

AFDELINGEN FOR
BÆRENDE KONSTRUKTIONER
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE



STRUCTURAL RESEARCH LABORATORY
TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK

H. J. Larsen og H. Riberholt
FORSØG MED UKLASSIFICERET
KONSTRUKTIONSTRÆ

RAPPORT NR. R 31 1972

1. INDLEDNING

1.1 Formål.

Formålet med undersøgelsen har primært været at fastlægge den karakteristiske bøjningsbrudstyrke og bøjningselasticitetskoefficient ved korttidslast for trækvaliteten Uklassificeret konstruktionstræ, der blev indført ved Tillæg af februar 1971 til Trænormen (DS 413, 2. udg.).

Sekundært har det været formålet at undersøge styrken af vandrette bladforbindelser, således som de udføres i praksis, f.eks. i træbjælkelag og gerberdragere.

Desuden er undersøgt sammenhængen mellem bøjningsbrudstyrke og bøjningselasticitetskoefficient.

1.2 Hjælp til forsøgene.

Det anvendte træ blev vederlagsfrit stillet til rådighed af Trælasthanthandlerunionen i Danmark.

Udtagningen af prøverne blev foretaget af T-virkeudvalgets sekretær: Forstkandidat Th. Thomassen fra Afdelingen for Træteknik på Teknologisk Institut i København.

1.3 Prøvematerialet og dets opbevaring.

Samtlige prøver blev udvalgt sådan, at de opfyldte kravene til Uklassificeret konstruktionstræ, men i intet tilfælde kravene til T-200.

Prøvematerialet var således afgjort ringere end hovedparten af de partier, der for øjeblikket leveres til byggeriet, men svarer til hvad man kan risikere i fremtiden, hvor det kan blive mere almindeligt først at frasortere

T-virket fra de partier, hvor fra Uklassificeret udtages.

Det danske træ, der blev udtaget, var ringere end landsgennemsnittet, idet det var dyrket på øerne, men det svarer til, hvad der leveres i en stor del af landet.

Der blev udført forsøg med i alt 197 prøver med nominelt tværsnit 63 x 125 mm.

Fra KTH A/S i Frederikssund blev benyttet

22 stk. mærket H-B (svensk, fyr)
22 " " KAJA (finsk, fyr)
64 " umærket (dansk, gran og fyr).

Af de 64 var de 61 skåret sådan, at marven lå omtrent i den ene bredside (svarende til halvtømmer), medens de 3 var skåret en plankebredde væk fra marven.

Fra Centralsavværket blev benyttet

87 stk. halvtømmer (dansk, gran og fyr).

Prøverne blev afkortet til en længde på 3,00 m på en sådan måde, at de klassebestemmende fejl fandtes på den midterste trediedel.

Ved leveringen var fugtindholdet højere end de tilstræbte 15%.

Prøverne blev derfor tørret i et lokale med ca. 20° C og en relativ luftfugtighed på ca. 50%. Udtørringen blev fulgt med en elektrisk fugtighedsmåler. Så snart en bjælke var nået ned på 15%, blev den prøvet. For de første bjælker gik der ca. 1½ uge fra levering til prøvning.

Ca. 2½ uge efter at de første bjælker var blevet prøvet, var samtlige nået ned på ca. 15%, og klimaet blev derefter ændret til 20° C og 75% relativ luftfugtighed.

Prøvningen strakte sig over ca. en måned.

2. BØJNINGSPRØVNING

2.1 Forsøgsopstilling.

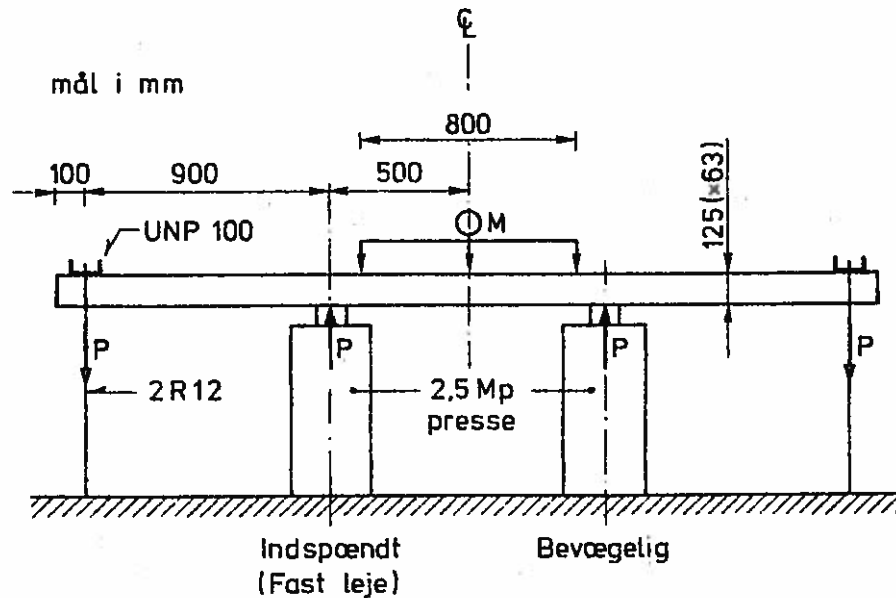


Fig. 1

Der anvendtes den på fig. 1 viste opstilling.

Bjælkerne blev prøvet på højkant i den rå, savskårne tilstand og med den smalside, der skønnedes ringest, i træk-siden.

Belastningen blev påført gennem to 2,5 Mp hydrauliske presser opstillet på prøvesalens gulv. Den ene var fastlåst, medens den anden havde bevægelsesfrihed i bjælkens længderetning. Ved enderne blev belastningen optaget af et UNP, der var fastgjort til gulvet med to 12 mm rundjern. Alle kræfter blev overført til træet gennem mellem-læg af 10 mm blød træfiberplade.

Midt på bjælken var anbragt en målebro med et 0,01 mm måle-
leur.

Lasten blev øget jævnt med ca. 200 kp pr. presse pr. mi-

nut, idet lastøgningen kortvarigt blev stoppet ved 100 kp, 200 kp og 300 kp, medens måleuret blev aflæst. Brud indtrådte i løbet af 3 - 5 minutter.

2.2 Målte størrelser.

På det forventede brudsted målttes tværsnitsdimensionerne.

Udbøjningerne over målebroens længde målttes ved en last pr. presse på 100 kp, 200 kp og 300 kp. Ved de første 21 bjælker målttes kun ved 100 kp og 300 kp, og enkelte brød inden 300 kp var nået.

Brudlasten blev målt.

Efter forsøget bestemtes densitet og fugtindhold på en ca. 5 cm tyk skive udskåret nær brudstedet.

De målte størrelser er givet i tabellerne 1 - 4 (Bilag I).

2.3 Fugtindholdet.

Fugtindholdet blev før prøvningen målt med en elektrisk fugtighedsmåler (Delmhorst, model RC-1B) og efter prøvningen ved vejning, tørring ved 103°C til vægskonstans og vejning.

De enkelte resultater fremgår af kolonnerne 22 - 23 i tabellerne 1 - 4. Kolonnerne 17 - 19 angiver dimensionerne af de anvendte prøvestykker.

De ukorrigerede aflæsninger med den elektriske fugtmåler lå i middel på 13,3% medens det virkelige fugtindhold i middel var ca. 16,0%.

Det tilstræbte middelfugtindhold var 15%, hvilket altså rimeligt er opnået, men variationen i fugtindholdet er betydelig (fra 11,6% til 32,6%).

Fugtindholdet på 32,6% er målt i et stykke træ, der var blandt de først prøvede. For det træ, der havde ligget ved 20° C og 75% rel. luftfugtighed, var variationen dog også betydelig, fra 11,6% til 24,6%.

2.4 Densiteten.

Densiteten blev bestemt ud fra tørvægten, se under 2.3, og voluminet i "våd" tilstand (middel 16%).

De enkelte værdier fremgår af kolonne 24 i tabellerne 1 - 4, og er resumeret i nedenstående tabel 5.

TABEL 5. Densitet i g/cm^3 .

	Min.	Middel	Max.	Spredning
KAJA	0,334	0,431	0,505	0,039
HB	0,331	0,438	0,494	0,032
KTH, dansk	0,341	0,448	0,546	0,047
Centralsavværket	0,321	0,435	0,597	0,056

2.5 Tværsnitsdimensionerne.

For hver prøve er det beregnede modstandsmoment, W, angivet i kolonne 8 i tabellerne 1 - 4.

Middeltal og spredning er angivet i tabel 6, hvor også inertimomentets middelværdi er angivet.

TABEL 6. Modstandsmoment i cm^3 og inertimoment i cm^4 .

	An- tal	M o d s t a n d s m o m e n t				Inertimoment middel
		Min.	Middel	Max.	Spredning	
KAJA	22	148	173,0	183	6,4	1098
H-B	23 ¹⁾	169	177,3	186	3,8	1135
KTH, dansk	64	137	159,5	186	11,9	997
Central- savværket	87	139	171,1	200	11,2	1093

1) Af de 22 stykker kunne 1 stykke (nr. 7) prøves 2 gange.

Disse værdier skal sammenholdes med $W = 164 \text{ cm}^3$ og $I = 1026 \text{ cm}^4$ for det nominelle tværsnit.

Trænormen kræver i bilag 1 pkt. 2,1, at de nominelle værdier skal overholdes ved en træfugtighed på 20% med en tolerance på $-1/+3 \text{ mm}$ på bredsidemålet og $-2/+6 \text{ mm}$ på smalsidemålet, hvilket svarer til en minimumsværdi for modstandsmomentet på 156 cm^3 og en maksimumsværdi på 189 cm^3 .

Da tværsnitsdimensionerne ændres med ca. 0,2% ved en ændring af træfugtigheden på 1% burde modstandsmomentet i middel være 160 cm^3 ved den aktuelle middelværdi for fugtindholdet på 16%, med et acceptabelt minimum på 152 cm^3 og et maksimum på 185 cm^3 .

Det ses, at middelværdien i alle tilfælde er tilstrækkelig høj, endda så høj, at man får mistanke om, at kun KTH's danske savværk har opdaget overgangen fra skæring i engelske tommer til mm. Ved denne overgang er det nominelle tværsnit reduceret fra $63,5 \times 127$ til $63 \times 125 \text{ mm}$.

Det danske træ er skåret utilladeligt upræcist. Af de 60 stykker fra KTH har 23 stk. et mindre modstandsmoment end svarende til, at minustolerancen er udnyttet på begge sider. For Centralsavværket drejer det sig om 8 stk. ud af 87.

2.6 Bøjningselasticitetskoefficienten.

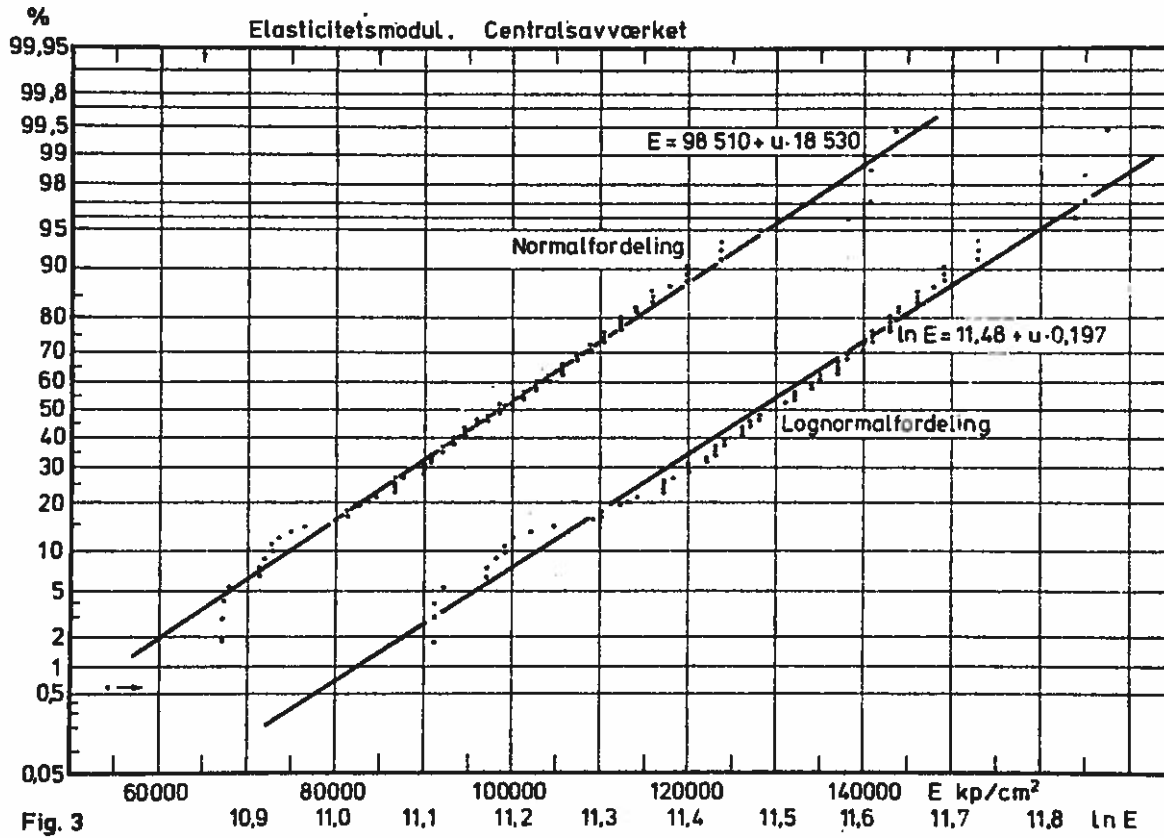
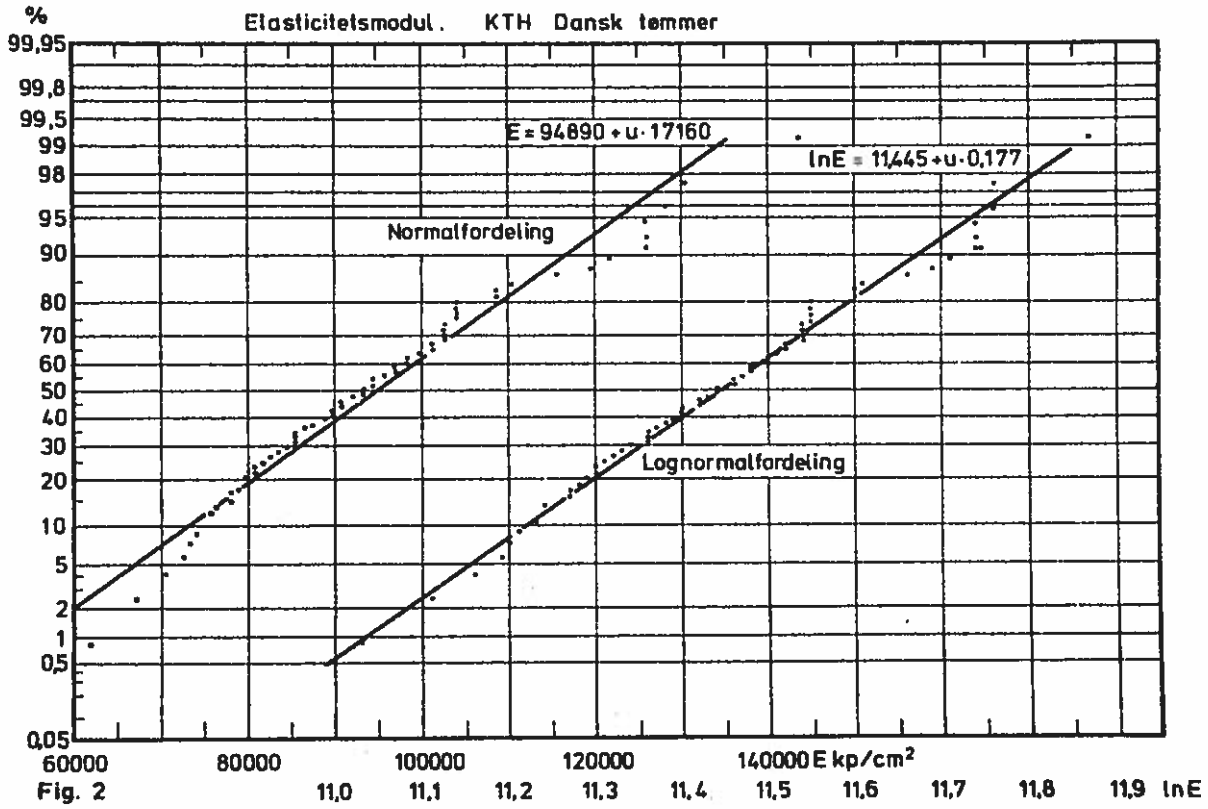
Bøjningselasticitetskoefficienten for de enkelte prøver beregnet ud fra lastøgningen fra 100 til 200 kp, fra 200 til 300 kp og fra 100 til 300 kp er givet i tabellerne 1 - 4. (De målte udbøjninger ved lastøgningerne er givet i kolonne 3 - 5).

Der er dels givet værdierne svarende til de målte tværsnit (E-aktuel) dels svarende til det nominelle tværsnit (E-formel)¹⁾.

På figur 2 og 3 er på sandsynlighedspapir optegnet fordelingsfunktioner for det danske træ, dels for E-formel dels for ln (E-formel). Det ses umiddelbart, at ln(E) med stor nøjagtighed kan regnes normalfordelt, og at antagelsen om, at ln(E) er normalfordelt, er væsentlig bedre end at antage E normalfordelt.

I tabel 7 er angivet middeltal og spredning for E svarende til lastøgning fra 100 til 200 kp og 100 til 300 kp (100 kp svarer til en bøjningsspænding på ca. 55 kp/cm²). I tabel 8 er svarende til lastøgning fra 100 til 200 kp angivet de karakteristiske værdier svarende til 5%, 10% og 30% fraktilen (konfidensniveau 75%) beregnet dels ud fra den sædvanlige antagelse om, at E er normalfordelt, dels svarende til den fundne, mere korrekte log-normalfordeling.

1) Af hensyn til den i de danske bygningsnormer hidtil anvendte brug af ordet "nominel" er her anvendt betegnelsen "formel" for størrelser beregnet ud fra de nominelle tværsnitsstørrelser.



TABEL 7. E i kp/cm².

	Nominelt tværsnit				Aktuelt tværsnit			
	100 - 200 kp middel spredning		100 - 300 kp middel spredning		100 - 200 kp middel spredning		100 - 300 kp middel spredning	
KAJA	88.240	14.430	86.370	13.210	79.750	13.930	79.040	12.110
H-B	103.490	13.440	103.500	15.080	90.640	12.230	91.620	14.120
KTH, dansk tømmer	94.890	17.160	91.160	16.420	96.030	16.550	91.970	16.180
Centralsavværket	98.510	18.530	94.650	19.400	90.700	16.260	87.110	16.810

TABEL 8. Karakteristiske værdier af E-modul i kp/cm². Beregnet for nominelt tværsnit og svarende til lastøgning fra 100 til 200 kp.

Anvendt fordeling	Normalfordeling			log - normalfordeling		
	5%	10%	30%	5%	10%	30%
Praktisk						
KAJA	61.400	66.600	78.100	63.400	67.300	77.500
H-B	74.900	80.900	93.000	78.300	83.100	92.800
KTH, dansk tømmer	61.600	68.200	81.200	64.600	69.300	80.700
Centralsavværket	59.800	67.500	83.000	62.000	68.000	81.200

2.7 Bøjningsbrudstyrken.

Bøjningsbrudspændingen (M_{brud}/W) er beregnet dels for de aktuelle tværsnit (σ_{aktuel}) hvor W er beregnet ud fra tværsnitsmålene af den anvendte bjælke, og dels for det nominelle tværsnit (σ_{formel}), hvor der er anvendt $W = 164 \text{ cm}^3$.

De enkelte værdier fremgår af kolonnerne 9 - 10 i tabellerne 1 - 4.

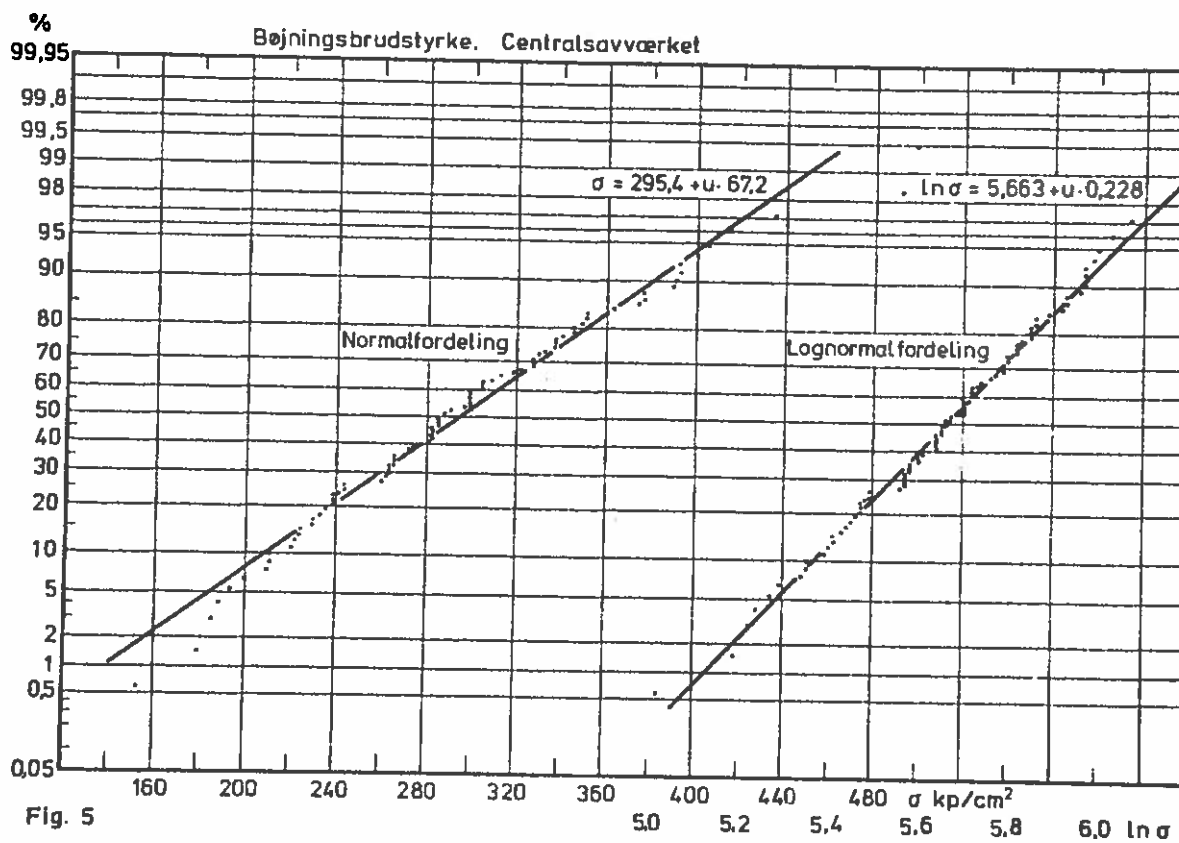
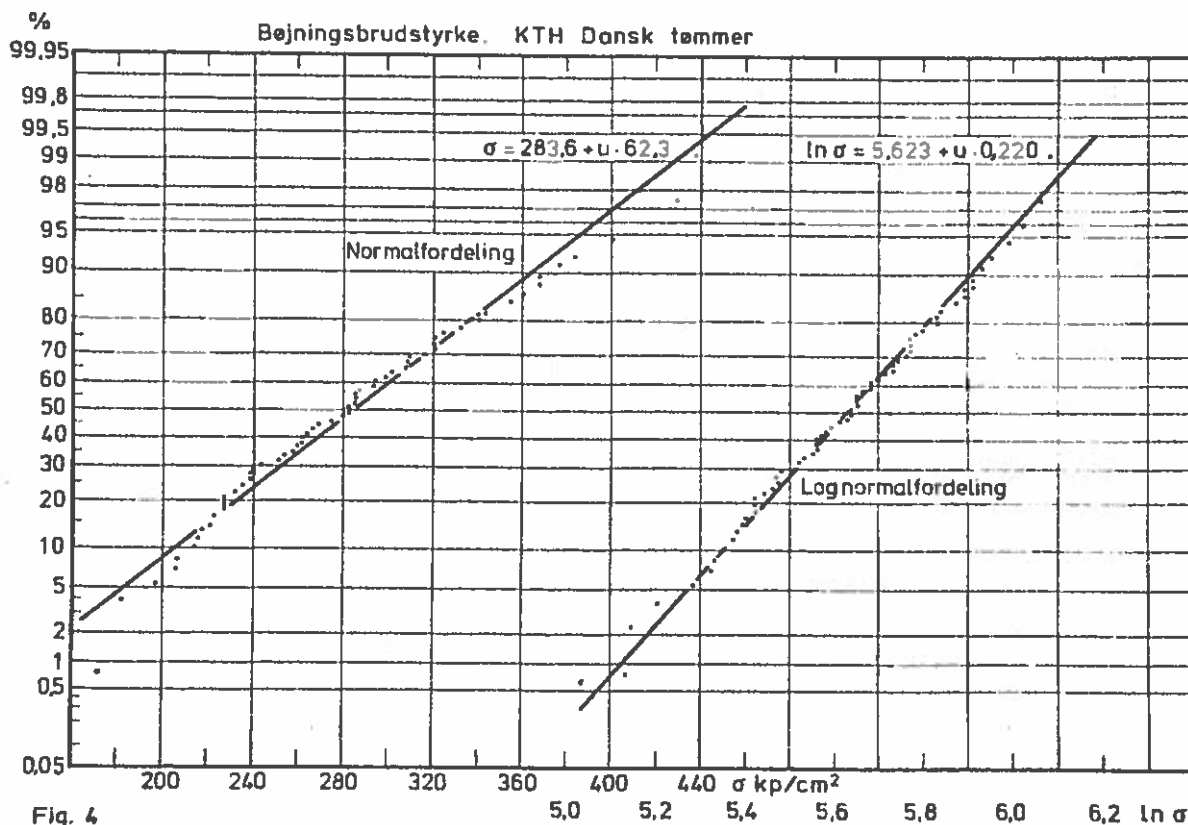
På fig. 4 og 5 er på sandsynlighedspapir optegnet fordelingsfunktioner for det danske træ, dels for σ_{formel} dels for $\ln(\sigma_{\text{formel}})$. Som for E ses, at det er rimeligt at antage $\ln(\sigma)$ normalfordelt, og at det er en væsentlig bedre antagelse, end at σ er normalfordelt.

I tabel 9 er angivet middeltal og spredning samt karakteristiske værdier svarende til 5% og 10% fraktilen (konfidensniveau 75%) dels for de aktuelle dels for de formelle spændinger. De karakteristiske værdier er beregnet dels under den sædvanlige antagelse - at σ er normalfordelt - dels under den fundne, mere korrekte antagelse - at $\ln(\sigma)$ er normalfordelt.

TABEL 9. Karakteristisk korttids bøjningsbrudspænding i kp/cm^2 .

	Formelt tværsnit					
	Middelværdi	Spredning	Normalfordeling		log normalfordeling	
			5% frakt.	10% frakt.	5% frakt.	10% frakt.
KAJA	301,8	45,4	216	234	219	235
H-B	344,0	48,7	251	271	262	278
KTH, dansk tømmer	280,0	63,5	166	191	181	199
Centralsavværket	295,4	67,2	174	201	191	207

	Aktuelt tværsnit					
	Middelværdi	Spredning	Normalfordeling		log normalfordeling	
			5% frakt.	10% frakt.	5% frakt.	10% frakt.
KAJA	284,1	42,0	204	221	207	221
H-B	316,0	46,2	228	247	239	253
KTH, dansk tømmer	287,2	65,2	170	196	187	203
Centralsavværket	281,5	62,0	170	195	182	200



2.8 2.8 Sammenhæng mellem bøjningsstyrke og - stivhed.

Der er foretaget en undersøgelse af sammenhængen mellem bøjningsbrudstyrken og stivheden svarende til lastøgning fra 100 til 200 kp, idet der som hypotese dels er anvendt lineær sammenhæng mellem σ og E

$$\sigma = \alpha E + \beta$$

dels mellem σ og $\frac{1}{E}$

$$\sigma = \frac{\gamma}{E} + \delta$$

Koefficienterne og korrelationskoefficienten k er for de formelle værdier fundet ved lineær regressionsanalyse og fremgår af tabel 10. For dansk træ fra KTH og Centralsavværket er på fig. 6 vist regressionslinierne for σ og E eller $\frac{1}{E}$.

TABEL 10. Sammenhæng mellem σ og E eller $\frac{1}{E}$, kp/cm².

	σ, E			$\sigma, \frac{1}{E}$		
	$\alpha \cdot 10^3$	β	k	$\gamma \cdot 10^{-7}$	δ	k
KAJA	5,26	-160	0,723	-4,07	770	-0,812
H-B	4,87	-174	0,596	-5,27	847	-0,584
KTH, dansk træ	5,33	-226	0,696	-4,97	822	-0,672
Centralsavværket.	5,21	-218	0,696	-4,87	810	-0,609
Hele forsøgsm.	5,32	-222	0,685	-4,91	819	-0,635

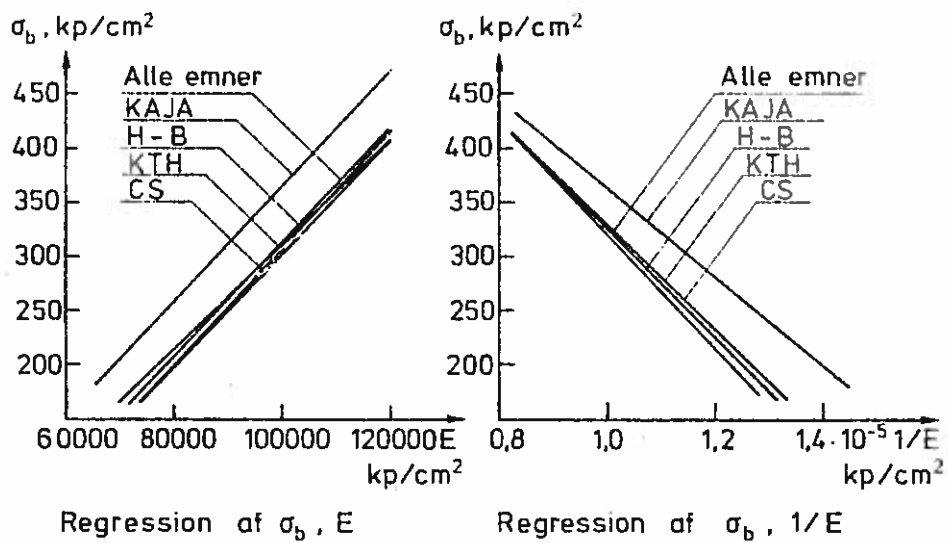


Fig.6

Den lineære regressionsanalyse giver en korrelationskoefficient på ca. 0,7 og det ses, at korrelationen mellem σ og E er en smule bedre end mellem σ og nedbøjningen ($\frac{1}{E}$).

2.9 Vurderinger ud fra Trænormens regler.

De foran fundne formelle karakteristiske værdier kan ikke umiddelbart bruges i praktiske beregninger, hvor der altid benyttes tværsnitskonstanter svarende til de nominelle dimensioner, d.v.s. $W = 164 \text{ cm}^3$ og $I = 1026 \text{ cm}^4$, medens forsøgsresultaterne svarer til de i tabel 6 anførte værdier W_{tabel} og I_{tabel} .

Der må også tages hensyn til, at tabelværdierne svarer til 16% fugtindhold, medens skæringsmålene fastlægges svarende til 20%. Ved en fugtændring på 4% ændres modstandsmomentet med ca. 2,5% og inertimomentet med ca. 3%, d.v.s. E -værdierne fra tabel 8 skal korrigeres med faktoren

$$\frac{1026}{1,03 \cdot I_{\text{tabel}}}$$

og brudværdierne fra tabel 9 med faktoren

$$\frac{164}{1,025 \cdot W_{\text{tabel}}}$$

Idet trænormen for øjeblikket er baseret på 5% fraktilen ved styrkeberegninger og 30% fraktilen ved deformationsberegninger finder man de i tabel 11 anførte karakteristiske korttidsværdier.

TABEL 11. Karakteristiske korttidsværdier i kp/cm^2 . $u \sim 16\%$.

	KAJA	H-B	KTH dansk	Centrals. dansk
σ_k	202	236	181	179
E_k , styrkeb.	57.500	68.700	64.600	56.500
E_k , deformb.	70.300	81.300	80.700	73.800

Trænormens værdier ved styrkeberegninger er baseret på 15% fugtindhold, en antagen langtidsreduktion svarende til faktoren 0,6 ved styrkeberegninger og 0,9 ved deformationsberegninger og en partialkoefficient ved styrkeberegninger på 1,3, hvilket giver følgende nominelle værdier svarende til belastningsgruppe A:

$$\begin{aligned} \text{Bøjningsstyrke} & : s_{bn} = 1,04 \cdot 180 \cdot 0,6/1,3 \\ & = 86 \text{ kp/cm}^2 \\ \text{E-modul, styrkeb.} & : E_{on} = 1,03 \cdot 70.500 \cdot 0,6/1,3 \\ & = 33.000 \text{ kp/cm}^2 \\ \text{E-modul, stivhedsb.} & : E_{on} = 1,03 \cdot 77.300 \cdot 0,9 \\ & = 72.000 \text{ kp/cm}^2. \end{aligned}$$

Det er antaget, at en ændring i fugtindholdet på 1% (fra 16% til Normens 15%) ændrer styrken med 4% og stivheden med 3%, og der er anvendt middelværdier for de to grupper af dansk træ.

Nyere forsøg synes at vise, at langtidseffekten på styrketallene er mindre end svarende til faktoren 0,6, og at fugtens indflydelse er meget ringe.

Regnes alene med en langtidsreduktion på 30% findes

$$s_{bn} = 180 \cdot 0,7/1,3 = 97 \text{ kp/cm}^2.$$

3. FORSKYDNINGSPRØVNING.

3.1 Prøvernes tildannelse og prøvning.

Af hver prøve fra bøjningsforsøgene blev der af et ubeskadiget stykke tildannet et prøveemne som vist på fig. 7.

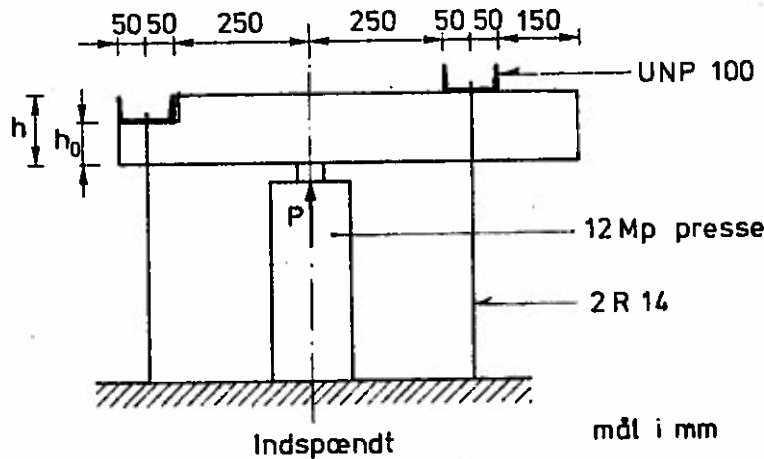


Fig. 7

Der blev udført 3 stk. med $h_0 = h$, af resten blev en trediedel udført med $h_0/h = \frac{1}{4}$, en trediedel med $h_0/h = \frac{1}{2}$ og en trediedel med $h_0/h = \frac{3}{4}$.

Udsavningen af prøverne samt fastsættelsen af h_0/h skete tilfældigt og uden hensyn til, om der var knaster i nærheden af udsavningen.

Prøvningen skete umiddelbart efter bøjningsforsøgene, d.v.s. uden ændring af fugtindholdet, og der anvendtes en opstilling som vist på fig. 7.

Belastningen påførtes gennem en 12 Mp hydraulisk presse, opstillet på prøvesalens gulv, og prøverne blev i hver ende fastholdt gennem et UNP 10 og to stk. 14 mm rundjern. Mellem presse eller UNP og træ var anbragt en 10 mm blød træfiberplade.

Belastningshastigheden, der blev valgt sådan, at brud forventedes at indtræffe i løbet af ca. 5 min, var 100 kp/min for $h_0/h = \frac{1}{4}$, 200 kp/min for $h_0/h = \frac{1}{2}$, og 400 kp/min for $h_0/h = 3/4$ og $h_0/h = 1$.

3.2 Målinger og brudforløb.

Der målttes tværsnittet ($b \times h_0$) samt brudlasten.

Desuden blev det registreret, om der inden for en afstand lig bjælkehøjden, d.v.s. 12,5 cm, fra udskæringen var knaster med tværmål større end 0,8 cm.

Det typiske brudforløb indledtes med, at der fra hjørnet i udskæringen udgik en lille smal revne, som voksede op til en længde af 5 - 7 cm og en maximal vidde på under 1 mm. Ved yderligere lastøgning slog revnen pludseligt igennem helt hen til pressen, og det endelige brud var et bøjningsbrud i tværsnittet over denne.

For prøverne uden udskæring lykkedes det ikke - trods den meget lille spændvidde - at få et egentligt forskydningsbrud, men bruddet skete ved en kraftig sammentrykning af fibrene under vederlagene, overklipping af fibrene langs kanten af underlagene og bøjningsbrud over pressen.

3.3 Forskydningsbrudspændinger.

For hver prøve er den formelle forskydningsbrudspænding t beregnet som

$$t = 1,5 \frac{P}{b \cdot h_0}$$

Værdier for de målte størrelser og t er angivet i tabellerne 12 - 15 (Bilag I).

For $h_0/h = \frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ og $\frac{3}{4}$ er på sandsynlighedspapir optegnet fordelingskurverne for t og $\ln(t)$. På fig. 8 - 13 er vist kurverne for $\ln(t)$, medens der kun er givet en enkelt

kurve for t (fig. 13), idet det igen viser sig, at antagelsen, at $\ln(t)$ er normalfordelt, er særdeles rimelig og væsentligt bedre, end at t er normalfordelt.

TABEL 16. t i kp/cm^2

h/h_0	Alle				Med knaster			Uden knaster		
	Middel	Spredning	karakteristisk		Midd.	karakteristisk		Midd.	karakteristisk	
			5%	10%		5%	10%		5%	10%
1 ¹⁾	44,7	1,4	41	42	-	-	-	-	-	-
3/4	30,0	8,8	17,3	19,4	37,1	18,2	20,8	27,8	17,8	19,6
1/2	22,4	5,8	13,9	15,4	24,9	15,8	17,4	21,5	13,5	14,8
1/4	20,4	7,7	10,4	11,9	28,2	15,0	17,3	18,2	10,4	11,7

1) Disse værdier svarer ikke til egentlige forskydningsbrud, jævnfør afsnit 3.2.

I tabel 16 er for t angivet middeltal og spredning samt de karakteristiske værdier svarende til 5% og 10% fraktilen.

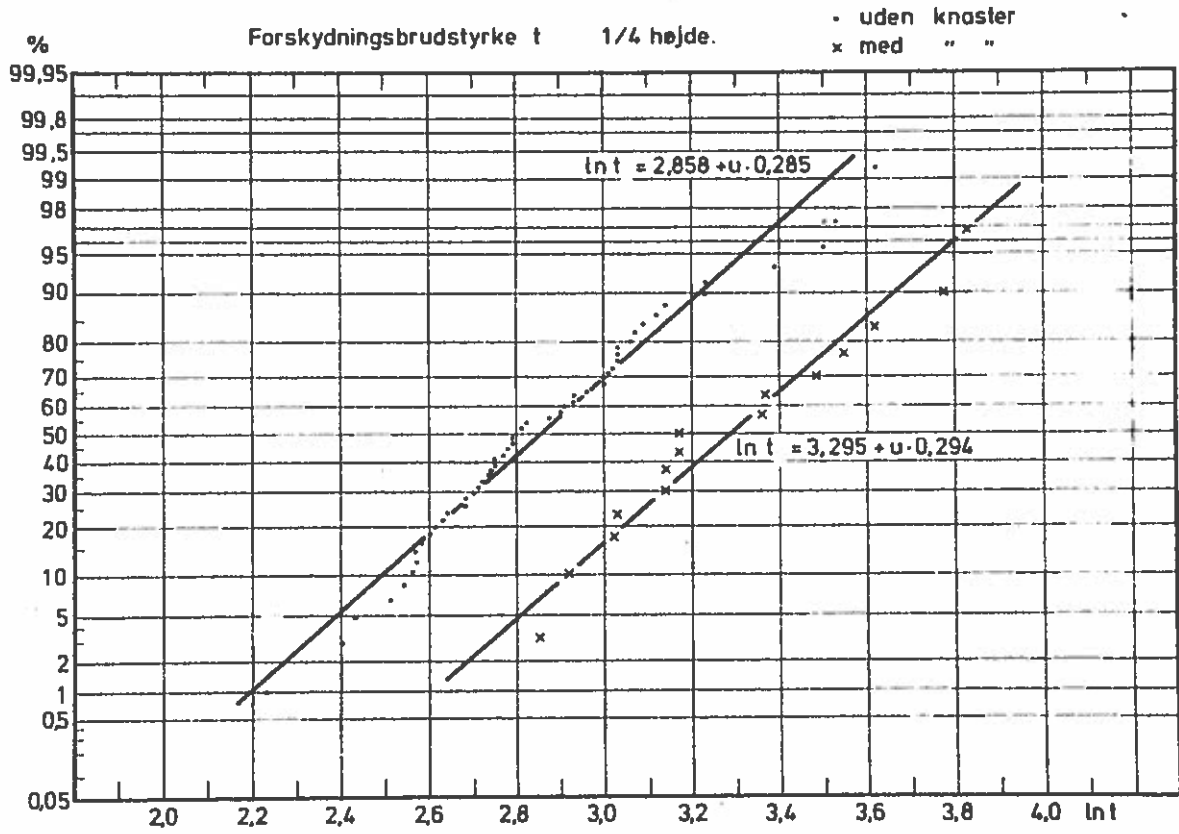


Fig. 8

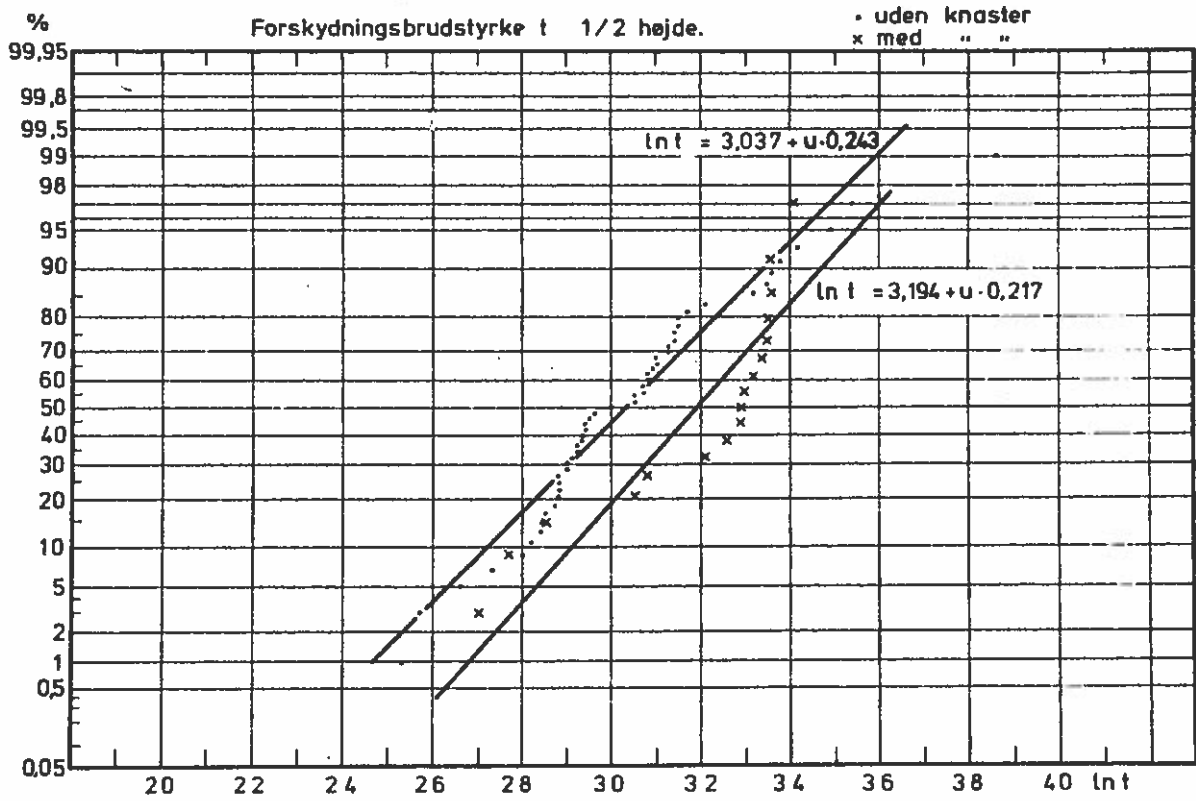
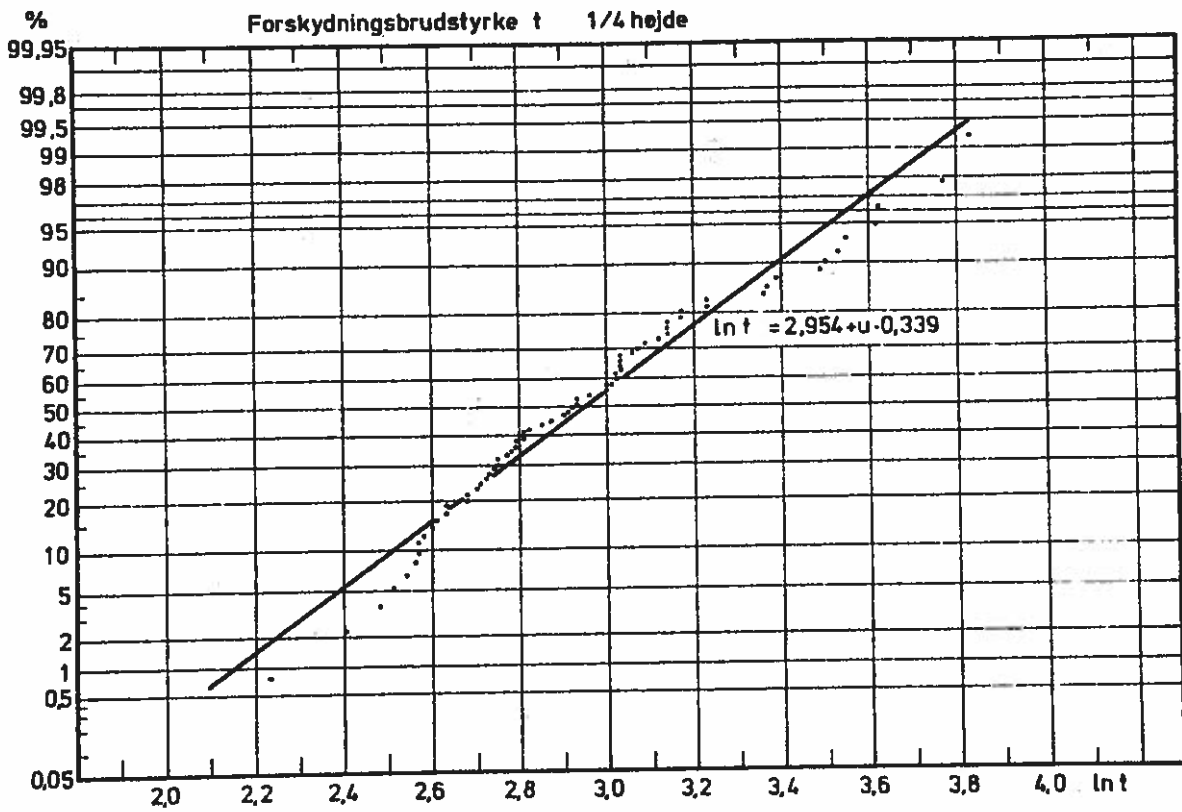
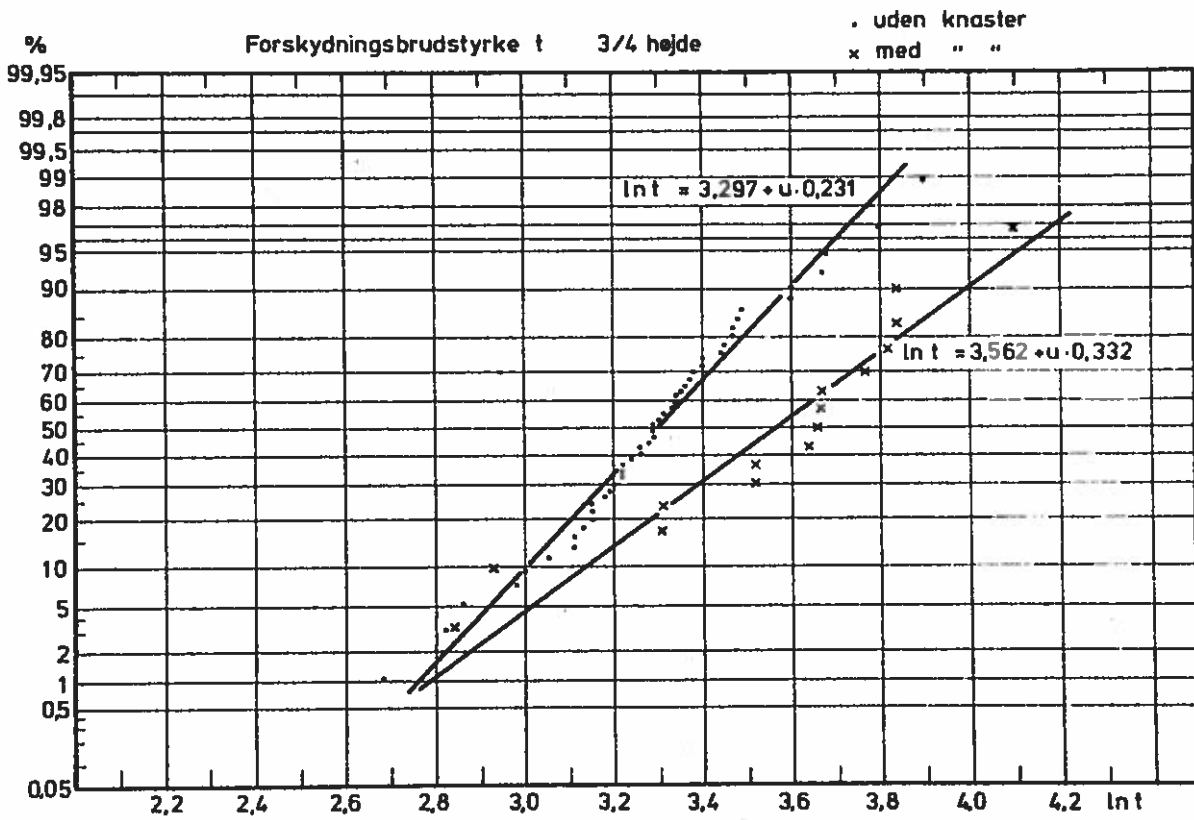


Fig. 9



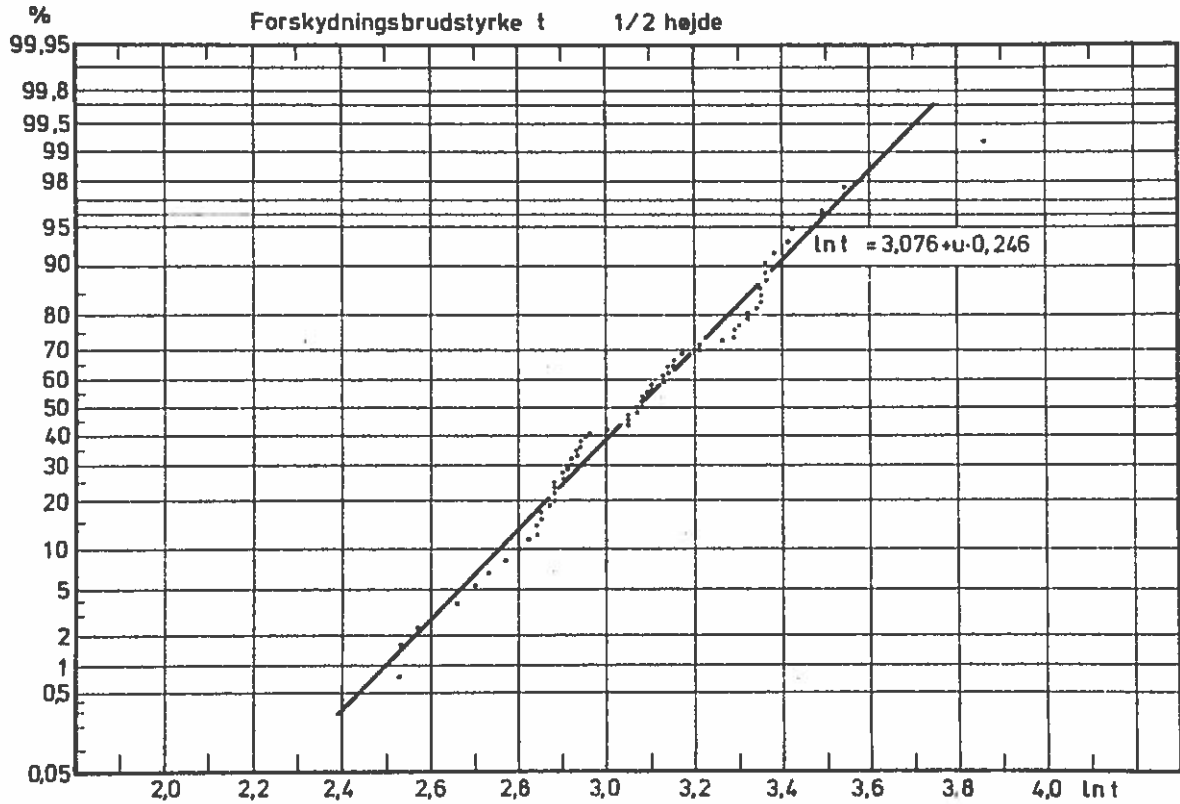


Fig. 12

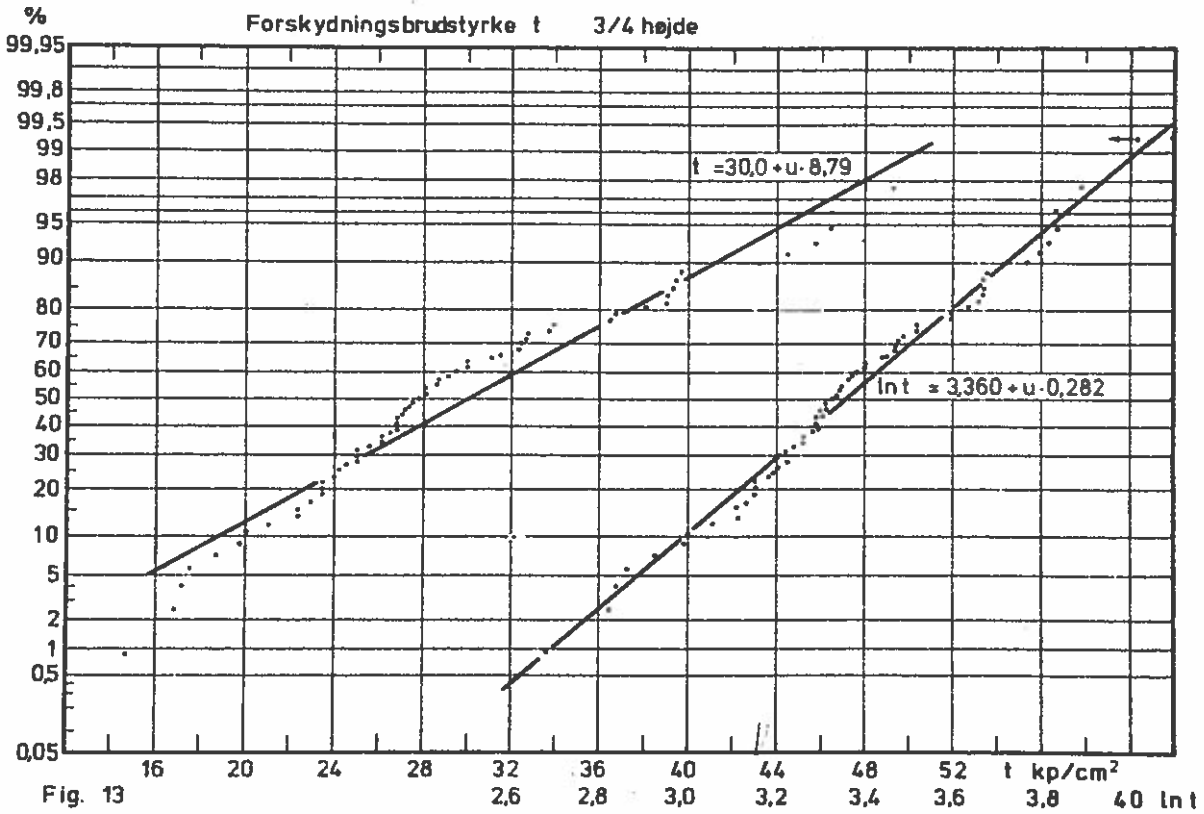


Fig. 13

3.4 Indflydelse af knaster.

Forsøgsresultaterne kan deles i to grupper ud fra, om der i nærheden af udskæringen (indenfor de nærmeste 12,5 cm ~ h) er fundet væsentlige knaster (tværmål over 0,8 cm) eller ej. I tabel 11 - 14 er de "knastholdige" markeret med *.

Fordelingskurverne for $\ln(t)$ for de to grupper er vist på fig. 8 - 11. Der er signifikant forskel (signifikansniveau ~ 99%) på resultaterne; knaster øger forskydningsstyrken.

Ud fra dette resultat forekommer Trænormens forhøjede forskydningsstyrke for limtræ, hvor man ikke har gennemgående knaster, ikke begrundet.

3.5 Vurdering af resultaterne i relation til Trænormen.

De i tabel 16 fundne værdier omregnes til nominelle langtidsværdier, t_n , svarende til 15% fugtindhold ved multiplikation med

$$1,03 \cdot 0,6/1,3$$

hvor 1,03 tager hensyn til fugtforskellen, 0,6 til langtidseffekt, og 1,3 er partialkoefficienten. t_n er angivet i tabel 17.

TABEL 17. Nominelle forskydningsstyrker i kp/cm^2 .

h_0/h	t_n Forsøg Alle prøver	t_n Trænorm
1	19,5	11
0,75	8,2	8,2
0,50	6,6	5,5
0,25	5,0	2,8

For bladudskæringer angiver Trænormen $t_n = 11 \frac{h_0}{h}$, der ligeledes er angivet i tabel 17.

Det ses, at Trænormens angivelser er forsvarlige for konstruktionstræ.

Bilag I

Forsøgsværdier

TABEL 1 - 4 og

TABEL 12 - 15.

Structural Research Laboratory
Technical University of Copenhagen, Denmark

REPORTS

- R 1. Askegaard, Vagn and P. Thoft-Christensen: Spændingsoptiske lag og tøjningsmålere. 1967. Out of print
- R 2. Møllmann, H.: The Principle of Virtual Work for Continuous Systems Derived by a Direct Method. 1968.
- R 3. Askegaard, Vagn: Production and Application of Model Materials with Desired Physical Constants. 1968.
- R 4. Møllmann, H.: The Analysis of Shallow Cables. 1968.
- R 5. Dyrbye, Claës: Damped Vibrations of Slender Beams. 1968. Out of print
- R 6. Møllmann, H.: Analysis of Plane Prestressed Cable Structures. 1969.
- R 7. Nielsen, Leif Otto: Beregning af bjælker og rammer dynamisk påvirket ud over det elastiske område. 1968. Out of print
- R 8. Bræstrup, Mikael W.: On the Theory of Plastic Plates. 1969. Out of print
- R 9. Nielsen, Leif Otto: Uniqueness Problems and Minimum Principles in the Dynamic Theory of Plasticity. 1969. Out of print
- R 10. Byskov, Esben: Two Nearly Polygonal Holes. Mathematical Crack Problems. 1969.
- R 11. Bræstrup, Mikael W.: The Cosserat Surface and Shell Theory. 1970. Out of print
- R 12. Askegaard, Vagn: Anvendelse af modelanalyse. 1970.
- R 13. Solnes, Julius: The Spectral Character of Earthquake Motions. 1970. Out of print
- R 14. Bræstrup, Mikael W.: Yield Lines in Discs, Plates and Shells. 1970. Out of print
- R 15. Møllmann, H.: Beregning af hængekonstruktioner ved hjælp af deformationsmetoden. 1970. Out of print
- R 16. Byskov, Esben: The Calculation of Stress Intensity Factors Using the Finite Element Method with Cracked Elements. 1970.

- R 17. Askegaard, V.: Grundlaget for adhæsion. 1970.
- R 18. Summaries of Lecture Notes on Experimental Stress Analysis. 1970.
- R 19. Sørensen, Hans Christian: Forskydning i jernbetonbjælker. 1970.
- R 20. Sørensen, Hans Christian: Forskydningsforsøg med 12 jernbetonbjælker med T-tværsnit. 1971.
- R 21. Møllmann, H.: Analysis of Hanging Roofs Using the Displacement Method. 1971. Out of print
- R 22. Haurbæk, Poul E.: Dæmpede svingninger i spændbetonbjælker. Svingsningsforsøg med simpelt understøttede bjælker. 1971. Publication pending
- R 23. Bræstrup, M.W.: Yield-line Theory and Limit Analysis of Plates and Slabs. 1971.
- R 24. Dyrbye, Claës: Pendulum Vibrations. 1971. Out of print
- R 25. Møllmann, H.: Analytical Solution for a Cable Net over a Rectangular Plan. 1971.
- R 26. Nielsen, J.: Silotryk. 1972.
- R 27. Askegaard, V., M. Bergholdt and J. Nielsen: Problems in connection with pressure cell measurements in silos. 1972.
- R 28. Ramirez, H. Daniel: Buckling of plates by the Ritz method using piecewise - defined functions. 1972.
- R 29. Thomsen, Kjeld & Henning Agerskov: Behaviour of butt plate joints in rolled beams assembled with prestressed high tensile bolts. 1972.
- R 30. Julius Solnes and Ragnar Sigbjörnsson: Structural response to stochastic wind loading. 1972.
- R 31. H.J. Larsen og H. Riberholt: Forsøg med uklassificeret konstruktionstræ. 1972.