning i en Abies nobilis bevoksning på Boller statsskovdistrikt. S. 383. – Nr. 326. H. HOLSTENER-JØRGENSEN og PAUL CHRISTENSEN: Et forsøg med sprøjtning mod mangan- eller jernmangel hos Abies nordmanniana på Knuthenborg. (An Experiment in Spraying to Compensate for Manganese or Iron Deficiencies in Abies Nordmanniana at Knuthenborg). S. 389.

VEDMASSEFUNKTIONER

VED

FORSKELLIGE AFLÆGNINGSGRÆNSER OG NØJAGTIGHEDSKRAV FOR NOGLE VIGTIGE DANSKE SKOVTRÆARTER

VOLUME EQUATIONS

FOR SOME IMPORTANT DANISH FOREST TREE SPECIES
STANDARD AND FORM CLASS EQUATIONS. TOTAL AND MERCHANTABLE VOLUMES

AF

SØREN FL. MADSEN

INDHOLDSFORTEGNELSE

Side

1. INDLEDNING 47
2. GRUNDMATERIALE 48
   2.1. Målemetoder 49
      2.1.1. Relativmetoden 49
      2.1.1.1. Metodik 49
      2.1.1.2. Oprindelse 49
      2.1.1.3. Anvendelse ved Forsøgsvæsenet 51
   2.2. Beregningsmetoder 53
      2.2.1. Det enkelte træ 53
      2.2.1.1. Stammemasse 53
      2.2.1.2. Grenemasse 57
      2.2.1.3. Salgbar masse 59
      2.2.1.4. Øvre diametre 61
      2.2.2. Bestanden 62
      2.2.3. Klasseinddelinger 63
   2.3. Repræsentation 64

3. VEDMASSEFUNKTIONER 65
   3.1. Definition 65
   3.2. Litteratur 65
      3.2.1. Standardligninger for total vedmasse 66
      3.2.1.1. Logaritmiske ligninger 66
      3.2.1.2. Aritmetiske ligninger 67
      3.2.2. Standardligninger for salgbar vedmasse 69
      3.2.2.1. Logaritmiske ligninger 69
      3.2.2.2. Aritmetiske ligninger 70
      3.2.3. Formklasseligninger for total vedmasse 71
      3.2.3.1. Logaritmiske formklasseligninger 72
      3.2.3.2. Aritmetiske formklasseligninger m.v. 72
      3.2.4. Formklasseligninger for salgbar vedmasse 74
      3.2.5. Ligninger for total vedmasse med bestandsparametre 75
      3.2.6. Ligninger for salgbar vedmasse med bestandsparametre 76
      3.2.7. Afhængige variable og modelvalg 76
      3.2.8. Konklusion 78

3.3. Elementer i nye vedmassefunktioner 79
3.3.1. Total stammemasse 79
3.3.1.1. Standardmodeller 79
3.3.1.2. Modeller med øvre diameter 80
3.3.2. Salgbar stammemasse 80
3.3.2.1. Standardmodel 80
3.3.2.2. Modeller med øvre diameter 81
3.3.3. Grenevariable 82
3.3.4. Bestandsvariable 83
3.3.5. Variabeloversigt 84
3.3.6. Krydsvalidering 86
3.3.7. Vægtning 88
3.3.8. Den grupperede struktur 90
3.3.9. Generelle og modificerede grundmodeller samt definitionsområder 91

4. BEREGNINGSRESULTATER 95
4.1. Almindelig indholdsmæssig oversigt 95
4.1.1. Beskrivelse af grundmaterialet i hovedtræk 95
4.1.2. Vedmassefunktioner 96
4.1.3. Analytiske resultater med grundmaterialet 96
4.1.4. Afprøvning på andet prøvetræmateriale 98
4.2. Resultater med de enkelte træarter 99
4.2.1. Sitkagran 99
4.2.2. Douglasgran 102
4.2.3. Japansk lærk 104
4.2.4. Almindelig ædelgran 106
4.2.5. Kæmpegran 108
4.2.6. Bøg 110
4.2.7. Eg 114
4.2.8. Ask 116
4.3. Diskussion af resultaterne 119
4.4. Træartsvise sammenligninger 124
4.4.1. Standardfunktioner 124
4.4.2. Funktioner med øvre diameter 128
4.5. Sammenligning af forskellige aflægningsgrænser 130

5. SAMMENDRAG 132
5.1. Dansk sammendrag 132
5.2. *English summary* 137

6. LITTERATURLISTE 141

7. BILAG 149
7.1. Tabeller og figurer 149
7.1.1. Sitkagran 149
7.1.2. Douglasgran 160
7.1.3. Japansk lærk 171
7.1.4. Almindelig ædelgran 182
7.1.5. Kæmpegran 192
7.1.6. Bøg 203
7.1.7. Eg 215
7.1.8. Ask 227
7.2. Anvendte symboler 239
7.3. Kortfattet brugervejledning 240

1. INDLEDNING

I 1939 offentliggjorde *Sabroe* som den første i Danmark generelle formtals- og vedmasseoversigter med indgang for diameter (d) og højde (h). Oversigterne omhandlede træarten rødgran. Før Sabroe (op. cit.), havde man i en vis udstrækning klaret sig med formtalsudtryk udarbejdet i forbindelse med generelle eller lokale tilvækstoversigter. Mest kendte er vel nok de af *Møller* (1933) udarbejdede for bøg, eg og rødgran, hvortil han desuden publicerede nogle omsætninger fra total til salgbar masse over 3, 5 og/eller 7 cm aflægningsgrænse.

Især i 1950'erne blev der igen offentliggjort generelle vedmasse- og formtalstabeller og diagrammer, nu for en lang række af de almindeligt forekommende danske skovtræarter. Forfatterne hertil var *Andersen* (1950) med japansk lærk, *West-Nielsen* (1950) med rødgran på midtjysk hede, *Henriksen* (1957 og 1958) med almindelig ædelgran og sitkagran, *Bryndum* (1957) med poppel, *Møller & Nielsen* (1959) med ask, og i Forstlig Lommehåndbog blev der i samme periode meddelt formtal for eg (*Anonym,* 1956). De nævnte tabeller og diagrammer blev oftest fremstillede ved hjælp af grafisk udjævning over gruppevise middeltal, og de beskriver formtal for enkelttræer med indgang for d og h. Dog har Andersen (op. cit.) i nogle tilfælde anvendt formkvotienten som indgang. For nåletræarternes vedkommende blev der oftest beskrevet totale stammemasseformtal, mens der til løvtræarterne blev fremlagt formtal for hele træer, dels for totalmasse, dels for salgbar masse. I samme periode blev der videre fremstillet vedmasse-og formtalstabeller for bøg, hvortil dog en helt anden teknik blev benyttet. *Fog & Jensen* (1953) udarbejdede først en generel masseflade for bøg med indgang for d og h ved hjælp af mindste kvadraters metode, og Henriksen (1953) supplerede siden med tabeller og diagrammer over massefladens niveauforskydning med varierende bestandsdimensioner samt oplyste bestandsformtal for totalmasse og salgbar masse over 5 cm diameter. En noget lignende teknik er siden anvendt af *Olsen* (1976) for rødgran og *Madsen* (1977b) for thuja, hvor Olsen (op. cit.) imidlertid har benyttet alderen til beskrivelse af massefladens niveauforskydning.

Når der på baggrund af de omfattende resultater af de hidtidige formtalsundersøgelser alligevel skønnes at være behov for et nyt arbejde på området, har det flere årsager:

- Der er et klart behov for formtals- eller vedmassefunktioner udformede som matematiske ligninger, idet denne form passer langt bedre til nutidens datamatteknik end de hidtil anvendte tabeller og diagrammer.
- Der er siden de ovennævnte arbejders fremkomst indsamlet en del nyt materiale, som giver mulighed for en udvidelse af diameter-/højdeområdet i flere træarter.
- Specielt til skovbrugets forsøgsvirksomhed er der behov for mere nøjagtige funktioner.
- Nogle vigtige træarter, så som douglasgran og kæmpegran, har hidtil ikke foreligget selvstændigt beskrevne.
- Der synes til praktiske formål at være et større behov for salgbar masse udtryk end for totalmasseudtryk, som hidtil har været de almindeligste.

Med de fremførte begrundelser er det besluttet at udarbejde nye vedmasse-/formtalsfunktioner for træarterne bøg, eg, ask, sitkagran, douglasgran, japansk lærk, almindelig ædelgran og kæmpegran. Funktionerne gives form af algebraiske ligninger, og de udarbejdes for såvel totalmasse som salgbar masse over 5, 7 og 10 cm aflægningsgrænse. Som indgangsparametre benyttes d og h og i et vist omfang bestandsfaktorer, f.eks. D_g, samt andre faktorer som f.eks. de øvre stammediametre, d_3 og d_6. Målet hermed er at frembringe funktioner af forskellige typer, som vil kunne tilgodese dels sådanne praktiske formål, hvor nøjagtighedskravet er forholdsvis beskedent, og hvor vedmassebestemmelsen kan ske med en tilsvarende lille måleindsats, dels forsøgsmæssige eller andre formål, hvor nøjagtighedskravet er større, og hvor en forøget måleindsats vil kunne frembringe en større præcision for den beregnede vedmasse.

Som grundmateriale benyttes målinger på faste prøveflader fra Statens forstlige Forsøgsvæsens arkiv.

Arbejdet har undervejs været støttet af forskellige institutioner. Den kongelige veterinær- og Landbohøjskole har bidraget med et stipendium, og medarbejdere ved Institut for Matematik og Statistik har hjulpet med diskussion af diverse spørgsmål. Det jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd har bevilget midler til EDB behandling og dataopstilling. Statens forstlige Forsøgsvæsen har givet husly til projektet og har afholdt diverse udgifter til færdiggørelse af arbejdet, herunder trykkeomkostningerne.

2. GRUNDMATERIALE

Som grundmateriale er benyttet samtlige fuldstændige målinger af træer på Forsøgsvæsenets faste prøveflader, udført efter den såkaldte relativmetode i perioden fra cirka 1901 til 1980. Der er herved skabt et så vidt muligt ensartet metodisk grundlag for vedmassefunktionerne, hvilket er skønnet vigtigt, idet andre opmålingsmetoder erfaringsmæssigt kan give noget afvigende resultater.

I træarterne ædelgran, japansk lærk og kæmpegran har det imidlertid været nødvendigt at supplere det nævnte materiale med et antal store træer opmålt efter andre metoder, dog således at disse målinger ved interpolation m.v. er søgt transformerede til relativmetoden før vedmasseberegning. En del af dette materiale går tilbage til perioden 1891-1901 og er indsamlet af Skovreguleringens Forsøgsafdeling. Suppleringsmaterialet stammer i alle tilfælde ligeledes fra faste prøveflader og repræsenterer ligesom det øvrige materiale en gedigen måleteknisk kvalitet.

I tabel 1 er givet en oversigt over grundmaterialets fordeling til træarter, antal prøveflader og målemetoder. Under den senere følgende omtale af de enkelte træarter vil materialet blive mere indgående beskrevet.

Tabel 1. Grundmaterialets fordeling til træarter, antal prøveflader og målemetoder.
Table 1. The distribution of the basic material over tree species, number of sample plots and measuring methods.

Træart *Tree species*	Antal prøveflader *Number of sample plots* stk. *no.*	Antal træer *Number of trees* Relativ metoden *The relative method* stk. *no.*	Andre metoder *Other methods* stk. *no.*	I alt *Total* stk. *no.*
Sitkagran *Sitka spruce*	24	1160		1160
Douglasgran *Douglas fir*	22	770		770
Japansk lærk *Japanese larch*	8	495	20	515
Ædelgran *Common silver fir*	16	313	196	509
Kæmpegran *Giant silver fir*	4	419	57	476
Bøg *Beech*	42	2058		2058
Eg *Oak*	38	1131		1131
Ask *Ash*	22	453		453

2.1. *Målemetoder*

2.1.1. *Relativmetoden*

2.1.1.1. Metodik

Relativmetoden er den almindelige betegnelse på en af de opmålingsmetoder for enkelttræer, som har været anvendt ved Statens forstlige Forsøgsvæsen siden 1901. Metoden er tidligere indgående beskrevet af bl.a. *Sabroe* (1939, s. 294 ff.) og af *Bornebusch & Henriksen* (1946, s. 5 ff.), hvortil der henvises. Kortfattet består den i korsvis klupning af stammen med aflæsning i lige mm for enden af hver af ti lige lange sektioner fra 1.3 m højde til stammens top, samt midt på hver af fire 0.325 m lange sektioner under 1.3 m højde. På løvtræer måles desuden grene med enkeltklupning og aflæsning i cm midt på 1 m lange sektioner, hvortil kommer vejning af mindre grene og kvas. Alle mål er inklusive bark. De eneste metodiske ændringer, som er gennemført i perioden siden 1901, knytter sig til grene- og kvasmålingen. Her blev den øvre diametergrænse for mindre grene til vejning omkring 1932 reduceret fra 5 cm til cirka 3 cm, og xylometring af mindre grene og kvas blev helt opgivet efter cirka 1930.

2.1.1.2. Oprindelse

Relativmetoden er udviklet flere år før 1901, hvor indsamlingen af det her foreliggende materiale tog sin begyndelse. Det ligger fast, at metoden blev benyttet ved den store rødgranundersøgelse, som gennemførtes 1887-1888 på opfordring af *P. E. Müller*, der ønskede et materiale til Den nordiske Industri-, Landbrugs- og Kunstudstilling 1888. Undersøgelsen blev ledet af *A. Oppermann* og *C. V. Prytz*, som i en særskilt publikation efter udstillingen redegjorde for undersøgelsens forløb og fremlagde det samlede målemateriale (*Oppermann & Prytz*, 1892). Der-

imod er det ikke ganske klart, om metoden har foreligget i fuldt færdig form allerede før 1887-1888.

Oppermann & Prytz (l.c.) oplyser ikke noget om relativmetodens oprindelse, men henviser med hensyn til den anvendte fremgangsmåde generelt til *Oppermann's* (1887) Forelæsninger over Taksations- og Tilvækstlære. Imidlertid viser et nærmere eftersyn, at de nævnte forelæsninger ikke omtaler metoden i sin helhed, og man kan heri se et indicium for, at den endnu i 1887 ikke var færdigudviklet. Imidlertid kan det påvises, at forelæsningerne indeholder samtlige metodens enkelte elementer. Her findes målehøjden 1.3 m over jorden omtalt i positive vendinger (l.c., s. 4 f.), og der omtales klupning midt på 1 fod lange sektioner under målehøjden 4-5 fod i forbindelse med en opmålingsmetode baseret på faste sektionslængder og midtfladeformlen (l.c., s. 73). Endelig omtaler forelæsningerne i forbindelse med formundersøgelse af stammer over målehøjden b en opmålingsmetode med klupning for enden af sektioner af længden 0.1(h-b) (l.c., s. 137 ff.). Relativmetoden fremtræder herefter som en kombination af to opmålingsmetoder hos Oppermann (l.c.), idet udviklingen er fuldført ved desuden at indføre 1.3 m over jorden som fast målehøjde. I betragtning af elementernes overensstemmelse samt den ovennævnte henvisning til forelæsningerne fra 1887 må antagelsen af A. Oppermann som den væsentligste drivkraft bag relativmetodens udformning til brug for rødgranundersøgelsen i 1887-1888 forekomme meget sandsynlig. Dette bekræftes da også af *Jonson* (1911, s. 287):

»Denna af A. OPPERMANN först föreslagna mätningsmetod tillåter jämförelse mellan stammar af olika längd«.

Imidlertid må det nævnes, at der tidligere ved Forsøgsvæsenet har været tradition for at knytte relativmetoden til schweizeren *Flury's* navn (*Bryndum,* 1964, s. 272). En nærmere undersøgelse har dog ikke kunnet bekræfte traditionen, og at relativmetoden i sin helhed skulle være kommet til Danmark før 1887-1888 gennem Philipp Flury, må antagelig afvises. Flury fik nemlig først i 1885 Diplom som Forstingenieur og var derefter i praksis i Sihlwald (*Meyer,* 1941), hvorfra han i 1888 tiltrådte en stilling som assistent ved det nyoprettede schweiziske forsøgsvæsen (*Bühler,* 1891). Hans først offentliggjorte afhandling kom i 1891 (*Anonym,* 1941), og da han første gang skriver om sektionsvis opmåling af stammer (*Flury,* 1892b), er det på baggrund af en helt anden fremgangsmåde, nemlig opmåling i 2 m sektioner.

Relativmetodens væsentligste afvigelse fra almindelig opmålingsmetodik i 1870-1880'erne, såvel nationalt som internationalt, lå i stammens 10-deling over målehøjde (1.3 m o.j.). Formålet hermed var først og fremmest at sikre et let tilgængeligt materiale for videre formundersøgelser, herunder specielt formpunktsundersøgelser (*Oppermann,* 1887, s. 136 ff.), som havde tidens store interesse, og desuden sikredes naturligvis muligheden for at beregne vedmasse og formtal ved almindelig sektionsvis fremgangsmåde.

Formpunktsteorien havde i Danmark fået sin særlige udformning af *Gyldenfeldt* (1879) under inspiration af *Pressler's* Richthöhenmethode og af den schweiziske Oberförster *Riniker's* (1873) udvikling af de absolutte formtals teori. Ved at måle højden (formpunktet) svarende til en bekvem, arbitrær brøkdel af diameteren i brysthøjde, foruden træets højde, kunne formeksponenten m i stammesideligningen $y^m = px$ bestemmes, og deraf det absolutte formtal beregnet som $m/(m+2)$. Metoden havde været anvendt af flere forfattere, såsom *Koch* (1880), *Gyldenfeldt* (1881 og 1883) og *Steen* (1887), men med varierende succes. Ved i relativmetoden at måle diametrene for enden af 10 lige lange sektioner over den generelle målehøjde b og derefter at normalisere målingen, d.v.s. at sætte diametrene i forhold til d_b og sektionshøjderne i forhold til h-b, kunne man til en vis grad slippe for at interpolere i en tabel over normaliserede y-

værdier svarende til ligningen $y^m = px$, som skulle benyttes til sammenligning med direkte målte y-værdier. Som indgang til tabellen blev benyttet normaliserede x-værdier og sektionsvis opmålte, absolutte formtal (Oppermann, l.c., s. 138, tabel XL). Derved opnåedes altså en lettelse i eftersporingen af det bedst mulige formpunkt, som var et af metodens formål. Hele denne side af relativmetodens teori synes imidlertid aldrig siden at være blevet meget udnyttet.

Med hensyn til formtal sikrede relativmetoden en let beregning af såvel uægte brysthøjdeformtal som absolutte formtal (samt stubformtal), mens den ikke tog sigte på ægte formtal. Denne prioritering lå helt på linje med Oppermann's (l.c., s. 4 ff.) vurdering af de nævnte formtals praktiske interesse. Ved den intensive opmåling af stammens basis var der videre sørget for muligheden at beregne fældetabet svarende til stødmassen (l.c., s. 73 f.).

Allerede i 1887 (l.c., s. 4 ff.) var de betegnelser for formtal m.v. fastlagte, som siden har fulgt relativmetoden ved Statens forstlige Forsøgsvæsen, nemlig F (uægte træformtal), f (uægte stammeformtal), φ (absolut formtal), t (stubformtal) og e (grenemassekvotient). De fleste af betegnelserne er dog ældre. I den nævnte betydning har F og f således tidligere været benyttet af *Kunze* (1873), men er muligvis væsentlig ældre. Betegnelsen φ for det absolutte formtal har tidligere været anvendt af *Koch* (1880), og her måske for første gang, i hvert fald blev den ikke benyttet af *Riniker* (1873). *Koch* (1880) og *Gyldenfeldt* (1881 og 1883) havde tidligere brugt t i forbindelse med stubmasseberegninger, men først hos *Oppermann* (1887) synes betegnelsen hæftet på et egentligt formtal.

2.1.1.3. Anvendelse ved Forsøgsvæsenet

Relativmetoden blev igen taget i anvendelse i større skala fra og med Statens forstlige Forsøgsvæsens etablering i 1901, idet metoden blev benyttet på såkaldte prøvetræer, som i en kort første periode blev udtaget af den blivende bestand i prøvefladens omgivende neutrale bælte, siden næsten altid udvalgt blandt de større tyndingstræer. På ældre, stærkt huggede prøveflader kunne eventuelt alle tyndingstræer være prøvetræer. Prøvetræerne blev først og fremmest anvendt til formtalsbestemmelse for blivende bestand, og ved deres udvælgelse er der naturligvis taget hensyn hertil, såvel dimensionsmæssigt som udseendemæssigt i øvrigt. I en måleinstruks af januar 1925 blev det direkte indskærpet, at prøvetræerne skulle udvælges af velformede tyndingstræer, fri for tveger og med en middeldiameter svarende til middeldiameteren efter tynding.

Sideløbende med opmålingen af prøvetræer efter relativmetoden blev der indtil midten af 1930'erne desuden foretaget en fuldstændig sektionsvis opmåling af hele tyndingen (evt. eksklusive prøvetræer), men her baseret på faste 1 eller 2 m sektioner, og i bevoksninger under 20 m middelhøjde blev da ikke anvendt enkelttrævis bogføring. Ud over det enorme arbejde, som denne procedure indebar, var der den væsentlige ulempe, at de to sektionsvise opmålingsmetoder ikke altid gav samme resultat på samme træer. *Oppermann & Bornebusch* (1928, s. 37) opgør således for et materiale af ask den gennemsnitlige forskel i stammeformtal til 4%, væsentligst stammende fra forskellene ved opmåling af stammens rodudløb, og i de nævnte ulemper ligger formentlig begrundelserne for, at man fra 1930'ernes midte ændrede praksis.

I sidste halvdel af 1930'erne og gennem 1940'erne var relativmetoden den eneste anvendte, sektionsvise opmålingsmetode ved Statens forstlige Forsøgsvæsen. I denne periodes første del benyttede man ved store stamtal i tyndingerne ofte en diametergruppevis inddeling af materialet, udvalg af gennemsnitstræer fra hver gruppe som prøvetræer og opmåling af disse efter relativmetoden. I periodens sidste del forlod man imidlertid atter den gruppevise opsplitning af prøvetræerne på måletidspunktet. For ældre prøveflader med færre tyndingstræer gik tendensen i retning af opmåling af samtlige tyndingstræer efter relativmetoden.

Omkring 1950 vendte man i en tid på nogle af de ældre prøveflader tilbage til den oprindelige to-deling af de sektionsvise opmålinger, idet der af tyndingstræerne blev udvalgt prøvetræer svarende til blivende bestands dimension og udseende til opmåling efter relativmetoden, mens resten af tyndingen blev opmålt i 1 m sektioner, efter cirka 1953 dog med to 1/2 m sektioner ved stammens basis. Systemet blev imidlertid ikke håndhævet konsekvent, og der er i perioden efter 1950 mange eksempler fra de ældre prøveflader på enten metersektionering alene eller relativsektionering alene af samtlige målte tyndingstræer. Ved afdrifterne er der ligeledes eksempler på anvendelse af såvel den ene som den anden metode, men i ganske mange tilfælde fra de seneste år er begge metoder benyttede samtidigt.

For nyanlagte og yngre prøveflader gik man midt i 1950'erne helt bort fra relativmetoden, og efterhånden som de gamle prøveflader afvikles, synes materialet at skulle nå sin endelige afgrænsning.

I bevoksninger, som har været fulgt med målinger igennem en lang årrække, vil man på baggrund af de nævnte ændringer i udvalgspraksis ofte kunne se følgende ændringer i prøvetrætyperne over tiden. I det yngre stadium er der udvalgt pæne tyndingstræer med gennemsnitsdimension som blivende bestand, mens der ofte i det ældre stadium snarere er udvalgt tyndingstræer af tyndingens gennemsnitsdimension, klarest i de mange tilfælde hvor hele tyndingen er målt, og hvor der således heller ikke er sket noget kvalitetsmæssigt udvalg blandt tyndingstræerne. Indgår endelig også den afsluttende afdrift i materialet, repræsenterer prøvetræerne her bestanden såvel med hensyn til dimension som udseende i øvrigt. Under gennemgangen af de enkelte træarter vil fordelingen til prøvetrætyper blive søgt nærmere beskrevet.

Med hensyn til forholdet mellem stammemasser opmålt efter relativmetoden og ved metersektionering har *Bryndum* (1974, s. 23 f.) meddelt nogle erfaringer fra rødgran. Bl.a. viste målinger i Ravnholt hugstforsøget i efteråret 1959 med bevoksningshøjder på cirka 24 m omkring 5% mindre vedmasse med metersektionering. Undersøgelser i andre bevoksninger syntes at vise, at forskellene først blev betydelige ved træhøjder på 15 m og derover. I tabel 2 er der meddelt erfaringer fra andre træarter, overvejende fra bevoksninger med meget store træer. De fleste af metersektioneringerne er her udførte som korsvise klupninger i 2 mm intervaller og giver for store træer fra 1.1% til 2.6% mindre stammemasser. Kun på prøveflade DP i bøg med middelstore træer er der fundet forskelle med op til cirka 5% mindre stammemasse, men desværre er målingen her udført mere ekstensivt, hvilket gør sammenligningen mere usikker. Den samme usikkerhed har sammen med det lille stamtal formentlig bidraget til det uventede resultat i D(-E)-hugsterne, hvor metersektioneringen undtagelsesvis har givet den største stammemasse. Der synes altså i nærværende undersøgelse oftest at være mindre forskel imellem de to

Tabel 2. Sammenligning af stammemasser opmålt henholdsvis med relativmetoden og med metersektionering (under 1 m højde: ½ m sektioner, over 1 m højde: 1 m sektioner).

Table 2. A comparison of stem volumes measured by the relative method and by metre sectioning respectively (below the height of 1 m: ½ m sections, above the height of 1 m: 1 m sections).

Træart *Tree species*	Prøve-flade *Sample plot*	Hugst-grad *Thinning intensity*	Måling *Measuring*	Alder *Age*	D_g	H_g	n	V relativ-metoden *relative method*	V Metersek-tionering *metre sectioning*	Kvotient *Quotient*
			år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*	stk. *no.*	m^3 m^3	m^3 m^3	
Sitkagran *Sitka spruce*	ME		E.1979	89	56.2	37.4	21	88.51	86.88	0.982
Douglasgran *Douglas fir*	GA		F.1973	91	64.8	31.8	15	69.93	68.08	0.974
-	GE		F.1969	87	66.2	36.1	20	117.62	116.38[1])	0.989
Bøg *Beech*	CN		F.1977	134	55.3	32.3	17	67.80	66.06	0.974
-	DP	D(-E)[4])	E.1980	62	39.0	22.3	6	7.88	7.95[1])	1.009
-	DP	C[3])	E.1980	62	32.3	23.8	24	24.32	23.06[1])	0.948
-	DP	B[2])	E.1980	62	19.7	23.9	30	10.78	10.53[1])	0.977
Eg *Oak*	CS		F.1973	188	87.6	29.6	21	186.20	183.90	0.988
-	BN		E.1977	149	61.8	27.5	15	63.14	62.07	0.983
-	BQ		E.1977	141	64.7	27.6	7	33.15	32.28	0.974
-	BT		E.1977	145	63.4	27.8	15	66.48	65.62	0.987
Ask *Ash*	LE		E.1976	72	59.3	28.9	10	40.26	39.40	0.979

1) enkeltlupning i 1 cm intervaller
2) parcel 3 og 11
3) parcel 1, 4 og 9
4) parcel 2 og 8

1) single callipering at intervals of 1 cm
2) plots 3 and 11
3) plots 1, 4 and 9
4) plots 2 and 8

E. = autumn
F. = spring

metoders vedmasser end meddelt af Bryndum (op. cit.). Forklaringen herpå skal måske delvis søges i træartsvise eller lokalitetsvise forhold, men måske også i træernes dimension, således at de maksimale forskelle findes for træer med højde omkring 25 m.

2.2. *Beregningsmetoder*

2.2.1. *Det enkelte træ*

2.2.1.1. Stammemasse

Til beregning af total stammemasse på rod efter opmåling med relativmetoden er der i nærværende undersøgelse benyttet Statens forstlige Forsøgsvæsens traditionelle metode. Ifølge denne beregnes først en aritmetisk gennemsnitsdiameter for hver sektion, og derefter anvendes midtfladeformlen for sektionerne under 1.3 m højde og Smalian's endefladeformel for sektionerne over 1.3 m højde. Valget af denne fremgangsmåde er imidlertid ikke truffet uden nærmere overvejelser.

Begge de nævnte formler er kun fuldstændig nøjagtige under visse forudsætninger med hensyn til stammesidelinjen. De giver korrekte resultater for cylindre og paraboloidestubbe, men for keglestubbe og især neiloidestubbe giver midtfladeformlen et for lille og endefladeformlen et for stort resultat, og specielt for træer med udpræget neiloideform i den basale stammedel synes der således reelle muligheder for systematiske fejl. Det ligger derfor nær at undersøge, om ikke andre beregningsformler, som er mere fleksible i deres forudsætninger med hensyn til stammesidelinjen, vil kunne give mere nøjagtige vedmasseberegninger.

Spørgsmålet om beregningens nøjagtighed i forbindelse med relativmetoden er tidligere behandlet af *Bornebusch & Henriksen* (1946) på grundlag af klupning på papiret af en gennemsnitsstamme af bøg. Stammen repræsenterede 550 træer med cirka 27 m gennemsnitshøjde. For stammestykket over 1.3 m højde fandt de med den traditionelle fremgangsmåde et 0.38% for stort resultat, altså en fejl af meget beskeden størrelsesorden. Sammenligningsgrundlaget var her måling af 50 sektioner og beregning ved hjælp af Simpson's formel.

Som supplement til den ovennævnte undersøgelse, samt for nærmere at undersøge fejlens størrelse i de enkelte målinger, er virkningen af forskellige beregningsformler og sektionslængder afprøvet på et direkte målt materiale fra perioden 1902-1930, væsentligst fra årene 1907-1908 (tabel 3). Materialet udmærker sig ved at være målt i 20 sektioner over 1.3 m højde, og det giver derfor grundlag for også at gennemføre beregningerne med 10 sektioner. Som alternativ til de traditionelle beregningsformler er der under 1.3 m højde anvendt Hossfeld's formel i intervallet 0-0.49 m højde sammen med Newton's formel i 0.49-1.14 m højde, mens det lille interval i 1.14-1.30 m højde er antaget at være en keglestub. Over 1.3 m højde er der som alternativ valgt Simpson's formel, der svarer til en gentagen anvendelse af Newton's formel. De alternative formler er i hvert fald principielt bedre tilpassede de indledningsvis omtalte stubformer, men under 0.49 m højde lider forbedringen dog af den svaghed, at sektionslængden er forøget. Vedrørende selve formelapparatet henvises der til lærebøger i træmåling, f.eks. *Müller* (1915).

Stammemasserne V(1), V(2), ..., V(8) svarende til de forskellige sektionslængder og beregningsformler (se nøgle under tabellen) er i tabel 3 oplyst i relative mål i forhold til V(1) = 1.000. V(1) er vurderet som den mest nøjagtige, idet den er baseret på 20 sektioner over 1.3 m højde og videre på de teoretisk bedste beregningsformler, mens V(8) svarer til den hidtil benyttede fremgangsmåde. De øvrige V'er er beregnede ved kombination af elementerne til V(1) og V(8), og effekten af de forskellige elementer kan findes ved parvise sammenligninger. Man bemærker som helhed kun små afvigelser fra V(1), i næsten alle tilfælde er de på under 1%.

Særlig interessante er fremgangsmåderne med 10 sektioner over 1.3 m højde, fordi de svarer til den almindelige måleprocedure. For disse er der af tabel 3 uddraget følgende simple gennemsnit af de 7 målinger med største og mindste værdi tilføjet i parentes:

$\bar{V}(5) = 0.999$ (0.993-1.004)
$\bar{V}(6) = 0.997$ (0.992-1.001)
$\bar{V}(7) = 1.003$ (0.997-1.012)
$\bar{V}(8) = 1.001$ (0.996-1.011)

Af disse gennemsnit ligger $\bar{V}(5)$ og $\bar{V}(8)$ nærmest ved V(1), dog har V(8) lidt større variationsbredde. Denne skyldes især målingen på prøveflade CS i perioden e.1902-e.1905, men de senere målinger i perioden e.1924-e.1930 på samme prøveflade har ikke vist tilsvarende store afvi-

Tabel 3. Total stammemasse V(1), V(2), ... V(8) i nogle målinger af bøg, eg og ask. Stammemasserne repræsenterer pr. måling 8 forskellige kombinationer af beregningsformler og sektionslængder (se nøgle under tabellen samt tekst). Stammemasserne er oplyst i relative mål i forhold til V(1) = 1.000.

Table 3. Total stem V(1), V(2), ... V(8) in some measurings of beech, oak and ash. The stem volumes represent per measuring 8 different combinations of computation formulas and section lengths (see key below the table, and text). The stem volumes are given in relative measures in relation to V(1) = 1.000.

Træart *Tree species*	Bøg *Beech*	Bøg *Beech*	Bøg *Beech*	Bøg *Beech*	Eg *Oak*	Eg *Oak*	Ask *Ash*
Distrikt *District*	Bornholm	Odsherred	Hørsholm	Sønderborg	Brahe-trolleborg	Brahe-trolleborg	Mølleskoven
Prøveflade *Sample plot*	F	X	U	DI	CS	CS	CQ
Måling, år *Measuring, year*	E.1907	E.1908	E.1908	E.1935	E.1902-E.1905	E.1924-F.1930	F.1908
Alder, år *Age, years*	69	94	116	137	118-121	140-145	85
Antal træer, stk. *Number of trees, no.*	39	23	10	9	5	7	4
Dg, cm *Dg, cm*	23.3	32.7	37.0	45.7	63.1	65.0	36.3
H_L, m *H_L, m*	22.8	28.8	29.0	32.9	27.5	26.9	24.4
V(1)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
V(2)	0.997	0.997	0.998	0.999	0.999	0.999	0.999
V(3)	1.002	1.000	1.000	0.999	1.003	1.000	1.002
V(4)	0.999	0.998	0.998	0.998	1.002	0.999	1.001
V(5)	1.004	0.998	0.996	0.998	1.003	0.993	1.000
V(6)	1.001	0.995	0.994	0.997	1.001	0.992	0.999
V(7)	1.007	1.001	0.999	0.997	1.012	0.999	1.008
V(8)	1.004	0.998	0.997	0.996	1.011	0.998	1.006

Beregningsmetoder
Computation methods

Stammemasse *Stem volume*	Under 1.3 m højde *Below the height of 1.3 m*		Over 1.3 m højde *Above the height of 1.3 m*	
	Antal mål *Number of sections*	Beregningsformler *Computation formulas*	Antal mål *Number of sections*	Beregningsformler *Computation formulas*
V(1)	4	Hossfeld + Newton	20	Simpson
V(2)	4	Huber	20	Simpson
V(3)	4	Hossfeld + Newton	20	Smalian
V(4)	4	Huber	20	Smalian
V(5)	4	Hossfeld + Newton	10	Simpson
V(6)	4	Huber	10	Simpson
V(7)	4	Hossfeld + Newton	10	Smalian
V(8)	4	Huber	10	Smalian

gelser. Alt i alt synes den traditionelle beregningsmetodik svarende til V(8) at give meget nær det bedst mulige resultat for total stammemasse med en gennemsnitlig afvigelse på kun 0.1%. En sammenligning af V(1) og $\bar{V}(7)$ viser dog, at stammestykket over 1.3 m højde i gennemsnit beregnes 0.3% for højt, mens en sammenligning af $\bar{V}(7)$ og $\bar{V}(8)$ viser, at stykket under 1.3 m højde måles 0.2% for lavt, alt i forhold til V(1).

En anden type beregningsfejl, som til dels er ensidig, er knyttet til forudsætningerne om stammetværsnittet. I beregningerne er der forudsat cirkulære stammetværsnit med arealet $(\pi/4)(d(1)/2 + d(2)/2)^2$, hvor d(1) og d(2) er de korsvis målte diametre, og hvor det således beregnede areal altid er større end et tilsvarende elliptisk tværsnitsareal. Afvigelsens størrelse afhænger dels af ellipsens akseforhold $\beta = b/a$, hvor $b \leqq a$, dels af klupningens vinkel i forhold til akserne, og den kan som middeltal for alle måleretninger efter *Tirén* (1929, s. 254 ff.) opgøres til 0.4% ved $\beta = 0.9$ og 1.8% ved $\beta = 0.8$. Antager man den elliptiske idealform, kan man som skøn for β benytte minimumsforholdet mellem mindste og største diameter i 1.3 m højde fundet ved dobbelt korsvis klupning. En række målinger i materialet synes på denne baggrund at vise, at β-værdier på under 0.9 ikke er særlig almindelige, og det samme gælder formentlig gennemsnitlige β-værdier for hele stammer. I almindelighed synes arealafvigelsen derfor at være på under 0.4%. Stadig ifølge Tirén (op.cit., s. 256 f.) ville man få en lidt bedre overensstemmelse med et elliptisk tværsnit ved at beregne arealet som $(\pi/4)d(1)d(2)$. Som middeltal for alle måleretninger fås derved en afvigelse på kun 0.3% ved $\beta = 0.9$ og 1.2% ved $\beta = 0.8$, men metoden ville til nærværende undersøgelse medføre et væsentlig forøget hullearbejde og er undladt.

Med uregelmæssige stammetværsnit kan man med den anvendte beregningsmetode få tværsnitsarealer $(\pi/4)(d(1)/2 + d(2)/2)^2$, som vel oftest er for store, men som undertiden kan være for små. Problemet er utvivlsomt størst for den nederste stammesektion, hvor målene tages i kun 0.16 m højde, og hvor rodudløbene (tæerne) især på mellemstore og store træer bevirker uregelmæssighederne. Med de ofte mange tåmellemrum er der næppe tvivl om, at måle- og beregningsmetoden her tit fører til for store vedmasser, men materialet giver ikke mulighed for at vurdere størrelsesordenen. Imidlertid kan der henvises til *Bornebusch & Henriksen* (1946, s. 8 f.), som på et bøgemateriale undersøgte problemet for stammestykket under 1.3 m højde. Ved planimetring af stammeskiver fra 11 bøge af gennemgående 40-45 cm diameter fandt de, at Forsøgsvæsenets traditionelle måle- og beregningsmetode under 1.3 m højde bevirkede en cirka 0.7% for stor total stammemasse. Det almindelige indtryk fra måling af prøvetræer er, at uregelmæssighederne i de nederste stammetværsnit ofte tiltager med træernes dimension. Selv om der ikke findes direkte målinger heraf, skal det derfor ikke undre, om fejlene bliver endnu større hvor træernes diameter er 60-70-80 cm. De procentvise meget store stødmasser for meget store træer, som er beregnet for visse træarter i tabellerne ART-12 i afsnit 7.1, kan i hvert fald let tolkes som et indicium for denne antagelse.

Som helhed indebærer de benyttede metoder således flere tendenser til beregning af for store totale stammemasser på rod. Problemet har næppe nogen betydende størrelse for små træer, men for mellemstore - store træer viser de anførte eksempler gennemsnitlig cirka 1% for store masser. I de enkelte målinger kan der dog forekomme betydelige afvigelser herfra. For meget store træer kan det antages, at relativmetodens overvurdering af den totale stammemasse på rod ofte vil være procentvis endnu større.

2.2.1.2. Grenemasse

Den kluppede grenemasse er beregnet med midtfladeformlen, mens den vejede grene- og kvasmasse er omregnet fra vægt til volumen ved hjælp af generelle, træartsvise omsætningfaktorer.

De nævnte omsætningsfaktorer er baserede på xylometringer af udvalgte prøver af grene og kvas i løvtræ, og de repræsenterer principielt friskskovede emner under 5 cm diameter, med bark og uden blade. Prøverne er i alt væsentligt udtaget i de to perioder 1902-1910 og 1924-1932 som et led i den almindelige prøvefladevise opmåling. Prøverne adskiller sig ved at være betydeligt større i første end i anden periode, f.eks. i bøg henholdsvis gennemsnitlig 123.8 kg mod 2.7 kg pr. måling, og forskellen hænger i hvert fald delvis sammen med en forskel i den anvendte xylometerstørrelse.

I flere af målingerne er prøven blevet opdelt i undergrupper, først og fremmest efter grenediameter. I alle træarterne kan der f.eks. findes målinger, hvor materialet er fordelt til diametergrupperne cirka 0-2.5 cm og 2.5-5 cm, i bøg er der i andre målinger opdelt i diametergrupperne 0-1 cm og 1-5 cm, og desuden er der i eg i nogle tilfælde opdelt i grupperne topgrene og vanris. Variansanalyser inden for hver træart og tidsperiode har imidlertid ikke vist signifikante forskelle (5% niveau) imellem de nævnte undergrupper, og der er i det følgende set bort herfra.

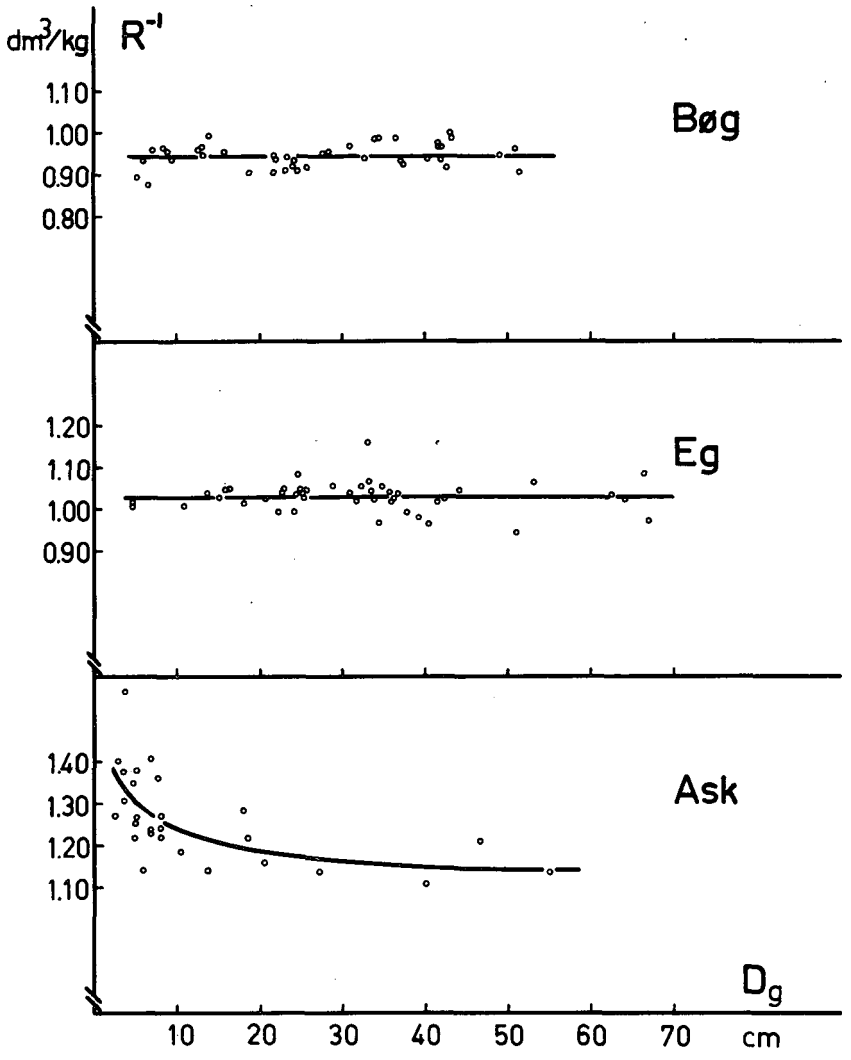
Derimod har der vist sig tydelige forskelle imellem træarterne og til dels også imellem træer af forskellig størrelse. Dette er illustreret i figur 1, hvor kvas- og grenevolumen pr. vægtenhed (R^{-1}) for hver måling i træarterne bøg, eg og ask er lagt op over træernes størrelse (brysthøjdediameter). Materialet omfatter samtlige målinger med xylometring, nemlig 42 i bøg, 45 i eg og 27 i ask. Som brysthøjdediameter er anvendt middeldiameteren i tynding (D_g), fordi de udtagne prøver ofte uden nærmere specifikation repræsenterer tyndingen som helhed. Hvor prøverne er knyttede til en nærmere angiven mængde træer, er disses middeldiameter dog i stedet benyttet. Figuren viser foruden de enkelte målingers R^{-1}-værdier følgende udjævnede skøn:

$$\text{bøg} : R^{-1} = 0.944 \text{ dm}^3/\text{kg}$$
$$\text{eg} : R^{-1} = 1.028 \text{ dm}^3/\text{kg}$$
$$\text{ask} : R^{-1} = 1.114 + 0.01732/(D_g + 0.04) \text{ dm}^3/\text{kg}$$

hvor D_g er udtrykt i m. Man bemærker, at der kun er lidt overlapning imellem træarterne og ser deraf umiddelbart de træartsvise forskelle.

Hovedparten af prøverne er optaget uden for den periode af året, hvor træerne har været beløvede, men 32 af i alt 114 prøver er dog fra hugster, hvor træerne havde fuldt udviklede blade. Heraf er 18 fra oktober måned, 8 fra september, mens 5 prøver i eg samt 1 prøve i ask er fra juni måned. Bladene blev pillet af før xylometringen, og ingen af disse prøver udviser synderligt afvigende omsætningstal.

De reciprokke omsætningsfaktorer er egentlige friskrumvægte (R) og svarer ganske godt til gennemsnitstal for ris som oplyst af *Baur* (1882, s. 78) for bøg og eg, og af *Flury* (1892a, s. 24) for ask.



Figur 1. Kvas- og grenevolumen pr. friskvægtenhed (R^{-1}, $dm^3/kg = m^3/ton$). Målt på kvas og grene under 5 cm grenediameter med bark og lagt op over tyndingens middeldiameter (D_g, cm) for træarterne bøg, eg og ask.

Figure 1. Twig and branch volume per fresh-weight unit (R^{-1}, $dm^3/kg = m^3/ton$). Measured on twigs and branches of a branch diameter with bark of less than 5 cm and superimposed on the mean diameter of the thinning (D_g, cm) for the tree species beech (bøg), oak (eg) and ash (ask).

2.2.1.3. Salgbar masse

Salgbare masser inklusive bark over 5, 7 og 10 cm aflægningsgrænse er beregnede af total vedmasse på rod ved reduktion af denne for stødmasse, samt for stamme- og grenemasse under den pågældende aflægningsgrænse. Salgbare masser er kun beregnede for træer med brysthøjdediameter større end aflægningsgrænsen (d > a).

Med henblik på at bestemme stødmassen, som udgør en betydelig del af fældningstabet, er fældesnittets højde over jorden (målt i forhold til den generelle målehøjde over jorden: 1.3 m) undersøgt ved nogle målinger fra de senere år, nærmere betegnet 1967-1979. Materialet er indsamlet fra prøvetræer i forbindelse med de rutinemæssige opmålinger på Forsøgsvæsenets faste prøveflader, og det fordeler sig geografisk over en række østdanske skovdistrikter. Bortset fra en oparbejdning af vindfælder på prøveflade F i efteråret 1967 er der tale om normale fældningsoperationer med motorsav, og så vidt vides, er de i alle tilfælde udført af rutinerede arbejdere. Materialet omfatter hovedsagelig træarterne bøg, eg og rødgran, men rummer også iagttagelser i sitkagran og ask. Træerne spreder med hensyn til alder og dimension over et meget stort område med middeldiametre i de enkelte målinger fra 7.6 til 87.5 cm, men materialet kan dog kritiseres for ikke at indeholde mindre løvtræer. En oversigt er givet i tabel 4.

Tabel 4. Fældesnittets gennemsnitlige højde over jorden ved nogle målinger fra de senere år i bøg, eg, ask, rødgran og sitkagran.

Table 4. Average height above ground of the felling cut at some measurings from recent years in beech, oak, ash, Norway spruce and Sitka spruce.

Træart *Tree species*	Distrikt *District*	Prøveflade *Sample plot* litra *letter*	Hugstgrad *Thinning intensity*	Måling *Measuring* år *year*	Alder *Age* år *years*	Prøvetræer *Sample trees* Antal *Number* stk. *no.*	H_g m *m*	D_g cm *cm*	Fældesnithøjde *Height of felling cut* cm *cm*
Rødgran	Nødebo	KV	B	E.1978	33	15	10.0	8.5	16
Norway	Nødebo	KV	D	E.1978	33	15	14.1	15.0	17
spruce	Orebygård	KG	B	F.1978	44	15	15.4	11.8	10
-	Orebygård	KG	C	F.1978	44	21	17.0	18.1	17
-	Orebygård	KG	D	F.1978	44	19	16.1	19.0	17
Sitkagran	Frederiksborg	MK		F.1977	16	10	7.2	7.6	12
Sitka spruce	Meilgård	ME		E.1979	89	21	37.4	56.2	23
Bøg	Halsted Kloster	DM		F.1977	95	13	27.7	48.5	25
Beech	Nødebo	CN		F.1977	134	18	32.4	56.1	29
-	Bornholm	F		E.1967[1)]	129	10	32.5	54.9	43[1)]
-	Odsherred	DEX		E.1977	185	3	32.9	62.2	29
-	Bornholm	F		E.1977	139	4	33.7	58.6	33
-	Odsherred	DE		E.1977	185	3	34.6	73.6	25
-	Odsherred	K		E.1977	130	2	34.7	72.8	39
Eg	Esrum	BN		E.1977	149	15	27.5	61.8	29
Oak	Esrum	BQ		E.1977	141	7	27.6	64.7	20
-	Esrum	BT		E.1977	145	15	27.8	63.4	28
-	Brahetrolleborg	CS		F.1973	188	21	29.6	87.5	35
Ask	Petersgård	LE		E.1976	72	10	29.0	59.3	26
Ash									

1) Stormfældet
1) Windblown

Stødhøjdematerialet er imidlertid ikke homogent med hensyn til opmålingsmetodik, idet rødgranerne og de mindste sitkagraner i modsætning til det øvrige materiale ikke er opmålt efter relativmetoden. Men for de i alt 111 træer, som er opmålt efter relativmetoden, er stødhøjden y (lig fældesnittets højde) forsøgt udtrykt ved hjælp af den simple regressionsligning

$$y = b_0 + b_1 x,$$

hvor der som uafhængig variabel x er afprøvet $d_{0.16}$, $d_{0.49}$, d og h samt potenser og logaritmisk afledede heraf. Som bedste parameter er der med mindste kvadraters metode fundet $d^2_{0.49}$ ($r^2 = 0.20$, $s = 5.8$ cm), men næsten lige så god er d ($r^2 = 0.18$, $s = 5.9$ cm), mens h giver et dårligere resultat ($r^2 = 0.05$, $s = 6.3$ cm). En udvidelse af modellen til at omfatte to uafhængige variable har ikke ført til nogen væsentlig forbedring. Analysen har således vist, at der blandt de afprøvede varianter opnås meget nær det bedst mulige resultat med en simpel lineær model med d som uafhængig variabel.

Anvendt på hele materialet, d.v.s. på i alt 227 træer (eksklusive vindfælderne på prøveflade F i e.1967) fås følgende skøn: $b_0 = 11.749$ og $b_1 = 0.255$, eller enklere og med meget god tilnærmelse

$$h_{stød} = 0.12 + 0.25\ d,$$

hvor $h_{stød}$ er fældesnittets højde over jorden, og d er brysthøjdediameteren, begge målte i enheden m. Regressionskoefficienten er signifikant forskellig fra 0 på 0.01% niveau ($t = 18.92$), korrelationskoefficienten er bedre end i delmaterialet ($r^2 = 0.61$), mens restspredningen har omtrent samme størrelse ($s = 5.4$ cm).

Ved en udvidelse af modellen med træart som klassevariabel kan der ganske vist konstateres signifikante træartsvise forskelle, men materialet forekommer alt for spinkelt til en sådan analyse. Med de få og geografisk spredte målinger i nogle træarter kan det nemlig let være andre faktorer, f.eks. de forskellige arbejderes subjektive ansættelse af fældesnittets højde, som bevirker de tilsyneladende træartsforskelle. Et subjektivt element vil altid være til stede, og ikke mindst derfor fastholdes den ovenstående generelle regresionsligning for stødhøjden til brug i alle træarter.

Stødmassen er herefter beregnet for hvert træ i det samlede materiale ved hjælp af midtfladeformlen, idet sektionslængden er sat lig stødhøjden ifølge den generelle regressionsligning, og diameteren i halv stødhøjde er fundet ved retlinjet ekstrapolation (evt. interpolation) over $d_{0.49}$ og $d_{0.16}$. For stødhøjden lig 0.325 m bliver stødmassen derved lig massen af nederste stammesektion i relativmetoden, mens der ved andre stødhøjder er taget et vist hensyn til tendensen til stigende støddiameter med aftagende stødhøjde.

I stammens top er sektionerne med diametre under aflægningsgrænsen opgjorte med deres tidligere beregnede, fulde værdi, mens længden på den sektionsdel, som når aflægningsgrænsen, er beregnet med retlinjet interpolation og den tilsvarende masse med endefladeformlen. I tvegetræer er dimensionsspringet omkring forgreningsstedet henført til tvegehøjden, for så vidt denne er oplyst, hvis ikke, da til midt på den pågældende sektion.

Grenemasse under aflægningsgrænsen er opgjort direkte ud fra den tidligere beregnede masse i 1 cm midtdiameterklasser på 1 m lange stykker.

Den således beregnede salgbare masse er ikke reduceret for den del af forhugget, som ligger over fældesnittet, og ej heller for tab ved yderligere afkortning eller afpudsning af stamme og grene. Dette ekstra oparbejdningstab vil variere en del med aflægningspraksis. Andre typer af tab fremkommer ved den handelsmæssige nedrunding af såvel diametre som længder, men heller ikke disse er indregnede i den beregnede salgbare masse. Nøjagtigheden i salgbar masse bestemmelsen for store - meget store træer må antages at være bedre end for total masse på rod, fordi de ensidige fejl i forbindelse med uregelmæssige stammetværsnit i den nederste opmålingssektion, hvor problemet er størst, undgås ved fraregning af stødmassen.

2.2.1.4. Øvre diametre

Til brug for mere nøjagtige vedmassefunktioner benyttes ofte en øvre stammediameter foruden brysthøjdediameteren og andre parametre. Relativmetodens øvre diametre ($d_{0.1h'}$, $d_{0.2h'}$, ... , $d_{0.9h'}$) egner sig imidlertid kun dårligt til opgørelse af stående træers vedmasse, idet den variable målehøjde over jorden vil besværliggøre målingerne meget, og derfor er der på træerne i materialet beregnet øvre stammediametre i faste målehøjder over jorden ved interpolation.

Som øvre diameter er valgt stammediameteren i 6 m højde (d_6) over jorden, hvilket er så højt over den generelle målehøjde (1.3 m o.j.), at der fås en væsentlig merinformation også for meget store træer, men alligevel ikke højere end at målingen uden store vanskeligheder kan udføres enten med stangklup eller fra stige. Herved følges også en nordisk tradition, som synes at være ved at fæstne sig (*Norling* 1907, *Ilvessalo* 1947, *Braastad* 1966, *Vuokila* 1960). Værdien af den ekstra information indeholdt i d_6 er føleligt mindre for træer med totalhøjder fra 6 m til 10-12 m, og i det følgende er d_6-funktionerne derfor kun udarbejdede for træer med $h > 12.0$ m. For mindre træer er der i stedet benyttet d_3 som øvre diameter, idet de tilsvarende funktioner er udarbejdede for træer med højder fra 6.0 m til 15.0 m.

Interpolationen af d_6 og d_3 er udført på en hyperbellinje gennem de nærmeste tre sektionsdiametre dog undtaget visse særlige diameterforløb, hvor der er benyttet retlinjet interpolation. Som hyperbellinje er benyttet $y = a + b/(x-c)$, hvor y er diameteren, x er højden over jorden, mens a, b og c er konstanter, der beregnes for hvert enkelt træ og interpolationshøjde. Formlen benyttes kun for $b > 0$ og enten $x_1 < x_2 < x_3 < c$ eller $c < x_1 < x_2 < x_3$, hvorved der for stigende målehøjde fås en monotont aftagende diameter. Det kan i denne forbindelse nævnes, at *Roiko-Jokela* (1976) tilsvarende har benyttet en hyperbelfunktion til beskrivelse af den nedre del af stammesidelinjen.

Interpolationen er afprøvet på nogle målinger af store træer, som er opmålt efter både relativmetoden og metersektionering med korsvis klupning. Da der ved metersektionering ikke måles i 6 m højde, men som nærmeste mål i 5.5 og 6.5 m højde, er disse højder og tilsvarende diametre i stedet benyttede til afprøvningen. Resultaterne er vist i tabel 5, som også indeholder afprøvninger af simpel retlinjet interpolation mellem de nærmeste to sektionsmål. Som gennemsnit for alle målinger er direkte målt $\bar{d}_{5.5} = 560$ mm og $\bar{d}_{6.5} = 551$ mm, og man ser af tabellen, at de to interpolationsmetoders diametergennemsnit maksimalt afviger 1 mm herfra, altså en meget fin overensstemmelse. I de enkelte målinger er afvigelserne større (op til 5 mm), men kun sjældent signifikante på 5% (*) eller 1% (**) niveau. De sikreste afvigelser er fundet med retlinjet interpolation på prøveflade GA, hvilket har været udslaggivende for ikke at vælge denne metode.

Tabel 5. Målte og interpolerede diametre i 5.5 m ($\bar{d}_{5.5}$) og 6.5 m ($\bar{d}_{6.5}$) højde fra målinger af forskellige træarter og prøveflader. Til interpolationen er benyttet dels rette linjer (ret.) dels hyperbellinjer (hyp.). De interpolerede diametres afvigelse fra de målte diametre er afprøvet med t-test.

Table 5. Measured and interpolated diameters at the heights of 5.5 m ($\bar{d}_{5.5}$) and 6.5 m ($\bar{d}_{6.5}$) from measurings of various tree species and sample plots. For the interpolation partly straight lines (ret.) partly hyperbolic lines (hyp.) are used. The deviation of the interpolated diameters from the measured diameters have been t-tested.

Træart *Tree species*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measuring*	Antal træer *Number of trees*	$\bar{D}$	$\bar{H}$	$\bar{d}_{5.5}$			$\bar{d}_{6.5}$		
						målt *measured*	interpoleret *interpolated*		målt *measured*	interpoleret *interpolated*	
							ret. *ret.*	hyp. *hyp.*		ret. *ret.*	hyp. *hyp.*
		år *year*	stk. *no.*	cm *cm*	m *m*	mm *mm*	mm *mm*	mm *mm*	mm *mm*	mm *mm*	mm *mm*
Sitkagran *Sitka spruce*	ME	E.1979	21	55.1	37.0	470.0	469.2	468.1	461.2	461.7	459.8
Douglasgran *Douglas fir*	GA	F.1973	15	64.2	31.8	515.8	520.2**	516.8	501.5	507.1*	504.4
Bøg *Beech*	CN	F.1977	17	54.9	32.4	479.7	481.9	480.1	471.9	474.0	472.4
Eg *Oak*	CS	F.1973	21	87.1	29.6	772.3	775.5	773.3	762.9	765.1	764.1
Eg *Oak*	BT	E.1977	15	63.0	27.6	564.6	561.9	560.9	557.4	552.1	552.0
Ask *Ash*	LE	E.1976	10	59.1	28.9	499.3	496.1	493.8*	491.7	487.4	486.6
I alt *Total*			99			560.0	560.8	558.9	550.8	551.3	549.9

* og **: Signifikant afvigende fra målt værdi på 5 og 1% niveau.
** and **: Significantly deviating from measured value at the 5 and 1% levels.*

E. = *autumn*
F. = *spring*

Afvigelserne mellem målte og interpolerede diametre skyldes formentlig i højere grad tilfældige ujævne sidelinjeforløb end egentlig systematiske forskelle. Formodningen støttes af, at de to interpolationsmetoders diametre i næsten alle tilfælde ligger til samme side for de direkte målte diametre. Med hensyn til enkelttræer er den største afvigelse fundet i 6.5 m højde på træ nr. 95 fra prøveflade BT i e.1977. Den målte diameter var her 669 mm, mens interpolationerne med god overensstemmelse kun gav henholdsvis 603 mm og 604 mm. De nærmeste sektionsmål blev her taget i 4.2 m og 7.2 m højde. Da træets bulhøjde var 6.6 m, skyldes den meget større målte diameter utvivlsomt, at den nederste levende, kronedannende gren har fremkaldt en lokal fortykkelse af stammen tilfældigt på dette sted. Afvigelsen skyldes derimod næppe nogen systematisk dårlig interpolationsmodel.

2.2.2. Bestanden

Til beskrivelse af grundmaterialet samt delvis til brug i vedmassefunktionerne er der beregnet en række forskellige bestandsfaktorer hørende til de enkelte prøveflader og måletidspunkter, nemlig stamtal pr. ha, grundflade pr. ha, bestandshøjde (H_g), bestandsdiameter (D_g) og alder fra frø. Faktorerne svarer til bestand før tynding, hvilket er fundet mest naturligt, når grundmaterialet i øvrigt omfatter såvel tyndingstræer som træer repræsentative for blivende be-

stand, og de kan i modsætning til de tilsvarende faktorer efter tynding uden videre benyttes også i forbindelse med afdrifter.

Stamtal, grundflade og bestandsdiameter svarer nøjagtigt til de optagne mål på måletidspunktet, mens bestandshøjdemålingerne i de fleste tilfælde er let udjævnede over alderen. Hvor der ved målingerne er udskilt en underetage, er denne udeladt ved beregning af de her omhandlede faktorer. Såfremt bevoksningen omfatter to til flere omtrent jævnstore træarter, er bestandsfaktorerne beregnede for alle træarter under eet. Endelig kan det nævnes, at nogle få tilfælde af behandlingsgentagelser i eksperimentelle forsøg på samme lokalitet af hensyn til overskuelighed er slået sammen og beregnede med ét sæt faktorer pr. behandling.

Bestandsfaktorerne er så vidt muligt uddraget af tidligere publicerede beretninger fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, hvoraf der især kan henvises til *Oppermann* (1912, 1914, 1922a, 1922b, 1922c, 1930), *Boysen Jensen* (1930), *Muhle Larsen* (1934), *Holm* (1935, 1940), *Oppermann & Bornebusch* (1928), *Bornebusch* (1946, 1948), *Henriksen* (1957, 1958, 1961), *Bryndum* (1965, 1980) og *Madsen* (1975, 1977a). Nogle af de nævnte beretninger har dog måttet korrigeres til den her gældende højdedefinition (H_g). For nyere målinger er bestandsfaktorerne uddraget af Forsøgsvæsenets arkiv.

2.2.3. *Klasseinddelinger*

Med henblik på en nærmere beskrivelse af grundmaterialet samt for en nærmere analyse af vedmassemodellerne er træerne inddelte i forskellige klasser af tveger, boniteter og udvalgstyper.

Tvegetræer, der først og fremmest forekommer i løvtræarterne, er her inddelte i klasserne dybe tveger, middel tveger og toptveger, henholdsvis svarende til tvegehøjden $h_{tvege} < 1/3\ h$, $1/3\ h \leqq h_{tvege} < 2/3\ h$ og $2/3\ h \leqq h_{tvege} < h$. Tvegeklassen varierer fra træ til træ inden for samme bevoksning og måleår.

Boniteten, her traditionelt opfattet som rå potentiel højdebonitet, er beregnet individuelt for hver måling (måleår, behandling, prøveflade) og udtrykt i hele bonitetsklasser. Boniteringen er i bøg og eg udført efter *Møller* (1933), i ask efter *Møller & Nielsen* (1959), i sitkagran og ædelgran efter *Henriksen* (1958 og 1957) og i douglasgran efter *Karlberg* (1961), mens der på grund af manglende danske tabeller ikke er boniteret i japansk lærk og i kæmpegran. Bonitetskurverne er skønsvis forlængede, hvor bestandsalderen går ud over oversigternes område, dog næsten altid således at den sidst observerede bonitetsgrad inden for oversigtens område også er gjort gældende for alle målinger uden for området. En principiel unøjagtighed er indført af nemhedsgrunde, idet der er boniteret over bestandshøjden før tynding, hvor bonitetskurverne regner med højden imellem tyndinger. Da imidlertid højden før og efter tynding normalt kun adskiller sig med 0.1-0.2 m vil den hermed indførte fejl normalt blive mindre end 0.1 m, hvilket knap nok kan skelnes på bonitetsdiagrammerne. Fejlen synes derfor praktisk betydningsløs.

Udvalgstypen er ligesom boniteten beregnet individuelt for hver måling. Den er ligesom boniteten fælles for alle træer i den pågældende måling og udtrykker på hvilken måde, prøvetræerne er udvalgte blandt samtlige træer til hugst. Dertil er benyttet en af følgende otte klasser:

1. alle træer i afdrift
2. udvalgte træer fra afdrift

3. bestandsudvalg
4. tyndingsudvalg, diameter svarende til bestand
5. tyndingsudvalg, opdelt i diametergrupper
6. alle (ubeskadigede) tyndingstræer
7. tyndingsudvalg, diameter svarende til tynding
8. andet

Klasserne 1-2 omfatter prøvetræer udvalgte blandt træerne i afdrift, idet der under klasse 2 er indføjet træer fra lysstillinger samt stormfældede træer fra større fladefald. Klasse 3, som er sjældent forekommende, omfatter hovedsagelig træer fra prøvefladens omgivende rand og udvalgte til beskrivelse af blivende bestand. Klasserne 4-7 omfatter prøvetræer udvalgte blandt tyndingstræerne. I klasse 4 svarer træerne dimensionsmæssigt til blivende bestand, og utvivlsomt har man i de fleste tilfælde søgt at udvælge træer, som også i øvrigt har lignet bestandstræer. Formentlig er der dog i klasse 4 en tendens til udvalg af for pæne træer i løvtræarterne, idet man i en længere periode bevidst er gået uden om tvegetræer (se afsnit 2.1.1.3). Klasse 6 repræsenterer klart tyndingen som helhed, mens indholdet af klasse 7 er mindre veldefineret. Ganske vist svarer træerne her dimensionsmæssigt nærmest til tyndingen, men i nogle målinger er der ingen stor forskel på blivende bestands og tyndingens dimensioner, og det må antages, at man i hvert fald ved en del af målingerne har søgt at udvælge træer, som i øvrigt ligner blivende bestands træer. Klasserne 5 og 8 (mest spredt stormfald) er ikke hyppigt forekommende i materialet.

2.3. *Repræsentation*

Man må gøre sig klart, at det foreliggende grundmateriale ikke er indsamlet på grundlag af nogen stikprøveteori, og lige bortset fra træarterne er det derfor også på forhånd uklart, hvad materialet som helhed egentlig repræsenterer i forhold til dansk skovbrug.

Forsøger man at betragte materialet som et almindeligt udvalg af danske bevoksninger, må det erkendes, at dette udvalg næppe er foretaget efter et tilfældighedsprincip, hverken med hensyn til geografisk fordeling, hugstens førelse, træernes proveniens eller kulturmetodik m.v. Helt skævt bliver det, hvis man forsøger at betragte materialet som repræsentativt for mængden af nutidige danske bevoksninger, hvilket, da det er indsamlet over en meget lang fortidig periode, bliver desto vanskeligere forsvarligt, jo ældre materialet er. De nævnte forhold kan bevirke, at såvel bevoksningernes generelle niveau som spredningen imellem bevoksningerne (prøvefladerne) kommer til at afvige på en uvis måde fra gennemsnittet af nutidige, danske bevoksninger. Tilsvarende problemer opstår, hvis man forsøger at betragte materialet som repræsentativt for et enkelt, nutidigt skovdistrikt.

Inden for den enkelte bevoksning (prøveflade) er udvalget af prøvetræer til formtalsbestemmelse ej heller foretaget efter noget strikt tilfældighedsprincip (se afsnit 2.1.1.3), hvilket atter kan have påvirket prøvetræmaterialets niveau og spredning på en uvis måde.

Det er imidlertid en styrke ved grundmaterialet, at prøvetræerne kan sættes ind i en skovdyrkningsmæssig sammenhæng (prøvefladerne). Ved at inddele prøvetræerne i forskellige grupperinger, delvis efter bevoksningskarakteristika, er der mulighed for at vurdere de forskellige grupperingers indflydelse på resultatet. Det vil herunder i det følgende blive undersøgt,

i hvor høj grad de beregnede vedmassefunktioners generelle niveau er afhængigt af varierende bevoksning (prøveflader) højdebonitet og tvegeklasse (jvf. afsnit 2.2.3) samt, hvor lejlighed gives, af varierende hugstbehandling og proveniens. Nogen fuldstændig afklaring af formtalsvariationen i forhold til de nævnte skovdyrkningsmæssige karakteristika kan dog ikke altid påregnes ad denne vej. Dels fordi grundmaterialet ikke altid er tilstrækkelig omfattende dertil, dels fordi andre formbestemmende faktorer, som enten endnu ikke er erkendte, eller som ikke lader sig ordentlig beskrive på det foreliggende grundlag, kan optræde sammen med de nævnte og dermed spille forstyrrende ind.

3. VEDMASSEFUNKTIONER

3.1. *Definition*

En vedmassefunktion for stående træer er en algebraisk ligning, der udtrykker træers vedmasse (y) som en funktion af et sæt uafhængige variable (x_1, x_2, ..., x_m), der hver for sig igen er funktion af en eller flere let målelige vedmassefaktorer (målefaktorer), så som brysthøjdediameter, træhøjde m.v. I de fleste tilfælde lader man y udtrykke enkelttræers vedmasse (totalmasse, salgbar masse, stammemasse, ...), men vedmassefunktioner kan principielt også udtrykke bevoksningers vedmasse. Begrebet kan udvides til også at omfatte afledede funktioner af vedmassen (y), hvor y da udtrykker f.eks. log(v) eller v/d^2 m.v. Ved transformation kan sådanne funktioner let omdannes til egentlige vedmassefunktioner. Til denne gruppe hører funktioner, der har brysthøjdeformtal som afhængig variabel, og specielt i Europa har der været tradition for at udarbejde sådanne formtalsfunktioner. Da formtallet imidlertid let omregnes til vedmasse ved multiplikation med $(\pi/4)d^2$ h, og da endemålet ofte er at beregne den tilsvarende vedmasse, kan disse funktioner uden vanskelighed henregnes til begrebet vedmassefunktioner i bredere forstand.

Vedmassefunktioner beregnes normalt på grundlag af et empirisk materiale, og som model er der i den forstlige litteratur i nyere tid (efter ca. 1930) almindeligvis anvendt lineære funktioner af typen

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \ \ldots\ + b_mx_m,$$

hvor koefficienterne (b_0, b_1, b_2 ..., b_m) er fundne med mindste kvadraters metode. I ældre tid er derimod ofte benyttet andre fremgangsmåder, dog uden at resultaterne nødvendigvis har været dårlige (se f.eks. *Schiffel,* 1904).

3.2. *Litteratur*

Med henblik på at drage lære af de hidtidige erfaringer på området vil der i det følgende blive gennemgået nogle hovedtræk fra den hidtidige udvikling, som den fremgår af litteraturen, idet hovedvægten lægges på at beskrive de anvendte funktionstyper. Gennemgangen er hovedsagelig indskrænket til nyere tid efter ca. 1930, hvor metodikken har været domineret af mindste kvadraters metode, og den vil i det væsentlige blive afgrænset til kun at omfatte sådanne vedmassefunktioner, som direkte eller indirekte dels udtrykker enkelttræers vedmasse i m^3 eller kubikfod, dels har brysthøjdediameter og total træhøjde som obligatoriske målefaktorer, eventuelt dog suppleret med andre målefaktorer.

Efter den nævnte afgrænsning bliver imidlertid hovedparten af litteraturen på området fortsat tilbage. Udskudt bliver foruden den ældre litteratur først og fremmest ligninger, der udtrykker hele bevoksningers vedmasse (se herom bl.a. *Spurr* (1952), *Buckman* (1961), *Cole* (1971), *Vimmerstedt* (1962) og *Nokoe & Kozak* (1979)), desuden ligninger hvor vedmassen udtrykkes i board-feet (findes især i arbejder fra USA), samt ligninger der enten ikke benytter træhøjden som målefaktor (såkaldte lokale vedmassefunktioner), eller som har salgbar højde (d.v.s. højden til mindste, salgbare topdiameter) i stedet for total træhøjde som målefaktor (se f.eks. herom *Haack* (1963), *Sharpnack* (1966) og *Barnard et al.* 1973). Specielt med hensyn til board-feet ligninger kan det fremhæves, at de ofte har salgbar højde som en af målefaktorerne, og i så fald udskydes de her af begge grunde. Imidlertid bliver antallet af litterære arbejder ikke tilsvarende reduceret, idet de amerikanske beretninger oftest indeholder såvel board-feet som cubic-feet ligninger, for øvrigt ikke sjældent på grundlag af den samme ligningsmodel. Vedrørende afgrænsningen vil der ikke blive skelnet skarpt mellem ligninger for vedmasse med bark og vedmasse uden bark, men hvor der i den samme beretning findes begge slags ligninger, vil interessen blive koncentreret om den førstnævnte form.

I afsnittene 3.2.1-3.2.6 vil spørgsmålet om de hidtil benyttede modeller, herunder især spørgsmålet om de uafhængige variable i vedmasseligningerne, blive nærmere belyst. Af hensyn til sammenlignelighed vil formtalsfunktioner og enkelte andre afledede vedmassefunktioner herunder blive omregnede til egentlige vedmassefunktioner, og disse vil videre blive udtrykt i et fælles symbolsprog (variabel- og koefficientbetegnelser). Af nemhedsgrunde benyttes i afsnit 3.2 betegnelserne v og v_s for henholdsvis totalmasse og salgbar masse også i de tilfælde, hvor der er tale om vedmasser inklusive grenemasser. Hovedinddelingen i såkaldt logaritmiske og aritmetiske vedmassefunktioner samt i standardligninger og formklasseligninger følger de af Spurr (l.c.) benyttede betegnelser. Spørgsmålet om valg af afhængig variabel vil blive taget op senere i et særligt afsnit (3.2.7).

3.2.1. *Standardligninger for total vedmasse*

3.2.1.1. Logaritmiske ligninger

Schumacher & Hall (1933) synes at have været de første overhovedet, som benyttede sig af regression efter mindste kvadraters metode til fremstilling af vedmassefunktioner med indgang for d og h. De anvendte hertil følgende almindelige logaritmiske standardligning som model:

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h).$$

Forfatterne anfører som hovedbegrundelse for den nye metodik, at den tillader en strengt objektiv sammenligning af vedmasser fra forskellige lokaliteter og af forskellige træarter, og desuden kan den anvendes til konstruktion af vedmassetabeller (det var før datamaskinernes tid!). De afprøver modellen på et større materiale omfattende 9 forskellige nåle-og løvtræarter fra 4 forskellige skovområder og konkluderer, at den er generelt anvendelig.

Den almindelige logaritmiske standardligning er siden anvendt af mange andre forfattere på endnu flere træarter. Med hovedvægt på de senere år kan herved nævnes *Maughan* (1936), *Nilsen & Sleppen* (1940), *Olson et al.* (1948), *Spurr* (1952), *Fog & Jensen* (1953), *Schmitt & Schneider* (1959), *Faber & Dik* (1968), *Wada et al.* (1971), *Wensel & Schoenheide* (1971), *Prevôst*

(1974), *Campos* (1974), *Shinohara* (1975), *Schmitt & Weihe* (1976), *Madsen* (1977b), *Weihe & Maessen* (1978) og *Brister et. al.* (1980). Hos *Cole* (1971) beregnes koefficienterne til den logaritmiske standardligning ved ikke-lineær regression, idet modellen her er udtrykt på v-form. Nøjagtigheden, hvormed modellen er tilpasset grundmaterialet i ovennævnte arbejder, er meget varierende, afhængig af materialets art (træart, diameterområde, prøvetræudvælgelse m.v.) og inddeling under beregningen (samlet beregning, gruppevis beregning). I de fleste tilfælde ligger restspredningen på den enkelte iagttagelse i intervallet cirka 6-11% af træets vedmasse, men især hos Schumacher & Hall (op.cit.) findes flere eksempler på langt over 20% restspredning. Af andre logaritmiske standardligninger, som har fundet praktisk anvendelse, kan nævnes den af Spurr (l.c.) foreslåede ligning

$$\log(v) = b_0 + b_1 \log(d^2 h),$$

som også har været benyttet at *Veiga* (1973a og 1973b), der beregnede en restspredning på det enkelte træ svarende til 11.7% af vedmassen. Endelig kan fremhæves *Dwight*'s ligning (ifølge Spurr, l.c.)

$$\log(v) = b_0 + b_1 \log(d) + (3-b_1)\log(h),$$

samt *Korsuň*'s (1955) ligning

$$\log(v) = b_0 + b_1 \log(d + 1) + b_2 \log(h),$$

men ingen af disse synes at rumme væsentlige fordele i forhold til den almindelige logaritmiske standardligning, og de har så vidt vides heller ikke vundet nogen videre udbredelse.

3.2.1.2. Aritmetiske ligninger

Omtrent samtidig med Schumacher & Hall (op. cit.) offentliggjorde *Näslund* (1934) de første resultater af sit arbejde med aritmetiske formtalsligninger. På grundlag af et meget stort materiale af skovfyr omfattende 3116 træer fra det nordlige og 2326 træer fra det sydlige Sverige udviklede han en standardligning for hvert område, som omsat til vedmasseform havde følgende udseende:

$$v = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 d^2 h^2.$$

Restspredningen for den enkelte iagttagelse var henholdsvis 7.7% og 7.2%, og middelfejlen på vedmassen af 30 træer pr. prøveflade blev beregnet til respektive 2.5% og 2.2%. Resultatet blev, set på baggrund af ligningens enkelhed, vurderet som godt til visse praktiske formål.

Näslunds ligning kan betragtes som et specialtilfælde af en større gruppe almindelige aritmetiske standardligninger, som fremkommer ved udvælgelse af variable fra følgende model:

$$v = \sum_{i=0}^{2} \sum_{j=0}^{2} b_{ij} d^i h^j.$$

I sin enkleste, praktisk anvendelige form bliver modellen til $v = b_{00} + b_{21}d^2h$, men den har gennem diverse supplerende led fra summationen fået mangfoldige andre udformninger. Foruden af Näslund (op.cit.) er den f.eks. blevet benyttet af *Näslund* (1940 og 1947), *Spurr* (1952), *Børset* (1954), *Andersson* (1954), *Eggli* (1960), *Vuokila* (1960), *Myers* (1963 og 1964), *Munro* (1964), *Gregory & Haack* (1964), *Braastad* (1966), *Vestjordet* (1967), *Myers & Edminster* (1972), *Evert* (1973), *Eriksson* (1973), *Pollanschütz* (1965), *Bergel* (1974), *Grigaljunas & Garbinčjus* (1974), *Hagberg & Matérn* (1975a og 1975b) og *Burkhart* (1977).

Restspredningen på den enkelte iagttagelse (variationskoefficienten) ligger i de fleste tilfælde i de nævnte arbejder i intervallet cirka 5-13% af træets vedmasse, varierende med forudsætningerne for de pågældende arbejder, men er i nogle tilfælde højere med 15-17%.

Blandt varianterne med tilknytning til de ovennævnte aritmetiske standardligninger kan der findes sådanne, som rummer eksponentielle udvidelser (ligningerne anføres fortsat på v-form). Eksempler herpå findes hos *Bruce & DeMars* (1974), der for træer højere end 18 fod anvender supplerende led indeholdende d^3 og h^{-1}, hos *Hubač* (1977), der benytter led med d^3, d^4 og d^5, samt *Čermák* (1974 og 1975), som supplerer med led indeholdende d^{-1}, d^3, d^4 og d^5. Det er imidlertid et åbent spørgsmål, om disse udvidelser har været nødvendige, eller hvor meget de har forøget nøjagtigheden. Hos de østeuropæiske forfattere tyder en meget skematisk opbygning af ligningerne nærmest på, at spørgsmålet ikke har været nøjere undersøgt. Restspredningen hos Bruce & DeMars (baseret på formtallet som afhængig variabel) er angivet til 8%.

Blandt varianterne finder man desuden aritmetiske standardligninger med logaritmiske udvidelser. Sådanne findes hos *Kennel* (1966 og 1969) og er her klart begrundede med en bedre tilpasning til grundmaterialet, især af hensyn til træer med store diametre. Kennel benyttede d^2h $\ln^2(d)$ som supplerende variabel, og samme udvidelse er anvendt af *Pollanschütz* (1974). *Bergel* (1969 og 1971) anvendte derimod $d^2h/\log(d)$, mens *Bergel* (1973a) supplerede med de variable $d^2h \log(d)$ og $d^2h \log(h)$ foruden med de rent aritmetiske variable d/h og d^2/h. Der ligger i flere tilfælde meget grundige undersøgelser bag de nævnte logaritmiske udvidelser. Restspredningen på det enkelte træs vedmasse eller formtal (variationskoefficienten) er for denne type ligninger cirka 7-10%.

Endelig kan nævnes nogle få aritmetiske standardligninger af særlig udformning. Herunder kan rubriceres *Newnham*'s (1967) model

$$v = b_0 + b_1 d^{b_2} h^{b_3},$$

hvor b_2 og b_3 beregnes ved hjælp af den almindelige logaritmiske standardligning. Newnham's ligning kan betragtes som en variant af den almindelige aritmetiske standardligning ($v = b_0 + b_1d^2h$), og den viser ved afprøvning på et stort materiale en lidt større nøjagtighed. Restspredningen (variationskoefficienten) ligger for 11 træarter i intervallet 8-18%. En noget lignende model er afprøvet af *Burkhart* (1977). For små træer ($h < 18$ fod) har *Bruce & DeMars* (1974) benyttet ligningen

$$v = b_1d^2hq^2 + b_2d^3hq^3 + b_3d^3h^2q^3,$$

hvor q = (h-0.9′)/(h-4.5′), men restspredningen på cirka 12% holder måske ikke helt mål med anstrengelserne. Betydeligt simplere ligninger er beskrevet af Takata ifølge *Takata & Hirano* (1957):

$$v = d^2h/(b_0 + b_1d),$$

og af *Honer* (1965 og 1967):

$$v = d^2/(b_0 + b_1/h).$$

Den sidst nævnte ligning er afprøvet på et meget stort materiale omfattende 21 træarter, hvor 95% af de individuelt beregnede træmasser afveg fra de tilsvarende målte træmasser med mindre end 13.6-34.3% (træartsvis varierende).

3.2.2. *Standardligninger for salgbar vedmasse*

3.2.2.1. Logaritmiske ligninger

Schumacher & Hall (op.cit.) lancerede desuden følgende ligning for salgbar vedmasse (her med ændrede symboler):

$$\log(v_s\text{-}c) = b_0 + b_1\log(d\text{-}a) + b_2\log(h\text{-}b),$$

hvor a udtrykker aflægningsgrænsen (= mindste salgbare topdiameter), b er brysthøjden (= målehøjde for diameteren d), og c er volumen af en cylinder med diameter a og længde ($b\text{-}h_{stød}$). Ifølge forfatterne viste ligningen fremragende tilpasning til et grundmateriale af 400 black walnut (grafisk test). (Samme model benyttedes af Schumacher & Hall til beregning af board-foot volumen, og som sådan er den siden også benyttet af *Hornibrook* (1936)). Andre forfattere har imidlertid ikke opnået gode resultater med ligningen og har anvist andre løsninger, således *Spurr* (1952) og *Schmitt & Schneider* (1959).

Spurr (op.cit., s. 152) antyder en løsning - blandt mange andre muligheder - hvorefter den totale vedmasse over stød først beregnes efter mindste kvadraters metode ved hjælp af den almindelige logaritmiske standardligning. Dernæst beregnes topmassen ved hjælp af en særlig formel, og ved subtraktion fremkommer den søgte salgbare vedmasse. Det er i princippet den samme fremgangsmåde, som siden er benyttet af den række tyske forfattere, idet disse dog har benyttet en anden model for topmassen end Spurr. *Schmitt* (1966), *Schmitt & Weihe* (1976) og *Weihe & Maessen* (1978) har herved atter benyttet den almindelige logaritmiske standardligning, mens *Bergel* (1969) anvender en lidt mere kompliceret ligning for topmassen gennem formtallet for topmassen under 7 cm aflægningsgrænse, f_0-f_7:

$$\log(f_0\text{-}f_7) = b_1\log(d) + b_2/\log(h) + b_3/(\log(d)\log(h)).$$

Fremgangsmåden, som passende kan kaldes den logaritmiske differensmetode, har naturligvis den ulempe, at beregningerne må gennemføres i to tempi.

Andre undersøgelser af Spurr (op. cit., s. 90 f.) peger på en langt simplere løsning, hvis man er villig til at se bort fra træer med diametre nær aflægningsgrænsen og derunder. I så fald vil der være gode chancer for at kunne udtrykke den salgbare vedmasse direkte gennem den almindelige logaritmiske standardligning, altså

$$\log(v_s) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h).$$

Ligninger for salgbar vedmasse er beregnet efter denne model af *Olson et al.* (1948), *Emrović* (1960), *Faber & Dik* (1968), *Dagnelie et al.* (1969), *In et al.* (1972) og *Chen* (1972). Restspredningen på det enkelte træs salgbare vedmasse ligger i de fleste oplyste tilfælde i intervallet cirka 9-14%.

3.2.2.2. Aritmetiske ligninger

Stoate (1945) gjorde med *Pinus radiata* et tidligt forsøg på at beskrive salgbar vedmasse med aritmetiske ligninger beregnede med multipel lineær regression. Formålet var at undgå vanskeligheder med harmonisering af kurver m.v. svarende til den indtil da almindelige teknik. Aflægningsgrænsen var 4 tommer eller cirka 10 cm, og der blev afprøvet 4 ligninger, hvoraf den mest komplicerede var

$$v_s = b_0 + b_1d^2 + b_2h + b_3d^2h,$$

mens de øvrige fremkom ved successive udeladelser af leddene b_1d^2 og b_2h. Den simpleste ligning var således $v_s = b_0 + b_3d^2h$. Stoate konkluderede, at metoden var sund, og at der ikke var nogen stor forskel på de afprøvede ligningers nøjagtighed. Med hensyn til den sidst nævnte ligning har især Spurr (l.c.) påvist, at sammenhængen mellem d^2h og v_s er lineær undtagen for små værdier af d^2h.

Stoate's ligninger kan betragtes som specialtilfælde af de tidligere omtalte almindelige aritmetiske standardligninger, der her er sammenfattet i

$$v_s = \sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} b_{ij}d^ih^j.$$

Mange andre forfattere har siden benyttet sådanne ligninger til beregning og beskrivelse af salgbare vedmasser, således *Golding & Hall* (1961), *Vimmerstedt* (1962), *Myers* (1963 (rev.1972), 1964), *Gregory & Haack* (1964), *Ciancio* (1970, 1972, 1974), *Ciancio & Reichenfeld* (1974), *Chaturvedi & Bhattacharya* (1971), *Dippold & Farr* (1971), *Myers & Edminster* (1972), *Sandrasegaran* (1972), *Veiga* (1972), *Bonilla* (1973), *Chaturvedi* (1973), *Belanger* (1973), *Bergel* (1974), *Thill & Palm* (1975a og 1975b), *Thill & Grayet* (1978) og *Greaves* (1978). Restspredningen på det enkelte træs salgbare vedmasse (variationskoefficienten) er i de fleste oplyste tilfælde 6-15%, dog i et par tilfælde 19-21%. Ligningerne synes imidlertid ofte ikke gyldige eller afprøvede for diametre, som ligger tæt ved aflægningsgrænsen, og af samme grund er der i nogle tilfælde benyttet grupperet beregning, således f.eks. i Myers arbejder, hvor der beregnes separate ligninger for henholdsvis store og små træer. Hvor der beregnes vedmasseligninger ved forskellige aflægningsgrænser på grundlag af samme grundmateriale, har der i nogle tilfælde vist sig vanskeligheder med at få et troværdigt forhold imellem de forskellige vedmasser i dele af d/h-området (se Gregory & Haack, op. cit.).

I modsætning til, hvad der var tilfældet for totalmasse, er der for salgbar vedmasse ikke fundet eksempler på ligninger med logaritmiske udvidelser. Derimod er der af flere forfattere benyttet aritmetiske standardligninger med eksponentielle udvidelser, som måske både med hensyn til gyldighedsområde og nøjagtighed rummer visse fordele. Idet ligningerne fortsat udtrykkes på v-form, har *Kennel* (1969) og *Bergel* (1973a) således udvidet med led indeholdende d^{-1} og d^4, og hos Bergel (1974) findes en udvidelse med h^{-1}. *Hubač* (1977) har udvidet med led, som indeholder d^{-1}, d^3, d^4 og d^5, *Veiga* (1972) med h^3 og d^3, og *Farr & LaBau* (1971) har anvendt d^{-2} som variabel. Restspredningen på det enkelte træs salgbare vedmasse er i de oplyste tilfælde 7-11%; (de hos Hubač oplyste meget små gennemsnitlige fejl er næppe standardafvigelser for enkelttræer). Hos *Bergel* (1973a) er det klart dokumenteret, at vedmasseligningen er uden ensidige fejl også for diametre nær aflægningsgrænsen.

Videre kan omtales det af Spurr (l.c., s. 146 ff.) foreslåede suppleringsled til de almindelige aritmetiske standardligninger, $b_m h/(d-a)$, hvor a er aflægningsgrænsen, og b_m er koefficienten. Spurr anfører dog selv, at denne supplerende variabel mere kan anbefales for sin enkelhed end for nøjagtighed, og den har så vidt vides heller ikke vundet større udbredelse.

Endelig kan fremhæves den af *Honer* (1964 og 1967) anvendte fremgangsmåde, hvorefter den salgbare vedmasse beregnes ud fra en ligning for total vedmasse ved multiplikation med en korrektionsfaktor. Honer påviser, at denne korrektionsfaktor kan udtrykkes som en aritmetisk funktion af forskellige målevariable, som f.eks. brysthøjdediameter (d), aflægningsgrænsen (a), total træhøjde (h) og stødhøjde ($h_{stød}$):

$$v_s/v = b_0 + b_1 x + b_2 x^2,$$

hvor $x = (a/d)^2(1 + (h_{stød}/h))$. Fremgangsmåden, som vel passende kan kaldes den aritmetiske kvotientmetode, har ligesom differensmetoden den ulempe, at tilpasningen til grundmaterialet må ske i to adskilte trin. Honer har benyttet metoden i et stort anlagt arbejde med mange træarter og aflægningsgrænser m.v. Metoden genfindes hos *Cole* (1971). En anden type korrektionsfaktor

$$v_s/v = 1 + b_1 a^{b_2}/d^{b_3}$$

har været anvendt af *Burkhart* (1977) og *Brister et al.* (1980).

3.2.3. *Formklasseligninger for total vedmasse*

Ved formklasseligninger forstås sådanne ligninger, hvor træers vedmasse (direkte eller tranformeret) er en funktion af brysthøjdediameter og træhøjde foruden et supplerende udtryk for træets form. I almindelighed anvendes betegnelsen i forbindelse med supplerende variable som øvre stammediametre eller tilsvarende diameterkvotienter, men betegnelsen udvides her til også at omfatte variable indeholdende kronestørrelse og barktykkelse som udtryk for træets form i bredere betydning. Af hensyn til modellernes sammenligning udtrykkes de her fortsat på v-form, d.v.s. med vedmassen direkte som afhængig variabel, de logaritmiske modeller dog fortsat på log(v)-form.

3.2.3.1. Logaritmiske formklasseligninger

Spurr (1952, s. 95 ff. og s. 122 ff.) har foreslået og testet følgende modeller

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(d_x)$$

(*Buell* (1942) havde tidligere anvendt en noget ligende model til bestemmelse af board-foot volumen, dog med h_s i stedet for h og d_x/d i stedet for log (d_x)) og

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d\ h\ d_x),$$

hvor d_x er en øvre stammediameter i højden x over jorden (enten en konstant højde, f.eks. 17 fod = 5.18 m) eller en relativ højde (f.eks. træets halve højde over brysthøjde), og d h d_x er lig $d^2h(d_x/d)$, hvor d_x/d er den til x svarende formkvotient. Eventuelt kan $\log(d_x)$ i den første ligning erstattes af $\log(d/d_x)$, altså også her et formkvotientudtryk. Spurr (l.c.) har især testet den første ligning, som passende kan kaldes den almindelige logaritmiske formkvotientligning. For et materiale af nåletræarter finder han træartsvis (ved samlet, d.v.s. ikke-grupperet beregning, og vist nok med anvendelse af Girard's formklasse = $d_{5.18}/d$, s. 128) en restspredning på det enkelte træs vedmasse på cirka 7%, hvor der med den almindelige logaritmiske standardligning var beregnet en restspredning på cirka 9-10%. En tilsvarende afprøvning er foretaget af *Fog & Jensen* (1953), der som formklasseudtryk benyttede variablen $\log(d_{0.4h'}/d)$, hvor 0.4h' er lig højden 0.4(h-1.3) + 1.3 m. Fog & Jensen opnåede derved (med grupperet beregning) en reduktion af restspredningen fra 7.6% til 6.5%.

Den anden af de nævnte ligninger er praktisk benyttet af *Veiga* (1973a og 1973b). Med anvendelse af formkvotienten $d_{5.30}/d$ opnåedes herved i forhold til den almindelige logaritmiske standardligning en reduktion af restspredningen på v fra 11.8% til 9.9%.

3.2.3.2. Aritmetiske formklasseligninger m.v.

I en række svenske eller svensk inspirerede arbejder er der benyttet modeller, hvor almindelige aritmetiske standardligninger er udvidet med variable indeholdende udtryk for kronens størrelse. Sådanne ligninger med kronehøjde er udarbejdede af *Näslund* (1940 og 1947), *Eggli* (1960) og *Hagberg & Matérn* (1975b) og kan udtrykkes som varianter af følgende generaliserede ligning på v-form:

$$v = \sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} b_{ij}\, d^i h^j + b_{30} d^2 h_{bul},$$

hvor h_{bul} er kronegrænsens højde over jorden (også kaldet bulhøjde). Eventuelt kan der i stedet være benyttet selve kronens længde ($h-h_{bul}$).

Eriksson (1973) har benyttet en noget lignende model, dog her eksponentielt udvidet med variablen d^3. Restspredningen på det enkelte træs vedmasse (variationskoefficienten) er i disse arbejder opgjort til 6-9%, men i forhold til de almindelige aritmetiske standardligninger har kronehøjdeligningerne kun formindsket restspredningen med 0.1-0.3%.

Især for træarterne skovfyr og birk er der tilsvarende af en række skandinaviske forfattere udarbejdet ligninger udvidet med barktykkelse som parameter, oftest dog i kombination

med kronehøjdeudtryk. I den sidstnævnte udvidede form kan ligningerne generelt udtrykkes som varianter af

$$v = \sum_{i=0}^{2} \sum_{j=0}^{2} b_{ij} d^i h^j + b_{30} d^2 h_{bul} + b_{31} d\, h\, d_{bark} + b_{32} d^2 d_{bark},$$

hvor d_{bark} er dobbelt barktykkelse i brysthøjde, og h_{bul} enten er bulhøjden eller kronelængden. Sådanne vedmassefunktioner er udarbejdede af *Näslund* (1940 og 1947), *Braastad* (1966), *Brantseg* (1967) og *Vestjordet* (1967). Restspredningen på det enkelte træs vedmasse (variationskoefficienten) er i træarterne skovfyr og birk i de fleste tilfælde beregnet til 5-9%, og reduktionen i restspredning i forhold til de almindelige aritmetiske standardligninger er tilsvarende 0.1-1.6%. I et enkelt tilfælde (Braastad, op. cit.) er restspredningen dog cirka 13% og reduktionen så stor som cirka 4%. I et tilfælde, hvor rødgran har været undersøgt, er der beregnet en restspredning på ca. 9%, og reduktionen er på kun 0.3%.

Spurr (1952, s. 96 ff.) har foreslået og begrundet en aritmetisk formkvotientligning af følgende sammensætning:

$$v = b_0 + b_1 d^2 h + b_2 (d_x/d) + b_3 d^2 h (d_x/d),$$

hvor d_x er en øvre stammediameter i højden x over jorden. Desuden angav han en stærkt forkortet udgave af samme ligning:

$$v = b_0 + b_1 d^2 h (d_x/d).$$

Spurr afprøvede bl.a. disse modeller på et lille materiale af black spruce. Ved indsættelse af Girard's formklasse for d_x/d (d_x måles her under bark i i højden 16 fod over stødhøjde) finder han restspredninger på v for de respektive ligninger på cirka 4% og 5%, hvor den simple aritmetiske standardligning $v = b_0 + b_1 d^2 h$ gav en restspredning på cirka 8%.

Så gode resultater kan dog ikke altid påregnes. *Munro* (1964) fandt ved anvendelse af den simpleste af de ovennævnte formkvotientligninger på et materiale af douglasgran en restspredning på 14% (ikke vægtet), altså et direkte dårligt resultat.

Spurr's ligninger kan ses som meget simple særtilfælde af følgende almindelige aritmetiske formkvotientligning:

$$v = \sum_{i=0}^{2} \sum_{j=0}^{2} b_{ij}\, d^i h^j + \sum_{k=3}^{4} \sum_{m=0}^{1} b_{km} (d^2 h)^{k-3} (d_x/d)^{m+1},$$

hvor b_{ij} og b_{km} er koefficienter, der eventuelt kan være lig nul for forskellige værdier af i, j, k og m. Med indsættelse af $d_x = d_6$ (altså stammens diameter i 6 m højde) er sådanne ligninger anvendt af *Braastad* (1966) og *Vuokila* (1960), som derved har fundet restspredninger på cirka 5-7%. Til sammenligning fandt Braastad med en almindelig aritmetisk ligning blot udvidet med barktykkelse som parameter en restspredning på cirka 13%, men grundmaterialet for de to ligninger er muligvis ikke helt overensstemmende. Vuokila's ligning gælder for træhøjder over 10 m. Almindelige aritmetiske formkvotientligninger er også anvendt af *Pollanschütz* (1961 og 1965) i forbindelse med et ret stort materiale af rødgran. Formkvotienten blev her baseret på $d_x = d_{0.3h}$, og restspredningen blev cirka 4% (funktion nr. 22).

Dimitrov (1976) har ligeledes anvendt aritmetiske formkvotientligninger, her dog eksponentielt udvidet med variablen d^3h. Beregningerne er gennemført med formtallet som afhængig variabel, og 68.2% af de beregnede formtal oplyses at afvige mindre end 3% fra de målte formtal.

Særlige aritmetiske formkvotientligninger er meddelt af *Pollanschütz* (1965), hvori indgår ekstra stammediametre i flere relative træhøjder, f.eks.

$$v = b_1h^2 + b_2d^2h + b_3h\, d^2_{0.3h} + b_4\, h\, d_{0.1h}\, d_{0.5h}$$

med en restspredning på cirka 3%. Endvidere *Evert* (1973), med bl.a. følgende komplicerede ligning:

$$v = b_1d^2h + b_2d^2h(h/(h\text{-}b))^2 + b_3d\, h\, d_x + b_4\, h\, d_x^2 + b_5d\, h\, d_x(h/(h\text{-}b)) + b_6h\, d_x^2(h/(h\text{-}b))^2.$$

Her svarer $d_x = d_{5.94}$ til højden 19.5 fod over jorden, og $b = 1.37$ m er brysthøjden 4.5 fod over jorden. Restspredningen var cirka 2%. *Takata & Hirano* (1957) har udviklet ligningen

$$v = b_1d^2h + b_2\, d^3h + b_3d\, h\, d_{1.8} + b_4d^2h\, d_{1.8}$$

og påviser for det pågældende materiale (totalmasse?), at ligningen med $d_x = d_{1.8}$ giver en lige så god tilpasning til målingerne som med $d_x = d_{0.5h}$. Nøjagtigheden var cirka 2.5 gange så stor som med almindelige standardligninger. De nævnte særlige aritmetiske formkvotientligninger er alle baserede på små grundmaterialer, hvilket eventuelt kan have medvirket til den meget gode nøjagtighed. Endelig kan omtales en særlig formkvotientligning, som er anvendt af *Soest* (1959) på et materiale af japansk lærk:

$$v = b_1d^2h + b_2d^2h\, \log(d) + b_3d^2h\, \log(h) + b_4d^2h\, \log(d_6).$$

Restspredningen blev her beregnet til lidt under 4%.

3.2.4. *Formklasseligninger for salgbar vedmasse*

Kun få forfattere har arbejdet med formklasseligninger for salgbar vedmasse. *Veiga* (1972, 1973a) og *Golding & Hall* (1961), som har undersøgt forskellige logaritmiske og aritmetiske modeller, fandt, at almindelige aritmetiske formkvotientligninger var bedst, altså ligninger af typen

$$v_s = \sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} b_{ij}\, d^ih^j + \sum_{k=3}^{4}\sum_{m=0}^{1} b_{km}(d^2h)^{k-3}\,(d_x/d)^{m+1}.$$

Veiga's ligninger er baserede på $d_x = d_{5.3}$, mens Golding & Hall blandt flere muligheder har udvalgt $d_x = d_{(h\text{-}b)/2}$, hvor $b = 1.37$ m $= 4.5$ fod. I begge tilfælde er der benyttet ligninger, som er temmelig enkle (Spurr inspirerede) udgaver af den almindelige aritmetiske formkvotientligning, og måske bl.a. derfor er nøjagtigheden heller ikke særlig god. Restspredningen med de aritmetiske formklasseligninger er hos Veiga cirka 11-12%, hvilket er 1-4% lavere end for al-

mindelige standardligninger. For nogle logaritmiske ligninger beregner Veiga langt højere restspredning. Hos Golding & Hall kan restspredningen beregnes til cirka 6-16%, her fra cirka 1% dårligere til 9% bedre end beregnet med almindelige standardligninger.

3.2.5. *Ligninger for total vedmasse med bestandsparametre*

Ved vedmasseligninger med bestandsparametre forstås sådanne, hvor enkelttræers vedmasse (enten direkte eller transformeret) udtrykkes som funktion af enkelttræparametre (d, h, m.v.) samt en eller flere bestandsparametre fra den bevoksning, som indeholder det pågældende træ. Som bestandsparametre kan f.eks. tænkes bestandsalderen (forudsætter ensaldrede bevoksninger), bestandens middeldiameter eller bestandshøjden.

En rent logaritmisk ligning med bestandsparametre er udviklet af *Olsen* (1976):

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(h/(h-1.30)) + b_4\log(T) + b_5\log^2(T),$$

hvor T er bestandsalderen. Olsen har beregnet ligningens koefficienter i to trin, idet han først beregner fælles skøn for hældningskoefficienterne b_1, b_2 og b_3 ved gruppevis (bevoksnings- og aldersvis) regression, hvorefter det gruppevise niveau bliver fastlagt ved regression over log(T) og $\log^2(T)$. Restspredningen for et tilfældigt træs vedmasse i en tilfældig gruppe er cirka 7%, mens restspredningen inden for de enkelte grupper bliver beregnet til cirka 6%. (En noget lignende fremgangsmåde er tidligere blevet anvendt af *Henriksen* (1953), der på grundlag af en almindelig logaritmisk standardligning beregnet med fælles hældningskoefficienter ved gruppevis regression (*Fog & Jensen,* 1953) fastlagde det gruppevise niveau ved grafisk udjævning over bestandsdiameter og bestandshøjde).

Spørgsmålet om, hvor meget nøjagtigheden af vedmassefunktionerne maksimalt kan forøges ved tilføjelse af bestandsparametre, vil kunne belyses ved en sammenligning af restspredningerne efter henholdsvis samlet og bestandsvis/aldersvis regressionsberegning uden bestandsvariable. En noget lignende problemstilling er behandlet af *Spurr* (1952, s. 122 ff.), som har givet oplysninger om restspredningen ved henholdsvis samlet og gruppevis (forskellige vækstlokaliteter og skovtyper) regressionsberegning i hver af fire forskellige træarter, men her altså uden en aldersvis opsplitning af materialet. Med en almindelig logaritmisk standardligning og samlet beregning finder Spurr restspredninger på cirka 9-10%, og ved gruppevis beregning med individuelle hældninger og niveauer reduceres restspredningerne med 0.1-0.8%. Med en almindelig logaritmisk formkvotientligning finder han tilsvarende restspredninger på cirka 7-8%, og ved gruppevis beregning reduceres disse med 0.0-0.5%. Reduktionerne, som er udtryk for den maksimale forbedringsmulighed ved indføjelse af gruppevariable er i næsten alle tilfælde hos Spurr statistisk signifikante, men altså kun af lille absolut størrelse.

Bergel (1973a) påviser for såvel bøg (Derbholz) som rødgran og lærk, at udvidelsen af standardligningerne med en aldersvariabel formindsker restspredningen, men forbedringen er knyttet sammen med en større interkorrelation mellem de øvrige uafhængige variable og er af så lille en størrelse (cirka 1% eller mindre), at han afstår fra at udnytte den. Bergel påviser i bøg, at indsættelse af en aldersvariabel medfører, at variablen d^2 (formtalsregression) mister sin signifikante indflydelse. *Kennel* (1966) konkluderer tilsvarende, at diameter-, højde- og aldersvariable gensidig kan erstatte hinanden, er imidlertid først diameter og højde taget i reg-

ning, bringer alderen ingen væsentlig ekstra forklaring. Med hensyn til formkvotientligninger finder *Dimitrov* (1976) tilsvarende, at restspredningen praktisk taget ikke formindskes ved tilføjelse af en aldersvariabel.

Kennel (op.cit.) påviser imidlertid også, at træets sociale stilling, i de fleste tilfælde i modsætning til alderen, har en statistisk sikker indflydelse på den afhængige variabel, om end denne indflydelse kun er beskeden af størrelse. Desuden er den sociale stilling temmelig uafhængig af de øvrige variable, diameter, højde og alder. Som udtryk for den sociale stilling benytter han variablen d/D_g eller afledede heraf, hvor d er træets og D_g bestandens diameter. Herved findes bl.a. (udtrykt på v-form) følgende vedmasseligning, idet et led med D_g^2 udelades på grund af manglende signifikans:

$$v = b_0 + b_1 d + b_2 h + b_3 d^2 + b_4 d\,h + b_5 d^2\,h + b_6 d^2 h\,\ln^2(d) + b_7 d\,h\,D_g.$$

Allerede *Näslund* (1936) var inde på at benytte bestandsparametre i vedmasseligninger for enkelttræer. Han undersøgte her bestandsdiameteren $\bar{D}$, den tilhørende barkprocent $B_{\bar{D}}$, alderen T og prøvefladens breddegrad Br. Med udeladelse af nogle mindre vigtige led fandt han derved følgende ligning (her udtrykt på v-form):

$$v = b_1 d^2 h + b_2 d^3 h + b_3 d^4 h + b_4 d^2 h^2 + b_5 d^2 h^3 + b_6 d^3 h^2 + b_7 d^4 h^3 + b_8 d^2 h\,\bar{D} + b_9 d^2 h\,\bar{D}^2 + b_{10} d^2 h\,B_{\bar{D}} + b_{11} d^2 h\,T.$$

Grundmaterialet var imidlertid temmelig specielt, idet der fra hver af de involverede prøvefladder blev benyttet udjævnede værdier af h over d og f over d repræsenterende dels diameterspektrets gennemsnit, dels gennemsnittet $\pm 2 \times$ diameterspredningen. Restspredningen var med denne ligning cirka 4%, og med udeladelse af de bestandsvariable cirka 1% større.

3.2.6. *Ligninger for salgbar vedmasse med bestandsparametre*

Ligninger for salgbar vedmasse med bestandsparametre er kun sjældent udarbejdet til praktisk brug. *Pande & Jain* (1976) har dog meddelt en sådan ligning gældende for unge Eucalyptus plantager i Indien:

$$v_s = b_0 + b_1 d^2 h + b_2 h + b_3 d^2 h \log(T),$$

hvor T er alderen, og aflægningsgrænsen er 5 cm diameter.

3.2.7. *Afhængige variable og modelvalg*

Af hensyn til den systematiske sammenligning er de ikke-logaritmiske ligninger i de foregående afsnit konsekvent udtrykt på v-form, d.v.s. med vedmassen direkte som afhængig variabel. I selve beregningsfasen er der dog ofte benyttet transformerede udtryk for vedmassen som afhængig variabel.

En vigtig begrundelse imod at benytte vedmassen direkte som afhængig variabel ved udjævning efter mindste kvadraters metode er, at variansen derved bliver langt større for store end for små træer. Deraf følger, dels at små træer kun får en uforholdsmæssig ringe indflydelse på bestemmelsen af regressionskoefficienterne, dels at man ikke får noget enkelt udtryk for variansen i materialet, samt at en række statistiske signifikanstests ikke kan benyttes efter deres hensigt.

For pionererne *Schumacher & Hall* (1933) og *Näslund* (1934) blev problemet løst ved som afhængig variabel at benytte henholdsvis log(v) og $f = v/((\pi/4)d^2h)$, der begge har en nogenlunde konstant varians med varierende v, og en lang række forfattere har siden anvendt de samme variable i regressionsberegningerne. Den nogenlunde konstante varians fremgår f.eks. af *Fog & Jensen* (1953), som efter en prøvefladevis opsplitning af materialet ikke kunne påvise nogen sikker forskel i spredningen på log(v) inden for tre materialegrupper repræsenterende henholdsvis distriktsopmålinger på Bregentved og Sorø skovdistrikter samt opmålinger foretaget af Forsøgsvæsenet i forskellige østdanske bevoksninger, men derimod nok forskelle imellem materialegrupperne indbyrdes, samt af *Näslund* (1934), som dog for grupper af små træer finder en noget større varians på f end for det øvrige materiale.

Modsætningsvis har mange andre forfattere, som især har været inspireret af *Stoate* (1945) og *Spurr* (1952), valgt at udjævne direkte over v. I de fleste tilfælde ser man herved ganske bort fra problemet med den ikke - konstante varians. I den nyere litteratur kan der imidlertid spores en stadig stigende tendens til at se problemet i øjnene og søge det løst. Især inspireret af *Cunia* (1964) prøver man to forskellige fremgangsmåder. For det første er der forsøgt med en klassevis (f.eks. d^2h-klasser) opdeling af materialet, beregning af klassevise varianser på vedmassen og derefter vægtet regression af hele materialet efter mindste kvadraters metode, idet der vægtes med variansernes reciprokke værdier. Metoden kan udbygges iterativt og er meget fleksibel, men den er besværlig og har kun været anvendt af få forfattere, således af *Gerrard* (1966), *Braastad* (1966) og (vist nok) *Yang & Lai* (1970). Braastad forkaster dog metoden til fordel for en simpel regression direkte over v med den begrundelse, at der herved opnås en bedre tilpasning til grundmaterialets største træer. Den anden af Cunia anførte fremgangsmåde består i at multiplicere dels den afhængige variabel v, dels de uafhængige variable med en og samme funktion af kendte variable. Cunia multiplicerer i nogle tilfælde med funktionen $1/(d^2h)$ og får derved $v/(d^2h)$ som afhængig variabel, hvilket meget nær svarer til formtallet f. Beregningerne gennemføres dernæst som simpel lineær regression efter mindste kvadraters metode. Samme multiplikator er f.eks. anvendt af *Gregory & Haack* (1964), *Farr & LaBau* (1971) og *Dippold & Farr* (1971), mens *Sandrasegaran* (1972), *Chaturvedi & Bhattacharya* (1971) og *Greaves* (1978) har foretrukket at multiplicere med funktionen $1/d^2$ og *Ciancio* (1970, 1972 og 1974) har benyttet sig af 1/d. I samme forbindelse kan nævnes *Honer* (1965), der som en væsentlig begrundelse for at vælge den transformerede vedmasseligning $d^2/v = b_0 + b_1/h$ fremhæver, at der herved fås residualer, som er uafhængige af træernes størrelse.

Endelig kan omtales spørgsmålet om den afhængige variabels fordeling. *Cunia* (1964) hævder, at vedmassen for et træ med given brysthøjdediameter ikke er normal fordelt, men derimod i høj grad skæv (skewed), og videre fremhæver han, at spørgsmålet ganske vist ikke har stor betydning for bestemmelsen af regressionskoefficienterne, men derimod påvirkes sand-

synlighedsniveauet ved signifikanstests m.v. Der synes kun at være foretaget få undersøgelser af problemet. *Gerrard* (1966) har herunder fundet, at fordelingen af v inden for d/h-klasser ikke var normal, afvigelsen skønnedes dog ikke stor nok til alvorligt at påvirke de udførte tests, mens *Meyer* (1938) modsætningsvis ikke kunne påvise nogen signifikant afvigelse fra normalfordelingen med en logaritmisk standardfunktion.

Med hensyn til selve valget mellem forskellige funktionstyper har der været benyttet forskellige fremgangsmåder, hvoraf traditionelle statistiske metoder med valg efter restspredning, variationskoefficient og korrelationskoefficient hyppigt har været anvendt. Blandt andre metoder - specielt anvendelige til sammenligning af modeller med forskellige afhængige variable - kan fremhæves et indeks udviklet af *Furnival* (1961), som er baseret på maximum likelihood princippet. Fremhæves må også den af *Andersen et al.* (1982) beskrevne krydsvalidering, hvorved funktionernes evne til at forudsige nye observationer, som ikke er inde i grundmaterialet, vurderes. Med denne metode opnås en vis sikkerhed for, at den foretagne udjævning ikke er fuldstændig domineret af tilfældige ekstreme observationer i materialet. I samme forbindelse kan nævnes Gerrard's (op.cit.) påpegning af farerne ved at føje led med høje eksponenter til modellerne. Endelig kan i forbindelse med modelvalget nævnes *Freese* (1960), som ved hjælp af et χ^2-test med en hypotetisk varians afgør, om et estimat kan accepteres som skøn for en given standard med en ønsket nøjagtighed, f.eks. estimerede trævolumener i forhold til målte volumener inden for et givet d/h-område.

3.2.8. *Konklusion*

Litteraturgennemgangen, som hovedsagelig har været koncentreret om en beskrivelse af diverse funktionstyper, har afsløret et meget stort antal forskellige modeller, men ved den foretagne inddeling af disse i hovedtyper reduceres antallet i betydelig grad, og emnet synes overskueligt.

Der har i de senere år været en stigende tendens til anvendelse af aritmetiske modeller, som i de bedste arbejder har givet tilfredsstillende overensstemmelser med grundmaterialet for både totalmasse og salgbar masse over givne aflægningsgrænser. Logaritmiske modeller har iblandt givet tilsvarende gode resultater for totalmasse, mens der endnu ikke er fundet helt tilfredsstillende salgbar masse modeller. Som oftest er der gjort intet eller påfaldende lidt for logisk at begrunde de anvendte modeller, hvilket især må lede til betænkeligheder ved ekstrapoleringer eller anvendelse på andre grundmaterialer, men manglerne kan også medføre skævheder i forhold til funktionernes eget grundmateriale som påvist af *Evert* (1969). Ud over at kræve så vidt muligt logisk opbyggede modeller vil der som indstyring ved modelvalget med fordel kunne foretages en afprøvning af funktionernes evne til at forudsige nye observationer gennem krydsvalidering.

I forhold til standardmodellerne er der opnået de største nøjagtighedsforøgelser ved at inddrage en øvre stammediameter i modellerne. Bestandsfaktorer har ofte ikke givet nogen stor reduktion af den gennemsnitlige restspredning, men de giver visse muligheder for en samtidig beskrivelse af henholdsvis den langtidige bevoksningsudvikling og den øjeblikkelige vedmassevariation med d og h i en og samme vedmassefunktion, og specielt synes bestandsdiameteren her at være egnet.

Der er hidtil i langt de fleste tilfælde anvendt samlet (pooled) regression, men der er dog også fundet eksempler på områdevise eller bestands- og aldersvis opdelte regressioner, som ofte vil

være i bedre overensstemmelse med materialets struktur. Af hensyn til tolkningen af resultaterne og til gyldigheden af signifikanstests bør der stræbes efter variable (evt. gennem vægtning), som giver samme restspredning over træernes størrelsesklasser.

3.3. *Elementer i nye vedmassefunktioner*

Med henblik på at opnå en nærmere begrundelse for forskellige typer vedmassefunktioner, end det hidtil har været almindeligt i litteraturen, er der som udgangspunkt for nye vedmassefunktioner anvendt den klassiske stammesidelinje

$$y^2 = px^r,$$

hvor x er afstanden fra stammens top, y er stammens radius i afstanden x, mens p og r er arbitrære konstanter. Betragtet som omdrejningslegeme fås for r = 0, 1, 2 og 3 henholdvis en cylinder, paraboloide, kegle og neiloide.

Naturligvis vil stammerne ikke i alle detaljer følge den nævnte sidelinje, men den er enkel og fleksibel og skønnes at være god nok til en værdifuld indstyring af modellerne. Dette skøn støttes af, at der ofte er opnået gode resultater med selv meget enkle vedmassefunktioner.

3.3.1. *Total stammemasse*

3.3.1.1. Standardmodeller

Efter omskrivning til logaritmisk form kan udledes følgende udtryk for den totale stammemasse af ovennævnte stammesideligning:

$$\log(v) = \log(\pi/4) - \log(r+1) + 2\log(d) + \log(h) + r\log(h/(h-1.3)).$$

Det synes på denne baggrund rimeligt at anvende leddene log(d) og log(h) direkte som variable i nye logaritmiske vedmassefunktioner. I det udledte udtryk for log(v) mangler der praktiske holdepunkter for leddet log(r + 1), men det er næppe urimeligt at antage, at det på en eller anden måde varierer med træets størrelse (d og h), og hvis f.eks. log(r + 1) varierer lineært med log(d) eller log(h), vil leddet helt kunne elimineres. At en sådan antagelse ikke er helt urimelig synes at fremgå af *Kunze* (1881, s. 15 ff.), som oplyser sammenhørende h- og r-værdier for skovfyr. Bortset fra 25 træer med træhøjden 3 m viser målingerne af i alt 4638 stammer med højden fra 4 til 34 m, at der på det nærmeste findes en lineær sammenhæng mellem log(h) og log(r + 1). Hvor vidt de laveste træer på 3 m afviger af tilfældige eller andre årsager kan imidlertid ikke afgøres ud af materialet. Som gennemsnit for højdeklasserner 3, 4, 5,..., 34 m beregnes r til at variere imellem værdierne 0.799 og 1.499 med 1.222 som gennemsnit for hele materialet. Tilsvarende betragtninger kan gøres gældende med hensyn til leddet r log(h/(h-1.3)). Her synes det samme skovfyrmateriale, idet der fortsat ses bort fra træer med højden 3 m, at vise en omtrent lineær sammenhæng med log (h/(h-1.3)), d.v.s. r log(h/(h-1.3)) = $b_0' + b_1' \log(h/(h-1.3))$, hvorfor r også her vil kunne elimineres af ligningen. Antages det således, at vedmassens variation på grund af r med god tilnærmelse kan beskrives med målefaktorerne d og h, fremkommer herefter følgende tilnærmede funktionstype:

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(h/(h\text{-}1.3)),$$

som også præcis - men med andre begrundelser - er den af *Olsen* (1976) anvendte inden for de enkelte grupper (bevoksninger og år).

3.3.1.2. Modeller med øvre diameter

Under fortsat anvendelse af den ovennævnte stammesideligning kan udledes følgende udtryk for total stammemasse indeholdende den øvre stammediameter d_6:

$$\log(v) = \log(\pi/4) - \log(r+1) + \log(d) + \log(d_6) + \log(h) + r\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2}),$$

eller på tilnærmet form:

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_6) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2}),$$

og tilsvarende findes med d_3 som øvre stammediameter:

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_3) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3))^{1/2}).$$

Man bemærker her atter, at log(d), $\log(d_6)$ eller $\log(d_3)$ samt log(h) uanset formeksponenten r direkte kan anvendes som led i nye logaritmiske vedmassefunktioner, mens $\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2})$ eller $\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3))^{1/2})$ kun med tilnærmelse kan benyttes som variable, ligesom leddet log(r + 1) kun under visse forudsætninger lader sig eliminere.

3.3.2. *Salgbar stammemasse*

Udledningen af modellerne for salgbar stammemasse forudsætter egentlig, at stødmassen medregnes. Fraregnes stødmassen alligevel, vil der blive indført visse skævheder, fordi der regnes med h som højde, hvor der rettelig burde regnes med $h\text{-}h_{stød}$. De deraf følgende fejl er imidlertid skønnet at være mindre betydningsfulde, og af nemhedsgrunde er derfor overalt i det følgende anvendt h som højde også i disse modeller.

Som grundlag for salgbar massefunktioner gås der ud fra reduktionsligningen

$$v_s = v(1\text{-}(v\text{-}v_s)/v),$$

eller på logaritmisk form

$$\log(v_s) = \log(v) + \log(1\text{-}(v\text{-}v_s)/v).$$

3.3.2.1. Standardmodel

Ved anvendelse af stammesideligningen $y^2 = px^r$ kan herefter udledes:

$$\log(v_s) = \log(v) + \log(1\text{-}(a/d)^{2+2/r}((h\text{-}1.3)/h)^{r+1}).$$

Reduktionsleddet $\log(1-(v-v_s)/v)$ er altså direkte afhængigt af formeksponenten r og antager for $r=1$ og $r=2$ følgende form:

$r=1$: $\log(1-(a/d)^4((h-1.3)/h)^2)$ og

$r=2$: $\log(1-(a/d)^3((h-1.3)/h)^3)$,

eller eventuelt efter omskrivning til en toleddet størrelse:

$r=1$: $\log(1-(a/d)^2(h-1.3)/h)+\log(1+(a/d)^2(h-1.3)/h)$ og

$r=2$: $\log(1-((a/d)(h-1.3)/h)^{3/2})+\log(1+((a/d)(h-1.3)/h)^{3/2})$.

Ved at kombinere forskellige reduktionsled med forskellige koefficienter synes der mulighed for at udtrykke effekten af en passende gennemsnitlig formeksponent og måske også i nogen udstrækning formeksponentens variation med varierende træstørrelse. Idet log(v) udtrykkes på samme måde som i totalmassemodellerne, fås derved som et af flere mulige, tilnærmede udtryk for salgbar masse:

$$\log(v_s)=b_0+b_1\log(d)+b_2\log(h)+b_3\log(h/(h-1.3))$$
$$+b_4\log(1-(a/d)^4((h-1.3)/h)^2)+b_5\log(1-(a/d)^3((h-1.3)/h)^3).$$

3.3.2.2. Modeller med øvre diameter

Under fortsat anvendelse af stammesideligningen $y^2=px^r$ kan de étledede reduktionsled i afsnit 3.3.2.1 omregnes til følgende udtryk, idet d_6 benyttes som øvre diameter:

$r=1$: $\log(1-(a^4/(d^2d_6^2))(h-1.3)(h-6)/h^2)$ og

$r=2$: $\log(1-((a^2/(d\,d_6))(h-1.3)(h-6)/h^2)^{3/2})$.

Derved findes som et af flere mulige, tilnærmede udtryk for salgbar vedmasse:

$$\log(v_s)=b_0+b_1\log(d)+b_2\log(d_6)+b_3\log(h)+b_4\log(h/((h-1.3)(h-6))^{1/2})$$
$$+b_5\log(1-(a^4/(d^2d_6^2))(h-1.3)(h-6)/h^2)+b_6\log(1-((a^2/(d\,d_6))(h-1.3)(h-6)/h^2)^{3/2}),$$

og tilsvarende udtryk kan udledes med d_3 som øvre diameter.

3.3.3. *Grenevariable*

De udledte modeller i afsnittene 3.3.1 og 3.3.2 svarer til stammemasser, og de kan som sådanne uden videre benyttes på det foreliggende nåletræmateriale. I løvtræmaterialet indgår imidlertid desuden grenemasse, hvorfor modellerne her kan synes utilstrækkelige.

De eneste foreliggende parametre, som har noget direkte med grenemassen at gøre, og som kan måles let fra jorden, er træhøjden h i forbindelse med bulhøjden h_{bul}, hvoraf kronelængden $h-h_{bul}$ eller kroneforholdet $(h-h_{bul})/h$ beregnes. Indledende undersøgelser har imidlertid vist, at der kun er små muligheder for at forbedre funktionernes nøjagtighed ad denne vej. Afprøvning af diverse funktioner indeholdende parametrene d, h, d_6, h_{bul}, h_{tvege}, D_g, H_g og T i forhold til funktioner med de samme parametre, men uden h_{bul} og h_{tvege} har for totalmasse i eg afsløret en maksimal reduktion i formtallets spredning i relative mål fra 1.00 til 0.98, hvor h_{bul} endda kun tegner sig for en del af reduktionen. Til sammenligning kan tjene, at funktioner indeholdende parametrene d, h, d_6, D_g, H_g og T i forhold til funktioner med de samme parametre, men her uden d_6, gav en langt større reduktion, nemlig til 0.74 i relativt mål. For bøg og ask var de tilsvarende reduktioner lidt kraftigere, nemlig fra 1.00 til 0.95, men også her tegner parameteren h_{bul} sig kun for en del af forbedringen. De indledende undersøgelser har således vist, at er d_6-parameteren først indført, så er forbedringsmulighederne med h_{bul} stærkt begrænsede. Noget af forklaringen på dette pauvre resultat skal formentlig søges deri, at bulhøjden og dermed kroneforholdet er en dårligt defineret målestørrelse, hvilket også tidligere er konkluderet af *Bornebusch & Henriksen* (1946, s. 74 f.).

Såfremt man forlader det princip, at funktionerne kun må indeholde måleparametre, som let kan måles fra jorden, tegner der sig imidlertid flere muligheder. En logisk begrundet udvidelse af de ovenfor udledte modeller for stammemasse vil kunne finde sted ved hjælp af grenemassekvotienten e eller e_s, idet $v_b = v(1+e)$ og $v_{sb} = v_s(1+e_s)$. Indgående undersøgelser i bøgematerialet har nu vist, at grenemassekvotienten for det enkelte træ med de foreliggende måleparametre bedst kan udtrykkes som funktion af træets største grenediameter, kronelængden og træets højde. Da den største grenediameter kun foreligger oplyst for træer, som er højere end cirka 10-12 m, idet grenene på mindre træer udelukkende er målte ved vejning, og da der er et betydeligt ekstra besvær forbundet med at bestemme den største grenediameter på stående træer, kan denne måleparameter meget passende kombineres med d_6-parameteren i en og samme model, idet d_6-parameteren også kun bruges ved træhøjder over 12 m og ligeledes forudsætter en særlig intensiv måleindsats. Afprøvet på bøgematerialet har sådanne modeller ført til en vis reduktion i restspredning, men alligevel ikke så meget, at vedmassen i forskellige hugstbehandlinger inden for samme forsøg har kunnet bestemmes væsentlig bedre. Dette forhold, sammenholdt med det stærkt forøgede målebesvær, som er knyttet til sådanne modeller, har ledt til den beslutning alligevel ikke at benytte dem.

Det er herefter besluttet at se væk fra grenevariable som parametre i vedmassefunktionerne og i stedet at søge den samlede træmasse i løvtræ udtrykt alene ved de samme variable, som er udledt med henblik på stammemassefunktionerne. At en sådan fremgangsmåde vil give rimeligt gode resultater for totalmasser er der ingen tvivl om efter bl.a. *Fog & Jensen's* (1953) og *Henriksen's* (1953) undersøgelser. For salgbare vedmasser synes mulighederne også ganske gode, idet funktionernes reduktionsled først og fremmest er virkende for små træer, hvor salgbar

træmasse er identisk med salgbar stammemasse. De manglende direkte parametre for grenemasse vil dog utvivlsomt medføre en større restspredning i løvtræ end i nåletræ.

3.3.4. *Bestandsvariable*

Der er i de foregående afsnit 3.3.1 og 3.3.2 ikke gjort forsøg på en selvstændig omskrivning af leddet log(r + 1). Formeksponenten r varierer utvivlsomt bl.a. med træets størrelse, og variationen kan derfor – i hvert fald delvis – beskrives nærmere med enkelttrævise faktorer så som d og h. Vurderet efter nogle standardfunktioner fra litteraturen kan koefficienterne tolkes således, at denne beskrivelse først og fremmest varetages af log(h), og plots af log(v) over log(d) og log(h) inden for samme bevoksning og måleår tyder på (se *Fog & Jensen,* 1953 s. 99 ff. og *Olsen,* 1976, s. 371 f.), at yderligere led her ikke er nødvendige.

Imidlertid synes der i litteraturen at være belæg for at antage også bestandsvise faktorer som formbestemmende. Disse faktorer kan bl.a. tænkes at være korrelerede med log(r + 1), og de kan som sådanne være med til at beskrive en langtidig, bevoksningsvis udvikling for denne variabel. Blandt forskellige, mulige bestandsfaktorer kan her især fremhæves alder (forudsat ensaldrede bevoksninger), bestandsdiameter og bestandshøjde, som undertiden i andre undersøgelser har været benyttet med positivt resultat. Der henvises herom til litteraturen omkring vedmassefunktioner med bestandsparametre (afsnittene 3.2.5 og 3.2.6), men en del andre litterære kilder kan også fremhæves.

Således har alderen som formbestemmende parameter i kombination med træets højde og/eller diameter været debatteret i ældre tysk litteratur, og *Müller* (1915, s. 223) har givet en oversigt herover. Der er ikke sjældent fundet en alderseffekt, om end aldersforskellen skal være stor, før effekten bliver betydelig. Ifølge *Grundner & Schwappach* (1952) er der konstateret en overvejende positiv alderseffekt for Derbholz af bøg, rødgran, skovfyr og ædelgran, men for østrigsk fyr er effekten negativ. For Baumholz har kun rødgran og skovfyr fået aldersopdelte tabeller, hvor effekten overvejende er henholdsvis negativ og positiv. Af måske større interesse for danske forhold er *Jonson's* (1927) analyse af Prytz og Oppermann's rødgranmateriale fra 1887-1888. Ved at inddele materialet i to grupper, svarende til under og over 40 år, konkluderes (op. cit., s. 534), at den yngre gruppes stammeformtal inden for samme diameter- og højdeklasse gennemgående ligger 4-5 procent under den ældre gruppes. *Olsen* (1976) har ligeledes analyseret materialet fra 1887-1888, og han finder derved en ikke særlig god overensstemmelse med sin vedmassefunktion for rødgran indeholdende alderen som bestandsvariabel (se afsnit 3.2.5). Derved sås på ny tvivl om alderens generelle brugbarhed som en præcis formbestemmende parameter. Imidlertid udviser den nævnte funktion, som er baseret på et helt andet grundmateriale, samme tendens til stigende formtal og vedmasse med stigende alder for samme d/h-værdier, som blev fundet af Jonson, og som også overvejende fremgår af det nævnte tyske materiale.

Med hensyn til bestandsdiameterens og bestandshøjdens indflydelse på træernes formtal og vedmasse må der supplerende især henvises til *Henriksen* (1953), som indgående har behandlet spørgsmålet i forbindelse med bøgens totale træmasse. Det fundamentale instrument i undersøgelsen er den af *Fog & Jensen* (1953) udarbejdede generelle masseflade for bøg, som afspejler den indre bevoksningsvise variation af de enkelte træers vedmasse med d og h. Henriksen (op. cit.) påviser herefter en systematisk ydre variation imellem bevoksninger på forskellige

udviklingstrin. Dels påvises en meget tydelig niveauforskydning med den langtidige bestandsudvikling, dels påvises svagere niveauændringer med varierende hugststyrke, og der opstilles en tabel for en bevoksnings sandsynlige niveauafvigelse med indgang for bestandsdiameter og bestandshøjde.

Blandt andre tænkelige bestandsfaktorer er grundfladen og stamtallet antagelig mindre egnede, fordi de undertiden underkastes store momentane ændringer, uden at der tilnærmelsesvis sker tilsvarende ændringer i bevoksningens vedmasse- eller formtalsniveau. Forholdet ses tydeligt i forbindelse med rækkehugster og ved lysningshugster.

I nærværende arbejde fastholdes derfor de tidligere afprøvede bestandsfaktorer D, H og T. Ud over at give mulighed for en beskrivelse af den langtidige bevoksningsvise udvikling kan valget af D og H også begrundes med, at de sammen med det enkelte træs d- og h-værdi giver udtryk for træets sociale stilling. Da denne oftest ikke ændrer sig over selv længere tidsrum, gives der videre udtryk for de naboforhold, hvorunder træet er vokset frem, hvilket kan antages at have en formbestemmende indflydelse. Parallelt hermed vil T sammen med d og h udtrykke det åremål, hvorefter en bestemt træstørrelse er opnået, hvilket i sig selv kan tænkes at have indflydelse på formen. Forklaringen kan dog også tænkes at være mere indirekte, idet de nævnte bestandsfaktorer er indbyrdes korrelerede i det langtidige udviklingsforløb. Som variable i de logaritmiske funktioner er afprøvet $\log(D_g)$, $\log^2(D_g)$, $\log(H_g)$, $\log^2(H_g)$, $\log(T)$, $\log^2(T)$, D_g og D_g^2, hvor D_g og H_g svarer til bestand før tynding. Det må imidlertid understreges, at valget af netop disse variable ikke har kunnet ske på grundlag af nogen præcis, deduktiv teori.

3.3.5. *Variabeloversigt*

Med baggrund i foregående afsnit, og idet ln udtrykker naturlige logaritmer med grundtallet e, er det besluttet at afprøve følgende variable i vedmassefunktionerne, hvor y betegner afhængige og x uafhængige variable (se i øvrigt afsnit 7.2 for en nærmere symbolforklaring):

$y_1 = \ln(v)$ eller $y_1 = \ln(v_b)$
$y_2 = \ln(v_5)$ eller $y_2 = \ln(v_{5b})$
$y_3 = \ln(v_7)$ eller $y_3 = \ln(v_{7b})$
$y_4 = \ln(v_{10})$ eller $y_4 = \ln(v_{10b})$

$x_1 = \ln(d)$
$x_2 = \ln(h)$
$x_3 = \ln(D_g)$
$x_4 = \ln(h/(h-1.3))$
$x_5 = \ln^2(D_g)$
$x_6 = \ln(H_g)$
$x_7 = \ln^2(H_g)$
$x_8 = \ln(T)$
$x_9 = \ln^2(T)$

$x_{10} = \ln(d_3)$
$x_{11} = \ln(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3.0))^{½})$
$x_{12} = \ln(d_6)$
$x_{13} = \ln(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6.0))^{½})$
$x_{14} = \ln(1\text{-}(a/d)^2(h\text{-}1.3)/h)$
$x_{15} = \ln(1 + (a/d)^2(h\text{-}1.3)/h)$
$x_{16} = \ln(1\text{-}((a/d)(h\text{-}1.3)/h)^{3/2})$
$x_{17} = \ln(1 + ((a/d)(h\text{-}1.3)/h)^{3/2})$
$x_{18} = \ln(1\text{-}(a/d)^4((h\text{-}1.3)/h)^2)$
$x_{19} = \ln(1\text{-}(a/d)^3((h\text{-}1.3)/h)^3)$
$x_{20} = \ln(1\text{-}(a^4/(d^2d_3^2))(h\text{-}1.3)(h\text{-}3.0)/h^2)$
$x_{21} = \ln(1\text{-}((a^2/(d\ d_3))(h\text{-}1.3)(h\text{-}3.0)/h^2)^{3/2})$
$x_{22} = \ln(1\text{-}(a^4/(d^2d_6^2))(h\text{-}1.3)(h\text{-}6.0)/h^2)$
$x_{23} = \ln(1\text{-}((a^2/(d\ d_6))(h\text{-}1.3)(h\text{-}6.0)/h^2)^{3/2})$
$x_{24} = D_g$
$x_{25} = D_g^2$

Med hensyn til måleenheder er det besluttet at lade alle parametrene d, d_3, d_6, D_g, a, h og H_g indgå i de ovennævnte variable i enheden meter, mens T indgår i enheden år (fra frø) og v, v_b, v_5, v_{5b}, v_7, v_{7b}, v_{10} og v_{10b} i enheden m^3. D_g og H_g repræsenterer tilstanden i bestand før tynding. Med hensyn til definitionsområder sættes der følgende fire begrænsninger:

1. Generelt kræves naturligvis positive måleparametre, men for højderne kræves yderligere $h > 1.3$ og $H_g > 1.3$.
2. De variable y_2, y_3, y_4 og x_{14}, x_{15}, ..., x_{23} beregnes og anvendes kun for $d > a$, d.v.s. at salgbar masse funktioner beregnes alene på grundlag af iagttagelser, hvor brysthøjdediameteren er større end aflægningsgrænsen. Til de afhængige variable y_2, y_3, y_4 benyttes de respektive a-værdier 0.05, 0.07 og 0.10 i de uafhængige variable x_{14}, x_{15}, ..., x_{23}.
3. De variable x_{10}, x_{11}, x_{20} og x_{21} beregnes og anvendes kun for $6.0 \leqq h < 15.0$, d.v.s. at funktioner indeholdende måleparameteren d_3 kun har gyldighed i træhøjdeområdet 6-15 m (jvf. afsnit 3.3.9).
4. De variable x_{12}, x_{13}, x_{22} og x_{23} beregnes og anvendes kun for $h \geqq 12.0$, d.v.s. at funktioner indeholdende måleparameteren d_6 kun har gyldighed i træhøjdeområdet over 12 m (jvf. afsnit 3.3.9).

Ud over de nævnte, kontinuerte variable vil der i de følgende analyser i større eller mindre omfang blive benyttet en række klassevariable, der her defineres sådan:

Forsøg: Mængden af prøveflader i en forud planlagt, sammenlignende undersøgelse af forskellige behandlinger på samme lokalitet og i samme tidsrum. Med hensyn til singulære produktionsprøveflader sættes forsøg lig med prøveflade.

Prøveflade: Her lig med fast prøveflade. En afgrænset bevoksningsdel, som repræsenterer en særskilt forstlig behandling, og som er indrettet til gentagne målinger over tiden. Er ofte omgivet af isolationsbælter og derfor uden egentlige randtræer.

Måling: Her lig mængden af de enkelttrævise opmålinger på en prøveflade - herunder eventuelt opmåling af udvalgte prøvetræer - udført på et bestemt trin (alder) af bevoksningens udvikling.

Bonitet: Almindelig bevoksningsvis højdebonitet opgjort i hele bonitetsklasser og beregnet i forbindelse med de enkelte målinger på hver prøveflade. Bøg og eg ifølge *Møller* (1933), ask ifølge *Møller & Nielsen* (1959), sitkagran og ædelgran efter *Henriksen* (1958 og 1957) og douglasgran ifølge *Karlberg* (1961).

Udvalgstype: Typemæssig beskrivelse af mængden af udvalgte prøvetræer, som benyttes til sektionsvis opmåling og beregning, efter følgende inddeling:

1. Alle træer i afdrift
2. Udvalgte træer fra afdrift
3. Udvalgte træer fra bestand
4. Udvalgte træer fra tynding med diametre nærmest svarende til bestandsdiameteren
5. Udvalgte træer fra tynding opdelt i dimensionsgrupper
6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
7. Udvalgte træer fra tynding med diametre nærmest svarende til tyndingsdiameteren
8. Andet

Tvegeklasse: Hvert prøvetræ er henført til en af følgende klasser:

Dyb tvege: $h_{tvege}/h < 1/3$
Middel tvege: $1/3 \leqq h_{tvege}/h < 2/3$
Top tvege: $2/3 \leqq h_{tvege}/h < 1$
Ikke tvege: $1 = h_{tvege}/h$

3.3.6. *Krydsvalidering*

Da der på forhånd kan være megen tvivl om hvilke af de bestandsvariable, (x_3, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{24}, x_{25}), variable til salgbar masse reduktion (x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{19}, x_{21}, x_{23}) og variable til målehøjde korrektion (x_4, x_{11}, x_{13}) i afsnit 3.3.5, som vil være mest egnede til supplering af de nedenstående obligatoriske variable, er der indledningsvis undersøgt en lang række modeller med stepwise proceduren Maximum R^2 improvement (*SAS*, 1979) samt krydsvalidering (*Andersen et al.*, 1982). Udgangspunktet har været følgende obligatoriske, uafhængige variable i

standardmodeller: x_1, x_2, (x_{18}),
modeller med d_3: x_1, x_2, x_{10}, (x_{20}),
modeller med d_6: x_1, x_2, x_{12}, (x_{22}),

hvor de variable i parentes kun benyttes i salgbar masse modeller. Variabellisten er herefter udvidet med andre, passende x_i-variable fra afsnit 3.3.5 ifølge Maximum R^2 improvement proceduren, som tilføjer og udskifter variable successivt, indtil der er fundet den 3-variabel model, 4-variabel model, o.s.v., som giver maksimal stigning i R^2-værdi. Analysen er fortsat indtil modeller med i alt 7-8 x_i-variable, og den vil afsløre hvilke af de bestandsvariable, variable til salgbar masse reduktion og variable til målehøjdekorrektion, der forbedrer udgangsmodellerne mest.

Den således udvalgte 3-variabel model, 4-variabel model, o.s.v., er herefter analyseret med krydsvalidering for hver træart, modeltype (standard, med d_3 med d_6) og aflægningsgrænse (totalmasse, salgbar masse >5, >7, >10 cm), idet analysen er gennemført på grundlag af en gruppevis opsplitning af grundmaterialet efter klassen forsøg. Blandt de afprøvede modeller har analyserne for hver træart, modeltype og aflægningsgrænse givet den model til resultat, der bedst er i stand til at forudsige logaritmiske vedmasser (y-værdier) i forsøg, som ikke er inde i grundmaterialet.

Stepwise proceduren og krydsvalideringen har imidlertid resulteret i en mængde af vedmassemodeller, som indbyrdes er temmelig afvigende med hensyn til variabelsammensætning. Der efterlades det indtryk, at tilfældige variationer i grundmaterialets sammensætning spiller en ikke ringe rolle for, hvilke af de variable der inddrages i modellerne, ligesom det undertiden måske heller ikke har nogen stor betydning for nøjagtigheden, om det er den ene eller den anden supplerende bestandsvariabel og reduktionsvariabel, der inddrages. Dog står det fast, at bestandsvariable under en eller anden form så godt som altid forbedrer standard- og d_6-modellernes restvarians og krydsvalideringsværdi, og som hovedregel er det bestandsdiameteren, der inddrages først og med størst effekt. Især i løvtræarterne kan der spores tendenser til, at andre bestandsparametre har en supplerende betydning, men det er langt fra altid tilfældet, og tendenserne er delvis indbyrdes modstridende, hvilket måske hænger sammen med mangelen på langtidigt iagttagne hugstforsøg i grundmaterialerne. Med hensyn til supplerende reduktionsvariable står det fast, at behovet er større i løvtræ- end i nåletræmodellerne.

Modellerne, som er udviklet med den beskrevne procedure, er derfor ikke benyttede som det endelige resultat af undersøgelsen. Der kan især fremhæves tre årsager hertil. For det første bevirker de meget forskellige variabelsammensætninger, at der i givet fald ofte skulle veksles imellem forskellige måleparametre, d.v.s. ikke mindst benyttes forskellige kombinationer af bestandsparametre (D_g, H_g, T) til de forskellige modeller, ikke sjældent selv inden for samme træart, hvilket ikke ville kunne undgå at forvirre brugerne og dermed hæmme anvendelsen af funktionerne. For det andet kan det ikke undgås, at der med proceduren og det stærkt ubalancerede materiale undertiden sker tilpasninger til tilfældige prøvefladevise afvigelser i dele af diameterspektret, hvorved funktionerne altså ikke kommer til at beskrive et langtidigt udviklingsforløb, men derimod en undertiden skæv, statisk tilstand. For det tredje bevirker proceduren, at der opstår vanskeligheder med at tolke de gruppevise variationer i materialet, idet disse variationer ikke indgår eksplicit i modellerne. Derimod er modellerne benyttede til indstyring af variabelsammensætningen i de generelle grundmodeller, som er nærmere omtalt i afsnit 3.3.9.

3.3.7. *Vægtning*

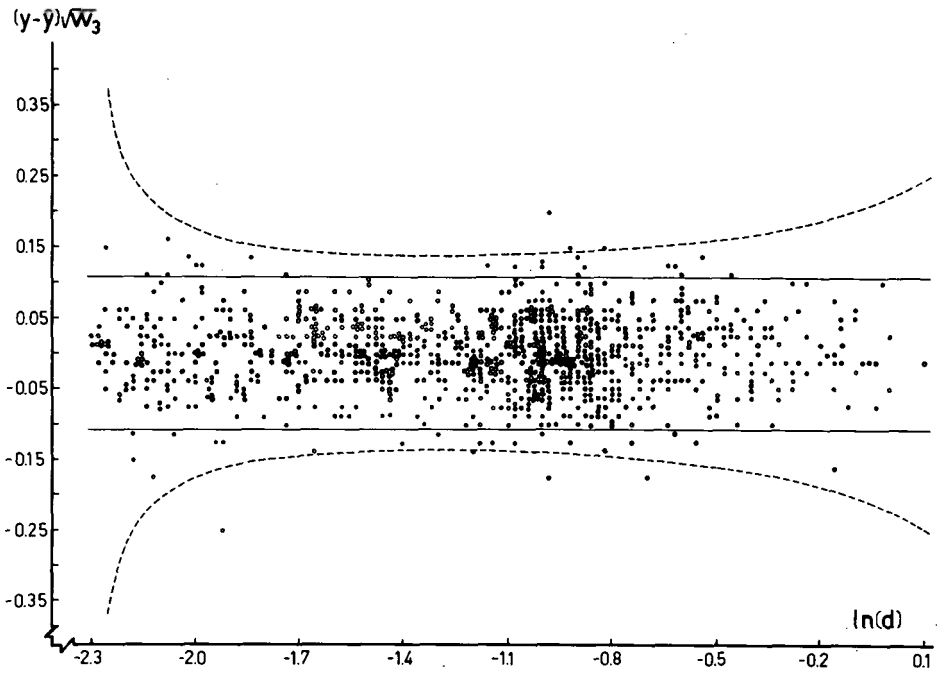
I forbindelse med beregningerne, som er omtalt i afsnit 3.3.6, er det blevet klart, at de afhængige variable ln(v), $\ln(v_s)$, $\ln(v_b)$ og $\ln(v_{sb})$ ofte har heterogene varianser, som varierer med træernes størrelse. Tendensen går ofte i retning af relativt store varianser for store træer og for salgbar vedmasse desuden næsten altid temmelig store varianser for træer med brysthøjdediameter (d) nær ved aflægningsgrænsen (a), mens træer af mellemdimensioner ikke sjældent i salgbar masse modeller har en mindre restvarians. Forholdet er undersøgt for hver vedmassemodel dels ved grafisk oplægning af residualerne over brysthøjdediameteren dels ved en beregning af restvariansen i mindre diametergrupper.

Med hensyn til de nævnte generelle tendenser synes det meget naturligt, at mindre træer med d nær a har stor restvarians, fordi selv en lille forskel i afsmalningsforløbet her vil bevirke en procentvis stor forskel i salgbar vedmasse. De øvrige generelle tendenser er det derimod vanskeligere at give præcise forklaringer på. Dog spiller formentlig forskellene i hyppigheden af dybe tveger i de forskellige dele af dimensionsspektret og forskellene i hugststyrke på de forskellige prøveflader undertiden en vis rolle, men med det stærkt ubalancerede materiale og de varierende udvalgsprincipper er der utvivlsomt også et betydeligt råderum for helt tilfældige variationer. På rent empirisk grundlag er der til standard- og d_6-modellerne udviklet følgende vægtfunktioner w:

$$w_1 = 1,$$
$$w_2 = (1-a^2/d^2)(1-d/2),$$
$$w_3 = (1-a^2/d^2)(1-d/2)^2 \text{ og}$$
$$w_4 = (1-a^2/d^2),$$

hvor a er diameteraflægningsgrænsen, og d er brysthøjdediameteren, begge regnet i enheden m. Faktoren $(1-a^2/d^2)$ har først og fremmest betydning for mindre træer og større aflægningsgrænser, idet den går mod værdien 1 for a gående mod 0 og d gående mod uendelig, men mod værdien 0 for d gående mod a (d > a). Faktoren (1-d/2) har derimod mest betydning for store træer, idet dens værdi går mod 1 for d gående mod 0, men mod ½ for d gående mod 1 (m), hvilket er nær den maksimale diameter i grundmaterialet. Til salgbar masse funktionerne er der hyppigst vægtet med w_2 eller w_3, sjældnere med w_4, mens der til totalmasse funktionerne oftest er benyttet w_1, sjældnere $w_2 = 1-d/2$ eller $w_3 = (1-d/2)^2$, idet a her er lig nul. Til d_3-modellerne er der på grund af det langt mindre grundmateriale ikke foretaget selvstændige vurderinger, men i stedet konsekvent benyttet samme vægtfunktioner som til standardmodellerne for pågældende træart og aflægningsgrænse.

Vægtfunktionerne w indgår i det følgende som en del af mindste kvadraters metode gennem summationen $\sum_j (w_j(y_j-\hat{y}_j)^2)$, der minimeres, idet y_j er den naturlige logaritme til vedmassen og j = 1, 2, ..., n er observationens (træets) nummer, og hvor w_j er værdien af w for observation nr. j. Formålet med vægtningen har dels været at lade alle træstørrelser indgå med samme styrke i regressionsberegningen, dels at fremskaffe et enkelt, kvantificeret udtryk for restvariansen gældende for alle træstørrelser, og endelig at sikre en af de teoretiske forudsætninger for statistiske test's.



Figur 2. Vægtede residualer med standardfunktionen for salgbar masse over 10 cm aflægningsgrænse i eg, $(y - \hat{y})\sqrt{w_3}$, hvor $y = \ln(v_{10b})$. Residualerne er lagt op over stammediameteren ln(d). De fuldt optrukne linjer svarer til en afvigelse på to gange den vægtede restspredning på $\ln(v_{10b})$. De stiplede linjer svarer til en afvigelse på to gange den ikke-vægtede restspredning.

Figure 2. Weighted residuals with the standard function for merchantable volume with the top diameter limit 10 cm in oak, $(y - \hat{y})\sqrt{w_3}$, where $y = \ln(v_{10b})$. The residuals have been superimposed on the stem diameter ln(d). The solid lines indicate a deviation of twice the weighted residual standard deviation of $\ln(v_{10b})$. The dotted lines indicate a deviation of twice the non-weighted residual standard deviation.

På figur 2 er der som eksempel på effekten af vægtfunktionerne vist residualerne med standardfunktionen for v_{10b} i eg. De enkelte punkter betegner de logaritmiske residualer på vedmassen vægtede med $\sqrt{w_3}$. De fuldt optrukne og stiplede linjer betegner en afvigelse på to gange restspredningen, henholdsvis vægtet og ikke vægtet. Det ses deraf umiddelbart, at manglende vægtning ville have givet stærkt varierende restspredning over træernes størrelsesklasser. Naturligvis kan de få vægtfunktioner, som her er benyttet, ikke udjævne al spredningsvariation i alle træarter og alle modeller, men de har i de fleste tilfælde givet ganske gode tilnærmelser til en homogen varians over størrelsesklasserne.

3.3.8. *Den grupperede struktur*

Det foreliggende grundmateriale kan på forskellig måde inddeles i naturligt sammenhørende grupper, hvoraf ikke mindst træarterne og prøvefladerne (lokalitets- og behandligsenheder) er iøjnefaldende grupperinger, som det er rimeligt at tage hensyn til i beregningerne.

Med hensyn til træarterne vil det være i overensstemmelse med en gammel tradition i træmålingslæren at udarbejde selvstændige funktioner for hver enkelt træart, hvad der ikke alene kan begrundes med biologiske forskelle, men også med forskellige behandlingsmæssige traditioner. Grupperingen er desuden fuldt ud operationel, også uden for mængden af de foreliggende prøvetræer, for så vidt som brugerne er i stand til at kende træarterne.

Med hensyn til prøveflader inden for samme træart vil der være mulighed for at tage hensyn til særegne niveauer gennem modeller af typen

$$y_{ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \ldots + \beta_m x_{mij} + \varepsilon_{ij},$$

hvor y_{ij} er den logaritmiske vedmasse for træ nr. j på prøveflade nr. i, A_i er niveauet for prøveflade nr. i, β_h er koefficienten svarende til den uafhængige variabel x_h, der antager værdien x_{hij} for træ nr. j på prøveflade nr. i, og ε_{ij} er residualledet for træ nr. j på prøveflade nr. i. Modellen, der er benyttet i de følgende analyser, forudsætter altså parallelle planer (samme β_h-koefficienter) for alle prøveflader og beskriver eventuelle prøvefladevise forskelle som niveauforskelle (varierende A_i-værdier) ved samme x_{hij}-værdier. Ved at inddrage bestandsfaktorer i en eller flere af de uafhængige x_h-variable tages der i modellen desuden et hensyn til den fælles, langtidige niveauudvikling inden for samme prøveflade. Specielt i et stærkt ubalanceret materiale, som det her foreliggende, vil denne dobbelte hensyntagen til såvel den prøvefladevise variation som den langtidige bevoksningsudvikling inden for samme prøveflade kunne få stor betydning for beregningsresultatet. Et særlig grelt eksempel på de skævheder, som kan opstå, hvis man ikke tager et særligt hensyn til den prøvefladevise variation, fremgår umiddelbart af figur 7 hos *Madsen* (1977b), hvor prøvefladerne i materialets yderområder har relativt høje niveauer mens prøveflader i midterområdet har lavt niveau. Modellen er i sin helhed kun umiddelbart operationel inden for mængden af prøveflader i grundmaterialet, mens man uden for denne mængde må nøjes med tilnærmede værdier for det prøvefladevise niveau f.eks. træartsvise gennemsnit eller særlige niveaubestemmelser ved hjælp af prøvetræer (jvf. *Andersen,* 1982). Modellens forudsætning om de parallelle planer er nærmere undersøgt ved at sammenholde summen af afvigelsernes kvadrater i den udvidede model

$$y_{ij} = A_i' + \beta_1' x_{1ij} + \beta_{2i}' x_{2ij} + \ldots + \beta_{mi}' x_{mij} + \beta_1' x_{1ij} + \beta_2' x_{2ij} + \ldots + \beta_m' x_{mij} + \varepsilon_{ij}'$$

med den tilsvarende sum fra basismodellen og beregning af F-værdi og signifikans for modeludvidelsen. I denne udvidede model svarer f.eks. β_2' til det generelle hældningsbidrag og β_{2i}' til det specielle hældningsbidrag fra prøveflade nr. i, begge i forbindelse med variablen x_2. De undertiden korte iagttagelsesperioder per prøveflade og de varierende udvalgsprincipper for

prøvetræer bevirker dog, at de statistiske resultater med hensyn til hældningsforskelle imellem prøveflader må tolkes med varsomhed.

Af andre grupperinger i nær forbindelse med prøvefladebegrebet kan nævnes forsøg og målinger (se afsnit 3.3.5). I det foreliggende grundmateriale er der imidlertid kun undtagelsesvis forskel på prøveflade og forsøg. Baggrunden for at udvide basismodellen med klassevariablen forsøg er således her kun spinkel, og muligheden er derfor heller ikke udnyttet. Klassevariablen måling er ej heller udnyttet, men af andre grunde. For det første er den begrebsmæssigt ikke vel adskilt fra den enkelttrævise variation, idet der forekommer mange målinger med kun et eller nogle ganske få træer, og det er derfor ofte uvist, om det er den målingsvise eller den enkelttrævise variation, der analyseres. For det andet muliggør den anvendte statistiske teknik ganske enkelt ikke, at der samtidig arbejdes med måling som tilfældig variabel og bestandsfaktorer som systematiske variable i modellen, fordi det målingsvise niveau fastlægges fuldstændigt af den klassevariable alene (*SAS*, s. 237 ff.).

De øvrige klassevariable, som er omtalt i afsnit 3.3.5, nemlig bonitetsklasser, udvalgstyper og tvegeklasser, er nærmere undersøgte ved udvidelse af basismodellen til

$$y_{ikj} = A_i'' + B_k + \beta_1'' x_{1ikj} + \beta_2'' x_{2ikj} + \ldots + \beta_m'' x_{mikj} + \varepsilon_{ikj}'',$$

hvor B_k betegner niveauet for den pågældende klassevariabel, mens de øvrige betegnelser svarer til basismodellens. De pågældende klassevariable er alle umiddelbart operationelle også uden for det foreliggende grundmateriale, men modellerne er alligevel i det følgende kun benyttede i analytisk øjemed og ikke med henblik på prediktion af nye observationer, hvilket har flere grunde. For det første er de udvidede modeller mere komplicerede, hvad der især er tyngende med tvegeklasser som klassevariabel, fordi disse er enkelttrævis og altså ikke bevoksningsvis varierende. Opgørelser af bevoksningsvise eller diameterklassevise gennemsnitsudtryk for vedmasse eller formtal bliver derved komplicerede i betydelig grad. For det andet - har det især vist sig for udvalgstyper og bonitetsklasser - tilfører de pågældende klassevariable i mange tilfælde ikke modellerne nogen væsentlig nøjagtighedsforøgelse. Endelig kan det for det tredje fremhæves, at det stærkt ubalancerede grundmateriale, der i nogle tilfælde kun har meget få observationer pr. klasse, undertiden kan føre til resultater af tvivlsom værdi. Hvis f.eks. en udvalgstype kun findes repræsenteret på en enkelt prøveflade, og denne kun er repræsenteret ved en enkelt måling med igen kun få træer, vil det selvsagt være umuligt at finde ud af, hvad der er prøvefladevis, udvalgstypevis eller rent tilfældig afvigelse. Resultaterne af sådanne analyser må derfor tolkes med varsomhed.

3.3.9. *Generelle og modificerede grundmodeller samt definitionsområder*

På grundlag af variabelsammensætningen i de logaritmiske vedmassefunktioner, som er udviklet med Maximum R^2 improvement proceduren og den efterfølgende krydsvalideringsanalyse, og ud fra de overvejelser med hensyn til substitution inden for grupperne af målehøjdevariable, reduktionsvariable og bestandsvariable, som er lagt frem i afsnit 3.3.6, er det besluttet at benytte et fælles sæt grundmodeller til alle træarterne.

I forhold til Maximum R^2 improvement funktionerne er der herved ikke alene i nogle tilfælde substitueret inden for de forskellige grupper af variable, men der er også i nogle tilfælde foretaget en reduktion i antallet af variable inden for samme gruppe. Ud over de obligatoriske variable x_1 og x_2 samt x_{10} (i d_3-modeller) eller x_{12} (i d_6-modeller) er der benyttet sådanne variable til de generelle grundmodeller, som optræder hyppigst i de foreløbige, krydsvaliderede funktioner. Herunder kan særlig fremhæves, at der som reduktionsvariable benyttes x_{17} og x_{18} i standardmodellerne, x_{20} og x_{21} i d_3-modellerne samt x_{18} og x_{22} i d_6 - modellerne, medens der som bestandsvariable anvendes x_{24} og x_{25}. Der er altså højst benyttet to variable inden for samme variabelgruppe, hvilket kan begrundes med, at flere end to variable i nogle tilfælde har ført til kringlede udviklingsforløb, hvis generelle gyldighed synes mere end tvivlsom.

De fleste af modellerne (dog ikke modeller indeholdende d_3) kan henføres til gruppen af ligninger med bestandsvariable, fordi de indeholder bestandsdiameteren før tynding som måleparameter. Men inden for denne gruppering kan der skelnes mellem standard modeller, der altså her indeholder d, h og D_g som måleparametre, og formkvotientmodeller, der desuden indeholder d_6 som måleparameter, mens formkvotientmodellerne med d_3 kun indeholder måleparametrene d, h og d_3. Idet der af nemhedsgrunde ses bort fra bestandsvariabelbetegnelsen fås følgende inddeling, modeller og definitionsområder:

Totalmasse, standard model:

$$y_{1ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_4 x_{4ij} + \beta_{24} x_{24ij} + \beta_{25} x_{25ij} + \varepsilon_{ij},$$

defineret for $d > 0$, $h > 1.3$ og $D_g > 0$ m.

Totalmasse, model med d_3:

$$y_{1ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_{10} x_{10ij} + \beta_{11} x_{11ij} + \varepsilon_{ij},$$

defineret for $d > 0$, $d_3 > 0$ og $6.0 \leqq h < 15.0$ m.

Totalmasse, model med d_6:

$$y_{1ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_{12} x_{12ij} + \beta_{13ij} x_{13ij} + \beta_{24} x_{24ij} + \beta_{25ij} x_{25ij} + \varepsilon_{ij},$$

defineret for $d > 0$, $d_6 > 0$, $h \geqq 12.0$ og $D_g > 0$ m.

Salgbar masse, $a = 0.05$ m, standard model:

$$y_{2ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_{17} x_{17ij} + \beta_{18} x_{18ij} + \beta_{24} x_{24ij} + \beta_{25} x_{25ij} + \varepsilon_{ij},$$

defineret for $d > a$, $h > 1.3$ og $D_g > 0$ m.

Salgbar masse, $a = 0.05$ m, model med d_3:

$$y_{2ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_{10} x_{10ij} + \beta_{11} x_{11ij} + \beta_{20} x_{20ij} + \beta_{21} x_{21ij} + \varepsilon_{ij},$$

defineret for $d > a$, $d_3 > 0$ og $6.0 \leqq h < 15.0$ m.

Salgbar masse, $a = 0.05$ m, model med d_6:

$$y_{2ij} = A_i + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_{12} x_{12ij} + \beta_{13} x_{13ij} + \beta_{18} x_{18ij} + \beta_{22} x_{22ij} + \beta_{24} x_{24ij} + \beta_{25} x_{25ij} + \varepsilon_{ij},$$

defineret for $d > a$, $d_6 > 0$, $h \geqq 12.0$ og $D_g > 0$ m.

Salgbar masse modeller for $a = 0.07$ og $a = 0.10$ m fremgår af modellerne for $a = 0.05$ m, idet y_{2ij} i disse tilfælde blot skal ændres til henholdsvis y_{3ij} og y_{4ij}.

De afhængige variable $y_1, \ldots, y_4$ og de systematiske, uafhængige variable $x_1, \ldots, x_{25}$ er tidligere definerede i afsnit 3.3.5, mens den tilfældige, uafhængige variabel A betegner prøvefladen, d.v.s. en lokalitets- og behandlingsenhed, som ofte vil være repræsenteret ved målinger over et længere åremål. Indeks $i = 1, 2, \ldots, m$ betegner prøvefladens nummer, indeks $j = 1, 2, \ldots, n_i$ betegner træets nummer på prøveflade nr. i, og ε er residualleddet. Regressionsberegningerne er gennemførte efter mindste kvadraters metode under anvendelse af en af vægtfunktionerne $w = w_1, \ldots, w_4$, som er omtalt i afsnit 3.3.7, idet A_i og ε_{ij} antages normalt fordelte og indbyrdes uafhængige, henholdsvis med fordelingerne $N(\mu, \sigma_A^2)$ og $N(0, w\sigma_\varepsilon^2)$, hvor σ_ε^2 ofte varierer med træernes størrelsesklasse, mens $w\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_k^2$ er konstant for den pågældende regression.

Med hensyn til definitionsområderne kan særligt fremhæves, at salgbar masse modellerne kun er benyttede for træer med brysthøjdediameter større end aflægningsgrænsen, samt at d_3-modellerne kun er anvendte på træer i træhøjdeintervallet mellem 6 og 15 m, og d_6-modellerne kun på træer over 12 m højde. Den nedre højdegrænse for d_6-modellerne er valgt, fordi træer under 12 m højde begynder at udvise større restspredninger, desto større jo mere træhøjden nærmer sig til 6 m, og for træer af 6 m højde er d_6-parameteren helt uden effekt. I træhøjdeområdet over 6 m er der i stedet arbejdet med d_3 som øvre diameter, og for at sikre en vis fleksibilitet i anvendelsen af modellerne er den øvre træhøjdebegrænsning her sat til 15 m, d.v.s. noget højere end den nedre grænse for d_6-modellerne. De nævnte definitionsområder er imidlertid kun af principiel art. Det faktiske gyldighedsområde for funktionerne er yderligere betinget af grundmaterialets udstrækning, som nærmere er beskrevet i bilagene for de enkelte træarter, om end de temmelig enkle og til dels logisk opbyggede modeller nok vil kunne bevare deres gyldighed ved en mindre ekstrapolation.

De generelle grundmodeller kan betragtes som det skelet, hvorpå de følgende beregninger og analyser er byggede op. For så vidt angår de systematiske, uafhængige variable er modellerne dog i nogle tilfælde blevet let modificerede, idet ikke-signifikante variable er udeladte af funktionerne. Som øvre signifikansgrænse for accept af de variable er herved benyttet cirka

10% (sandsynligheden for nulhypotesens opfyldelse), idet cirkabetegnelsen skyldes, at der samtidig er taget et lille hensyn til frembringelse af identiske variabelsæt i salgbar masse modellerne for de forskellige aflægningsgrænser, men i langt de fleste tilfælde ligger de beregnede sandsynligheder på et betydeligt sikrere niveau. I nogle få modeller i bøg er der ændret svagt i grundmodellerne som sådanne, idet der her er benyttet logaritmiske bestandsdiametre, hvorved nogle ensidige residualer for meget små træer har kunnet undgås.

To yderligere begrænsninger i definitionsområderne kan fremhæves. Det gælder for det første meget små træer med diametre i brysthøjde under 2 cm, som næsten udelukkende forekommer i egematerialet, og som her er udeladt under regressionsberegningerne. Årsagen er en særlig stor restspredning for disse træer, som i hvert fald delvis skyldes en relativt aftagende målenøjagtighed med aftagende diametre, idet målene altid er optagne i lige mm. Den anden begrænsning vedrører en særlig type dybe tvegetræer, hvis brysthøjdediameter ikke er meget større end aflægningsgrænsen, samt hvor begge stammeparter har basisdiametre, d.v.s. tvegeparternes nederste og største sektionsvise diametre, som ligger tæt på aflægningsgrænsen, og hvor træerne yderligere har et forholdsvis stort h/d-forhold, idet sådanne træer har vist sig at give helt ekstremt store residualer i visse modeller for salgbar masse. Med de her anvendte aflægningsgrænser på a = 0.05, 0.07 og 0.10 m er denne gruppe af træer nærmere afgrænset ved hjælp af betingelserne

$$h_{tvege}/h < 0.3,$$
$$a \leqq d \leqq a + 0.05,$$
$$a\text{-}0.01 \leqq \text{basisdiameter} \leqq a \text{ og}$$
$$h/(100\ d) > 1.3,$$

som kræves opfyldt samtidigt. Sådanne træer er imidlertid kun meget sjældent forekommende i materialet, og de synes næsten kun at optræde i A-hugster, men de ville som nævnt i givet fald bevirke ekstremt store residualer med salgbar masse modeller for de pågældende aflægningsgrænser. De er derfor udeladte under regressionsberegningerne for de pågældende aflægningsgrænser, og de udledte salgbar masse funktioner gælder altså tilsvarende ikke for sådanne træer.

Endelig kan omtales, at grundmaterialet i et meget begrænset antal tilfælde er korrigeret derved, at 2-3 prøveflader er slået sammen til en og samme prøvefladebetegnelse inden regressionsberegningerne. Forholdet har især haft betydning, hvor prøveflader ligger dimensionsmæssigt isolerede med enten meget store eller meget små træer i forhold til det øvrige grundmateriale, og hvor de samtidig kun er repræsenterede ved en enkelt måling (måletidspunkt). Ved at slå sådanne prøveflader sammen med andre, der så vidt muligt er naturligt sammenhørende med hensyn til vækstlokalitet, bonitet og hugst, knyttes de isolerede prøveflader til det øvrige materiale, således at bestandsfaktorerne også i disse tilfælde gives en mulighed for at forklare variationen, og visse ekstreme residualer i materialets yderområder har derved kunnet undgås.

4. BEREGNINGSRESULTATER

De otte forskellige træarter i undersøgelsen er analyserede efter en og samme metodik, og resultatet af analyserne er fremlagt i tabeller og figurer af ensartet form og nummerering. I afsnit 4.1 er der for træarterne som helhed givet en almindelig oversigt over indholdet af tabeller og figurer, hvori de talmæssige resultater er fremlagt. Selve vedmassefunktionerne og en tekstmæssig beskrivelse af analyseresultaterne er meddelt træartsvis i afsnit 4.2, mens de egentlige talmæssige opstillinger er henlagt til tabeller og figurer i bilag 1.

Til adskillelse af de forskellige træarter er der i afsnit 4.2 og i bilag 1 benyttet følgende træartskoder som indgang for træartens tabeller og figurer:

SGR: Sitkagran
DGR: Douglasgran
JAL: Japansk lærk
ÆGR: Alm. ædelgran
AGR: Kæmpegran
BØG: Bøg
EG : Eg
ASK: Ask

mens der i afsnit 4 i øvrigt benyttes betegnelsen ART som et generelt udtryk for en af de ovennævnte træartskoder.

4.1. *Almindelig indholdsmæssig oversigt*

4.1.1. *Beskrivelse af grundmaterialet i hovedtræk*

Tabel ART-1 viser materialets fordeling til prøveflader og målinger m.v. Herunder meddeles, fra hvilket distrikt (ved prøvefladens anlæg) og hvilken skov og prøveflade materialet stammer, samt eventuelt hvilken særlig behandling (hugst, proveniens, m.v.) der har været taget i anvendelse. Videre meddeles nogle intervaller, hvori målingerne er foretagne, idet der for hver prøveflade oplyses målingens år i forkortet form – hvor e er efterår, f er forår og 15 er 1915 – bevoksningens alder og bonitet samt bestandens grundflade, diameter og højde før tynding, alt svarende til henholdsvis den første og den sidste måling i iagttagelsesperioden. Endelig oplyses det samlede antal prøvetræer fra hver prøveflade samt eventuelle særlige bemærkninger om denne.

Tabel ART-2 viser antal prøvetræer fordelt til diameter- og højdeklasser. Det samlede antal prøvetræer er heri fordelt til diameterklasserne <5.0, 5.0-9.9, 10.0-14.9, ..., 75.0-79.9, ≥ 80.0 cm og til højdeklasserne <5.0, 5.0-9.9, 10.0-14.9, ..., 35.0-39.9, ≥ 40.0 m, ligesom randfordelingerne og det totale antal prøvetræer i træarten er vist.

Tabel ART-3 viser antal prøvetræer over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d). Tabellen giver oplysning om de træer, der er benyttet som grundlag for d_6-modellerne. Der vises antal træer fordelt til diameterklasserne <5.0, 5.0-9.9, 10.0-14.9, ..., 75.0-79.9, ≥ 80.0 cm og til de relative d_6/d-klasser <0.600, 0.600-0.649, ..., 0.900-0.949, ≥ 0.950, ligesom randfordelingerne og det totale antal prøvetræer over 12 m højde er vist.

Tabel ART-4 viser antal prøvetræer mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d). Tabellen er i øvrigt bygget op på samme måde som tabel ART-3.

Tabel ART-5 viser antal prøvetræer fordelt til diameterklasser og udvalgstyper. Den samlede mængde af prøvetræer er heri fordelt til diameterklasserne < 5.0, 5.0-9.9, ..., 75.0-79.9, $\geqq 80.0$ cm og til udvalgstyperne 1, 2, ..., 8, svarende til definitionerne i afsnit 2.2.3, ligesom randfordelingerne og det totale antal prøvetræer er vist.

Tabel ART-6 viser antal prøvetræer fordelt til træhøjde- og relative tvegehøjdeklasser (h_{tvege}/h). Da der kun findes meget få tveger blandt nåletræarterne, er denne tabel kun meddelt for løvtræarterne. Tabellen er i øvrigt principielt bygget op som tabel ART-5.

4.1.2. *Vedmassefunktioner*

Tabellerne 6-13 viser de endeligt beregnede vedmassefunktioner for de forskellige træarter, funktionstyper og aflægningsgrænser. Funktionerne svarer til de modificerede, logaritmiske grundmodeller i afsnit 3.3.9 og indeholder de variable, som er omtalt i afsnit 3.3.5, men de er her transformerede til v-form, d.v.s. de direkte er skøn for den forventede værdi for vedmasserne v, v_s, v_b eller v_{sb}, som f.eks. for v principielt kan udtrykkes ved

$$\hat{v} = \exp_e (\bar{A} + b_1 x_1 + \ldots + b_m x_m + s_k^2/(2w)).$$

Skønnene b_1, b_2, ..., b_m for koefficienterne β_1, β_2, ..., β_m er beregnet direkte med GLM proceduren i *SAS* (1979, s. 237 ff.). Som et tilnærmet udtryk for træartens almindelige niveau $\bar{A}$ er der af nemhedsgrunde benyttet middeltallet af de prøvefladevise niveauer A_i med vægt efter antal prøvetræer. Skøn for de prøvefladevise niveauer fremkommer ligeledes direkte med GLM proceduren i SAS (ibid.) ved angivelse af betingelsen »solution« til modellen, mens antallet af prøvetræer, som varierer stærkt med funktionstyper (med og uden øvre diameter) og aflægningsgrænser, er fundet ved særlige beregninger. Den forventede værdi for vedmassen er korrigeret for logaritmisk skævhed gennem tilføjelse af leddet $s_k^2/(2w)$, hvor s_k^2 er skøn for den vægtede, konstante indre varians $\sigma_k^2 = w\sigma_\varepsilon^2$ på den logaritmiske vedmasse, der beregnes direkte med SAS (ibid.) efter angivelse af betingelsen »weight« i forbindelse med modellen, og hvor w er vægtfunktionen for den pågældende regression. Korrektionen bliver således her diameterafhængig for vægtfunktionerne w_2, w_3 og w_4 (jvf. afsnit 3.3.7), svarende til den ofte større varians for de største og for de mindste træer.

4.1.3. *Analytiske resultater med grundmaterialet*

På grundlag af det foreliggende grundmateriale og med udgangspunkt i de modificerede grundmodeller fra afsnit 3.3.9, jvf. funktionerne i afsnit 4.1.2, er der videre udarbejdet en del analyseresultater, som er fremlagt i følgende tabeller og figurer.

Tabel ART-7 viser skøn for varianskomponenterne i de modificerede grundmodeller med ln(v) og ln(v_s) eller ln(v_b) og ln(v_{sb}) som afhængig variabel og med uafhængige variable som i tabellerne 6-13. Varianskomponenterne svarer til den prøvefladevise (σ_A^2) samt den indre

($\sigma_k^2 = w\sigma_\varepsilon^2$) varians vægtet med w. Oplysningerne er givet for hver af stammemasserne v, v_5, v_7 og v_{10} i nåletræarterne, henholdsvis for træmasserne v_b, v_{5b}, v_{7b} og v_{10b} i løvtræarterne, samt for hver af modeltyperne standardmodeller, modeller med d_3 og modeller med d_6. Videre er den anvendte vægtfunktion w oplyst (jvf. afsnit 3.3.7). De tilsvarende procentiske skøn for restspredningen på v og v_s eller v_b og v_{sb} er oplyst i de tre yderste højre kolonner. Foruden den prøvefladevise spredning er her også den indre spredning og spredningen i alt ikke-vægtede størrelser, idet de svarer til henholdsvis $\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_k^2/w$ og $\sigma^2 = \sigma_A^2 + \sigma_\varepsilon^2/w$, og idet w her er beregnet for brysthøjdediameteren d = 0.20 m. Selv om de oplyste spredningstal er afhængige af brysthøjdediameteren gennem vægtfunktionen w, vil de oplyste tal i tabellen alligevel med ret god tilnærmelse være gyldige for et bredt diameterspektrum, eventuelt dog bortset fra de mindste træer (i salgbar masse modeller med w_2, w_3 og w_4) samt de største træer (i modellerne med w_2 og w_3), hvor spredningen kan være en del større, jvf. figur 2.

Tabel ART-8 viser F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner. Oplysning herom er givet for hver af stammemasserne v og v_7 i nåletræarterne, henholdsvis for v_b og v_{7b} i løvtræarterne, samt for hver af modeltyperne standardmodeller, modeller med d_3 og modeller med d_6. F-værdi og signifikans er beregnet ved en successiv modeludvidelse, først med klassevariablen prøveflade (A_i), hvorved den modificerede grundmodel opstår med ln(v) og ln(v_s) eller ln(v_b) og ln(v_{sb}) som afhængig variabel og med uafhængige systematiske variable som i tabellerne 6-13, og dernæst med de prøvefladevise hældninger ($\beta'_{1i}x_{ij} + \ldots + \beta'_{mi}x_{mij}$), hvorved den udvidede hældningsmodel (afsnit 3.3.8) fremkommer.

Tabel ART-9 viser gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v og v_7 eller v_b og v_{7b} med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til henholdsvis udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Analysen er foretaget ved en udvidelse af den modificerede grundmodel med udvalgstype og bonitetsklasse som klassevariable svarende til den udvidede model i afsnit 3.3.8. Udvalgstyper i øvrigt og bonitetsklasser er nærmere definerede i afsnittene 2.2.3 og 3.3.5. Oplysning om de procentiske afvigelser er givet for stammemasserne v og v_7 i nåletræarterne, henholdsvis træmasserne v_b og v_{7b} i løvtræarterne, samt for hver af de tre modeltyper standardmodeller, modeller med d_3 og modeller med d_6.

Tabel ART-9A viser F-værdi og signifikans ved en udvidelse af de modificerede grundmodeller med tvegeklasse som klassevariabel, svarende til den udvidede model i afsnit 3.3.8. Denne tabel er kun udarbejdet for løvtræarterne, idet tveger næsten ikke forekommer i nåletræmaterialet. Desuden er anført gennemsnitlige, procentvise afvigelser på v_b og v_{7b} i forhold til klassen ikke-tveger. Oplysningerne er givet for hver af træmasserne v_b og v_{7b} samt for hver af de tre modeltyper standardmodeller, modeller med d_3 og modeller med d_6. Tvegeklasserne er nærmere definerede i afsnit 3.3.5.

Tabel ART-10 viser de enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse på v og v_7 eller v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne (4.1.2) med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to standardfunktioner for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse på vedmassen (%) oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Beregningerne er indledningsvis udført i logaritmiske mål under anvendelse af standardfunktionerne for ln(v)

og $\ln(v_7)$ i nåletræarterne, henholdsvis $\ln(v_b)$ og $\ln(v_{7b})$ i løvtræarterne. Idet y generelt betegner den logaritmiske vedmasse for det enkelte træ er den gennemsnitlige afvigelse for hver måling principielt beregnet som $(\sum_k(y_{ijk}-\hat{y}_{jk}))/n_{ij}$, hvor $i = 1,2,\ldots,l$ og $j = 1,2,\ldots,m_i$ samt $k = 1,2,\ldots,n_{ij}$ er henholdsvis prøvefladens, målingens og træets nummerering, hvor y_{ijk} betegner den observerede værdi, og hvor $\hat{y}_{jk}$ betegner den predikterede værdi for træ nr. k i måling nr. j på en prøveflade med et niveau svarende til hele materialets gennemsnit. Der beregnes altså hermed først en gennemsnitlig logaritmisk afvigelse, som siden i tabellen er transformeret til en procentisk afvigelse på vedmasserne v og v_7 eller v_b og v_{7b}. En negativ afvigelse (Δ) betyder, at den opmålte vedmasse er mindre end forudsagt af vedmassefunktionen, og vice versa.

Tabel ART-11 svarer ganske til tabel ART-10, men her med d_6-funktioner i stedet for standardfunktioner.

Tabel ART-12 viser gennemsnitlig stødmasse i procent af total masse på rod ved forskellige brysthøjdediametre. De målte relative stødmasser, $v_{stød}/v$ i nåletræ og $v_{stød}/v_b$ i løvtræ, er udjævnede med et 2. grads polynomium over d, og resultaterne herfra er oplyst for brysthøjdediametrene 10, 20, 40 og 70 cm.

Figurerne ART-1, ART-2 og ART-3 viser de enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse på v og v_7 eller v_b og v_{7b} (%) i forhold til vedmassefunktionerne (4.1.2) med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Afvigelserne er lagt op over bestandsdiameteren D_g før tynding (cm). Målinger med kun et eller to træer er dog udeladt af figurerne. Afvigelserne er beregnede for stammemasserne v og v_7 i nåletræarterne, henholdsvis træmasserne v_b og v_{7b} i løvtræarterne, og de tre figurer svarer henholdsvis til modeltyperne standardmodeller, modeller med d_3 og modeller med d_6. Ligesom for tabel ART-10 og ART-11 er beregningerne udført på et logaritmisk grundlag.

4.1.4. *Afprøvning på andet prøvetræmateriale*

Tabel ART-13 viser en afprøvning af vedmassefunktionerne i afsnit 4.1.2 på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træarts- og hugstforsøg. Den procentiske afvigelse (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3). Tabellen indeholder en nærmere beskrivelse af de pågældende målinger med angivelse af skovdistrikt, eventuelt hugstgrad, prøvefladens litra, målingens år, alderen samt bestandsdiameter og bestandshøjde før tynding. Afvigelserne er beregnede i forhold til hver af funktionstyperne standardfunktioner, funktioner med d_3 og funktioner med d_6, som har kunnet tages i anvendelse på de pågældende målinger, for hver af stammemasserne v, v_5, v_7 og v_{10} i nåletræarterne, henholdsvis v_b v_{5b} v_{7b} og v_{10b} i løvtræarterne, og desuden er der angivet antal prøvetræer for hver kombination. Ligesom i tabellerne ART-9 og -10 samt i figurerne ART-1, -2 og -3 betyder en negativ afvigelse (Δ), at den opmålte vedmasse er mindre end forudsagt af vedmassefunktionerne, og vice versa. Som omtalt i afsnit 2.1.1.3 må der specielt for mellemstore og større træer påregnes en systematisk mindre vedmasse med metersektionering end med relativmetoden, hvorfor der for disse træstørrelser kan forventes en overvejende tendens til negative afvigelser i tabellen, vel ofte mellem -1 og -5%. For træer under 15 m højde synes de forskellige målemetoder kun at give ubetydelige forskelle i vedmasse, og det metersektionerede materiale kan derfor her anvendes direkte til afprøvning af vedmassefunktionerne.

4.2. *Resultater med de enkelte træarter*

Tabeller og figurer, som danner grundlaget for den tekstmæssige udlægning i indeværende afsnit, er henlagt til afsnit 7.1 under de respektive træarter.

4.2.1. *Sitkagran*

Grundmaterialet omfatter i alt 1160 træer. Af tabel SGR-1 ses, at en stor del af prøvetræerne stammer fra de forskellige blokke og hugstbehandlinger på prøveflade MB i hugstforsøget i Nystrup klitplantage, i alt kommer 379 træer herfra, men også prøveflade GQ i Frijsenborg lystskov og prøveflade GU i Gludsted plantage er repræsenterede med hver over 100 prøvetræer. Målingerne spreder over perioden e.1915-e.1979, alderen over intervallet 19-89 år og boniteten over graderne 0-5. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 18 og 69 m^2/ha, mens bestandsdiametrene går fra 5 til 58 cm og bestandshøjderne fra 4 til 39 m.

Af tabel SGR-2 ses, at langt hovedparten af træerne har diametre imellem 5.0 og 39.9 cm, men et mindre antal er dog større og dækker intervallet op til $\geqq 80$ cm, ligesom diameterklassen < 5.0 cm også er repræsenteret. Træhøjderne rækker fra < 5.0 m til $\geqq 40.0$ m. Ifølge tabellerne SGR-3 og -4 er i alt 902 træer til rådighed for d_6-modellerne og 450 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra < 0.600 til $\geqq 0.950$, mens d_3/d-klasserne går fra 0.650-0.699 til $\geqq 0.950$. Tabel SGR-5 viser udvalgstype 4, d.v.s. udvalgte tyndingstræer med en middeldiameter nærmest svarende til blivende bestands, som den almindeligste, men også typerne 7 og 5 har store stamtal, og alle udvalgstyperne imellem 2 og 8 er repræsenterede.

Beregningsresultaterne i tabel SGR-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel 6 på imellem 6.9 og 8.1% af v og v_s, mens d_6-funktionerne i forhold hertil har omtrent halveret spredningen til imellem 3.3 og 3.8%, og d_3-funktionerne indtager en mellemstilling med fra 4.6 til 5.4 %.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel SGR-8 i alle tilfælde højt signifikante, men det samme er i de fleste tilfælde hældningsforskellene, og de prøvefladevise spredninger i tabel SGR-7 er derfor uden præcist indhold.

Med hensyn til udvalgstype i tabel SGR-9 i forhold til målinger af alle tyndingstræer (type 6) viser målinger med udvalgte tyndingstræer (type 4 og type 7) gennemgående et lidt højere niveau (fra 0 til + 3% i gennemsnit), mens træer fra afdrifter (type 2) gennemgående ligger på samme niveau (fra -2 til + 2% i gennemsnit). Med hensyn til bonitetsvis indfyldelse udviser de gennemsnitlige afvigelser over bonitetsklasserne en ujævn udvikling. I forhold til bonitet 2, hvis afvigelse pr. definition er sat lig 0, ligger såvel bonitet 1 som bonitet 3 gennemgående på et lavere niveau (fra -3 til -1%, henholdsvis fra -2 til -2% i gennemsnit), mens bonitet 4 især med standardfunktionerne ligger på et mere lignende niveau (fra -2 til + 1% i gennemsnit).

I tabel SGR-10, som indeholder niveauafvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader, ses tilsyneladende nogle eksempler på generelle prøvefladevise niveauforskelle, som fremgik af tabel SGR-8. Prøveflade GQ ligger her på et gennemgående lavt niveau (gennemsnitlig omkring -2%), mens prøveflade ID har et højere niveau end træarten som helhed (gennemsnitlig omkring + 1 og + 2%). Niveauændringer over tiden fremgår måske af tallene fra prøveflade GU, dog med store niveauforskelle imellem de første tre målinger,

Tabel 6. Vedmassefunktioner for *sitkagran* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 6. Volume functions for Sitka spruce *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $4.0 \leqq h \leqq 42.0$ m, $d > a$, $0.05 \leqq D_g \leqq 0.58$ m.

Standard functions;

$\hat{v} = \exp_e(-2.713511 + 1.759844 \cdot \times_1 + 1.442070 \cdot \times_2 + 1.917824 \cdot \times_4 + 0.252296 \cdot \times_{24} - 0.813636 \cdot \times_{25} + 0.001750/w_3)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-2.384499 + 1.513453 \cdot \times_1 + 1.274685 \cdot \times_2 - 1.339713 \cdot \times_{17} + 0.323825 \cdot \times_{18} + 0.114545 \cdot \times_{24} + 0.001682/w_3)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-2.595419 + 1.505677 \cdot \times_1 + 1.348035 \cdot \times_2 - 0.771222 \cdot \times_{17} + 0.777810 \cdot \times_{18} + 0.001642/w_3)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-2.766047 + 1.576879 \cdot \times_1 + 1.403924 \cdot \times_2 + 0.983722 \cdot \times_{18} + 0.001723/w_3)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 42.0$ m, $d > a$, $0.09 \leqq D_g \leqq 0.58$ m.

Functions with d_6;

$\hat{v} = \exp_e(-1.957815 + 0.743735 \cdot \times_1 + 1.225458 \cdot \times_2 + 1.183352 \cdot \times_{12} + 1.740499 \cdot \times_{13} + 0.550930 \cdot \times_{24} - 0.736358 \cdot \times_{25} + 0.000458/w_3)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-2.321544 + 0.634389 \cdot \times_1 + 1.298795 \cdot \times_2 + 1.251748 \cdot \times_{12} + 1.958181 \cdot \times_{13} + 2.085934 \cdot \times_{18} + 0.627076 \cdot \times_{24} - 0.882506 \cdot \times_{25} + 0.000371/w_3)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-2.323091 + 0.640415 \cdot \times_1 + 1.299344 \cdot \times_2 + 1.249264 \cdot \times_{12} + 1.952350 \cdot \times_{13} + 1.063397 \cdot \times_{22} + 0.641938 \cdot \times_{24} - 0.905742 \cdot \times_{25} + 0.000364/w_3)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-2.329673 + 0.471068 \cdot \times_1 + 1.299931 \cdot \times_2 + 1.425597 \cdot \times_{12} + 2.154505 \cdot \times_{13} + 0.632509 \cdot \times_{18} + 0.257040 \cdot \times_{22} + 0.580504 \cdot \times_{24} - 0.722785 \cdot \times_{25} + 0.000407/w_3)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.

Functions with d_3;

$\hat{v} = \exp_e(-1.977608 + 0.772713 \cdot \times_1 + 1.257629 \cdot \times_2 + 1.122155 \cdot \times_{10} + 1.668365 \cdot \times_{11} + 0.000715/w_3)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-2.632795 + 0.620497 \cdot \times_1 + 1.425987 \cdot \times_2 + 1.208782 \cdot \times_{10} + 2.064656 \cdot \times_{11} + 0.562629 \cdot \times_{20} + 0.662206 \cdot \times_{21} + 0.000626/w_3)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-3.149565 + 0.527138 \cdot \times_1 + 1.552411 \cdot \times_2 + 1.230425 \cdot \times_{10} + 2.452070 \cdot \times_{11} + 0.588458 \cdot \times_{20} + 0.589468 \cdot \times_{21} + 0.000630/w_3)$

men er i øvrigt ikke meget påfaldende. Af tabel SGR-11 fremgår de tilsvarende afvigelser i forhold til d_6-funktionerne. Bortset fra et par målinger med små stamtal på prøveflade HGa bemærker man her ganske fine overensstemmelser imellem vedmassefunktionerne og målingerne på de fire prøveflader, idet de målingsvise afvigelser i alle andre tilfælde ligger imellem -2 og +2%.

Af specielle målingsvise resultater kan i øvrigt fremhæves niveauberegningerne fra tiden omkring afslutningen af hugstforsøget i Nystrup klitplantage. Som gennemsnit for målingerne i e.1951 og e.1953 i blok 2 fandtes for total stammemasse med standardmodellen i B-, C- og D-hugsterne med henholdsvis 40, 29 og 30 prøvetræer de respektive, gennemsnitlige niveauer -2.3, +0.9 og +2.6%. Tilsvarende fandtes for målingerne i e.1949 og f.1953 i blok 3 i B- og D-hugsterne med henholdsvis 60 og 61 prøvetræer de respektive, gennemsnitlige niveauer -1.2 og +3.1 %. I begge tilfælde lå D-hugsternes niveau altså på den positive side og B-hugsternes niveau på den negative side, og deres indbyrdes forskel var gennemsnitlig 4.9 og 4.3%. Med d_6-

modellerne er derimod for total stammemasse i blok 2 fundet gennemsnitlige niveauer på -0.4, -1.3 og +0.2% i henholdsvis B-, C- og D-hugsterne, og i blok 3 på +0.8 og -0.2% i henholdsvis B- og D-hugsterne. Med d_6-modellerne synes de hugststyrkebetingede forskelle således i høj grad at være reducerede. Med modellerne for salgbar masse over 7 cm diameter er der fundet resultater, som er næsten identiske med de ovennævnte for total stammemasse.

På figurerne SGR-1, -2 og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren. Med standardfunktionerne er der fundet ensidige, negative afvigelser på imellem -1 og -6% for målingerne med de største bestandsdiametre, som alle er repræsenteret ved prøvefladerne MA og MD. Figurerne afslører i øvrigt ikke særlig påfaldende skævheder i resultaterne.

Stødmassens andel af den totale stammemasse er ifølge tabel SGR-12 cirka 4% for træer op til 40 cm brysthøjdediameter. Derefter stiger den procentiske stødmasse stærkt og udgør for meget store træer på 70 cm diameter hele 9.1% af stammemassen.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel SGR-13 har givet resultater af varierende overensstemmelse. For det småt dimensionerede materiale (H_g = cirka 7 m) fra prøvefladerne MI og ML er de gennemsnitlige afvigelser i forhold til funktionerne med d_3 vel som helhed noget mindre end afvigelserne i forhold til standardfunktionerne, idet de for v, v_5 og v_7 på MI er fra -4.8 til -6.0% med standardfunktionerne mod fra -1.8 til -2.8% med d_3-funktionerne, og på ML henholdsvis fra -0.5 til-7.5% mod fra +4.3 til +9.0%. Resultaterne fra prøveflade ML skæmmes altså i nogen grad af den særlig store afvigelse i forhold til d_3-funktionen for salgbar masse over 5 cm diameter (+9.0%), men det må generelt erkendes, at der er en temmelig stor usikkerhed på funktionsværdien for salgbar masse, hvor træernes brysthøjdediameter som her ligger nær ved aflægningsgrænsen. De noget større træer (H_g = cirka 16 m) på prøveflade MG viser for stammemasserne v, v_5, v_7 og v_{10} ensidige, negative afvigelse i forhold til standardfunktionerne (gennemsnitlig fra -3.7 til -7.7%), men sammenlignet med d_3- og d_6-funktionerne fremragende gode tilpasninger (gennemsnitlige afvigelser fra -1.8 til +0.9%). For de større træer fra hugstforsøget på Kalø (prøveflade MD, H_g = 26-30 m) findes i forhold til standardfunktionerne for alle aflægningsgrænser stærkt negative afvigelser i B-hugsten (gennemsnitlig fra -7.2 til -10.6%), men derimod overvejende mindre positive afvigelser i D-B-hugsten (fra -1.2 til +3.5%). Til forskel herfra viser d_6-funktionerne fremragende gode tilpasninger til begge hugstbehandlinger (gennemsnitlige afvigelser på den metersektionerede vedmasse fra +0.2 til +1.4%). Ligesom det var tilfældet på prøveflade MB, Nystrup klitplantage, synes d_6-modellerne således her på det nærmeste at kunne eliminere de hugstbetingede niveauforskelle.

4.2.2. *Douglasgran*

Grundmaterialet omfatter i alt 770 træer. Af tabel DGR-1 ses, at prøvefladerne GC, Valbygård, og GE, Borridsø skov under Frijsenborg distrikt, er stærkest repræsenterede, hver med mere end 130 træer, men også prøvefladerne GA, Boller Overskov, samt IB og II, begge fra træartsforsøget i Maglebjerg skov under Giesegård, er ganske pænt repræsenterede med hver omkring 80 træer. Fra proveniensforsøget i Gribskov, prøveflade PA, indgår i alt 85 træer fordelt på 12 provenienser, hvor hver proveniens er beregnet som en prøvefladeмæssig enhed for sig, men da imidlertid de fleste af parcellerne kun er målt en enkelt gang i ungdommen, bliver dette materiale derved mindre interessant. Målingerne spreder over perioden e.1907 - f.1973, alderen over intervallet 13-92 år og boniteten over graderne 2-4. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 18 og 46 m^2/ha, mens bestandsdiametrene går fra 7 til 66 cm og bestandshøjderne fra 7 til 37 m.

Af tabel DGR-2 ses, at langt hovedparten af træerne har diametre imellem 5.0 og 44.9 cm, men et ikke ringe antal er dog større og dækker intervallet op til $\geqq$ 80 cm. Træhøjderne rækker fra 5.0-9.9 m til 35.0-39.9 m. Ifølge tabellerne DGR-3 og -4 er i alt 642 træer til rådighed for d_6-modellerne og 238 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra 0.650-0.699 til $\geqq$0.950, mens d_3/d-klasserne går fra 0.600-0.649 til $\geqq$0.950. Tabel DGR-5 viser udvalgstype 4, d.v.s. udvalgte tyndingstræer med en middeldiameter nærmest svarende til blivende bestands, som den almindeligste, men også typerne 6 og 7 er pænt repræsenterede. Af samtlige udvalgstyper mangler i øvrigt kun type 3 helt.

Beregningsresultaterne i tabel DGR-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel 7 på imellem 7.5 og 9.2% af v og v_s, mens d_6-funktionerne i forhold hertil har omtrent halveret spredningen til imellem 3.8 og 4.6%, og d_3-funktionerne indtager en mellemstilling med fra 4.5 til 5.8%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel DGR-8 i alle tilfælde højt signifikante. Det samme gælder imidlertid også hældningsforskellene med standard- og d_6-modellerne, og de prøvefladevise spredninger i tabel DGR-7 er derfor uden præcist indhold for disse modeller. For d_3-modellerne er de hældningsvise forskelle derimod svagere, og med anvendelse af en portion god vilje kan man her godt betragte de prøvefladevise spredninger i tabel DGR-7 (fra 1.5 til 2.3% af v og v_s) som udtryk for spredningen imellem parallelle planer i et logaritmisk rum, hvor hvert plan beskriver en prøveflades vedmasser som funktion af de uafhængige variable d, h, m.v.

Med hensyn til udvalgstype er der med standardmodellerne fundet gennemsnitlig store, positive afvigelser for type 1 (alle træer i afdrift) i forhold til type 6 (alle tyndingstræer), mens typerne 2, 4 og 7 kun udviser små og ubetydelige afvigelser. Da type 2 også repræsenterer afdrifter (udvalgte træer i afdrift), er det dog næppe afdriften som sådan, der alene har bibragt det højere niveau. Forholdet fremgår dog ikke klart af tabel DGR-9, hvor typerne 1 og 2 er slået sammen. Med d_6-modellerne er derimod kun fundet små typevise afvigelser. Også med hensyn til bonitetsklasser synes der at være visse gennemsnitlige forskelle. Set i forhold til bonitet 2 er det især bonitet 3, som er afvigende, og dette i højere grad for standardmodellerne (gennemsnitlig fra +3 til +4%) end for d_6-modellerne (gennemsnitlig fra +1 til +2%).

Tabel 7. Vedmassefunktioner for *douglasgran* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 7. Volume functions for Douglas fir *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $6.0 \leqq h \leqq 38.0$ m, $d > a$, $0.07 \leqq D_g \leqq 0.66$ m.

Standard functions;

$\hat{v} = \exp_e(-1.202507 + 1.832615 \cdot x_1 + 0.991312 \cdot x_2 + 0.259585 \cdot x_{25} + 0.002160/w_2)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-1.423267 + 1.800541 \cdot x_1 + 1.036478 \cdot x_2 + 1.022298 \cdot x_{18} + 0.240247 \cdot x_{25} + 0.002183/w_2)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-1.429517 + 1.791862 \cdot x_1 + 1.033283 \cdot x_2 + 0.957605 \cdot x_{18} + 0.275505 \cdot x_{25} + 0.002252/w_2)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-1.171972 + 1.800845 \cdot x_1 + 0.952246 \cdot x_2 + 1.016504 \cdot x_{18} + 0.365047 \cdot x_{25} + 0.002434/w_2)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 38.0$ m, $d > a$, $0.09 \leqq D_g \leqq 0.66$ m.

Functions with d_6;

$\hat{v} = \exp_e(-0.269298 + 0.706432 \cdot x_1 + 0.750918 \cdot x_2 + 1.255258 \cdot x_{12} + 0.692595 \cdot x_{13} + 0.408804 \cdot x_{24} + 0.000661/w_4)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-0.477957 + 0.558690 \cdot x_1 + 0.809031 \cdot x_2 + 1.388756 \cdot x_{12} + 0.769932 \cdot x_{13} + 3.541308 \cdot x_{18} - 2.603476 \cdot x_{22} + 0.348082 \cdot x_{24} + 0.000606/w_4)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-0.609129 + 0.560034 \cdot x_1 + 0.837192 \cdot x_2 + 1.375602 \cdot x_{12} + 0.868186 \cdot x_{13} + 0.910939 \cdot x_{22} + 0.366699 \cdot x_{24} + 0.000606/w_4)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-1.144827 + 0.444437 \cdot x_1 + 0.957470 \cdot x_2 + 1.454889 \cdot x_{12} + 1.501861 \cdot x_{13} + 1.094257 \cdot x_{22} + 0.422018 \cdot x_{24} + 0.000698/w_4)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.

Functions with d_3;

$\hat{v} = \exp_e(-2.571760 + 0.767581 \cdot x_1 + 1.472009 \cdot x_2 + 1.134781 \cdot x_{10} + 2.206869 \cdot x_{11} + 0.000836/w_2)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-3.494473 + 0.564986 \cdot x_1 + 1.724567 \cdot x_2 + 1.294285 \cdot x_{10} + 3.016530 \cdot x_{11} + 0.833096 \cdot x_{20} + 0.000717/w_2)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-3.727752 + 0.185956 \cdot x_1 + 1.642270 \cdot x_2 + 1.270706 \cdot x_{10} + 1.799659 \cdot x_{11} - 0.207913 \cdot x_{20} + 1.979113 \cdot x_{21} + 0.000862/w_2)$

I tabel DGR-10, som indeholder niveauafvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader, ses tilsyneladende eksempler på sådanne generelle prøvefladevise niveauforskelle, som fremgik af tabel DGR-8. Tydeligst er dette vel for prøveflade GA, som gennemgående har lavt niveau (gennemsnitlig omkring -2%), og for prøveflade GE, som gennemgående har højt niveau (gennemsnitlig omkring +3 og +4%). Niveauændringer over tiden fremgår måske tydeligst af prøveflade GC. Af tabel DGR-11 fremgår de tilsvarende afvigelser i forhold til d_6-funktionerne, og det ses, at de målingsvise afvigelser her gennemgående er langt mindre end med standardfunktionerne. Det gennemsnitlige niveau på hver af prøvefladerne GA og GE ligger her betydeligt nærmere træartens gennemsnit, ligesom de langtidige niveauændringer på prøveflade GC her er stærkt reducerede i forhold til beregningerne med standardfunktionerne. Til gengæld er der nu med d_6-funktionerne fremkommet en meget stabil, positiv niveauafvigelse på prøveflade GB (gennemsnitlig omkring +3%).

Af specielle prøvefladevise resultater kan i øvrigt fremhæves målingerne af de to douglasprovenienser, Oregon (prøveflade IB) og British Columbia (prøveflade II), i træartsforsøget på Giesegård skovdistrikt. Selv om provenienserne ikke kan stedfæstes med fuldstændig sikkerhed, er der utvivlsomt tale om to vidt forskellige racer (*Madsen,* 1975), men alligevel er de

gennemsnitlige niveauafvigelser næsten identiske. Med standardfunktionerne og stammemasserne v og v_7 ligger den gennemsnitlige niveauafvigelse for begge provenienser på 0%, mens der med d_6-funktionerne er fundet fra 0 til + 1% for Oregonprovenienser og -1% for British Columbia proveniensen, altså meget små forskelle.

På figurerne DGR-1, -2 og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren. Der bemærkes meget betydelige forskelle i punktsværmenes spredning med varierende funktionstype, således at især d_6-funktionerne giver små afvigelser. Målinger, hvor D_g omtrent er lig aflægningsgrænsen, viser meget stor spredning på afvigelserne med v_7-funktionerne med d_3, men hvor $D_g \geqq 9$ cm er spredningen omtrent svarende til den, der fås med d_6-funktionerne.

Stødmassens andel af den totale stammemasse på rod er ifølge tabel DGR-12 omkring 3 til 4% for træer op til 40 cm brysthøjdediameter. For større træer stiger stødmassens andel stærkt og udgør for meget store træer med 70 cm diameter 6.1% af stammemassen.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel DGR-13 har givet resultater af varierende overensstemmelse. For det småt dimensionerede materiale (H_g = cirka 7 m) fra prøvefladerne PF og PE findes stærkt negative afvigelser i forhold til standardfunktionerne, som for stammemasserne v, v_5, v_7 og v_{10} på PF er fra -8.8 til -12.1% og på PE fra -12.4 til -36.8%. Da der her er tale om træer, hvor brysthøjdediameteren kun er lidt større end aflægningsgrænsen, er det ikke overraskende, her ikke mindst for v_7- og v_{10}-opgørelserne, at finde temmelig store afvigelser, men selv for total stammemasse på rod er de gennemsnitlige afvigelser så store som omkring -10%. Langt bedre resultater er der fundet i forhold til d_3-funktionerne, hvor der for v og v_5 er beregnet afvigelser på imellem -2.1 og + 1.1%, for v_7 dog noget større afvigelser på fra -8.0 til +3.3%. De større træer på prøveflade PC (H_g = cirka 17 m) viser for alle aflægningsgrænser kun ubetydelige afvigelser sammenlignet med standardfunktionerne (gennemsnitlig fra -0.7 til -2.3%), mens der i forhold til d_6-funktionerne er fundet noget større, men meget konstante negative afvigelser (gennemsnitlige fra -3.9 til -4.9%).

4.2.3. *Japansk lærk*

Grundmaterialet omfatter i alt 515 træer. Af tabel JAL-1 ses, at lidt over halvdelen af materialet kommer fra prøvefladerne GO, Norringure skov under Frijsenborg, og GV, Maglebjerg skov under Giesegård, som hver er repræsenteret med mere end 140 træer. Målingerne spreder over perioden e.1915-f.1981 og alderen over intervallet 11-79 år. I bestand før tynding ligger grundfladerne i det temmelig snævre interval imellem 19 og 28 m^2/ha (vurderet efter første og sidste måling), mens bestandsdiametrene går fra 7 til 52 cm og bestandshøjderne fra 6 til 30 m. De fleste af prøvefladerne har i det senere aldersstadium været underplantede med andre træarter.

Af tabel JAL-2 ses, at langt hovedparten af træerne har diametre imellem 5.0 og 44.9 cm, og der med et maksimum for klassen 15.0-19.9 cm. Større diametre ($\geqq 45.0$ cm) er kun repræsenterede ved 11 træer, og mindre diametre (< 5.0 cm) kun ved 2 træer. Ifølge tabellerne JAL-3 og -4 er i alt 406 træer til rådighed for d_6-modellerne og 197 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra 0.650-0.699 til $\geqq 0.950$, og samme variation genfindes i d_3/d-klasserne. Tabel JAL-5 viser, at alle udvalgstyper undtagen type 2 er repræsenterede, men langt hovedparten af materialet kan henføres til typerne 4, 6 og 7.

Tabel 8. Vedmassefunktioner for *japansk lærk* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 8. Volume functions for Japanese larch *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sectons 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $5.9 \leqq h \leqq 30.0$ m, $d > a$, $0.07 \leqq D_g \leqq 0.52$ m.
Standard functions;

$\hat{v} = \exp_e(-2.131983 + 1.774789 \cdot \times_1 + 1.302453 \cdot \times_2 + 0.764979 \cdot \times_4 - 0.282231 \cdot \times_{25} + 0.001300/w_2)$
$\hat{v}_5 = \exp_e(-2.194189 + 1.693770 \cdot \times_1 + 1.280707 \cdot \times_2 + 1.087649 \cdot \times_{18} + 0.001343/w_2)$
$\hat{v}_7 = \exp_e(-2.209078 + 1.682309 \cdot \times_1 + 1.280128 \cdot \times_2 + 0.986066 \cdot \times_{18} + 0.001364/w_2)$
$\hat{v}_{10} = \exp_e(-2.343653 + 1.644613 \cdot \times_1 + 1.309113 \cdot \times_2 + 0.930808 \cdot \times_{18} + 0.001402/w_2)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 30.0$ m, $d > a$, $0.13 \leqq D_g \leqq 0.52$ m.
Functions with d_6;

$\hat{v} = \exp_e(-1.515902 + 0.844653 \cdot \times_1 + 1.129472 \cdot \times_2 + 1.056379 \cdot \times_{12} + 1.127622 \cdot \times_{13} + 0.310784 \cdot \times_{25} + 0.000526/w_4)$
$\hat{v}_5 = \exp_e(-1.617181 + 0.608630 \cdot \times_1 + 1.134635 \cdot \times_2 + 1.280942 \cdot \times_{12} + 1.319600 \cdot \times_{13} + 12.622909 \cdot \times_{18} - 11.040590 \cdot \times_{22} + 0.183749 \cdot \times_{24} + 0.000408/w_4)$
$\hat{v}_7 = \exp_e(-1.674927 + 0.607199 \cdot \times_1 + 1.147025 \cdot \times_2 + 1.278637 \cdot \times_{12} + 1.367086 \cdot \times_{13} + 2.831339 \cdot \times_{18} - 1.787775 \cdot \times_{22} + 0.195925 \cdot \times_{24} + 0.000408/w_4)$
$\hat{v}_{10} = \exp_e(-1.617610 + 0.591087 \cdot \times_1 + 1.127121 \cdot \times_2 + 1.281174 \cdot \times_{12} + 1.266897 \cdot \times_{13} + 0.408309 \cdot \times_{18} + 0.498760 \cdot \times_{22} + 0.217787 \cdot \times_{24} + 0.000436/w_4)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.
Functions with d_3;

$\hat{v} = \exp_e(-2.068470 + 0.924439 \cdot \times_1 + 1.311737 \cdot \times_2 + 0.981738 \cdot \times_{10} + 1.666421 \cdot \times_{11} + 0.000654/w_2)$
$\hat{v}_5 = \exp_e(-3.071851 + 0.774440 \cdot \times_1 + 1.588899 \cdot \times_2 + 1.065186 \cdot \times_{10} + 2.360851 \cdot \times_{11} + 0.980712 \cdot \times_{20} + 0.000611/w_2)$
$\hat{v}_7 = \exp_e(-4.031326 + 0.642385 \cdot \times_1 + 1.823340 \cdot \times_2 + 1.057329 \cdot \times_{10} + 3.060693 \cdot \times_{11} + 0.478684 \cdot \times_{20} + 0.790762 \cdot \times_{21} + 0.000685/w_2)$

Beregningsresultaterne i tabel JAL-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel 8 på imellem 5.5 og 6.8% af v og v_s, mens d_6-funktionerne i forhold hertil har reduceret spredningen til imellem 3.2 og 3.6%, og d_3-funktionerne indtager en mellemstilling med fra 3.9 til 5.2%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel JAL-8 højt signifikante med d_6-modellerne for totalmasse på rod og for salgbar masse over 7 cm aflægningsgrænse, men da det samme gælder for hældningsforskellene, bliver de prøvefladevise spredninger i tabel JAL-7 her uden præcist indhold. Det samme må siges om de øvrige totalmasse på rod-modeller (standard og med d_3), hvor der ikke er signifikante niveauforskelle, men derimod nok hældningsforskelle imellem prøvefladerne. For de øvrige salgbar masse over 7 cm - modeller (standard og med d_3) er der ingen signifikante hældningsforskelle, men derimod signifikante niveauforskelle med standardmodellen. For de sidstnævnte modeller kan spredningen imellem prøveflader i tabel JAL-7 på henholdsvis 1.0 og 1.1% af v_7 således betragtes som en spredning imellem parallelle planer i et logaritmisk rum.

Med hensyn til udvalgstype findes der i tabel JAL-9 negative udslag for træer af type 1-2 (afdrift) med både d- og d_6-modellerne, der afviger gennemsnitlig fra -2 til -5%. Typerne 4 og 7 (udvalgte tyndingstræer) har med de samme modeller et lidt højere niveau fra -2 til +2% af v og v_7, alt i forhold til træer af type 6 (alle tyndingstræer).

I tabel JAL-10, som indeholder niveauafvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader, ses udviklingsforløb, hvor de enkelte målingers gennemsnitlige niveau kun sjældent afviger mere end 5% fra vedmassefunktionerne. Dog afviger et enkelt, stort træ på prøveflade GO betydeligt mere (henholdsvis + 25 og + 11% af v og v_7), og en nærmere undersøgelse viser, at træet har ekstremt store rodudløb, hvilket atter forklarer, at afvigelsen med salgbar masse modellen er betydeligt mindre end med totalmasse modellen, idet den først nævnte model er beregnet uden stødmasse. Af tabel JAL-11 fremgår de tilsvarende afvigelser i forhold til d_6-funktionerne. De er som ventelig mindre og afviger kun sjældent mere end 3% fra vedmassefunktionerne. Det før omtalte, stærkt afvigende træ viser fortsat store afvigelser, fordi d_6-parameteren ikke direkte er i stand til at forklare rodudløbenes størrelse.

På figurerne JAL-1, -2 og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser lagt op over bestandsdiameteren. Figurerne afslører ikke påfaldende ekstreme resultater.

Stødmassens andel af den totale stammemasse er ifølge tabel JAL-12 cirka 4%. Observationer for brysthøjdediameteren 70 cm mangler i materialet.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel JAL-13 har som helhed givet negative afvigelser i forhold til standardfunktionerne, men ganske præcise resultater sammenlignet med d_3- og d_6-funktionerne. For det småt dimensionerede materiale (H_g = cirka 8-9 m) på prøvefladerne UT og UR findes for v, v_5 og v_7 afvigelser fra -5.2 til -7.8% i forhold til standardfunktionerne, mens det beskedne antal træer med d > 10 cm har endnu større afvigelse på v_{10}. De noget større træer på prøveflade UG (H_g = cirka 16 m) har derimod noget mindre afvigelser med fra gennemsnitlig -2.5 til -3.4% af v og v_5. For de samme målinger ligger afvigelserne i forhold til d_3- og d_6-funktionerne i alle tilfælde i intervallet fra -1.4 til + 0.5% af v og v_5.

4.2.4. *Almindelig ædelgran*

Grundmaterialet omfatter i alt 509 træer. Af tabel ÆGR-1 ses, at langt hovedparten af materialet kommer fra dels de gamle bornholmske prøveflader G og H, dels fra Frijsenborg prøvefladerne IE, IF, IG og IH, og dels fra hugstforsøget i Vester Vandet klitplantage, prøveflade OB, som er repræsenteret med to forskellige hugststyrker. På hver af de nævnte prøvefladerne/hugstbehandlinger er der målt imellem 30 og 70 træer. Målingerne spreder over perioden e.1891-e.1967, alderen over intervallet 36-103 år og boniteten over graderne 1-3. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 31 og 76 m^2/ha, mens bestandsdiameteren går fra 17 til 52 cm og bestandshøjderne fra 13 til 31 m. Fra tabellen bemærkes herved, at unge ædelgranbevoksninger savnes i materialet, samt at begyndelsesgrundfladerne i de fleste tilfælde er ganske høje, d.v.s. bevoksningerne har inden målingernes påbegyndelse ofte været plejet med svag hugst.

Af tabel ÆGR-2 ses, at prøvetræerne spreder over diameterklasserne fra 10.0-14.9 til 60.0-64.9 cm med et maksimum (antal træer) i klassen 20.0-24.9 cm. Hver af klasserne i yderområderne < 15.0 og ≧ 45.0 cm er dog kun repræsenteret af højst 10 træer. Træhøjderne ligger i intervallet fra 10.0-14.9 til 30.0-34.9 m. Ifølge tabellerne ÆGR-3 og -4 er i alt 508 træer til rådighed for d_6-modellerne, mens kun 60 træer er til rådighed for d_3-modellerne, hvilket er så lille et materiale, at der er set bort fra disse modeller i almindelig ædelgran. De relative d_6/d-klasser

Tabel 9. Vedmassefunktioner for *almindelig ædelgran* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 9. Volume functions for common silver fir *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $11.4 \leqq h \leqq 33.9$ m, $d > a$, $0.17 \leqq D_g \leqq 0.52$ m.

Standard functions;

$\hat{v} = \exp_e(-3.058860 + 1.789127 \cdot \times_1 + 1.459622 \cdot \times_2 + 4.226077 \cdot \times_4 + 1.564662 \cdot \times_{24} - 2.573884 \cdot \times_{25} + 0.001046/w_3)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-1.836165 + 1.786329 \cdot \times_1 + 1.158275 \cdot \times_2 + 1.036908 \cdot \times_{24} - 1.640849 \cdot \times_{25} + 0.001053/w_3)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-1.864909 + 1.803636 \cdot \times_1 + 1.168073 \cdot \times_2 + 1.174249 \cdot \times_{24} - 1.914710 \cdot \times_{25} + 0.001037/w_3)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-1.941558 + 1.755337 \cdot \times_1 + 1.179995 \cdot \times_2 + 0.808134 \cdot \times_{18} + 0.965660 \cdot \times_{24} - 1.448010 \cdot \times_{25} + 0.001050/w_3)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 33.9$ m, $d > a$, $0.17 \leqq D_g \leqq 0.52$ m.

Functions with d_6;

$\hat{v} = \exp_e(-2.181434 + 0.594121 \cdot \times_1 + 1.293807 \cdot \times_2 + 1.343713 \cdot \times_{12} + 2.068863 \cdot \times_{13} + 0.593286 \cdot \times_{24} - 0.692496 \cdot \times_{25} + 0.000332/w_3)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-2.366370 + 0.515347 \cdot \times_1 + 1.325407 \cdot \times_2 + 1.400851 \cdot \times_{12} + 2.148695 \cdot \times_{13} + 1.413282 \cdot \times_{18} + 0.670936 \cdot \times_{24} - 0.763918 \cdot \times_{25} + 0.000303/w_3)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-2.391587 + 0.499940 \cdot \times_1 + 1.330187 \cdot \times_2 + 1.419005 \cdot \times_{12} + 2.176494 \cdot \times_{13} + 0.804452 \cdot \times_{18} + 0.717601 \cdot \times_{24} - 0.819860 \cdot \times_{25} + 0.000299/w_3)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-2.406171 + 0.399837 \cdot \times_1 + 1.344919 \cdot \times_2 + 1.495509 \cdot \times_{12} + 2.231101 \cdot \times_{13} + 0.887190 \cdot \times_{18} + 0.258730 \cdot \times_{24} + 0.000316/w_3)$

spreder over intervallet fra 0.700-0.749 til $\geqq 0.950$, men de yderste klasser er kun svagt repræsenterede. Tabel ÆGR-5 viser udvalgstyperne 4 og 7 som de langt hyppigst forekommende i materialet, men kun typerne 1, 5 og 8 mangler fuldstændig.

Beregningsresultaterne i tabel ÆGR-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne imellem 5.9 og 6.9% af v og v_s, mens d_6-funktionerne i forhold hertil har reduceret restspredningen stærkt til imellem 3.4 og 4.0%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel ÆGR-8 i alle tilfælde højt signifikante. For standardmodellerne er der desuden konstateret signifikante hældningsforskelle, hvorfor de prøvefladevise spredninger i tabel ÆGR-7 er uden præcist indhold for disse modeller. Derimod er der ikke fundet sikre hældningsforskelle med d_6-modellerne, og for disse modeller kan spredningerne imellem prøveflader på 1.7 og 2.3% af v og v_s i tabel ÆGR-7 vel med rimelighed betragtes som spredninger imellem parallelle planer i et logaritmisk rum.

Såvel med hensyn til udvalgstype som til bonitetsklasse er der i flere tilfælde fundet ret store gennemsnitlige forskelle. De største afvigelser i tabel ÆGR-9 er fundet med standardmodellerne, hvor træer af udvalgstype 2 (udvalgte træer fra afdrift) afviger gennemsnitlig med +4% af stammemassen fra træer af udvalgstype 6 (alle tyndingstræer), samt for bonitet 1, hvor træerne afviger med fra +6 til +7% fra træer af bonitet 2. Med d_6-modellerne er de maksimale afvigelser i alle tilfælde langt mindre.

I tabel ÆGR-10, som indeholder niveauafvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader, bemærkes et særlig lavt niveau for målingerne på prøveflade BØ (gennemsnitlig fra -2 til -8% af v og v_7), mens de øvrige prøveflader (Frijsenborgbevoksninger) har gennemsnitlige niveauer, som ligger meget nær funktionens, og som for de enkelte målinger udviser såvel negative som positive afvigelser. Af tabel ÆGR-11 fremgår de tilsvarende af-

vigelser med d_6-funktionerne, hvor der ganske vist kan ses en tydelig negativ tendens for de tre af prøvefladerne, men ingen af målingerne afviger her med mere end 3% i forhold til vedmassefunktionerne.

På figurerne ÆGR-1, -2, og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren. Figurerne afslører ingen påfaldende skævheder i resultaterne.

Stødmassens andel af den totale stammemasse er ifølge tabel ÆGR-12 imellem 3 og 4% for træer op til 40 cm brysthøjdediameter. Træer med diametre på 70 cm findes ikke i materialet.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel ÆGR-13 har for standardfunktionernes vedkommende givet resultater af meget varierende overensstemmelse. For træerne af mellemdimension (H_g = cirka 15 og 18 m) på prøveflade OG, Krenkerup, en tidligere meget hullet og ujævn bevoksning, er de gennemsnitlige afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne stærkt negative (fra -6.8 til -14.0%), mens de større træer (H_g = cirka 26 og 27 m) fra hugstforsøget i Vester Vandet klitplantage, prøveflade OB, har meget små afvigelser ved svag hugst (gennemsnitlig fra -1.2 til +0.2%) og positive afvigelser ved stærk hugst (gennemsnitlig fra +3.1 til +3.4% af v og v_s). Med d_6-funktionerne er overensstemmelsen med det metersektionerede materiale derimod ganske god i næsten alle tilfælde, og man bemærker specielt, at der i forhold til d_6-funktionerne ikke er nogen tydelige niveauforskelle med varierende hugstgrad, idet afvigelserne her med begge tyndingsstyrker er svagt negative (gennemsnitlig fra -0.5 til -1.9% af v og v_s).

4.2.5. *Kæmpegran*

Grundmaterialet omfatter i alt 476 træer. Af tabel AGR-1 ses, at materialet stammer fra kun fire prøveflader, hvoraf tre er beliggende på Frijsenborg skovdistrikt. Målingerne spreder over perioden e.1917-e.1976 og alderen over intervallet 20-63 år. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 20 og 54 m^2/ha, og grundfladerne er i alle tilfælde faldende fra første til sidste måling. Bestandsdiametrene går fra 10 til 56 cm og bestandshøjderne fra 10 til 37 m.

Af tabel AGR-2 ses, at diametrene spreder bredt imellem klasserne fra <5.0 til 60.0-64.9 cm, med et maksimum (antal træer) i intervallet fra 10.0 til 19.9 cm. Træhøjderne rækker fra 5.0-9.9 til 35.0-39.9 m. Ifølge tabellerne AGR-3 og -4 er i alt 364 træer til rådighed for d_6-modellerne og 190 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra <0.600 til 0.900-0.949, og d_3/d-klasserne går fra 0.600-0.649 til ≧0.950. Tabel AGR-5 viser udvalgstyperne, hvor især typerne 2, 4, 5 og 7 er vel repræsenterede, mens typerne 1 og 3 mangler helt.

Beregningsresultaterne i tabel AGR-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel 10 på imellem 8.5 og 10.6% af v og v_s, mens d_6-funktionerne i forhold hertil har mere end halveret spredningen til imellem 4.1 og 4.9%, og d_3-funktionerne indtager en mellemstilling med fra 5.3 til 7.2%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel AGR-8 i alle tilfælde højt signifikante, men det samme gælder standardmodellernes og d_6-modellernes hældningsforskelle, hvorfor spredningen imellem prøveflader i tabel AGR-7 for disse modeller er uden præcist indhold. Derimod er der ikke signifikante hældningsforskelle med d_3-modellerne, og for disse er spredningen imellem prøveflader i tabel AGR-7 beregnet til imellem 3.2 og 5.1%, hvilket er højt

Tabel 10. Vedmassefunktioner for *kæmpegran* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 10. Volume functions for Giant silver fir *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $5.0 \leqq h \leqq 38.7$ m, $d > a$, $0.10 \leqq D_g \leqq 0.56$ m.

Standard functions;

$\hat{v} = \exp_e(-1.836055 + 1.750469 \cdot \times_1 + 1.116252 \cdot \times_2 + 0.811030 \cdot \times_{24} - 0.599227 \cdot \times_{25} + 0.002599/w_1)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-2.106897 + 1.726940 \cdot \times_1 + 1.176499 \cdot \times_2 + 0.874295 \cdot \times_{18} + 0.974358 \cdot \times_{24} - 0.964245 \cdot \times_{25} + 0.002350/w_2)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-2.133546 + 1.711983 \cdot \times_1 + 1.165169 \cdot \times_2 + 0.938564 \cdot \times_{18} + 1.147646 \cdot \times_{24} - 1.081411 \cdot \times_{25} + 0.002298/w_2)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-2.211972 + 1.661504 \cdot \times_1 + 1.148836 \cdot \times_2 + 1.017624 \cdot \times_{18} + 1.398117 \cdot \times_{24} - 1.170134 \cdot \times_{25} + 0.002495/w_2)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 38.7$ m, $d > a$, $0.10 \leqq D_g \leqq 0.56$ m.

Functions with d_6;

$\hat{v} = \exp_e(-1.340847 + 0.830070 \cdot \times_1 + 1.032101 \cdot \times_2 + 1.131865 \cdot \times_{12} + 1.537322 \cdot \times_{13} + 0.615116 \cdot \times_{24} - 0.336832 \cdot \times_{25} + 0.000710/w_1)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-1.491576 + 0.648665 \cdot \times_1 + 1.060432 \cdot \times_2 + 1.292340 \cdot \times_{12} + 1.677067 \cdot \times_{13} + 7.622123 \cdot \times_{18} - 5.328904 \cdot \times_{22} + 0.627806 \cdot \times_{24} - 0.377071 \cdot \times_{25} + 0.000541/w_2)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-1.576204 + 0.665922 \cdot \times_1 + 1.075039 \cdot \times_2 + 1.275232 \cdot \times_{12} + 1.749975 \cdot \times_{13} + 1.076744 \cdot \times_{18} + 0.733241 \cdot \times_{24} - 0.501530 \cdot \times_{25} + 0.000538/w_2)$

$\hat{v}_{10} = \exp_e(-1.977044 + 0.498591 \cdot \times_1 + 1.162114 \cdot \times_2 + 1.413468 \cdot \times_{12} + 2.277187 \cdot \times_{13} + 0.806626 \cdot \times_{18} + 0.267371 \cdot \times_{22} + 0.771426 \cdot \times_{24} - 0.439725 \cdot \times_{25} + 0.000603/w_2)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.

Functions with d_3;

$\hat{v} = \exp_e(-1.316855 + 0.763714 \cdot \times_1 + 1.009909 \cdot \times_2 + 1.111184 \cdot \times_{10} + 1.059641 \cdot \times_{11} + 0.000841/w_1)$

$\hat{v}_5 = \exp_e(-3.055006 + 0.555247 \cdot \times_1 + 1.507125 \cdot \times_2 + 1.275532 \cdot \times_{10} + 2.908258 \cdot \times_{11} + 0.949789 \cdot \times_{20} + 0.000714/w_2)$

$\hat{v}_7 = \exp_e(-3.793821 + 0.543872 \cdot \times_1 + 1.653773 \cdot \times_2 + 1.099294 \cdot \times_{10} + 3.063050 \cdot \times_{11} + 0.308720 \cdot \times_{20} + 1.003107 \cdot \times_{21} + 0.000816/w_2)$

sammenlignet med øvrige nåletræarter, mens spredningen inden for prøveflader ligger imellem 4.2 og 5.0% af v og v_s.

Med hensyn til udvalgstype er der i tabel AGR-9 fundet store gennemsnitlige forskelle med standardmodellerne, men derimod kun svagere forskelle med d_6-modellerne. I forhold til målinger af alle tyndingstræer (type 6) viser de øvrige udvalgstyper (2, 4 og 7) alle negative afvigelser, med standardmodellerne gennemsnitlig fra -3 til -8% af v og v_s og med d_6-modellerne gennemsnitlig fra -1 til -3%.

I tabel AGR-10, som indeholder niveauafvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader (her lig med samtlige målte prøveflader), ses størrelsesordenen af de meget sikre niveauforskelle, som fremgik af tabel AGR-8. Prøveflade GP ligger her med et højt niveau (gennemsnitlig omkring +6 og +8% af v og v_7), og også prøveflade GR ligger højt. Derimod har prøveflade OA et lavt niveau (gennemsnitlig omkring -2 og -3%), mens prøveflade IR ligger nærmest ved funktionernes gennemsnitsniveau. Af tabel AGR-11 fremgår de tilsvarende afvigelser i forhold til d_6-funktionerne. Bortset fra prøveflade GR er afvigelsernes generelle positive eller negative tendens den samme som før, men udslagenes størrelse er oftest langt mindre.

På figurerne AGR-1, -2 og -3 ses de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren, og der synes ikke at være påfaldende skævheder i resultaterne. Man bemærker især den meget store forskel i niveauspredning med standardfunktionerne på den ene side og d_6-funktionerne på den anden. Med d_3-funktionerne bemærkes en enkelt stærkt afvigende måling (prøveflade GP i e.1917), mens de øvrige ligger med et niveau, som er nær ved funktionernes gennemsnitsniveau. Den stærkt afvigende måling med d_3-funktionerne er den eneste, som indgår på figuren fra prøveflade GP. Dog er der yderligere målt to træer på samme prøveflade i f.1921, og også disse viser meget høje, positive niveauafvigelser. Det synes altså, som om prøveflade GP afviger generelt fra de øvrige prøveflader med hensyn til niveau i forhold til d_3-funktionerne.

Stødmassens andel af den totale stammemasse på rod er ifølge tabel AGR-12 cirka 4% for træer op til 40 cm brysthøjdediameter. Derefter stiger den procentiske stødmasse stærkt og udgør for meget store træer på 70 cm diameter hele 8.4% af stammemassen.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel AGR-13 vedrører i alle tilfælde temmelig små træer (H_g = cirka 8 m). I forhold til standardfunktionerne er der fundet afvigelser på imellem -1.1 og +4.0% af v og v_s mens der i forhold til d_3-funktionerne er beregnet afvigelser fra +0.8 til +4.8%.

4.2.6. *Bøg*

Grundmaterialet omfatter i alt 2058 træer. Af tabel BØG-1 ses, at materialet fordeler sig til et stort antal prøveflader, men især kan måske fremhæves prøvefladerne DC og DD fra Buderupholm, DL fra Halsted Kloster, F fra Bornholm, Q fra Jægersborg Hegn og S fra Geelskov, der hver er repræsenteret med mere end 90 prøvetræer. Et ganske stort og interessant materiale kommer desuden fra hugstforsøget i Totterup skov under Bregentved distrikt. Målingerne spreder over perioden f.1902-e.1980, alderen over intervallet 22-185 år og boniteten over graderne 1-4. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 5 og 55 m^2/ha, mens bestandsdiametrene går fra 4 til 76 cm og bestandshøjderne fra 7 til 36 m.

Af tabel BØG-2 ses, at langt de fleste diameterklasser har ganske betydelige stamtal, dog findes kun 22 træer over 70.0 cm og kun 23 træer < 5.0 cm diameter. Træhøjderne rækker fra klassen 5.0-9.9 til klassen 35.0-39.9 m. Ifølge tabellerne BØG-3 og -4 er i alt 1887 træer til rådighed for d_6-modellerne og 334 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra 0.600-0.649 til ≧0.950, mens d_3/d-klasserne går fra 0.650-0.699 til ≧0.950. Tabel BØG-5 viser, at alle udvalgstyper er repræsenterede, type 3 dog kun med et meget lille antal træer. Af tabel BØG-6 fremgår, at gennemsnitlig omkring hvert fjerde træ i materialet er enten en dyb eller en middel tvege med et samlet antal på henholdsvis 68 og 426 tvegetræer. For højdeklasserne op til 19.9 m er andelen af dybe og middel tveger dog klart mindre end gennemsnittet (cirka 9%), og for højdeklasserne over 30.0 m er den større (cirka 38%).

Beregningsresultaterne i tabel BØG-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel I1 på imellem 7.3 og 8.1% af v_b og v_{sb}, mens d_6-funktionerne giver totale restspredninger på imellem 5.3 og 6.1% og d_3-funktionerne imellem 5.4 og 6.8%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel BØG-8 i de fleste tilfælde højt signifikante, men det samme gælder hældningsforskellene med standard- og d_6-modellerne, hvorfor de prø-

Tabel 11. Vedmassefunktioner for *bøg* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 11. Volume functions for beech *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $6.0 \leqq h \leqq 36.7$ m, $d > a$, $0.04 \leqq D_g \leqq 0.76$ m.

Standard functions;

$\hat{v}_b = \exp_e(0.467065 + 2.100761 \cdot \times_1 + 0.715347 \cdot \times_2 + 0.235416 \cdot \times_3 + 0.064329 \cdot \times_5 + 0.002777/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = \exp_e(-0.674491 + 2.137268 \cdot \times_1 + 0.957545 \cdot \times_2 + 0.668822 \cdot \times_{17} + 0.855764 \cdot \times_{18} + 0.175118 \cdot \times_{25} + 0.002036/w_2)$

$\hat{v}_{7b} = \exp_e(-0.825426 + 2.181697 \cdot \times_1 + 0.994047 \cdot \times_2 + 0.957453 \cdot \times_{17} + 1.008783 \cdot \times_{18} + 0.148965 \cdot \times_{25} + 0.001925/w_2)$

$\hat{v}_{10b} = \exp_e(-0.865663 + 2.158306 \cdot \times_1 + 0.986760 \cdot \times_2 + 0.608793 \cdot \times_{17} + 0.843249 \cdot \times_{18} + 0.157324 \cdot \times_{25} + 0.001848/w_2)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 36.7$ m, $d > a$, $0.07 \leqq D_g \leqq 0.76$ m.

Functions with d_6;

$\hat{v}_b = \exp_e(0.215997 + 1.016019 \cdot \times_1 + 0.795010 \cdot \times_2 + 1.135516 \cdot \times_{12} + 1.290224 \cdot \times_{13} + 0.232244 \cdot \times_3 + 0.065768 \cdot \times_5 + 0.001570/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = \exp_e(-0.580514 + 0.878680 \cdot \times_1 + 0.931316 \cdot \times_2 + 1.265540 \cdot \times_{12} + 1.320933 \cdot \times_{13} + 3.372686 \cdot \times_{18} - 3.055306 \cdot \times_{22} + 0.247677 \cdot \times_{25} + 0.001044/w_2)$

$\hat{v}_{7b} = \exp_e(-1.021430 + 0.858947 \cdot \times_1 + 1.028755 \cdot \times_2 + 1.246565 \cdot \times_{12} + 1.584037 \cdot \times_{13} + 0.663172 \cdot \times_{18} + 0.271312 \cdot \times_{25} + 0.000995/w_2)$

$\hat{v}_{10b} = \exp_e(-1.398657 + 0.772332 \cdot \times_1 + 1.118349 \cdot \times_2 + 1.315399 \cdot \times_{12} + 1.888512 \cdot \times_{13} + 0.720619 \cdot \times_{18} + 0.220988 \cdot \times_{25} + 0.000984/w_2)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.

Functions with d_3;

$\hat{v}_b = \exp_e(-0.603547 + 1.009676 \cdot \times_1 + 0.972478 \cdot \times_2 + 1.086356 \cdot \times_{10} + 1.762349 \cdot \times_{11} + 0.002004/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = \exp_e(-2.459139 + 0.905836 \cdot \times_1 + 1.419570 \cdot \times_2 + 0.975379 \cdot \times_{10} + 1.595896 \cdot \times_{11} + 0.781952 \cdot \times_{20} + 0.001098/w_2)$

$\hat{v}_{7b} = \exp_e(-1.978228 + 0.724282 \cdot \times_1 + 1.158814 \cdot \times_2 + 0.902082 \cdot \times_{10} + 0.318668 \cdot \times_{20} + 0.864021 \cdot \times_{21} + 0.001231/w_2)$

vefladevise spredninger for disse modeller i tabel BØG-7 er uden præcist indhold. For d_3-modellerne er derimod ikke konstateret signifikante hældningsforskelle, og her ligger spredningen imellem prøveflader i intervallet imellem 1.4 og 2.1% af v_b og v_{sb}, mens spredningen inden for prøveflader ligger imellem 5.2 og 6.5%.

Med hensyn til udvalgstype er de største udslag i tabel BØG-9 fundet med d_3-modellerne. Det er type 7, som her viser afvigelser på gennemsnitlig +7 og +5% af henholdsvis v_b og v_{7b} i forhold til type 6, men da der kun indgår en enkelt måling med type 7, er det alligevel højst usikkert, om udslaget faktisk kan tilskrives udvalgstypen. De øvrige typemæssige afvigelser er alle meget små. Bonitetsklasserne udviser en tendens til faldende niveau med aftagende bonitet, f.eks. gennemsnitlig +2, 0, -2 og -3% af v_b og v_{7b} for henholdsvis bonitet 1, 2, 3 og 4 med standardmodellerne. Den samme tendens, dog her svagere, genfindes med d_6-modellerne. I tabel BØG-9A er der beregnet højt signifikante udslag for tvegeklasser med standard- og d_6-modellerne. De gennemsnitlige afvigelser på v_b og v_{7b} i forhold til ikke-tveger er størst for klassen dybe tveger med +9% for standard- og fra +4 til +5% for d_6-modeller, mens afvigelserne for middel tveger kun er henholdsvis +3% og +2%. Det meget store gennemsnitlige udslag på v_{7b} for toptveger med d_3-modellen er ikke signifikant.

Tabel BØG-10 indeholder målingsvise afvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader. Der er her tale om måleserier med omkring 13 målinger over tiden for hver prøveflade, og man bemærker inden for hver prøveflade undertiden ganske store niveauændringer fra den ene måling til den næste, men uden meget tydelige, langtidige niveauforskydninger. Af tabel BØG-11 fremgår de tilsvarende tal i forhold til d_6-funktionerne, som helhed her med noget mindre niveauudslag.

Af specielle målingsvise resultater kan fremhæves de gennemsnitlige afvigelser med de forskellige hugstbehandlinger i hugstforsøget i Totterup skov, prøveflade DP, hvor især målingerne fra e.1950 og e.1980 er vel underbyggede. I e.1950, da bestandshøjden i forsøget lå omkring 13 m, blev der udtaget 10 prøvetræer pr. hugstgrad. I forhold til standardfunktionerne blev der for totalmasse på rod fundet gennemsnitlige afvigelser på -2, +3, -2 og +1% af v_b for henholdsvis B-, C-, D- og F-hugsterne, og for salgbar masse over 7 cm på -1, -2, -5 og -1% af v_{7b} for de samme hugstgrader – på dette tidlige stadium af hugstforsøget altså uden nogen meget tydelig sammenhæng mellem hugststyrke og niveauafvigelse. I e.1980, da bestandshøjden i forsøget lå omkring 25 m, blev der i B-hugsterne udtaget 30, i C-hugsterne 24 og i D-hugsterne 6 prøvetræer. På dette tidspunkt blev der for totalmasse på rod i forhold til standardfunktionerne fundet niveauafvigelser på -4, +6 og +5% af v_b for henholdsvis B-, C- og D-hugst, mens der tilsvarende for salgbar masse i forhold til standardfunktionerne konstateredes niveauafvigelser på henholdsvis -3, +1 og +1% af v_{7b} – altså nu med en tendens til stigende niveau med stigende hugststyrke for både totalmasse og salgbar masse. I forhold til disse resultater har funktionerne med øvre diametre ikke bibragt nogen ubetinget forbedring. I forhold til d_3-funktionerne er der således i e.1950 beregnet gennemsnitlige afvigelser for totalmasse på rod på -3, -1, -4 og -1% over hugstgraderne B-, C-, D- og F-, mens der tilsvarende for salgbar masse over 7 cm er beregnet -1, 0, 0 og +6% – altså i de fleste tilfælde afvigelser af samme størrelsesorden som med standardfunktionerne. Med d_6-funktionerne er resultaterne med de forholdsvis små træer fra e.1950 imidlertid i mange tilfælde ringere med gennemsnitlige afvigelser for totalmasse på rod på -7, +3, +1 og +2%, og for salgbar masse over 7 cm på -7, -4, -5 og -7%, stadigvæk for de respektive hugstgrader B-, C-, D-, og F-. Derimod er resultaterne med d_6-funktionerne anvendt på de større træer fra e.1980 oftest noget bedre end med standardfunktionerne med gennemsnitlige afvigelser for totalmasse på rod på -1, +5 og +2% af v_b og for salgbar masse over 7 cm på +1, -1, og -4% af v_{7b} for de respektive hugstgrader B-, C-, og D-, d.v.s. her med en tendens til stigende niveau med stigende hugststyrke i forhold til totalmassefunktionerne, men faldende niveau i forhold til salgbar masse funktionerne.

På figurerne BØG-1, -2 og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren. Med standardfunktionen for totalmasse på rod på figur BØG-1 synes der at være overvejende positive afvigelser for målinger med bestandsdiametre under 15 cm og overvejende negative afvigelser med bestandsdiametre over 65 cm, og noget af de samme tendenser kan genfindes for totalmasse på rod med d_6-modellen på figur BØG-3. Disse tilsyneladende skævheder, som er et resultat af prøvefladevise niveauforskydninger i det ubalancerede grundmateriale, er dog kun små og udgør som gennemsnit næppe mere end et par procent af v_b. For salgbar masse over 7 cm synes de målingsvise afvigelser at være mere ligelig fordelt omkring nullinjen.

Stødmassens andel af den totale træmasse er ifølge tabel BØG-12 lidt under 4% op til 40 cm brysthøjdediameter. Derefter stiger andelen svagt til 5.3% ved 70 cm diameter.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel BØG-13 har givet mindre gode resultater, end tilfældet almindeligvis har været i nåletræarterne, idet målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne på mere end 10% af v_b og v_{sb} forekommer ikke sjældent, dog kun undtagelsesvis mere end 15%. En betydelig del af de største afvigelser forkommer imidlertid i målinger af salgbare vedmasser, hvor brysthøjdediameteren kun er lidt større end aflægningsgrænsen, og hvor spredningen på v_{sb} i almindelighed er særlig stor. Disse målinger markerer sig tydeligt med et lavere stamtal end i den tilsvarende opmåling af total træmasse, og ser man bort fra målingerne med nedsatte stamtal, ligger de målingsvise afvigelser i forhold til funktionerne i alle tilfælde imellem -13 og +11% af v_b og v_{sb}. Funktionerne med øvre diametre har ikke i alle tilfælde givet mindre målingsvise niveauafvigelser end standardfunktionerne, og specielt synes alle d_3-funktionerne og måske også totalmassefunktionerne med d_6 her ikke at være bedre end standardfunktionerne. Derimod kan der måske konstateres forbedringer med d_6-funktionerne i opgørelsen af salgbar vedmasse, hvor de målingsvise afvigelser ved de forskellige aflægningsgrænser alle ligger imellem 0 og -6% af v_{sb}, idet der ses bort fra målinger med reducerede stamtal i forhold til opmålingen af den totale træmasse, men det er uvist, i hvor høj grad forbedringen er generel. Specielt med hensyn til hugstforsøget på Sønderborg distrikt, prøveflade EB, er der med den svage B-hugst tilsyneladende udviklet et negativt niveau i forhold til standardfunktionerne, som i f.1976 for totalmasse på rod var -4.0% og for salgbar masse over 5 cm var -7.1%, mens der med den stærke hugst repræsenteret ved D-graden er udviklet højere niveauer, nemlig +2.5% for totalmasse på rod og -2.5% for salgbar masse over 5 cm. Det stigende niveau med stigende hugststyrke svarer til resultatet fra Totterup forsøget i e.1980, og niveauforskellene synes dermed at være indtruffet tidligst i Sønderborg forsøget. I begge forsøg ligger niveauerne for salgbar masse overvejende noget lavere end for total træmasse, men forholdet er tydeligst i Sønderborg forsøgets måling. Med d_3-funktionerne findes der på prøveflade EB i f.1976 stærkt negative niveauer i B-hugsten med gennemsnitlig -11.0% af v_b og -9.0% af v_{5b}, men omtrent neutrale niveauer i D-hugsten med gennemsnitlig +0.6% af v_b og +0.0% af v_{5b}. Tilsvarende niveauændringer for stigende hugststyrke med d_3-funktionerne fandtes derimod ikke i samme grad i Totterup forsøget i e.1950. Med d_6-funktionerne findes der på prøveflade EB i f.1976 ret store positive niveauafvigelser for totalmasse på rod i såvel B- som i D-hugsten med henholdsvis +8.1% og +5.0% af v_b, mens der for salgbar vedmasse findes neutrale eller negative niveauer, f.eks. -0.0% og -1.6% af v_{5b} for henholdsvis B- og D-hugst. Niveauændringerne med stigende hugststyrke er således med d_6-funktionerne en hel del mindre end dem, der blev fundet med standardfunktionerne. Dette var også tilfældet med hensyn til totalmasse i Totterup forsøget i e. 1980, men derimod ikke altid for salgbar masse, og niveauændringerne med stigende hugststyrke i de to forsøg har heller ikke altid samme fortegn med d_6-funktionerne. I begge forsøg er der en overvejende tendens til lavere niveau for salgbar masse end for totalmasse, ligesom det var tilfældet med standardfunktionerne, men også med d_6-funktionerne synes forskellene at være størst i Sønderborg forsøgets måling.

4.2.7. *Eg*

Grundmaterialet omfatter i alt 1131 træer. Af tabel EG-1 ses, at materialet fordeler sig på et stort antal prøveflader, hvoraf bl.a. kan fremhæves prøveflade QA, Stenderup distrikt, med over 90 prøvetræer. Også hugstforsøget i Grevindeskoven under Bregentved distrikt er repræsenteret med mange træer, men kun i et meget kort åremål i det yngre aldersstadium. Målingerne spreder over perioden f.1902-e.1977, alderen over intervallet 14-188 år og boniteten over graderne 0-3. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 11 og 29 m^2/ha, mens bestandsdiametrene går fra 2 til 88 cm og bestandshøjderne fra 4 til 30 m.

Af tabel EG-2 ses, at hovedparten af træerne har diametre imellem 5.0 og 44.9 cm, men såvel klassen <5.0 cm som de største klasser op til $\geqq 80.0$ cm er dog ganske pænt repræsenterede. Træhøjderne rækker fra <5.0 m til 30.0-34.9 m. Ifølge tabellerne EG-3 og -4 er i alt 863 træer til rådighed for d_6-modellerne og 293 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra klassen 0.600-0.649 til klassen $\geqq 0.950$, mens d_3/d-klasserne går fra 0.650-0.699 til $\geqq 0.950$. Tabel EG-5 viser, at udvalgstyperne 4 og 7 samt 6, (henholdsvis udvalgte samt alle tyndingstræer) er de stærkest repræsenterede, mens typerne 3 og 8 er meget svagt forekommende, og type 5 mangler helt. Af tabel EG-6 fremgår, at gennemsnitlig omkring hvert syvende træ i materialet er enten en dyb eller en middel tvege, men heraf udgør de dybe tveger dog kun en meget lille del. For højdeklasserne under 19.9 m er andelen af tvegetræer klart mindre end gennemsnittet, og for klasserne over 20.0 m er den større.

Beregningsresultaterne i tabel EG-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel 12 på imellem 7.2 og 8.4% af v_b og v_{sb}, mens d_6-funktionerne giver totale restspredninger på imellem 5.0 og 5.7% og d_3-funktionerne imellem 5.8 og 6.5%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel EG-8 i alle tilfælde signifikante, mens de tilsvarende hældningsforskelle ikke er det. Der synes således at være grundlag for at betragte de prøvefladevise spredninger i tabel EG-7 som spredningen imellem parallelle planer i et logaritmisk rum, mens de indre spredninger udtrykker spredningen inden for de enkelte prøveflader. Spredningen imellem prøveflader med standardmodellerne ses heraf at ligge i intervallet 1.4-2.2%, med d_6-modellerne i intervallet 1.1-1.5% og med d_3-modellerne i intervallet 1.6-3.3% af v_b og v_{sb}, mens de indre spredninger, specielt med standard- og d_6-modellerne, ikke ligger meget under de totale spredninger.

Med hensyn til udvalgstype er der i tabel EG-9 fundet gennemsnitlige forskelle med standard- og d_6-modellerne, som er ret nøje overensstemmende for totalmasse på rod og salgbar masse over 7 cm. I gennemsnit synes træer fra afdrift (typerne 1 og 2) at give et lavere niveau med afvigelser på -2 og -3% af v_b og v_{7b}, mens udvalgte tyndingstræer (typerne 4 og 7) synes at give et højere niveau med afvigelser fra $+1$ til $+3$%, alt i forhold til typen alle tyndingstræer (type 6). Bonitetsklasse 1 viser kun meget små gennemsnitlige afvigelser fra bonitet 2. I tabel EG-9A er der beregnet højt signifikante udslag for tvegeklasser med standard- og d_6-modellerne. De gennemsnitlige afvigelser i forhold til ikke-tveger er størst for klassen dybe tveger med $+10$% af v_b og v_{7b} med standardmodellerne, mens afvigelserne med d_6-modellerne på henholdsvis $+2$ og $+3$% er væsentlig mindre. Afvigelserne for klassen middel tveger er såvel med standard- som med d_6-modellerne temmelig beskedne med henholdsvis $+3$ og $+2$%. De undertiden store gennemsnitlige afvigelser med d_3-modellerne er derimod ikke signifikante.

Tabel 12. Vedmassefunktioner for *eg* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 12. Volume functions for oak *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $3.3 \leqq h \leqq 32.4$ m, $d > a$, $0.02 \leqq D_g \leqq 0.88$ m.

Standard functions;

$\hat{v}_b = \exp_e(-0.172852 + 2.084477 \cdot x_1 + 0.801886 \cdot x_2 + 1.079690 \cdot x_4 + 0.280564 \cdot x_{24} + 0.003174/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = \exp_e(-0.712800 + 2.109680 \cdot x_1 + 0.919557 \cdot x_2 + 0.688118 \cdot x_{17} + 0.816693 \cdot x_{18} + 0.675413 \cdot x_{24} - 0.390777 \cdot x_{25} + 0.001714/w_3)$

$\hat{v}_{7b} = \exp_e(-0.855221 + 2.125952 \cdot x_1 + 0.945090 \cdot x_2 + 0.794239 \cdot x_{17} + 0.991454 \cdot x_{18} + 0.728208 \cdot x_{24} - 0.388666 \cdot x_{25} + 0.001630/w_3)$

$\hat{v}_{10b} = \exp_e(-1.078952 + 1.978020 \cdot x_1 + 0.988531 \cdot x_2 + 0.850331 \cdot x_{18} + 0.482206 \cdot x_{24} + 0.001546/w_3)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 32.4$ m, $d > a$, $0.11 \leqq D_g \leqq 0.88$ m.

Functions with d_6;

$\hat{v}_b = \exp_e(-0.853076 + 0.991022 \cdot x_1 + 1.031624 \cdot x_2 + 1.172593 \cdot x_{12} + 1.976378 \cdot x_{13} + 0.089320 \cdot x_{24} + 0.001158/w_3)$

$\hat{v}_{5b} = \exp_e(-0.474368 + 0.850261 \cdot x_1 + 0.923215 \cdot x_2 + 1.326752 \cdot x_{12} + 1.112510 \cdot x_{13} + 14.852066 \cdot x_{18} - 16.086282 \cdot x_{22} + 0.131228 \cdot x_{24} + 0.000881/w_3)$

$\hat{v}_{7b} = \exp_e(-0.892873 + 0.844069 \cdot x_1 + 1.009835 \cdot x_2 + 1.302824 \cdot x_{12} + 1.382999 \cdot x_{13} + 4.012573 \cdot x_{18} - 3.835959 \cdot x_{22} + 0.213959 \cdot x_{24} + 0.000799/w_3)$

$\hat{v}_{10b} = \exp_e(-2.072935 + 0.866263 \cdot x_1 + 1.278899 \cdot x_2 + 1.205367 \cdot x_{12} + 2.294484 \cdot x_{13} + 0.770009 \cdot x_{22} + 0.329369 \cdot x_{24} + 0.000758/w_3)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.

Functions with d_3;

$\hat{v}_b = \exp_e(-0.021332 + 1.054111 \cdot x_1 + 0.783650 \cdot x_2 + 1.076377 \cdot x_{10} + 1.365015 \cdot x_{11} + 0.001792/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = \exp_e(-1.580526 + 1.005898 \cdot x_1 + 1.156049 \cdot x_2 + 0.955285 \cdot x_{10} + 1.379466 \cdot x_{11} + 0.665674 \cdot x_{20} + 0.000916/w_3)$

$\hat{v}_{7b} = \exp_e(-2.477103 + 0.997221 \cdot x_1 + 1.380186 \cdot x_2 + 0.875033 \cdot x_{10} + 2.110575 \cdot x_{11} + 0.830826 \cdot x_{20} + 0.001084/w_3)$

Tabel EG-10 indeholder målingsvise afvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader. Man bemærker inden for samme prøveflade undertiden ganske store niveauændringer fra den ene måling til den anden, men uden meget tydelige, langtidige niveauforskydninger. Af tabel EG-11 fremgår de tilsvarende tal med d_6-funktionerne, som helhed - dog ikke undtagelsesfrit - med lidt mindre niveauudslag.

Af specielle målingsvise resultater kan fremhæves, at de forskellige egeprovenienser i Kohaven på Ravnholt distrikt, prøvefladerne QO, QP og QQ, ikke udviser nævneværdige niveauforskelle, og at vinteregene på prøveflade QR, Gl. Estrup distrikt, med en gennemsnitlig niveauafvigelse på -1% for v_b og +3% for v_{7b} i forhold til standardfunktionerne, samt på -2% for v_b og +2% for v_{7b} sammenlignet med d_6-funktionerne, ikke synes at afvige meget fra stilkegenes gennemsnit. Hugstforsøget i Grevindeskoven under Bregentved distrikt, prøveflade QX, er her kun repræsenteret ved et ungt materiale, som næppe har nået at udvikle større hugstbetingede niveauforskelle. Ved målinger i f.1949 og f.1951, hvor træerne var 25 og 27 år fra frø, er der blevet målt henholdsvis 30 og 10 prøvetræer i hver af hugstgraderne B-, C- og D-. Med standardfunktionerne for totalmasse på rod findes her gennemsnitlige afvigelser på re-

spektive 0, + 1 og -1% af v_b i de tre hugstgrader og for salgbar masse over 7 cm på henholdsvis -2, 0, og -2% af v_{7b}, mens funktionerne med d_3 giver gennemsnitlige afvigelser på henholdsvis 0, 0 og 0% for v_b og på -2, 0 og -1% for v_{7b}.

På figurerne EG-1, -2 og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren. Kun med d_3-funktionerne (figur EG-2) synes der at være tydelige skævheder, idet niveauet her synes stærkt stigende med bestandsdiameteren. Imidlertid har udvidede d_3-modeller, indeholdende D_g som parameter, ikke givet meget anderledes resultater, og forklaringen på forholdet skal ikke mindst søges i et meget højt niveau for prøveflade CR (velformede ege fra Nørholm hede), som kun er repræsenteret i den øverste del af bestandsdiameterspektret. En måling af tre træer på prøveflade AØ i f.1949, hvoraf de to havde højder langt under bevoksningens middelhøjde, udviser dog også et påfaldende lavt niveau i forhold til standard- og d_6-funktionerne for $D_g = 60$ cm.

Stødmassens andel af den totale træmasse er ifølge tabel EG-12 omkring 4% for træer med diametre imellem 10 og 70 cm.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabel EG-13 har ligesom i bøg givet mindre gode resultater, end tilfældet almindeligvis har været i nåletræarterne. Ser man bort fra målinger med reducerede stamtal, d.v.s. hvor nogle af prøvetræerne har brysthøjdediametre under aflægningsgrænsen, er antallet af målinger med gennemsnitlige afvigelser på over 10% dog kun sjældent forekommende. Funktionerne med øvre diametre synes som helhed ikke at have givet meget anderledes målingsvise niveauafvigelser end standardfunktionerne. Med hensyn til hugstforsøget på prøveflade RA, Esrum distrikt, er der ved målingen i f.1978 (H_g = cirka 14 og 15 m for B- og D-hugst) konstateret et stigende vedmasseniveau med stigende hugststyrke i forhold til alle funktionstyperne (standard-, med d_3-, med d_6-) ved alle aflægningsgrænser. Stigningen er dog forholdsvis beskeden for totalmasse på rod i forhold til d_6-funktionen, nemlig fra + 2.3 til + 4.9% af v_b. I det noget ældre hugstforsøg på prøveflade QX, Bregentved distrikt, er der ved målingen i e.1970 (H_g = cirka 19 og 18 m for B- og D-hugst) tilsvarende konstateret stigende vedmasseniveau med stigende hugststyrke i forhold til begge funktionstyper (standard-, med d_6-) for totalmasse, mens der modsat er konstateret et overvejende aftagende vedmasseniveau sammenlignet med begge funktionstyper for salgbar masse. For både B- og D-hugst på prøveflade RA og for D-hugst på prøveflade QX er der videre konstateret et generelt lavere niveau for salgbar masse i forhold til salgbar masse funktionerne end for totalmasse i forhold til totalmassefunktionerne, men for B-hugst på prøveflade QX er forholdet omvendt.

4.2.8. *Ask*

Grundmaterialet omfatter i alt 453 træer. Af tabel ASK-1 ses, at materialet for en meget stor dels vedkommende stammer fra Sorø (prøvefladerne FK og LA) samt Petersgård (prøvefladerne LC, LD og LE) og Ravnholt (prøveflade LJ) distrikter, mens mange af de resterende prøveflader kun er repræsenterede ved meget små stamtal. Målingerne spreder over perioden e.1907-f.1980, alderen over intervallet 12-104 år og boniteten over graderne 1-4. I bestand før tynding ligger grundfladerne imellem 7 og 29 m^2/ha, mens bestandsdiametrene går fra 3 til 59 cm og bestandshøjderne fra 6 til 29 m.

Tabel 13. Vedmassefunktioner for *ask* af varierende funktionstype og med forskellige aflægningsgrænser. De variable er nærmere definerede i afsnittene 3.3.5 og 3.3.7. Grundmaterialets ydergrænser er anført ud for hver funktionstype.

Table 13. Volume functions for ash *of varying function types and with various merchantable top limits. The variables are defined in Sections 3.3.5 and 3.3.7. The extreme limits of the basic material are set out against each function type.*

Standardfunktioner; $4.7 \leqq h \leqq 31.3$ m, $d > a$, $0.03 \leqq D_g \leqq 0.59$ m.
Standard functions;

$\hat{v}_b = epx_e(-1.088694 + 2.002341 \cdot x_1 + 1.022051 \cdot x_2 + 2.174706 \cdot x_4 + 0.697865 \cdot x_{24} - 0.614073 \cdot x_{25} + 0.002518/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = exp_e(-1.348665 + 1.991887 \cdot x_1 + 1.098804 \cdot x_2 + 0.429361 \cdot x_{17} + 0.955966 \cdot x_{18} + 0.258224 \cdot x_{24} + 0.001704/w_2)$

$\hat{v}_{7b} = exp_e(-1.515177 + 1.991150 \cdot x_1 + 1.125761 \cdot x_2 + 0.558633 \cdot x_{17} + 1.070868 \cdot x_{18} + 0.297575 \cdot x_{24} + 0.001774/w_2)$

$\hat{v}_{10b} = exp_e(-1.757332 + 1.999106 \cdot x_1 + 1.188680 \cdot x_2 + 0.621417 \cdot x_{17} + 1.088072 \cdot x_{18} + 0.228857 \cdot x_{24} + 0.001726/w_2)$

Funktioner med d_6; $12.0 \leqq h \leqq 31.3$ m, $d > a$, $0.07 \leqq D_g \leqq 0.59$ m.
Functions with d_6;

$\hat{v}_b = exp_e(-1.202001 + 1.012905 \cdot x_1 + 1.098062 \cdot x_2 + 1.102294 \cdot x_{12} + 2.073848 \cdot x_{13} + 0.605558 \cdot x_{24} - 0.636985 \cdot x_{25} + 0.001305/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = exp_e(-2.119546 + 0.857402 \cdot x_1 + 1.322068 \cdot x_2 + 1.189391 \cdot x_{12} + 2.177493 \cdot x_{13} + 0.787023 \cdot x_{18} + 0.192605 \cdot x_{24} + 0.000680/w_2)$

$\hat{v}_{7b} = exp_e(-2.537255 + 0.805818 \cdot x_1 + 1.430428 \cdot x_2 + 1.173141 \cdot x_{12} + 2.134793 \cdot x_{13} + 0.470423 \cdot x_{18} + 0.334264 \cdot x_{22} + 0.280223 \cdot x_{25} + 0.000673/w_2)$

$\hat{v}_{10b} = exp_e(-2.223885 + 0.726415 \cdot x_1 + 1.323108 \cdot x_2 + 1.257085 \cdot x_{12} + 2.122962 \cdot x_{13} + 0.782303 \cdot x_{18} + 0.138149 \cdot x_{22} + 0.302787 \cdot x_{25} + 0.000855/w_2)$

Funktioner med d_3; $6.0 \leqq h < 15.0$ m, $d > a$.
Functions with d_3;

$\hat{v}_b = exp_e(-0.031545 + 0.990263 \cdot x_1 + 0.766708 \cdot x_2 + 1.083258 \cdot x_{10} + 0.959821 \cdot x_{11} + 0.001793/w_1)$

$\hat{v}_{5b} = exp_e(-0.371586 + 0.923574 \cdot x_1 + 0.809192 \cdot x_2 + 1.064774 \cdot x_{10} + 0.770478 \cdot x_{20} + 0.000891/w_2)$

$\hat{v}_{7b} = exp_e(-1.859286 + 0.176359 \cdot x_1 + 0.915604 \cdot x_2 + 1.128633 \cdot x_{10} - 0.329732 \cdot x_{20} + 2.393483 \cdot x_{21} + 0.000780/w_2)$

Af tabel ASK-2 ses, at langt hovedparten af materialet ligger i diameterklasserne under 40 cm med maksimum (stamtal) imellem 5.0 og 14.9 cm. Træhøjderne rækker fra klassen < 5.0 m til klassen 30.0-34.9 m. Ifølge tabellerne ASK-3 og -4 er i alt 324 træer til rådighed for d_6-modellerne og 217 træer for d_3-modellerne. De relative d_6/d-klasser spreder bredt fra klassen 0.600-0.649 til klassen $\geqq 0.950$, mens d_3/d-klasserne går fra 0.700-0.749 til $\geqq 0.950$. Tabel ASK-5 viser udvalgstyperne 4 og 6 som de langt hyppigst forekommende, mens typerne 2, 3 og 5 mangler helt. Af tabel ASK-6 fremgår, at gennemsnitlig omkring hvert niende træ er enten en dyb eller middel tvege, men heraf udgør de dybe tveger dog kun en lille del. For højdeklasserne under 14.9 m er andelen af tvegetræer mindre end gennemsnittet, og for klasserne over 20.0 m er den større.

Beregningsresultaterne i tabel ASK-7 viser totale restspredninger med standardfunktionerne i tabel 13 på imellem 7.2 og 8.5% af v_b og v_{sb}, mens d_6-funktionerne giver totale restspredninger på imellem 4.3 og 6.3% og d_3-funktionerne imellem 4.8 og 7.0%.

De prøvefladevise niveauforskelle er ifølge tabel ASK-8 i alle tilfælde højt signifikante for totalmassemodellerne samt for standardmodellen for salgbar masse over 7 cm. Hældningsforskellene er, bortset fra d_3-modellen for total vedmasse, derimod ikke signifikante, hvorfor det i de fleste tilfælde synes tilladeligt at betragte de prøvefladevise spredninger i tabel ASK-7 som udtryk for spredningen imellem parallelle planer i et logaritmisk rum, mens de indre spredninger udtrykker spredningen omkring de pågældende planer for hver enkelt prøveflade. Spredningen imellem prøveflader er især stor for standardmodellerne, hvor den ligger imellem 2.2 og 4.2% af v_b og v_{sb} (størst for totalmasse på rod). For d_6-modellerne ses der ligeledes en ganske stor spredning for totalmasse på rod med 3.3% af v_b, mens salgbar masse modellerne ligger lavt med imellem 0.6 og 1.6% af v_{sb}. De indre spredninger er kun lidt lavere end de totale spredninger.

Med hensyn til udvalgstype er de gennemsnitlige, procentvise afvigelser i tabel ASK-9 i flere tilfælde ganske store, hvilket billede tegner sig endnu stærkere med hensyn til bonitetsklasser, hvor niveauet med standard- og d_6-modellerne tilsyneladende falder stærkt med faldende bonitet. I tabel ASK-9A er der beregnet signifikante udslag for tvegeklasser med standardmodellerne, men derimod ikke for d_3- og d_6-modellerne. De gennemsnitlige afvigelser i forhold til ikke-tveger er med standardmodellerne fra +8 til +9% af v_b og v_{7b} for dybe tveger, men kun fra +3% til +2% for middel tveger.

Tabel ASK-10 indeholder målingsvise afvigelser i forhold til standardfunktionerne på de fire oftest målte prøveflader. Man bemærker her inden for samme prøveflade undertiden store niveauændringer fra den ene måling til den anden, men i overensstemmelse med resultaterne fra tabel ASK-8 synes der ikke nogen påfaldende, langtidig ændring. Af tabel ASK-11 fremgår de tilsvarende tal med d_6-funktionerne, som helhed her med mindre niveauudslag.

På figurerne ASK-1, -2 og -3 ses en fuldstændig oversigt over de målingsvise afvigelser i forhold til vedmassefunktionerne lagt op over bestandsdiameteren. Der synes på flere af figurerne at være visse skævheder med varierende D_g-værdier, især for totalmassefunktionerne, som hænger sammen med den anvendte analyseteknik. F.eks. er der med standardfunktionen for total vedmasse på rod (v_b) en overvægt af negative afvigelser for meget store og for meget små træer, mens træer af mellemdimensionerne har overvægt af positive afvigelser. Forholdet skyldes, at prøvefladerne med overvægt af negative afvigelser kun er svagt repræsenterede i mellemdimensionerne. Funktionerne med øvre diameter har som helhed givet mindre afvigelser end standardfunktionerne, især for små og mellemstore træer.

Stødmassens andel af den totale træmasse er ifølge tabel ASK-12 omkring 3-4% i diameterintervallet 10-40 cm.

Afprøvningen af funktionerne på det metersektionerede materiale i tabel ASK-13 er udelukkende foretaget på træer af mellemdimension (D_g = cirka 18-25 cm, H_g = cirka 19-22 m). Såvel i forhold til standardfunktionerne som til d_6-funktionerne er afvigelserne negative, og på prøveflade LU's parceller er disse tilmed af temmelig konstant størrelsesorden, omkring -5% af v_b og v_{sb}. For prøveflade LV er afvigelserne i forhold til d_6-funktionerne mindre (fra -4.2 til -2.5%) end for totalmassefunktionerne (gennemsnitlig fra -6.8 til -7.8%).

4.3. *Diskussion af resultaterne*

Analysen af de prøvefladevise hældningsforskelle i tabellerne ART-8 for de forskellige træarter har vist, at vedmassemodellernes forudsætninger om samme hældningskoefficienter for alle prøveflader langt fra altid kan antages at være gældende. Kun for træarterne eg og ask synes forudsætningen generelt at kunne accepteres, mens de øvrige træarter oftest udviser signifikante forskelle, især med standard- og d_6-modellerne, mens hyppigheden og graden er svagere med d_3-modellerne. Dette resultat er måske ikke så mærkeligt, når man betænker, at såvel *Olsen* (1976) for rødgran som *Madsen* (1977b) for thuja tidligere på lignende prøvetræmaterialer har fundet signifikante hældningsforskelle imellem målinger, som er udført til forskellige tidspunkter enten på samme eller på forskellige prøveflader. Derimod kunne resultaterne synes i modstrid med de ikke-signifikante hældningsforskelle, som *Fog & Jensen* (1953) har påvist for målinger i bøg. Problemstillingen er dog en lidt anden i nærværende undersøgelse, idet hældningsforskellene her også indbefatter den langtidige niveauudvikling, som den beskrives af de variable indeholdende bestandsfaktoren D_g. I denne forbindelse kunne man måske forvente, at standardmodellerne ville udvise en større tendens til hældningsforskelle end d_6-modellerne, fordi der med standardmodellerne i flere tilfælde har kunnet konstateres forskellige langtidige niveauudviklinger med forskellige tyndingsstyrker, hvilket ikke i tilsvarende grad har kunnet konstateres med d_6-modellerne. Imidlertid synes hældningssignifikansen i tabellerne ART-8 ikke at være mindre for d_6-modellerne, og forklaringen må i hvert fald delvis være den, at den mindre restvarians med d_6-modellerne gør hældningsanalyserne mere følsomme. En del af hældningsforskellene med de forskellige modeller skyldes formentlig tilfældigheder i forbindelse med de undertiden kun meget få prøvetræer og korte måleserier inden for samme prøveflade, eventuelt i kombination med forskellige udvalgskriterier, som har været benyttet til prøvetrævalget. Hældningsforskellene kan være knyttede til såvel de enkelttrævise parametre (variable med d og h m.v.) som til bestandsparametre (variable med D_g), og en nærmere analyse af hældningerne viser, at begge typer ofte forekommer i materialet.

På baggrund af de konstaterede hældningsforskelle imellem prøvefladerne kunne man beslutte at forkaste modellerne, men dette er imidlertid ikke gjort her. Dels fordi modellerne i hvert fald for eg og ask synes tilfredsstillende på dette område, dels fordi det i de øvrige træarter synes tvivlsomt, om man kan finde modeller, som med det foreliggende grundmateriale vil kunne give mere almengyldige resultater, samme måleindsats forudsat. For disse øvrige træarter repræsenterer funktionerne altså den gennemsnitlige hældning for samtlige prøveflader i materialet, og betydelige hældningsafvigelser kan måske undertiden påregnes. I denne forbindelse kan det fremhæves, at modellerne adskiller sig fra simple regressionsmodeller derved, at ensidige prøvefladevise afvigelser forklares som gennemsnitlige niveauafvigelser gennem klassevariablen prøveflade og dermed altså ikke gennem større eller mindre hældningskoefficienter for de øvrige kontinuerte variable i det tilfældigvis målte d-/h- m.v. rum. Forholdet har en ganske stor betydning med det foreliggende, ubalancerede grundmateriale, ikke mindst i materialets udkanter, hvor eventuelle måleserier med ensidige niveauafvigelser ikke får nogen ekstraordinær hældningsmæssig effekt med de anvendte modeller.

Det gennemsnitlige prøvefladevise niveau, som er anvendt i funktionerne, er som omtalt i afsnit 4.1.2 beregnet med vægt efter antal træer fra de forskellige prøveflader. En væsentlig

begrundelse for at vægte niveauet har været den at undgå, at visse prøveflader med meget få træer og ekstreme niveauer - især forekommende med salgbar masse modeller efter reduktion af grundmaterialet for træer med $d < a$ - undertiden får en urimelig stor indflydelse på gennemsnitsniveauet. Det således beregnede gennemsnitsniveau bevirker, at regressionsplanen går gennem det samlede materiales gennemsnitspunkt $(\bar{y}, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \ldots, \bar{x}_n)$. Med det foreliggende, noget tilfældigt sammenbragte materiale er dette niveau ikke særlig velbegrundet. Bedre generelle kriterier ville f.eks. være niveauer svarende til gennemsnittet for hugsten i alle eksisterende, danske bevoksninger af den pågældende træart, eller måske niveauer svarende til gennemsnittet på et og samme skovdistrikt, men grundmaterialet giver ikke disse muligheder.

Tabellerne ART-8 viser for næsten alle de undersøgte træarter, modeller og aflægningsgrænser nogle højt signifikante niveauforskelle imellem prøveflader; kun for visse modeller i japansk lærk og ask er forskellene ikke signifikante. Denne niveauvariation er først og fremmest meningsfuld for træarterne ask og eg, fordi der i disse træarter (næsten) ikke findes statistisk sikre hældningsforskelle. De to træarter giver ifølge tabellerne ART-7 vidt forskellige spredninger imellem prøveflader med totalmassemodellerne, hvor askefladerne udviser store spredninger fra 3.2 til 4.2%, mens egefladerne har små spredninger fra 1.4 til 1.6% af v_b. Med modellerne for salgbar masse over 7 cm diameter er de prøvefladevise spredninger for eg og ask mere lig hinanden og ligger her i intervallet fra 0.6 til 2.8% af v_{7b} for de forskellige modeller. På grund af de undertiden kun korte måleserier på hver prøveflade, ikke mindst i ask, må man imidlertid være varsom med at tillægge disse spredningstal for stor generel gyldighed. Restspredningen på v_b inden for prøveflader i træarterne eg og ask udviser derimod langt større homogenitet og har formentlig også større generel gyldighed. For totalmasse findes her med standardmodellerne 7.4-8.3%, med d_3-modellerne 6.2-6.2% og med d_6-modellerne 5.2-5.5% spredning på v_b. For salgbar masse over 7 cm diameter findes med standardmodellerne 6.9-7.0%, med d_3-modellerne 4.6-5.7% og med d_6-modellerne 4.2-4.8% spredning på v_{7b}. Man bemærker her de faldende spredningstal fra standardmodellerne over d_3- til d_6-modellerne.

Med hensyn til den totale restspredning viser tabellerne ART-7 for de forskellige træarter flere generelle træk. For det første er der for totalmasse fundet noget større spredninger for løvtræ end for nåletræ, hvilket er meget naturligt i betragtning af, at der i løvtræ, i modsætning til nåletræ, er medregnet grenemasser. Spredningen med standardmodellerne ligger her for løvtræ i intervallet 8.1-8.5% af v_b og for nåletræ i intervallet 5.5-8.5% af v. Med d_3-modellerne er spredningen i løvtræ 6.4-7.0% af v_b og i nåletræ 3.9-5.3% af v, og med d_6-modellerne er den i løvtræ 5.7-6.3% af v_b og i nåletræ 3.4-4.1% af v. For det andet bemærker man også her, at der er et generelt fald i restspredningen fra standardmodellerne over d_3- til d_6-modellerne. Desuden bemærkes, at faldet er større for nåletræ end for løvtræ, hvilket utvivlsomt skyldes, at den øvre diameter i d_3- og d_6-modellerne kun i mådelig grad formår at forklare variationen i løvtræernes grenemasse. I meget runde tal reduceres restspredningen med d_6-modellerne i løvtræ til 3/4 og i nåletræ til 1/2 i forhold til standardmodellerne.

Med hensyn til salgbar masse over 7 cm diameter ses videre i tabellerne ART-7, at de generelle forskelle i restspredning mellem løvtræ og nåletræ er svundet noget ind, hvilket dels hænger sammen med en mindre spredning for løvtræ, idet grenemassen nu kun indgår med stærkt reducerede værdier, dels med en lidt større spredning for nåletræ med standard- og d_3-modeller-

ne. Med standardmodellerne ligger de totale restspredninger for salgbar masse over 7 cm diameter i intervallet 6.1-9.3%, med d_3-modeller i 4.4-6.4% og med d_6-modeller i intervallet 3.3-5.3% af v_7 eller v_{7b}. Der fremgår heraf en lignende generel reduktion i restspredning fra standard- over d_3- til d_6-modellerne som for totalmasse, dog således at restspredningen med d_6-modellerne i løvtræ her reduceres til rundt 2/3 og i nåletræ til rundt 1/2 i forhold til standardmodellerne.

Med hensyn til udvalgstype, som for de forskellige træarter er analyseret i tabellerne ART-9, må der først og fremmest ses på resultaterne med standard- og d_6-modellerne. For d_3-modellerne er afvigelserne derimod mindre pålidelige, alene af den grund at type 6 her ofte er svagt repræsenteret. Det er imidlertid med det stærkt ubalancerede materiale ofte uvist, hvor megen tiltro man skal have til de fundne udslag, og de gennemsnitlige afvigelser fra type 6 (alle tyndingstræer målt) beregnet i tabel 14 for alle nåletræarter under ét afviger med hensyn til de langt hyppigst forekommende typer 1-2, 4, 5 og 7 i gennemsnit da også mindre end 1.3% fra vedmassen for type 6 såvel med standard- som d_6-modellerne for både totalmasse og salgbar masse over 7 cm diameter. Afvigelserne i løvtræarterne under ét i tabel 15 ses at ligge inden for lignende grænser. Den benyttede typeinddeling synes således kun at give en ringe generel forklaring på restvariationen. På grund af de systematiske ændringer over tiden i udvalgstype (jvf. afsnit 2.1.1.3) skal man dog være varsom med fortolkningen af dette resultat.

Tabel 14. Udvalgstypernes gennemsnitlige afvigelse med hensyn til stammemasserne v og v_7 i *nåletræarterne.* Afvigelsen er opgjort i procent i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og vægtet med stamtallet i de forskellige træarter og udvalgstyper. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type har større vedmasse end træer af type 6.

Table 14. The average deflection of the various types of sampling with regard to the stem volumes v and v_7 in the conifer species. *The deflection is computed in percentage in relation to Type 6 (all thinning trees measured) and weighted with the stem number of the various tree species and types of sampling. Positive deflections mean that trees of the type concerned have a higher volume than trees of Type 6.*

Vedmasse *Volume* m³	Model-type *Type of model*	Afvigelser på v eller v_7 i forhold til type 6 Type *Deflections in v or v_7 in relation to Type 6 Type* 1-2 %	3 %	4 %	5 %	7 %	8 %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	÷0.3	+4.3	+0.8	÷1.0	+0.6	+3.5
- -	med d_6 *with d_6*	÷0.4	+1.8	+0.1	+1.1	+0.2	+1.0
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	÷0.6	+4.5	+0.7	÷0.3	+0.4	+2.5
- -	med d_6 *with d_6*	÷0.5	+2.1	+0.1	+1.3	0.0	+0.5

Analysen af bonitetsklasser i tabellerne ART-9 er på samme måde som udvalgstyperne præget af det stærkt ubalancerede materiale. Hvis boniteten har nogen indflydelse på niveauet for vedmasserne v og v_s eller v_b og v_{sb}, ville man umiddelbart forvente en generelt stigende eller faldende trend med stigende bonitet. Imidlertid er resultaterne med de forskellige træarter modstridende på dette punkt. Med standardmodellerne for totalmasse i sitkagran er trenden temmelig usikker for de almindeligst forekommende boniteter 1-4, men for samme træart synes

Tabel 15. Udvalgstypernes gennemsnitlige afvigelse med hensyn til træmasserne v_b og v_{7b} i *løvtræarterne*. Afvigelsen er opgjort i procent i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og vægtet med stamtallet i de forskellige træarter og udvalgstyper. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type har større vedmasse end træer af type 6.

Table 15. The average deflection of the various types of sampling with regard to the tree volumes v_b and v_{7b} in the hardwood species. *The deflection is computed in percentage in relation to Type 6 (all thinning trees measured) and weighted with the stem number of the various tree species and types of sampling. Positive deflections mean that trees of the type concerned have a higher volume than trees of Type 6.*

Vedmasse *Total volume on root* m³	Model-type *Type of model*	Afvigelser på v_b eller v_{7b} i forhold til type 6 Type *Deflections in v_b or v_{7b} in relation of Type 6* *Type* 1-2 %	3 %	4 %	5 %	7 %	8 %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	÷1.0	÷2.1	+0.4	+0.9	+0.1	÷0.1
- -	med d_6 *with d_6*	÷1.3	+1.6	+0.1	÷1.4	+0.1	÷0.2
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	÷1.3	÷3.0	+0.5	÷0.3	+0.1	+0.2
- -	med d_6 *with d_6*	÷1.1	+0.9	+0.8	÷1.2	+0.4	+1.0

der en tydelig faldende trend, når man inkluderer de svagt repræsenterede klasser 0 og 5. For almindelig ædelgran er den imidlertid lige så tydelig stigende, og i løvtræ er trenden stigende for bøg og ask, men for eg er den svagt faldende. Med standardmodellerne for salgbar masse over 7 cm diameter findes meget lignende forløb i de forskellige træarter. Med d_6-modellerne er trenden oftest svagere. Vurderingen af de generelle tendenser hæmmes yderligere en del af, at der ikke findes noget dansk boniteringssystem for japansk lærk og kæmpegran, hvorfor disse træarter ikke er inddraget i analysen.

Analysen af tvegeklasser i tabellerne ART-9A er kun udført for løvtræarterne og viser her overvejende signifikante udslag med standard- og d_6-modellerne for såvel totalmasse som salgbar masse over 7 cm diameter, mens d_3-modellerne kun undtagelsesvis har givet signifikante forskelle imellem tvegeklasser. De gennemsnitlige afvigelser i forhold til ikke-tveger er meget konstante med varierende træart og varierende aflægningsgrænse såvel for totalmasse som for salgbar masse over 7 cm diameter. Her findes med standardmodellerne en gennemsnitlig positiv afvigelse på +9, +3 og 0% på v_b og v_{7b} for henholdsvis dybe, middel og top tveger, mens d_6-modellerne tilsvarende giver afvigelser på +3, +2 og 0%. Modellerne med d_6 opfanger altså specielt de dybe tvegers ensidige afvigelser langt bedre end standardmodellerne. I modsætning til klasserne udvalgstype og bonitet er tvegeklassen ikke knyttet med samme værdi til alle en målings træer, og da antallet af tveger i de forskellige klasser desuden er ganske stort, forekommer denne analyse umiddelbart mere tillidvækkende end analyserne af de to førstnævnte klasser (bonitet og udvalgstype). Man kunne godt drage den konsekvens af analysen, at tvegeklassen skulle indsættes som obligatorisk variabel i modellerne, men da dette ville besværliggøre brugen af funktionerne meget - specielt hvor der arbejdes med bevoksningsvise opgørelser - er det alligevel ikke gjort. Til forudsigelse af bevoksningers vedmasse ved direkte anvendelse af funktionerne forudsættes derfor en fordeling til klassen ikke-tveger og de forskellige, egentlige tvegeklasser (dyb, middel og top), som i det foreliggende grundmateriale.

Denne forudsætning vil i nogle tilfælde langt fra være opfyldt, og specielt hvor der arbejdes med standardfunktioner, og hvor hyppigheden af dybe tveger samtidig afviger stærkt fra grundmaterialets, vil der være et behov for en niveaukorrektion af vedmassefunktionerne.

De målingsvise, gennemsnitlige afvigelser i tabellerne ART-10 og ART-11 for de fire oftest målte prøveflader i hver træart viser, at der i det store og hele er pæne overensstemmelser med vedmassefunktionerne. Der synes dog at være eksempler på såvel ensidige, prøvefladevise niveauafvigelser som på generelle niveauforskydninger over det langtidige udviklingsforløb. Ydermere bemærkes, at der ikke sjældent - og måske især i løvtræarterne - er ganske store niveauændringer fra en måling til den følgende, hvilket formentlig delvis kan forklares med dels ændrede udvalgsprincipper (krukkehugst, piskerhugst, sortimentshugst, normal hugst fra neden, m.v.) dels ved korttidige forskydninger i forholdet mellem højde - og diametervækst. For nåletræarterne er niveauafvigelser med d_6-modellerne oftest væsentlig mindre end med standardmodellerne, mens reduktionen i løvtræarterne er mere usikker.

Blandt de særlige undersøgelser kan fremhæves afvigelserne i hugstforsøgenes forskellige behandlinger, især bøgehugstforsøget i Totterup skov i e.1980 og sitkahugstforsøget i Nystrup klitplantage i e.1949-e.1953, i begge tilfælde efter langtidige, vedholdende hugstbehandlinger. Her er der i sitkagran med standardfunktionerne fundet de omtrentlige, gennemsnitlige vedmasseafvigelser på -2, + 1 og + 3% for både v og v_7 ved henholdsvis B-, C- og D-hugst, og med d_6-funktionerne tilsvarende cirka 0, -1 og 0% for både v og v_7. Der er altså her et stigende niveau med stigende hugststyrke i forhold til standardfunktionerne, men et omtrent konstant niveau i forhold til d_6-funktionerne. I bøg er der med standardfunktionerne fundet lignende forhold med afvigelserne -4, + 6 og + 5% for v_b og -3, + 1 og + 1% for v_{7b} ved henholdsvis B-, C- og D-hugst, mens der med d_6-funktionerne er konstateret tilsvarende afvigelser på cirka -1, + 5 og + 2% for v_b og + 1, + 1 og -4% for v_{7b}. I forhold til standardfunktionerne er der altså også her en tendens til stigende niveauer med stigende hugststyrke, og stigningen er tilsyneladende større for totalmasse end for salgbar masse over 7 cm aflægningsgrænse, mens forholdet med d_6-funktionerne er mere usikkert. Af andre særlige undersøgelser kan fremhæves proveniens-sammenligningerne i douglasgran og i eg. Her kan der kun konstateres meget små niveauforskelle imellem to vidt forskellige douglasprovenienser (prøvefladerne IB og II), og forskellene imellem tre forskellige egeprovenienser (prøvefladerne QO, QP og QQ) er heller ikke påfaldende store, ligesom en enkelt prøveflade i vintereg ikke adskiller sig væsentligt med hensyn til vedmasseniveau fra det øvrige materiale af stilkeg.

Afprøvningen af vedmassefunktionerne på det metersektionerede materiale i tabellerne ART-13 skal tages med betydelige forbehold på grund af den afvigende opmålingsteknik, som er benyttet for dette materiale, og som specielt for mellemstore og store træer kan bevirke ensidige afvigelser på indtil cirka -5 % i forhold til opmåling efter relativmetoden (afsnit 2.1.1.3). Alligevel synes der at tegne sig et mønster med disse afprøvninger, fælles for dels nåletræarterne dels løvtræarterne. I nåletræarterne er niveauafvigelserne med varierende aflægningsgrænse inden for de enkelte målinger oftest temmelig konstante. Videre ses, at hvor afvigelserne i forhold til standardfunktionerne er forholdsvis store (<-5%) giver funktionerne med øvre diameter næsten altid væsentlig bedre overensstemmelser med kontrolmaterialet. Endelig kan fremhæves, at stigende hugststyrke giver klart stigende niveau i forhold til standardfunktio-

nerne, mens der praktisk taget ikke er noget niveauudslag i forhold til funktionerne med øvre diameter. I løvtræarterne er resultaterne derimod mere diffuse. Her er de maksimale afvigelser for det første generelt større. Konstansen med varierende aflægningsgrænse er langt svagere. Forbedringen med modeller med øvre diameter i forhold til standardmodeller er ofte tvivlsom, i nogle tilfælde synes der endog en forringelse. Dog, ligesom i nåletræarterne findes der i almindelighed et stigende niveau i forhold til standardfunktionerne med stigende hugststyrke.

4.4. *Træartsvise sammenligninger*

Ved sammenligning af de forskellige træarters vedmasser ifølge tabellerne 6-13 må det erindres, at træarternes grundmaterialer med hensyn til $d/h/D_g$-kombinationer kun er delvis overlappende. Yderområderne repræsenteres i nåletræarterne af kæmpegran, som gennemsnitlig har særlig store h/d-forhold, og japansk lærk, hvis h/d-forhold er mindst. I løvtræarterne findes tilsvarende forskelle imellem bøg og eg, hvoraf den førstnævnte har de klart største h/d-forhold. De enkelte træarters gennemsnitlige h/d-forhold ændres stærkt over det langtidige udviklingsforløb, men forskellen imellem træarterne ændres derimod ikke nødvendigvis meget i procentiske tal for træer af samme dimension. F.eks. ligger h/d-forholdet for centrale træer i materialet for bøg ret konstant omkring 20% højere end for eg ved samme diameter (d).

For nåletræmaterialet som helhed, henholdsvis løvtræmaterialet, er der imidlertid udvalgt nogle $d/h/D_g$-kombinationer, som uden større ekstrapolation vil være repræsenterede i hver enkelt træarts grundmateriale. De pågældende kombinationer har $d = D_g$ d.v.s. enkelttræets diameter svarer til bestandsdiameteren, mens h repræsenterer enkelttræer, som ofte er enten en del over eller en del under almindelig bestandshøjde i pågældende træart. Faktorkombinationerne, som fremgår af tabellerne 16 og 17, er i de følgende afsnit benyttede som grundlag for de træartsvise vedmassesammenligninger.

4.4.1. *Standardfunktioner*

I tabel 16 er der foretaget en sammenligning af de forskellige nåletræarters totale stammemasse på rod (v) beregnet med standardfunktionerne i tabellerne 6-10 ved de valgte, fælles faktorkombinationer (d, h, D_g). Til sammenligning er videre anført stammemassen for rødgran bonitet II - d.v.s. for træer hvis højde er lig middelhøjden for bonitet II, og med en dertil svarende alder - ifølge *Olsen* (1976). De enkelte træarters afvigelse (%) er angivet i forhold til sitkagran.

Tabellen viser, at der er en meget nær overensstemmelse mellem rødgran bonitet II og sitkagran, idet rødgran over størrelsesklasserne oftest kun afviger fra 0 til + 1% i forhold til sitkagran. Kun for højden 14 m er afvigelsen større med + 5%.

Den større afvigelse ved højden 14 m skyldes måske til en vis grad tilfældige variationer inden for de enkelte prøveflader, men den kan eventuelt også hænge sammen med en prøvefladevis variation, idet Olsen (op.cit.) ikke har beregnet aldersindflydelsen inden for samme bevoksning (prøveflade), men i stedet har beregnet alderens gennemsnitlige indflydelse for materialet som helhed. Såfremt der i visse aldersgrupper skulle være en overvægt af prøveflader med ensidigt afvigende niveau, vil det derfor kunne forrykke alderindflydelsen, således at den ikke kommer til at svare til den langtidige udvikling inden for samme bevoksning. Olsen (op.cit.) synes imidlertid ikke at være gået nærmere ind i denne problemstilling. Helt så gode

Tabel 16. *Nåletræarternes* totale stammemasse på rod (v) beregnet for nogle fælles d/h/D_g-kombinationer med *standardfunktionerne* i tabellerne 6-10 og sammenlignet med rødgran (alder/højde som bonitet II) ifølge Olsen (1976). For hver træart er desuden anført centrale H_g-værdier i grundmaterialet svarende til D_g. De enkelte træarters afvigelser (Δ) er angivet i forhold til sitkagran, idet positive afvigelser betyder, at funktionsværdien for pågældende træart er større end funktionsværdien for sitkagran.

Table 16. The total stem volume on root (v) of the conifer species *computed for some shared d/h/D_g-combinations by the* standard functions *in Tables 6-10 and compared with Norway spruce (age/height as in Site class II) according to Olsen (1976). For each tree species, the table also shows central H_g-values from the basic material corresponding to D_g. The deflections of the individual tree species (Δ) are indicated in relation to Sitka spruce, positive deflections meaning that the functional value for the tree species concerned is higher than the functional value for Sitka spruce.*

Vedmassefaktorer *Volume factors*			Sitkagran *Sitka spruce*		Douglasgran *Douglas fir*			Japansk lærk *Japanese larch*			Alm. ædelgran *Common silver fir*			Kæmpegran *Giant silver fir*			Olsen (1976) *Olsen (1976)*	
d	h	D_g	H_g	v	H_g	v	Δ	H_g	v	Δ	H_g	v	Δ	H_g	v	Δ	T	v
cm	m	cm	m	m^3	m	m^3	%	m	m^3	%	m	m^3	%	m	m^3	%	år *years*	m^3
7.0	7.0	7.0	7.0	0.0153	7.0	0.0159	+4	6.6	0.0156	+2							18	0.0155
15.0	14.0	15.0	13.8	0.130	14.6	0.128	÷2	13.3	0.136	+5	12.7	0.134	+3	14.0	0.122	÷6	33	0.136
25.0	20.0	25.0	20.3	0.502	21.4	0.470	÷6	19.1	0.519	+3	20.0	0.522	+4	21.0	0.472	÷6	47	0.508
35.0	25.0	35.0	26.0	1.191	26.0	1.104	÷7	23.6	1.228	+3	26.0	1.247	+5	26.8	1.142	÷4	64	1.192
44.0	29.0	44.0	31.0	2.100	29.2	1.982	÷6	27.0	2.179	+4	29.4	2.166	+3	31.8	2.073	÷1	84*	2.101
52.0	32.0	52.0	35.4	3.088	31.5	3.028	÷2	29.0	3.250	+5	31.0	3.079	0	36.3	3.159	+2	99*	3.129

* Ekstrapoleret
* *Extrapolated*

overensstemmelser for rødgran generelt, som tilfældet har været med rødgran bonitet II, kan imidlertid ikke altid påregnes, og specielt for de ringeste rødgranboniteter kan afvigelserne blive betydelige. F.eks. beregnes for rødgran bonitet IV og højderne (h) 7 og 14 m stammemasser, som er 7-10% større end med funktionerne for sitkagran, mens overensstemmelsen er klart bedre for højden 21 m med kun 1-2 % større stammemasse. Dette niveauskift med alderen for rødgran bonitet IV i forhold til sitkagran hænger nøje sammen med det forhold, at Olsens (op.cit.) alderskorrektion er praktisk taget den samme for alle aldre over 40 år, hvorfor boniteten her ingen væsentlig indflydelse får for bestemte stammedimensioners (d,h) vedmassse. Under 40 år er niveaukorrektionen derimod stærkt alders- og bonitetsafhængig, således at bestemte stammedimensioner på gode boniteter får en forholdsvis lille vedmasse og vice versa for dårlige boniteter. Den niveauudjævning for forskellige boniteter med stigende alder, som er indbygget i Olsens (op.cit.) model, er vel ikke utænkelig, men antagelsen burde ved lejlighed tages op til nærmere undersøgelse.

Med hensyn til douglasgran viser tabel 16 for højderne (h) fra 14 til 32 m stærkt negative afvigelser (mindre vedmasser) fra -2 til -7% i forhold til sitkagran. Douglasgran har således ifølge standardfunktionen for total stammemasse i disse højder (h) en betydelig mindre vedmasse for samme d/h/D_g-kombination end rødgran og sitkagran. For den mindste højde, h = 7 m, i tabellen er afvigelsen derimod positiv, +4%, men det må nok erkendes, at standardfunktionen i tabel 7 er særlig usikker i dette område. Forholdet afsløres bl.a. ved, at forsøg på at inddrage målehøjdevariablen x_4 i modellen leder til en negativ koefficient for x_4, hvilket er i modstrid med modeloplægget og ganske usædvanligt. Måske er forholdet et resultat af skift over tiden i udvalgskriterier for prøvetræer inden for de anvendte prøveflader.

Standardfunktionen for total stammemasse på rod for japansk lærk har i tabel 16 givet klart positive niveauer fra +2 til +5% i forhold til sitkagran. Medvirkende til det positive niveau er måske den særlig lave grundflade, som har været anvendt i træarten (se senere).

Med hensyn til almindelig ædelgran bemærkes i tabel 16, at standardfunktionen for total stammemasse på rod overvejende har givet positive niveauafvigelser fra sitkagran med fra + 3 til + 5% i højderne (h) fra 14 til 29 m, derefter faldende igen til 0% for højden 32 m. Man bemærker den manglende vedmasse for højden 7 m i tabel 16, svarende til at det ikke kan anbefales at benytte funktionen til beregninger med højder, som ligger væsentlig under grundmaterialets nedre højdegrænse på 11.4 m.

Med standardfunktionen for total stammemasse på rod for kæmpegran bemærkes i tabel 16 overvejende stærkt negative afvigelser (mindre vedmasser) i forhold til sitkagran. Afvigelserne ændrer sig dog stærkt med dimensionsudviklingen, nemlig jævnt stigende fra -6% for højden 14 m til + 2% for højden (h) 32 m.

Tabel 17. *Løvtræarternes* totale træmasse på rod (v_b) beregnet for nogle fælles d/h/D_g-kombinationer med *standardfunktionerne* i tabellerne 11-13 og sammenlignet med bevoksningsvise middeltal (v_b) for bøg ifølge Henriksen (1953). For hver træart er desuden anført centrale H_g-værdier i grundmaterialet svarende til D_g. De enkelte træarters afvigelse (Δ) er angivet i forhold til bøg, idet positive afvigelser betyder, at funktionsværdien for pågældende træart er større end funktionsværdien for bøg.

Table 17. The total tree volume on root (v_b) of the hardwood species *computed for some shared d/h/D_g-combinations by the* standard functions *in Tables 11-13 and compared with the volume of mean basic area trees (v_b) for beech according to Henriksen (1953). For each tree species, the table also shows central H_g-values from the basic material corresponding to D_g. The deflections of the individual tree species (Δ) are indicated in relation to beech, positive deflections meaning that the functional value for the tree species concerned is higher than the functional value for beech.*

Vedmassefaktorer *Volume factors*			Bøg *Beech*		Eg *Oak*			Ask *Ash*			Henriksen (1953) *Henriksen (1953)*	
d cm	h m	D_g cm	H_g m	v_b m³	H_g m	v_b m³	Δ %	H_g m	v_b m³	Δ %	v_b m³	Δ %
5.5	7.0	5.5	8.0	0.0126	6.0	0.0121	÷4	8.6	0.0120	÷5		
14.0	14.0	14.0	15.0	0.137	13.0	0.134	÷2	15.0	0.132	÷4	0.139	+1
25.0	20.0	25.0	21.6	0.605	18.9	0.598	÷1	20.7	0.596	÷1	0.592	÷2
38.0	25.0	38.0	27.3	1.772	22.6	1.749	÷1	24.4	1.749	÷1	1.720	÷3
55.0	29.0	55.0	32.0	4.504	26.0	4.429	÷2	28.2	4.289	÷5	4.448*	÷1
76.0	32.0	76.0	35.0	10.102	29.0	9.928	÷2					

*Ekstrapoleret
**Extrapolated*

I tabel 17 er der tilsvarende foretaget en sammenligning af de forskellige løvtræarters totale træmasse på rod (v_b) ved de valgte, fælles faktorkombinationer (d, h, D_g). Til sammenligning er anført vedmassen (v_b) for bestandsmiddeltræer af bøg ifølge *Henriksen* (1953). Henriksens tabeller dækker dog ikke de yderste trædimensioner, som her er benyttet.

Med hensyn til bøg viser tabel 17 en god overensstemmelse mellem Henriksens tal og standardfunktionen for total træmasse på rod fra tabel 11, idet afvigelserne ligger imellem + 1 og -3%.

Såvel eg som ask har i tabel 17 omtrent samme totale træmasse på rod for højderne (h) 20 og 25 m som bøg, idet afvigelsen kun er -1%. Men for såvel de lavere højder (h) 7 og 14 m som de større (h) 29 og 32 m afviger de to træarter negativt (mindre vedmasser end bøg) med indtil -5%.

Antager man hypotesen om prøvefladevise parallelle planer i et logaritmisk rum – hvilken dog oftest ikke har nogen sikker berettigelse, jvf. afsnittene 4.2 og 4.3 – ses det af de prøvefla-

devise spredninger i tabellerne ART-7, at disse for de fleste træarters vedkommende ligger på under cirka 2 % af vedmassen. For enkelte, ekstreme bevoksninger i materialet kan derfor i disse tilfælde påregnes afvigelser fra et gennemsnitsniveau på indtil cirka 3-4% af vedmassen. Specielt for træarterne ask og kæmpegran er der dog beregnet større spredninger, hvorfor der her i enkelte, ekstreme bevoksninger kan påregnes afvigelser fra et gennemsnitsniveau på indtil cirka 8%. Med så store afvigelser for enkelte bevoksninger og med undertiden kun få bevoksninger i grundmaterialet er det klart, at repræsentationsproblemet (jvf. afsnit 2.3) bliver af væsentlig betydning og i særlig grad gør det uvist, i hvor høj grad de træartsvise forskelle i tabellerne 16 og 17 vil kunne genfindes som f.eks. et nutidigt gennemsnit for landet som helhed. Det samlede billede kompliceres imidlertid af de ofte konstaterede, prøvefladevise hældningsforskelle, som kan have flere årsager, men hvortil i hvert fald hører hugstbehandlingen, såle-

Tabel 18. Grundflader før tynding (m²/ha) fordelt til træarter og bestandshøjdeklasser. I hver højdeklasse er grundfladen beregnet som et aritmetisk gennemsnit for de prøveflader og måleår, der indgår i grundmaterialet. Til sammenligning er anført tilsvarende grundflader før tynding ifølge generelle danske tilvækstoversigter.

Table 18. Basal areas before thinning (m²/ha) distributed over tree species and stand height classes. In each height class the basal area is computed as an arithmetic mean for the sample plots and measuring years included in the basic material. For comparison the table shows similar basal areas before thinning according to general Danish yield tables.

Træart *Tree species*	Gennemsnitlige grundflader i forskellige højdeklasser *Mean basal areas in various height classes*							
	< 10 m		10-20 m		20-30 m		> 30 m	
	Prøve-flader *Sample plots* m²/ha	Over-sigt *Yield tables* m²/ha	Prøve-flader *Sample plots* m²/ha	Over-sigt *Yield tables* m²/ha	Prøve-flader *Sample plots* m²/ha	Over-sigt *Yield tables* m²/ha	Prøve-flader *Sample plots* m²/ha	Over-sigt *Yield tables* m²/ha
Sitkagran *Sitka spruce*	31.7		40.8	40.3	38.8	42.5	57.2	
Douglasgran *Douglas fir*	23.8		34.3	30.0	35.7	35.5	38.8	34.8
Japansk lærk *Japanese larch*	25.2	23.4	23.7	23.0	20.9	20.0		
Alm. ædelgran *Common silver fir*			44.0	44.3	41.0	53.2	58.9	57.8
Kæmpegran *Giant silver fir*			42.4		34.7		32.2[4]	
Bøg *Beech*	16.2	18.0	24.3	23.8	26.2	28.1	29.2	
Eg *Oak*	13.2[2]	16.7	16.9[3]	18.7	21.0	20.3		
Ask *Ash*	10.7[1]		11.9	11.3	15.9	13.2		

[1] Eksklusive prøveflade FZ
[2] Eksklusive prøveflade CÆ
[3] Eksklusive prøveflade QD1, f. 1928, og QE
[4] Eksklusive prøveflade IR, e. 1967

[1] *Exclusive of sample plot FZ*
[2] *Exclusive of sample plot CÆ*
[3] *Exclusive of sample plot QD1, spring 1928, and QE*
[4] *Exclusive of sample plot IR, autumn 1967*

des at stærk hugst på lang sigt giver et forholdsvis højt vedmasseniveau og vice versa. De niveauer, som er beregnet i tabellerne 16 og 17 skal derfor ses på baggrund af den hugststyrke, som gennemsnitlig har været anvendt i de pågældende træarter.

Spørgsmålet om den gennemsnitlige hugststyrke er i tabel 18 søgt illustreret med tal for grundflade før tynding (m^2/ha) i bestandshøjdeklasserne <10, 10-20, 20-30 og >30 m. På grund af de hyppige hugstindgreb på prøvefladerne er grundfladen før tynding en anvendelig retningsviser for indgrebenes styrke, om end grundfladen mellem tyndinger ville have været noget bedre. Grundfladerne i tabellen er beregnede som aritmetiske gennemsnit for de prøveflader og måleår, der indgår i grundmaterialet. Da den enkelte prøveflade ikke altid er repræsenteret i alle højdeklasserne - nogle er endda kun repræsenteret i en enkelt - beskriver tabellen imidlertid ikke nødvendigvis et fuldstændig korrekt, gennemsnitligt udviklingsforløb for de bevoksninger, som indgår i grundmaterialet, men på grund af meget langtidige måleserier for nogle af prøvefladerne er der dog alligevel en betydelig grad af naturlig sammenhæng imellem de forskellige højdeklassers tal. På grund af de forskellige træarters undertiden forskellige maksimale grundflader skal man være varsom med at benytte grundfladetallene direkte som et udtryk for træarternes relative hugststyrke. Hvad man derimod kan gøre, er at sammenligne de målte grundflader med grundfladerne ifølge danske tilvækstoversigter, som også findes beregnet i tabel 18. Der er hertil for træarterne sitkagran (*Henriksen,* 1958), douglasgran (*Karlberg,* 1961), almindelig ædelgran (*Henriksen,* 1957), bøg og eg (*Møller,* 1933), samt ask (*Møller & Nielsen,* 1959) benyttet tal fra de respektive oversigters bonitet 2, mens der for japansk lærk er benyttet tal ifølge *Andersen* (1950), som ikke har meddelt nogen bonitetsinddeling af tilvækstoversigten. Sammenligningen af prøvefladernes og bonitetsoversigternes grundfladetal viser i de fleste tilfælde en nærmest forbløffende god overensstemmelse. Forskellene er sjældent mere end nogle få m^2/ha, og kun for almindelig ædelgran i højdeklassen 20-30 m bliver den så stor som 12 m^2/ha. Med hensyn til hugststyrke tyder tabel 18 derfor på, at den gennemsnitlige behandling af prøvefladerne i langt de fleste tilfælde har ligget nær ved tilvækstoversigternes hugstbehandling. Den fundne overensstemmelse med tilvækstoversigterne hænger i hvert fald delvis sammen med, at der i større eller mindre grad er benyttet tal fra de samme prøveflader til de to undersøgelser.

4.4.2. *Funktioner med øvre diameter*

I tabel 19 er de træartsvise sammenligninger af nåletræarternes totale stammemasse på rod fortsat, men nu på grundlag af funktionerne med øvre diameter i tabellerne 6-10. Sammenligningerne er foretaget for sådanne faktorkombinationer (d, h, d_3 eller d_6, D_g), der i sitkagran giver praktisk taget samme vedmasse, som blev beregnet i tabel 16. For højder (h) under 14 m er vedmassen (v) beregnet med d_3-funktionerne, for højder (h) over 14 m med d_6-funktionerne, mens der for $h = 14$ m er beregnet vedmasser med begge funktionstyper. De enkelte træarters afvigelser er anført i forhold til sitkagran.

To forhold er specielt iøjnefaldende i tabel 19. For det første ses, at der med d_3-funktionerne og højden (h) 7 m beregnes praktisk taget samme vedmasse (v) i alle træarterne, idet afvigelsen i forhold til sitkagran er maksimalt 1%. For det andet ses, at der med d_6-funktionerne og højden (h) 14 m beregnes tilsvarende konstante vedmasser for alle træarterne. Netop for disse to,

Tabel 19. *Nåletræarternes* totale stammemasse på rod (v) beregnet for nogle fælles d/h/d_x/D_g-kombinationer med *d_3- og d_6-funktionerne* i tabellerne 6-10. De enkelte træarters afvigelse (Δ) er angivet i forhold til sitkagran, idet positive afvigelser betyder, at funktionsværdien for pågældende træart er større end funktionsværdien for sitkagran.

Table 19. The total stem volume on root (v) of the conifer species *computed for some shared d/h/d_x/D_g-combinations by the* d_3- *and* d_6-functions *in Tables 6-10. The deflections of the individual tree species (Δ) are indicated in relation to Sitka spruce, positive deflections meaning that the functional value for the tree species concerned is higher than the functional value for Sitka spruce.*

Vedmassefaktorer *Volume factors*					Sitkagran *Sitka spruce*	Douglasgran *Douglas fir*		Japansk lærk *Japanese larch*		Alm. ædelgran *Common silver fir*		Kæmpegran *Giant silver fir*	
d	h	d_3	d_6	D_g	v	v	Δ	v	Δ	v	Δ	v	Δ
cm	m	cm	cm	cm	m^3	m^3	%	m^3	%	m^3	%	m^3	%
7.0	7.0	5.6		7.0	0.0153	0.0154	+1	0.0155	+1			0.0153	0
15.0	14.0	14.1		15.0	0.130	0.136	+5	0.135	+4			0.123	÷5
15.0	14.0		11.7	15.0	0.131	0.131	0	0.132	+1	0.132	+1	0.131	0
25.0	20.0		21.3	25.0	0.503	0.501	0	0.508	+1	0.515	+2	0.501	0
35.0	25.0		30.1	35.0	1.190	1.169	2	1.207	+1	1.232	+4	1.194	0
44.0	29.0		37.6	44.0	2.102	2.071	÷1	2.177	+4	2.199	+5	2.150	+2
52.0	32.0		43.7	52.0	3.091	3.101	0	3.309	+7	3.258	+5	3.246	+5

forholdsvis lave højder (h) synes de respektive øvre diametre altså at være så tilpas stærke parametre, at de træartsvise vedmasseforskelle praktisk taget elimineres.

For de større højder (h) udmøntes der imidlertid med d_3-funktionerne ret store positive afvigelser (+5 og +4%) for douglasgran og japansk lærk, men negative (-5%) for kæmpegran. Med d_6-funktionerne findes med stigende højde (h) neutrale eller negative afvigelser i douglasgran (fra 0 til -2%), positive i japansk lærk (stigende fra +1 til +7%), positive afvigelser i almindelig ædelgran (jævnt stigende op til +5%), mens afvigelserne i kæmpegran er temmelig neutrale i mellemdimensionerne for i de største højder (h) at stige til +5%, alt i forhold til total stammemasse på rod for sitkagran. Set i forhold til resultatet med standardfunktionerne i tabel 16 er afvigelserne med d_6-funktionerne i tabel 19 i mellemdimensionerne af en væsentlig mindre størrelsesorden. Kun for de største dimensioner bliver de træartsvise vedmasseforskelle meget tydelige.

Tabel 20. *Løvtræarternes* totale træmasse på rod (v_b) beregnet for nogle fælles d/h/d_x/D_g-kombinationer med *d_3- og d_6-funktionerne* i tabellerne 11-13. De enkelte træarters afvigelse (Δ) er angivet i forhold til bøg, idet positive afvigelser betyder, at funktionsværdien for pågældende træart er større end funktionsværdien for bøg.

Table 20. The total tree volume on root (v_b) of the hardwood species *computed for some shared d/h/d_x/D_g-combinations by the* d_3- *and* d_6-functions *in Tables 11-13. The deflections of the individual tree species (Δ) are indicated in relation to beech, positive deflections meaning that the functional value for the tree species concerned is higher than the functional value for beech.*

Vedmassefaktorer *Volume factors*					Bøg *Beech*	Eg *Oak*		Ask *Ash*	
d	h	d_3	d_6	D_g	v_b	v_b	Δ	v_b	Δ
cm	m	cm	cm	cm	m^3	m^3	%	m^3	%
5.5	7.0	4.3		5.5	0.0125	0.0121	÷3	0.0117	÷6
14.0	14.0	12.4		14.0	0.137	0.130	÷5	0.128	÷7
14.0	14.0		10.7	14.0	0.136	0.130	÷4	0.135	÷1
25.0	20.0		21.0	25.0	0.604	0.592	÷2	0.616	+2
38.0	25.0		32.7	38.0	1.773	1.747	÷1	1.822	+3
55.0	29.0		47.5	55.0	4.507	4.397	÷2	4.477	÷1
76.0	32.0		65.3	76.0	10.095	9.656	÷4		

I tabel 20 er beregnet total træmasse på rod (v_b) for løvtræarterne med d_3- og d_6-funktionerne i tabellerne 11-13. Sammenligningerne er foretaget på grundlag af de faktorkombinationer (d, h, d_3 eller d_6, D_g), der giver praktisk taget samme vedmasse for bøg, som er fundet med standardfunktionen i tabel 17. For højden h = 14 m er beregningerne udført både med d_3- og d_6-funktionerne, men under 14 m kun med d_3- og over 14 m kun med d_6-funktionerne. De enkelte træarters afvigelse er beregnet i forhold til bøg.

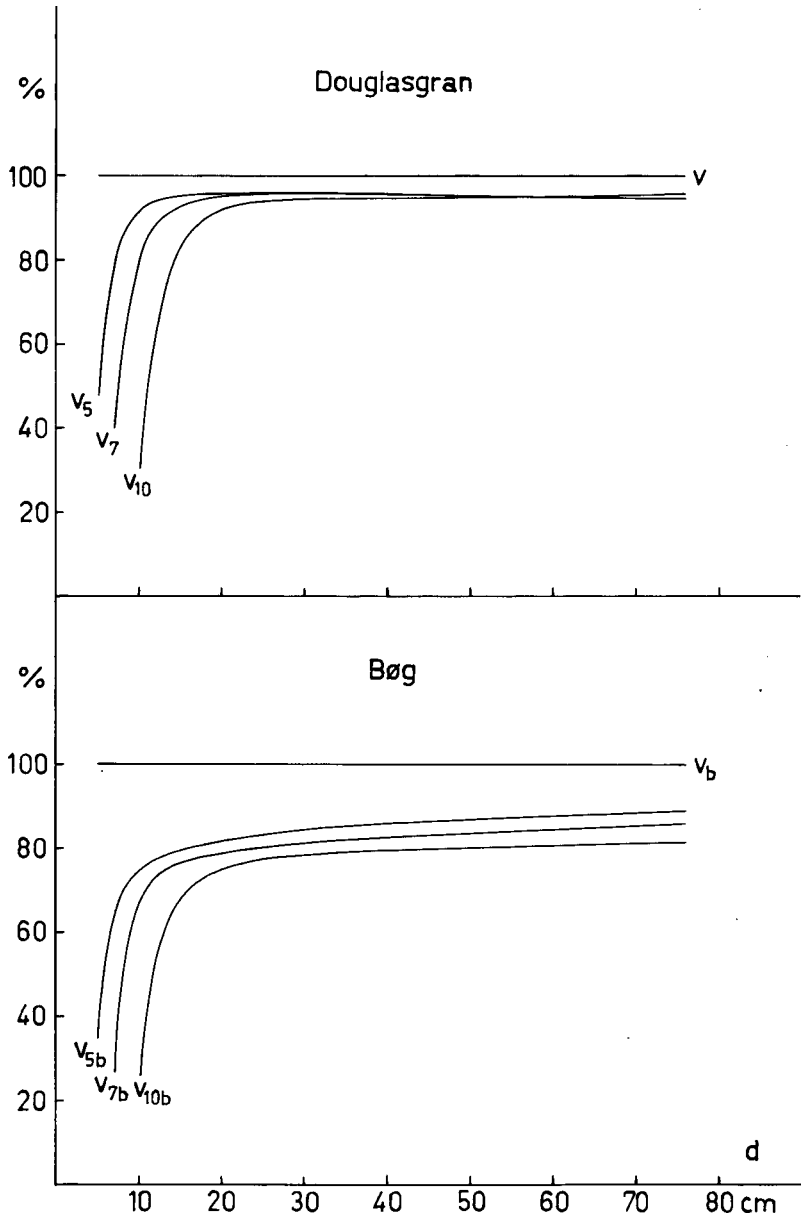
Umiddelbart kan der med øvre diameter-funktionerne for total træmasse på rod (v_b) i løvtræarterne ikke forventes samme overensstemmende resultater som i nåletræarterne, fordi grenemassen ikke er så nøje korreleret med den øvre diameter, som stammemassen er det. Tabel 20 viser da også, at en sådan overensstemmelse heller ikke er konstateret i det foreliggende materiale. Med d_3-funktionerne ligger eg og ask en hel del under bøgens vedmasse (afvigelser imellem -3 og -7%). Med d_6-funktionerne viser eg negative afvigelser (fra -1 til -4%), ask overvejende positive afvigelser (op til + 3%), alt i forhold til vedmassen (v_b) i bøg. I det store og hele har funktionerne med øvre diameter for løvtræarterne således ikke givet mindre indbyrdes forskelle i vedmasse (v_b) end tilfældet var med standardfunktionerne.

Sammenfattende kan konstateres for funktionerne med øvre diameter, at de specielt for nåletræarternes vedkommende har vundet meget i troværdighed ved at give praktisk taget identiske resultater for de lavere højder (h) i de forskellige træarter, hvor de øvre diametres formbestemmende effekt utvivlsomt er stærkest. For de større højder i nåletræarterne samt for løvtræarterne gælder i øvrigt de samme principielle betænkeligheder med hensyn til de træartsvise sammenligninger, som er anført i forbindelse med standardfunktionerne i afsnit 4.4.1.

4.5. *Sammenligning af forskellige aflægningsgrænser*

Vedmassefunktionerne i tabellerne 6-13 er ikke specielt udarbejdede med henblik på at beregne forholdet mellem vedmasser ved forskellige aflægningsgrænser. Den anvendte fremgangsmåde ved modelvalget (afsnit 3.3.9), hvor ikke-signifikante led i grundmodellen udelades, bevirker modificerede modeller for de forskellige aflægningsgrænser, som ikke nødvendigvis er af identisk opbygning. Med de her anvendte aflægningsgrænser er der især for store træer kun små procentiske forskelle imellem de forskellige vedmasser v_s eller v_{sb}. Derfor kan udeladelse af ikke-signifikante led i regressionsmodellen bevirke urealistiske forhold imellem de forskellige vedmasser, uden at vedmasserne selv er dårligt bestemt.

For hver af træarterne bøg og douglasgran er de modificerede modeller for alle aflægningsgrænser imidlertid bygget op af identiske led, hvorfor der her kan foretages en beregning af forholdene v_{5b}/v_b, v_{7b}/v_b og v_{10b}/v_b for bøg samt v_5/v, v_7/v og v_{10}/v for douglasgran, som ikke indeholder de nævnte modelskævheder. Beregningerne er udført for centrale d/h/D_g-kombinationer i grundmaterialet, og resultatet er lagt op over diameteren (d) i figur 3. Man bemærker på figuren især de generelt lavere salgbar masse procenter for bøg, som skyldes, at grenemassen her er medregnet. Videre bemærkes de næsten identiske salgbar masse procenter med aflægningsgrænserne 5, 7 og 10 cm i douglasgran for diametre (d) over cirka 25 cm. Endelig kan fremhæves de meget kraftige reduktioner i salgbar vedmasse procenter for diametre (d) under cirka 20 cm.



Figur 3. Forholdet (%) mellem salgbare masser over 5, 7 og 10 cm aflægningsgrænse og totalmasse for træarterne douglasgran og bøg. Beregningerne er udført med standardfunktionerne ifølge tabellerne 7 og 11 med indgang for centrale $d/h/D_g$-kombinationer og lagt op over diameteren d.

Figure 3. The relationship (%) between merchantable volume with the top diameter limits 5, 7 and 10 cm and total volume for the tree species Douglas fir and beech. The computations have been made with the standard-volume functions according to Tables 7 and 11 with entry for central $d/h/D_g$-combinations and superimposed on the diameter d.

5. SAMMENDRAG

5.1. *Dansk sammendrag*

Afsnit 1. Baggrunden for nærværende arbejde er et skønnet behov for en samling nye danske formtals- eller vedmasseudtryk for træarterne sitkagran, douglasgran, japansk lærk, almindelig ædelgran, kæmpegran, bøg, eg og ask, især hvis de udformes som algebraiske ligninger. Dels fordi de i så fald vil være bedre tilpasset nutidens datamatteknik end de hidtil almindelige diagrammer og tabeller, dels fordi gyldighedsområdet kan udvides i forhold til tidligere, idet der nu foreligger et grundmateriale med et større dimensionsspænd. Videre fordi enkelte af træarterne hidtil har manglet generelle formtalsudtryk, og endelig fordi der foruden traditionelle totalmassefunktioner samtidig kan opstilles funktioner til forskellige andre anvendelsesformål, svarende til forskellige aflægningsgrænser og nøjagtighedskrav, som ikke tidligere er blevet tilgodeset.

Afsnit 2. Som grundmateriale er benyttet samtlige fuldstændige målinger af prøvetræer på Forsøgsvæsenets faste prøveflader, udført efter den såkaldte relativmetode. Metoden, som synes at være udformet af A. Oppermann og været kendt siden 1887-88, består i en korsvis klupning af stammen midt på fire lige lange sektioner fra jordoverfladen til 1.3 m højde og for enden af ti lige lange sektioner fra 1.3 m højde til træets top. Desuden måles stammens længde. For løvtræarter måles videre grenemasse ved klupning midt på 1 m lange grenestykker samt vejning af mindre grene og kvas. Den intensive opmåling giver mulighed for beregning af dels totalmasse på rod (inklusive bark) dels salgbar masse (inklusive bark) ved forskellige aflægningsgrænser og uden stødmasse for hvert enkelt træ.

Med henblik på at få indtryk af nøjagtigheden i vedmassebestemmelsen er der foretaget sammenlignende undersøgelser af forskellige måle- og beregningsmetoder på grundlag af dels et originalt materiale dels andre litterære kilder. Nøjagtigheden i vedmassebestemmelsen antages at være bedst for mindre træer. For mellemstore - store træer må der påregnes ensidige fejl i beregningen af totalmasse på rod, som ikke mindst er en følge af uregelmæssige stammetværsnit i stammens nederste del, og som i nogle eksempler giver cirka 1% for stor vedmasse. For meget store træer er det af samme årsag ikke utænkeligt med endnu større, ensidige fejl. Nøjagtigheden i salgbar masse bestemmelsen for store - meget store træer antages at være bedre, fordi stødmassen, hvor problemet med uregelmæssige stammetværsnit er størst, her udelades.

Som indledning til beregningen af salgbare vedmasser er der foretaget selvstændige undersøgelser af stødhøjden, her defineret som fældesnittets højde over jorden, der beregnes som

$$h_{stød} = 0.12 + 0.25d,$$

hvor de variable er anført i enheden meter. Videre er der foretaget selvstændige undersøgelser og beregninger af kvas- og grenevolumen per vægtenhed (R^{-1}) for løvtræarterne, som udviser ganske store indbyrdes forskelle, nemlig for

$$\begin{aligned} &\text{bøg} : R^{-1} = 0.944 \\ &\text{eg} \quad : R^{-1} = 1.028 \\ &\text{ask} : R^{-1} = 1.114 + 0.01732/(D_g + 0.040), \end{aligned}$$

hvor R^{-1} er udtrykt i enheden $dm^3/kg = m^3/ton$ og D_g i meter. Sammen med træhøjden, de sektionsvise diametre og vægten af mindre grene og kvas er $h_{stød}$ og R^{-1} benyttet til beregning af træernes vedmasse ved forskellige aflægningsgrænser. Med henblik på anvendelse som parametre i formtals- eller vedmassefunktionerne eller blot til beskrivelse af grundmaterialet er der endelig, foruden traditionelle enkelttrævise (d, h) og bestandsvise (D_g, H_g, T, G) vedmassefaktorer, beregnet øvre stammediametre i faste målehøjder over jorden (d_3 og d_6) for hvert enkelt træ i grundmaterialet samt foretaget klassevise inddelinger af grundmaterialet med hensyn til forsøg, prøveflade, måling (år), højdebonitet, udvalgstype og tvegeklasse (afsnit 2.2.3).

Prøvetræmaterialet er ikke indsamlet på grundlag af nogen stikprøveteori, og det er derfor også på forhånd uklart, hvad materialet som helhed egentlig repræsenterer, særlig i forhold til et nutidigt dansk skovbrug. Det er imidlertid grundmaterialets styrke, at prøvetræerne gennem prøvefladem ålingerne kan sættes ind i en skovdyrkningsmæssig sammenhæng. Derved kan principielt beskrives hugstbehandlingens indflydelse, højdebonitetens betydning, langtidige udviklingsforløb og øjebliksvariationer inden for samme bevoksning, m.v. Grundmaterialets ofte beskedne størrelse og ubalancerede sammensætning, noget varierende principper for udvælgelse af prøvetræer, samt mangelen på eksperimentelle forsøg til belysning af de forskellige problemer sætter dog i realiteten en grænse for, hvor gode forklaringer man kan opnå.

Afsnit 3. En vedmassefunktion for stående træer defineres som en algebraisk ligning, der udtrykker træers vedmasse eller afledede deraf (y) som en funktion af et sæt uafhængige variable ($x_1, x_2, \ldots, x_m$), der hver for sig igen er en funktion af en eller flere let målelige vedmassefaktorer (målefaktorer) så som brysthøjdediameter, træhøjde, m.v. Almindeligvis, men ikke nødvendigvis, anvendes lineære funktioner af typen

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_mx_m.$$

Som grundlag for valget af en eller flere modeller gennemgås nogle hovedtræk fra den hidtidige udvikling efter cirka 1930, idet hovedvægten lægges på at beskrive de anvendte funktionstyper. Idet der i de enkelte afsnit skelnes mellem logaritmiske og aritmetiske modeller, og idet der yderligere er skelnet mellem modeller for total vedmasse og salgbar vedmasse, inddeles funktionerne i hovedtyperne standardligninger (d.v.s. med indgang alene for d og h), formklasseligninger (d.v.s. med indgang for d, h og et formklasseudtryk som f.eks. d_x/d, hvor d_x er en øvre stammediameter) samt ligninger med bestandsparametre (d.v.s. med indgang for bestandsfaktorer som f.eks. D_g, foruden enkelttrævise faktorer). Med hensyn til standardligninger kan en meget stor del af litteraturen henføres til den almindelige logaritmiske standardligning

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h)$$

samt til varianter af den almindelige aritmetiske standardligning

$$v = \sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} b_{ij}d^ih^j,$$

som især er egnede til beskrivelse af totale vedmasser, mens der til beskrivelse af salgbare vedmasser ofte vil være behov for diverse udvidelser af modellerne. I forhold til standardlignin-

gerne er der opnået de største nøjagtighedsforøgelser ved at inddrage en øvre stammediameter i modellerne. Bestandsparametre har ofte ikke givet nogen stor nøjagtighedsforøgelse, men de rummer visse muligheder for en samtidig beskrivelse af både den langtidige bevoksningsudvikling og den øjeblikkelige vedmassevariation med d og h i en og samme vedmassefunktion, og hertil synes specielt bestandsdiameteren at være egnet. Med hensyn til valg af afhængig variabel i beregningerne samt til valg mellem forskellige modeller omtales forskellige muligheder. Meget ofte er der i litteraturen gjort intet eller påfaldende lidt for logisk at begrunde de anvendte modeller, hvilket må lede til betænkeligheder ved ekstrapoleringer, men forholdet kan også give skævheder inden for grundmaterialets område. Vedmassefunktionernes evne til at forudsige nye observationer, som ikke er inde i grundmaterialet, kan afprøves med krydsvalidering.

Som udgangspunkt for nye vedmassefunktioner er benyttet den klassiske stammesidelinje $y^2 = px^r$. Selv om stammerne ikke i detaljer følger denne linje, antages det, at den er god nok til en værdifuld indstyring af modellerne. Efter diverse overvejelser med hensyn til formeksponenten r opstilles indledningsvis følgende funktionstyper for total stammemasse:

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(h/(h\text{-}1.3)),$$
$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_3) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3))^{1/2}) \text{ og}$$
$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_6) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2}).$$

For salgbar stammemasse over aflægningsgrænsen a opstilles blandt flere muligheder:

$$\begin{aligned}\log(v_s) &= b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(h/(h\text{-}1.3)) \\ &\quad + b_4\log(1\text{-}(a/d)^4((h\text{-}1.3)/h)^2) + b_5\log(1\text{-}(a/d)^3((h\text{-}1.3)/h)^3), \\ \log(v_s) &= b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_3) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3))^{1/2}) \\ &\quad + b_5\log(1\text{-}(a^4/(d^2d_3^2))(h\text{-}1.3)(h\text{-}3)/h^2) \\ &\quad + b_6\log(1\text{-}((a^2/(d\,d_3))(h\text{-}1.3)(h\text{-}3)/h^2)^{3/2}) \text{ og} \\ \log(v_s) &= b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_6) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2}) \\ &\quad + b_5\log(1\text{-}(a^4/(d^2d_6^2))(h\text{-}1.3)(h\text{-}6)/h^2) \\ &\quad + b_6\log(1\text{-}((a^2/(d\,d_6))(h\text{-}1.3)(h\text{-}6)/h^2)^{3/2}).\end{aligned}$$

Efter at have undersøgt mulighederne for en særlig beskrivelse af grenemassen og fundet dem utilfredsstillende, besluttes det principielt at anvende tilsvarende modeller også for total og salgbar træmasse. Foruden de ovennævnte uafhængige variable samt varianter deraf inddrages yderligere en række bestandsvariable til nærmere undersøgelse i nogle foreløbige modeller, hvor visse af de variable betragtes som obligatoriske, mens andre medtages efter ders evne til at forøge den multiple korrelationskoefficient. I afsnit 3.3.5 er givet en samlet oversigt over de undersøgte variable. Det endelige valg af systematiske, uafhængige variable er sket efter krydsvalidering, hvorved de forskellige modelforslags evne til at forudsige observationer, som ikke er inde i grundmaterialet, vurderes. Der er samtidig stræbt efter at give modellerne for de forskellige træarter et fælles tilsnit. Videre tages der i det endelige modelvalg et vist hensyn til

materialets grupperede struktur gennem indførelse af den tilfældige, uafhængige variabel »prøveflade« (A_i), og restvariansen homogeniseres over træernes størrelsesklasser gennem særlige, empiriske vægtfunktioner (afsnit 3.3.7). Vedmassefunktionerne bliver derved på logaritmisk form af typen

$$y = A_i + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_mx_m,$$

hvor A_i angiver et prøvefladevist niveau. Der forudsættes altså fælles hældningskoefficienter (b_1, b_2, ..., b_m) for alle prøveflader, men prøvefladevis varierende niveauer (A_i).

Afsnit 4. En træartsvis beskrivelse af grundmaterialet er meddelt i dette afsnit. Herfra kan fremhæves, at materialet omfatter 1160 træer af sitkagran, 770 douglasgraner, 515 japanske lærk, 509 almindelige ædelgraner, 476 kæmpegraner, 2058 bøge, 1131 ege og 453 træer af ask. Dimensionsmæssigt spænder materialet vidt, ofte fra cirka 3-6 m i træhøjde til cirka 30-42 m, varierende med træarten. Kun i almindelig ædelgran mangler der mindre trædimensioner. De beregnede vedmassefunktioner for de forskellige træarter, funktionstyper (standard, med d_3, med d_6) og aflægningsgrænser (totalmasse på rod, salgbar masse over 5, 7 og 10 cm aflægningsgrænse) er lagt frem i tabellerne 6-13, idet der med hensyn til uafhængige variable henvises til definitionerne i afsnit 3.3.5 og 3.3.7. I de uafhængige variable x_i og i vægtfunktionerne w indgår målefaktorerne d, h, d_3 d_6, D_g og a i enheden m, og vedmasserne v og v_b samt v_s og v_{sb} beregnes i enheden m^3. Bestandsdiameteren D_g repræsenterer tilstanden før tynding. Funktionerne er i tabellerne 6-13 fremlagt på v-form, d.v.s. de direkte er skøn for den forventede værdi for vedmasserne v, v_s, v_b eller v_{sb}, som f.eks. for v principielt kan udtrykkes ved

$$\hat{v} = \exp_e(\bar{A} + b_1x_1 + \ldots + b_mx_m + s_L^2/(2w)).$$

Vedmassefunktionernes niveau ($\bar{A}$) repræsenterer et vægtet gennemsnit af de involverede prøveflader, og s_k^2 svarer til den vægtede, konstante varians på ln(v) inden for prøveflader.

Analyser af vedmassefunktionerne har imidlertid vist, at der i de fleste træarter kan påvises sikre, prøvefladevise hældningsforskelle. Modellerne synes altså der ikke at være helt tilfredsstillende, men med det foreliggende grundmateriale skønnes det tvivlsomt, om der kan opnås mere almengyldige resultater med andre modeller, samme måleindsats forudsat. Kun for eg og ask kan hypotesen om samme hældningskoefficienter for alle prøveflader antages at være gældende, således at den statistisk signifikante, prøvefladevise variation her kan beskrives alene ved hjælp af det prøvefladevise niveau (A_i) for den logaritmiske vedmasse, svarende til en prøvefladevis fast procentkorrektion for vedmassen selv. Med de forskellige totalmassemodeller er spredningen imellem prøveflader i ask beregnet til 3.2-4.2% af v_b, mens den i eg er væsentlig lavere med kun 1.4-1.6% af v_b. Med hensyn til total restspredning, som inkluderer variationen imellem og inden for prøveflader, er den for totalmasse med standardmodellerne beregnet til 8.1-8.5% af v_b i løvtræarterne mod 5.5-8.5 % af v i nåletræarterne. I forhold hertil reduceres restspredningen med d_6-modellerne i løvtræarterne til rundt 3/4 og i nåletræarterne til rundt 1/2. Den totale restspredning for salgbar masse over 7 cm diameter er med standardmodellerne beregnet til 6.1-9.3% af v_s eller v_{sb} for både løv- og nåletræarterne, og med d_6-modellerne reduceres denne spredning rundt til 2/3 i løvtræ og 1/2 i nåletræ.

Analyse af niveauafvigelser med varierende udvalgstype og bonitetsklasse har kun givet usikre og delvis modstridende resultater med de forskellige træarter. Derimod er der fundet bredt overensstemmende, statistisk sikre niveauafvigelser med varierende tvegeklasse i løvtræarterne, hvor dybe, middel og top-tveger afviger med henholdsvis +9, +3 og 0% af v_b og v_{7b} i forhold til ikke-tveger med standardmodeller, mens afvigelsen med d_6-modeller er betydeligt mindre med respektive +3, +2 og 0%. Tvegeklassen er imidlertid ikke inddraget i de her offentliggjorte vedmassefunktioner. Hvor antallet af dybe tveger afviger meget fra grundmaterialets forudsætninger, og hvor der ønskes en forudsigelse af bevoksningers vedmasse, vil en niveaukorrektion derfor kunne komme på tale.

I forhold til standardfunktionerne er der efter langtidige hugstforsøg fundet niveauafvigelser på -2, +1 og +3% af v og v_7 med henholdsvis B-, C- og D-hugst (d.v.s. stigende hugststyrke) i sitkagran, mens de tilsvarende hugstgrader i bøg har medført afvigelser på henholdsvis -4, +6 og +5% af v_b og -3, +1 og +1% af v_{7b}. I de samme hugstforsøg synes niveauafvigelserne med varierende hugststyrke i forhold til d_6-funktionerne derimod at være neutrale i sitkagran, mens udslagene med hensyn til totalmasse i bøg synes noget reducerede. Afprøvning af vedmassefunktionerne på et metersektioneret materiale, som ikke indgår i funktionernes grundmateriale, viser for nåletræarternes vedkommende, at funktionerne med øvre diameter ofte er tydeligt mere præcise end standardfunktionerne, og herunder også bedre i stand til at beskrive de hugststyrkebetingede formforskelle. For løvtræarternes vedkommende synes forbedringerne med d_3- og d_6-funktionerne derimod mere diskutable.

Sammenligning af standardfunktionen for total stammemasse på rod i sitkagran med en tidligere udarbejdet funktion for dansk rødgran har, forudsat en højde/alder-udvikling som for rødgran bonitet II, givet praktisk taget overensstemmende vedmasser med de to træarters vedmassefunktioner i højdeintervallet $7 \leqq h \leqq 32$ m. Kun for træhøjden 14 m er der fundet væsentlige indbyrdes afvigelser, her på 5% af v. I forhold til standardfunktionerne for sitkagran udviser funktionerne for japansk lærk og almindelig ædelgran med indgang for samme dimensioner (d, h, D_g) større stammemasser, mens funktionerne for douglasgran og - bortset fra de største dimensioner - kæmpegran giver mindre stammemasser. Afvigelserne fra sitkagran ligger i de undersøgte tilfælde inden for ydergrænserne fra -7 til +5 % af v. Tilsvarende sammenligninger imellem løvtræarternes standardfunktioner for total træmasse på rod har vist, at eg og ask generelt beregnes med de mindste træmasser. Afvigelserne fra bøg ligger i de undersøgte tilfælde alle inden for ydergrænserne fra -1 til -5% af v_b. Disse træartsvise sammenligninger skal ses på baggrund af den hugst, som har været praktiseret på prøvefladerne, og det påvises, at hugststyrken gennemsnitlig synes at svare til, hvad der er beskrevet i de bonitetsvise oversigter for de pågældende træarter.

Sammenligning af funktionerne med øvre diameter viser for de forskellige nåletræarter, at der dels for træhøjden 7 m med d_3-funktionerne og dels for træhøjden 14 m med d_6-funktionerne beregnes praktisk taget konstante totale stammemasser på rod med varierende træart. De træartsvise forskelle udspaltes først ved større træhøjder. Sammenligning af funktionerne for total træmasse på rod i løvtræarterne har derimod ikke givet tilsvarende overensstemmende resultater for træhøjderne 7 og 14 m, hvilket er en naturlig følge af, at grenemassen, som indgår i løvtræarternes vedmasse, ikke beskrives så nøje med de anvendte parametre som stammemassen.

Vedmassefunktionerne er ikke specielt udarbejdede til at beskrive forholdet mellem de forskellige aflægningsgrænsers vedmasser. For bøg og douglasgran er funktionerne dog vurderet egnede hertil, og for disse træarter er forholdet analyseret for nogle centrale trædimensioner i grundmaterialet. Heraf ses, at reduktionen fra total til salgbar masse er kraftigere i bøg, hvor grenemasse er indregnet, end i douglasgran, som kun omfatter stammemasse. Videre, at der er næsten identiske salgbar masse procenter med aflægningsgrænserne 5, 7 og 10 cm i douglasgran for træer med brysthøjdediametre over cirka 25 cm. Endelig, at reduktionen i salgbar masse procenter bliver meget kraftigt forøget for brysthøjdediametre under cirka 20 cm.

Afsnit 6. Afsnittet indeholder en oversigt over den citerede litteratur.

Afsnit 7. Tabeller og figurer med analyseresultater for hver enkelt træart er her meddelt som bilag. På de sidste sider er desuden givet en forklaring til de anvendte symboler, samt meddelt en kortfattet brugervejledning.

5.2. *English summary*

Section 1. The occasion of the present work is a presumed need for a new Danish system of form factor- or volume-expressions for the tree species Sitka spruce, Douglas fir, Japanese larch, common silver fir, giant silver fir, beech, oak and ash, especially if such expressions are given the form of algebraic equations. For one thing, because in that case they will be better suitable for the present-day computer processing than the earlier ordinary diagrams and tables, and for another, because their sphere of application can be extended beyond what was possible before, since now there exists a basic material with a wider dimension range. Further, because, till now, a few of the tree species have been missing general form factor expressions, and finally because, in addition to the traditional total volume functions, functions may at the same time be set up for various other application purposes suited to various merchantable top limits and various demands for exactness which, so far, have not been satisfactorily met.

Section 2. The basic material used comprises all complete measurings of sample trees on the Forest Experiment Station's permanent sample plots, carried out by the so-called relative method. This method, which seems to have been worked out by A. Oppermann and to have been known since 1887-88, consists of a crosswise calliper measuring of the stem in the middle of four sections of equal length, from the ground to the height of 1.3 m, and at the end of ten sections of equal length, from the height of 1.3 m to the top of the tree. Besides, the length of the stem is measured. On hardwoods, also branch volume is measured by calliper in the middle of 1 m long branch sections, and smaller branches and twigs are weighed. The intensive measuring allows for computation both of total volume on root (including bark), and of merchantable volume (including bark) at various top limits and without stump volume, for each individual tree.

With a view to obtaining an impression of the exactness of the volume assessment, comparative examinations of various measuring and computation methods have been made, based partly on an original material partly on other literary sources. The degree of exactness of the volume computation is presumed to be highest for the smaller trees. For medium/big trees bias must be expected in the computation of total volume on root, which is, not least, a result of irregular stem cross-sections in the lower part of the stem, and which in some examples makes the computed volume 1% too high. For the same reason, where very big trees are concerned it is not unreasonable to expect even greater bias. The exactness of the computation of merchantable volume for big/very big trees is presumed to be better, because the stump volume, in which the problem of irregular stem cross-sections is greatest, has here been left out.

As a prerequisite for the merchantable volume computation, independent examinations have been made of the stump height, here defined as the height of the felling cut above the ground, which is computed as

$$h_{stump} = 0.12 + 0.25d,$$

where the variables are given in the unit metre. Further, independent examinations and computations have been made of twig and branch volume per weight unit (R^{-1}) for the hardwoods, which show rather great differences among the species, namely for

beech: $R^{-1} = 0.944$
oak: $R^{-1} = 1.028$
ash: $R^{-1} = 1.114 + 0.01732/(D_g + 0.040)$,

where R^{-1} is expressed in the unit $dm^3/kg = m^3/ton$ and D_g in metre. Together with the tree height, the sectionwise diameters and the weight of minor branches and twigs, R^{-1} and h_{stump} are used for computation of total volume and merchantable volumes of the trees. For the purpose of being used as parameters in the form factor and volume functions or just for description of the basic material, apart from traditional volume factors tree by tree (d, h) and stand by stand (D_g, H_g, T, G), upper stem diameters at fixed measuring heights above ground (d_3 and d_6) have, finally, been computed for each single tree in the basic material, and groupings by classes of the basic material according to experiment, permanent sample plot, measuring (year within plot), site class, type of sampling, and stem-fork class have been made (Section 2.2.3).

The sample tree material has not been collected on the basis of any random sampling theory, and so from the outset it is uncertain what the material as a whole does actually represent, especially in relation to present-day Danish forestry. It is, however, the strength of the basic material that, through the sample plot measurings, the sample trees can be fit into a silvicultural connexion. In principle it is therefore possible to describe the influence of the thinning regime, the importance of the site class, long-term developments, and momentary variations within the same stand, etc. Yet, the often modest size and unbalanced composition of the basic material, the somewhat varying principles employed in the selection of sample trees, and the lack of experimental investigations to elucidate the various problems delimit in reality the value of the explanations obtainable.

Section 3. A volume function for standing trees is defined as an algebraic equation that expresses volumes of trees or deduced therefrom (y) as a function of a set of independent variables ($x_1, x_2, \ldots, x_m$), which, in their turn, each one separately is a function of one or more easily measurable volume factors, such as breast-height diameter, tree height, etc. Ordinarily, but not necessarily, linear functions of the type

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_mx_m$$

are used.

To provide a basis for the choice of one or more models, some main features of the development so far after about 1930 are reviewed, the main emphasis being laid on describing the function types employed. While, in each section, a distinction is made between logarithmic and arithmetic models, and while, further, a distinction is made between models for total volume and those for merchantable volume, the functions are divided into the principal types standard equations (i.e. with entry alone for d and h), form-class equations (i.e. with entry for d, h and a form-class expression, such as d_x/d, where d_x is an upper stem diameter), and equations with stand parameters (i.e. with entry for stand factors such as D_g, in addition to factors for each single tree). With regard to standard equations, a very great part of the literature deals with the ordinary logarithmic standard equation

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h)$$

and with variants of the ordinary arithmetic standard equation

$$v = \sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} b_{ij}\, d^i h^j,$$

which especially are suitable for description of total volume, whereas for description of merchantable volume there will often be a need for divers extensions of the models. Compared with the standard equations, the greatest improvements of the exactness have been obtained by including an upper stem diameter in the models. Stand parameters have often given no great improvement of the exactness, but they provide certain possibilities for a simultaneous description of both the long-term stand development and the momentary volume variation with d and h in one and the same volume function, and for this purpose especially

the stand diameter seems to be suitable. With regard to the choice of dependent variable in the computations and to the choice between various models, several possibilities are mentioned. Very often in the literature nothing or remarkably little has been done to motivate logically the choice of models, which must lead one to a feeling of mistrust with regard to extrapolations, but this lack of motivation may also involve distortions whithin the basic material. The capability of the volume functions to predict new observations which are not inherent in the basic material may be checked by cross validation.

As a basis for new volume functions, the classic stem-taper line $y^2 = px^r$ has been used. Even if the stems do not follow this line in detail, it is presumed to be good enough for a valuable adaptation of the models. After divers considerations with regard to the form exponent r, the following models for total stem volume are preliminarily set up:

$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(h/(h\text{-}1.3)),$$
$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_3) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3))^{1/2}) \text{ and}$$
$$\log(v) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_6) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2}).$$

For merchantable stem volume above the top diameter limit a, among several possibilities the following equations have been worked out:

$$\log(v_s) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(h) + b_3\log(h/(h\text{-}1.3)) + b_4\log(1\text{-}(a/d)^4((h\text{-}1.3)/h)^2) + b_5\log(1\text{-}(a/d)^3((h\text{-}1.3)/h)^3),$$
$$\log(v_s) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_3) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}3))^{1/2}) + b_5\log(1\text{-}(a^4/(d^2d_3^2))(h\text{-}1.3)(h\text{-}3)/h^2) + b_6\log(1\text{-}((a^2/(d\,d_3))(h\text{-}1.3)(h\text{-}3)/h^2)^{3/2}) \text{ and}$$
$$\log(v_s) = b_0 + b_1\log(d) + b_2\log(d_6) + b_3\log(h) + b_4\log(h/((h\text{-}1.3)(h\text{-}6))^{1/2}) + b_5\log(1\text{-}(a^4/(d^2d_6^2))(h\text{-}1.3)(h\text{-}6)/h^2) + b_6\log(1\text{-}((a^2/(d\,d_6))(h\text{-}1.3)(h\text{-}6)/h^2)^{3/2}).$$

The possibilities of making a special description of the branch volume having been examined and found unsatisfactory, it was decided, in principle, to use similar models also for total and merchantable tree volume. In addition to the above mentioned independent variables and variants of them, a number of stand variables are further included for closer examination in some preliminary models, in which certain of the variables are considered obligatory whereas others are included according to their ability to enhance the multiple correlation coefficient. In Section 3.3.5 a comprehensive survey is given of the variables examined. The final choice of systematic, independent variables is made after cross validation, by which the various suggested models are evaluated according to their capability of predicting observations not contained in the basic material. At the same time it has been endeavoured to give the models for the various tree species a uniform outline. Further, in the final choice of models regard is paid to the grouped structure of the material through introduction of the random, independent variable »permanent sample plot« (A_i), and the residual variance is homogenized over the size classes of the trees through special, empiric weight functions (Section 3.3.7). The volume functions thereby assume the logarithmic form of the type

$$y = A_i + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_mx_m,$$

in which A_i indicates the level of the sample plot concerned. Consequently, common slope coefficients (b_1, b_2,..., b_m) are assumed for all sample plots, but the level (A_i) varies with the sample plots.

Section 4. A description of the basic material tree species by tree species is given in this section. It sets down, i.a., that the material comprises 1160 trees of Sitka spruce, 770 Douglas firs, 515 Japanese larches, 509 common silver firs, 476 giant silver firs, 2058 beeches, 1131 oaks, and 453 ashes. Dimensionally the material covers a wide range, often from about 3-6 m in tree height to about 30-42 m, varying with the tree species. Only in common silver fir, small dimensions are not represented. The computed volume functions for the various tree species, function types (standard, with d_3, with d_6), and volume types (total volume on root, merchantable volume above the top diameter limits of 5, 7 and 10 cm) are presented in Tables 6-13; as to the independent variables, reference is made to the definitions in Sections 3.3.5 and 3.3.7. In the independent variables x_i and in the weight functions w the measuring factors d, h, d_3, d_6, D_g and a are in the unit

m, and the volumes v and v_b together with v_s and v_{sb} are computed in the unit m^3. The stand diameter D_g represents the condition before thinning. The functions are in Tables 6-13 presented in v-form, i.e. they are direct estimates of the expected value for the volumes v, v_s, v_b and v_{sb}, which, for instance, for v in principle may be expressed by

$$\hat{v} = \exp_e(\bar{A} + b_1x_1 + \ldots + b_mx_m + s_k^2/(2w)).$$

The level ($\bar{A}$) of the volume functions represents a weighted average of the involved sample plots, and s_k^2 corresponds to the weighted, constant variance in ln(v) within sample plots.

Analyses of the volume functions have, however, shown that in most tree species definite differences in slope from sample plot to sample plot can be demonstrated. So in this respect the models seem not to be quite satisfactory, but with the available basic material it is considered doubtful that results of greater general validity might be obtained with other models, provided the measuring effort is the same. Only for oak and ash the hypothesis of equal slope coefficient for all sample plots may be considered to be valid, so that the statistically significant variation from sample plot to sample plot in those cases can be described alone by means of the sample plot level, A_i, for the logarithmic volume, corresponding to a fixed percentage correction by sample plot for the volume itself. With the various total-volume models, the standard deviation between the sample plots in ash is computed to 3.2-4.2% of v_b, while in oak it is considerably lower with only 1.4-1.6% of v_b. With regard to total residual standard deviation, which includes the variation between and within sample plots, it is for total volume by the standard models computed to 8.1-8.5% of v_b in the hardwoods against 5.5-8.5% of v in the conifers. In proportion to these figures, the residual standard deviation is reduced by the d_6-models to roughly 3/4 in the hardwoods and in the conifers to roughly 1/2. The total residual standard deviation for merchantable volume with a top diameter limit of 7 cm is by the standard models computed to 6.1-9.3% of v_s or v_{sb} for both the hardwood and the conifer species, and by the d_6-models this standard deviation is reduced to roughly 2/3 in hardwoods and 1/2 in conifers.

Analyses of volume deflections with varying types of sampling and site classes have given only dubious and partly mutually contradictory results with the various tree species. On the other hand, widely conforming, statistically significant volume deflections have been found with varying stem-fork classes in the hardwood species, where deep, middle and top forked trees deflect by +9, +3 and 0% respectively of v_b and v_{7b} in relation to single-stemmed trees by the standard models, whereas by the d_6-models the deflection is considerably smaller, viz. +3, +2 and 0% respectively. However, the stem-fork class is not included in the volume functions published here. Where the proportion of deep forked trees in a stand differs very much from the proportion in the basic material, and where a prediction of the volume of the stand is desired, the question of a level correction may therefore arise.

In relation to the standard functions, thinning experiments over a long period have shown volume deflections of -2, +1 and +3% of v and v_7 at B-, C- and D-thinning respectively (i.e. increasing thinning intensity) in Sitka spruce, while the similar thinning grades in beech have caused deflections of -4, +6 and +5% respectively of v_b and -3, +1 and +1% of v_{7b}. On the other hand, in the same thinning experiments the deflections with varying thinning intensity seem in relation to the d_6-functions to be neutral in Sitka spruce, while the effects with regard to total volume in beech seem somewhat reduced. Testing of the volume functions on a metre-sectioned material that is not included in the basic material of the functions shows for the conifer species that the functions including upper diameters are often clearly more precise than the standard functions, and thereby also better capable of describing the differences in form caused by the thinning intensity. For the hardwood species, however, the improvements obtained by the d_3- and d_6-functions seem more disputable.

A comparison of the standard function for total stem volume on root in Sitka spruce with an earlier set up function for Danish Norway spruce has, presupposing a height/age development as for Norway spruce on Site class II, given practically concordant function volumes for the two tree species in the height interval $7 \leqq h \leqq 32$ m. Only for tree height 14 m substantial divergencies have been found, here at 5% of v. Compared with the standard functions for Sitka spruce, the functions for Japanese larch and common silver fir with entry for the same dimensions (d, h, D_g) show higher stem volumes, whereas the functions for Douglas fir and – apart from the biggest dimensions – giant silver fir give lower stem volumes. The deflections

from Sitka spruce are in the examined cases within the extreme limits from -7 to + 5% of v. Similar comparisons between the standard functions for total volume on root in the hardwood species have shown that oak and ash are generally computed with the lowest volumes. The deflections from beech are in the examined cases all within the extreme limits from -1 to -5% of v_b. These comparisons tree species by tree species must be judged according to the thinning regime that has been practised in the sample plots, and it is demonstrated that, on an average, the thinning intensity seems to agree with what has been described in the site class yield tables for the tree species concerned.

A comparison of the functions with upper diameter shows for the various conifer species that for tree height 7 m by the d_3-functions and tree height 14 m by the d_6-functions, practically constant total stem volumes on root with varying tree species are computed. The differences according to tree species do not cleave off until at greater tree heights. A comparison of the functions for total tree volume on root in the hardwood species, on the other hand, has given no similar concordant results for tree heights 7 and 14 m, which is a natural result of the fact that the branch volume, which is included in the volume of the hardwood species, is not described as closely by the parameters used as is the stem volume.

The volume functions have not been especially worked out to describe the proportions of the volumes to one another within the various merchantable top limits. For beech and Douglas fir, however, the functions are estimated to be suitable for this purpose, and for these tree species the proportions are analysed for some central tree dimensions in the basic material. From this analysis it appears that the reduction from total to merchantable volume is heavier in beech, where the branch volume is included, than in Douglas fir, where only the stem volume is comprised. Further, that there are almost identical merchantable-volume percentages for the top diameter limits 5, 7 and 10 cm in Douglas fir for trees with breast-height diameters above approx. 25 cm. Finally, that the reduction in merchantable-volume percentages is very heavily increased at breast-height diameters below approx. 20 cm.

Section 6. This section contains a survey of the literature cited.

Section 7. Tables and figures with results of analyses covering each single tree species are here presented in the form of appendices. The last pages, moreover, contains an explanation of the symbols employed, and brief directions for users.

6. LITTERATURLISTE

Andersen, M., 1950: Form factor investigations and yield tabels for Japanese larch in Denmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XIX, s. 331-410.

Andersen, S., 1982: Combination of Information on the Volume Level of a Stand. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXVIII, s. 85-92.

Andersen, S., S. F. Madsen and M. Rudemo, 1982: Examination and Comparison of Tree-Volume Functions by Cross-Validation. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXVIII, s. 273-285.

Andersson, S.-O., 1954: Funktioner och tabeller för kubering av småträd. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, 44 (12), 29 s.

Anonym, 1956: Formtal, Eg. Publ.: »Forstlig Lommehåndbog«. Dansk Skovforening, København.

Anonym, 1941: Veröffentlichungen von Dr. h.c. Philipp Flury. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, XXII, s. 7-9.

Barnard, J. E., C. A. Bickford and C. E. Mayer, 1973: Forest survey cubic-foot volume equations. Northeastern Forest Experiment Station. USDA, Forest Service, Research Note, NE-166, 2 s.

Baur, F., 1882: Die Holzmesskunde. Braumüller, Wien, XVII + 499 s.

Belanger, R. P., 1973: Volume and Weight Tables for Plantation-Grown Sycamore. Southeastern Forest Experiment Station, USDA Forest Service, Research Paper, SE-107, 8 s.

Bergel, D., 1969: Ertragskundliche Untersuchungen über die Douglasie in Nordwestdeutschland. Dissertation. Hann. Münden, 187 s.

Bergel, D., 1971: Die Herleitung neuer Massentafeln für die Douglasie in Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 142, s. 247-256.

Bergel, D., 1973a: Formzahluntersuchungen an Buche, Fichte, europäischer Lärche und japanischer Lärche zur Aufstellung neuer Massentafeln. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 144(5/6), s. 117-124.

Bergel, D., 1973b: Massentafeln I. Buche, Fichte, Europaische Lärche, Japanische Lärche, Douglasie. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Ertragskunde, Göttingen, 38 s.

Bergel, D., 1974: Massentafeln II. Eiche, Roteiche, Kiefer. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Ertragskunde, Göttingen, 22 s.

Bonilla, J. A., 1973: Las tablas de volúmenes y su construccion por metodos matematicos. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomia y Zootecnia, Serie Didactica, 25, 22 s.

Bornebusch, C. H., 1946: Bøgeskovens behandling paa Boller Skovdistrikt. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XIX, s. 1-80.

Bornebusch, C. H., 1948: Egeprøveflader i Nordsjælland. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XIX, s. 205-252.

Bornebusch, C. H. og H. A. Henriksen, 1946: Bøgens Vedmassefaktorer. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XVIII, s. 1-96.

Boysen Jensen, P., 1930: Undersøgelser over Stofproduktionen i yngre Bevoksninger af Ask og Bøg, II. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, X, s. 365-391.

Brantseg, A., 1967: Furu sønnafjells. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen, XXII, s. 689-739.

Brister, G. H., J. L. Clutter and T. M. Skinner, 1980: Tree Volume and Taper Functions for Site-Prepared Plantations of Slash pine. Southern Journal of Applied Forstry, 4, s. 139-142.

Bruce, D. and D. J. DeMars, 1974: Volume equations for second-growth Douglas Fir. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Note, PNW-239, 5 s.

Bryndum, H., 1957: Formtal for poppel. Dansk Skovforenings Tidsskrift, XLII, s. 193-196.

Bryndum, H., 1964: Forsøgsvæsenets afsluttede rødgranprøveflader. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXVIII, s. 261-397.

Bryndum, H., 1965: Et udhugningsforsøg i ung eg. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXIX, s. 173-244.

Bryndum, H., 1974: Rødgranhugstforsøget på Ravnholt. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXIV, s. 1-160.

Bryndum, H., 1980: Bøgehugstforsøget i Totterup skov. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXVIII, s. 1-76.

Braastad, H., 1966: Volumtabeller for bjørk. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen, XXI, s. 23-78.

Buckman, R. E., 1961: Development and Use of Three Stand Volume Equations for Minnesota. Journal of Forestry, 59(8), s. 573-575.

Buell, J. H., 1942: Outside-bark form class volume tables for some southern Appalachian species. Appalachian Forest Experiment Station, U.S. Dep. Agric., Forest Service, Technical Note, 53, 10 s. + 60 tab.

Burkhart, H. E., 1977: Cubic-Foot Volume of Loblolly Pine to Any Merchantable Top Limit. Southern Journal of Applied Forestry, 1, s. 7-9.

Bühler, A., 1891: Geschichte, Organisation und Einrichtung der Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Mittheilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, I, s. 1-8.

Børset, O., 1954: Kubering av osp på rot. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen, XII, s. 391-447.

Campos, J. C. C., 1974: Tabelas de volume total e comercial para *Pinus elliottii* Engelm. Universidada federal de Viçosa, Revista Ceres, 21(116), s. 253-267.

Čermák, V., 1974: Compensated form factors as a basis for setting up volume tables for Oak. (Summary). Lesnicky Časopis, 20(3), s. 247-265.

Čermák, V., 1975: Form factor and volume tables for oak. (Summary). Vedecké Práce, Wyskumného ústavu lesného hospodárstva vo Zvolene, 21, s. 245-282.

Chaturvedi, A. N., 1973: General standard volume tables for shisham (*Dalbergia sissoo,* Roxb.). Indian Forest Records, New Series, Silviculture, 12(9), 13 s.

Chaturvedi, A. N., and P. K. Bhattacharya, 1971: General Standard Volume Tables for *Terminalia tomentosa.* Indian Forest Records, New Series, Silviculture, 12(4), s. 1-13.

Chen, S. F., 1972: Form table and volume table of tree species of Fagaceae in Taiwan. (Summary). Bulletin of Taiwan Forest Research Institute, 224, 23 s.

Ciancio, O., 1970: Volume table for *Eucalyptus camaldulensis* at Policoro. (Summary). Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, I, s. 271-291.

Ciancio, O., 1972: Volume table for Calabrian pine of the Sila (Calabria). (Summary). Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, III, s. 25-50.

Ciancio, O., 1974: Volume table for Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) coppice of the Presila-Calabria. (Summary). Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, V, s. 1-22, tab. 1-9.

Ciancio, O. e L. H. de Reichenfeld, 1974: Volume table for E. occidentalis and E. x trabutii in Calabria. (Summary). Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, V, s. 23-36, tab. 1-7.

Cole, D. M., 1971: A cubic-foot stand volume equation for lodgepole pine in Montana and Idaho. Intermountain Forest & Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Note, INT-150, 8 s.

Cunia, T., 1964: Weighted Least Squares Method and Construction of Volume Tables. Forest Science, 10(2), s. 180-191.

Dagnelie, P., J. Rondeux et A. Thill, 1969: Étude dendrométrique du frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.). Bulletin des recherches agronomiques de Gembloux, 4(3-4), s. 378-410.

Dimitrov, E. T., 1976: Über die Frage zur Bestimmung der Formzahlen bei der Fichte durch Anwendung von Regressionsmodellen. (Zusammenfassung). Gorskostopanska Nauka, 13(3), s. 36-46.

Dippold, R. M. and W. A. Farr, 1971: Volume tables and equations for white spruce, balsam poplar, and paper birch of the Kuskokwim River valley, Alaska. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Note, PNW-147, 8 s.

Eggli, W., 1960: Funktionen und Tabellen zur Kubierung von stehenden Bäumen. Weisstanne. Statens Skogsforskningsinstitut, Avdelningen för skogsproduktion, Rapporter, 3, 27 s.

Emrović, B., 1960: Über die geeigneste Form der für die nummerische Ausgleichung bei Aufstellung von Massentafeln mit zwei Eingängen notwendigen Ausgleichungsfunktion. (Zusammenfassung). Annales pro experimentis foresticis, Zagreb, 14, s. 49-126.

Eriksson, H., 1973: Volymfunktioner för stående träd av ask, asp, klibbal och contorta-tall. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser, 26, 26 s.

Evert, F., 1969: Use of Form Factor in Tree-Volume Estimation. Journal of Forestry, 67(2), s. 126-128.

Evert, F., 1973: New Form-class Equations Improve Volume Estimates. Canadian Journal of Forest Research, 3, s.338-341.

Faber, P. J. en E. J. Dik, 1968: De samenstelling van inhouds- en opbrengsttabellen voor Pinus nigra Arn. in Nederland. Uitvoerige verslagen van de stichting bosbouwproefstation »De Dorschkamp«, 9, 78 s.

Farr, W. A. and V. J. LaBau, 1971: Volume tables and equations for old-growth western redcedar and Alaska-cedar in southeast Alaska. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Note, PNW-167, 18 s.

Flury, P., 1892a: Untersuchungen über das spezifische Gewicht des Reisigs in frischgefälltem Zustande. Mittheilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, II, s. 15-24.

Flury, P., 1892b: Untersuchungen über die Genauigkeit der Kubierung liegender Stämme aus Länge und Mittenstärke. Mittheilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, II, s. 161-186.

Fog, D. and A. Jensen, 1953: General volume table for beech in Denmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXI, s. 91-137.

Freese, F., 1960: Testing accuracy. Forest Science, 6(2), s. 139-145.

Furnival, G. M., 1961: An index for comparing equations used in constructing volume tables. Forest Science, 7(4), s. 337-341.

Gerrard, D. J., 1966: The Construction of Standard Tree Volume Tables by Weighted Multiple Regression. University of Toronto, Faculty of Forestry, Technical Report, 6, 35 s.

Golding, D. L. and O. F. Hall, 1961: Tests of precision of cubic-foot tree-volume equations on aspen, jackpine, and white spruce. Forestry Chronicle, 37. s. 123-132.

Greaves, A., 1978: A regional volume table for *Gmelina arborea* Roxb. Oxford University, Commonwealth Forestry Institute, C.F.I. Occasional Papers, 3, 9 + II s.

Gregory, R. A. and P. M. Haack, 1964: Equations and tables for estimating cubic-foot volume of interior Alaska tree species. Northern Forest Experiment Station, Juneau, Alaska, U.S. Forest Service, Research Note, NOR-6, 21 s.

Grigaljunas, J. & A. Garbinčjus, 1974: Regressija ob"emov stvolov i vidovych čisel. (Regression af stammevolumen og formtal). Lesnoe chozjajstvo, 11, s. 62-66.

Grundner und Schwappach, 1952: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Herausgegeben von Prof. Dr. R. Schober. Poul Parey, Berlin, Hamburg, 216 s.

Gyldenfeldt, W., 1879: Om Bestemmelsen af Formtallet ved Massetaxationer. Tidsskrift for Skovbrug, III, s. 148-154.

Gyldenfeldt, W., 1881: En Lokal-Tilvæxtoversigt for Bøg. Tidsskrift for Skovbrug, V, s. 268-284 + 3 fig.

Gyldenfeldt, W., 1883: En Tilvæxtoversigt for Bøg paa 2^{det} Kjøbenhavnske Distrikt. Tidsskrift for Skovbrug, VI, s. 1-46 + 5 fig.

Haack, P. M., 1963: Volume tables for hemlock and Sitka spruce on the Chugach National Forest, Alaska. Northern Forest Experiment Station, Juneau, Alaska, U.S. Forest Service, Research Note NOR-4, 4 s.

Hagberg, E. och B. Matérn, 1975a: Tabeller för kubering av ek och bok. Skogshögskolan, Institutionen för skoglig matematisk statistik. Rapporter och Uppsatser, 14, 118 s.

Hagberg, E. och B. Matérn, 1975b: Volymfunktioner för stående träd av ek och bok. Materialet och dess bearbetning, Skogshögskolan, Institutionen för skoglig matematisk statistik. Rapporter och Uppsatser, 15, 71 s.

Henriksen, H. A., 1953: Die Holzmasse der Buche. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXI, s. 137-214.

Henriksen, H. A., 1957: Forsøgsvæsenets prøveflader i Abies-arter. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXIII, s. 279-343.

Henriksen, H. A., 1958: Sitkagranens vækst og sundhedstilstand i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXIV, s. 1-371.

Henriksen, H. A., 1961: A Thinning Experiment with Sitka Spruce in Nystrup Dune Forest. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXVII, s. 169-232.

Holm, F., 1935: Abies grandis i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XIII, s. 379-408.

Holm, F., 1940: Douglasgran. Proveniens og Vækst. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XV, s. 233-312.

Honer, T. G., 1964: The use of height and squared diameter ratios for the estimation of merchantable cubic foot volume. Forestry Chronicle, 40(3), s. 324-331.

Honer, T. G., 1965: A new total cubic foot volume function. Forestry Chronicle, 41, s. 476-493.

Honer, T. G., 1967: Standard Volume Tables and Merchantable Conversion Factors for the Commercial Tree Species of Central and Eastern Canada. Forest Management Research and Services Institute, Ottawa, Ontario. Information Report, FMR-X-5, 21 s. + app.

Hornibrook, E. M., 1936: Schribner Volume Tables for Cut-Over Stands of Ponderosa Pine in Arizona. Journal of Agricultural Research, 52, s. 961-974.

Hubač, K., 1977: Massentafeln für Buche. (Zusammenfassung). Vědecký Časopis, Lesnictvi, 23(10), s. 775-798.

Ilvessalo. Y., 1947: Pystypuiden kuutioimistaulukot. (Summary: Volume tables for standing trees). Communications Instituti Forestalis Fenniae, 34(4), s. 1-149.

In, K., J. Rondeux et A. Thill, 1972: Étude dendrométrique de l'érable sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) et du merisier (*Prunus avium* L.). Bulletin des recherches agronomiques de Gembloux, 7(1-4), s. 134-190.

Jonson, T., 1911: Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form, II. Skogsvårdsföreningens Tidskrift, Fackafdelningen, s. 285-329.

Jonson, T., 1927: Stamformsproblemet. Några synspunkter och siffror till dess belysning. Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt, 23, s. 495-586.

Karlberg, S., 1961.: Development and yield of Douglas fir and Sitka spruce ... Kungliga Skogshögskolans Skrifter, 34, s. 1-141.

Kennel, R., 1966: Die Herleitung verbesserter Formzahltafeln am Beispiel der Fichte. Vortrag auf der Tagung in Giesen 1965. Publ.: »Aufnahme und Auswertung forstlicher Versuchsflächen«. Forschungsrat für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, und Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Bad Godesberg, s. 51-57.

Kennel, R., 1969: Formzahl-und Volumentafeln für Buche und Fichte. Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München, 55 s.

Koch, E., 1880: Om Stamme-Formtal. Tidsskrift for Skovbrug, IV, s. 241-289 + 1 fig.

Korsuň, F., 1955: Schaftmasse als Funktion der Höhe und des Brusthöhendurchmessers. (Zusammenfassung). Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 8, s. 143-163.

Kunze, M., 1873: Lehrbuch der Holzmesskunst. Wiegandt & Hempel, Berlin, XII + 245 s.

Kunze, M., 1881: Die Formzahlen der gemeinen Kiefer. Tharander forstlichen Jahrbuche, Supplemente, II, s. 1-52.

Madsen, S. F., 1975: Et forsøg med nåletræer på Giesegaard skovdistrikt. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXIV, s. 161-262.

Madsen, S. F., 1977a: Egene ved Bremerhus. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXV, s. 1-10.

Madsen, S. F., 1977b: Tre faste prøveflader i Thuja plicata. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXV, s. 227-266.

Maughan, W., 1936: A Cubic Volume Table for Eastern Red Cedar. Journal of Forestry, XXXIV, s. 777-778.

Meyer, H. A., 1938: The Standard Error of Estimate of Tree Volume from the Logarithmic Volume Equation. Journal of Forestry, 36, s. 340-342.

Meyer, K. A., 1941: † Dr. h.c. Philipp Flury. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 92, s. 233-237.

Meyer, W. H. and R. Kienholz, 1944: Volume tables for Connecticut hardwoods. Yale University, School of Forestry, Bulletin No. 54, 58 s.

Muhle Larsen, C., 1934: To gamle fynske Egeprøveflader. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XIII, s. 265-304.

Munro, D. M., 1964: Weighted Least Squares Solutions Improve Precision of Tree Volume Estimates. Forestry Chronicle, 40, s. 400-401.

Müller, U., 1915: Lehrbuch der Holzmesskunde. Paul Parey, Berlin, 398 s.

Myers, C. A., 1963 (rev. 1972): Volume, Taper, and Related Tables for Southwestern Ponderosa Pine. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station., U.S. Forest Service, Research Paper, RM-2, 23 s.

Myers, C. A., 1964: Volume Tables and Point-Sampling Factors for Lodgepole Pine in Colorado and Wyoming. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, U.S. Forest Service, Research Paper, RM-6, 16 s.

Myers, C. A. and C. B. Edminster, 1972: Volume Tables and Point-Sampling Factors for Engelmann Spruce in Colorado an Wyoming. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Paper, RM-95, 23 s.

Myers, C. C., 1972: Cubic-Foot Tree Volume Equations Used in Vermont. Agricultural Experiment Station, University of Vermont, Bulletin 668, 5 s.

Møller, C. M., 1933: Boniteringstabeller og bonitetsvise Tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. Dansk Skovforenings Tidsskrift, XVIII, s. 457-513 og 537-623.

Møller, C. M. og C. Nielsen, 1959: Bonitetsvise tilvækstoversigter for ask i Danmark ca. 1950. Dansk Skovforenings Tidsskrift, XLIV, s. 340-401.

Newnham, R. M., 1967: A Modification to the Combined-Variable Formula for Computing Tree Volumes. Journal of Forestry, 65(10), s. 719-720.

Nilsen, J. og J. Sleppen, 1940: Prøveskur. Materialutbytte av furu. Meddelelser fra Vestlandets Forstlige Forsøksstation, 7(2), s. 1-45.

Nokoe, S. and A. Kozak, 1979: Obtaining a Composite Volume-Age Function with the Gompertz Model. Northwest Science, 53, s. 12-17.

Norling, K. G. G., 1907: En formklasstabell. Årsskrift från föreningen för skogsvård i Norrland för år 1906, II, s. 5-48.

Näslund, M., 1934: Kuberingstabeller för tall. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift, 32, s. 157-168.

Näslund, M., 1936: Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, 29, s. 1-169, 1*-74*

Näslund, M., 1940: Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, 32, s. 87-142.

Näslund, M., 1947: Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, 36, 81 s.

Olsen, H. C., 1976: Vedmassetabel for rødgran i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXXIV, s. 361-409.

Olson, A. R., G. Chapman and H. W. Hicock, 1948: Connecticut Volume Tables for Plantation-Grown White Pine, *Pinus strobus* L. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, Bulletin 514, 23 s.

Oppermann, A., 1887: Forelæsninger over Taksations- og Tilvækstlære. København, 228 s.

Oppermann, A., 1912: Den grønne Douglasies Vækst i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, IV, s. 40-56.

Oppermann, A., 1914: Elleve Prøveflader i Bøgeskov. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, IV, s. 189-268.

Oppermann, A., 1922a: Granskovens Sundhedstilstand paa Forsøgsvæsenets faste Prøveflader. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, VI, s. 23-86.

Oppermann, A., 1922b: Den grønne Douglasies Vækst i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, VI, s. 350-360.

Oppermann, A., 1922c: Sitkagranens Vækst i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, VI, s. 361-374.

Oppermann, A., 1930: Bøgeskov paa Fiskerbakken. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, X, s. 269-350.

Oppermann, A. og C. H. Bornebusch, 1928: Højskov af Ask. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, X, s. 31-84.

Oppermann, A. og C. V. Prytz, 1892: Rødgranens Vækst i Danmark. Autograferet af O. Weismann. XXIV + 280 s.

Pande, G. C. and R. C. Jain, 1976: Tree volume tables for *Eucalyptus grandis.* Indian Forester, 102(6), s. 362-387.

Pollanschütz, J., 1961: Eine neue Form-bzw. Kubierungsfunktion. IUFRO, 13. Kongress Wien, Berichte (2. Teil) 25/11-5/3, 17 s.

Pollanschütz, J., 1965: Eine neue Methode der Formzahl- und Massenbestimmung stehender Stämme. Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchanstalt Mariabrunn, 68, 186 s.

Pollanschütz, J., 1974: Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. Allgemeine Forstzeitung, 85(12), s. 341-343.

Prevôst, M. J., 1974: Volume tables for *Eucalyptus grandis, Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus camaldulensis* in Rhodesia. Rhodesia Bulletin of Forestry Research, 5, 54 s.

Riniker, H. 1873: Ueber Baumform und Bestandesmasse. Verlag Sauerländer, Aarau, 77 s. + fig.

am stehenden Baum. Mitteilungen, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 52, s. 1-84.

Sabroe, A. S., 1939: Rødgranens Form og Formtal. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XIV, s. 281-428.

Sandrasegaran, K., 1972: A general volume table for *Rhizophora apiculata* Bl.-- in Matang Mangroves, Taiping, West Malaysia, incorporating a brief history of tree volume table construction in Malaya. Malayan Forester, 35(1), s. 24-36.

SAS, 1979: SAS Users Guide. SAS Institute Inc., Raleigh, North Carolina, 495 s.

Schiffel, A., 1904: Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXIX, s. 1-106 + 4 tavler.

Schmitt, R., 1966: Die rechnerische Zusammenfassung der Daten forstlicher Versuchsflächen. Vortrag auf der Tagung in Giesen 1965. Publ.: »Aufnahme und Auswertung forstlicher Versuchsflächen«. Forschungsrat für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, und Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Bad Godesberg. s. 33-43.

Schmitt, R. und B. Schneider, 1959: Die Aufstellung von Massentafeln nach der Methode der kleinsten Quadrate. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, 2. Sauerländer, Frankfurt am Main. 56 s.

Schmitt, R. und J. Weihe, 1976: Erläuterungen zu einer Massentafel für die Regenerata-Pappel (P. Regenerata Deutschland) in Nordrhein-Westfalen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung (Sonderdruck), 147, s. 1-7.

Schumacher, F. X. and Hall, F. S., 1933: Logarithmic Expression of Timber-Tree Volume. Journal of Agricultural Research, 47, s. 719-734.

Sharpnack, D. A., 1966: Predicting Volumes in four Hawaii Hardwoods. First Multivariate Equations Developed. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, U.S. Forest Service, Research Note, PSW-121, 15 s.

Shinohara, H., 1975: The bias of stem volume tables derived from natural Todo fir forests when they apply to artificial stands. (Summary). Annual Report of the Hokkaido Branch, Government Forest Experiment Station, 1974, Sapporo, s. 59-66.

Soest, J. van, 1959: Stem Form and Volume of Japanese Larch in the Netherlands. Uitvoerige Verslagen van de Stichting Bosbouwproefstation »De Dorschkamp«, 4(1), 75 s. + app.

Spurr, S. H., 1952: Forest Inventory. The Ronald Press Company, New York, 476 s.

Steen, A., 1887: Bidrag til Kundskab om Bøgens Vækstforhold i Danmark. Tidsskrift for Skovbrug, IX, s. 1-240 + 4 fig.

Stoate, T. N., 1945: The Use of a Volume Equation in Pine Stands. Australian Forestry, 9, s. 48-52.

Takata, K. and H. Hirano, 1957: On the trivariate volume equation. (Summary). Journal of the Japanese Forestry Society, 39(9), s. 343-346.

Thill, A. et J. P. Grayet, 1978: Étude dendrométrique du hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.). Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux, 13(4), s. 337-352.

Thill, A. et R. Palm, 1975a: Étude dendrométrique du chêne rouge d'Amérique (*Quercus borealis* Michx). Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux, 10(2), s. 195-230.

Thill, A. et R. Palm, 1975b: Étude dendrométrique de l'épicéa commun (*Picea abies* Karst.). Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux, 10(3), s. 321-365.

Tirén, L., 1929: Über Grundflächenberechnung und ihre Genauigkeit. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, 25, s. 229-304.

Veiga, R. A. A., 1972: Comparação de Equações de Volume para *Eucalyptus saligna* Smith. I - Equações aritméticas não formais. II - Equações aritméticas formais. Floresta, Revista do Centro Pesquisas Florestais, 4(1), s. 81-104.

Veiga, R. A. A., 1973a: Comparação de Equações de Volume para *Eucalyptus saligna* Smith. III - Equações logaritmicas formais e não formais. Floresta, Revista do Centro Pesquisas Florestais, 4(3), s. 5-14.

Veiga, R. A. A., 1973b: Tabelas de Volume para *Eucalyptus saligna* Smith em Ocasião de primeiro Corte. Floresta, Revista do Centro de Pesquisas Florestais, 4(3), s. 29-44.

Vestjordet, E., 1967: Funksjoner og tabeller for kubering av stående gran. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen, XXII, s. 539-574.

Vimmerstedt, J. P., 1962: Southern Appalachian White Pine Plantations. Southeastern Forest Experiment Station, USDA Forest Service, Station Paper, 149, 13 s.

Vuokila, Y., 1960: Tree Volume Functions and Tables for Larch. (Summary). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 51, 89 s.

Wada, S., T. Yamamoto and S. Sano, 1971: Construction of Volume Tables for Young Trees of Loblolly, Slash and Japanese Black Pine. (Summary). Kyoto University, Bulletin of the Kyoto University Forests, 42, s. 174-189.

Weihe, J. und L. Maessen, 1978: Robusta-Pappel. Publ.: »Massentafeln«. Landesanstalt für Ökologie, Landschafsentwicklung und Forstplanung NW, Abteilung Forstplanung und Waldökologi.

Wensel, L. C. and R. L. Schoenheide, 1971: II. Young Growth Gross Volume Tables for Sierra Redwood (*Sequoia gigantea* (Lindl.) Decne). Hilgardia, 41(4), s. 65-76.

West-Nielsen, G., 1950: Rødgranens produktionsforhold på den midtjydske hede. Hedeselskabets Tidsskrift, 71, s. 118-135.

Yang, C. Y. and C. Lai,, 1970: Studies on the variance of tree volume and construction of volume tables for hardwood trees. (Summary). Quarterly Journal of Chinese Forestry, 3(4), s. 131-141.

7. BILAG

7.1. *Tabeller og figurer*

7.1.1. *Sitkagran*

Tabel SGR-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table SGR-1. The distribution of the basic material of Sitka spruce (SGR) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot* Litra *Letter*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period* Måling *Measuring* år *year*	Alder *Age* år *years*	Bon. *Site* klasse *class*	Bestand før tynding *Stand before thinning* G m²/ha *m²/ha*	D_g cm *cm*	H_g m *m*	Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number* stk. *no.*	Bemærkninger *Remarks*
Klitvæsenet	Vilsbøl pltg.	GI		e.15-f.25	26-35	3-3	49-58	10-15	9-13	19	
do.	Vrøgum pltg.	GK		e.15-e.35	25-45	0-3	23-45	10-22	7-18	85	
Høllund Søgård		GL		f.25-e.34	35-45	3-2	39-39	22-31	14-21	46	
Gisselfeld	Denderup Vænge	GM		e.15-f.29	19-32	1-2	33-39	10-17	10-17	45	
Frijsenborg 1.	Lystskoven	GQ		e.17-f.34	27-43	2-1	39-33	12-32	13-24	105	
do.	do.	GS		f.21-f.28	38-45	2-2	46-37	18-24	19-23	18	
Palsgård	Gludsted pltg.	GU		e.17-e.50	31-64	5-3	18-33	5-27	4-23	138	Af BJF/SGR-kultur
Rosenfeldt	Knudskov	HG		f.25-f.49	30-54	2-3	44-30	11-28	14-23	33	Parcel a
do.	do.	HG		f.25-f.49	25-49	1-2	45-31	11-32	12-24	34	Parcel b
Giesegård	Maglebjerg	ID		e.30-e.50	27-27	2-1	45-35	12-32	13-26	82	Træartsforsøg
Klelund pltg.		IK		f.30-e.43	25-39	2-2	37-32	12-23	10-19	75	
Gisselfeld	Denderup Vænge	IL		e.36-e.36	38-38	2-2	40-40	19-19	19-19	17	RGR/SGR-blanding
Silkeborg	Vesterskov	MA		e.35-f.78	45-87	1-1	45-69	31-58	26-39	23	
Klitvæsenet	Nystrup pltg.	MB	B-hugst	e.47-e.47	36-36	2-2	54-54	23-23	19-19	2	Hugstforsøg, blok 1
do.	do.	MB	D-hugst	e.47-e.47	36-36	1-1	42-42	29-29	20-20	15	do.
do.	do.	MB	B-hugst	e.41-e.53	32-44	2-2	61-56	19-26	14-22	50	Hugstforsøg, blok 2
do.	do.	MB	C-hugst	e.51-e.53	42-44	2-2	43-45	30-32	22-23	29	do.
do.	do.	MB	D-hugst	e.35-e.53	26-44	2-2	53-37	14-34	11-23	109	do.
do.	do.	MB	B-hugst	e.49-f.53	44-47	3-2	50-44	22-23	20-21	60	Hugstforsøg, blok 3
do.	do.	MB	D-hugst	e.35-f.53	31-48	3-2	38-28	14-34	12-23	114	do.
Hedeselskabet 2.	Randersflade	MC		e.52-e.52	38-38	3-3	28-28	20-20	15-15	10	
Meilgård	Græskærholm	ME		e.79-e.79	89-89	1-1	55-55	55-55	37-37	21	
Klitvæsenet	Tranum pltg.	MF	DB-hugst	e.57-e.57	28-28	4-4	30-30	12-12	8- 8	10	Hugstforsøg
do.	do.	MF	D-hugst	e.57-e.57	28-28	4-4	28-28	11-11	8- 8	20	do.

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel SGR-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table SGR-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*									I alt *Total*
	<5.0	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	35.0–39.9	≧40.0	
<5.0	5	5								10
5.0- 9.9	1	98	16							115
10.0-14.9		44	156	37						237
15.0-19.9		10	131	167	20					328
20.0-24.9			4	84	92	1				181
25.0-29.9			1	37	123	11				172
30.0-34.9				3	47	13	1			64
35.0-39.9					19	7	4			30
40.0-44.9						1	1	1		3
45.0-49.9								5		5
50.0-54.9							1	4		5
55.0-59.9								3	2	5
60.0-64.9								1		1
65.0-69.9								1		1
70.0-74.9								1	1	2
≧80.0									1	1
I alt *Total*	6	157	308	328	301	33	7	16	4	1160

Tabel SGR-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table SGR-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*									I alt *Total*
	<0.600	0.600–0.649	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
10.0-14.9		1	11	23	38	41	17	4	3	138
15.0-19.9	1	3	15	36	62	81	75	19	2	294
20.0-24.9			2	4	16	46	71	39	3	181
25.0-29.9				6	12	41	86	25	2	172
30.0-34.9				2	10	17	27	8		64
35.0-39.9			1		3	10	15	1		30
40.0-44.9						1	1	1		3
45.0-49.9					1	1	2	1		5
50.0-54.9				1		2	2			5
55.0-59.9						1	4			5
60.0-64.9							1			1
65.0-69.9						1				1
70.0-74.9					1	1				2
≧80.0				1						1
I alt *Total*	1	4	29	73	143	243	301	98	10	902

Tabel SGR-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).

Table SGR-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*							I alt *Total*
	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
<5.0			1					1
5.0- 9.9	1	3	14	33	37	14	1	103
10.0-14.9	2	5	8	25	46	71	43	200
15.0-19.9			6	9	23	77	26	141
20.0-24.9						4		4
25.0-29.9						1		1
I alt *Total*	3	8	29	67	106	167	70	450

Tabel SGR-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.

Table SGR-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type
- 1. Alle træer i afdrift
  All trees at clear cutting
- 2. Udvalgte træer fra afdrift
  Sampled trees from clear cutting
- 3. Bestandsudvalg
  Sampled trees from stand
- 4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
  Sampled trees from thinning, diameter as in stand
- 5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
  Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
- 6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
  All (undamaged) thinning trees
- 7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
  Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
- 8. Andet
  Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<5.0			2		8				10
5.0- 9.9			22	13	68		12		115
10.0-14.9		1	5	120	89	1	21		237
15.0-19.9		1		198	52	2	75		328
20.0-24.9		5		78	7	19	72		181
25.0-29.9		23		35		20	88	6	172
30.0-34.9		16		8		14	23	3	64
35.0-39.9		14				7	7	2	30
40.0-44.9		2				1			3
45.0-49.9		5							5
50.0-54.9		4				1			5
55.0-59.9		4				1			5
60.0-64.9		1							1
65.0-69.9		1							1
70.0-74.9		2							2
≧80.0		1							1
I alt *Total*	0	80	29	452	224	66	298	11	1160

Tabel SGR-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_λ) og den vægtede indre ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v eller v_s) ved d = 0.20 m.

Table SGR-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_λ) and the weighted internal ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v or v_s) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m³	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_λ	σ^2_ε	Spredning på v eller v_s *Standard deviation over v or v_s* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_3	0.000136	0.003499	1.2	6.8	6.9
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.000543	0.001429	2.3	4.3	4.9
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000098	0.000917	1.0	3.4	3.6
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000154	0.003364	1.2	6.9	7.0
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.000402	0.001252	2.0	4.1	4.6
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000080	0.000742	0.9	3.2	3.3
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000200	0.003284	1.4	7.0	7.2
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.000323	0.001259	1.8	4.3	4.7
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000079	0.000727	0.9	3.2	3.4
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000353	0.003445	1.9	7.8	8.1
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.000456	0.001405	2.1	4.9	5.4
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000070	0.000815	0.8	3.7	3.8

Tabel SGR-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table SGR-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m³	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	2.37***	2.29***
–	med d_3 *with d_3*	8.70***	1.51*
–	med d_6 *with d_6*	4.19***	2.76***
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	2.73***	1.77***
–	med d_3 *with d_3*	4.31***	1.63**
–	med d_6 *with d_6*	3.78***	2.19***

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** and ***: Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.

Tabel SGR-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v og v_7 med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel SGR-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type eller bonitet har større vedmasse end træer af henholdsvis type 6 eller bonitet 2.

Table SGR-9. Average deflections in percentage in the volumes v and v_7 at varying types of sampling and site classes in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured) and Site class 2. The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table SGR-5. Positive deflections mean that trees of the type or site class concerned have a higher volume than trees of Type 6 or Site class 2 respectively.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling* Gns. afvigelser fra type 6[1] *Average deflections from type 6*			Bonitetsklasse *Site class* Gns. afvigelser fra bonitet 2 *Average deflections from Site class 2*		
		type 1-2 *types 1-2*	type 4 *type 4*	type 7 *type 7*	bonitet 1 *site class 1*	bonitet 3 *site class 3*	bonitet 4 *site class 4*
m^3		%	%	%	%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	0	+2	+3	÷3	÷2	+1
–	med d_3 *with d_3*						
–	med d_6 *with d_6*	÷2	+1	+1	÷1	÷2	÷2
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	+2	+2	+3	÷2	÷2	0
–	med d_3 *with d_3*						
–	med d_6 *with d_6*	÷1	+1	0	÷1	÷2	÷2

[1]Type 6 ej repræsenteret i d_3-modeller.

Tabel SGR-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table SGR-10. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GQ			GU			HGa			ID			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v-model *Standard v-model*											
11.6	10	÷3	4.8	10	+ 4	11.2	5	÷3	12.3	10	+4
14.6	17	+1	7.2	6	÷ 1	12.6	5	0	16.2	12	÷1
18.1	10	÷3	9.4	6	+ 4	14.3	5	÷2	17.9	26	+3
20.6	10	÷2	10.5	88	÷ 1	16.4	4	+4	22.5	16	+2
24.0	10	0	15.4	12	÷ 2	18.0	5	+2	28.6	12	+1
27.7	22	÷5	18.6	10	÷ 2	25.5	3	÷5	32.0	6	+2
31.8	26	÷3	27.0	6	÷ 4	28.3	6	÷2			
Standard v_7-model *Standard v_7-model*											
11.6	10	÷3	4.8	3	+10	11.2	5	÷3	12.3	10	+3
14.6	17	0	7.2	6	÷ 6	12.6	5	0	16.2	12	÷2
18.1	10	÷4	9.4	6	+ 3	14.3	5	÷3	17.9	26	+2
20.6	10	÷2	10.5	56	÷ 1	16.4	4	+4	22.5	16	0
24.0	10	0	15.4	12	÷ 3	18.0	5	+1	28.6	12	+1
27.7	22	÷5	18.6	10	÷ 2	25.5	3	÷5	32.0	6	+2
31.8	26	÷1	27.0	6	÷ 3	28.3	6	0			

Tabel SGR-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table SGR-11. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GQ			GU			HGa			ID			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v-model med d_6 *v-model with d_6*											
11.6	10	0	9.4	5	+1	11.2	5	0	12.3	10	÷1
14.6	17	+1	10.5	21	÷1	12.6	5	+4	16.2	12	0
18.1	10	+1	15.4	12	÷1	14.3	5	+2	17.9	26	+1
20.6	10	+2	18.6	10	÷2	16.4	4	+6	22.5	16	+1
24.0	10	+1	27.0	6	÷1	18.0	5	+2	28.6	12	+2
27.7	22	0				25.5	3	+1	32.0	6	+2
31.8	25	0				28.3	6	0			
v_7-model med d_6 *v_7-model with d_6*											
11.6	10	+1	9.4	5	0	11.2	5	+1	12.3	10	÷1
14.6	17	+1	10.5	21	÷1	12.6	5	+5	16.2	12	÷1
18.1	10	0	15.4	12	÷1	14.3	5	+2	17.9	26	+1
20.6	10	+2	18.6	10	÷2	16.4	4	+7	22.5	16	0
24.0	10	0	27.0	6	÷1	18.0	5	+2	28.6	12	+2
27.7	22	0				25.5	3	+1	32.0	6	+2
31.8	25	+1				28.3	6	+1			

Tabel SGR-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total stammemasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table SGR-12. Average stump volume in percentage of total stem volume on root at various breast-height diameters.

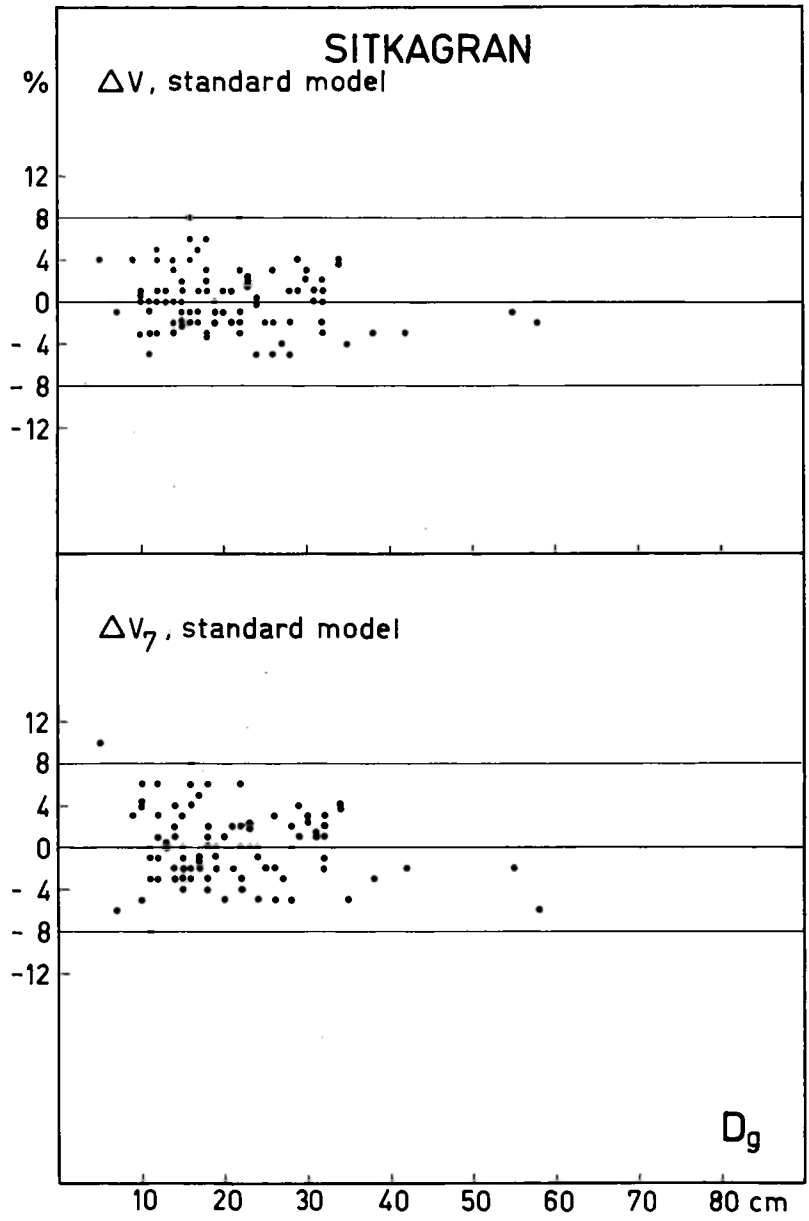
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	4.4	3.8	4.4	9.1

Tabel SGR-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træarts- og hugstforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table SGR-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species and thinning experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

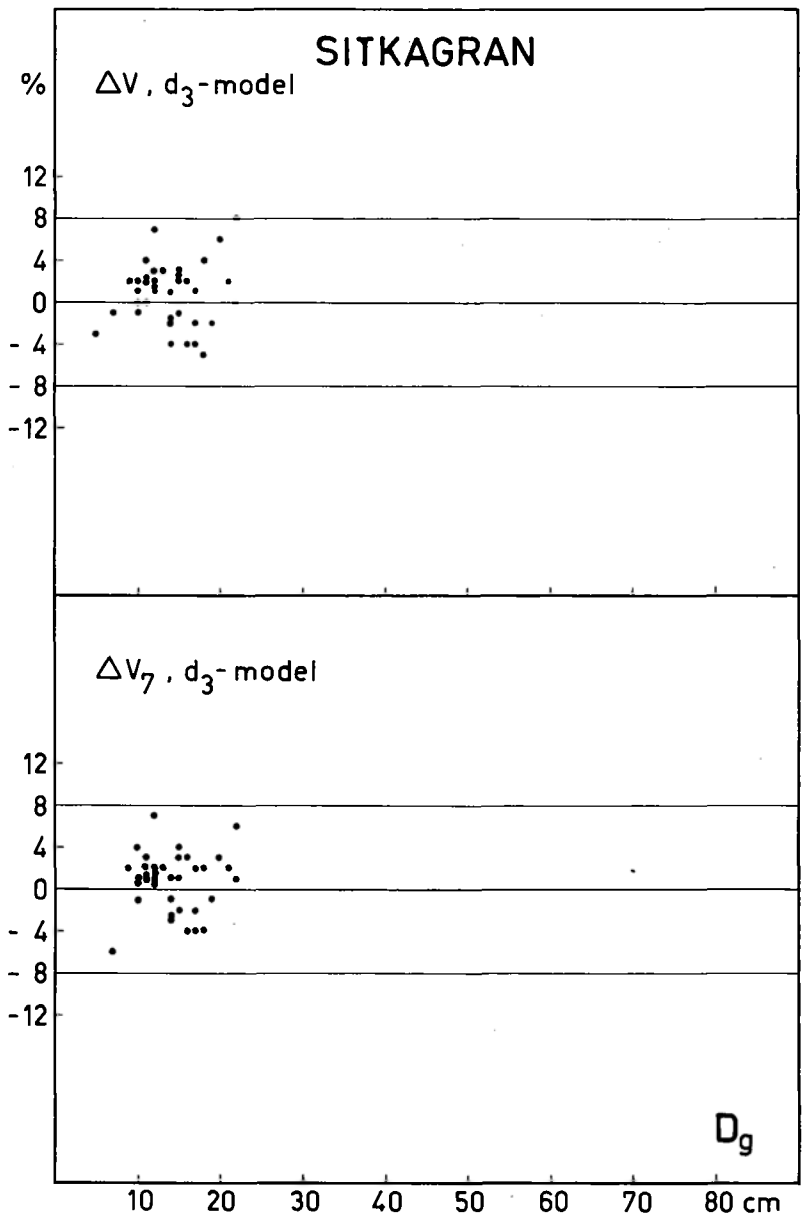
Distrikt *District*	Prøveflade *Sample plot*	Måling *Measuring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktionstype *Type of function*	v		v_5		v_7		v_{10}	
							n	Δ	n	Δ	n	Δ	n	Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Skjoldenæsholm	MI	f.77	16	7.2	7.3	standard *standard*	10	÷5.1	10	÷4.8	8	÷6.0	2	+12.5
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	÷2.0	10	÷2.8	8	÷1.8		
Holsteinborg	ML	e.76	16	7.3	7.0	standard *standard*	10	÷4.6	10	÷0.5	5	÷7.5		
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	+4.3	10	+9.0	5	+4.3		
Krenkerup	MG	e.73	27	15.3	15.7	standard *standard*	15	÷3.7	15	÷4.6	15	÷5.5	13	÷ 7.7
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	+0.9	10	÷0.4	10	+0.6		
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	13	+0.7	13	+0.3	13	0.0	13	÷ 1.8
Kalø, B-hugst	MD	e.80	54	23.0	26.1	standard *standard*	6	÷9.9	6	÷7.2	6	÷9.1	6	÷10.6
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	6	+0.7	6	+0.2	6	+0.4	6	+ 1.0
Kalø, D–B-hugst	MD	e.80	54	32.3	29.9	standard *standard*	5	÷1.2	5	+3.5	5	+1.9	5	+ 1.1
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	5	+1.4	5	+1.1	5	+1.1	5	+ 1.2

f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*



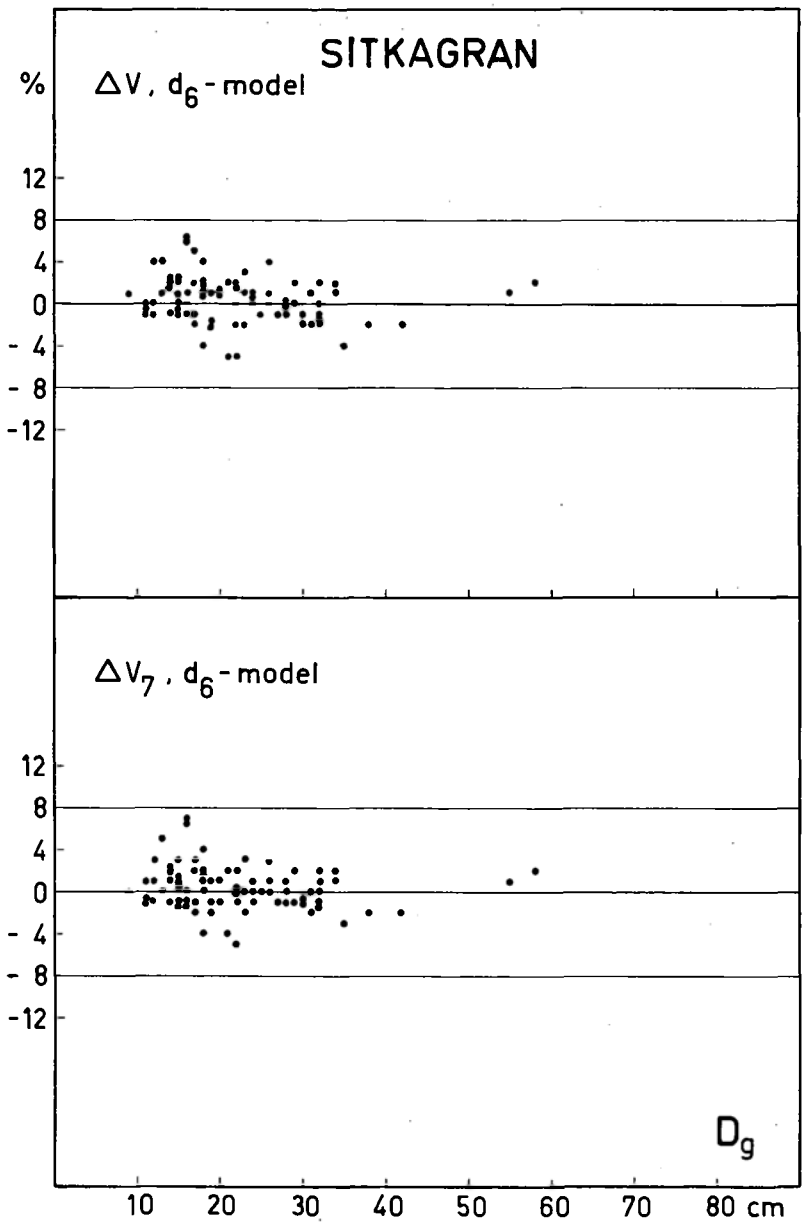
Figur SGR-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure SGR-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur SGR-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure SGR-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur SGR-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure SGR-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.2. *Douglasgran*

Tabel DGR-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table DGR-1. The distribution of the basic material of Douglas fir (DGR) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøve flade *Sample plot*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period*						Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number*	Bemærkninger *Remarks*
				Måling *Measuring*	Alder *Age*	Bon. *Site*	Bestand før tynding *Stand before thinning*				
							G	D_g	H_g		
		Litra *Letter*		år *year*	år *years*	klasse *class*	m^2/ha	cm	m	stk. *no.*	
Boller	Overskov	GA		e.07-f.73	27-92	2-3	43-44	16-65	16-32	87	
København 1.	Ravneholmene	GB		e.07-f.51	26-69	4-4	46-25	9-38	11-27	59	
Valbygård	Valbygård	GC		f.08-f.67	25-84	3-2	42-37	12-62	12-37	134	
Sorø 1.	Bromme pltg.	GD		e.15-f.34	33-51	3-3	23-32	20-36	17-27	57	RGR/DGR-blanding
Frijsenborg 3.	Borridsø	GE		f.09-e.68	27-87	4-3	45-38	14-66	12-36	136	
Tisvilde-Fr.v.	Grønnæsse	HD		f.20-f.20	25-25	4-4	34-34	11-11	11-11	8	
Giesegård	Maglebjerg	IB	Oregon	f.24-e.53	18-48	3-2	39-32	9-37	9-28	88	Træartsforsøg
Silkeborg	Vesterskov	IC		f.26-e.50	42-67	2-2	46-42	32-59	24-33	35	
Giesegård	Maglebjerg	II	Br.Col.	e.30-e.50	25-45	4-4	37-24	10-22	11-19	71	Træartsforsøg
Nødebo	Gribskov	PA	Pacific	e.44-f.51	16-22	2-3	22-23	8-12	9-12	16	Proveniensforsøg
do.	do.	PA	Olympic	e.44-e.44	16-16	2-2	20-20	8- 8	8- 8	5	do.
do.	do.	PA	Lerch.b.	e.44-f.51	15-21	2-2	24-27	8-13	8-12	15	do.
do.	do.	PA	Shuswap	e.44-e.44	16-16	3-3	18-18	7- 7	7- 7	5	do.
do.	do.	PA	Snoqual.	e.44-e.44	15-15	3-3	19-19	7- 7	7- 7	5	do.
do.	do.	PA	Howe S.	e.44-e.44	13-13	2-2	21-21	7- 7	7- 7	5	do.
do.	do.	PA	Lauterb.	f.51-f.51	21-21	2-2	20-20	13-13	12-12	4	do.
do.	do.	PA	Spirit	e.44-f.51	15-21	2-3	24-24	8-13	7-11	10	do.
do.	do.	PA	Elma	e.44-e.44	15-15	2-2	26-26	7- 7	8- 8	5	do.
do.	do.	PA	Cascadia	e.44-e.44	15-15	2-2	28-28	8- 8	7- 7	5	do.
do.	do.	PA	Gaildorf	e.44-e.44	15-15	3-3	24-24	7- 7	7- 7	5	do.
do.	do.	PA	Ryderw.	e.44-e.44	15-15	3-3	22-22	7- 7	7- 7	5	do.
Krenkerup	Rykkerup	PC		e.61-e.61	16-16	2-2	24-24	9- 9	8- 8	10	Træartsforsøg

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel DGR-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table DGR-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	5.0-9.9	10.0-14.9	15.0-19.9	20.0-24.9	25.0-29.9	30.0-34.9	35.0-39.9	
5.0- 9.9	57	24						81
10.0-14.9	13	127	22					162
15.0-19.9		16	93	16				125
20.0-24.9		1	33	66				100
25.0-29.9			4	66	17			87
30.0-34.9				27	53			80
35.0-39.9				9	39			48
40.0-44.9				1	19	9		29
45.0-49.9					4	4		8
50.0-54.9						9	1	10
55.0-59.9					1	5	3	9
60.0-64.9						7	7	14
65.0-69.9					1	1	9	11
70.0-74.9						1	1	2
75.0-79.9							1	1
≧80.0						2	1	3
I alt *Total*	70	168	152	185	134	38	23	770

Tabel DGR-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table DGR-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*							I alt *Total*
	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
5.0- 9.9	1	4	3	2	1			11
10.0-14.9	3	20	34	37	10	1		105
15.0-19.9	1	14	28	61	19	1		124
20.0-24.9	1	2	32	49	16			100
25.0-29.9			16	53	17	1		87
30.0-34.9		1	10	46	22		1	80
35.0-39.9			8	23	15	2		48
40.0-44.9	1		4	16	8			29
45.0-49.9			3	4	1			8
50.0-54.9			4	5	1			10
55.0-59.9		1	3	4		1		9
60.0-64.9			4	5	4	1		14
65.0-69.9			2	4	3	2		11
70.0-74.9		1		1				2
75.0-79.9				1				1
≧80.0		1	1	1				3
I alt *Total*	7	44	152	312	117	9	1	642

Tabel DGR-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).
Table DGR-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*								I alt *Total*
	0.600–0.649	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
5.0- 9.9	1	1	4	11	20	22	21	1	81
10.0-14.9				3	12	44	56	25	140
15.0-19.9						5	11		16
20.0-24.9						1			1
I alt *Total*	1	1	4	14	32	72	88	26	238

Tabel DGR-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.
Table DGR-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type 1. Alle træer i afdrift
All trees at clear cutting
- 2. Udvalgte træer fra afdrift
Sampled trees from clear cutting
- 3. Bestandsudvalg
Sampled trees from stand
- 4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
Sampled trees from thinning, diameter as in stand
- 5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
- 6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
All (undamaged) thinning trees
- 7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
- 8. Andet
Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
5.0- 9.9				62	4	8	7		81
10.0-14.9				107	14	16	25		162
15.0-19.9		1		62	8	9	45		125
20.0-24.9		3		34	3	24	36		100
25.0-29.9		1		21	1	39	25		87
30.0-34.9		6		21	1	34	18		80
35.0-39.9		6		13		17	9	3	48
40.0-44.9		7		3		12	5	2	29
45.0-49.9				1		3	4		8
50.0-54.9	1	1				6	2		10
55.0-59.9	7					1	1		9
60.0-64.9	10	3				1			14
65.0-69.9	11								11
70.0-74.9	2								2
75.0-79.9	1								1
≧80.0	3								3
I alt *Total*	35	28	0	324	31	170	177	5	770

Tabel DGR-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise ($\sigma^2_{\bar{A}}$) og den vægtede indre ($\sigma^2_{\bar{E}} = w\sigma^2_{\bar{e}}$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v eller v_s) ved d = 0.20 m.

Table DGR-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise ($\sigma^2_{\bar{A}}$) and the weighted internal ($\sigma^2_{\bar{E}} = w\sigma^2_{\bar{e}}$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v or v_s) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m^3	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter $\sigma^2_{\bar{A}}$ $\sigma^2_{\bar{E}}$ *Variance components*		Spredning på v eller v_s *Standard deviation over v or v_s* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_2	0.000363	0.004321	1.9	7.2	7.5
- -	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000234	0.001673	1.5	4.4	4.7
- -	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000142	0.001321	1.2	3.8	4.0
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000424	0.004366	2.1	7.5	7.8
- -	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000223	0.001434	1.5	4.2	4.5
- -	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000128	0.001212	1.1	3.7	3.8
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000460	0.004503	2.2	7.8	8.2
- -	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000529	0.001724	2.3	4.8	5.4
- -	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000135	0.001212	1.2	3.8	4.0
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000586	0.004868	2.5	8.9	9.2
- -	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000270	0.001934	1.7	5.5	5.8
- -	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000178	0.001396	1.3	4.4	4.6

Tabel DGR-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table DGR-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m^3	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	3.21***	2.22***
- -	med d_3 *with d_3*	2.30**	1.49*
- -	med d_6 *with d_6*	5.72***	2.22***
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	3.07***	2.31***
- -	med d_3 *with d_3*	2.44**	1.06
- -	med d_6 *with d_6*	5.27***	2.14***

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel DGR-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v og v_7 med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel DGR-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type eller bonitet har større vedmasse end træer af henholdsvis type 6 eller bonitet 2.

Table DGR-9. Average deflections in percentage in the volumes v and v_7 at varying types of sampling and site classes in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured) and Site class 2. The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table DGR-5. Positive deflections mean that trees of the type or site class concerned have a higher volume than trees of Type 6 or Site class 2 respectively.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling* Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6*			Bonitetsklasse *Site class* Gns. afvigelser fra bonitet 2 *Average deflections from Site class 2*		
		type 1-2 *types 1-2*	type 4 *type 4*	type 7 *type 7*	bonitet 1 *site class 1*	bonitet 3 *site class 3*	bonitet 4 *site class 4*
m^3		%	%	%	%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	+5	+1	0		+3	+2
–	med d_3 *with d_3*		÷1	+1		0	0
–	med d_6 *with d_6*	+1	0	0		+2	+1
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	+4	+1	÷1		+4	+1
–	med d_3 *with d_3*		÷6	÷3		+1	+1
–	med d_6 *with d_6*	÷1	÷1	0		+1	0

Tabel DGR-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table DGR-10. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GA			GB			GC			GE			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v-model *Standard v-model*											
16.2	5	+ 1	9.4	5	÷ 3	11.7	11	÷ 1	13.8	12	0
22.0	5	+ 3	16.4	6	+ 7	13.9	10	+ 7	17.1	12	+ 3
25.3	12	÷ 4	20.5	10	÷ 1	15.6	33	+ 2	20.9	12	+ 4
29.8	9	÷ 3	23.0	5	÷ 4	18.2	7	+ 2	23.7	11	+ 3
31.9	7	÷ 4	26.0	5	÷ 1	22.7	36	÷ 1	27.0	26	÷ 3
34.9	9	÷ 3	27.8	7	÷ 2	26.6	9	÷ 4	29.5	10	+ 8
36.9	5	÷ 5	30.5	9	+ 1	29.7	7	÷ 6	33.7	5	+12
41.2	7	÷ 1	33.3	6	÷ 2	32.9	5	÷ 6	36.4	17	+ 9
45.1	7	÷ 5	36.7	5	+ 1	36.3	3	÷ 6	39.5	3	+ 5
47.7	1	0	38.1	1	÷19	37.6	2	÷ 4	41.1	3	+ 4
50.8	4	0				41.2	4	÷10	54.4	3	÷ 6
63.6	1	÷14				48.1	3	÷ 6	59.1	2	÷ 3
64.7	15	+ 1				62.3	4	÷ 8	66.2	20	+ 6
Standard v_7-model *Standard v_7-model*											
16.2	5	÷ 2	9.4	5	÷ 6	11.7	11	÷ 4	13.8	12	0
22.0	5	+ 2	16.4	6	+ 7	13.9	10	+ 8	17.1	12	+ 3
25.3	12	÷ 5	20.5	10	÷ 2	15.6	31	+ 2	20.9	12	+ 4
29.8	9	÷ 2	23.0	5	÷ 5	18.2	7	+ 1	23.7	11	+ 3
31.9	7	÷ 4	26.0	5	0	22.7	36	÷ 2	27.0	26	÷ 2
34.9	9	÷ 3	27.8	7	÷ 3	26.6	9	÷ 5	29.5	10	+10
36.9	5	÷ 4	30.5	9	+ 2	29.7	7	÷ 7	33.7	5	+13
41.2	7	0	33.3	6	÷ 1	32.9	5	÷ 7	36.4	17	+10
45.1	7	÷ 4	36.7	5	+ 1	36.3	3	÷ 5	39.5	3	+ 7
47.7	1	0	38.1	1	÷19	37.6	2	÷ 3	41.1	3	+ 5
50.8	4	+ 2				41.2	4	÷10	54.4	3	÷ 5
63.6	1	÷17				48.1	3	÷ 6	59.1	2	÷ 3
64.7	15	÷ 1				62.3	4	÷ 8	66.2	20	+ 7

Tabel DGR-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table DGR-11. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GA			GB			GC			GE			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v-model med d_6 *v-model with d_6*											
16.2	5	+3	9.4	2	+2	11.7	9	+2	13.8	11	÷1
22.0	5	0	16.4	6	+2	13.9	10	+1	17.1	12	0
25.3	12	+3	20.5	10	+3	15.6	31	+2	20.9	12	0
29.8	9	0	23.0	5	+2	18.2	7	+2	23.7	11	0
31.9	7	0	26.0	5	+3	22.7	36	+1	27.0	26	÷2
34.9	9	0	27.8	7	+4	26.6	9	0	29.5	10	+2
36.9	5	÷1	30.5	9	+4	29.7	7	+1	33.7	5	+6
41.2	7	÷2	33.3	6	+2	32.9	5	÷1	36.4	17	+2
45.1	7	÷5	36.7	5	+2	36.3	3	÷2	39.5	3	÷1
47.7	1	÷2	38.1	1	+1	37.6	2	÷3	41.1	3	÷2
50.8	4	÷3				41.2	4	÷5	54.4	3	÷3
63.6	1	÷1				48.1	3	÷2	59.1	2	÷1
64.7	15	+1				62.3	4	÷1	66.2	20	0
v_7-model med d_6 *v_7-model with d_6*											
16.2	5	÷4	9.4	2	+1	11.7	9	+1	13.8	11	÷1
22.0	5	÷1	16.4	6	+1	13.9	10	+2	17.1	12	÷1
25.3	12	÷3	20.5	10	+3	15.6	30	+2	20.9	12	÷1
29.8	9	0	23.0	5	+2	18.2	7	+1	23.7	11	0
31.9	7	0	26.0	5	+3	22.7	36	0	27.0	26	÷2
34.9	9	0	27.8	7	+3	26.6	9	0	29.5	10	+3
36.9	5	÷1	30.5	9	+5	29.7	7	0	33.7	5	+6
41.2	7	÷1	33.3	6	+3	32.9	5	÷1	36.4	17	+3
45.1	7	÷4	36.7	5	+2	36.3	3	÷1	39.5	3	+1
47.7	1	÷2	38.1	1	+2	37.6	2	÷3	41.1	3	÷1
50.8	4	÷1				41.2	4	÷4	54.4	3	÷2
63.6	1	÷2				48.1	3	÷1	59.1	2	÷1
64.7	15	÷1				62.3	4	÷1	66.2	20	0

Tabel DGR-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total stammemasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table DGR-12. Average stump volume in percentage of total stem volume on root at various breast-height diameters.

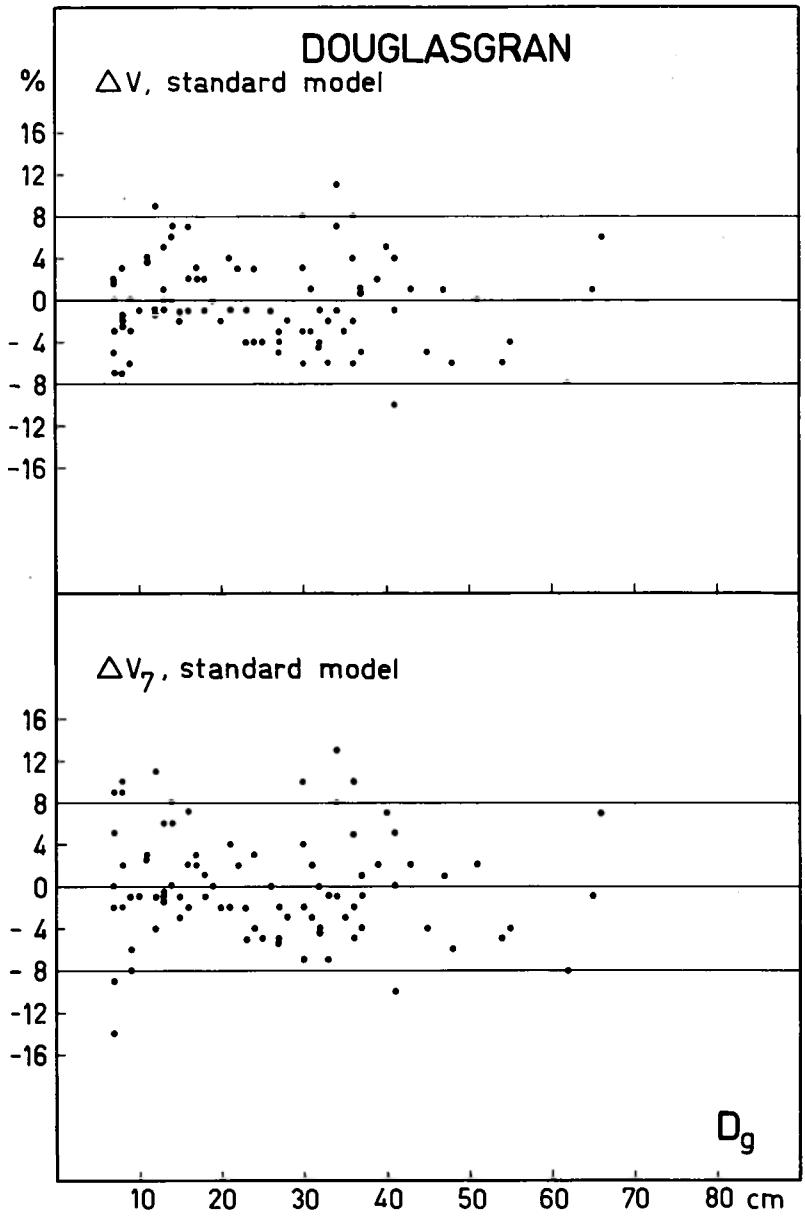
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	4.3	3.5	3.3	6.1

Tabel DGR-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træartsforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table DGR-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

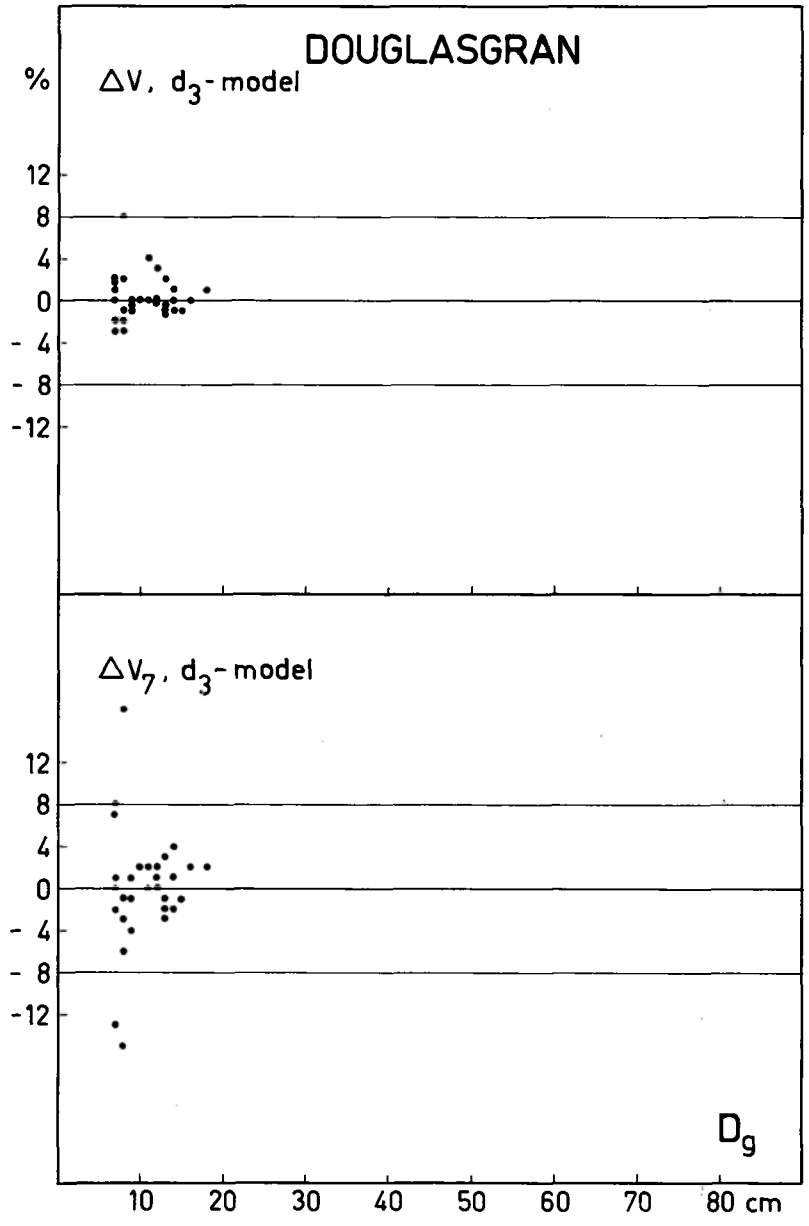
Distrikt *District*	Prøveflade *Sample plot*	Måling *Measuring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktionstype *Type of function*	v		v_5		v_7		v_{10}	
							n	Δ	n	Δ	n	Δ	n	Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Skjoldenæsholm	PF	f.79	17	8.5	7.3	standard *standard*	10	+ 8.8	10	+10.0	8	+11.6	3	+12.1
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	0.0	10	+ 1.1	8	+ 3.3		
Holsteinborg	PE	e.76	15	7.9	7.4	standard *standard*	10	+12.4	10	+12.8	9	+21.3	1	+36.8
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	+ 2.1	10	+ 0.5	9	+ 8.0		
Krenkerup	PC	e.73	28	20.7	17.3	standard *standard*	15	+ 0.7	15	+ 0.7	15	+ 1.4	15	+ 2.3
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	15	+ 3.9	15	+ 3.9	15	+ 4.4	15	+ 4.9

f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*



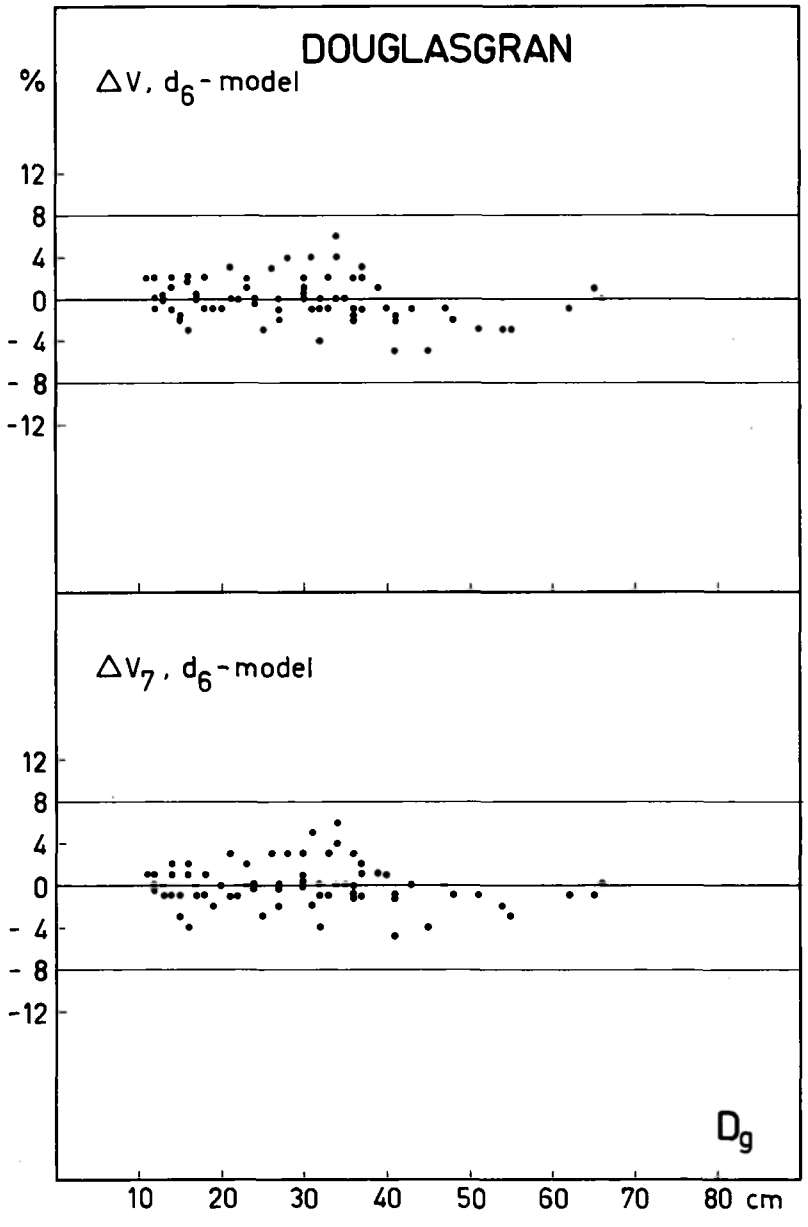
Figur DGR-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure DGR-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur DGR-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure DGR-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur DGR-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure DGR-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.3. *Japansk lærk*

Tabel JAL-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table JAL-1. The distribution of the basic material of Japanese larch (JAL) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot* Litra *Letter*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period* Måling *Measuring* år *year*	Alder *Age* år *years*	Bon. *Site* klasse *class*	Bestand før tynding *Stand before thinning* G m²/ha *m²/ha*	D_g cm *cm*	H_g m *m*	Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number* stk. *no.*	Bemærkninger *Remarks*
Frijsenborg 3.	Norringure	GO		e.16-f.81	15-79		27-24	9-48	8-30	146	Underpl. med tsuga
Giesegård	Maglebjerg	GV		e.15-e.67	11-63		22-21	7-42	6-27	143	Underpl. med rødgran
Boller	Rold	HQ		e.21-f.52	14-44		26-21	9-37	8-22	67	Underpl. med cypres
Gisselfeld	Everdruplund	IM		e.29-e.67	31-69		28-20	23-52	19-29	66	Underpl. med bøg
Nødebo	Gribskov	UA		e.44-f.51	14-20		25-25	9-16	9-14	11	Proveniensforsøg
do.	do.	UB		e.44-e.50	27-33		19-19	15-19	15-16	55	
Frijsenborg	Sønderskov	UF		e.58-e.58	36-36		24-24	29-29	23-23	12	Underplantn.forsøg
Krenkerup	Rykkerup	UG		f.58-f.58	11-11		19-19	7- 7	7- 7	15	Træartsforsøg

e. = *antumn*
f. = *spring*

Tabel JAL-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table JAL-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*						I alt *Total*
	5.0-9.9	10.0-14.9	15.0-19.9	20.0-24.9	25.0-29.9	30.0-34.9	
<5.0	2						2
5.0- 9.9	51	3					54
10.0-14.9	23	77	5				105
15.0-19.9		39	75				114
20.0-24.9		3	81	9			93
25.0-29.9			16	39			55
30.0-34.9			1	23			24
35.0-39.9				13	19		32
40.0-44.9					24	1	25
45.0-49.9					3		3
50.0-54.9					5		5
55.0-59.9				1	2		3
I alt *Total*	76	122	178	85	53	1	515

Tabel JAL-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table JAL-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*							I alt *Total*
	0.650-0.699	0.700-0.749	0.750-0.799	0.800-0.849	0.850-0.899	0.900-0.949	≧0.950	
10.0-14.9	1	7	18	20	5	2		53
15.0-19.9	5	9	20	35	37	7		113
20.0-24.9			4	38	35	14	2	93
25.0-29.9			1	16	34	4		55
30.0-34.9			2	8	12	2		24
35.0-39.9			6	13	10	3		32
40.0-44.9		1	2	14	8			25
45.0-49.9				1	1	1		3
50.0-54.9			1	2	2			5
55.0-59.9				1	2			3
I alt *Total*	6	17	54	148	146	33	2	406

Tabel JAL-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).
Table JAL-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*							I alt *Total*
	0.650-0.699	0.700-0.749	0.750-0.799	0.800-0.849	0.850-0.899	0.900-0.949	≧0.950	
<5.0				1	1			2
5.0- 9.9	2	3	7	22	15	4		53
10.0-14.9			4	8	20	44	24	100
15.0-19.9					11	21	7	39
20.0-24.9					1	2		3
I alt *Total*	2	3	11	31	48	71	31	197

Tabel JAL-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.
Table JAL-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type
1. Alle træer i afdrift
All trees at clear cutting
2. Udvalgte træer fra afdrift
Sampled trees from clear cutting
3. Bestandsudvalg
Sampled trees from stand
4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
Sampled trees from thinning, diameter as in stand
5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
All (undamaged) thinning trees
7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
8. Andet
Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
< 5.0				2					2
5.0- 9.9				48			6		54
10.0-14.9				72		3	30		105
15.0-19.9				41	3	34	36		114
20.0-24.9				21	6	61	5		93
25.0-29.9				13	3	32	7		55
30.0-34.9				2		18	4		24
35.0-39.9	4			6		22			32
40.0-44.9	15			2		6		2	25
45.0-49.9						3			3
50.0-54.9	1		2			1		1	5
55.0-59.9			2					1	3
I alt *Total*	20	0	4	207	12	180	88	4	515

Tabel JAL-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_A) og den vægtede indre ($\sigma^2_i = w\sigma^2_\varepsilon$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v eller v_s) ved d = 0.20 m.

Table JAL-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_A) and the weighted internal ($\sigma^2_i = w\sigma^2_\varepsilon$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v or v_s) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m^3	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_A	σ^2_i	Spredning på v eller v_s *Standard deviation over v or v_s* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_2	0.000005	0.002600	0.2	5.5	5.5
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000002	0.001309	0.1	3.9	3.9
–	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000073	0.001053	0.9	3.3	3.4
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000079	0.002687	0.9	5.8	5.9
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000053	0.001221	0.7	3.9	4.0
–	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000096	0.000816	1.0	3.0	3.2
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000096	0.002728	1.0	6.1	6.1
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000128	0.001370	1.1	4.2	4.4
–	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000105	0.000816	1.0	3.1	3.3
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000122	0.002804	1.1	6.6	6.8
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000280	0.001569	1.7	4.9	5.2
–	med d_6 *with d_6*	w_4	0.000125	0.000871	1.1	3.5	3.6

Tabel JAL-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table JAL-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m^3	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	1.10	1.75*
–	med d_3 *with d_3*	1.03	1.99*
–	med d_6 *with d_6*	4.22***	2.31***
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	2.28*	1.29
–	med d_3 *with d_3*	2.24	0.81
–	med d_6 *with d_6*	6.00***	1.74**

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel JAL-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v og v_7 med varierende udvalgstype i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt). Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel JAL-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type har større vedmasse end træer af type 6.

Table JAL-9. Average deflections in percentage in the volumes v and v_7 at varying types of sampling in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured). The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table JAL-5. Positive deflections mean that trees of the type concerned have a higher volume than trees of Type 6.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling* Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6*		
		type 1-2 *types 1-2*	type 4 *type 4*	type 7 *type 7*
m^3		%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	÷2	0	÷1
– –	med d_3 *with d_3*		÷3	÷3
– –	med d_6 *with d_6*	÷2	+1	+1
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	÷5	0	÷2
– –	med d_3 *with d_3*		÷3	÷3
– –	med d_6 *with d_6*	÷3	+2	+1

Tabel JAL-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table JAL-10. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GO			GV			HQ			IM			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v-model *Standard v-model*											
8.6	12	+ 2	6.9	10	0	8.6	6	0	23.0	10	+1
11.8	12	÷ 1	8.6	11	+1	10.5	6	÷3	24.8	5	÷1
15.9	11	÷ 2	10.9	10	÷2	11.9	10	+2	26.6	10	+2
18.6	10	0	12.9	10	+3	14.2	10	÷1	29.4	15	÷1
24.0	61	0	14.3	10	÷4	16.3	8	÷2	37.1	9	÷1
29.8	10	0	15.8	10	÷2	18.2	9	+2	41.4	6	÷2
35.0	9	÷ 5	17.6	10	+4	20.7	5	+2	47.4	4	+6
37.7	5	÷ 2	19.7	5	0	23.1	5	÷5	48.6	4	+3
39.2	4	÷ 4	21.2	19	+1	26.3	4	+3	52.0	3	+6
41.6	2	+ 1	24.5	12	+2	34.9	3	+1			
44.5	6	0	28.7	11	+4	36.7	1	÷1			
46.5	3	÷ 1	31.9	3	÷4						
48.2	1	+25	35.9	2	0						
			42.0	20	÷2						
Standard v_7-model *Standard v_7-model*											
8.6	12	+ 5	6.9	6	0	8.6	6	+1	23.0	10	+3
11.8	12	÷ 2	8.6	11	0	10.5	6	÷7	24.8	5	+1
15.9	11	÷ 2	10.9	10	÷2	11.9	10	+1	26.6	10	+4
18.6	10	+ 1	12.9	10	+3	14.2	10	÷2	29.4	15	+1
24.0	61	0	14.3	10	÷5	16.3	8	÷3	37.1	9	+1
29.8	10	0	15.8	10	÷2	18.2	9	+2	41.4	6	0
35.0	9	÷ 4	17.6	10	+4	20.7	5	+2	47.4	4	+4
37.7	5	÷ 2	19.7	5	+1	23.1	5	÷5	48.6	4	+4
39.2	4	÷ 4	21.2	19	+1	26.3	4	+4	52.0	3	+4
41.6	2	÷ 1	24.5	12	+3	34.9	3	+3			
44.5	6	÷ 5	28.7	11	+5	36.7	1	+1			
46.5	3	÷ 1	31.9	3	÷3						
48.2	1	+11	35.9	2	÷2						
			42.0	20	÷3						

Tabel JAL-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table JAL-11. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GO			GV			HQ			IM			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	
v-model med d_6 *v-model with d_6*												
15.9	11	÷ 2	12.9	7	+2	14.2	3	+5	23.0	10	+1	
18.6	10	0	14.3	10	0	16.3	7	+4	24.8	5	÷2	
24.0	61	÷ 1	15.8	10	0	18.2	9	+1	26.6	10	+1	
29.8	10	0	17.6	10	+1	20.7	5	+3	29.4	15	÷2	
35.0	9	÷ 4	19.7	5	÷1	23.1	5	÷3	37.1	9	÷1	
37.7	5	+ 1	21.2	19	+1	26.3	4	+2	41.4	6	÷2	
39.2	4	÷ 3	24.5	12	+2	34.9	3	0	47.4	4	+1	
41.6	2	+ 3	28.7	11	+3	36.7	1	÷1	48.6	4	÷4	
44.5	6	+ 3	31.9	3	+1				52.0	3	÷1	
46.5	3	÷ 2	35.9	2	+4							
48.2	1	+22	42.0	20	÷1							
v_7-model med d_6 *v_7-model with d_6*												
15.9	11	÷ 2	12.9	7	+2	14.2	3	+4	23.0	10	+1	
18.6	10	0	14.3	10	0	16.3	7	+3	24.8	5	÷1	
24.0	61	÷ 2	15.8	10	÷1	18.2	9	0	26.6	10	+1	
29.8	10	0	17.6	10	+2	20.7	5	+3	29.4	15	÷1	
35.0	9	÷ 3	19.7	5	÷1	23.1	5	÷4	37.1	9	0	
37.7	5	+ 1	21.2	19	+1	26.3	4	+2	41.4	6	0	
39.2	4	÷ 3	24.5	12	+2	34.9	3	+1	47.4	4	+1	
41.6	2	+ 1	28.7	11	+2	36.7	1	+1	48.6	4	÷3	
44.5	6	÷ 1	31.9	3	+1				52.0	3	0	
46.5	3	0	35.9	2	+3							
48.2	1	+11	42.0	20	÷1							

Tabel JAL-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total stammemasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table JAL-12. Average stump volume in percentage of total stem volume on root at various breast-height diameters.

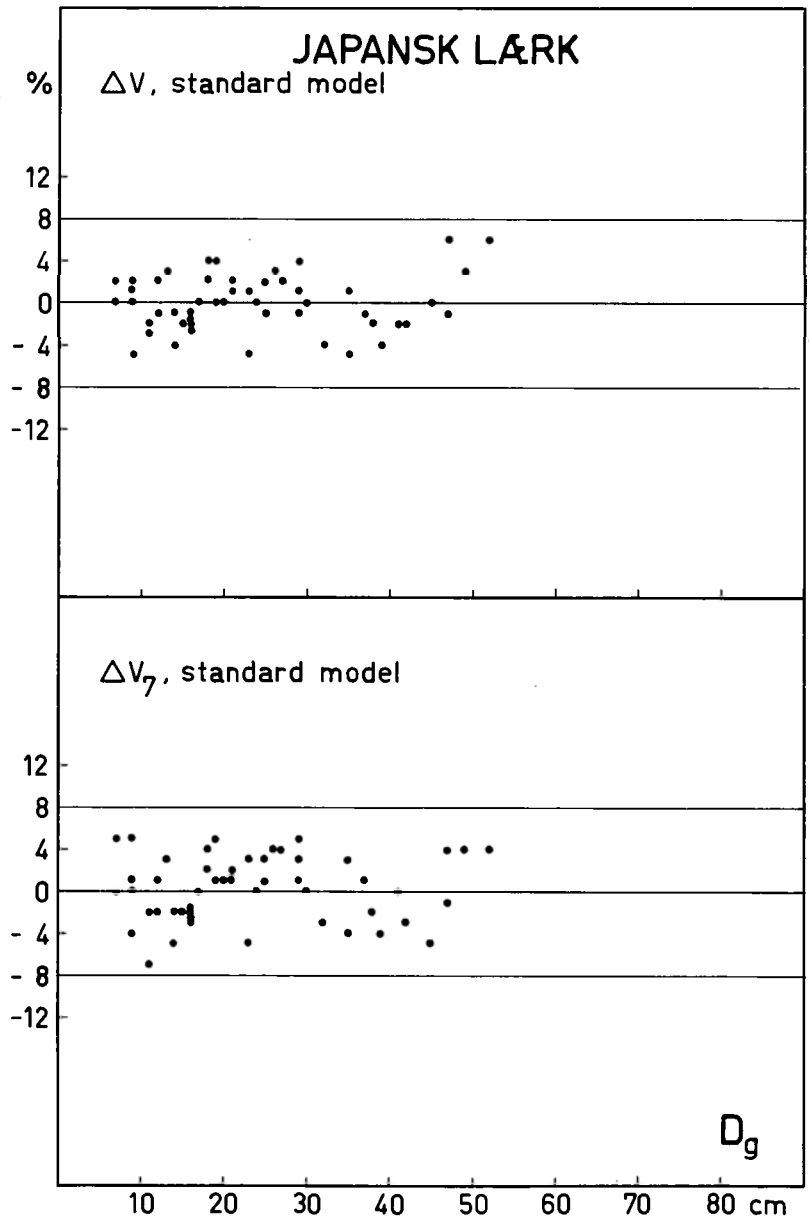
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	4.5	3.6	4.8	

Tabel JAL-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træartsforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table JAL-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

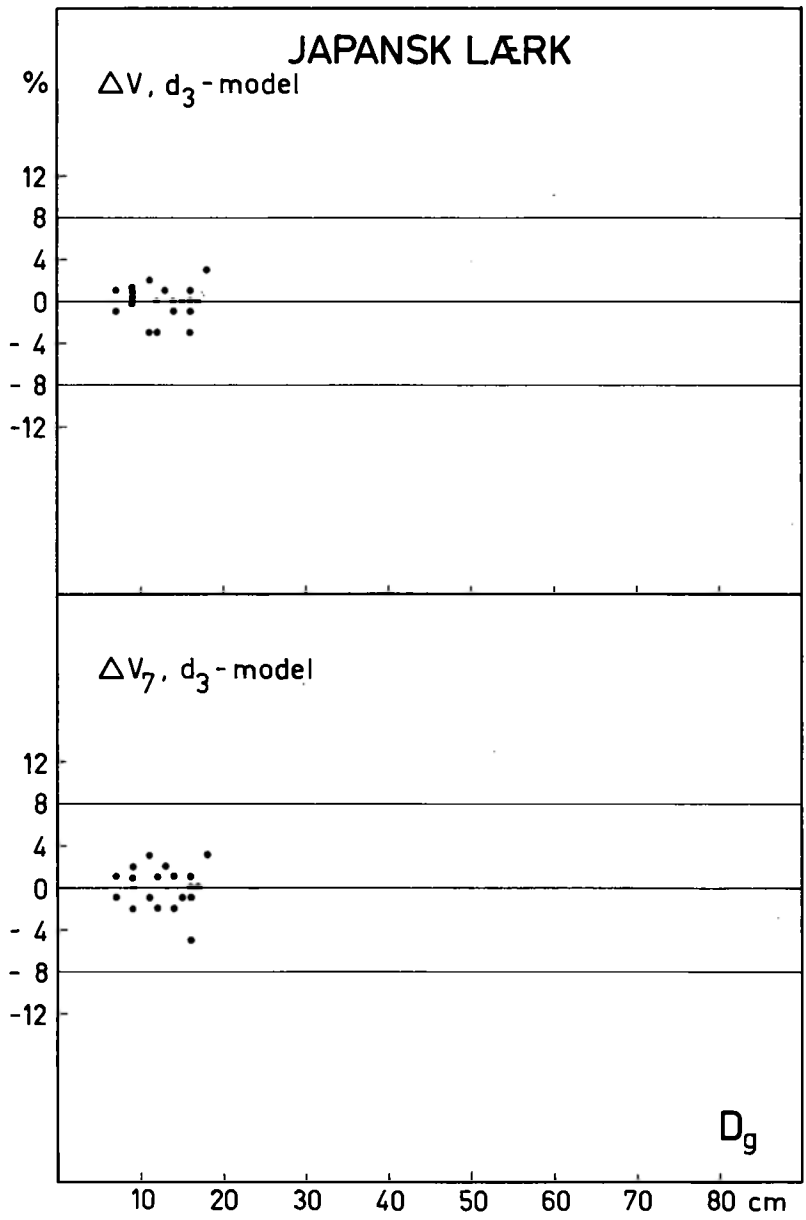
Distrikt *District*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measu-ring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktions-type *Type of function*	v		v_5		v_7		v_{10}	
							n	Δ	n	Δ	n	Δ	n	Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Skjoldenæsholm	UT	f.77	15	7.5	7.5	standard *standard*	10	÷5.2	10	÷5.5	7	÷7.8		
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with* d_3	10	÷1.4	10	÷0.2	7	÷1.3		
Holsteinborg	UR	e.76	15	9.1	9.2	standard *standard*	10	÷5.2	10	÷6.6	9	÷7.5	4	÷12.6
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with* d_3	10	÷1.4	10	÷1.2	9	÷1.3		
Krenkerup	UG	e.73	27	18.4	15.6	standard *standard*	15	÷2.5	15	÷2.9	15	÷3.0	15	÷ 3.4
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with* d_6	15	0.0	15	÷0.1	15	+0.1	15	+ 0.5

f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*



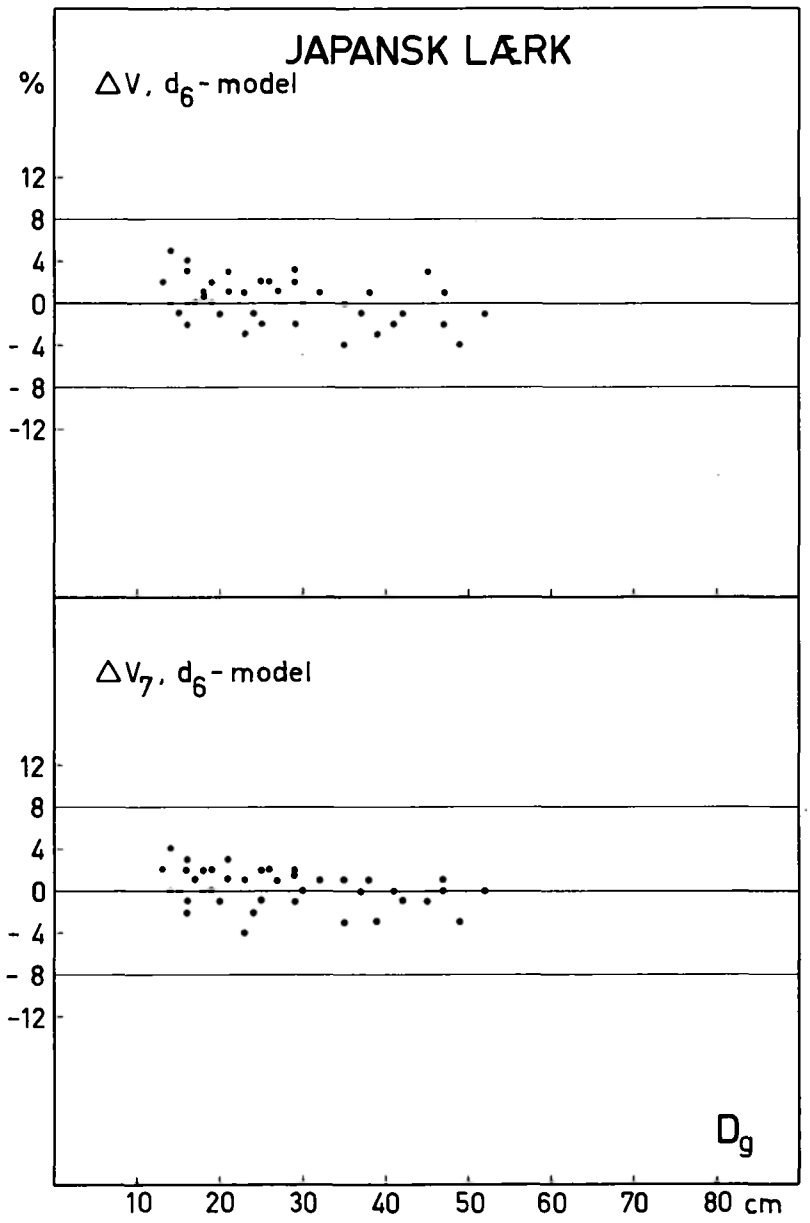
Figur JAL-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure JAL-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur JAL-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure JAL-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur JAL-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure JAL-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.4. *Almindelig ædelgran*

Tabel ÆGR-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table ÆGR-1. The distribution of the basic material of common silver fir (ÆGR) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot* Litra *Letter*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period* Måling *Measuring* år *year*	Alder *Age* år *years*	Bon. *Site* klasse *class*	Bestand før tynding *Stand before thinning* G m²/ha *m²/ha*	D_g cm *cm*	H_g m *m*	Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number* stk. *no.*	Bemærkninger *Remarks*
Kronborg 6.	Højberg Hegn	BP		e.15-f.21	64- 69	3-3	57-50	26-29	22-23	11	
Kronborg 2.	Gurre Vang	BY		e.19-e.19	103-103	3-3	59-59	52-52	31-31	4	
do.	Danstrup Hegn	BØ		e.10-e.29	53- 72	2-2	59-41	29-37	23-29	23	
Bornholm	Almindingen	G		e.91-e.01	74- 84	3-3	52-31	31-38	26-29	70	
Stenderup	Nørreskov	GX		e.18-f.23	42- 46	2-2	58-54	20-23	18-20	19	
do.	do.	GY		e.20-f.23	37- 39	1-1	57-55	18-20	18-19	15	
do.	do.	GZ		e.20-e.20	47- 47	2-2	51-51	21-21	20-20	5	RGR/ÆGR-blanding
Bornholm	Almindingen	H		e.91-e.96	74- 79	3-3	48-32	29-31	25-25	40	
Frijsenborg	Borridsø	IE		e.28-e.36	36- 44	2-2	40-34	17-25	14-18	50	
do.	do.	IF		e.28-e.36	43- 51	2-2	42-32	20-29	17-21	50	
do.	Tinning	IG		e.28-e.32	48- 52	2-2	37-32	23-27	20-22	30	
do.	do.	IH		e.29-e.53	42- 66	1-2	41-33	23-44	20-28	68	
Klitvæsenet	Vester Vandet	OB	Svag h.	e.49-e.64	36- 51	3-3	48-56	18-25	13-20	36	Hugstforsøg
do.	do.	OB	Stærk h.	e.49-e.64	36- 51	3-2	39-37	18-29	14-20	43	do.
Giesegård	Maglebjerg	OC		e.53-e.67	48- 62	1-1	34-31	28-39	22-28	43	Træartsforsøg
Klitvæsenet	Vilsbøl	OE		e.64-e.64	61- 61	3-3	76-76	45-45	23-23	2	

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel ÆGR-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table ÆGR-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*					I alt *Total*
	10.0-14.9	15.0-19.9	20.0-24.9	25.0-29.9	30.0-34.9	
10.0-14.9	9	1				10
15.0-19.9	44	55	3			102
20.0-24.9	7	73	45	2		127
25.0-29.9		23	68	19		110
30.0-34.9		1	27	45		73
35.0-39.9		1	5	37	1	44
40.0-44.9				28	1	29
45.0-49.9				8	2	10
50.0-54.9					3	3
60.0-64.9					1	1
I alt *Total*	60	154	148	139	8	509

Tabel ÆGR-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table ÆGR-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*						I alt *Total*
	0.700-0.749	0.750-0.799	0.800-0.849	0.850-0.899	0.900-0.949	≧0.950	
10.0-14.9	1	5	2	1			9
15.0-19.9	5	22	43	28	3	1	102
20.0-24.9	2	11	37	58	19		127
25.0-29.9			27	68	15		110
30.0-34.9		1	19	47	5	1	73
35.0-39.9			6	32	6		44
40.0-44.9	1	2	11	12	3		29
45.0-49.9		3	5	2			10
50.0-54.9		1		1	1		3
60.0-64.9		1					1
I alt *Total*	9	46	150	249	52	2	508

Tabel ÆGR-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).
Table ÆGR-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*			I alt *Total*
	0.850-0.899	0.900-0.949	≧0.950	
10.0-14.9		5	4	9
15.0-19.9	2	32	10	44
20.0-24.9		7		7
I alt *Total*	2	44	14	60

Tabel ÆGR-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.
Table ÆGR-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type
1. Alle træer i afdrift
All trees at clear cutting
2. Udvalgte træer fra afdrift
Sampled trees from clear cutting
3. Bestandsudvalg
Sampled trees from stand
4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
Sampled trees from thinning, diameter as in stand
5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
All (undamaged) thinning trees
7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
8. Andet
Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
10.0-14.9				4		6			10
15.0-19.9			2	50		25	25		102
20.0-24.9			2	63		9	53		127
25.0-29.9		3	7	49		1	50		110
30.0-34.9		16	6	21			30		73
35.0-39.9		20	3	12			9		44
40.0-44.9		14		13			2		29
45.0-49.9		7		3					10
50.0-54.9				3					3
60.0-64.9				1					1
I alt *Total*	0	60	20	219	0	41	169	0	509

Tabel ÆGR-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_λ) og den vægtede indre ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v eller v_s) ved d = 0.20 m.

Table ÆGR-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_λ) and the weighted internal ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v or v_s) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m^3	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_λ	 σ^2_ε	Spredning på v eller v_s *Standard deviation over v or v_s* Prøveflade *Sample plot* %	 Indre *Internal* %	 I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_3	0.000687	0.002093	2.7	5.2	5.9
– –	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000287	0.000665	1.7	2.9	3.4
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000845	0.002106	3.0	5.4	6.2
– –	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000340	0.000606	1.9	2.9	3.4
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000867	0.002074	3.0	5.5	6.4
– –	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000359	0.000599	1.9	3.0	3.5
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.001055	0.002100	3.3	6.1	6.9
– –	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000530	0.000632	2.3	3.3	4.0

Tabel ÆGR-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table ÆGR-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m^3	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	7.38***	1.51*
– –	med d_6 *with d_6*	9.31***	1.24
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	8.70***	1.76**
– –	med d_6 *with d_6*	11.41***	1.06

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel ÆGR-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v og v_7 med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel ÆGR-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type eller bonitet har større vedmasse end træer af henholdsvis type 6 eller bonitet 2.

Table ÆGR-9. Average deflections in percentage in the volumes v and v_7 at varying types of sampling and site classes in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured) and Site class 2. The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table ÆGR-5. Positive deflections mean that trees of the type or site class concerned have a higher volume than trees of Type 6 or Site class 2 respectively.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling* Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6*			Bonitetsklasse *Site class* Gns. afvigelser fra bonitet 2 *Average deflections from Site class 2*		
		type 1-2 *types 1-2*	type 4 *type 4*	type 7 *type 7*	bonitet 1 *site class 1*	bonitet 3 *site class 3*	bonitet 4 *site class 4*
m^3		%	%	%	%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	+4	0	+1	+7	0	
- -	med d_6 *with d_6*	+2	0	+1	+3	+1	
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	+4	0	+1	+6	+1	
- -	med d_6 *with d_6*	+2	0	+1	+1	0	

Tabel ÆGR-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table ÆGR-10. The average volume deflections (%) in v *and* v_7 *of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two* standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
BØ			IE			IF			IH			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v-model *Standard v-model*											
29.3	7	÷7	16.8	10	+1	20.3	10	0	22.5	10	0
33.5	5	÷3	18.3	10	+3	22.1	10	÷2	25.4	10	+1
36.2	6	÷6	21.0	10	0	24.7	10	+1	28.5	10	0
37.3	5	÷3	23.4	10	0	27.3	10	+1	31.0	10	+3
			25.2	10	÷2	28.9	10	0	35.9	10	0
									40.9	10	+2
									44.2	8	÷6
Standard v_7-model *Standard v_7-model*											
29.3	7	÷8	16.8	10	+1	20.3	10	÷1	22.5	10	÷1
33.5	5	÷2	18.3	10	+2	22.1	10	÷3	25.4	10	0
36.2	6	÷5	21.0	10	0	24.7	10	+1	28.5	10	0
37.3	5	÷2	23.4	10	÷1	27.3	10	0	31.0	10	+3
			25.2	10	÷3	28.9	10	0	35.9	10	0
									40.9	10	+1
									44.2	8	÷7

Tabel ÆGR-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table ÆGR-11. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
BØ			IE			IF			IH			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v-model med d_6 *v-model with d_6*											
29.3	7	÷3	16.8	10	÷2	20.3	10	÷2	22.5	10	0
33.5	5	÷3	18.3	10	÷1	22.1	10	÷2	25.4	10	0
36.2	6	÷2	21.0	10	÷2	24.7	10	÷1	28.5	10	+1
37.3	5	÷1	23.4	10	0	27.3	10	÷1	31.0	10	+1
			25.2	10	÷3	28.9	10	÷2	35.9	10	0
									40.9	10	÷1
									44.2	8	÷2
v_7-model med d_6 *v_7-model with d_6*											
29.3	7	÷3	16.8	10	÷2	20.3	10	÷2	22.5	10	0
33.5	5	÷3	18.3	10	÷1	22.1	10	÷2	25.4	10	÷1
36.2	6	÷2	21.0	10	÷2	24.7	10	÷2	28.5	10	+1
37.3	5	0	23.4	10	÷1	27.3	10	÷1	31.0	10	0
			25.2	10	÷3	28.9	10	÷2	35.9	10	÷1
									40.9	10	÷1
									44.2	8	÷2

Tabel ÆGR-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total stammemasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table ÆGR-12. Average stump volume in percentage of total stem volume on root at various breast-height diameters.

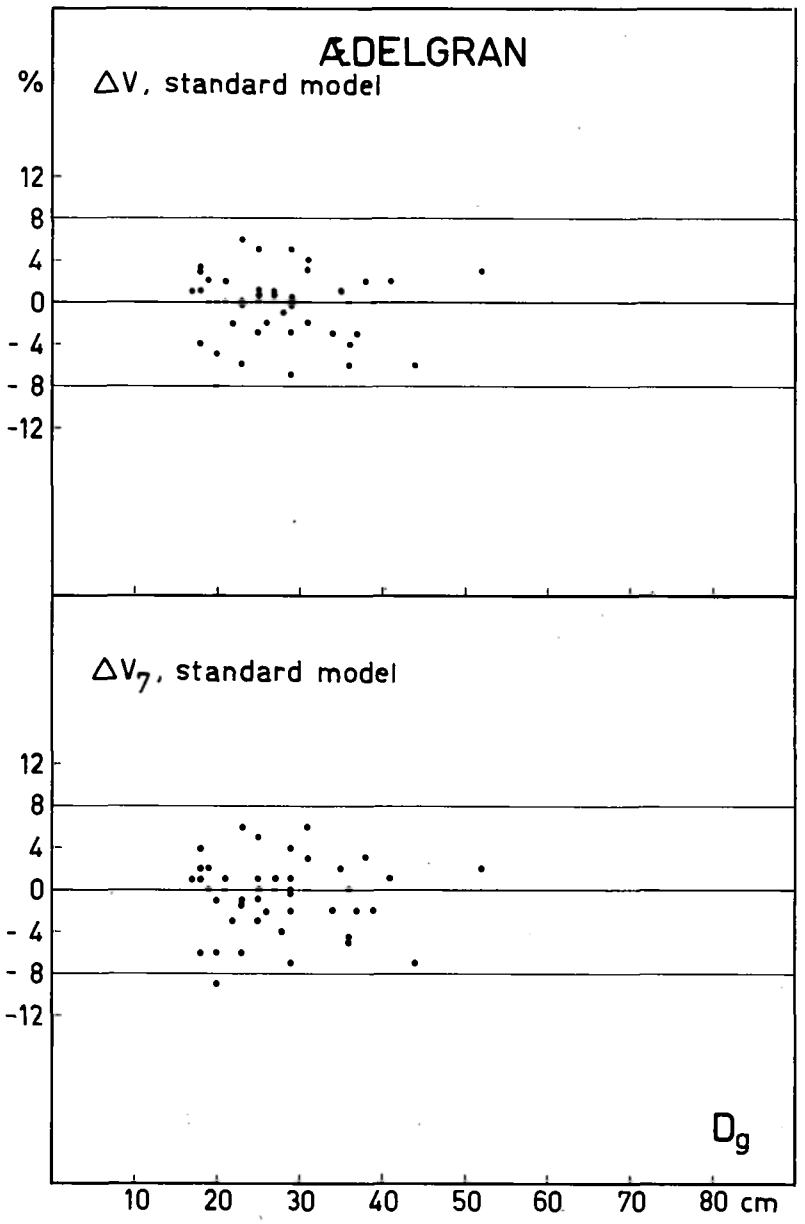
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	3.6	3.2	3.7	

Tabel ÆGR-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træarts- og hugstforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table ÆGR-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species and thinning experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

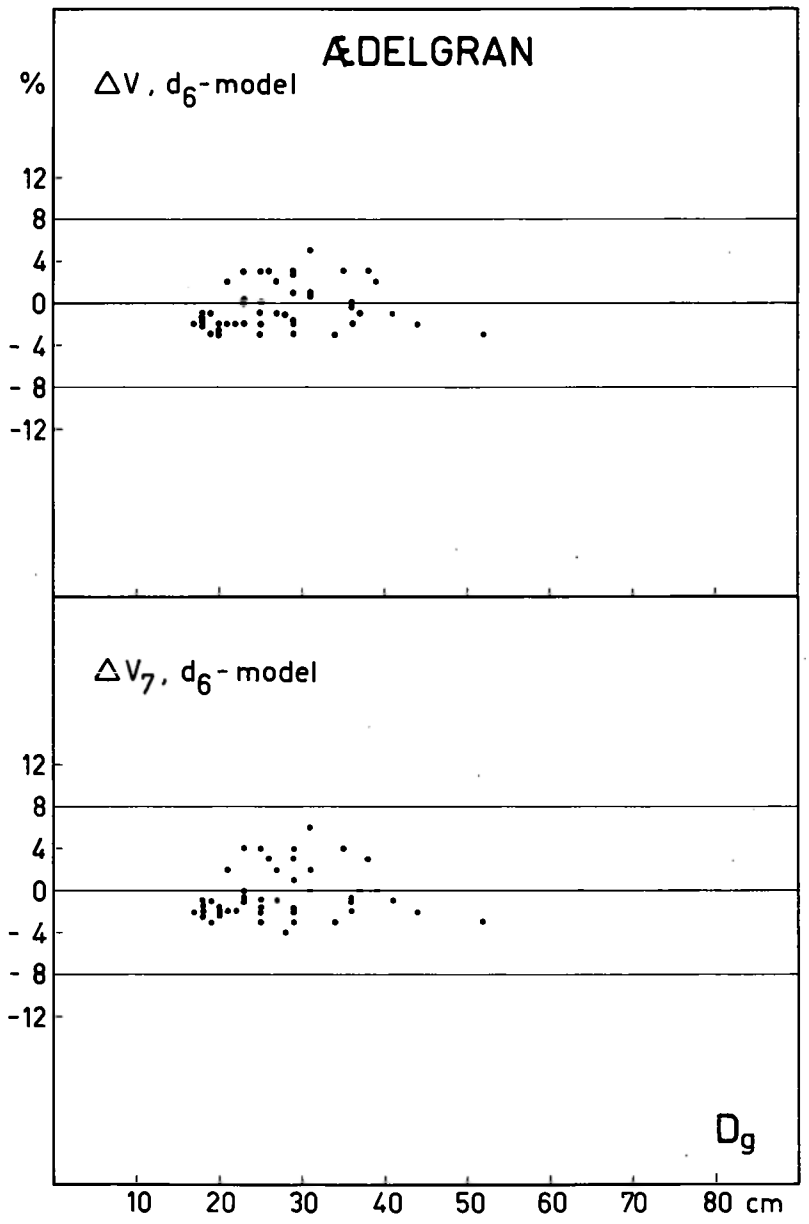
Distrikt *District*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measu-ring*	Alder *Age*	D_g f.t. cm *cm*	H_g f.t. m *m*	Funktions-type *Type of function*	v		v_5		v_7		v_{10}	
							n	Δ	n	Δ	n	Δ	n	Δ
		år *year*	år *years*				stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Krenkerup	OG	e.77	33	17.6	15.4	standard *standard*	14	÷9.7	14	÷10.5	14	÷14.0	9	÷11.1
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	9	+2.3	9	÷ 1.9	9	÷ 3.4	8	÷ 3.8
–	–	f.82	37	21.7	17.8	standard *standard*	15	÷6.8	15	÷ 7.6	15	÷ 8.6	15	÷10.7
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	15	÷1.3	15	÷ 1.1	15	÷ 1.8	15	÷ 4.2
Vester Vandet svag hugst	OB	f.82	68	31.8	25.9	standard *standard*	25	÷1.2	25	0.0	25	÷ 0.3	25	+ 0.2
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	25	÷0.9	25	÷ 0.9	25	÷ 0.9	25	÷ 0.5
Vester Vandet stærk hugst	OB	f.82	68	41.9	27.0	standard *standard*	25	+3.4	25	+ 3.1	25	+ 3.2	25	+ 3.1
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	25	÷1.1	25	÷ 1.2	25	÷ 1.2	25	÷ 1.9

f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*



Figur ÆGR-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure ÆGR-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur ÆGR-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure ÆGR-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.5. *Kæmpegran*

Tabel AGR-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table AGR-1. The distribution of the basic material of giant silver fir (AGR) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot* Litra *Letter*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period* Måling *Measuring* år *year*	Alder *Age* år *years*	Bon. *Site* klasse *class*	Bestand før tynding *Stand before thinning* G m²/ha *m²/ha*	D_g cm *cm*	H_g m *m*	Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number* stk. *no.*	Bemærkninger *Remarks*
Frijsenborg	Lystskoven	GP		e.17-f.34	28-44		44-27	14-30	14-24	102	
do.	do.	GR		e.17-f.34	28-44		54-31	11-31	13-23	39	
Giesegård	Maglebjerg	IR		e.32-e.67	22-57		45-20	10-50	11-36	218	Træartsforsøg
Frijsenborg	Hagsholm	OA		e.33-e.76	20-63		33-30	13-56	10-37	117	

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel AGR-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table AGR-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	35.0–39.9	
<5.0	9							9
5.0- 9.9	36	16						52
10.0-14.9	10	77	13					100
15.0-19.9		42	57	5				104
20.0-24.9		3	41	21				65
25.0-29.9			5	34	9			48
30.0-34.9				15	17			32
35.0-39.9				3	6	3		12
40.0-44.9						2	4	6
45.0-49.9						7	9	16
50.0-54.9						4	12	16
55.0-59.9							11	11
60.0-64.9						2	3	5
I alt *Total*	55	138	116	78	32	18	39	476

Tabel AGR-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table AGR-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*								I alt *Total*
	<0.600	0.600–0.649	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	
5.0- 9.9			1		1				2
10.0-14.9		4	13	12	9	8	9		55
15.0-19.9	1	8	15	16	17	14	22	3	96
20.0-24.9	2			8	12	24	15	4	65
25.0-29.9				2	5	16	18	7	48
30.0-34.9				1	1	14	16		32
35.0-39.9					1	8	3		12
40.0-44.9							3	3	6
45.0-49.9					3	7	5	1	16
50.0-54.9					2	5	9		16
55.0-59.9					4	6	1		11
60.0-64.9				1		3	1		5
I alt *Total*	3	12	29	40	55	105	102	18	364

Tabel AGR-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).
Table AGR-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*								I alt *Total*
	0.600–0.649	0.650-0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
<5.0	1		2	1	1	1			6
5.0- 9.9			2	6	13	18	9	4	52
10.0-14.9				3	16	37	21	10	87
15.0-19.9					5	24	11	2	42
20.0-24.9					2	1			3
I alt *Total*	1	0	4	10	37	81	41	16	190

Tabel AGR-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.
Table AGR-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type 1. Alle træer i afdrift
All trees at clear cutting
- 2. Udvalgte træer fra afdrift
Sampled trees from clear cutting
- 3. Bestandsudvalg
Sampled trees from stand
- 4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
Sampled trees from thinning, diameter as in stand
- 5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
- 6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
All (undamaged) thinning trees
- 7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
- 8. Andet
Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<5.0					9				9
5.0- 9.9				5	46		1		52
10.0-14.9				27	51		22		100
15.0-19.9				29	33	5	37		104
20.0-24.9		4		25	6	3	27		65
25.0-29.9		11		9		15	8	5	48
30.0-34.9		14		2		10	3	3	32
35.0-39.9		6				2	3	1	12
40.0-44.9		6							6
45.0-49.9		16							16
50.0-54.9		16							16
55.0-59.9		11							11
60.0-64.9		5							5
I alt *Total*	0	89	0	97	145	35	101	9	476

Tabel AGR-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_A) og den vægtede indre ($\sigma^2_E = w\sigma^2_E$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v eller v_s) ved d = 0.20 m.

Table AGR-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_A) and the weighted internal ($\sigma^2_E = w\sigma^2_E$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v or v_s) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m^3	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_A	σ^2_E	Spredning på v eller v_s *Standard deviation over v or v_s* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_1	0.001404	0.005199	3.8	7.5	8.5
-	med d_3 *with d_3*	w_1	0.001025	0.001682	3.2	4.2	5.3
-	med d_6 *with d_6*	w_1	0.000202	0.001419	1.4	3.8	4.1
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.001797	0.004700	4.3	7.8	9.0
-	med d_3 *with d_3*	w_2	0.001211	0.001428	3.5	4.2	5.5
-	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000341	0.001083	1.9	3.6	4.1
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.002107	0.004596	4.7	7.9	9.3
-	med d_3 *with d_3*	w_2	0.001566	0.001633	4.0	4.7	6.2
-	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000373	0.001077	1.9	3.8	4.2
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.002759	0.004990	5.4	9.0	10.6
-	med d_3 *with d_3*	w_2	0.002472	0.001614	5.1	5.0	7.2
-	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000550	0.001205	2.4	4.3	4.9

Tabel AGR-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table AGR-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m^3	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	24.34***	3.77***
-	med d_3 *with d_3*	19.05***	0.61
-	med d_6 *with d_6*	9.90***	3.90***
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	27.15***	3.96***
-	med d_3 *with d_3*	16.71***	1.25
-	med d_6 *with d_6*	17.36***	3.55***

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** and ***: Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel AGR-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v og v_7 med varierende udvalgstype i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt). Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel AGR-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type har større vedmasse end træer af type 6.

Table AGR-9. Average deflections in percentage in the volumes v and v_7 at varying types of sampling in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured). The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table AGR-5. Positive deflections mean that trees of the type concerned have a higher volume than trees of Type 6.

Vedmasse *Volume* m³	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling* Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6* type 1-2 *types 1-2* %	 type 4 *type 4* %	 type 7 *type 7* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	÷ 7	÷ 4	÷ 5
– –	med d_3[1] *with d_3*			
– –	med d_6 *with d_6*	÷ 1	÷ 3	÷ 2
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	÷ 8	÷ 3	÷ 4
– –	med d_3[1] *with d_3*			
– –	med d_6 *with d_6*	÷ 1	÷ 2	÷ 2

[1] type 6 ej repræsenteret i d_3-modellerne.

Tabel AGR-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table AGR-10. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GP			GR			IR			OA			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % *%*
Standard v-model *Standard v-model*											
13.9	15	+ 9	11.4	5	÷ 8	10.4	29	+3	12.7	17	÷2
16.6	15	+ 8	16.6	5	+ 1	12.1	39	÷4	14.9	40	÷1
19.2	10	+ 2	19.4	5	+ 2	14.8	25	÷5	17.4	30	÷6
21.3	10	+ 8	21.7	5	+11	17.5	12	÷4	19.9	3	÷2
22.3	5	+ 9	23.7	5	+ 4	20.5	16	÷3	22.3	12	0
24.0	10	+ 9	26.1	5	+ 8	23.7	10	÷1	55.9	15	0
26.8	5	÷ 1	30.6	9	+ 8	30.5	24	+1			
30.2	32	+ 5				33.2	10	÷5			
						36.1	11	0			
						49.3	30	÷4			
						49.6	12	÷2			
Standard v_7-model *Standard v_7-model*											
13.9	15	+13	11.4	5	÷10	10.4	20	+5	12.7	17	÷4
16.6	15	+10	16.6	5	+ 2	12.1	26	÷4	14.9	36	÷1
19.2	10	+ 3	19.4	5	+ 2	14.8	25	÷7	17.4	30	÷7
21.3	10	+ 9	21.7	5	+12	17.5	12	÷4	19.9	3	÷3
22.3	5	+ 9	23.7	5	+ 4	20.5	16	÷3	22.3	12	0
24.0	10	+10	26.1	5	+ 8	23.7	10	÷1	55.9	15	0
26.8	5	0	30.6	9	+ 8	30.5	24	+1			
30.2	32	+ 5				33.2	10	÷5			
						36.1	11	÷2			
						49.3	30	÷5			
						49.6	12	÷5			

Tabel AGR-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table AGR-11. The average volume deflections (%) in v and v_7 of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
GP			GR			IR			OA			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v-model med d_6 *v-model with d_6*											
13.9	15	0	11.4	5	÷2	10.4	5	+3	14.9	13	+1
16.6	15	+1	16.6	5	÷1	12.1	12	+3	17.4	23	÷3
19.2	10	+1	19.4	5	0	14.8	15	0	19.9	3	÷3
21.3	10	+5	21.7	5	+2	17.5	12	÷3	22.3	12	÷3
22.3	5	+4	23.7	5	+1	20.5	16	÷1	55.9	15	÷1
24.0	10	+5	26.1	5	+2	23.7	10	÷1			
26.8	5	+1	30.6	9	0	30.5	24	0			
30.2	32	+3				33.2	10	÷4			
						36.1	11	0			
						49.3	30	÷2			
						49.6	12	+1			
v_7-model med d_6 *v_7-model with d_6*											
13.9	15	+1	11.4	5	÷4	10.4	5	+3	14.9	13	0
16.6	15	+1	16.6	5	÷1	12.1	12	+2	17.4	23	÷4
19.2	10	+2	19.4	5	÷1	14.8	15	0	19.9	3	÷4
21.3	10	+5	21.7	5	+2	17.5	12	÷3	22.3	12	÷3
22.3	5	+4	23.7	5	+2	20.5	16	÷2	55.9	15	÷1
24.0	10	+5	26.1	5	+2	23.7	10	÷1			
26.8	5	+1	30.6	9	÷1	30.5	24	0			
30.2	32	+4				33.2	10	÷3			
						36.1	11	÷1			
						49.3	30	÷2			
						49.6	12	÷1			

Tabel AGR-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total stammemasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table AGR-12. Average stump volume in percentage of total stem volume on root at various breast-height diameters.

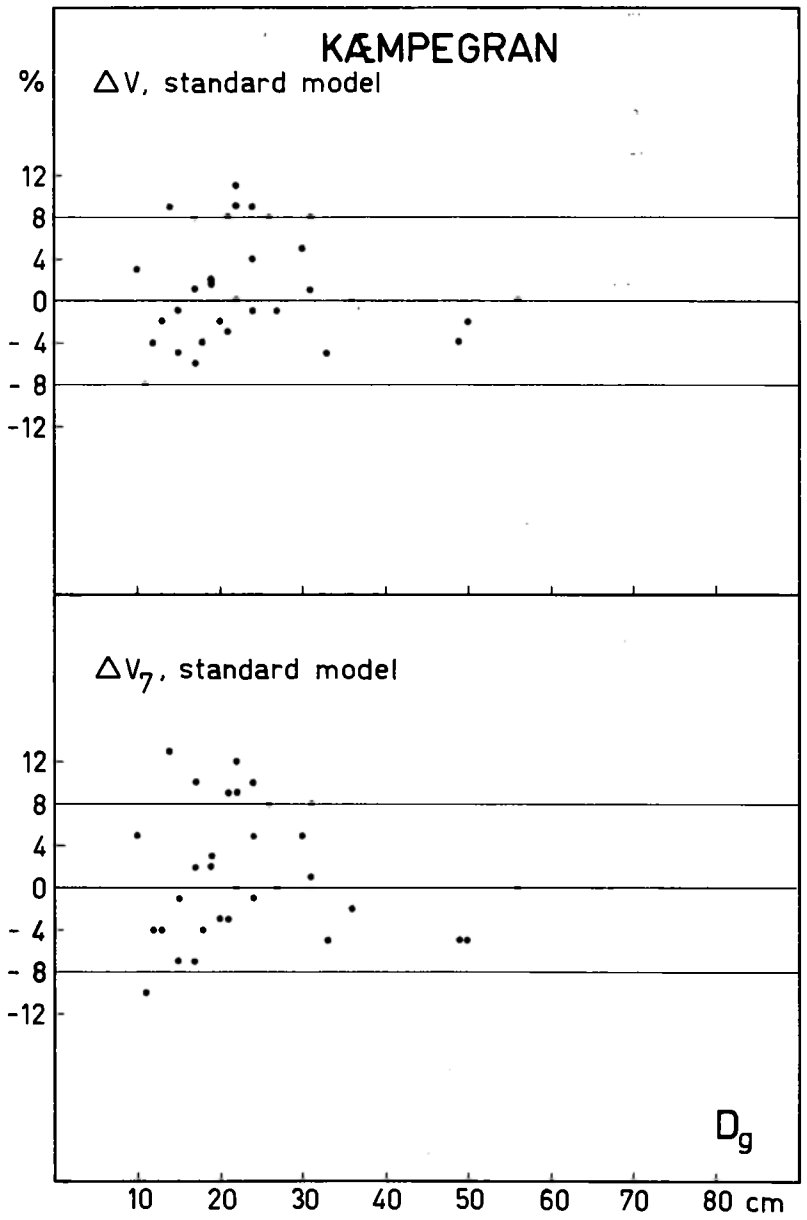
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	4.2	3.5	3.8	8.4

Tabel AGR-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træartsforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table AGR-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

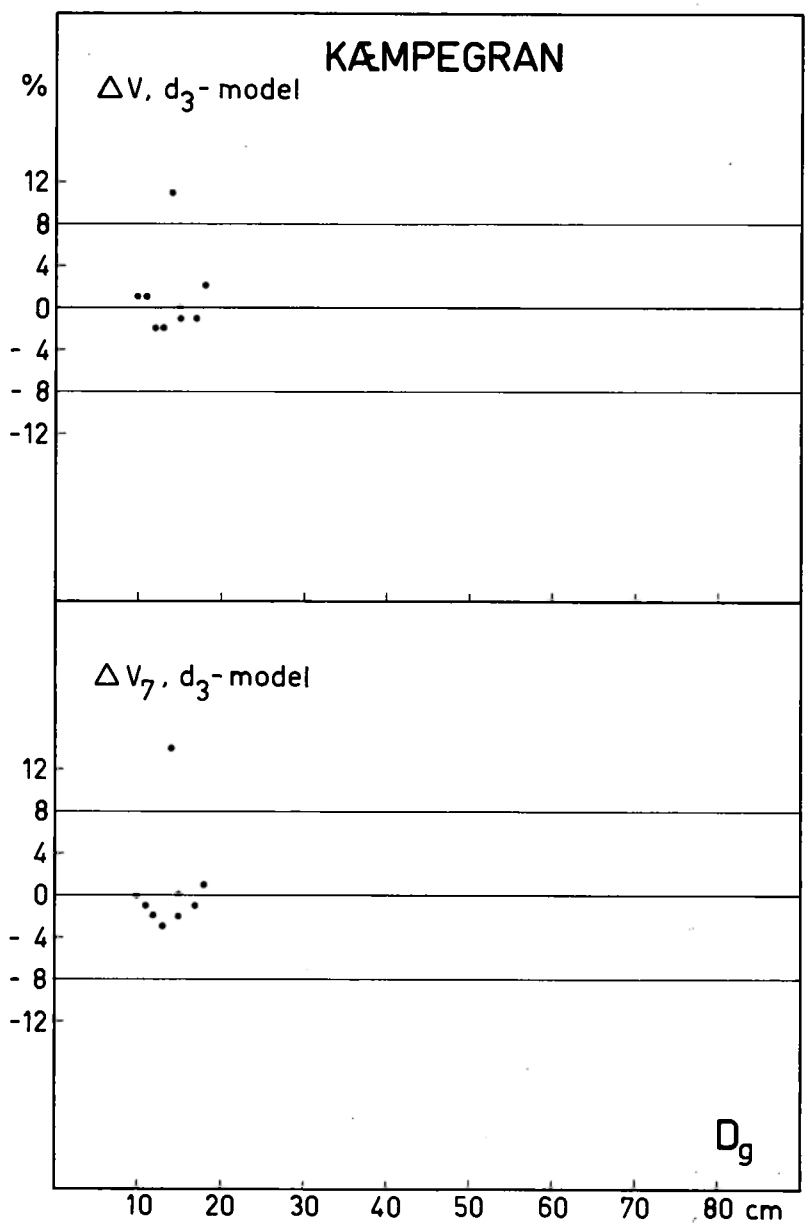
Distrikt *District*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measu-ring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktions-type *Type of function*	v		v_5		v_7		v_{10}	
							n	Δ	n	Δ	n	Δ	n	Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Skjoldenæsholm	OI	f.79	17	7.9	7.7	standard *standard*	10	+2.4	10	+2.7	8	+2.6	4	÷1.1
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	+4.2	10	+4.8	8	+4.2		
Holsteinborg	OQ	e.80	19	8.4	8.3	standard *standard*	10	+3.2	10	+4.0	9	+3.2	5	+2.2
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	10	+1.0	10	+1.2	9	+0.8		

f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*



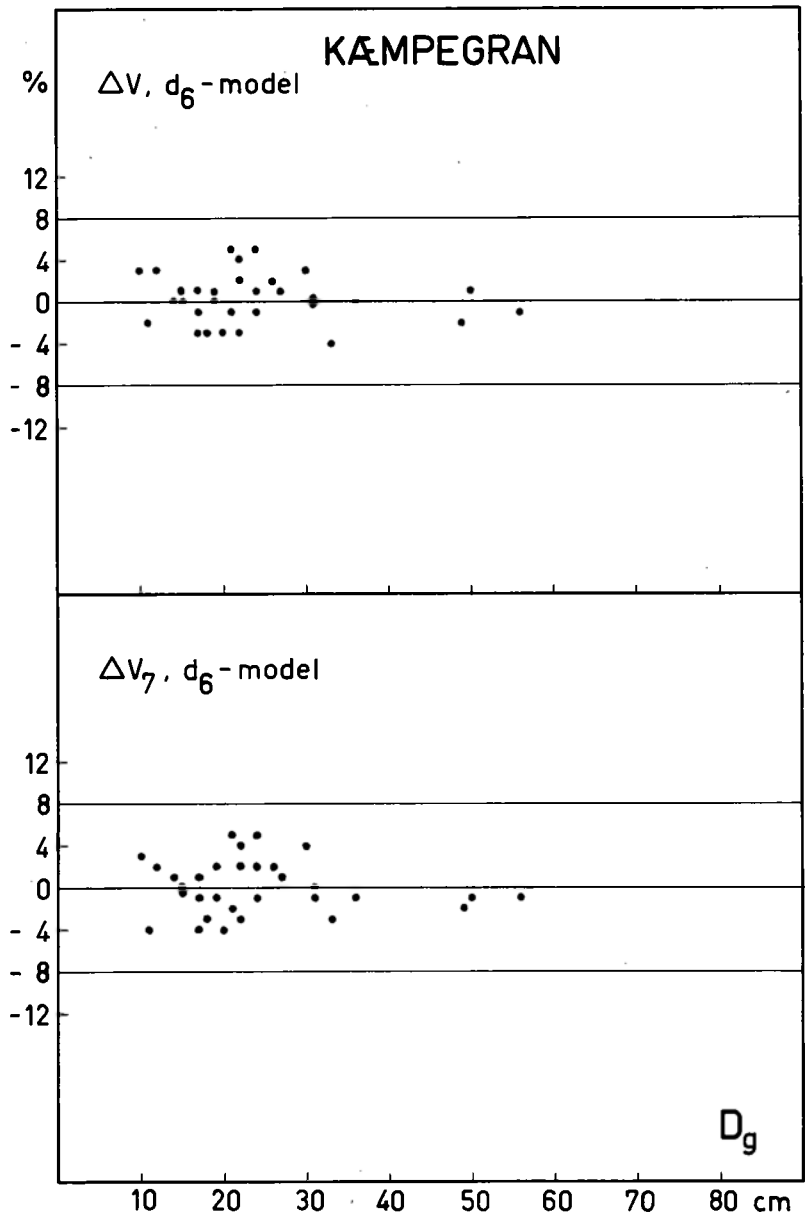
Figur AGR-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure AGR-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur AGR-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure AGR-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur AGR-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v og v_7 i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure AGR-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v and v_7 in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.6. *Bøg*

Tabel BØG-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table BØG-1. The distribution of the basic material of beech (BØG) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period*						Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number*	Bemærkninger *Remarks*
				Måling *Measuring*	Alder *Age*	Bon. *Site*	Bestand før tynding *Stand before thinning*				
							G	D_g	H_g		
		Litra *Letter*		år *year*	år *years*	klasse *class*	m^2/ha m^2/ha	cm *cm*	m *m*	stk. *no.*	
Falster	Sønder Kohave	A		f.06-e.67	107-169	1-1	27-25	42-73	31-35	34	
Kronborg 4.	Gribskov	BL		f.27-f.74	77-124	3-2	29-25	24-49	21-28	40	
Kronborg 2.	Gurre Vang	BÆ		e.19-e.29	119-129	2-2	39-33	44-48	29-31	9	
do.	Danstrup Hegn	CA		e.26-e.26	131-131	3-3	30-30	36-36	25-25	5	
Kronborg 1.	Horserød Hegn	CB		e.15-f.73	110-167	2-2	33-31	35-58	27-32	48	
Kronborg 4.	Gribskov	CN		e.03-f.77	61-134	3-1	27-23	16-56	18-32	70	
Tisvilde-Fr.v.	Tisvilde Hegn	CO		f.18-e.29	49- 61	2-2	25-28	15-22	16-19	24	
Brahetrolleborg	Bremerhave	DA	A-hugst	e.05-e.71	63-129	2-1	31-46	20-38	22-34	9	Urskoven
do.	do.	DB	Alm. h.	e.05-e.71	63-129	1-1	28-25	27-65	24-33	30	Kontrolflade til DA
Buderupholm		DC		e.06-f.74	60-127	4-2	30-29	16-49	15-28	92	Svineforyngelser
do.		DD		e.13-f.74	67-127	4-3	32-27	16-45	15-26	106	do.
Odsherred	Kongsøre	DE	Alm. h.	e.05-e.77	113-185	2-1	38-29	44-76	30-34	46	
do.	do.	DEX	Svag h.	e.67-e.77	175-185	2-2	49-46	56-59	31-32	4	Kontrolflade til DE
Sandbjerg	Storskov	DF		e.21-f.76	52-106	1-1	32-18	20-58	21-33	79	
Sorø 2.	Ll. Bøgeskov	DG		f.23-f.25	22- 24	2-2	14-14	4- 6	7- 8	35	
Sønderborg	Skjelde Kobbel	DI		e.25-f.66	127-167	1-1	35-31	46-67	33-36	64	
Halsted Kloster	Kastager	DL		e.23-f.68	42- 86	2-2	29-28	14-47	15-28	95	
do.	Torrig	DM		e.26-f.77	45- 95	2-2	34-29	17-50	17-28	77	
Boller	Rand	DO		e.42-e.63	122-143	2-3	16- 5	49-59	28-27	79	
Bregentved	Totterup	DP	B-hugst	e.50-e.80	32- 62	2-1	25-38	9-24	12-25	40	Hugstforsøg
do.	do.	DP	C-hugst	f.45-e.80	26- 62	2-1	17-24	7-33	9-25	55	do.
do.	do.	DP	D-hugst	f.45-e.80	26- 62	2-1	18-15	7-42	10-24	46	do., D- og D-E hugst
do.	do.	DP	F-hugst	e.50-e.50	32- 32	2-2	9- 9	15-15	12-12	10	do.
do.	Nyskov	DQ	Bavng.	f.48-f.53	32- 37	1-1	24-22	10-15	13-16	31	Hugstforsøg
do.	do.	DQ	Jagd	f.41-f.53	25- 37	2-1	19-21	7-18	9-16	84	do.
Ravnholt	Dyrehaven	DR		f.41-e.72	47- 79	1-1	24-27	19-41	19-28	72	
do.	Yd. Tveløkke	DS		f.51-e.73	89-112	1-1	35-38	49-63	29-32	13	
Valdemar slot	Bregninge	DT	Bavng.	f.44-f.46	25- 27	1-1	17-19	7- 7	11-11	13	Hugstforsøg
do.	do.	DT	Jagd	f.44-f.46	25- 27	1-1	16-15	8- 9	12-12	18	do.
do.	do.	DU	A-Bavng.	f.52-f.52	35- 35	1-1	24-24	10-10	16-16	15	Hugstforsøg
do.	do.	DU	Bavng.	f.46-f.52	27- 33	1-1	20-18	8-13	12-15	22	do.
do.	do.	DU	Jagd	f.44-f.52	27- 35	1-1	18-17	9-15	13-16	32	do.
Krenkerup	Fruemose	DV	A-hugst	f.68-f.68	98- 98	1-1	55-55	29-29	31-31	4	Hugstforsøg
do.	do.	DV	Stærk h.	f.45-f.68	75- 98	2-1	21-23	30-48	25-33	31	do.
Bornholm	Almindingen	F		e.07-e.77	69-139	2-1	30-19	26-61	23-34	91	
Odsherred	Grønnehave	K		f.20-e.77	72-130	1-1	33-25	38-76	27-34	77	
do.	Stokkebjerg	M		e.05-e.74	87-156	1-1	33-30	34-70	28-34	60	
København 1.	Jægersborg Hegn	Q		f.02-f.71	32-101	1-1	26-29	12-61	14-33	99	
do.	Geelskov	R		e.28-f.71	59-101	1-1	25-25	23-52	22-31	57	
do.	do.	S		f.06-e.40	91-126	2-2	30-26	36-52	27-31	101	
do.	Rude	U		e.08-f.44	116-151	2-2	34-16	41-60	30-32	68	
Odsherred	Stokkebjerg	X		e.08-e.67	94-153	2-1	35-28	36-65	29-34	73	

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel BØG-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table BØG-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	5.0- 9.9	10.0- 14.9	15.0- 19.9	20.0- 24.9	25.0- 29.9	30.0- 34.9	35.0- 39.9	
<5.0	23							23
5.0- 9.9	61	74	7					142
10.0-14.9	8	133	51	1				193
15.0-19.9		33	133	40	1			207
20.0-24.9		2	61	125	10			198
25.0-29.9			14	113	57	1		185
30.0-34.9				75	134	8	1	218
35.0-39.9				26	130	34		190
40.0-44.9				15	118	86		219
45.0-49.9					65	98	3	166
50.0-54.9					30	88	5	123
55.0-59.9					15	67	1	83
60.0-64.9					3	51	3	57
65.0-69.9					3	26	3	32
70.0-74.9						10	5	15
75.0-79.9						2	1	3
≧80.0						2	2	4
I alt *Total*	92	242	266	395	566	473	24	2058

Tabel BØG-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table BØG 3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*								I alt *Total*
	0.600- 0.649	0.650- 0.699	0.700- 0.749	0.750- 0.799	0.800- 0.849	0.850- 0.899	0.900- 0.949	≧0.950	
5.0- 9.9		5	8	21	11	2			47
10.0-14.9	2	9	20	46	51	13			141
15.0-19.9	2	3	14	52	77	52	6		206
20.0-24.9			1	23	87	76	11		198
25.0-29.9			1	10	63	101	9	1	185
30.0-34.9			2	7	56	116	36	1	218
35.0-39.9				2	45	107	32	4	190
40.0-44.9				5	64	113	31	6	219
45.0-49.9				1	51	82	31	1	166
50.0-54.9				4	21	69	27	2	123
55.0-59.9				3	15	43	18	4	83
60.0-64.9				1	13	37	5	1	57
65.0-69.9					9	21	2		32
70.0-74.9				1	4	7	3		15
75.0-79.9					2	1			3
≧80.0					3	1			4
I alt *Total*	4	17	46	176	572	841	211	20	1887

Tabel BØG-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).

Table BØG-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*							I alt *Total*
	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
<5.0	1	1	2	8	6	5		23
5.0- 9.9		2	5	18	42	58	10	135
10.0-14.9			1	5	38	77	20	141
15.0-19.9				1	10	19	3	33
20.0-24.9						2		2
I alt *Total*	1	3	8	32	96	161	33	334

Tabel BØG-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.

Table BØG-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type
1. Alle træer i afdrift
   All trees at clear cutting
2. Udvalgte træer fra afdrift
   Sampled trees from clear cutting
3. Bestandsudvalg
   Sampled trees from stand
4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
   Sampled trees from thinning, diameter as in stand
5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
   Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
   All (undamaged) thinning trees
7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
   Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
8. Andet
   Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<5.0				23					23
5.0- 9.9				114	7	4	17		142
10.0-14.9				138	12	23	20		193
15.0-19.9				115	14	32	45	1	207
20.0-24.9			2	88	2	45	61		198
25.0-29.9			2	60		70	52	1	185
30.0-34.9				44		106	65	3	218
35.0-39.9		4		20		111	50	5	190
40.0-44.9	4	19		19		93	79	5	219
45.0-49.9	20	19		16		60	37	14	166
50.0-54.9	17	24		16		41	20	5	123
55.0-59.9	10	19		13		24	6	11	83
60.0-64.9	15	12		7		19	3	1	57
65.0-69.9	8	10		3		6	2	3	32
70.0-74.9		6				2		7	15
75.0-79.9		2						1	3
≧80.0		3						1	4
I alt *Total*	74	118	4	676	35	636	457	58	2058

Tabel BØG-6. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til træhøjde- og relative tvegehøjdeklasser (h_{tvege}/h).
Table BØG-6. Number of sample trees (no.) distributed over tree-height classes (h) and classes of relative height of the stem-fork basis (h_{tvege}/h) for stem-forked trees.

Tvegehøjdeklasse *Height classes of the stem-fork basis*		
–	dyb: *deep:*	$h_{tvege}/h \leqq 1/3$
–	middel: *middle:*	$1/3 < h_{tvege}/h \leqq 2/3$
–	top: *top:*	$2/3 < h_{tvege}/h < 1$
–	ej: *none:*	$h_{tvege}/h = 1$

Tvegehøjdeklasse *Height class of fork basis*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	35.0–39.9	
Dyb *Deep*		1		7	30	27	3	68
Middel *Middle*	1	29	24	69	145	151	7	426
Top *Top*		3	4	16	32	20		75
Ej *None*	91	209	238	303	359	275	14	1489
I alt *Total*	92	242	266	395	566	473	24	2058

Tabel BØG-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_A) og den vægtede indre ($\sigma^2_E = w\sigma^2_E$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v_b eller v_{sb}) ved d = 0.20 m.

Table BØG-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_A) and the weighted internal ($\sigma^2_E = w\sigma^2_E$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v_b or v_{sb}) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m³	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_A	σ^2_E	Spredning på v_b eller v_{sb} *Standard deviation over v_b or v_{sb}* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_1	0.000481	0.005553	2.2	7.7	8.1
–	med d_3 *with d_3*	w_1	0.000303	0.004007	1.8	6.5	6.8
–	med d_6 *with d_6*	w_1	0.000373	0.003141	1.9	5.8	6.1
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000182	0.004072	1.4	7.2	7.3
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000199	0.002197	1.4	5.2	5.4
–	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000159	0.002088	1.3	5.1	5.3
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000183	0.003851	1.4	7.2	7.4
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000328	0.002463	1.8	5.7	6.0
–	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000118	0.001990	1.1	5.1	5.3
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000278	0.003697	1.7	7.7	7.9
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000443	0.002290	2.1	6.0	6.4
–	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000114	0.001968	1.1	5.5	5.7

Tabel BØG-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table BØG-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m³	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	5.08***	1.61***
–	med d_3 *with d_3*	2.13**	1.21
–	med d_6 *with d_6*	6.22***	1.76***
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	2.55***	1.26*
–	med d_3 *with d_3*	1.90*	0.62
–	med d_6 *with d_6*	2.90***	1.71***

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel BØG-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v_b og v_{7b} med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel BØG-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type eller bonitet har større vedmasse end træer af henholdsvis type 6 eller bonitet 2.

Table BØG-9. Average deflections in percentage in the volumes v_b and v_{7b} at varying types of sampling and site classes in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured) and Site class 2. The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table BØG-5. Positive deflections mean that trees of the type or site class concerned have a higher volume than trees of Type 6 or Site class 2 respectively.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling* Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6*			Bonitetsklasse *Site class* Gns. afvigelser fra bonitet 2 *Average deflections from Site class 2*		
		type 1-2 *types 1-2*	type 4 *type 4*	type 7 *type 7*	bonitet 1 *site class 1*	bonitet 3 *site class 3*	bonitet 4 *site class 4*
m^3		%	%	%	%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	0	0	÷1	+2	÷2	÷3
– –	med d_3 *with d_3*		0	+7	+1		
– –	med d_6 *with d_6*	÷1	0	÷1	+1	÷2	÷2
Salgbar masse >7 cm diam. *Merchantable volume >7 cm diam.*	standard *standard*	÷1	0	0	+2	÷2	÷3
– –	med d_3 *with d_3*		+2	+5	+3		
– –	med d_6 *with d_6*	÷1	0	0	+1	÷1	÷1

Tabel BØG-9A. F-værdi og signifikans for niveauforskelle imellem tvegeklasser beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner. Desuden er anført de forskellige tvegeklassers gennemsnitlige, procentiske afvigelse på vedmasserne v_b og v_{7b} i forhold til ikke-tveger. Tvegeklasserne er nærmere definerede i tabel BØG-6. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende tvegeklasse har større vedmasse end ikke-tveger.

Table BØG-9A. F-value and significance for differences in level between stem-fork classes computed by the logarithmic volume functions. Besides, the table shows the deflection in percentage of the various stem-fork classes in the volumes v_b and v_{7b} in relation to non-forked trees. The stem-fork classes are defined in Table BØG-6. Positive deflections mean that trees of the stem-fork class concerned have a higher volume than non-forked trees.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Afvigelse på v_b og v_{7b} fra ikke-tveger *Deflection in v_b and v_{7b} from non-forked trees* Tvegeklasse *Stem-fork class*		
		F-værdi *F-value*	dyb *deep*	middel *middle*	top *top*
m^3			%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	37.39***	+9	+3	0
– –	med d_3 *with d_3*	3.56*	0	+4	+3
– –	med d_6 *with d_6*	23.22***	+4	+2	0
Salgbar masse >7 cm diam. *Merchantable volume >7 cm diam.*	standard *standard*	38.23***	+9	+3	0
– –	med d_3 *with d_3*	1.77		+2	+7
– –	med d_6 *with d_6*	30.73***	+5	+2	0

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel BØG-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table BØG-10. The average volume deflections (%) in v_b and v_{7b} of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
Q			CN			DD			DF			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v_b-model *Standard v_b-model*											
12.2	14	+7	15.9	9	+1	15.5	11	÷1	20.4	5	÷ 1
19.7	8	÷3	18.5	10	+4	17.8	8	+4	24.0	10	÷ 2
24.3	12	+4	24.5	5	0	20.2	10	÷1	26.2	10	÷ 1
27.4	10	+3	27.7	5	+2	21.9	5	÷4	29.3	8	÷ 2
30.8	8	÷5	31.2	7	+5	23.8	6	÷3	33.1	12	÷ 2
33.6	4	+1	34.8	10	+4	27.4	12	+7	35.9	8	÷ 3
37.5	13	+6	38.1	6	+1	29.5	18	÷5	39.5	8	+ 5
40.8	6	÷2	41.5	2	+3	32.6	10	+3	44.0	3	+ 4
44.8	11	÷3	43.3	2	+6	34.4	8	÷3	47.6	3	÷ 4
50.2	5	÷1	46.3	2	+7	36.9	2	+4	49.8	1	÷ 8
53.9	3	÷6	53.4	6	+1	38.2	4	+3	52.7	4	+ 4
59.2	1	+8	56.0	6	+1	41.0	6	+6	53.5	3	÷ 4
61.2	4	0				45.1	6	÷2	55.5	2	÷ 7
									58.3	2	÷ 3
Standard v_{7b}-model *Standard v_{7b}-model*											
12.2	14	+3	15.9	9	÷1	15.5	11	÷3	20.4	5	+ 2
19.7	8	÷4	18.5	10	0	17.8	8	+6	24.0	10	÷ 1
24.3	12	+1	24.5	5	0	20.2	10	÷4	26.2	10	0
27.4	10	+2	27.7	5	÷1	21.9	5	÷1	29.3	8	0
30.8	8	÷4	31.2	7	+3	23.8	6	÷3	33.1	12	+ 1
33.6	4	÷1	34.8	10	+3	27.4	12	0	35.9	8	÷ 2
37.5	13	+6	38.1	6	+3	29.5	18	÷4	39.5	8	+ 5
40.8	6	÷3	41.5	2	+5	32.6	10	+2	44.0	3	+ 5
44.8	11	÷4	43.3	2	÷1	34.4	8	÷1	47.6	3	÷ 5
50.2	5	÷4	46.3	2	÷1	36.9	2	+2	49.8	1	÷12
53.9	3	÷6	53.4	6	÷1	38.2	4	+1	52.7	4	+ 4
59.2	1	+6	56.0	6	÷2	41.0	6	+5	53.5	3	0
61.2	4	÷2				45.1	6	÷2	55.5	2	÷ 6
									58.3	2	0

Tabel BØG-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table BØG-11. The average volume deflections (%) in v_b and v_{7b} of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
Q			CN			DD			DF			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v_b-model med d_6 *v_b-model with d_6*											
12.2	14	+2	15.9	9	0	15.5	11	+1	20.4	5	0
19.7	8	0	18.5	10	+ 3	17.8	8	+2	24.0	10	÷1
24.3	12	+4	24.5	5	+ 3	20.2	10	+1	26.2	10	0
27.4	10	+4	27.7	5	+ 1	21.9	5	÷4	29.3	8	÷2
30.8	8	÷3	31.2	7	+ 7	23.8	6	÷2	33.1	12	÷2
33.6	4	+1	34.8	10	+ 3	27.4	12	+8	35.9	8	÷2
37.5	13	+4	38.1	6	0	29.5	18	÷2	39.5	8	+6
40.8	6	0	41.5	2	+ 4	32.6	10	+2	44.0	3	+3
44.8	11	0	43.3	2	+ 6	34.4	8	÷1	47.6	3	÷1
50.2	5	+1	46.3	2	+10	36.9	2	+2	49.8	1	÷2
53.9	3	÷6	53.4	6	÷ 1	38.2	4	+5	52.7	4	+3
59.2	1	+8	56.0	6	+ 1	41.0	6	+4	53.5	3	÷3
61.2	4	÷4				45.1	6	+1	55.5	2	÷3
									58.3	2	÷3
v_{7b}-model med d_6 *v_{7b}-model with d_6*											
12.2	14	÷2	15.9	9	0	15.5	11	÷2	20.4	5	+4
19.7	8	÷2	18.5	10	+ 1	17.8	8	+1	24.0	10	0
24.3	12	0	24.5	5	+ 3	20.2	10	÷2	26.2	10	0
27.4	10	+2	27.7	5	÷ 2	21.9	5	÷3	29.3	8	0
30.8	8	÷2	31.2	7	+ 5	23.8	6	÷4	33.1	12	0
33.6	4	÷2	34.8	10	+ 1	27.4	12	÷1	35.9	8	÷1
37.5	13	+3	38.1	6	+ 1	29.5	18	÷3	39.5	8	+5
40.8	6	÷1	41.5	2	+ 4	32.6	10	÷1	44.0	3	+3
44.8	11	÷1	43.3	2	÷ 2	34.4	8	÷1	47.6	3	0
50.2	5	÷1	46.3	2	+ 2	36.9	2	÷3	49.8	1	÷6
53.9	3	÷5	53.4	6	÷ 3	38.2	4	0	52.7	4	+3
59.2	1	+6	56.0	6	0	41.0	6	+1	53.5	3	+2
61.2	4	÷5				45.1	6	0	55.5	2	÷1
									58.3	2	÷1

Tabel BØG-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total træmasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table BØG-12. Average stump volume in percentage of total tree volume on root at various breast-height diameters.

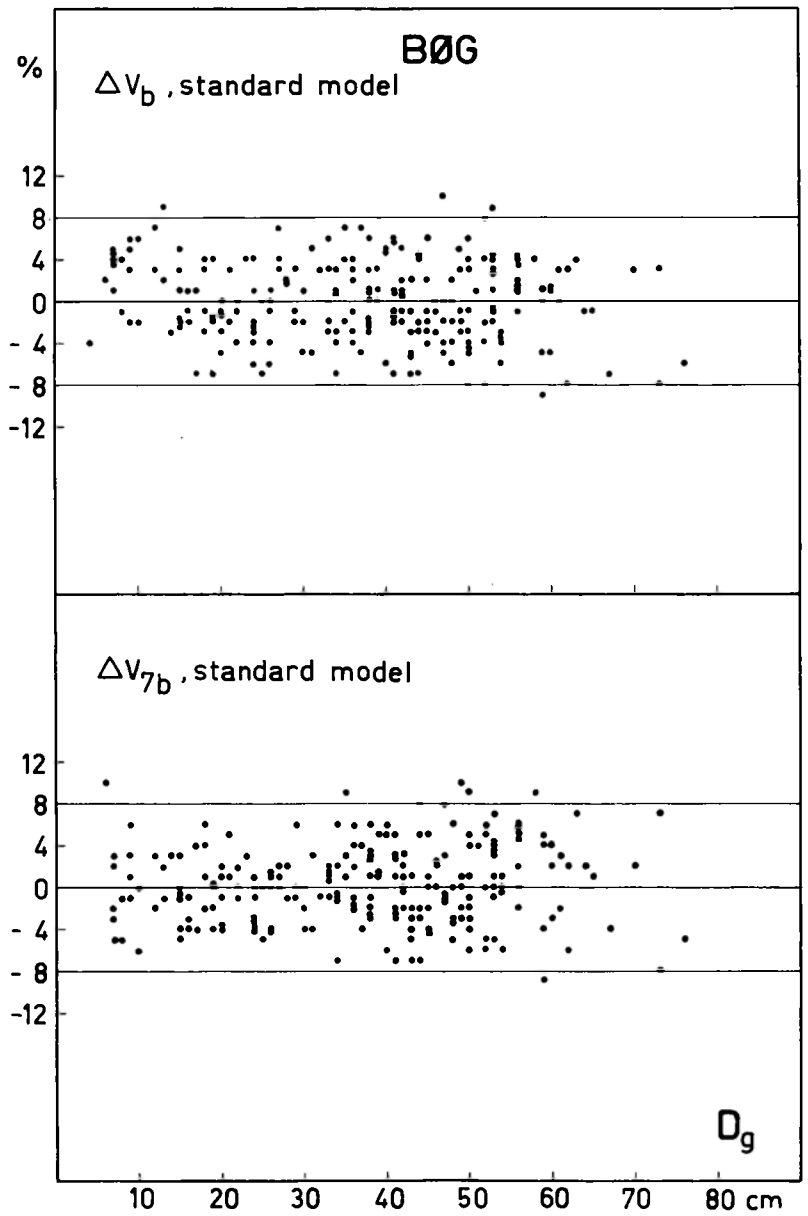
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	3.8	3.7	4.0	5.3

Tabel BØG-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træarts- og hugstforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table BØG-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species and thinning experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

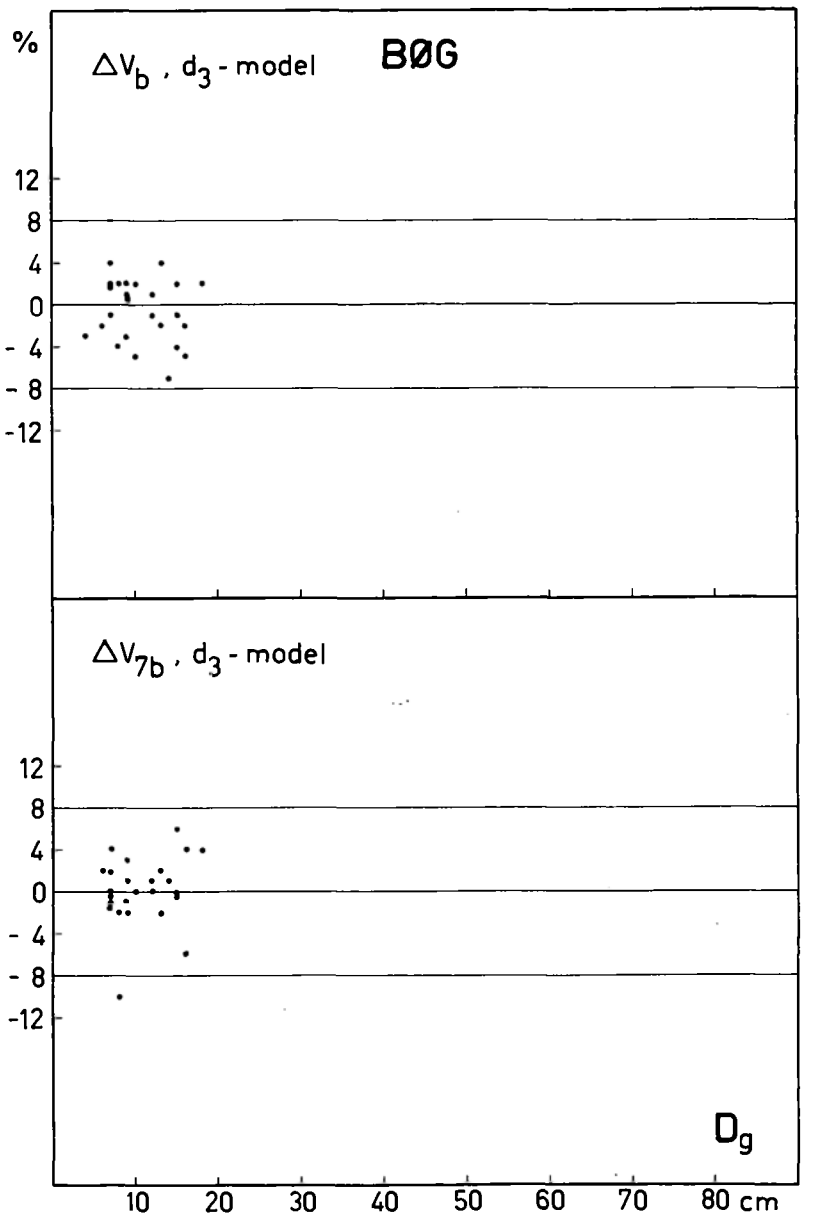
Distrikt *District*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measu-ring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktions-type *Type of function*	v_b n	v_b Δ	v_{5b} n	v_{5b} Δ	v_{7b} n	v_{7b} Δ	v_{10b} n	v_{10b} Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Skjoldenæsholm	EF	f.79	18	5.0	6.3	standard *standard*	10	+ 8.5	7	÷ 0.8	1	+15.7		
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with* d_3	10	+11.2	7	+16.6	1	+22.9		
Sønderborg	EG	e.81	21	5.2	6.3	standard *standard*	10	+ 0.6	5	÷ 5.0				
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with* d_3	10	+ 0.7	4	+ 9.1				
Sønderborg, B-hugst	EB	f.76	35	12.1	14.2	standard *standard*	15	÷ 4.0	15	÷ 7.1	12	÷13.7	2	÷28.3
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with* d_3	14	÷11.0	14	÷ 9.0	11	÷ 7.4		
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with* d_6	13	+ 8.1	13	0.0	10	÷ 2.0	2	÷10.6
Sønderborg, D-hugst	EB	f.76	35	16.1	14.7	standard *standard*	15	+ 2.5	15	÷ 2.5	15	÷ 4.8	15	÷ 6.0
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with* d_3	12	+ 0.6	12	0.0	12	÷ 1.4		
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with* d_6	15	+ 5.0	15	÷ 1.6	15	÷ 3.4	15	÷ 4.2
Krenkerup	ED	f.78	39	24.8	18.6	standard *standard*	15	+12.2	15	+12.5	15	+12.4	15	+12.9
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with* d_6	15	÷ 4.5	15	÷ 6.0	15	÷ 6.1	15	÷ 5.1

f. = *spring*
e = *autumn*
f.t. = *before thinning*



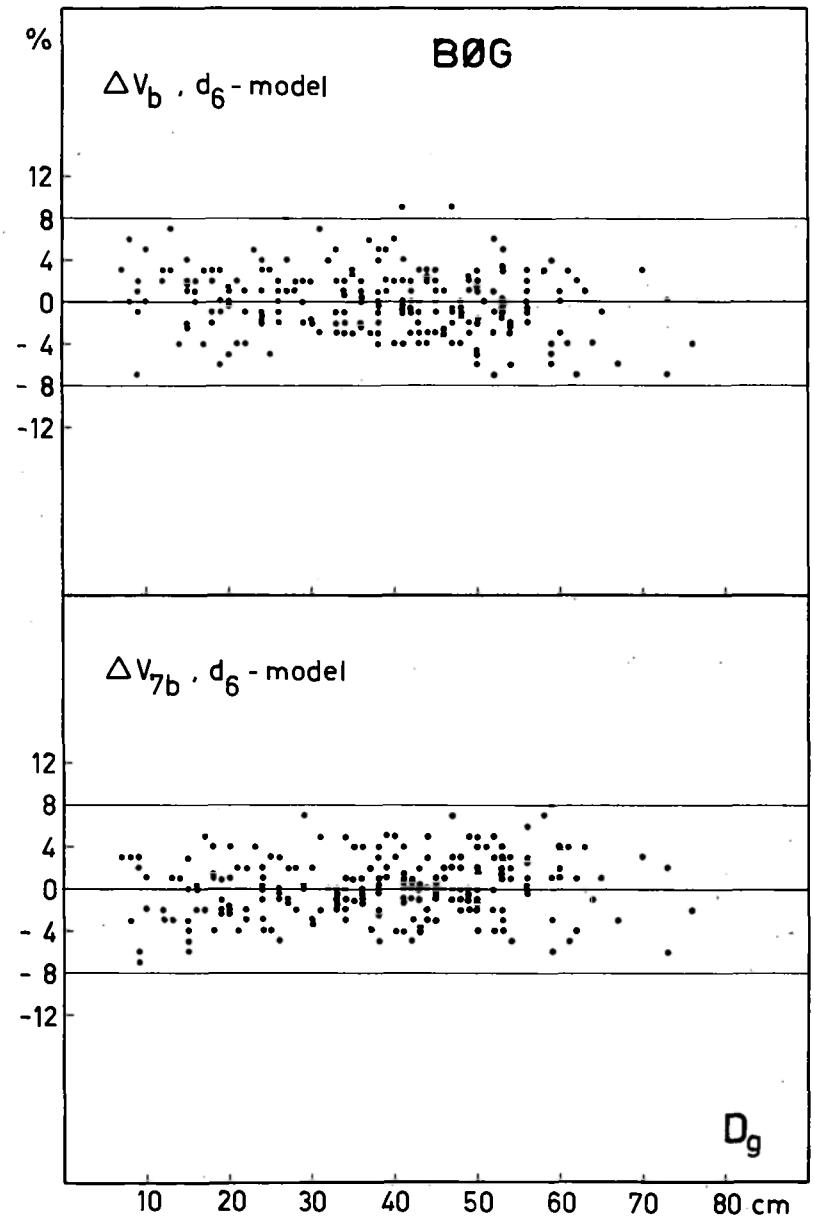
Figur BØG-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure BØG-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur BØG-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure BØG-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur BØG-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *vedmassefunktionerne med* d_6 og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure BØG-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b *and* v_{7b} *in relation to the* volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.7. *Eg*

Tabel EG-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table EG-1. The distribution of the basic material of oak (EG) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period*						Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number*	Bemærkninger *Remarks*
				Måling *Measuring*	Alder *Age*	Bon. *Site*	Bestand før tynding *Stand before thinning* G	D_g	H_g		
		Litra *Letter*		år *year*	år *years*	klasse *class*	m^2/ha m^2/ha	cm *cm*	m *m*	stk. *no.*	
København 1.	Jægersborg	AV		f.03-f.24	57- 78	1-1	21-22	26-37	20-22	21	
do.	do.	AX		f.03-f.03	66- 66	1-1	21-21	30-30	21-21	6	
do.	do.	AY		f.04-f.70	44-110	1-1	22-23	18-57	15-28	57	
Kronborg 3.	Stenholt Vang	AZ		f.23-f.39	103-119	2-2	29-25	38-45	24-25	41	
do.	do.	AÆ		f.23-e.67	108-153	2-1	25-21	43-66	24-28	32	
do.	Grønholt Hegn	AØ		f.23-f.74	115-166	2-1	18-22	47-72	25-29	22	
Kronborg 5.	Gribskov	BN		f.24-e.77	95-149	2-1	25-23	36-64	22-28	60	
Kronborg 6.	do.	BQ		f.16-e.77	79-141	2-1	22-18	34-69	21-29	45	
Kronborg 5.	do.	BR		f.16-f.51	82-117	2-2	23-21	34-52	21-25	33	
do.	do.	BS		f.02-f.51	65-113	2-1	23-23	27-50	20-26	66	
do.	do.	BT		f.16-e.77	83-145	2-1	22-22	34-65	21-29	52	
Frederiksborg 2.	Uggeløse	CE		f.22-e.28	87- 94	2-2	22-23	34-37	22-23	7	
Nørholm	Krarup Lund	CR		e.13-f.30	43- 59	3-3	20-19	13-20	12-15	17	
Brahetrolleborg	Bremerhave	CS		e.02-f.73	118-188	1-1	25-26	60-88	27-30	37	
Wedellsborg	Kongeskov	CT		e.02-f.71	71-139	1-1	16-16	38-72	22-27	30	
Gisselfeld	Overdrevskov	CÆ		f.22-f.22	21- 21	2-2	.- .	6- 6	6- 6	4	
Bregentved	Ganneskov	EA	Løveng.	f.51-f.53	19- 21	1-1	13-15	7- 8	7- 8	20	Hugstforsøg
do.	do.	EA	Jagd	f.51-f.53	17- 19	1-1	13-14	7- 9	7- 8	20	do.
Gjorslev	Magleby	LT	Eg	f.60-f.60	15- 15	1-1	13-13	6- 6	6- 6	12	Træartsforsøg
Stenderup	Sønderskov	QA		e.18-e.51	23- 56	1-1	17-12	9-25	11-20	92	
do.	do.	QB		f.23-e.26	98-102	2-2	29-25	41-42	22-23	13	
do.	do.	QC		e.26-e.26	143-143	2-2	22-22	52-52	25-25	5	
Bregentved	Ganneskov	QD		f.28-f.52	35- 59	1-1	.-14	15-34	14-20	26	Parcel 1
do.	do.	QD		f.45-f.52	52- 59	1-1	16-13	26-31	18-20	4	Parcel 2
Gram	Storskov	QE		e.21-f.30	62- 70	2-2	.- .	24-29	17-20	15	
Bregentved	Ganneskov	QJ		e.31-f.54	35- 57	1-1	19-14	14-29	14-20	41	
Ravnholt	Kohaven	QO	Vallø	e.53-e.53	57- 57	1-1	19-19	29-29	21-21	9	Proveniensforsøg
do.	do.	QP	Darmst.	f.47-e.53	50- 57	0-0	18-16	22-29	20-22	30	do.
do.	do.	QQ	Ravnholt	f.51-e.53	51- 54	1-1	20-17	24-27	19-20	18	do.
Gl. Estrup		QR		e.35-e.52	122-139	3-3	22-21	38-47	22-23	19	Vintereg
Ravnholt	Dyrehaven	QS		f.45-e.64	114-134	2-1	19-22	59-69	26-28	12	
Bregentved	Grevindeskov	QX	B-hugst	f.49-f.51	25- 27	1-1	15-16	10-11	10-11	40	Hugstforsøg
do.	do.	QX	C-hugst	f.49-f.51	25- 27	1-1	13-13	11-12	11-11	40	do.
do.	do.	QX	D-hugst	f.45-f.51	21- 27	1-1	11-11	7-13	8-11	91	do.
do.	do.	QZ		f.51-f.65	58- 74	1-1	13-15	31-42	20-22	22	Underplantn.forsøg
do.	do.	QÆ		f.51-f.51	61- 61	0-0	13-13	37-37	22-22	10	do.
Stenderup	Midtskov	QØ		f.52-e.52	47- 54	1-1	15-15	21-23	17-19	26	do.
Esrum	Gribskov	RA		f.58-f.58	14- 14	2-2	15-15	2- 2	4- 4	36	

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel EG-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table EG-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	<5.0	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	
<5.0	34	13						47
5.0- 9.9		114	29					143
10.0-14.9		19	97	7				123
15.0-19.9			29	67				96
20.0-24.9				97	14			111
25.0-29.9				42	31			73
30.0-34.9				12	95			107
35.0-39.9				3	132	2		137
40.0-44.9					90	9		99
45.0-49.9					32	17		49
50.0-54.9					13	23		36
55.0-59.9					7	22		29
60.0-64.9						22		22
65.0-69.9					1	12	1	14
70.0-74.9						11	1	12
75.0-79.9						7	2	9
≧80.0						17	7	24
I alt *Total*	34	146	155	228	415	142	11	1131

Tabel EG-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table EG-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*								I alt *Total*
	0.600–0.649	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
5.0- 9.9				1					1
10.0-14.9	2	6	10	20	7	2			47
15.0-19.9		1	6	34	37	15			93
20.0-24.9			4	20	52	31	4		111
25.0-29.9				6	37	26	4		73
30.0-34.9				6	34	56	8	3	107
35.0-39.9				5	46	63	21	2	137
40.0-44.9				1	31	48	17	2	99
45.0-49.9				2	16	25	6		49
50.0-54.9					8	15	12	1	36
55.0-59.9					7	16	5	1	29
60.0-64.9					4	10	7	1	22
65.0-69.9					3	9	2		14
70.0-74.9					4	7	1		12
75.0-79.9					4	3	2		9
≧80.0			1		7	12	4		24
I alt *Total*	2	7	21	95	297	338	93	10	863

Tabel EG-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).

Table EG-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*							I alt *Total*
	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
<5.0		1	1	4		1		7
5.0- 9.9	1	4	24	44	52	16		141
10.0-14.9			6	24	61	20	5	116
15.0-19.9				3	10	14	2	29
I alt *Total*	1	5	31	75	123	51	7	293

Tabel EG-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.

Table EG-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type
1. Alle træer i afdrift
   All trees at clear cutting
2. Udvalgte træer fra afdrift
   Sampled trees from clear cutting
3. Bestandsudvalg
   Sampled trees from stand
4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
   Sampled trees from thinning, diameter as in stand
5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
   Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
   All (undamaged) thinning trees
7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
   Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
8. Andet
   Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<5.0				47					47
5.0- 9.9				129			14		143
10.0-14.9				103		1	19		123
15.0-19.9				58		25	13		96
20.0-24.9				45		56	10		111
25.0-29.9				26		32	15		73
30.0-34.9				34		27	46		107
35.0-39.9				44		73	20		137
40.0-44.9				17		73	9		99
45.0-49.9		1		7		38	3		49
50.0-54.9		6		6		24			36
55.0-59.9		6		4		17	1	1	29
60.0-64.9	1	7	1	1		12			22
65.0-69.9		5	1			8			14
70.0-74.9	1	3	2	3		2		1	12
75.0-79.9	2	2		2		2		1	9
≧80.0	17		1			2		4	24
I alt *Total*	21	30	5	526	0	392	150	7	1131

Tabel EG-6. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til træhøjde- og relative tvegehøjdeklasser (h_{tvege}/h).

Table EG-6. Number of sample trees (no.) distributed over tree-height classes (h) and classes of relative height of the stem-fork basis (h_{tvege}/h) for stem-forked trees.

Tvegehøjdeklasse *Height classes of the stem-fork basis*								
–	dyb: *deep:*	$h_{tvege}/h \leqq 1/3$						
–	middel: *middle:*	$1/3 < h_{tvege}/h \leqq 2/3$						
–	top: *top:*	$2/3 < h_{tvege}/h < 1$						
–	ej: *none:*	$h_{tvege}/h = 1$						

Tvegehøjdeklasse *Height class af fork basis*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	<5.0	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	
Dyb *Deep*					5	1		6
Middel *Middle*	1	1	2	14	98	43	4	163
Top *Top*			3	11	29	3		46
Ej *None*	33	145	150	203	283	95	7	916
I alt *Total*	34	146	155	228	415	142	11	1131

Tabel EG-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_λ) og den vægtede indre ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v_b eller v_{sb}) ved d = 0.20 m.

Table EG-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_λ) and the weighted internal ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v_b or v_{sb}) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m³	Model-type *Type of model*	Vægt-funktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_λ	σ^2_ε	Spredning på v_b eller v_{sb} *Standard deviation over v_b or v_{sb}* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_1	0.000188	0.006349	1.4	8.3	8.4
–	med d_3 *with d_3*	w_1	0.000242	0.003585	1.6	6.2	6.4
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000216	0.002316	1.5	5.5	5.7
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000345	0.003427	1.9	6.9	7.2
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.000719	0.001833	2.7	5.0	5.8
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000129	0.001761	1.1	4.9	5.1
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000303	0.003261	1.8	7.0	7.2
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.000748	0.002168	2.8	5.7	6.4
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000152	0.001598	1.2	4.8	5.0
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_3	0.000468	0.003093	2.2	7.4	7.7
–	med d_3 *with d_3*	w_3	0.001049	0.001730	3.3	5.5	6.5
–	med d_6 *with d_6*	w_3	0.000214	0.001516	1.5	5.1	5.4

Tabel EG-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table EG-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m³	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	1.82**	1.05
–	med d_3 *with d_3*	2.27*	1.15
–	med d_6 *with d_6*	2.65***	1.22
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	2.34***	0.98
–	med d_3 *with d_3*	3.38***	0.92
–	med d_6 *with d_6*	2.37***	1.09

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel EG-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v_b og v_{7b} med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel EG-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type eller bonitet har større vedmasse end træer af henholdsvis type 6 eller bonitet 2.

Table EG-9. Average deflections in percentage in the volumes v_b and v_{7b} at varying types of sampling and site classes in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured) and Site class 2. The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table EG-5. Positive deflections mean that trees of the type or site class concerned have a higher volume than trees of Type 6 or Site class 2 respectively.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling*			Bonitetsklasse *Site class*		
		Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6*			Gns. afvigelser fra bonitet 2 *Average deflections from Site class 2*		
		type 1-2 *types 1-2*	type 4 *type 4*	type 7 *type 7*	bonitet 1 *site class 1*	bonitet 3 *site class 3*	bonitet 4 *site class 4*
m^3		%	%	%	%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	÷ 3	+ 2	+ 3	÷ 1		
– –	med d_3 *with d_3*		+ 2	+ 2			
– –	med d_6 *with d_6*	÷ 2	+ 2	+ 3	÷ 1		
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	÷ 3	+ 1	+ 1	+ 1		
– –	med d_3 *with d_3*		÷ 2	÷ 3			
– –	med d_6 *with d_6*	÷ 3	+ 2	+ 2	0		

Tabel EG-9A. F-værdi og signifikans for niveauforskelle imellem tvegeklasser beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner. Desuden er anført de forskellige tvegeklassers gennemsnitlige, procentiske afvigelse på vedmasserne v_b og v_{7b} i forhold til ikke-tveger. Tvegeklasserne er nærmere definerede i tabel EG-6. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende tvegeklasse har større vedmasse end ikke-tveger.

Table EG-9A. F-value and significance for differences in level between stem-fork classes computed by the logarithmic volume functions. Besides, the table shows the deflection in percentage of the various stem-fork classes in the volumes v_b and v_{7b} in relation to non-forked trees. The stem-fork classes are defined in Table EG-6. Positive deflections mean that trees of the stem-fork class concerned have a higher volume than non-forked trees.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Afvigelse på v_b og v_{7b} fra ikke-tveger *Deflection in v_b and v_{7b} from non-forked trees*		
			Tvegeklasse *Stem-fork class*		
		F-værdi *F-value*	dyb *deep*	middel *middle*	top *top*
m^3			%	%	%
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	7.93***	+ 10	+ 3	+ 1
– –	med d_3 *with d_3*	1.15		+ 7	+ 2
– –	med d_6 *with d_6*	6.48***	+ 2	+ 2	+ 1
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	7.97***	+ 10	+ 3	0
– –	med d_3 *with d_3*	0.14		÷ 2	÷ 1
– –	med d_6 *with d_6*	6.46***	+ 3	+ 2	0

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel EG-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table EG-10. The average volume deflections (%) in v_b and v_{7b} of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
AY			BQ			BT			QA			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v_b-model *Standard v_b-model*											
18.0	12	÷2	34.0	6	0	34.2	6	+ 5	9.0	5	+6
26.4	5	+4	38.9	7	+4	38.1	8	+ 7	10.7	10	÷2
31.0	7	+3	42.3	5	0	41.6	5	+ 5	12.5	10	÷1
34.7	4	÷8	45.9	7	+3	44.7	8	0	14.0	10	÷1
38.1	7	+4	49.9	5	÷1	49.3	4	÷ 5	15.4	4	÷7
41.0	8	+1	54.4	4	÷5	53.5	3	0	19.5	7	+1
45.2	5	+4	68.2	2	÷4	62.9	3	+ 7	21.8	18	0
57.0	9	+2	68.9	2	+6	64.5	15	+ 1	23.5	17	+2
			68.5	7	0				25.2	11	0
Standard v_{7b}-model *Standard v_{7b}-model*											
18.0	12	0	34.0	6	+3	34.2	6	+ 6	9.0	5	÷5
26.4	5	+3	38.9	7	+2	38.1	8	+ 7	10.7	10	+3
31.0	7	+1	42.3	5	÷3	41.6	5	+ 4	12.5	10	+1
34.7	4	÷7	45.9	7	+3	44.7	8	÷ 2	14.0	10	0
38.1	7	÷1	49.9	5	+1	49.3	4	÷ 4	15.4	4	÷2
41.0	8	0	54.4	4	÷2	53.5	3	0	19.5	7	÷1
45.2	5	+1	68.2	2	÷4	62.9	3	+ 4	21.8	18	+1
57.0	9	0	68.9	2	+6	64.5	15	+ 1	23.5	17	+5
			68.5	7	+2				25.2	11	0

Tabel EG-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table EG-11. The average volume deflections (%) in v_b and v_{7b} of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
AY			BQ			BT			QA			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v_b-model med d_6 *v_b-model with d_6*											
18.0	12	0	34.0	6	÷4	34.2	6	+ 1	10.7	6	÷3
26.4	5	+4	38.9	7	+2	38.1	8	+ 4	12.5	10	+3
31.0	7	+3	42.3	5	+1	41.6	5	+ 4	14.0	10	+2
34.7	4	÷3	45.9	7	+3	44.7	8	+ 1	15.4	4	÷2
38.1	7	+3	49.9	5	÷3	49.3	4	÷ 3	19.5	7	+2
41.0	8	+3	54.4	4	÷5	53.5	3	0	21.8	18	+1
45.2	5	+3	68.2	2	0	62.9	3	+10	23.5	17	+1
57.0	9	+1	68.9	2	+7	64.5	15	÷ 1	25.2	11	+1
			68.5	7	÷1						
v_{7b}-model med d_6 *v_{7b}-model with d_6*											
18.0	12	+2	34.0	6	÷2	34.2	6	+ 1	10.7	6	÷1
26.4	5	+3	38.9	7	0	38.1	8	+ 3	12.5	10	+1
31.0	7	+1	42.3	5	÷1	41.6	5	+ 3	14.0	10	+2
34.7	4	÷2	45.9	7	+3	44.7	8	0	15.4	4	+2
38.1	7	÷2	49.9	5	÷2	49.3	4	÷ 2	19.5	7	0
41.0	8	+2	54.4	4	÷3	53.5	3	0	21.8	18	+2
45.2	5	+1	68.2	2	÷1	62.9	3	+ 8	23.5	17	+3
57.0	9	÷1	68.9	2	+7	64.5	15	0	25.2	11	0
			68.5	7	0						

Tabel EG-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total træmasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table EG-12. Average stump volume in percentage of total tree volume on root at various breast-height diameters.

Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	4.5	4.1	3.7	4.4

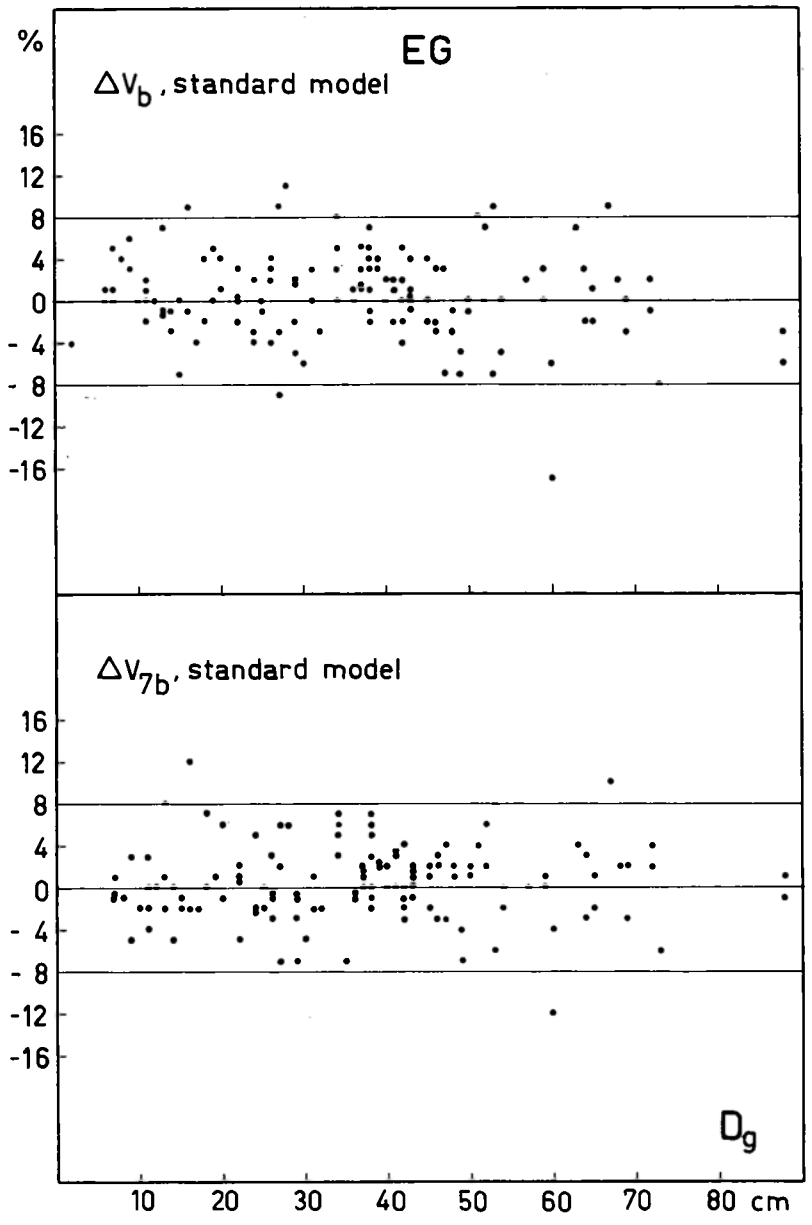
Tabel EG-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige træarts- og hugstforsøg. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse i pågældende forsøg er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table EG-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various tree species and thinning experiments. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume in the experiment concerned is higher than predicted by the volume function.

Distrikt *District*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measu-ring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktions-type *Type of function*	v_b n	v_b Δ	v_{5b} n	v_{5b} Δ	v_{7b} n	v_{7b} Δ	v_{10b} n	v_{10b} Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Skjoldenæsholm	RD	f.79	16	4.6	6.2	standard *standard*	10	+1.9	7	÷ 7.9	2	÷20.7		
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	9	+4.9	7	÷ 1.0	2	÷11.0		
Holsteinborg	RB	e.76	14	4.2	5.5	standard *standard*	10	÷8.3	8	÷11.0	3	÷ 6.3		
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	8	÷5.3	7	÷ 5.8	3	+ 2.8		
Esrum, B-hugst[1)]	RA	f.78	34	12.4	13.6	standard *standard*	15	÷3.6	15	÷ 5.9	15	÷ 9.0	5	÷16.5
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	15	÷2.2	15	÷ 3.4	15	÷ 7.5		
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	12	+2.3	12	÷ 7.0	12	÷14.1	5	÷ 9.2
Esrum, D-hugst[2)]	RA	f.78	34	16.1	14.5	standard *standard*	15	+7.1	15	÷ 1.0	15	÷ 2.2	15	+ 2.1
–	–	–	–	–	–	med d_3 *with d_3*	13	+7.5	13	+ 2.8	13	+ 0.7		
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	14	+4.9	14	÷ 2.9	14	÷ 3.9	14	÷ 4.0
Bregentved, B-hugst[3)]	QX	e.70	47	19.6	18.5	standard *standard*	15	÷9.5	15	÷ 6.4	15	÷ 6.6	15	÷ 5.5
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	15	÷5.3	15	÷ 2.8	15	÷ 1.8	15	÷ 1.2
Bregentved, D-hugst[4)]	QX	e.70	47	26.9	18.2	standard *standard*	15	÷1.8	15	÷ 6.3	15	÷ 9.6	15	÷ 9.7
–	–	–	–	–	–	med d_6 *with d_6*	15	+0.8	15	÷ 5.0	15	÷ 8.2	15	÷ 8.1

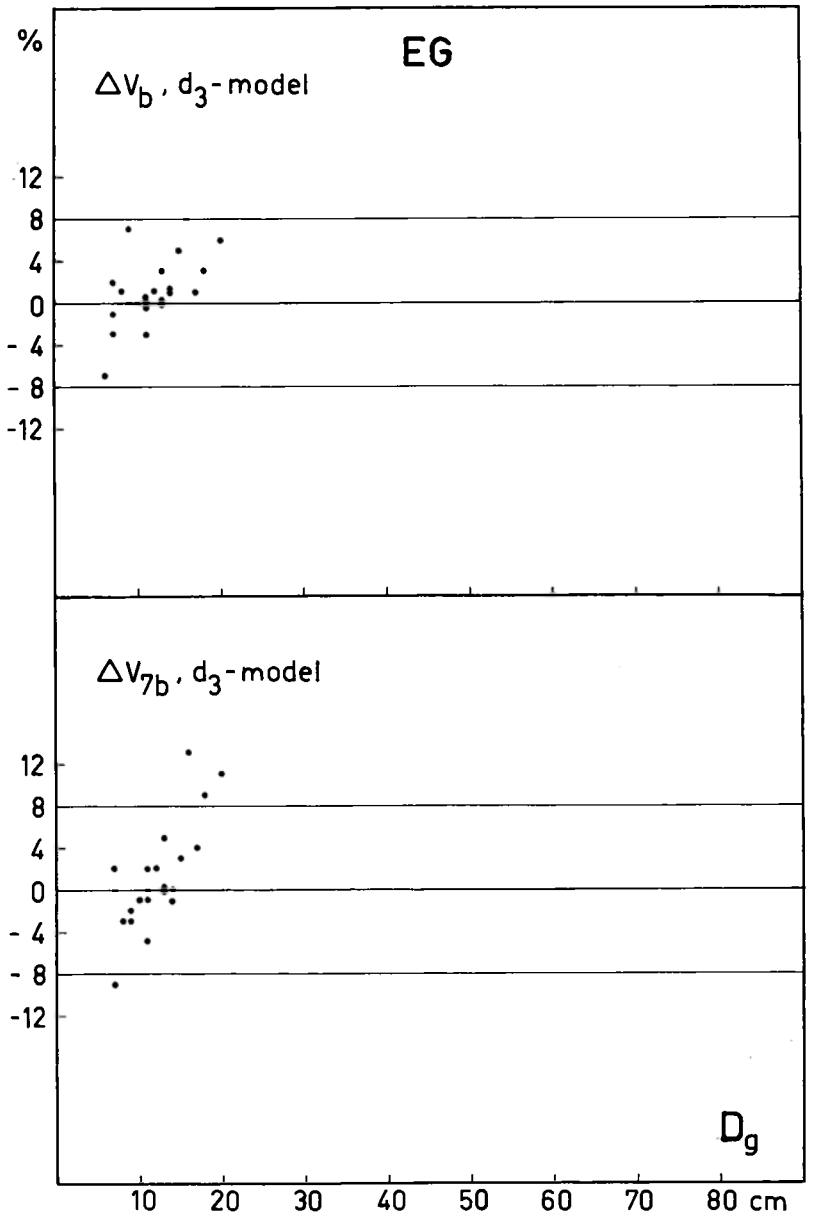
f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*

[1)] pcl. 2 [2)] pcl. 3 [3)] pcl. k [4)] pcl. c



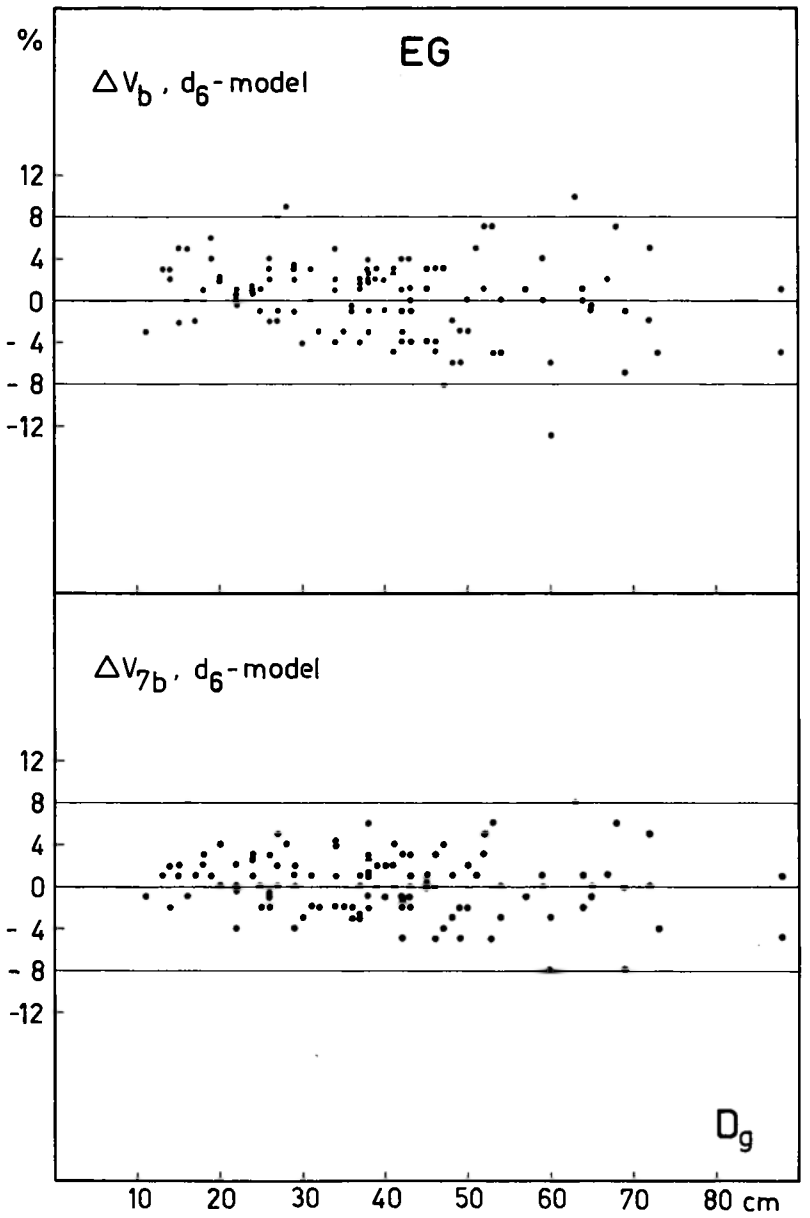
Figur EG-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure EG-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur EG-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure EG-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur EG-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure EG-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.1.8. *Ask*

Tabel ASK-1. Grundmaterialets fordeling til prøveflader og målinger m.v.
Table ASK-1. The distribution of the basic material of ash (ASK) over sample plots and measurings etc.

Distrikt *District*	Skov *Forest*	Prøveflade *Sample plot*	Behandling *Treatment*	Første-sidste måling i iagttagelsesperioden *First-last measuring in the observation period*						Prøvetræer i perioden, antal *Sample trees in the period, number*	Bemærkninger *Remarks*
				Måling *Measuring*	Alder *Age*	Bon. *Site*	Bestand før tynding *Stand before thinning*				
							G	D_g	H_g		
		Litra *Letter*		år *year*	år *years*	klasse *class*	m^2/ha m^2/ha	cm *cm*	m *m*	stk. *no.*	
Boller	Søholt	CP		e.07-e.07	27- 27	3-3	23-23	10-10	12-12	3	Bland. rødeg, ask, ær
Ringsted Kloster	Mølleskov	CQ		f.08-f.27	85-104	3-2	23-15	40-51	24-26	9	
Eriksholm		FA		e.20-f.30	28- 37	2-2	21-20	12-19	14-19	19	
Sorø 2.	L. Bøgeskov	FK	Lys	f.18-f.31	19- 32	3-3	7- 9	6-13	9-14	59	
do.	do.	FKA	Skygge	f.23-f.31	23- 31	3-3	12-11	5-10	9-14	17	
Stenderup	Nørreskov	FO		e.18-e.26	68- 76	1-1	21-19	45-52	27-29	15	
Visborggård	Nørreskov	FQ		e.18-e.18	35- 35	3-3	17-17	17-17	16-16	5	
do.	do.	FR		e.18-e.18	66- 66	2-2	23-23	30-30	24-24	5	
Sønderborg	Als Nørskov	FY		f.26-f.30	57- 61	2-2	29-27	24-27	22-25	9	Ask indbl. i bøg
do.	do.	FZ	Bøg	f.26-e.28	30- 33	4-3	.- .	6-11	10-13	5	Blanding af bøg, ask
do.	do.	FZ	Ask	f.26-e.28	30- 33	4-4	.- .	6- 9	9-12	3	do.
do.	do.	FZ	Ask (bøg)	f.26-e.28	30- 33	4-4	.- .	6-10	9-12	6	do.
do.	do.	FZ	Bøg (ask)	e.28-e.28	33- 33	3-3	.- .	12-12	13-13	4	do.
Sorø 2.	L. Bøgeskov	LA		f.23-f.29	12- 18	3-3	9-12	3- 5	6- 8	45	
Petersgård	Viemose	LC		f.38-f.79	17- 58	2-1	9-15	9-40	11-26	68	
do.	do.	LD		e.29-f.68	15- 53	1-1	11-10	7-39	11-25	42	
do.	do.	LE		f.33-e.76	28- 72	2-1	13-19	14-59	16-29	42	
Ravnholt	Kohaven	LJ		f.47-f.80	33- 66	1-1	13-18	20-45	19-27	42	
Gråsten	Dyrehaven	LU	Grøftet	f.61-f.61	27- 27	3-3	9- 9	11-11	13-13	12	Afvand.forsøg
do.	do.	LU	Ej grøft	f.61-f.61	27- 27	3-3	10-10	9- 9	11-11	12	do.
do.	do.	LU	Grøftet	f.61-f.61	27- 27	3-3	10-10	8- 8	11-11	6	do., pcl. 3
Bregentved	Boholte	LV		f.62-f.65	25- 28	2-2	14-15	11-13	13-15	25	

e. = *autumn*
f. = *spring*

Tabel ASK-2. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameter- og højdeklasser.
Table ASK-2. Number of sample trees (no.) distributed over diameter and height classes.

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	<5.0	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	
<5.0	3	40						43
5.0- 9.9		26	77					103
10.0-14.9			80	27				107
15.0-19.9			4	59	2			65
20.0-24.9				24	16			40
25.0-29.9				3	21			24
30.0-34.9					15	1		16
35.0-39.9					10	12		22
40.0-44.9					4	7		11
45.0-49.9						5		5
50.0-54.9						6		6
55.0-59.9						4	1	5
60.0-64.9						4		4
65.0-69.9						1	1	2
I alt *Total*	3	66	161	113	68	40	2	453

Tabel ASK-3. Antal prøvetræer (stk.) over 12 m højde fordelt til diameter- og relative d_6-klasser (d_6/d).
Table ASK-3. Number of sample trees (no.) above the height of 12 m distributed over diameter- and relative d_6-classes (d_6/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_6-klasse *Relative d_6-class*								I alt *Total*
	0.600–0.649	0.650–0.699	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
5.0- 9.9	2	4	8	5	1				20
10.0-14.9	1	15	35	38	13	2			104
15.0-19.9		1	2	19	32	10	1		65
20.0-24.9			1	5	21	9	3	1	40
25.0-29.9				4	12	7	1		24
30.0-34.9				1	10	4	1		16
35.0-39.9				1	11	8	2		22
40.0-44.9				1	4	5	1		11
45.0-49.9					1	3		1	5
50.0-54.9				1	2	3			6
55.0-59.9					2	3			5
60.0-64.9				1	3				4
65.0-69.9			1			1			2
I alt *Total*	3	20	47	76	112	55	9	2	324

Tabel ASK-4. Antal prøvetræer (stk.) mellem 6 og 15 m højde fordelt til diameter- og relative d_3-klasser (d_3/d).

Table ASK-4. Number of sample trees (no.) of heights between 6 and 15 m distributed over diameter- and relative d_3-classes (d_3/d).

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Relativ d_3-klasse *Relative d_3-class*						I alt *Total*
	0.700–0.749	0.750–0.799	0.800–0.849	0.850–0.899	0.900–0.949	≧0.950	
<5.0	1	15	12	2			30
5.0- 9.9	1	4	34	36	24	4	103
10.0-14.9		1	11	42	23	3	80
15.0-19.9				1	3		4
I alt *Total*	2	20	57	81	50	7	217

Tabel ASK-5. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til diameterklasser og udvalgstyper.

Table ASK-5. Number of sample trees (no.) distributed over diameter classes and types of sampling.

Type
1. Alle træer i afdrift
   All trees at clear cutting
2. Udvalgte træer fra afdrift
   Sampled trees from clear cutting
3. Bestandsudvalg
   Sampled trees from stand
4. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. bestand
   Sampled trees from thinning, diameter as in stand
5. Tyndingsudvalg, opdelt i dimensionsgrupper
   Sampled trees from thinning, divided into dimension groups
6. Alle (ubeskadigede) tyndingstræer
   All (undamaged) thinning trees
7. Tyndingsudvalg, diameter sv.t. tynding
   Sampled trees from thinning, diameter as in thinning
8. Andet
   Other

Diameterklasse, cm *Diameter class, cm*	Type *Type*								I alt *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<5.0				43					43
5.0- 9.9				93		1	9		103
10.0-14.9				91		13	3		107
15.0-19.9				35		28	2		65
20.0-24.9				17		20	3		40
25.0-29.9				5		17	2		24
30.0-34.9				4		9		3	16
35.0-39.9				2		17		3	22
40.0-44.9				2		8		1	11
45.0-49.9				1		4			5
50.0-54.9	2			3		1			6
55.0-59.9	4			1					5
60.0-64.9	2			1		1			4
65.0-69.9	2								2
I alt *Total*	10	0	0	298	0	119	19	7	453

Tabel ASK-6. Antal prøvetræer (stk.) fordelt til træhøjde- og relative tvegehøjdeklasser (h_{tvege}/h).

Table ASK-6. Number of sample trees (no.) distributed over tree-height classes (h) and classes of relative height of the stem-fork basis (h_{tvege}/h) for stem-forked trees.

Tvegehøjdeklasse *Height classes of the stem-fork basis*		
	dyb: *deep:*	$h_{tvege}/h \leqq 1/3$
– –	middel: *middle:*	$1/3 < h_{tvege}/h \leqq 2/3$
– –	top: *top:*	$2/3 < h_{tvege}/h < 1$
– –	ej: *none:*	$h_{tvege}/h = 1$

Tvegehøjdeklasse *Height class of fork basis*	Højdeklasse, m *Height class, m*							I alt *Total*
	<5.0	5.0–9.9	10.0–14.9	15.0–19.9	20.0–24.9	25.0–29.9	30.0–34.9	
Dyb *Deep*					1	5		6
Middel *Middle*			7	14	12	12		45
Top *Top*			10	4	4	2		20
Ej *None*	3	66	144	95	51	21	2	382
I alt *Total*	3	66	161	113	68	40	2	453

Tabel ASK-7. Varianskomponenter i de logaritmiske vedmassefunktioner svarende til den prøvefladevise (σ^2_λ) og den vægtede indre ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) varians, samt de tilsvarende ikke-vægtede procentiske spredninger på vedmassen (v_b eller v_{sb}) ved d = 0.20 m.

Table ASK-7. Variance components in the logarithmic volume functions corresponding to the sample-plot-wise (σ^2_λ) and the weighted internal ($\sigma^2_\varepsilon = w\sigma^2_\varepsilon$) variance, together with the corresponding non-weighted standard deviations in percentage over the volume (v_b or v_{sb}) at d = 0.20 m.

Vedmasse *Volume* m³	Modeltype *Type of model*	Vægtfunktion *Weight function*	Varianskomponenter *Variance components* σ^2_λ	σ^2_ε	Spredning på v_b eller v_{sb} *Standard deviation over v_b or v_{sb}* Prøveflade *Sample plot* %	Indre *Internal* %	I alt *Total* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	w_1	0.001675	0.005035	4.2	7.4	8.5
–	med d_3 *with d_3*	w_1	0.001003	0.003586	3.2	6.2	7.0
–	med d_6 *with d_6*	w_1	0.001066	0.002609	3.3	5.2	6.3
Salgbar masse > 5 cm diam. *Merchantable volume > 5 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000795	0.003408	2.9	6.6	7.2
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000180	0.001781	1.4	4.7	4.9
–	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000198	0.001360	1.4	4.1	4.3
Salgbar masse > 7 cm diam. *Merchantable volume > 7 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000466	0.003548	2.2	6.9	7.3
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.000194	0.001560	1.4	4.6	4.8
–	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000037	0.001347	0.6	4.2	4.3
Salgbar masse > 10 cm diam. *Merchantable volume > 10 cm diam.*	standard *standard*	w_2	0.000589	0.003453	2.5	7.4	7.9
–	med d_3 *with d_3*	w_2	0.001147	0.001144	3.5	4.2	5.5
–	med d_6 *with d_6*	w_2	0.000246	0.001710	1.6	5.2	5.4

Tabel ASK-8. F-værdi og signifikans for niveauforskelle og hældningsforskelle imellem prøveflader beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner.

Table ASK-8. F-value and significance for differences in level and slope between sample plots computed by the logarithmic volume functions.

Vedmasse *Volume* m³	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Hældningsforskel *Difference in slope*
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	6.48***	1.30
–	med d_3 *with d_3*	3.98***	1.69**
–	med d_6 *with d_6*	6.93***	1.22
Salgbar masse > 7 cm diameter *Merchantable volume > 7 cm diameter*	standard *standard*	2.15**	0.62
–	med d_3 *with d_3*	1.44	1.46
–	med d_6 *with d_6*	1.27	1.05

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel ASK-9. Gennemsnitlige, procentiske afvigelser på vedmasserne v_b og v_{7b} med varierende udvalgstype og bonitetsklasse i forhold til udvalgstype 6 (alle tyndingstræer målt) og bonitetsklasse 2. Afvigelserne er beregnede på grundlag af de logaritmiske vedmassefunktioner, og udvalgstyperne er nærmere specificerede i tabel ASK-5. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende type eller bonitet har større vedmasse end træer af henholdsvis type 6 eller bonitet 2.

Table ASK-9. Average deflections in percentage in the volumes v_b and v_{7b} at varying types of sampling and site classes in relation to Type 6 of sampling (all thinning trees measured) and Site class 2. The deflections have been computed on the basis of the logarithmic volume functions. The types of sampling are specified in Table ASK-5. Positive deflections mean that trees of the type or site class concerned have a higher volume than trees of Type 6 or Site class 2 respectively.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Udvalgstype *Type of sampling*			Bonitetsklasse *Site class*		
		Gns. afvigelser fra type 6 *Average deflections from type 6*			Gns. afvigelser fra bonitet 2 *Average deflections from Site class 2*		
m³		type 1-2 *types 1-2* %	type 4 *type 4* %	type 7 *type 7* %	bonitet 1 *site class 1* %	bonitet 3 *site class 3* %	bonitet 4 *site class 4* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	+4	0	+3	÷1	÷ 7	÷14
– –	med d_3 *with d_3*		÷2	+1		+12	
– –	med d_6 *with d_6*	+5	÷1	÷1	÷1	÷ 6	
Salgbar masse >7 cm diam. *Merchantable volume >7 cm diam.*	standard *standard*	0	+1	+4	+1	÷ 7	÷ 8
– –	med d_3 *with d_3*		÷5	+9		+13	
– –	med d_6 *with d_6*	+1	+1	+1	+1	÷ 6	

Tabel ASK-9A. F-værdi og signifikans for niveauforskelle imellem tvegeklasser beregnet med de logaritmiske vedmassefunktioner. Desuden er anført de forskellige tvegeklassers gennemsnitlige, procentiske afvigelse på vedmasserne v_b og v_{7b} i forhold til ikke-tveger. Tvegeklasserne er nærmere definerede i tabel ASK-6. Positive afvigelser betyder, at træer af pågældende tvegeklasse har større vedmasse end ikke-tveger.

Table ASK-9A. F-value and significance for differences in level between stem-fork classes computed by the logarithmic volume functions. Besides, the table shows the deflection in percentage of the various stem-fork classes in the volumes v_b and v_{7b} in relation to non-forked trees. The stem-fork classes are defined in Table ASK-6. Positive deflections mean that trees of the stem-fork class concerned have a higher volume than non-forked trees.

Vedmasse *Volume*	Modeltype *Type of model*	Niveauforskel *Difference in level*	Afvigelse på v_b og v_{7b} fra ikke-tveger *Deflection in v_b and v_{7b} from non-forked trees*		
			Tvegeklasse *Stem-fork class*		
m³		F-værdi *F-value*	dyb *deep* %	middel *middle* %	top *top* %
Totalmasse på rod *Total volume on root*	standard *standard*	3.27*	+8	+3	0
– –	med d_3 *with d_3*	0.08		+1	+1
– –	med d_6 *with d_6*	0.96	+2	+1	÷1
Salgbar masse >7 cm diam. *Merchantable volume >7 cm diam.*	standard *standard*	3.50*	+9	+2	÷1
– –	med d_3 *with d_3*	0.40		÷2	0
– –	med d_6 *with d_6*	0.91	+2	+1	0

*, ** og ***: Signifikans på 5, 1 og 0.1% niveau.
*, ** *and* ***: *Significance at the 5, 1 and 0.1% levels.*

Tabel ASK-10. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *standardfunktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table ASK-10. The average volume deflections (%) in v_b and v_{7b} of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two standard functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
FK			LC			LD			LE			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
Standard v_b-model *Standard v_b-model*											
5.9	5	+ 4	8.8	9	+15	6.8	10	+ 2	14.0	10	+1
6.7	7	÷ 2	12.7	10	+ 4	12.9	10	+ 2	20.0	4	÷1
7.7	9	÷ 5	16.8	11	+ 7	16.8	5	+ 5	25.5	3	+7
8.7	16	÷ 4	19.6	16	+ 6	22.2	4	+10	32.1	6	÷1
9.9	10	÷ 2	22.7	8	+ 5	27.0	6	+ 1	36.9	3	+3
11.4	7	÷ 1	25.8	7	+13	30.7	3	÷ 1	41.7	4	+5
12.5	5	+ 2	31.4	1	÷ 5	34.7	2	+ 4	54.7	2	÷9
			33.8	2	+ 1	39.4	2	+ 6	59.3	10	+2
			40.1	4	+ 8						
Standard v_{7b}-model *Standard v_{7b}-model*											
5.9	2	+15	8.8	9	+ 4	6.8	9	÷ 1	14.0	10	+1
6.7	5	÷ 2	12.7	10	0	12.9	10	÷ 1	20.0	4	0
7.7	9	÷ 4	16.8	11	+ 2	16.8	5	+ 3	25.5	3	+7
8.7	14	÷11	19.6	16	+ 2	22.2	4	+ 1	32.1	6	0
9.9	9	÷ 2	22.7	8	+ 2	27.0	6	÷ 2	36.9	3	+1
11.4	7	0	25.8	7	+ 7	30.7	3	÷ 1	41.7	4	0
			31.4	1	÷ 5	34.7	2	+ 4	54.7	2	÷8
			33.8	2	0	39.4	2	+ 9	59.3	10	0
			40.1	4	+ 6						

Tabel ASK-11. De enkelte målingers (måleår) gennemsnitlige niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til vedmassefunktionerne med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Beregningerne er gennemført med to *d_6-funktioner* for de fire prøveflader, som har det største antal målinger i materialet. For hver måling er der foruden afvigelse oplyst bestandsdiameter og antal prøvetræer. Positive afvigelser betyder, at de målte vedmasser er større end beregnet med vedmassefunktionen.

Table ASK-11. The average volume deflections (%) in v_b and v_{7b} of each measuring (measuring year) in relation to the volume functions at a level corresponding to the average for all sample plots. The computations have been made with two d_6-functions *for the four sample plots that have the greatest number of measurings in the material. For each measuring the table presents, apart from deflection, stand diameter and number of sample trees. Positive deflections mean that the volumes measured are higher than those computed by the volume function.*

Prøveflade *Sample plot*												
FK			LC			LD			LE			
D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %	D_g cm *cm*	n stk. *no.*	Δ % %
v_b-model med d_6 *v_b-model with d_6*											
6.7	2	+5	12.7	10	+2	6.8	1	+4	14.0	10	+1
7.7	6	÷2	16.8	11	+4	12.9	10	+4	20.0	4	÷1
8.7	6	+2	19.6	16	+3	16.8	5	+2	25.5	3	+2
9.9	6	÷2	22.7	8	+2	22.2	4	+8	32.1	6	0
11.4	7	0	25.8	7	+7	27.0	6	+3	36.9	3	+2
12.5	5	+1	31.4	1	÷5	30.7	3	÷1	41.7	4	+3
			33.8	2	+1	34.7	2	+3	54.7	2	÷7
			40.1	4	+2	39.4	2	+4	59.3	10	+2
v_{7b}-model med d_6 *v_{7b}-model with d_6*											
6.7	2	÷2	12.7	10	÷2	6.8	1	0	14.0	10	+2
7.7	6	÷1	16.8	11	÷1	12.9	10	+2	20.0	4	0
8.7	6	0	19.6	16	0	16.8	5	0	25.5	3	+2
9.9	6	÷3	22.7	8	÷1	22.2	4	0	32.1	6	+3
11.4	7	+1	25.8	7	+2	27.0	6	0	36.9	3	+3
			31.4	1	÷3	30.7	3	0	41.7	4	0
			33.8	2	+1	34.7	2	+5	54.7	2	÷4
			40.1	4	÷1	39.4	2	+8	59.3	10	+1

Tabel ASK-12. Gennemsnitlig stødmasse i procent af total træmasse på rod ved forskellige brysthøjdediametre.

Table ASK-12. Average stump volume in percentage of total tree volume on root at various breast-height diameters.

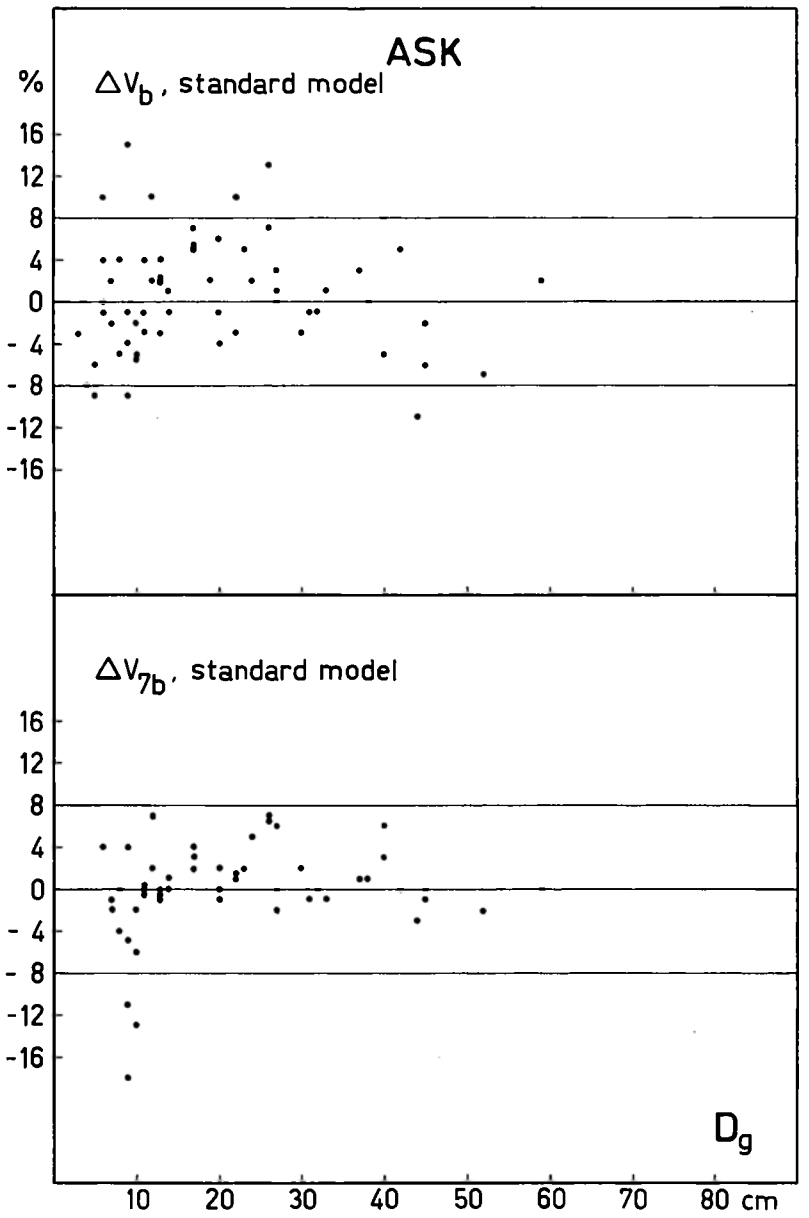
Diameter, cm *Diameter, cm*	10	20	40	70
Stødmasse, % *Stump volume, %*	3.9	3.3	3.6	

Tabel ASK-13. Afprøvning af vedmassefunktionerne på nogle målinger af metersektionerede træer fra forskellige prøveflader. De procentiske afvigelser (Δ) mellem målte og predikterede vedmasser er fundet på grundlag af de opsummerede, enkelttrævise vedmassetal (m^3) fra de n træer i målingen. Positive afvigelser betyder, at den metersektionerede vedmasse på pågældende prøveflade er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Table ASK-13. Testing of the volume functions on some measurings of metre-sectioned trees from various permanent sample plots. The divergencies in percentage (Δ) of the measured volumes from those predicted have been found by means of the summed-up volume figures (m^3) of the n individual trees in the measuring. Positive divergencies mean that the metre-sectioned volume from the sample plots concerned is higher than predicted by the volume function.

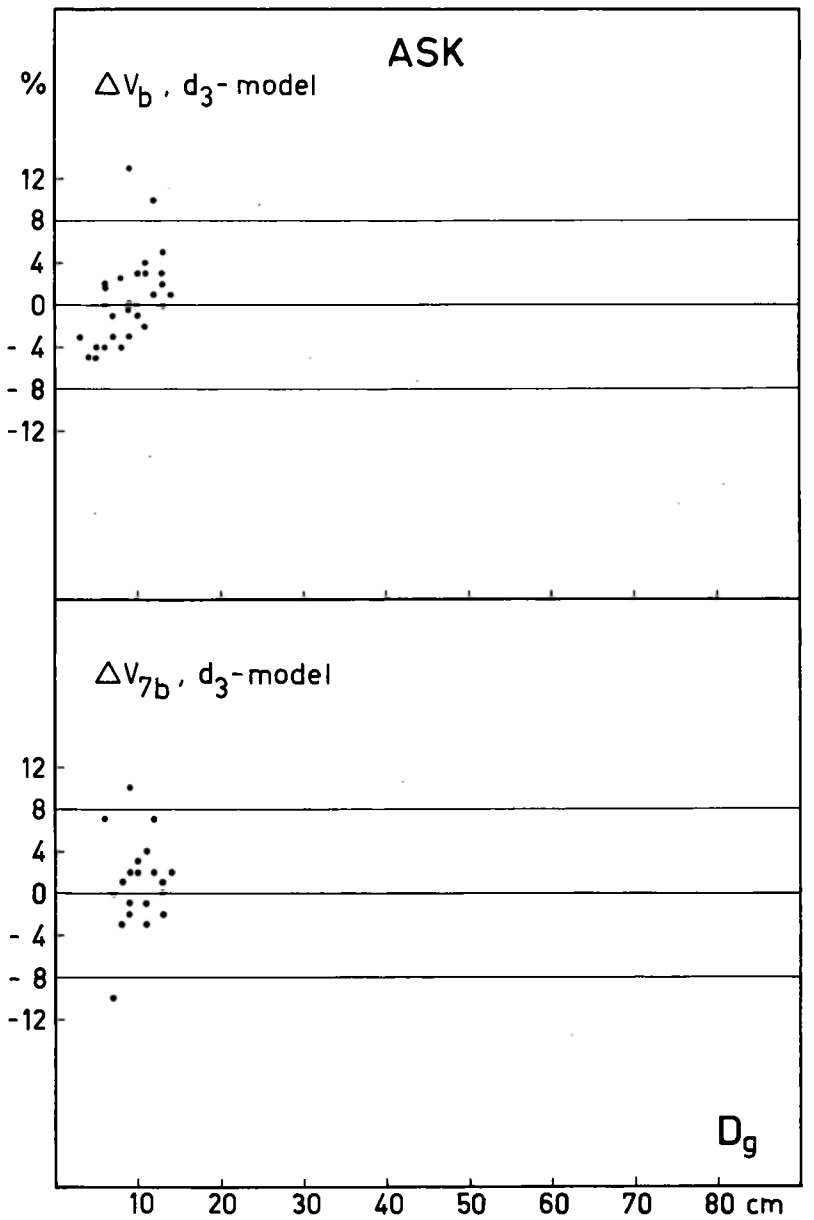
Distrikt *District*	Prøve-flade *Sample plot*	Måling *Measu-ring*	Alder *Age*	D_g f.t.	H_g f.t.	Funktions-type *Type of function*	v_b		v_{5b}		v_{7b}		v_{10b}	
							n	Δ	n	Δ	n	Δ	n	Δ
		år *year*	år *years*	cm *cm*	m *m*		stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %	stk. *no.*	% %
Gråsten	LU, 1A	f.77	43	24.9	21.5	standard *standard*	15	÷4.6	15	÷4.2	15	÷5.2	15	÷6.9
-	-	-	-	-	-	med d_6 *with d_6*	15	÷5.3	15	÷4.0	15	÷5.6	15	÷5.9
Gråsten	LU, 3	f.77	43	21.2	20.3	standard *standard*	15	÷5.1	15	÷5.8	15	÷6.2	15	÷5.4
-	-	-	-	-	-	med d_6 *with d_6*	15	÷5.1	15	÷4.8	15	÷6.1	15	÷3.5
Bregentved	LV	f.73	36	18.4	18.8	standard *standard*	15	÷7.2	15	÷6.8	15	÷7.8	15	÷7.7
-	-	-	-	-	-	med d_6 *with d_6*	15	÷4.2	15	÷2.8	15	÷4.2	15	÷2.5

f. = *spring*
e. = *autumn*
f.t. = *before thinning*



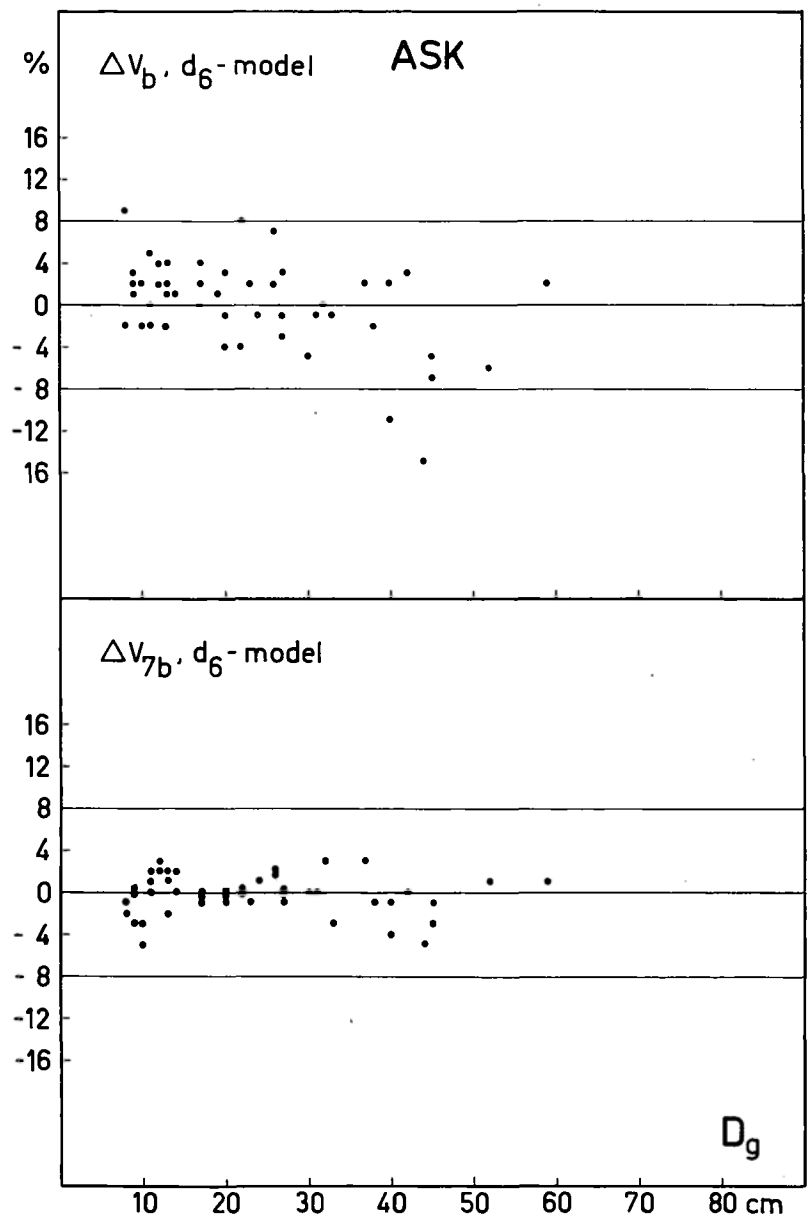
Figur ASK-1. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *standard vedmassefunktionerne* med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure ASK-1. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the standard volume functions *with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur ASK-2. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *vedmassefunktionerne med d_3* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure ASK-2. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the volume functions with d_3 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*



Figur ASK-3. De enkelte målingers niveauafvigelse (%) på v_b og v_{7b} i forhold til *vedmassefunktionerne med d_6* og med et niveau, som svarer til gennemsnittet for alle prøveflader. Positive afvigelser betyder, at vedmassen i den pågældende måling er større end forudsagt af vedmassefunktionen.

Figure ASK-3. The volume deflections of the individual measurings (%) in v_b and v_{7b} in relation to the volume functions with d_6 *and with a level corresponding to the average for all sample plots. Positive deflections mean that the volume in the measuring concerned is higher than predicted by the volume function.*

7.2. *Anvendte symboler*

De nedenfor anførte træmålings- og funktionssymboler er gyldige for hele beretningen. Med hensyn til de her udviklede vedmassefunktioner (afsnit 4) samt deres grundmateriale (afsnit 2) kan generelt fremhæves, at diametre og vedmasser er inklusive bark.

d	Stammediameter for det enkelte træ målt i den generelle målehøjde b over jorden.
d_x	Stammediameter for det enkelte træ målt i højden x m over jorden; x er i de her udarbejdede vedmassefunktioner lig 3 m eller 6 m.
a	Aflægningsgrænse svarende til grænsediameteren for salgbar stamme- og evt. grenemasse.
d_{bark}	Stammens dobbelte barktykkelse målt på det enkelte træ i den generelle målehøjde b over jorden.
h	Højde for det enkelte træ målt som afstanden fra jordoverflade til stammens top.
h_s	Højde over jorden for aflægningsgrænsen s cm på det enkelte træ.
h_{bul}	Bulhøjde svarende til den nedre kronegrænses højde over jorden for det enkelte træ.
h_{tvege}	Tvegehøjde svarende til højden for stammegaflens ansættelse over jorden for det enkelte træ.
$h_{stød}$	Stødhøjde svarende til fældesnittets højde over jorden for det enkelte træ.
b	Generel målehøjde over jorden for stammediameteren d; b er i de her udarbejdede vedmassefunktioner lig 1.3 m.
v	Total stammemasse over jordoverfladen for det enkelte træ; $\hat{v}$ er den tilsvarende stammemasse ifølge vedmassefunktionen.
v_b	Total træmasse over jordoverfladen for det enkelte træ; $\hat{v}_b$ er den tilsvarende vedmasse ifølge vedmassefunktionen.
v_s	Salgbar stammemasse over stødhøjden $h_{stød}$ og aflægningsgrænsen s cm for det enkelte træ; s er i de her udarbejdede vedmassefunktioner lig 5, 7 eller 10 cm; $\hat{v}_s$ er den tilsvarende stammemasse ifølge vedmassefunktionen.
v_{sb}	Salgbar træmasse over stødhøjden $h_{stød}$ og aflægningsgrænsen s cm for det enkelte træ; s er i de her udarbejdede vedmassefunktioner lig 5, 7 eller 10 cm; $\hat{v}_{sb}$ er den tilsvarende vedmasse ifølge vedmassefunktionen.
$v_{stød}$	Stødmasse imellem jordoverfladen og stødhøjden $h_{stød}$.
f	Stammeformtal svarende til v, d og h.
f_b	Træformtal svarende til v_b, d og h.
f_s	Stammeformtal svarende til v_s, d og h.
f_{sb}	Træformtal svarende til v_{sb}, d og h.
e	Grenemassekvotient svarende til forholdet mellem total grenemasse og total stammemasse for det enkelte træ.
e_s	Grenemassekvotient svarende til forholdet mellem salgbar grenemasse og salgbar stammemasse for det enkelte træ.
D_g	Bestandsdiameter svarende til diameter i middelstammegrundfladen; D_g repræsenterer i de her udarbejdede vedmassefunktioner bestanden før tynding.
H_g	Bestandshøjde svarende til D_g.

T	Bestandsalder svarende til alderen fra frø.
r	Formeksponent i stammesidelinjen $y^2 = px^r$.
r^2	Korrelationskoefficients kvadrat.
R^{-1}	Friskrumvægtens reciprokke værdi for grene og kvas.
R^2	Multipel korrelationskoefficients kvadrat.
log(x)	Logaritmefunktion af x med vilkårligt grundtal.
ln(x)	Naturlig logaritmefunktion af x med grundtallet e = 2.71828...
$\exp_e(x)$	Naturlig eksponentialfunktion af x med roden e = 2.71828... svarende til $\exp_e(x) = e^x$.
SGR	Træartskode for sitkagran - *Picea sitchensis* (Bong.) Carr.
DGR	Træartskode for douglasgran - *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco
JAL	Træartskode for japansk lærk - *Larix leptolepis* (Sieb. & Zucc.) Gord.
ÆGR	Træartskode for alm. ædelgran - *Abies alba* Mill.
AGR	Træartskode for kæmpegran - *Abies grandis* Lindl.
BØG	Træartskode for bøg - *Fagus sylvatica* L.
EG	Træartskode for eg - *Quercus robur* L.
ASK	Træartskode for ask - *Fraxinus excelsior* L.

7.3. *Kortfattet brugervejledning*

De beregnede vedmassefunktioner er sammenstillet træartsvis i tabellerne 6-13, som findes på følgende sider i beretningen:

Træart	Tabel	Side
Sitkagran	6	100
Douglasgran	7	103
Japansk lærk	8	105
Alm. ædelgran	9	107
Kæmpegran	10	109
Bøg	11	111
Eg	12	115
Ask	13	117

Hver af disse tabeller indeholder tre funktionstyper, nemlig for det første standardfunktioner med indgang for d, h og D_g (før tynding), for det andet funktioner med d_6, som har indgang for d, h, d_6 og D_g (før tynding), samt for det tredje funktioner med d_3, som har indgang for d, h og d_3. I tabellerne er ud for hver funktionstype vist de h- og D_g-intervaller, som funktionerne er beregnet i. Det anbefales at være forsigtig med at benytte funktionerne uden for disse intervaller, specielt hvis der er tale om mindre trædimensioner.

For hver funktionstype er der i tabellerne vist vedmassefunktioner for enkelttræers totalmasse samt salgbare masser over henholdsvis 5, 7 og eventuelt 10 cm aflægningsgrænse. For nåletræarterne udtrykker funktionerne stammemasser og for løvtræarterne stamme- plus gre-

nemasser, og al vedmasse er inklusive bark. Totalmasse er beregnet fra jordoverfladen til træets toppunkt, mens salgbar masse er beregnet eksklusive stødmasse og eksklusive stamme- og grenemasse under den pågældende aflægningsgrænse (a).

De uafhængige variable (x_1, x_2 ,..., x_{25}), som næsten alle er naturlige logaritmer til funktioner af forskellige målte faktorer for pågældende træ og bevoksning (d, h, D_g, a, d_3 eller d_6), er nærmere definerede på beretningens side 84-85. Vægtfunktionerne (w_1 ,..., w_4), som er funktioner af diameter og aflægningsgrænse (d og a), er definerede på side 88. Såfremt der i funktionerne for totalmasse indgår en af vægtfunktionerne w_2, w_3 eller w_4, indsættes her a = 0.00 som aflægningsgrænse. Alle målte faktorer indgår i funktionerne i enheden meter, og vedmassen beregnes i enheden kubikmeter som den naturlige eksponentialfunktion (exp_e) af de sammenregnede, logaritmiske led ($b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots$).

Ved anvendelse af standardfunktionerne i træhøjdeintervaller, som kun er lidt større end 1.3 m, altså ved ekstrapolering uden for grundmaterialets område, kan der i visse tilfælde opstå meget grove vedmassefejl. Disse opstår, hvor funktionerne indeholder leddet $x_4 = \ln(h/(h-1.3))$, og hvor h er nær ved 1.3 m, uden at d samtidig er meget nær ved 0. Forholdet optræder især i forbindelse med høj der fra generelle h/d-regressioner, som er dårligt bestemt for de mindste diametres vedkommende, og det er alvorligst for alm. ædelgran, hvor koefficienten til x_4 er størst. Disse undertiden meget grove ekstrapoleringsfejl vil kunne undgås ved ikke at benytte standardfunktionerne for træhøjder under cirka 2-3 m.

Det vil formentlig være tilstrækkeligt for mange brugere at nøjes med indkodning af en eller to af de viste funktioner per træart.

Til kontrol af indkodningen er meddelt kontroltal for alle vedmassefunktionerne i tabel 21.

Tabel 21. Vedmasser ifølge tabellerne 6-13 med indgang for $d = 0.150$, $h = 14.0$, $d_3 = 0.141$, $d_6 = 0.117$ og $D_g = 0.150$ m til brug for kontrol ved indkodning af vedmassefunktionerne.

Table 21. Volumes according to Tables 6-13 with entry for $d = 0.150$, $h = 14.0$, $d_3 = 0.141$, $d_6 = 0.117$ and $D_g = 0.150$ m to be used as controls by encoding the volume functions.

Træart *Tree species*	Funktionstype *Function type*	Vedmasse *Volume*			
		Total *Total*	Salgbar *Merchantable*		
		m³	>5 cm m³	>7 cm m³	>10 cm m³
Sitkagran *Sitka spruce*	standard *standard*	0.1303	0.1247	0.1212	0.1082
	med d_3 *with d_3*	0.1301	0.1241	0.1211	
	med d_6 *with d_6*	0.1306	0.1241	0.1206	0.1074
Douglasgran *Douglas fir*	standard *standard*	0.1281	0.1217	0.1187	0.1062
	med d_3 *with d_3*	0.1365	0.1291	0.1275	
	med d_6 *with d_6*	0.1311	0.1243	0.1212	0.1079
Japansk lærk *Japanese larch*	standard *standard*	0.1364	0.1304	0.1275	0.1140
	med d_3 *with d_3*	0.1352	0.1295	0.1270	
	med d_6 *with d_6*	0.1318	0.1254	0.1221	0.1077
Alm. ædelgran *Common silver fir*	standard *standard*	0.1338	0.1290	0.1263	0.1123
	med d_6 *with d_6*	0.1322	0.1254	0.1223	0.1098
Kæmpegran *Giant silver fir*	standard *standard*	0.1224	0.1153	0.1116	0.0978
	med d_3 *with d_3*	0.1228	0.1170	0.1134	
	med d_6 *with d_6*	0.1314	0.1249	0.1216	0.1080
Bøg *Beech*	standard *standard*	0.1584	0.1223	0.1174	0.1039
	med d_3 *with d_3*	0.1686	0.1251	0.1186	
	med d_6 *with d_6*	0.1607	0.1267	0.1213	0.1070
Eg *Oak*	standard *standard*	0.1556	0.1229	0.1179	0.1005
	med d_3 *with d_3*	0.1606	0.1248	0.1207	
	med d_6 *with d_6*	0.1553	0.1233	0.1179	0.1039
Ask *Ash*	standard *standard*	0.1519	0.1188	0.1129	0.0974
	med d_3 *with d_3*	0.1581	0.1248	0.1176	
	med d_6 *with d_6*	0.1601	0.1259	0.1186	0.1038

Bd. XXXIX, H. 1: Nr. 327. J. Bo Larsen: Trockenresistenz, Wasserhaushalt und Wachstum junger Douglasien (*Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco*) und Küstentannen (*Abies grandis Dougl. Lindley*) in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung. (Drought Resistance, Water Relations and Growth of Douglas Fir and Grand Fir in Relation to Nutrient Supply). S. 1. – Nr. 328. H. Holstener-Jørgensen og G. Lauritsen: Kobbermangel hos sitkagran på Meilgaard. (Copper Deficiency in Sitka Spruce at Meilgaard). S. 83. – Nr. 329. H. A. Henriksen og K. Sanojca: Bøgeunderskovs betydning for udvikling af vanris på stilkeg (*Quercus robur L.*). (The Influence of an Understorey of Beech upon the Development of Epicormic Branches of Oak (*Quercus robur L.*). S. 93. – **H. 2:** Nr. 330. N. Elers Koch: Skovenes friluftsfunktion i Danmark. III. del. Anvendelsen af skovene, lokalt betragtet. (Forest Recreation in Denmark. Part III: The Use of the Forests Considered Locally). S. 121. – **H. 3:** Nr. 331. J. Bo Larsen, B. Gade Larsen og H. K. Kromann: Abies nordmanniana provenienser til pyntegrønt og juletræer. (Provenances of Abies nordmanniana for Greenery- and Christmastree Production). S. 363. – Nr. 332. Bent T. Christensen and Per Å. Malmros: Spatial Variability of Litterfall and Soil Organic Matter in a Beech Stand. (Den rumlige variation i løvfald og i jordens organiske stofindhold i en bøgebevoksning). S. 383. – Nr. 333. H. Holstener-Jørgensen og T. Mellergaard: Græsning i skove. (Grazing in Forests). S. 397.

Bd. XXXX, H. 1: Nr. 334. Erik Holmsgaard: Oprensning, vandrisdannelse m. v. i en 25-års periode på en urørt og to tyndede parceller i et hugstforsøg i bøg. (Self-Pruning, Formation of Epicormic Shoots etc. during 25 Years in a Non-Thinned and two Thinned Plots of a Thinning Experiment in Beech). S. 1–51. – Nr. 335. P. Moltesen, T. Lynge Madsen og P. O. Olesen: Planteafstandens betydning for rødgranens tørstofproduktion og vedkvalitet. (The Influence of Spacing on the Production of Dry Matter and Wood Quality of Norway Spruce). S. 53–76. – Nr. 336. H. Holstener-Jørgensen og E. Stope: Et gødskningsforsøg i Chamæcyparis lawsoniana på Aalholm skovdistrikt. (A Fertilizing Experiment in Chamæcyparis lawsoniana at the Aalholm Forest District). S. 77–84. – Nr. 337. H. Holstener-Jørgensen og Jørgen Lundberg: Et faktorielt gødningsforsøg i 40-årig rødgran i Hoverdal plantage, Ulborg statsskovdistrikt. (A Factorial Fertilizing Experiment in 40-Year-Old Norway Spruce in Hoverdal Plantation, Ulborg State Forest District). S. 85–94. – Nr. 338. Søren Fl. Madsen: Overensstemmende stammeside- og vedmassefunktioner for fem forskellige nåletræarter. (Compatible Tree Taper and Volume Functions for five Different Conifers). S. 95–140. – **H. 2:** Nr. 339. T. Lynge Madsen, P. Moltesen og P. O. Olesen: Gødsknings indflydelse på rødgrans rumtæthed og tørstofproduktion. (Effect of Fertilization on the Basic Density and Production of Dry Matter of Norway Spruce). S. 141–171. – Nr. 340. J. Bo Larsen: Økofysiologiske og morfologiske undersøgelser af forskellige Abies procera provenienser med hen-

syn til deres egnethed til pyntegrøntproduktion. (Ecophysiological Morphological Investigations of Different Abies Procera - Provenances in Relation to Greenery Production). S. 173–199. – Nr. 341. SØREN FL. MADSEN: Middeltræmetoden til bevoksningsvis vedmasseberegning. (The Mean Tree Method for Direct Computation of Stand Volume). S. 201–209. – **H. 3:** Nr. 342. BENT JAKOBSEN: Abiotiske skader i danske skove i tiden 1890–1984. S. 213–224. – Nr. 343. BRODER BEJER: Insektskader på nåleskov i Danmark. En historisk oversigt. S. 225–237. – Nr. 344. A. YDE-ANDERSEN: Oversigt over nogle vigtige biogene sygdomme hos skovtræer i Danmark. S. 239–248. – Nr. 345. SØREN FL. MADSEN og BRUNO B. JØRGENSEN: Revision af forsøgsserien fra 1952 med *Abies grandis* provenienser i Danmark. (*Abies grandis*-provenances in Denmark. Revisal of the Series of Experiments from 1952). S. 249–269. – Nr. 346. JENS ERIK HOLMSGAARD: Nørholm Hede. 5. beretning. Træernes indvandring og floraændringer på Nørholm Hede 1921–1974. (The Heath of Nørholm. 5th Report. Immigration of Trees and Flora Changes on the Heath of Nørholm 1921–1974). S. 271–357. – **H. 4.** Nr. 347. METTE M. HANDLER og BENT JAKOBSEN: Nyere danske planteafstandsforsøg med rødgran. (Recent Danish Spacing Experiments with Norway Spruce). S. 359–442. – Fortegnelse over indholdet af bind XXXI–XXXX. s. 443–456.

Bd. XLI, H. 1: Nr. 348. CARL BANG: En grenanalyse af nobilis. (Branching Habits of Abies procera). S. 1–34. – Nr. 349. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Gødningsforsøg i nobilis-bevoksninger til grøntgroduktion. (Fertilization Experiments in Noble Fir Stands for Greenery Production). S. 35–40. – **H. 2:** Nr. 350. SØREN FL. MADSEN: Vedmassefunktioner ved forskellige aflægningsgrænser og nøjagtighedskrav for nogle vigtige danske skovtræarter. (Volume Equations for some Important Danish Forest Tree Species. Standard and Form Class Equations. Total and Merchantable Volumes). S. 41–242.

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

udgives ved den forstlige forsøgskommission under redaktion af forstanderen, i hæfter sædvanligvis på 5–10 ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Springforbi, 2930 Klampenborg. Ca. 25 ark (400 sider) udgør et bind. Prisen pr. bind er 100 kr. + moms, for skovbrugsstuderende dog 50 kr. + moms, der tages ved postgiro samtidig med udsendelsen af 1ste hæfte.

Fortegnelser over indholdet af de forudgående 10 bind findes i slutningen af 10de, 20de, 30te og 40de bind. Disse fortegnelser tilsendes gratis ved henvendelse til forsøgsvæsenet.