

**Forkammede Armeringsstængers
Forankring Specielt ved Vederlag
2. Del. Appendix A til F**

Jens Henning Jensen

Serie R

No 156

1982

FORKAMMEDE ARMERINGSSTÆNGERS

FORANKRING

SPECIELT VED VEDERLAG

2. DEL

APPENDIX A TIL F

JENS HENNING JENSEN

A P P E N D I X A - FSideINDHOLDSFORTEGNELSE

Appendix A: Prøvelegeme, forsøgsopstilling, belastningshistorie	A1-A4
Appendix B: Beton - fremstilling og material- konstantbestemmelse	B1-B4
Appendix C: Armering, materialkonstantbestemmelse	C1-C4
Appendix D: Måleteknik, måleudstyr	D1-D5
Appendix E: Tabeller	E1-E21
Appendix F: Figurer	F1-F44

APPENDIX A

Prøvelegeme, forsøgsopstilling, belastningshistorie

De ved forsøgene benyttede prøvelegemer er udformet som vist på fig. 3-1 og A1. For prøvelegemer med tværarmering fremgår armeringens placering og dimensioner af fig. A2.

Belastningen består af dels trækraften T i hovedarmeringen, dels reaktionen R virkende jævnt fordelt over indstøbningslængden, som vist på fig. A1. Til optagelse af disse belastninger er anordnet de på figuren viste understøtninger. Reaktionen R_L og R_V bestemmes ved projektion på henholdsvis lodret og vandret. Idet forholdet $R/2T$ holdes konstant under de enkelte forsøg, kan placeringen af den ene kraft bestemmes ved en momentligning, når placeringen af den anden kraft er givet.

Idet prøvelegemet skal simulere en bjælkeende i en simpelt understøttet jernbetonbjælke, skulle R_L egentlig påføres som en forskydningskraft. Da dette ikke er forsøgsteknisk gennemførligt, placeres R_L så yderligt på prøvelegemets overside, som det er muligt under hensyntagen til betonstyrken, idet betonen netop skal kunne optage den koncentrerede belastning ved maksimal belastning.

For at minimere virkningen fra eventuelle kræfter vinkelret på hovedarmeringen stammende fra unøjagtigheder i prøvelegemet og forsøgsopstillingen er afstanden mellem prøvelegemets forside og trækraftens angrebspunkt gjort så lang, som vist på fig. A1.

Prøvelegemet belastes, med undersiden opad, i den på fig. 3.2-2 viste forsøgsopstilling ved hjælp af to hydrauliske presser, type Amsler. Presserne er via et Mohr & Federhaff servoudstyr bundet til at følges ad, således at forholdet $R/2T$ holdes konstant helt til brud.

Belastningen fra den vandrette presse overføres gennem det viste belastningsåg til hovedarmeringen, idet hver armeringsstang er forsynet med en specielt udviklet endeforankring, fig. A3. Endeforankringen tillader overførsel af en kraft svarende til fuld flydning i hovedarmeringen.

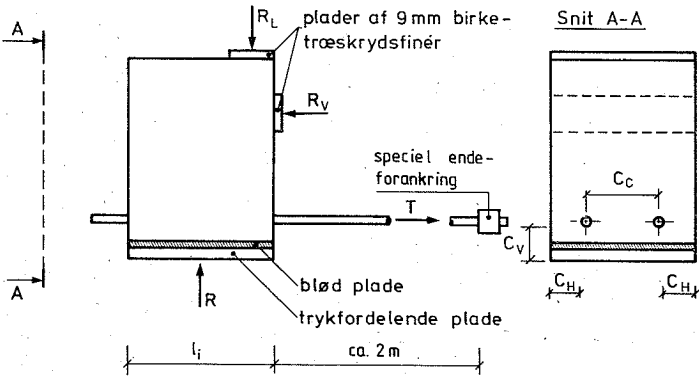


Fig. A-1. Prøvelegemets geometri og belastningsforhold.

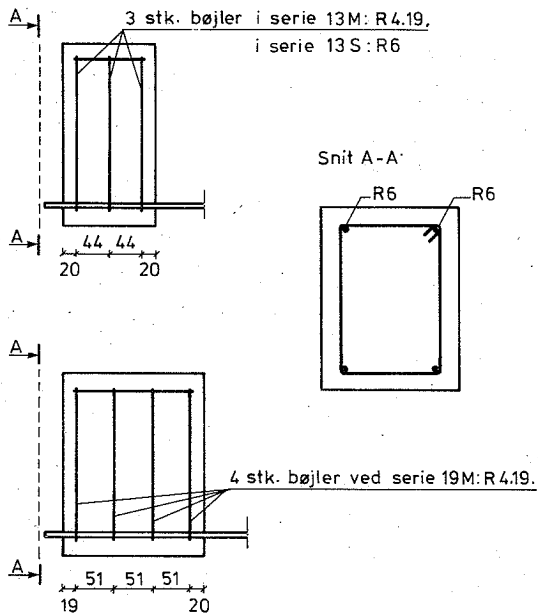


Fig. A-2. Placering af tværarmering i serie 13M, 13S og 19M.

Bortset fra modholdet for R_L og R_V er forsøgsopstillingen udelukkende opbygget af Afdelingen for Bærende Konstruktioners standardspændeplansudstyr.

Som vist på fig. A1 påføres den lodrette reaktion, R , prøvelegemet gennem en trykfordelende plade samt en blød træfiberplade for at sikre en jævn fordeling af kraften over prøvelegemets underside. Den hydrauliske presse virker som en pendulsøjle således, at vandrette kræfter ikke skulle kunne optages. Kræfterne R_L og R_V overføres gennem plader af 9 mm birketræskrydsfiner til forsøgsopstillingen. Da disse plader er relativt hårde, haves ingen sikkerhed for, hvorledes R_L og R_V er fordelt, men dette skønnes uden betydning. Bløde plader kunne ikke benyttes, idet de gav anledning til for store deformationer. Det viste sig imidlertid, at også krydsfinerpladerne i visse tilfælde deformeredes så meget, at det måtte antages, at der blev overført en vandret kraft ved den øvre plade, hvorfor der mellem denne og forsøgsopstillingens modhold anordnedes et Teflonglideleje.

Til kontrol af kraftfordelingen mellem de to hovedarmeringsstænger blev der foretaget strain gage målinger af tøjningerne i hovedarmeringsstængerne mellem prøvelegemets forside og belastningsåget ved ialt 45 af prøverne. Denne kontrol viste, at fejlen på fordelingen af den påsatte belastning mellem de to hovedarmeringsstænger i langt de fleste tilfælde var mindre end 2% og i alle tilfælde mindre end 5%. En sammenligning mellem observationerne af, hvilken armeringsstang der fik højest belastning, og hvilken der først blev trukket ud af prøvelegemet, gav som resultat, at der tilsyneladende ingen korrelation var mellem disse resultater. Det må derfor konkluderes, at kraftfordelingen mellem de to hovedarmeringsstænger har været tilfredsstillende.

Til kontrol af $R/2T$ -forholdet blev såvel den lodrette som den vandrette kraft målt, se appendiks D. Denne kontrolmåling viste, at fejlen på $R/2T$ i langt de fleste tilfælde var mindre end 1,5% og i alle tilfælde mindre end 3%, således at det må konkluderes, at forsøgsopstillingen også på dette punkt har fungeret tilfredsstillende.

Belastningen blev påført prøvelegemet i passende trin, således at der blev 10-15 belastningstrin inden brud. Inden et nyt belastningstrin blev påført, er det kontrolleret, at måleinstrumenterne er i ro, idet dette dog ikke kunne opnås ved de sidste belastningstrin nær brudlasten, hvorfor næste lastrin blev påført efter maksimalt 10 minutter.

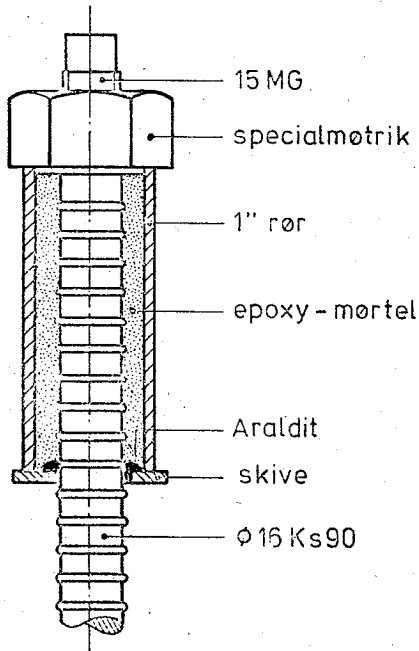


Fig. A-3: Speciel endeforankring.

APPENDIX B

Beton - fremstilling og materialkonstantbestemmelse

Prøvelegemerne blev støbt 4 ad gangen i en stålform. Den eneste forskel på de 4 prøvelegemer var indstøbningslængden (og eventuelt mængden af tværarmering), således at der blev 2 gange 2 identiske prøvelegemer. Efter 24 timer afformedes, og prøvelegemerne blev tildækket med våde sække i 4 dage. De resterende dage inden prøvning blev prøvelegemerne opbevaret i prøvesalen, hvor temperaturen var ca. 18° C, og den relative luftfugtighed var ca. 50%.

Til betonen blev benyttet Portland Rapid cement med tilslag af betongrus og søsten i varierende forhold. Ved alle støbninger lå Webe-graden mellem 5 og 9 sek.

Af samme betonblanding som benyttedes ved udstøbning af de 4 prøvelegemer, blev udstøbt 10 prøvecylindre 150 x 30 cm, samt ved en del af støbningerne tillige 5 15 cm prøveterninger.

Prøvecylindre og prøveterninger opbevaredes under samme forhold som prøvelegemerne og blev prøvet samme dag som disse.

Til bestemmelse af betonens cylindertrykstyrke σ_c blev benyttet 5 af de udstøbte prøvecylindre, som blev belastet til brud med en belastningshastighed på ca. 4 MPa pr. min.

Til bestemmelse af betonens cylinderspaltetrækstyrke, σ_t , blev benyttet de resterende 5 prøvecylindre, som blev belastet til brud med en belastningshastighed på ca. 0,4 MPa pr. min.

Ved en del af støbningerne blev betonens terningtrykstyrke, σ_k , bestemt på de 5 udstøbte prøveterninger. Ved prøvningen blev benyttet to forskellige metoder A og B. For terninger prøvet efter metode A var belastningshastigheden ca. 4 MPa pr. min, og der blev anbragt bløde træfiberplader mellem prøvelegemet og betonpressens presseplaner. For terninger prøvet efter metode B var belastningshastigheden ca. 50 MPa pr. min., og der blev ikke benyttet bløde træfiberplader. Metode B skulle således være i overensstemmelse med den i [73-7] angivne.

I tabel B-1 er angivet sammenhørende værdier af σ_c og σ_k . På basis af disse resultater er følgende sammenhæng σ_c og σ_k bestemt:

Metode A: $\sigma_k = 6.81 + 0.795 \times \sigma_c$ (MPa)

Metode B: $\sigma_k = 1.71 + 1.163 \times \sigma_c$ (MPa)

På fig. B-1 er resultaterne optegnet, og de rette linier er indtegnnet. Endvidere er den i [73-7] angivne sammenhæng mellem σ_c og σ_k optegnet.

Metode A	
σ_c MPa	σ_k MPa
17,5	22,5
23,2	22,3
26,9	26,4
30,8	31,9
31,4	32,4
31,6	34,3
43,2	40,5

Metode B	
σ_c MPa	σ_k MPa
13,7	18,5
15,1	19,9
17,0	22,2
17,9	23,4
19,0	23,9
23,9	27,9
31,4	37,0
32,0	41,1
33,2	35,1
35,9	43,5
39,3	46,1
45,0	58,1

Tabel B-1: Sammenhørende værdier af σ_c og σ_k .

Ved 4 af støbningerne blev 3 af de 5 trykcyindre benyttet til bestemmelse af betonens trykarbejdskurve samtidig med, at de blev benyttet til trykstyrkebestemmelse. Arbejdskurven blev bestemt ved hjælp af 85 mm 600 Ω betongages, hvoraf 2 var placeret langs modstående, lodrette frembringere og 2 vinkelret på disse. Alle gages blev i lodret retning placeret så nær prøvecylinders midte som muligt.

Den beton, for hvilken arbejdskurverne er bestemt, er benyttet til udstøbning af de i nedenstående tabel B-2 angivne prøveleger. På fig. B-2 er optegnet to trykarbejdskurver samt kurver

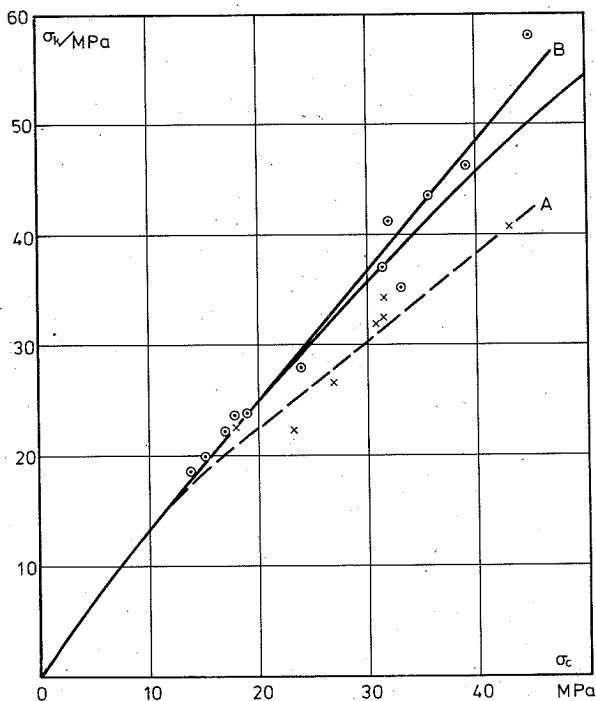


Fig. B-1: Terningstyrke σ_k som funktion af cylinderstyrken σ_c . Forsøg efter metode A er markeret med + og efter metode B med o. Kurven gennem (0,0) er den i [73-7] givne sammenhæng.

over Poissons forhold defineret som $\varepsilon_t/\varepsilon_1$ svarende til stærkeste og svageste betonkvalitet, for hvilken arbejdskurverne er bestemt.

Betonstyrke σ_c MPa	Benyttet ved prøvelegeme.
17,9	1513M1, 1513M2 1519M1, 1519M2
31,4	3513M1, 3513M2 3519M1, 3519M2
32,0	2513M1, 2513M2 2519M1, 2519M2
33,2	451331, 451332 451901, 451902

Tabel B-2: Prøvelegemer for hvilke
betontrykarbejdskurver
er bestemt.

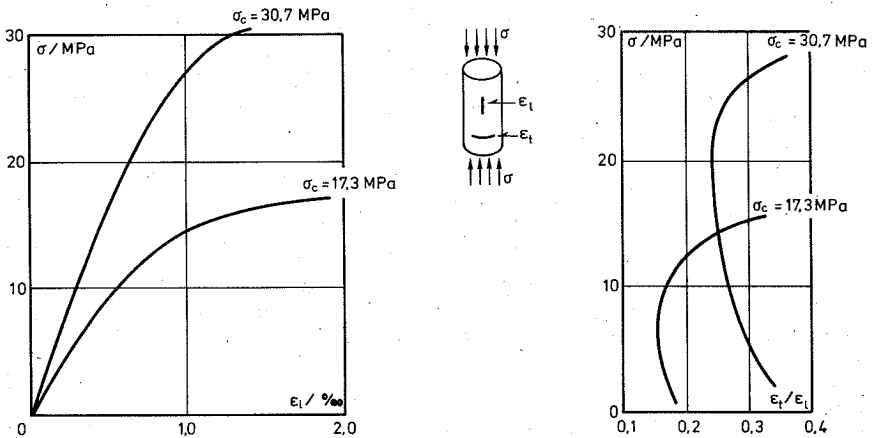


Fig. B-2: Betontrykarbejdskurver og kurver
for Poissons forhold.

APPENDIX C

Armering, materialkonstantbestemmelse

Hovedarmeringen bestod som nævnt ved alle forsøgene af Svensk Kamstål Ø16 Ks90 med en garanteret flydespænding $\sigma_{0.2} \geq 900$ MPa.

De to hovedarmeringsstænger i et prøvelegeme blev taget fra samme længde armering, hvoraf der yderligere blev skåret en prøvestang til bestemmelse af armeringens E-modul, trækarbejds-kurve, flyde- og brudspænding samt jævnt fordelt forlængelse efter brud målt over en strækning på 10 cm uden for brudstedet. Prøvningen blev foretaget i en Mohr & Federhaff 60 Mp universal prøvemaskine. Tøjningsmåling til bestemmelse af arbejdskurven blev foretaget med et Amsler extensiometer, type MDL 1133, målelængde 10 cm, med måleforstærker type MDL 1147. Arbejdskurverne blev optegnet direkte med en x-y skriver.

I tabel C-1 er angivet E-modul, spænding svarende til en blivende forlængelse på 0.2%, $\sigma_{0.2}$, brudspænding, σ_{brud} , samt jævnt fordelt forlængelse efter brud, δ_e .

På fig. C-1 er vist en typisk arbejdskurve samt angivet minimale og maksimale værdier af $\sigma_{0.2}$ og σ_{brud} for samtlige armeringslængder.

I tabel C-2 er for hvert prøvelegeme angivet fra hvilken armeringslængde hovedarmeringen er taget.

Af tabel C-3 fremgår materialkonstanter for den benyttede tværarmering.

Endelig er forankringsfaktoren ζ for den benyttede type hovedarmering bestemt til $\zeta = .974$ efter Dansk Standard 2082. I tabel C-3 er med betegnelser fra DS 2082 angivet bestemmelsen af ζ .

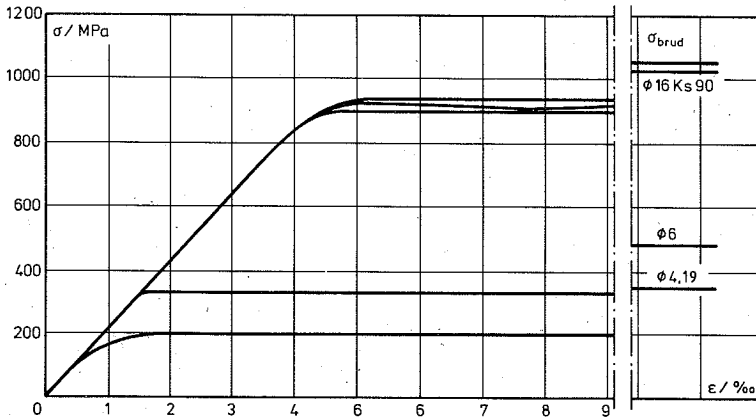


Fig. C-1: Typiske arbejdskurver for benyttet armering.

Armerings- længde	E-modul $\times 10^5$ MPa	$\sigma_{0.2}$ MPa	σ_{brud} MPa	δ_e %
01	2.16	904	1042	6.6
02	2.11	892	1029	6.8
03	2.13	912	1044	6.2
04	2.18	916	1042	7.7
05	2.15	924	1054	7.7
06	2.18	924	1040	6.2
07	2.09	912	1034	6.7
08	2.11	927	1037	6.1
09	2.09	917	1034	6.3
10	2.15	932	1042	7.8
11	2.09	932	1044	6.0
12	2.17	906	1040	6.5
13	1.95	894	1042	6.3
14	1.98	896	1032	6.4
15	2.12	901	1034	6.1
16	2.14	916	1041	6.6
17	2.11	907	1034	6.5
18	2.11	917	1042	7.4

Tabel C-1: Materialkonstanter for benyttet hovedarmering $\phi 16$ Ks90.

Prøvelegeme	Armering fra	Prøvelegeme	Armering fra	Prøvelegeme	Armering fra
251301	09	151901	11	1013M1	15
251302	09	151902	11	1013M2	15
351301	10	251901	17	1513M1	04
351302	10	251902	17	1513M2	04
451301	04	351901	18	2513M1	08
451302	04	351902	18	2513M2	08
451303	15	451901	01	2513M3	15
		451902	01	2513M4	15
151311	10			3513M1	02
151312	10	151911	09	3513M2	02
201311	02	151912	09	4513M1	06
201312	02	201911	11	4513M2	06
221311	08	201912	11		
221312	08	221911	07	1513S1	04
251311	08	221912	07	1513S2	04
251312	08	251911	07	2513S1	16
301311	02	251912	07	2513S2	16
301312	02	301911	03	3513S1	13
351311	08	301912	03	3513S2	13
351312	08	351911	07	4513S1	06
401311	10	351912	07	4513S2	06
401312	10	401911	09		
401313	10	401912	09	1019M1	14
401314	10	401913	09	1019M2	14
451311	02	401914	09	1519M1	11
451312	02	451911	03	1519M2	11
451313	15	451912	03	2519M1	14
				2519M2	14
151321	04	151921	01	2519M3	17
151322	04	151922	01	2519M4	17
251321	08	351921	03	3519M1	15
251322	08	351922	03	3519M2	15
351321	02	451921	01	4519M1	01
351322	02	451922	01	4519M2	01
451321	04				
451322	04	152611	05	2013H1	13
		152612	05	2013H2	13
251331	09	252611	13	2013V1	16
251332	09	252612	13	2013V2	16
251333	13	352611	14		
251334	13	352612	14	2019H1	18
351331	16	452611	05	2019H2	18
351332	16	452612	05	2019V1	17
451331	06			2019V2	17
451332	06	152621	12		
451333	18	152622	12		
451334	18	252621	15		
		252622	15		
		352621	13		
		352622	13		
		452621	12		
		452622	12		

Tabel C-2: Oversigt over benyttet hovedarmering.

Tværrarmering	E-modul $\times 10^5$ MPa	$\sigma_{0.2}$ MPa	σ_{brud} MPa
Ø4.19	1.61	196	328
	1.77	197	341
Ø6	2.05	328	480
	2.08	335	487

Tabel C-3: Materialkonstanter for benyttet tværrarmering.

Prøve nr.	Beton σ_c kp/cm ²	Gevindstål Pg ₁ -Pg ₅ kp	Ø16 Ks90 Pa ₁ -Pa ₅ kp
1	147	6.10	6.00
2	173	5.62	6.42
3	163	5.71	6.42
4	175	6.15	6.40
5	160	6.10	7.44
Middel	164	5.94	6.54
Variationskoefficient		4,2%	8,2%
Krav efter DS 2082	$150 \text{ kp/cm}^2 \leq \sigma_{c,\text{middel}} \leq 250 \text{ kp/cm}^2$	Variationskoefficient < 10%	Variationskoefficient < 10%
<p>Gg = 1.325 kp/m Ga = 1.694 kp/m</p> <p>$\zeta = \frac{6.54}{5.94} \cdot \sqrt{\frac{1.325}{1.694}} = .974$</p>			

Tabel C-4: Bestemmelse af forankringsfaktor

ζ efter DS 2082.

APPENDIX D

Måleteknik, måleudstyr

Til bestemmelse af den vandrette trækraft T i hovedarmeringen blev benyttet et Amsler fjedermanometer type FM 1033, og til bestemmelse af den lodrette reaktion R blev benyttet en HBM olietryktransducer type P3M.

Til måling af slip blev benyttet differentialtransformere af fabrikat Hewlett-Packard, type 7DCD7-1000, monteret som vist på fig. D-1. Desværre viste det sig, på grund af forsøgsopstillingens udformning, nødvendigt at placere transducerne til måling af slippet ved den belastede ende ca. 35 cm foran prøvelegemet, hvilket bevirkede, at de målte slip må reduceres for hovedarmeringens forlængelser. Selvom E-modulet er bestemt for hovedarmeringen, se app. C, er denne reduktion af de målte størrelser ikke særlig nøjagtig, især fordi bidraget fra hovedarmeringens forlængelse er af samme størrelsesorden som de målte slip.

Til måling af hovedarmeringens tøjninger langs indstøbningslængden blev udviklet en speciel teknik til montering af strain gages, idet ønsket var at undgå for store indgreb på armeringens overflade, se fig. D-2.

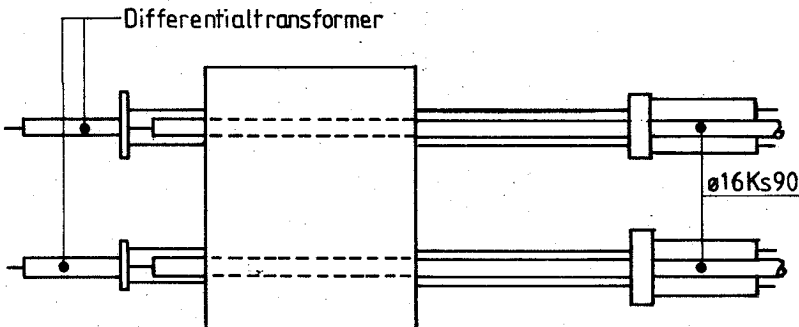


Fig. D-1: Placering af differentialtransformere.

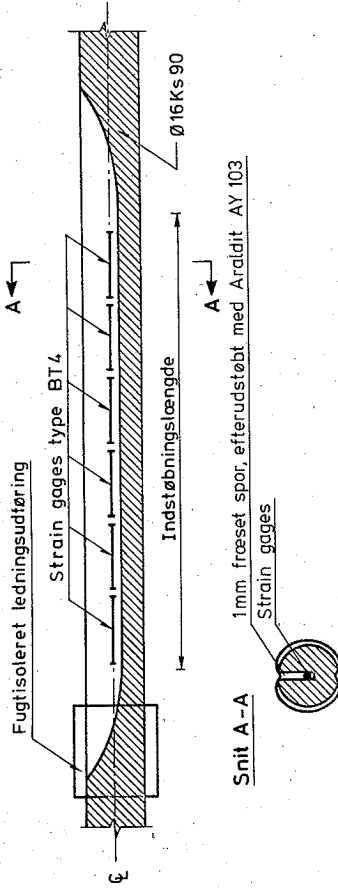


Fig. D-2: Placering af strain gages på længde-
armeringens indstøbningens længde.

Idet hovedarmeringens udformning bl.a. medfører, at der er to diametralt modsatte riller på langs ad armeringsstangen, blev der i den ene af disse fræset et 1 mm bredt spor til en dybde af ca. 1 mm forbi armeringsstangens centrum, se fig. D-2 og D-3. I dette spor blev en række strain gages, type BT4 længde 17 mm modstand 120 Ω , som på forhånd var sat sammen og forsynet med tynde tilledninger, placeret således, at de lå så nær armeringsstangens centrum som muligt. Strain gagene var hæftet sammen i enden af hinanden ved deres bærelag og i en speciel form af silicongummi indstøbt i Araldit. Når gagene var placeret i det fræste spor, blev tilledningen trukket heri til den ende af armeringsstangen, som ikke blev belastet ved prøvningen, hvor de blev tilsluttet et sæt terminalringe, hvortil måleledningerne senere kunne tilsluttes, se fig. D-4. Det blev som nævnt tilstræbt, at strain gagene sad så nær armeringsstangens centrum og også så parallelt med dennes længdeakse som muligt. Herved reduceredes målefejl hidrørende fra bøjning af armeringsstangen. Armeringsstængerne blev kalibreret i en Mohr & Federhaff 60 Mp universalprøvemaskine, således at der

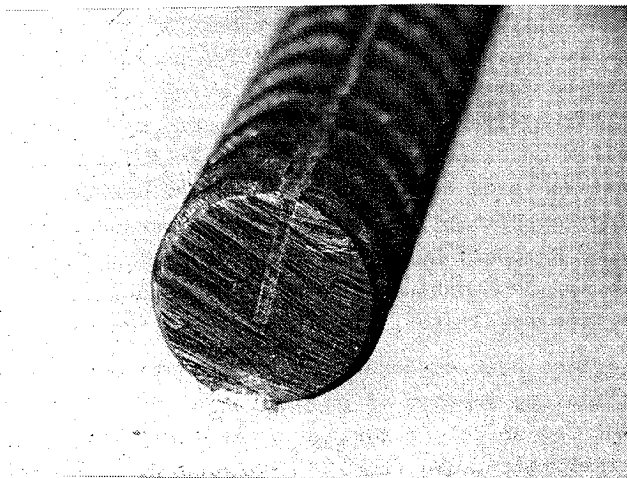


Fig. D-3: Overskåret hovedarmeringsjern Ø16Ks90. I bunden af det fræsedespor er anbragt strain gages.

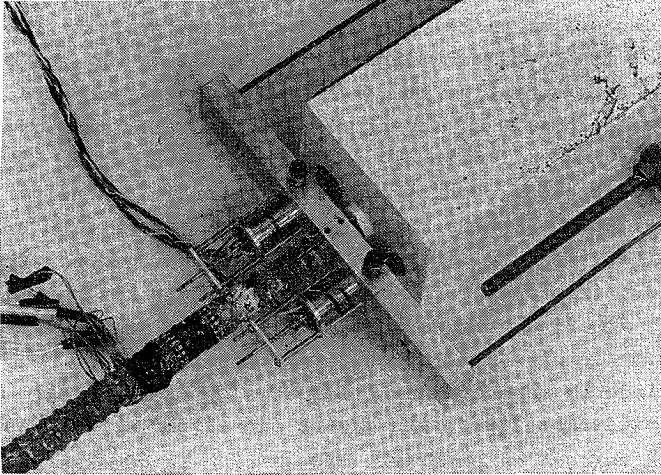


Fig. D-4: På armeringsstangen ses to terminalringe til tilslutning af måleledninger til de i armeringen indstøbte strain gages.

for hver enkelt strain gage blev bestemt en kalibreringskonstant. Det viste sig, at den relative standardafvigelse på de således bestemte kalibreringskonstanter for hver armeringsstang for sig var mindre end 1%, medens den maksimale afvigelse mellem en eksperimentelt bestemt kalibreringsfaktor og den teoretiske værdi højst var 4%. Da der i den teoretiske kalibreringskonstant bl.a. indgår armeringsstangens tværsnitsareal og E-modul, hvilke begge er størrelser med en vis usikkerhed, må det konkluderes, at den anvendte teknik giver endog meget fine resultater.

Alle aflæsninger er foretaget med en datalogger, fabrikat Solartron, og punchet ud på papirtape for senere behandling på EDB. Ved en del af forsøgene var yderligere tilkoblet en PDP-minidatamat, som styrede dataloggeren og tillod en øjeblikkelig kontrol af resultaterne samt muliggjorde en primær datareduktion, idet aflæsninger taget før instrumenterne var i ro kunne kasseres med det samme.

Til behandling af forsøgsresultaterne, d.v.s. omregning, tabellering og optegning af slip-kraft kurver, er benyttet forskellige programmer skrevet i PL/I specielt til denne opgave.

APPENDIX E

TABELLER

Serie	l _i mm	σ _c MPa	R/2T	Centerlinie- afstand c _c mm	Dæklag		Antal prøvel.	π ₂	π ₄	π ₅	π ₆	π ₇
					c _v mm	c _H mm						
130	128	20-40	0.5	134	24	50	7	8	0.5	1.5	3.125	8.375
131	128	10-45	1.0	"	"	"	19	8	1.0	"	"	"
132	128	10-35	1.5	"	"	"	8	8	1.5	"	"	"
133	128	15-40	2-2.6	"	"	"	10	8	2-2.6	"	"	"
190	192	15-35	0.5	"	"	"	8	12	0.5	"	"	"
191	192	10-45	1.0	"	"	"	18	12	1.0	"	"	"
192	192	15-45	1.5	"	"	"	6	12	1.5	"	"	"
261	256	10-35	1.0	"	"	"	8	16	1.0	"	"	"
262	256	15-45	1.5	"	"	"	8	16	1.5	"	"	"
13H	128	15	1.0	"	24	40	2	8	1.0	1.5	2.5	"
13V	128	15	1.0	"	15	50	2	8	1.0	0.938	3.125	"
19H	192	15	1.0	"	24	40	2	12	1.0	1.5	2.5	"
19V	192	15	1.0	"	15	50	2	12	1.0	0.938	3.125	"

Tabel 1-1: Oversigt over hovedparametre ved udførte forsøg med prøvelegemer uden tværsarmring.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 0.5$

Serie 130	σ_c	σ_t	T	τ_{max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
251301	23.1	2.39	54.46	8.46	11.13	0.103	108.1
251302	"	"	54.05	8.40	11.04	0.103	107.2
351301	29.3	3.16	65.02	10.11	10.05	0.108	93.1
351302	"	"	65.02	10.11	10.05	0.108	93.1
451301	38.4	4.25	75.99	11.81	8.73	0.111	78.7
451302	40.4	4.04	81.48	12.66	9.85	0.100	98.5
451303	"	"	76.54	11.90	9.25	0.100	92.5

Tabel 2-1: Resultater, serie 130

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 131	σ_c	σ_t	T	τ_{max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
151311	12.4	1.49	43.89	6.82	14.38	0.120	119.8
151312	"	"	43.86	6.82	14.37	"	119.7
201311	26.9	2.78	65.84	10.23	11.56	0.103	112.2
201312	"	"	65.84	10.23	11.56	"	112.2
221311	23.2	2.55	61.45	9.55	11.77	0.110	107.0
221312	"	"	65.84	10.23	12.61	"	114.6
251311	17.5	2.00	64.74	10.06	15.81	0.114	138.7
251312	"	"	58.71	9.12	14.33	"	125.7
301311	30.8	3.05	71.33	11.09	11.42	0.099	115.4
301312	"	"	71.33	11.09	11.42	"	115.4
351311	31.4	2.94	65.84	10.23	10.93	0.094	116.3
351312	"	"	65.84	10.23	10.93	"	116.3
401311	43.2	3.58	82.30	12.79	11.23	0.083	135.3
401312	"	"	83.13	12.92	11.34	"	136.6
401313	31.6	2.94	60.36	9.38	10.02	0.093	107.7
401314	"	"	65.84	10.23	10.93	"	117.5
451311	44.1	3.97	85.05	13.22	10.46	0.090	116.2
451312	"	"	80.11	12.45	9.85	"	109.4
451313	38.4	4.25	96.84	15.05	11.13	0.111	100.3

Tabel 2-2: Resultater, serie 131

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.5$

Serie 132	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
151321	13.7	1.67	63.92	9.93	18.69	.122	153.2
151322	"	"	59.53	9.25	17.41	"	142.7
251321	19.0	2.39	70.51	10.96	14.41	.126	114.4
251322	"	"	65.02	10.11	13.28	"	105.4
351321	23.9	2.83	65.02	10.11	11.22	.118	95.1
351322	"	"	65.57	10.19	11.31	"	95.9
451321	33.2	3.65	76.27	11.85	10.20	.110	92.7
451322	"	"	75.99	11.81	10.17	"	92.5

Tabel 2-3: Resultater, serie 132

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 2.0$

Serie 133	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
251331	17.0	2.20	97.94	15.22	21.74	.129	168.5
251332	"	"	86.97	13.52	19.30	"	149.6
*) 251333	23.1	2.39	86.97	13.52	17.77	.103	172.5
*) 251334	"	"	86.97	13.52	17.77	"	172.5
351331	29.3	3.16	97.94	15.22	15.13	.108	140.1
351332	"	"	92.45	14.37	14.29	"	132.3
451331	33.2	3.29	97.94	15.22	14.54	.099	146.9
451332	"	"	87.79	13.64	13.03	"	131.6
451333	40.4	4.04	119.89	18.63	14.49	.100	149.9
451334	"	"	107.82	16.76	13.03	"	130.3

*) $R/T = 2.6$

Tabel 2-4: Resultater, serie 133

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 0.5$

Serie 190	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_2	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
151901	16.9	2.14	75.99	7.87	11.56	.127	91.0
151902	"	"	75.99	7.87	11.56	"	91.0
251901	20.8	2.11	86.97	9.01	13.42	.101	132.9
251902	"	"	92.45	9.58	14.26	"	141.9
351901	33.5	3.29	97.94	10.14	9.69	.098	98.9
351902	"	"	92.45	9.58	9.15	"	93.4
451901	33.2	3.29	91.08	9.44	9.01	.099	91.0
451902	"	"	92.45	9.58	9.15	"	92.4

Tabel 2-5: Forsøgsresultater, serie 190

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 191	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
151911	12.4	1.49	65.02	6.74	14.20	0.120	118.3
151912	"	"	60.36	6.25	13.19	"	109.9
201911	26.9	2.78	109.74	11.37	12.85	0.103	124.8
201912	"	"	98.76	10.23	11.56	"	112.2
221911	23.2	2.55	93.28	9.67	11.91	0.110	108.3
221912	"	"	93.28	9.67	11.91	"	108.3
251911	17.5	2.00	87.79	9.10	14.29	.114	125.4
251912	"	"	87.79	9.10	14.29	"	125.4
301911	30.8	3.05	104.25	10.80	11.13	0.099	112.4
301912	"	"	104.25	10.80	11.13	"	112.4
351911	31.4	2.94	98.76	10.23	10.93	0.094	116.3
351912	"	"	93.28	9.67	10.33	"	109.9
401911	43.2	3.58	115.22	11.94	10.48	0.083	126.3
401912	"	"	115.22	11.94	10.48	"	126.3
401913	31.6	2.94	104.25	10.80	11.54	0.093	124.1
401914	"	"	93.28	9.67	10.33	"	111.1
*) 451911	44.1	3.97	70.78	-	-	-	-
451912	"	"	131.68	13.64	10.80	0.090	120.0

*) Ikke forankringsbrud

Tabel 2-6: Forsøgsresultater serie 191

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 1.5$

Serie 192	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
*) 151921	15.1	1.53	87.79	9.10	18.68	.101	185.0
*) 151922	"	"	93.28	9.67	19.85	"	196.5
351921	35.9	3.92	119.89	12.42	9.96	.109	91.4
351922	"	"	130.96	13.57	10.88	"	99.8
451921	45.0	4.48	152.81	15.83	11.10	.100	111.0
451922	"	"	141.83	14.70	10.31	"	103.1

*) Den relative standardafvigelse på σ_t ved disse to prøver er 16,6%, hvilket er usædvanligt højt.

Tabel 2-7: Forsøgsresultater, serie 192.

$l_i = 256 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 261	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_2$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
152611	13.7	1.67	81.75	6.35	11.95	.122	98.0
152612	"	"	87.79	6.82	12.83	"	105.2
252611	19.0	2.39	98.76	7.67	10.09	.126	80.1
*) 252612	"	"	-	-	-	-	-
352611	23.9	2.83	93.28	7.25	8.06	.118	68.3
352612	"	"	98.76	7.67	8.52	"	72.2
452611	33.2	3.65	114.40	8.89	7.65	.110	69.6
*) 452612	"	"	103.43	8.04	-	-	-

*) Forankringsbrud ikke opnået før flydning.

Tabel 2-8: Forsøgsresultater, serie 261.

$l_i = 256 \text{ mm}$, $R/2T = 1.5$

Serie 262	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	$K=\pi_1/\pi_2$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
152621	15.1	1.53	114.40	8.89	18.25	.101	180.7
152622	"	"	108.91	8.46	17.38	"	172.1
252621	17.0	2.20	127.37	9.90	14.13	.129	109.5
*) 252622	"	"	68.40	-	-	-	-
*) 352621	35.9	3.92	130.86	10.17	8.15	.109	-
*) 352622	"	"	119.89	9.32	7.47	"	-
*) 452621	45.0	4.48	156.65	12.17	8.54	.100	-
*) 452622	"	"	152.81	11.88	8.33	"	-

*) Forankringsbrud ikke opnået før flydning.

Tabel 2-9: Forsøgsresultater, serie 262.

$l_i = 128 \text{ og } 192 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 13H	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_2	$K=\pi_1/\pi_3$
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
2013H1	15.2	2.13	57.89	9.00	13.27	.140	94.79
2013H2	"	"	54.05	8.40	12.39	"	88.50
Serie 13V							
Prøvelegeme							
2013V1	16.4	2.29	48.56	7.55	10.35	.140	73.93
2013V2	"	"	48.56	7.55	10.35	"	73.93
Serie 19H							
Prøvelegeme							
2019H1	15.2	2.13	70.58	7.31	10.79	.140	77.07
2019H2	"	"	65.02	6.74	9.94	"	71.00
Serie 19V							
Prøvelegeme							
2019V1	16.4	2.29	70.51	7.31	10.02	.140	71.57
2019V2	"	"	70.51	7.31	10.02	"	71.57

Tabel 2-10: Forsøgsresultater, serie 13H, 13V, 19H og 19V

Serie	$t_{\max} = A + B \cdot \sigma_c$			$\tau_{\max} = C + D \cdot \sigma_t$			Antal forsøg
	A	B	Accept	C	D	Accept	
130	3.52	0.218	nej	3.43	2.11	ja	7
190	6.88	0.086	nej	6.57	0.943	nej	8
131	5.02	0.179	nej	3.51	2.46	nej	19
191	4.97	0.178	nej	3.36	2.45	ja	18
261	5.46	0.090	ja	4.81	1.05	ja	8
132	8.17	0.105	ja	7.77	1.04	ja	8
192	6.34	0.192	ja	6.43	1.85	ja	6
262	-	-	-	-	-	*	8
133	11.72	0.120	ja	9.98	1.69	ja	2

*) For få forsøgsresultater

TABEL 2-11: Oversigt over resultater af analyse af udtrækskraften ved forsøg med prøvelegemer uden tværrarmering.

Serie	$\pi_1 = \bar{K} \times \pi_3$		Accept	
	\bar{K}	$\delta_{\bar{K}} \%$		
130	95.9	10.5	Ja	
190	104.1	20.1	Ja	
131	117.7	8.6	Ja	
191	117.1	6.0	Ja	
261	77.6	15.8	Ja	*
132	111.7	21.4	Nej	
192	131.1	35.6	Nej	
262	154.1	25.0	-	**
133	143.0	8.9	Ja	
-	172.3	-	-	

* Resultatet fra prøve 152612 ikke medtaget

** For få værdier.

TABEL 2-12: Oversigt over resultater af statistisk analyse på dimensionsløse parametre.

Serie	l_i mm	σ_c MPa	R/2T	Center- linie afstand c_c mm	Dæklag c_v mm	c_H mm	Antal prøvele- mer	Antal bøjler langs l_i	Bøjlernes diameter ϕ_b /mm	π_2	π_4	π_5	π_6	π_7	π_8	π_9
13M	128	10-40	1	134	24	50	12	3	4.19	8	1.0	1.5	3.125	8.375	0.786	3
19M	192	10-40	1	134	24	50	12	4	4.19	12	1.0	1.5	"	"	1.048	4
13S	128	15-40	1	134	24	50	8	3	6	8	1.0	1.5	"	"	1.125	3

TABEL 3-1: Oversigt over hovedparametre ved udførte forsøg med prøvelegemer med tværrøring.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 13M	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
1013M1	9.9	1.47	54.05	8.40	17.95	0.148	1)
1013M2	"	"	54.05	8.40	17.95	"	1)
1513M1	17.9	1.73	75.99	11.81	21.45	0.097	
1513M2	"	"	81.48	12.66	23.00	"	
2513M1	32.0	2.83	50.20	7.80	8.66	0.088	2)
2513M2	"	"	54.05	8.40	9.33	"	2)
2513M3	15.8	2.28	65.02	10.11	13.92	0.144	
2513M4	"	"	70.51	10.96	15.10	"	
3513M1	31.4	3.69	86.97	13.52	11.51	0.118	
3513M2	"	"	86.97	13.52	11.51	"	
4513M1	39.3	3.91	75.99	11.81	9.49	0.099	
4513M2	"	"	75.99	11.81	9.49	"	

1) Relativ standardafvigelse på σ_t er 12%

2) Dårligt vibreret

TABEL 3-2: Forsøgsresultater, Serie 13M.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 13S	σ_c	σ_t	T	T_{\max}	π_1	π_3
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa		
1513S1	16.9	2.14	80.93	12.58	18.47	0.127
1513S2	"	"	81.48	12.66	18.59	"
2513S1	20.8	2.11	108.91	16.93	25.20	0.101
2513S2	"	"	113.03	17.57	26.16	"
3513S1	33.5	3.29	103.43	16.08	15.35	0.098
3513S2	"	"	108.91	16.93	16.16	"
4513S1	38.4	4.25	119.81	18.62	13.76	0.111
4513S2	"	"	114.40	17.78	13.14	"

* Relativ standardafvigelse på σ_t er 14.2%

TABEL 3-3: Forsøgsresultater, Serie 13S.

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 19M	σ_c	σ_t	T	τ_{\max}	π_1	π_3	
Prøvelegeme	MPa	MPa	kN	MPa			
1019M1	9.9	1.47	75.99	7.87	16.83	0.148	1)
1019M2	"	"	70.51	7.31	15.61	"	"
1519M1	17.9	1.73	108.91	11.28	20.49	0.097	3)
1519M2	"	"	114.40	11.85	21.53	"	
2519M1	32.0	2.83	136.35	14.13	15.68	0.088	2)
2519M2	"	"	142.66	14.78	16.41	"	"
2519M3	15.8	2.28	92.45	9.58	13.20	0.144	
2519M4	"	"	92.45	9.58	13.20	"	
3519M1	31.4	3.69	128.12	13.28	11.30	0.118	
3519M2	"	"	119.89	12.42	10.58	"	
4519M1	39.3	3.91	125.37	12.99	10.44	0.099	
4519M2	"	"	119.89	12.42	9.98	"	

1) Relativ standardafvigelse på σ_t er 12.5%

2) " " " " " 17.1%

3) $R/2T = 0.52$

TABEL 3-4: Forsøgsresultater, serie 19M.

Serie	$n \phi_D / l_i$	$\tau_{\max} = A + .178 \times \sigma_C$		$\tau_{\max} = C + 2.45 \times \sigma_t$		Antal forsøg
		A MPa	s(A)/A %	C MPa	s(C)/C %	
13M	0.0982	7.23	21	4.89	40	10
19M	0.0873	7.03	18	4.77	39	11
13S	0.1406	11.27	14	8.92	23	8
131, 191	0	5.00	-	3.51	-	

TABEL 3-5: Resultater af statistisk analyse.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 0.5$

Serie 130 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN	
251301	23.1	2.39	54.4	50.8
251302	"	"	54.2	-1.0
351301	29.3	3.16	-1.0	-1.0
351302	"	"	60.0	60.0
451301	38.4	4.25	-1.0	76.3
451302	40.4	4.04	-1.0	77.1
451303	"	"	71.5	-1.0

TABEL 4-1. Kraft $T_{0.1}$ svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 128 \text{ mm}$; $R/2T = 1.0$

Serie 131 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN	
151311	12.4	1.49	29.7	33.0
151312	"	"	30.2	32.9
251311	17.5	2.00	47.5	53.0
251312	"	"	44.1	49.6
221311	23.2	2.55	55.1	55.1
221312	"	"	58.3	59.8
301311	30.8	3.05	60.7	60.6
301312	"	"	71.6	60.7
351311	31.4	2.94	-	-
351312	"	"	57.5	60.6
401313	31.6	2.94	60.6	-1.0
401314	"	"	-1.0	60.6
401311	43.2	3.58	77.2	71.6
401312	"	"	77.4	77.4
201311	26.9	2.78	60.5	53.4
201312	"	"	-1.0	60.3
451312	44.1	3.97	75.1	77.0
451313	38.4	4.25	80.6	79.7

*Målinger mislykket

TABEL 4-2. Kraft $T_{0.1}$ svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.5$

Serie 132 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN	
151321	13.7	1.67	39.3	41.6
151322	"	"	43.2	37.6
251321	19.0	2.39	53.8	53.8
251322	"	"	51.3	54.1
351321	23.9	2.83	52.4	45.9
351322	"	"	49.8	59.5
451321	33.2	3.65	64.8	64.8
451322	"	"	65.3	65.3

TABEL 4-3. Kraft $T_{0.1}$ svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 2.0$

Serie 133 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN	
251331	17.0	2.20	87.0	76.0
251332	"	"	65.4	-1.0
251333	23.1	2.39	65.4	70.5
251334	"	"	65.5	76.6
351331	29.3	3.16	76.5	75.2
351332	"	"	72.5	76.5
451331	33.2	3.29	76.9	78.4
451332	"	"	77.0	66.0
451333	40.4	4.04	98.9	114.7
451334	"	"	87.9	97.6

* $R/2T = 2.6$

TABEL 4-4. Kraft $T_{0.1}$ svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 13M Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN	
1013M1	9.9	1.47	37.9	36.7
1013M2	"	"	37.6	33.9
2513M3	15.8	2.28	50.2	43.6
2513M4	"	"	50.1	54.6
1513M1	17.9	1.73	*	54.2
1513M2	"	"	54.2	65.1
3513M1	31.4	3.69	70.8	76.1
3513M2	"	"	76.1	79.9
4513M1	39.3	3.91	65.9	64.8
4513M2	"	"	65.1	63.8

* Måling mislykket

TABEL 4-5. Kraft $T_{0.1}$ svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 128 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 13S Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN	
1513S1	16.9	2.14	57.6	52.2
1513S2	"	"	65.6	50.3
2513S1	20.8	2.11	93.5	76.9
2513S2	"	"	79.0	88.0
3513S1	33.5	3.29	84.3	77.3
3513S2	"	"	79.0	87.4
4513S1	38.4	4.25	87.5	103.8
4513S2	"	"	98.2	98.2

TABEL 4-6. Kraft $T_{0.1}$ svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 0.5$

Serie 190 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN		$T_{0.1}$ red kN
151901	16.9	2,14	70.1	-1.0	47.1
151902	"	"	71.0	71.0	
251901	20.8	2.11	*	*	58.6
251902	"	"	87.9	-1.0	
351901	33.5	3.29	98.3	-1.0	61.9
351902	"	"	87.4	-1.0	
451901	33.2	3.29	-1.0	88.2	58.8
451902	"	"	88.1	-1.0	

*Målinger mislykket

TABEL 4-7. Kraft $T_{0.1}$ og $T_{0.1}$ red svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 191 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN		$T_{0.1}$ red kN
151911	12.4	1.49	44.1	44.1	29.1
151912	"	"	44.1	41.9	
221911	23.2	2.55	82.5	82.5	55.0
221912	"	"	82.5	82.5	
251911	17.5	2.00	80.2	74.2	49.6
251912	"	"	71.5	71.5	
201911	26.9	2.78	*	99.1	61.1
201912	"	"	88.0	88.0	
301911	30.8	3.05	99.1	93.7	62.5
301912	"	"	93.7	88.2	
401911	43.2	3.58	110.1	110.2	73.4
401912	"	"	110.1	110.1	
401913	31.6	2.94	93.5	88.1	59.9
401914	"	"	*	88.1	
451912	44.1	3.97	121.1	116.4	79.2

*Målinger mislykket

TABEL 4-8. Kraft $T_{0.1}$ og $T_{0.1}$ red svarende til slip 0.1 mm

$l_i = 192 \text{ mm}$, $R/2T = 1.5$

Serie 192 Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN		$T_{0.1}$ red kN
151921	15.1	1.53	66.3	64.8	44.3
151922	"	"	65.3	69.3	
351921	35.9	3.92	106.2	114.3	76.0
351922	"	"	119.5	116.0	
451921	45.0	4.48	141.0	135.6	87.9
451922	"	"	130.8	120.1	

TABEL 4-9. Kraft $T_{0.1}$ og $T_{0.1}$ red svarende til slip 0.1 mm.

$l_i = 129 \text{ mm}$, $R/2T = 1.0$

Serie 19M Prøvelegeme	σ_c MPa	σ_t MPa	$T_{0.1}$ kN		$T_{0.1}$ red kN
1019M1	9.9	1.47	50.7	50.4	34.2
1019M2	"	"	54.2	50.1	
2519M3	15.8	2.28	67.3	76.6	47.6
2519M4	"	"	65.4	76.4	
1519M2	17.9	1.73	87.1	93.4	60.2
2519M1	32.0	2.83	110.1	121.2	79.4
2519M2	"	"	125.3	119.9	
3519M1	31.4	3.69	109.1	106.3	72.4
3519M2	"	"	109.5	109.5	
4519M1	39.3	3.91	99.3	109.2	69.5
4519M2	"	"	99.5	109.3	

TABEL 4-10. Kraft $T_{0.1}$ og $T_{0.1}$ red svarende til slip 0.1 mm.

Serie	Antal målinger	$K(\sigma_c, T_{0.1})$	$T_{0.1} = A + B * \sigma_c$		$K(\sigma_t, T_{0.1})$	$T_{0.1} = M + N * \sigma_t$	
			A kN	B $10^{-3} m^2$		M kN	N $10^{-3} m^2$
130	8	0.973	22.6	1.31	0.976	21.9	12.8
131	31	0.937	21.7	1.32	0.961	9.9	17.5
132	16	0.903	26.8	1.15	0.918	21.8	11.7
133	19	0.636	49.1	1.03	0.692	38.2	13.4
13M	19	0.819	32.9	1.04	0.828	26.2	11.5
13S	16	0.748	43.3	1.34	0.678	44.4	12.0
190	8	0.857	55.0	1.08	0.774	46.8	13.2
191	31	0.796	32.3	1.80	0.831	9.5	26.8
192	12	0.981	33.5	2.21	0.978	32.9	21.5
19M	22	0.884	40.3	2.03	0.764	34.8	20.5

TABEL 4-11. Oversigt over resultater af slip-kraft analyse.

x/mm	0	6	27	47	68	89	111	152.5	174	192
σ /MPa	0	0	0	0.3	0.8	1.7	3.2	16.5	20.9	24.5
τ /MPa	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.6	1.0	0.8	0.8
	0	0	0.6	2.2	4.9	8.6	16.3	52.3	69.4	78.0
	0	0	0.2	0.4	0.6	1.0	2.1	3.3	2.5	1.3
	0	0.4	2.9	8.0	17.7	31.7	52.8	99.2	121.2	131.5
	0.2	0.3	0.8	1.4	2.3	3.2	4.1	4.2	3.1	1.5
	0	0.8	9.4	25.6	49.1	71.2	96.5	149.2	173.4	184.9
	0.3	0.4	2.5	3.8	4.3	4.4	4.8	4.7	3.4	1.7
	0	3.9	28.1	61.7	92.4	117.9	114.8	202.4	226.9	238.0
	2.2	3.0	5.7	6.3	5.4	4.9	5.1	4.9	3.4	1.5
	0	17.6	60.0	103.7	104.4	170.2	199.3	259.2	281.1	290.0
	12.5	10.9	8.4	7.9	6.3	5.5	5.5	4.7	2.9	1.0
	0	33.3	87.6	138.5	184.3	218.5	251.1	315.9	334.6	342.6
	24.8	19.6	10.3	9.5	7.6	6.2	6.0	4.4	2.6	1.0
	0	40.7	102.2	156.2	205.1	241.5	276.0	345.0	362.0	370.3
	30.6	23.7	11.2	10.1	8.1	6.6	6.4	4.4	4.4	1.2

TABEL 5-1: Prøvelegeme 151902.

Målte spændinger σ langs indstøbningslængden
og beregnede værdier af forskydningsspændingerne τ .

x/mm	0	7	29	51	73	94	116	126
σ /MPa	0	0.2	1.0	2.9	7.5	14.3	20.8	21.4
τ /MPa	0.1	0.1	0.2	0.6	1.1	1.2	0.5	- 0.1
	0	0.9	6.0	16.6	36.5	57.7	73.6	76.6
	0.4	0.6	1.4	2.8	3.8	3.5	1.7	0.7
	0	3.5	20.9	45.0	78.1	109.5	127.8	130.9
	1.7	2.3	3.8	5.2	6.0	4.7	1.9	0.6
	0	10.3	41.7	76.0	120.5	162.6	182.8	186.0
	6.0	5.9	6.0	7.2	8.1	5.9	2.0	0.5
	0	22.5	67.4	110.8	165.9	216.9	238.3	241.7
	14.0	11.7	8.0	9.0	9.9	6.9	2.2	0.6
	0	39.4	99.0	152.6	216.4	273.7	294.8	298.2
	25.3	19.7	10.3	10.7	11.2	7.5	2.1	0.6
	0	59.1	134.4	199.1	269.6	331.7	351.6	354.5
	38.6	28.9	12.7	12.3	12.3	7.8	1.9	0.4
	0	70.3	154.1	223.7	297.8	361.6	381.9	385.1
	46.2	34.2	12.9	13.1	12.8	8.0	2.0	0.5

TABEL 5-2: Prøvelegeme 4513M2.

Målte spændinger σ langs indstøbningslængden og beregnede værdier af forskydningspændingerne τ .

FB nr.	Type	Længde- armering	Bøjle- armering	σ_c kg/cm ²	σ_t kg/cm ²	a cm	P kg	H kg	$P/2H$ = $R/2T$	τ_f MPa	τ_{max} MPa	τ_f/τ_{max}
116	B	K10		192	28	18	10650	4050	1.31	10.74	11.27	0.95
117	B	K10		192	28	30	5800	3840	0.76	10.19	9.71	1.05
118	B	K10		217	31	36	4080	3070	0.66	8.14	10.07	0.81
119	B	K10		217	31	49	2730	2940	0.46	7.80	9.50	0.82
120	B	K10		220	33.5	18	11580	4570	1.27	12.12	12.34	0.98
121	B	K10		185	32	30	4750	3380	0.70	8.97	10.40	0.86
122	B	K10		185	32	42	2840	2650	0.54	7.03	9.94	0.71
123	B	K10		193	33	24	8160	3970	1.03	10.53	11.55	0.91
124	B	K10		205	32	36	3900	2840	0.69	7.53	10.37	0.73
125	B	K10		205	32	49	2620	2640	0.50	7.00	9.83	0.71

Betegnelser som i Rathkjen [72-3]

Gennemsnit 0.85
Standardafvigelse 14%

TABEL 6-1: Sammenligning med resultater fra Rathkjen, [72-3].

APPENDIX F

FIGURER

SERIE 130

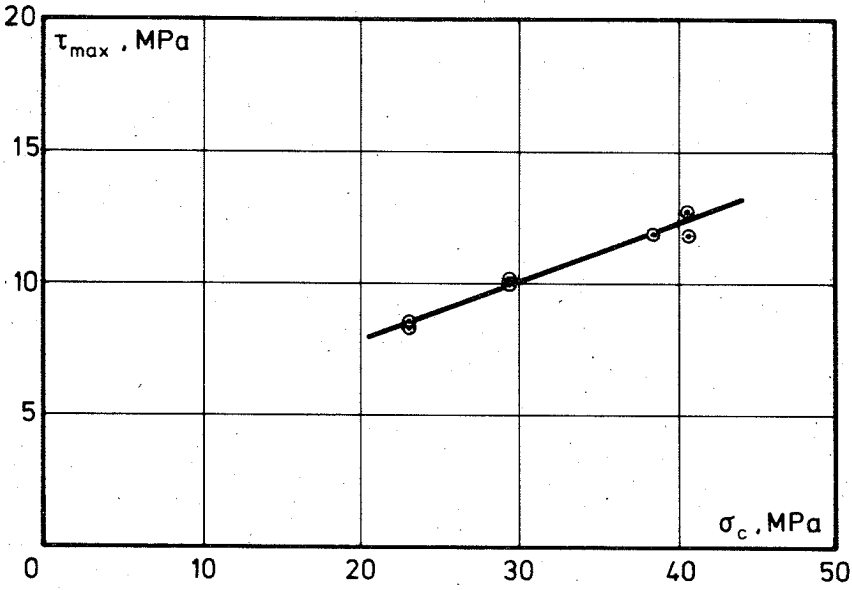


Fig. 1-1

SERIE 130

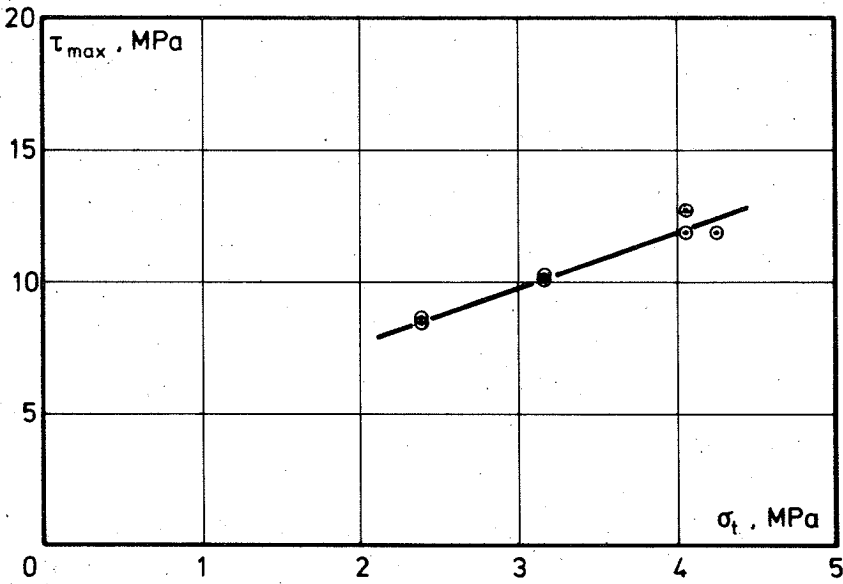


Fig. 1-2

SERIE 131

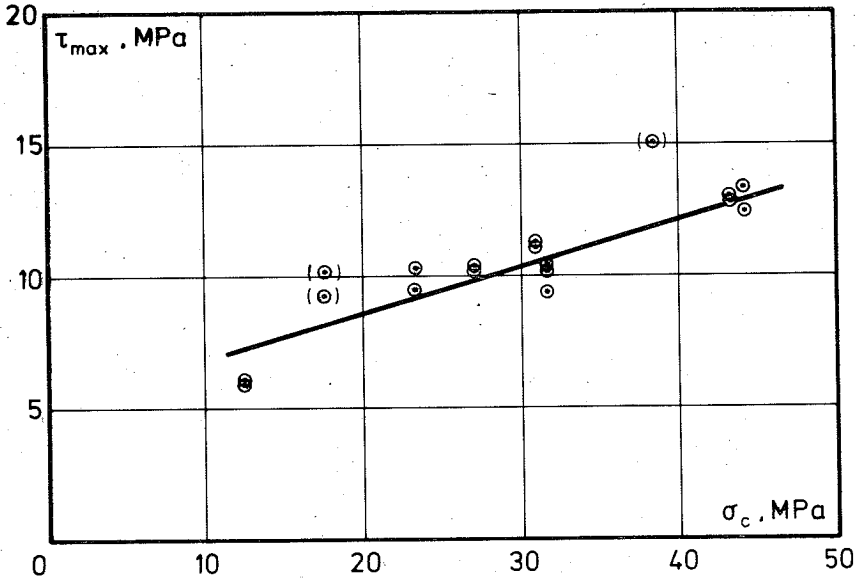


Fig. 1 - 3

SERIE 131

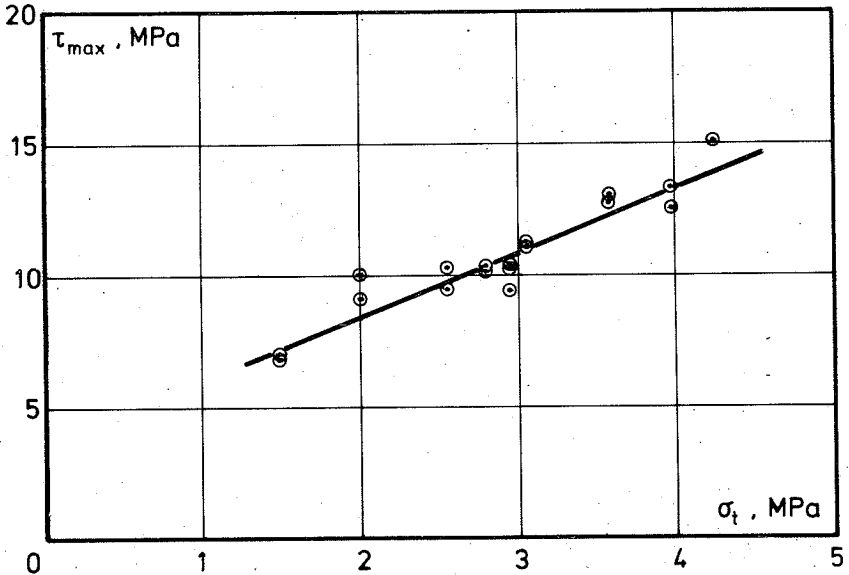


Fig. 1 - 4

SERIE 132

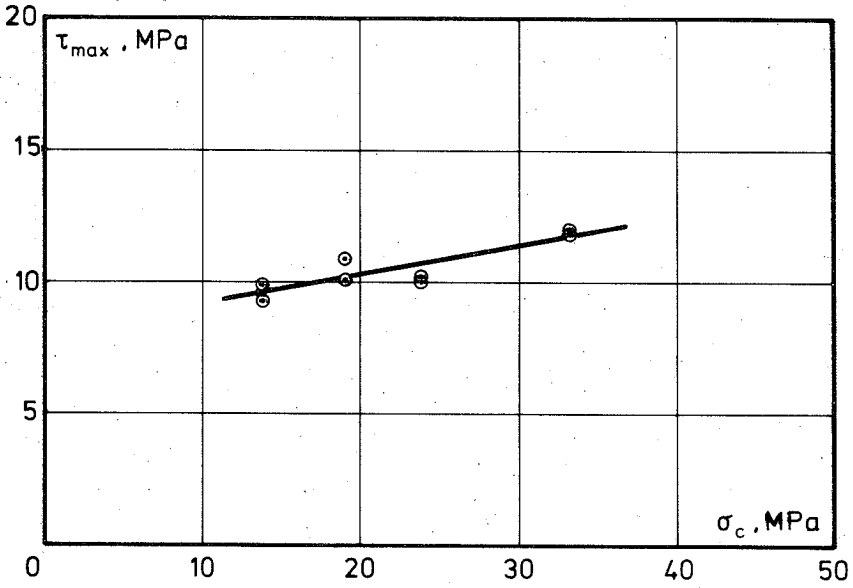


Fig. 1- 5

SERIE 132

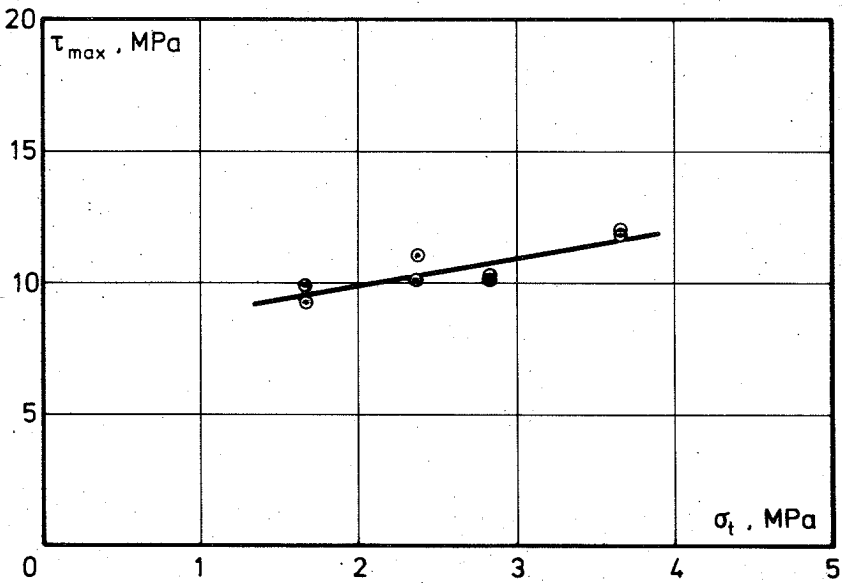


Fig. 1- 6

SERIE 133

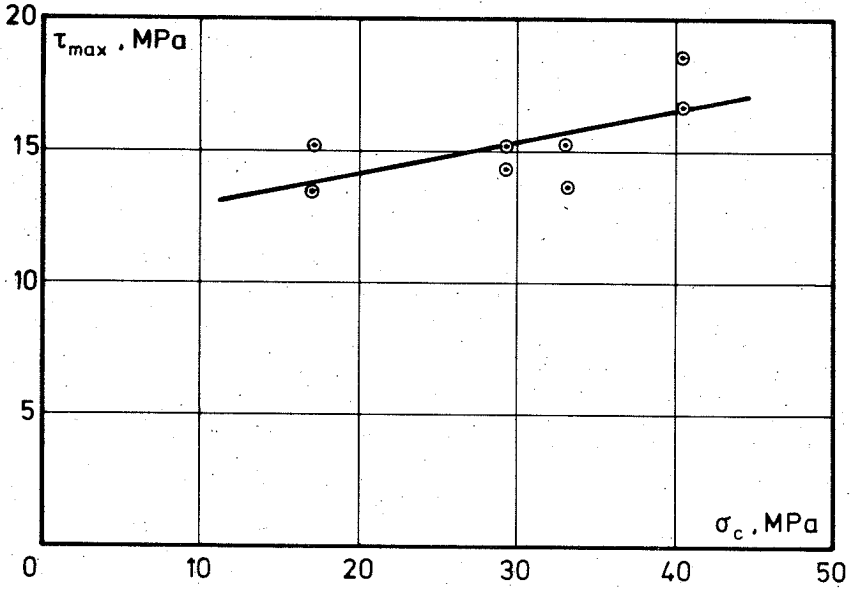


Fig. 1-7

SERIE 133

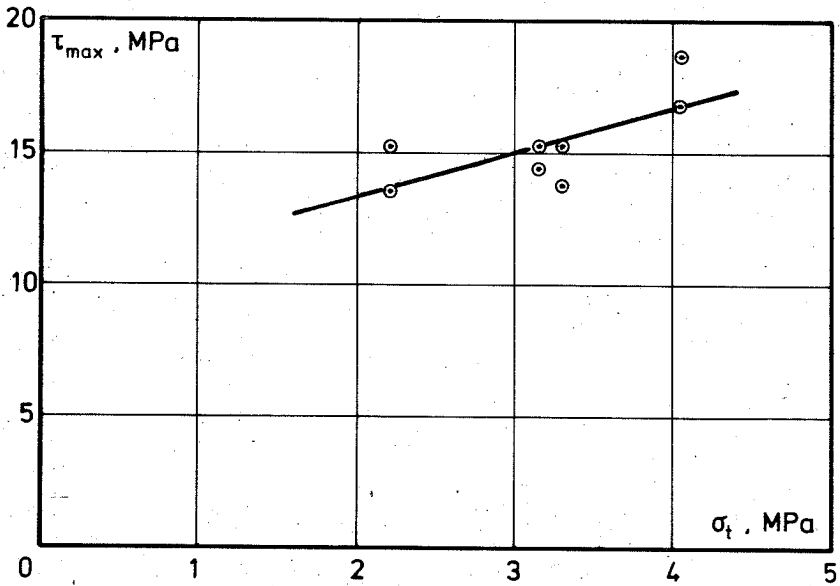
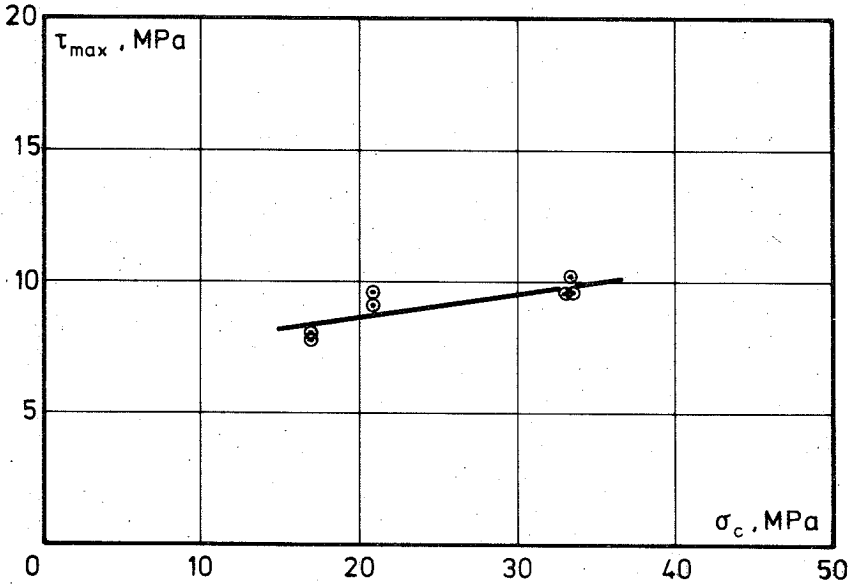
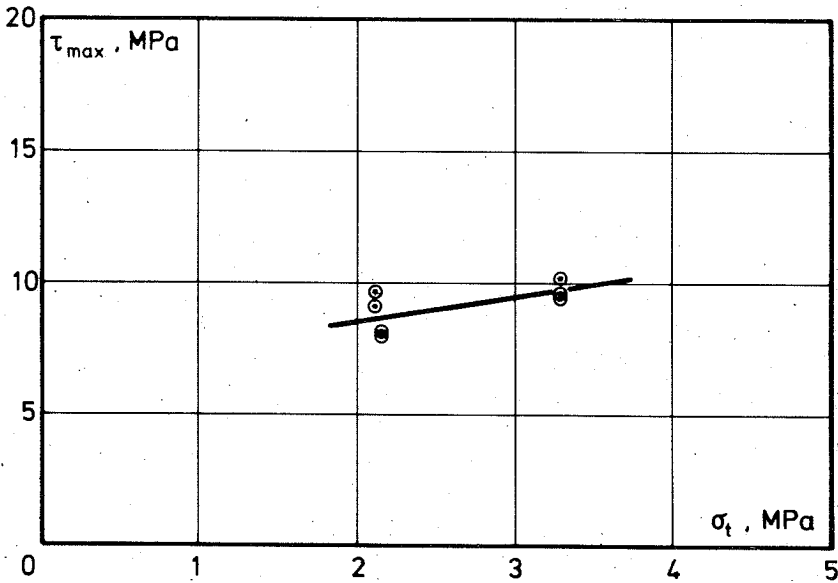


Fig. 1-8

SERIE 190



SERIE 190



SERIE 191

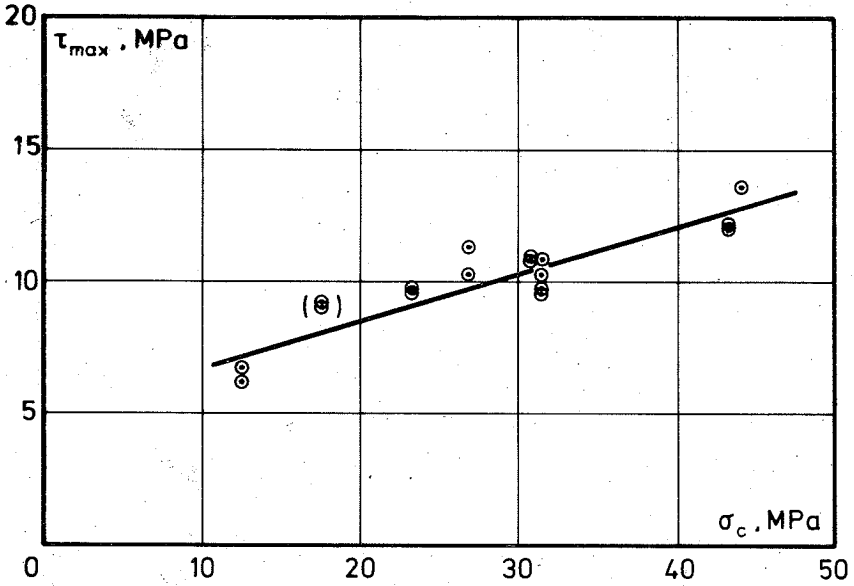


Fig. 1 - 11

SERIE 191

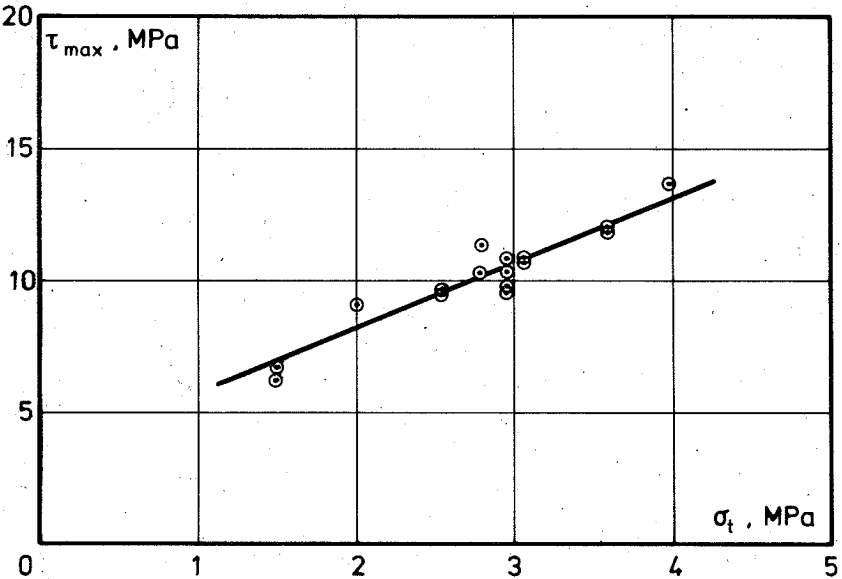


Fig. 1 - 12

SERIE 192

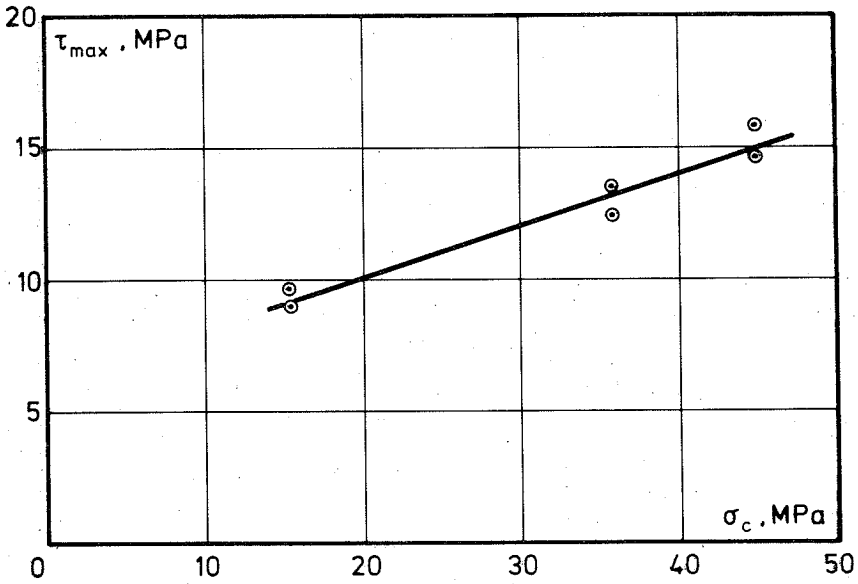


Fig. 1 - 13

SERIE 192

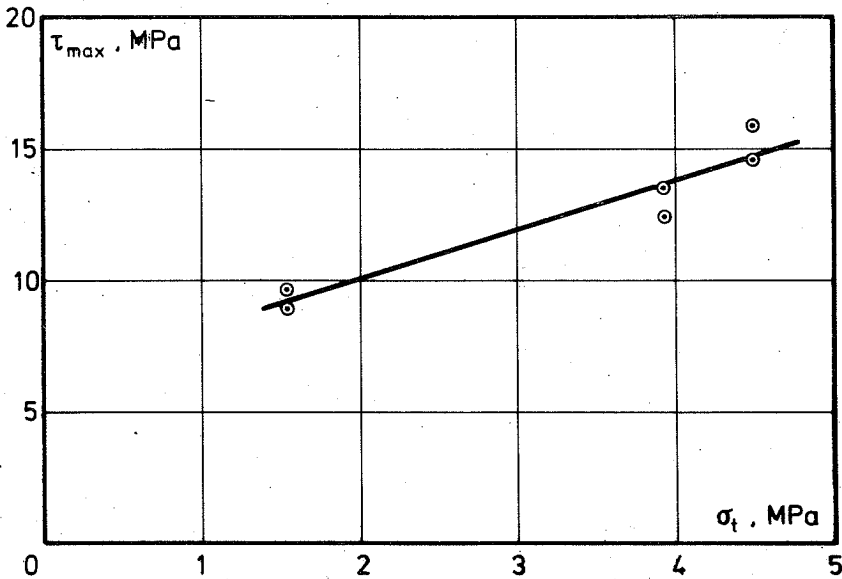


Fig. 1 - 14

SÉRIE 261

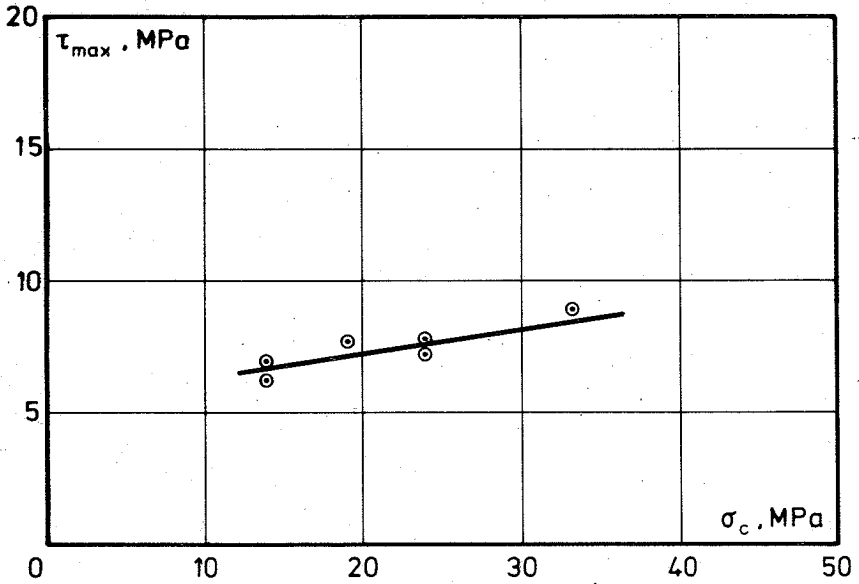


Fig. 1 - 15

SÉRIE 261

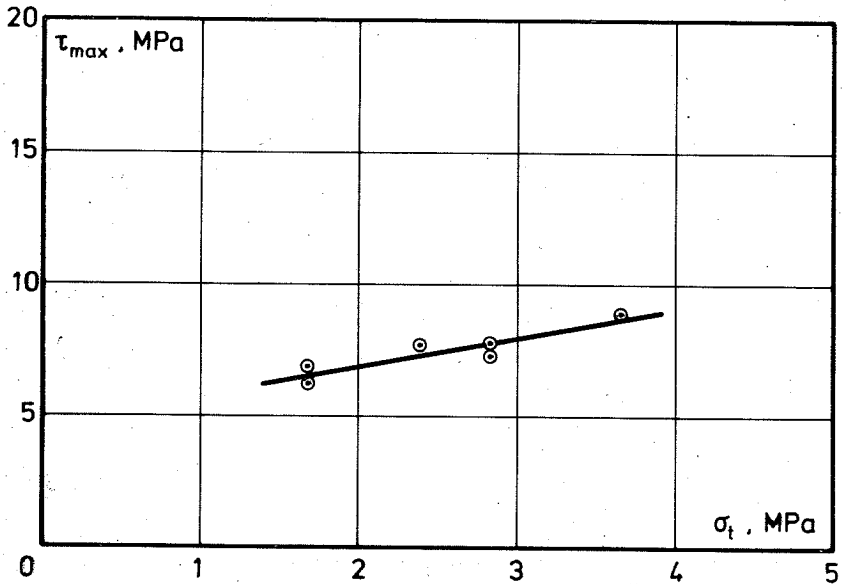
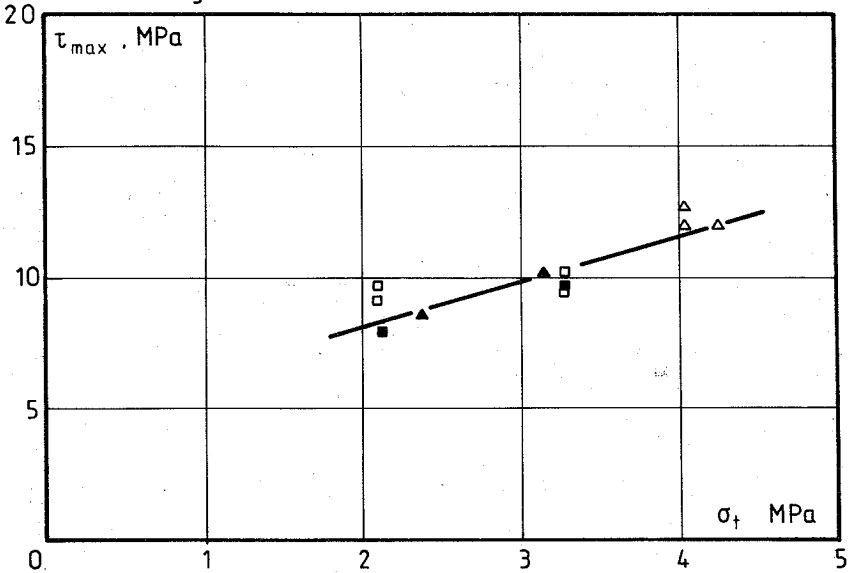


Fig. 1 - 16

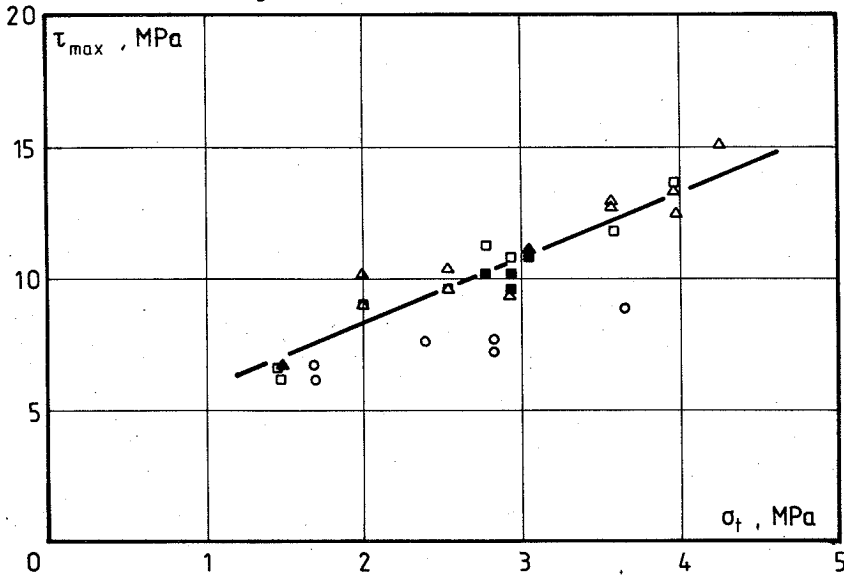


△ Resultat fra serie 130. □ Resultat fra serie 190.

▲ og ■ Sammenfaldende resultater

Fig. 2-1

SERIE 131, 191 og 261.

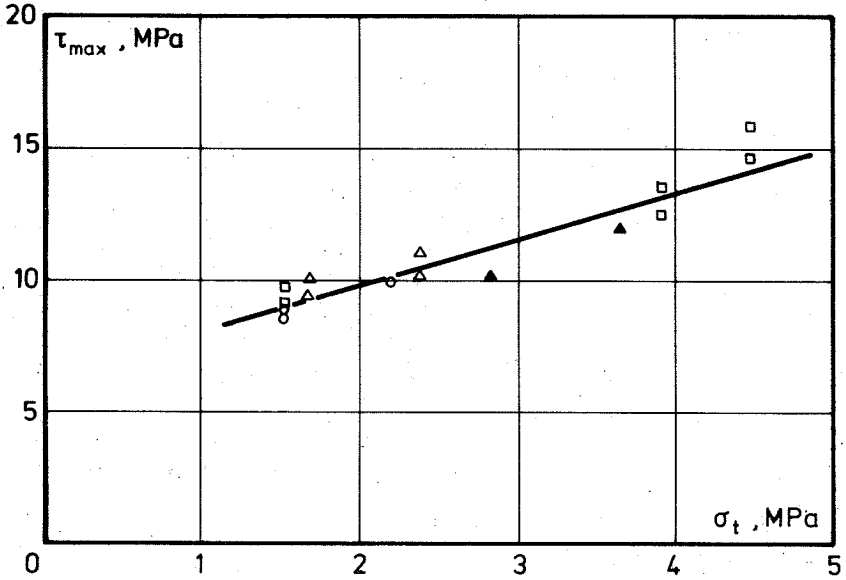


△ Resultat fra serie 131. □ Resultat fra serie 191.

○ Resultat fra serie 261. ▲ og ■ Sammenfaldende resultater.

Fig. 2-2

SERIE 132, 192 og 262



△ : Serie 132. □ : Serie 192. ○ : Serie 262.

▲, ■ og ● : Sammenfaldende resultater.

Fig. 2-3

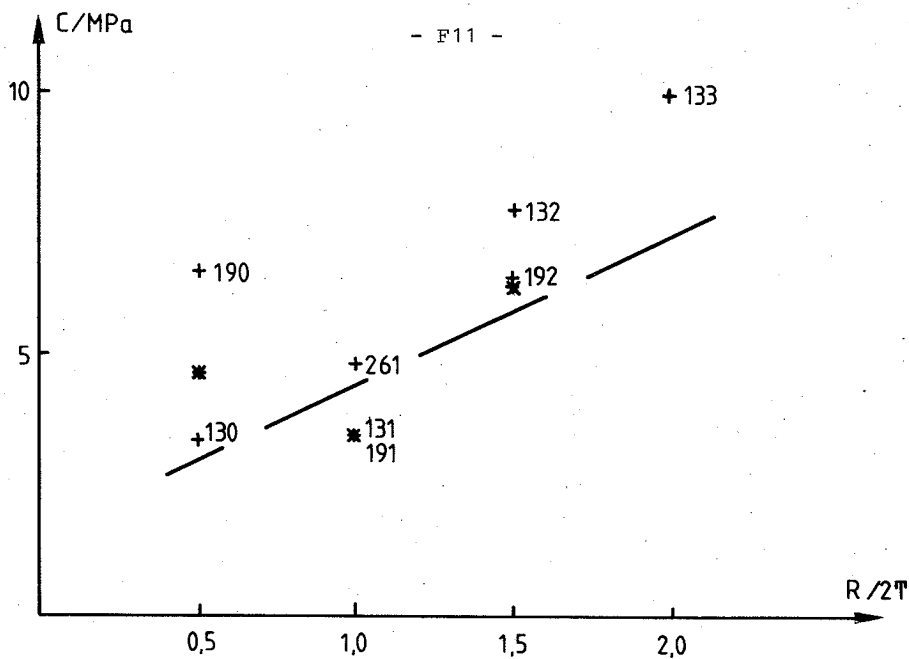


Fig. 3-1

* sammenfaldende resultater

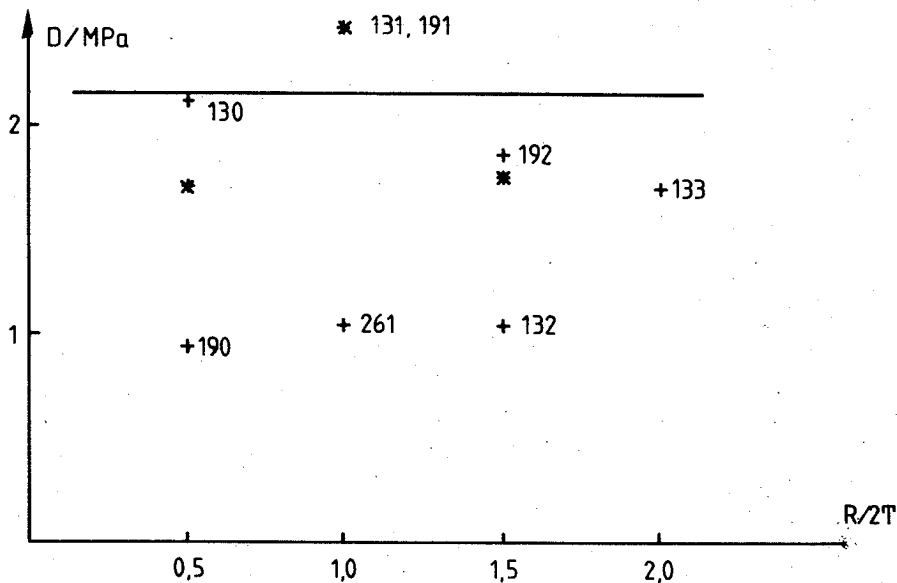


Fig. 3-2

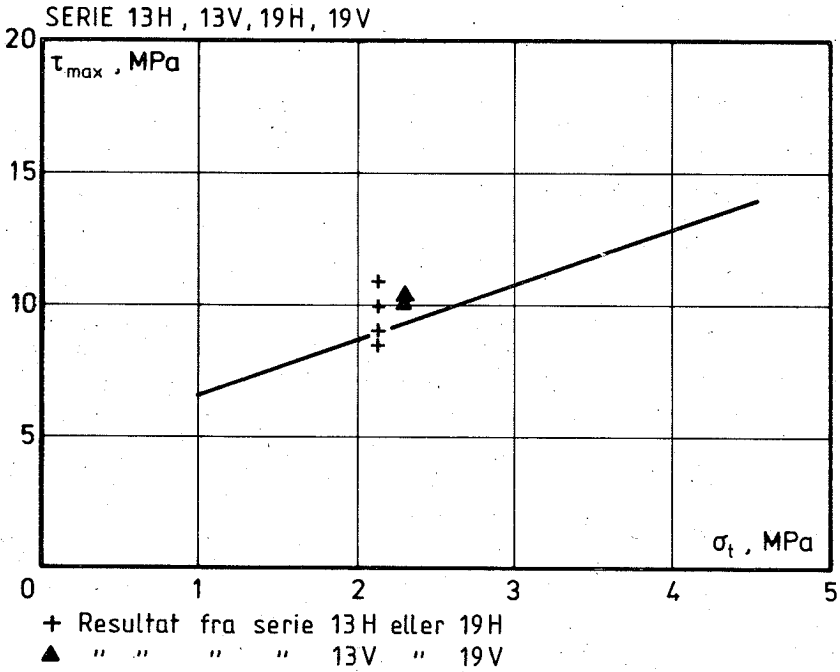


Fig. 4 - 1

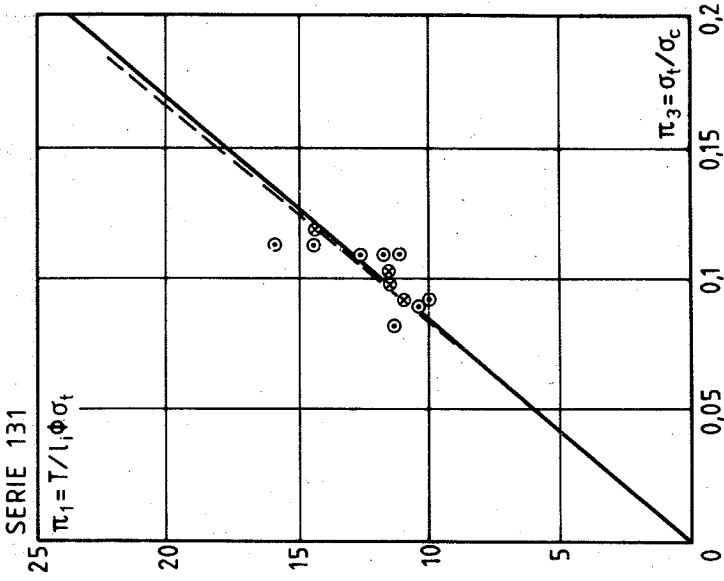


Fig. 5-2

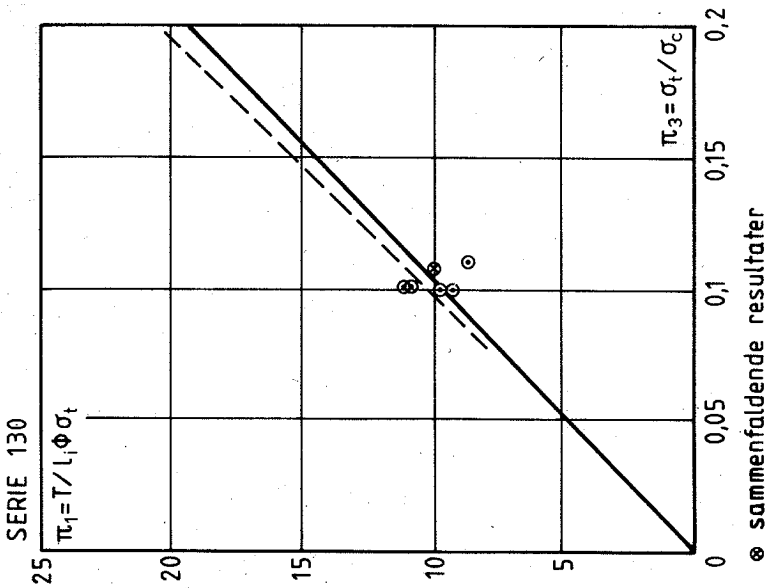


Fig. 5-1

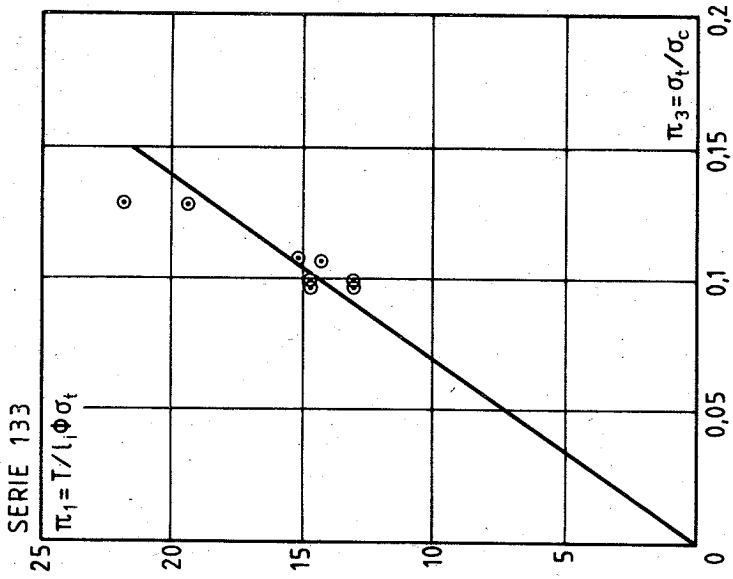


Fig. 5-4

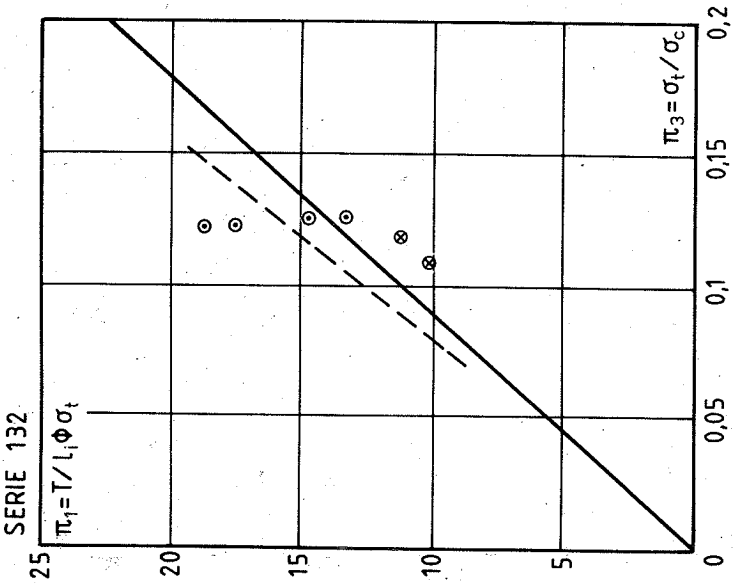
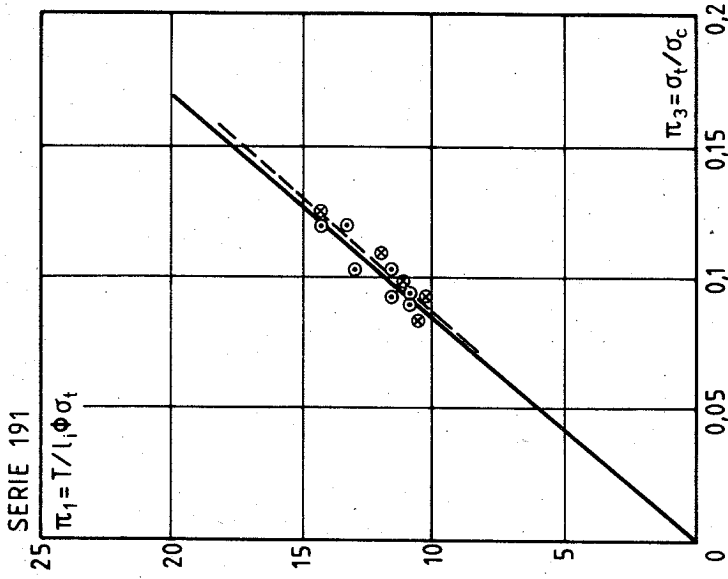
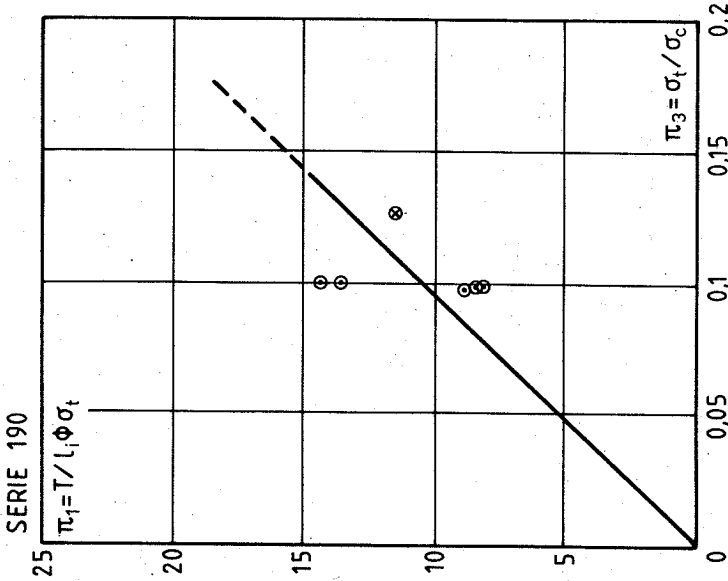


Fig. 5-3



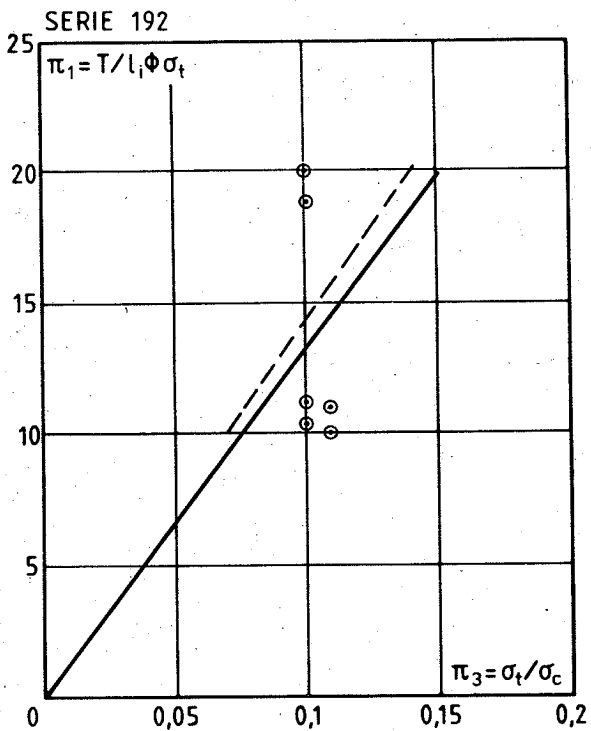
⊗ sammenfaldende resultater

Fig. 5-6



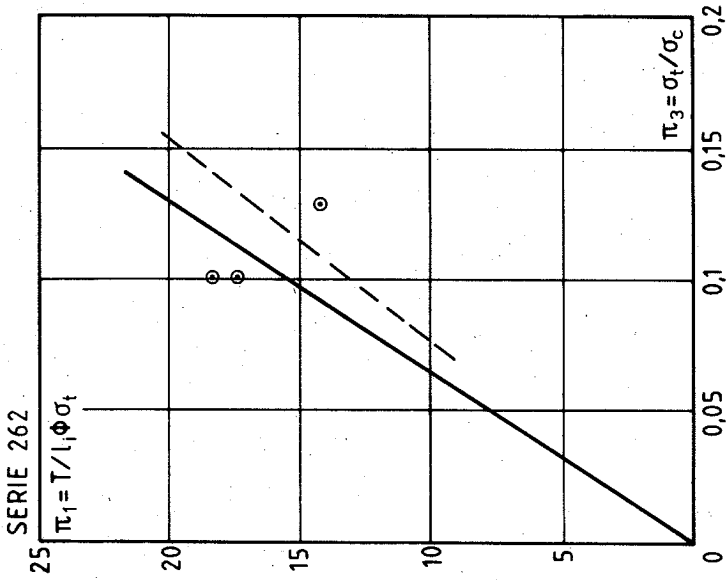
⊗ sammenfaldende resultater

Fig. 5-5



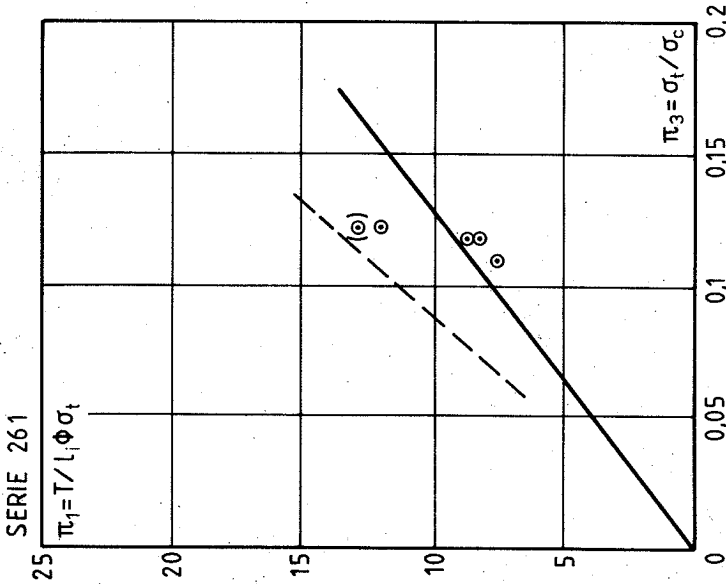
⊗ sammenfoldende resultater

Fig. 5-7



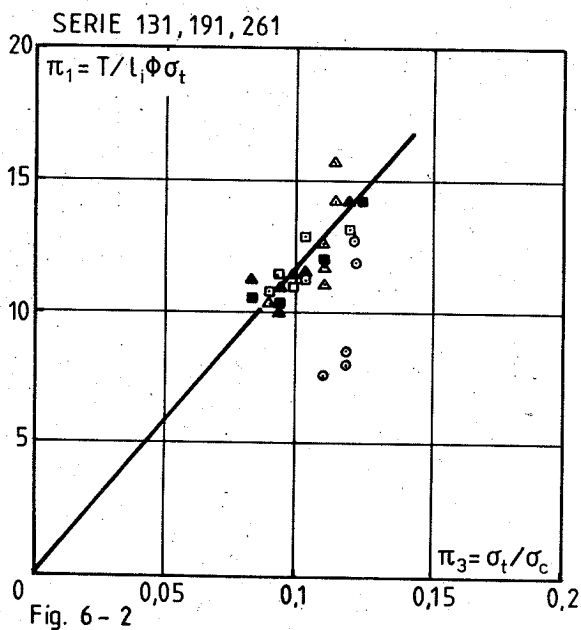
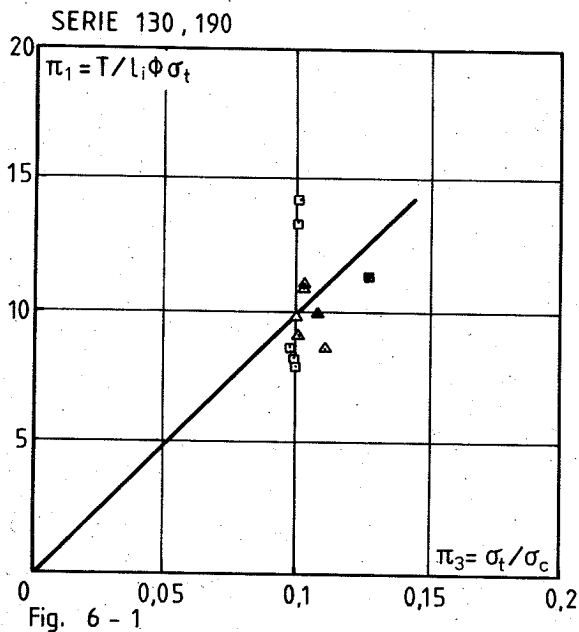
⊙ sammenfaldende resultater

Fig. 5-9

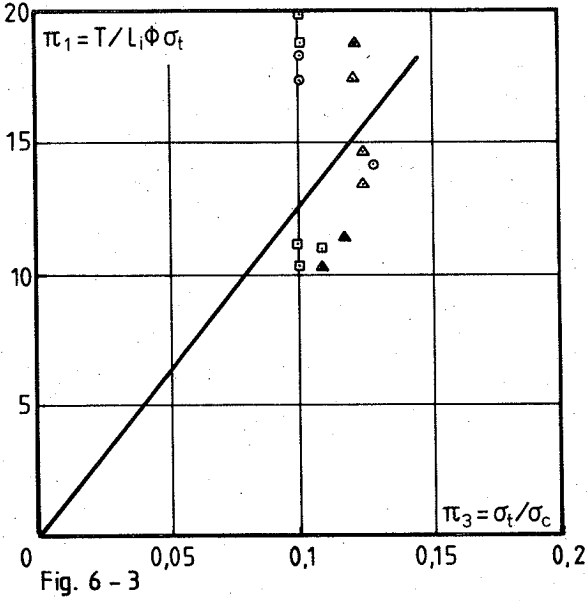


⊙ sammenfaldende resultater

Fig. 5-8



SERIE 132, 192, 262



- △ Resultat fra serie 132
- Resultat fra serie 192
- Resultat fra serie 262
- ▲ Sammenfaldende resultater

Fig. 6 - 3

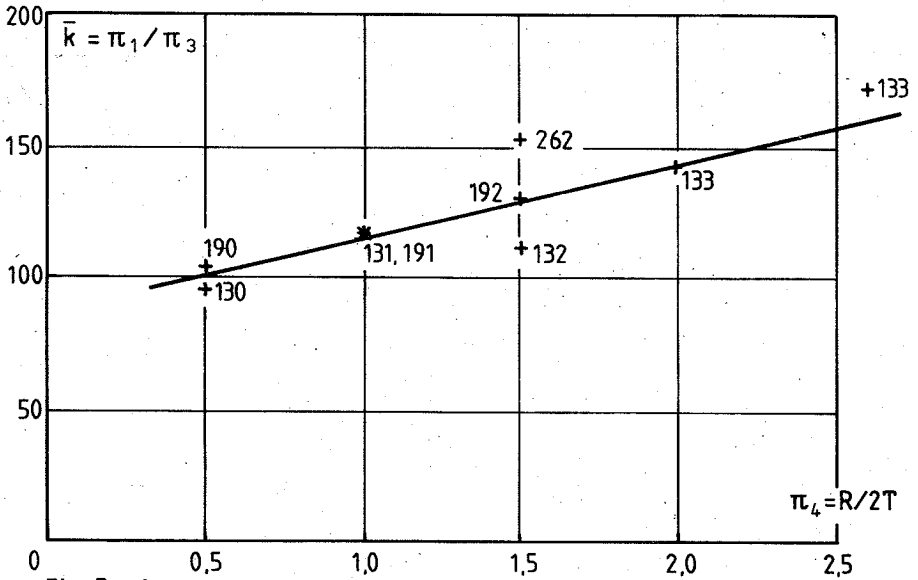


Fig. 7 - 1

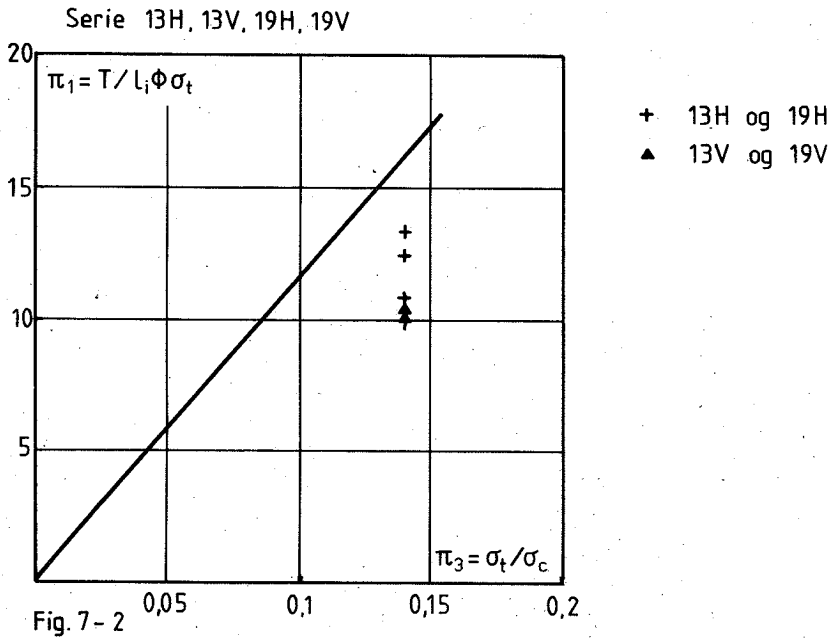


Fig. 7-2

SERIE 13M

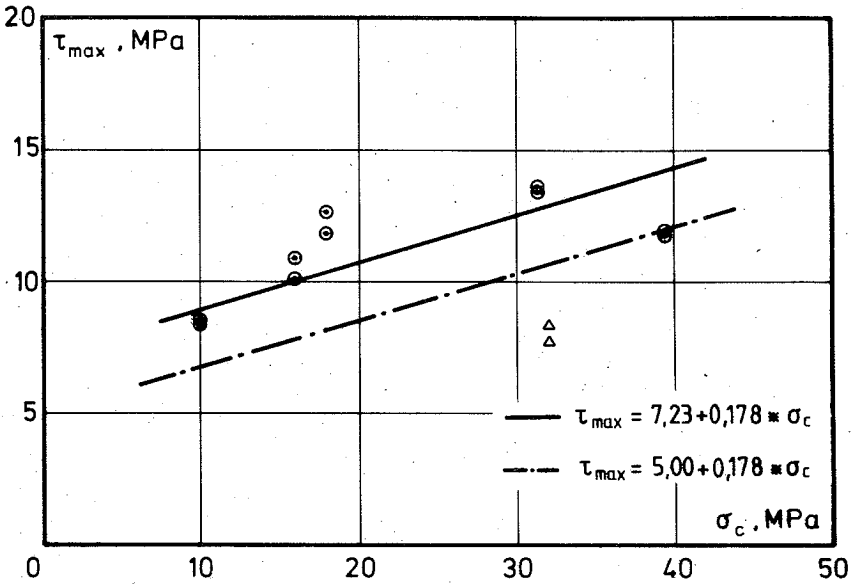


FIG. 8-1

SERIE 13M

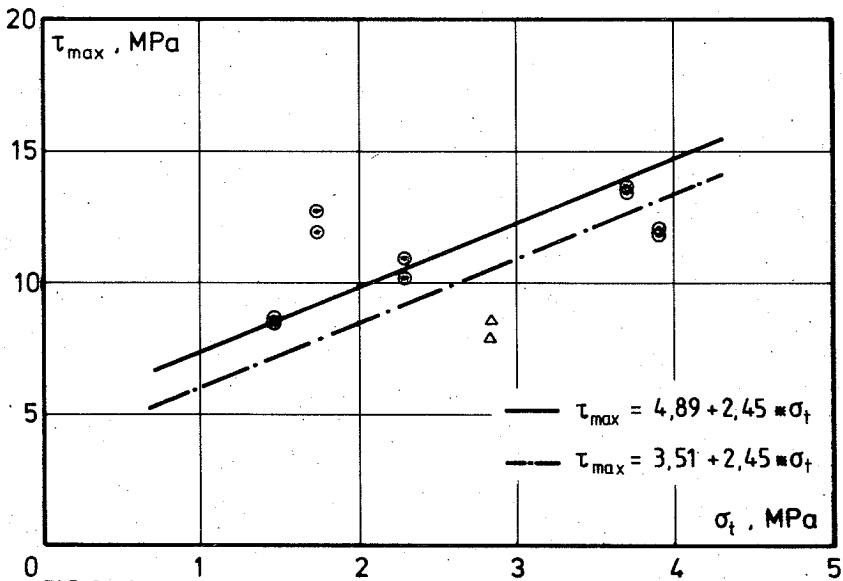


FIG. 8-2

SÉRIE 13 S

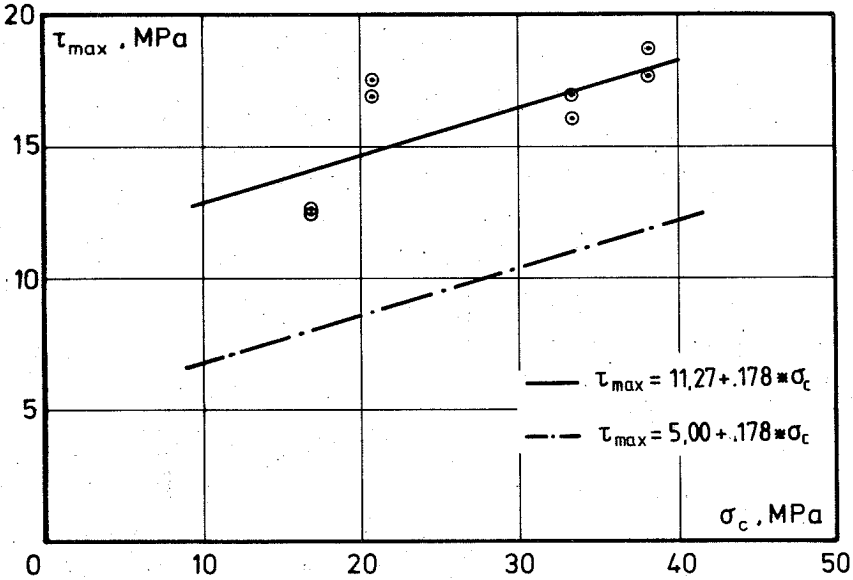


FIG. 8-3

SÉRIE 13 S

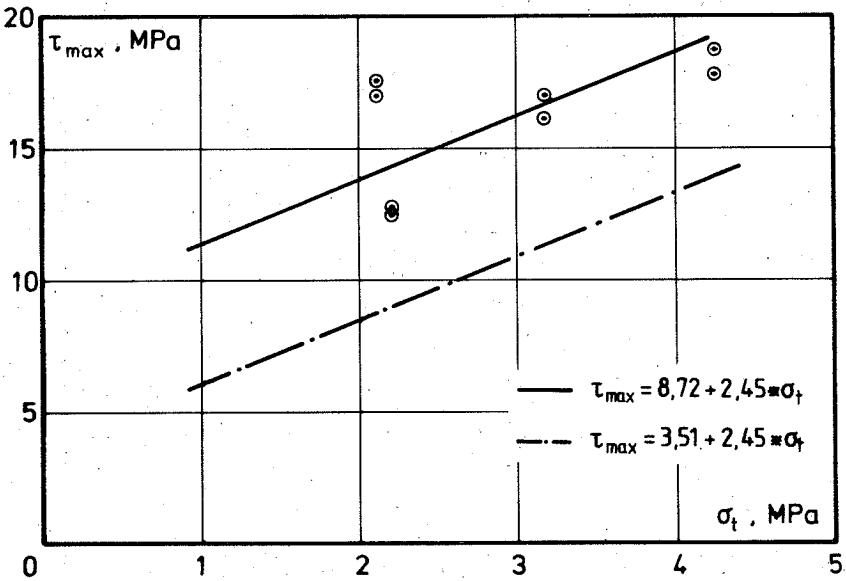


FIG. 8-4

SERIE 19 M

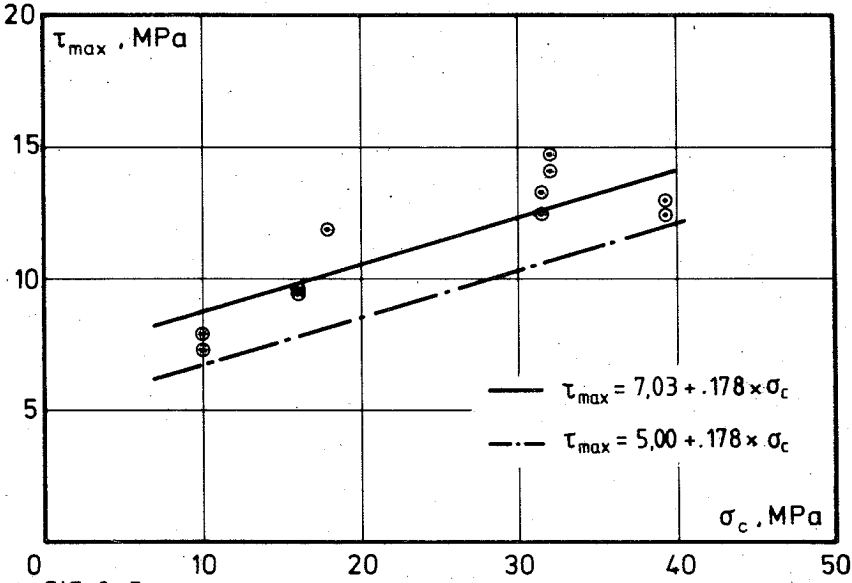


FIG. 8-5

SERIE 19 M

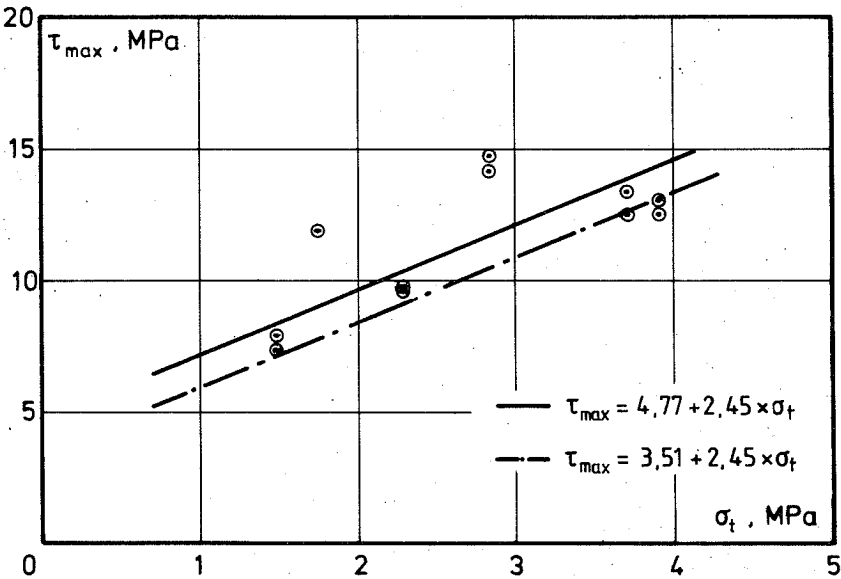


FIG. 8-6

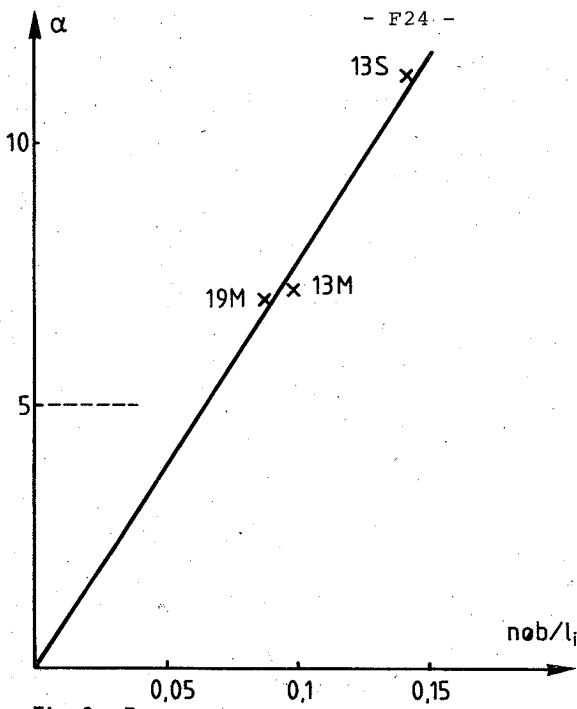


Fig. 8 - 7

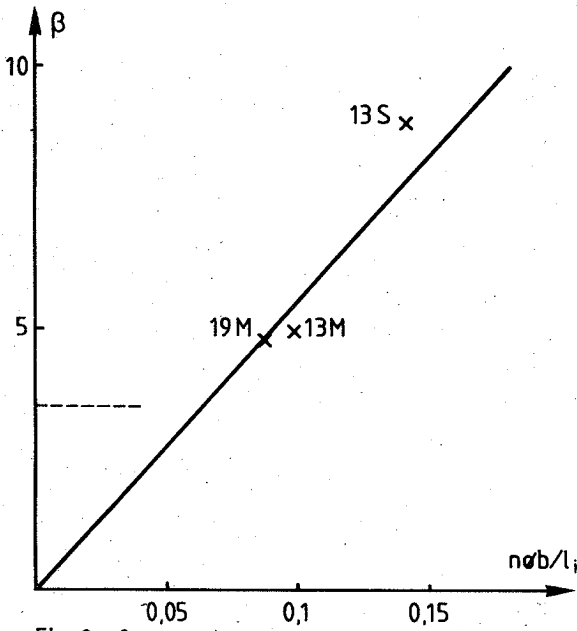


Fig. 8 - 8

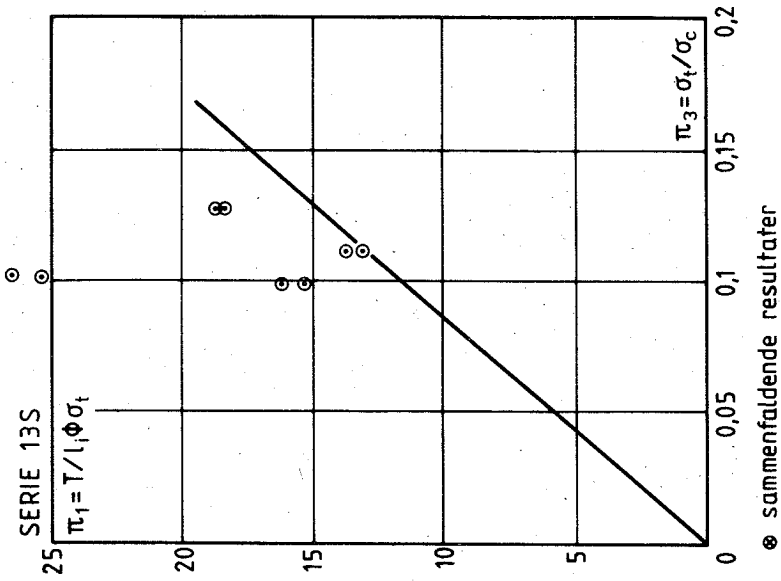


Fig. 8 - 10

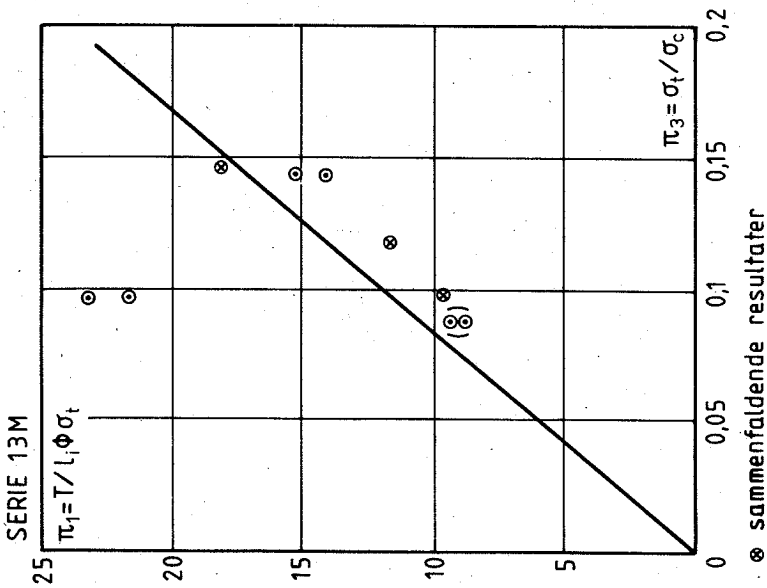
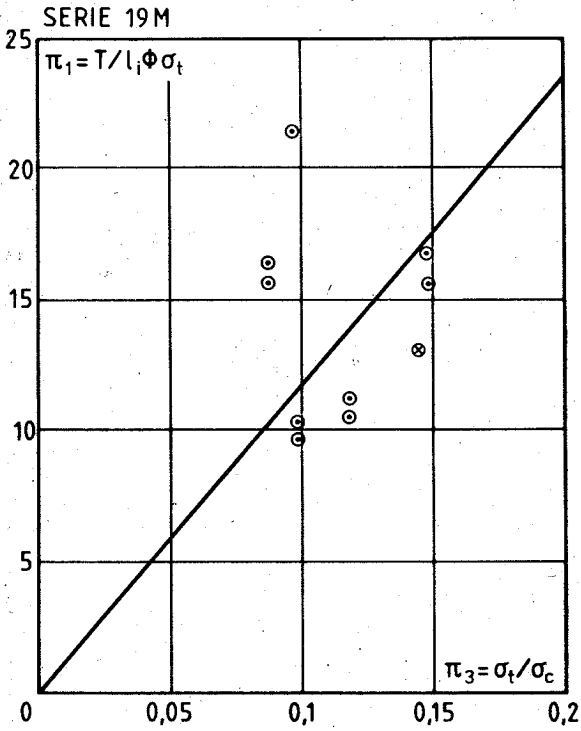


Fig. 8 - 9



⊙ sammenfoldende resultater

Fig. 8-11.

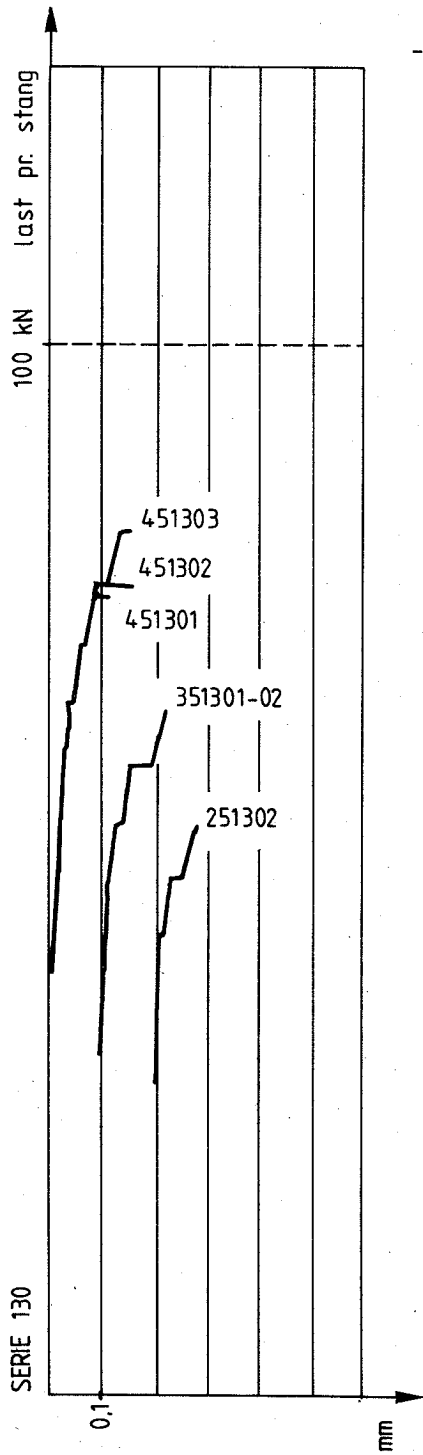


Fig. 9-1.

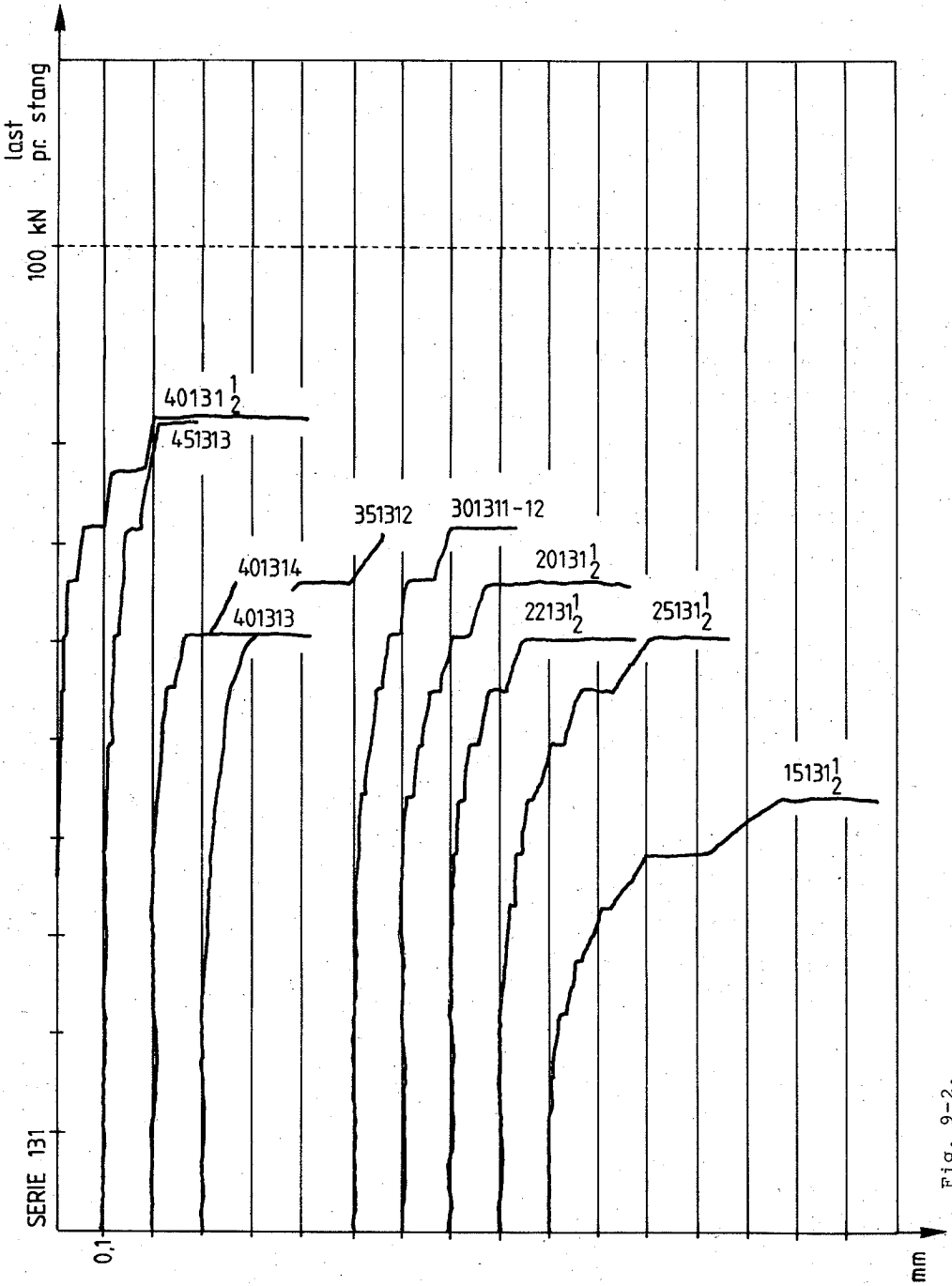


FIG. 9-2.

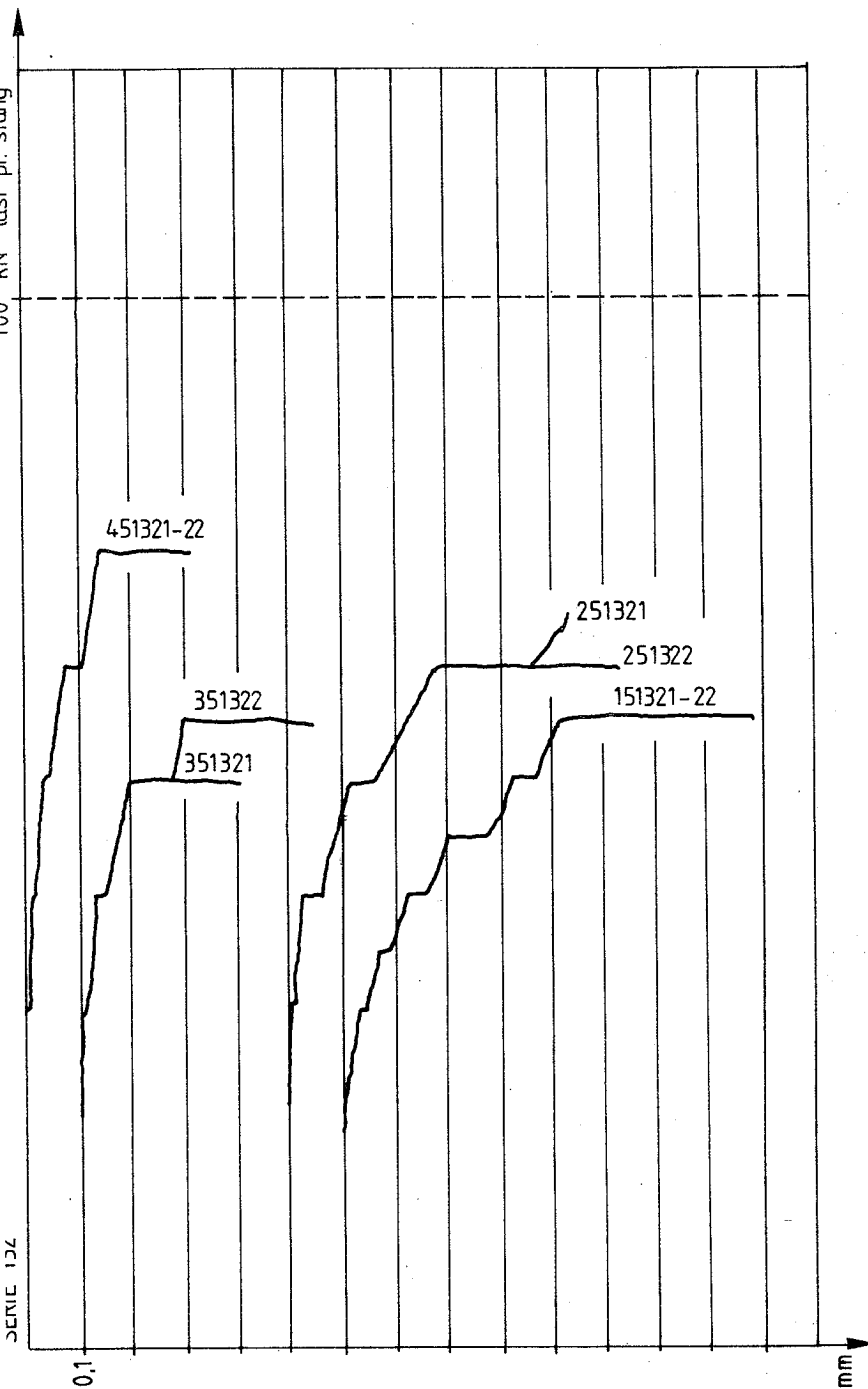


Fig. 9-3.

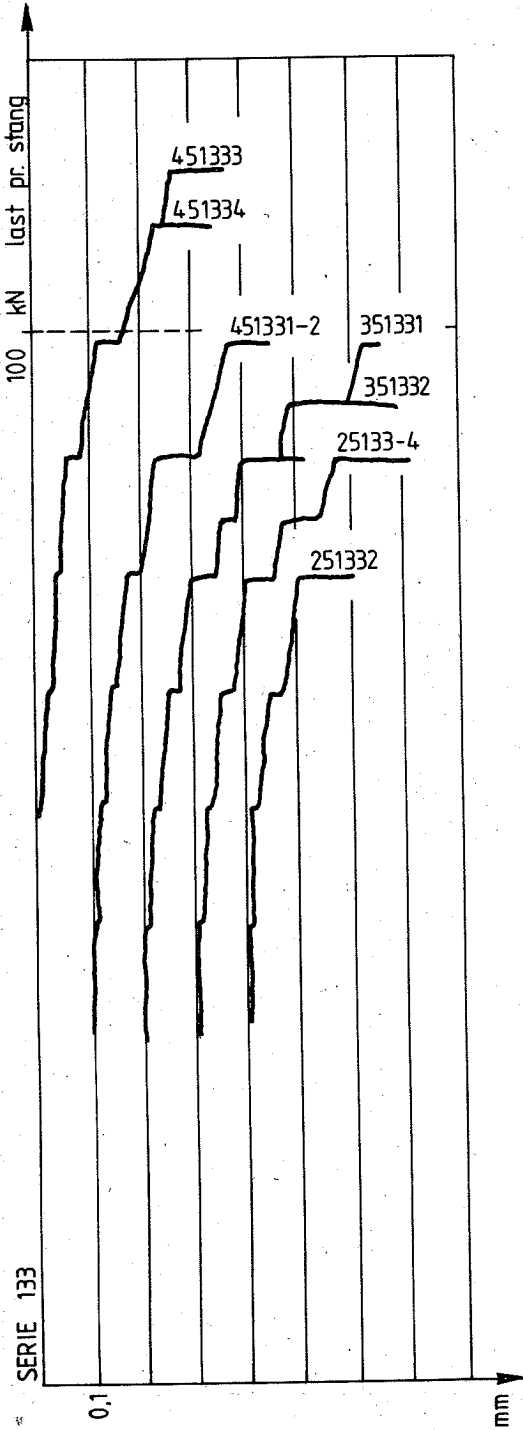


Fig. 9-4.

last pr.
stang

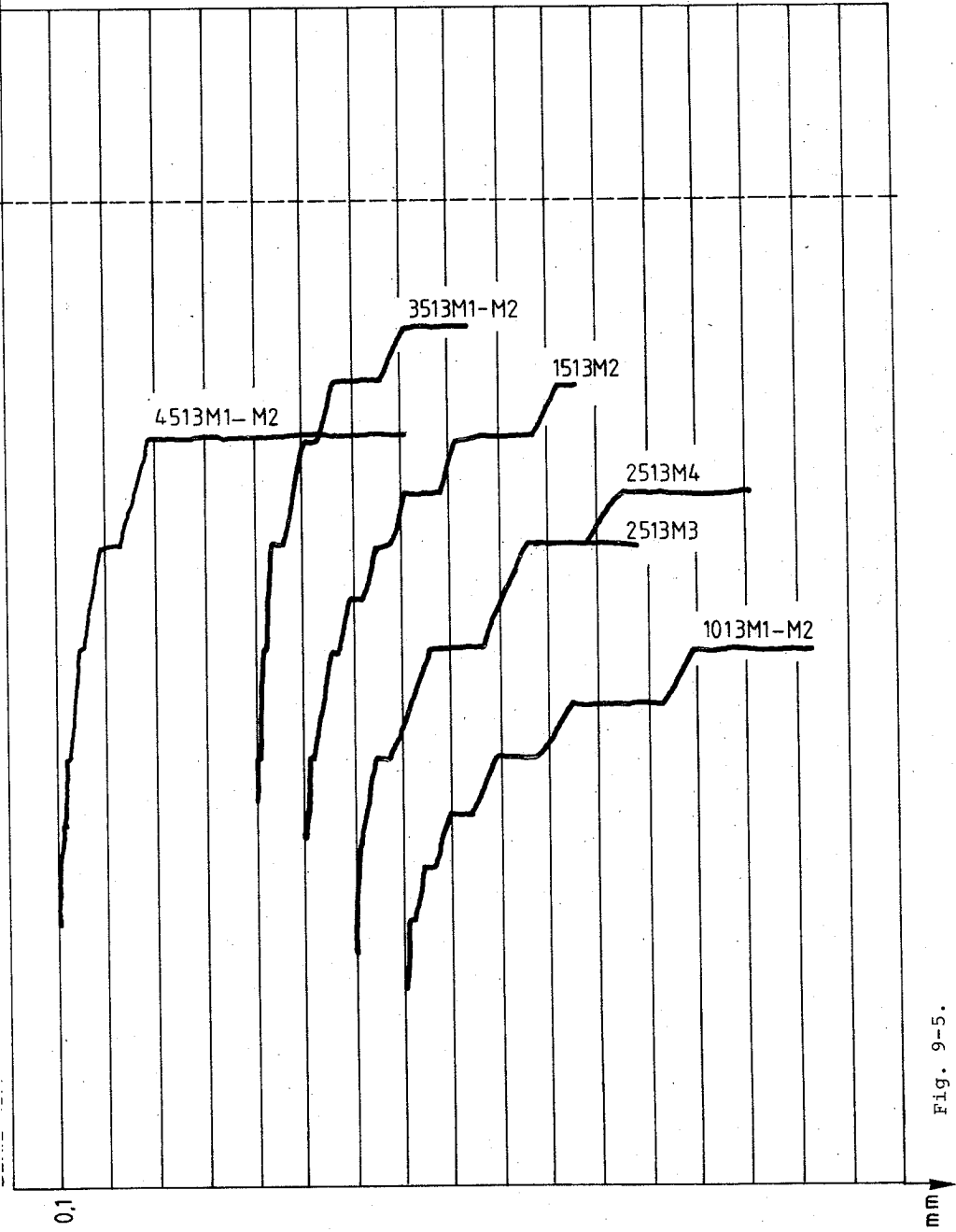


Fig. 9-5.

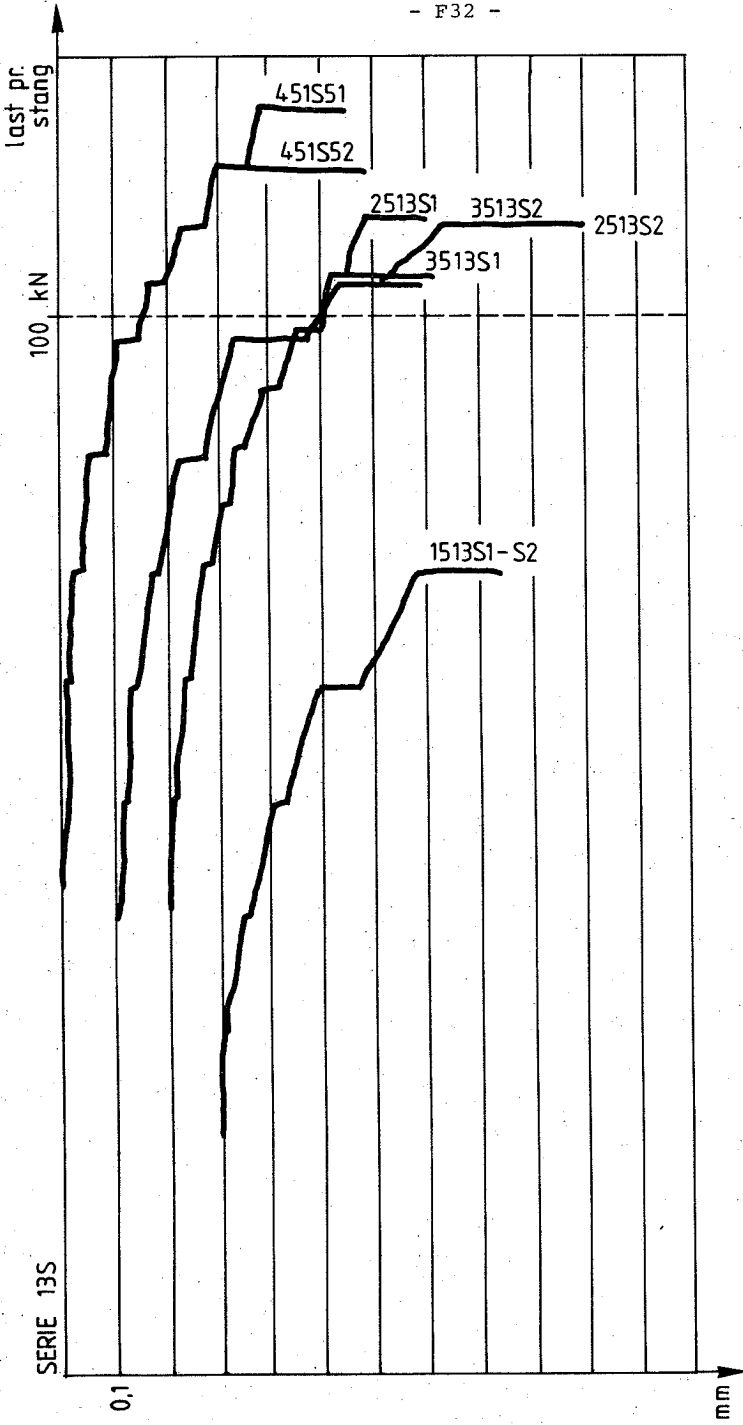


Fig. 9-6.

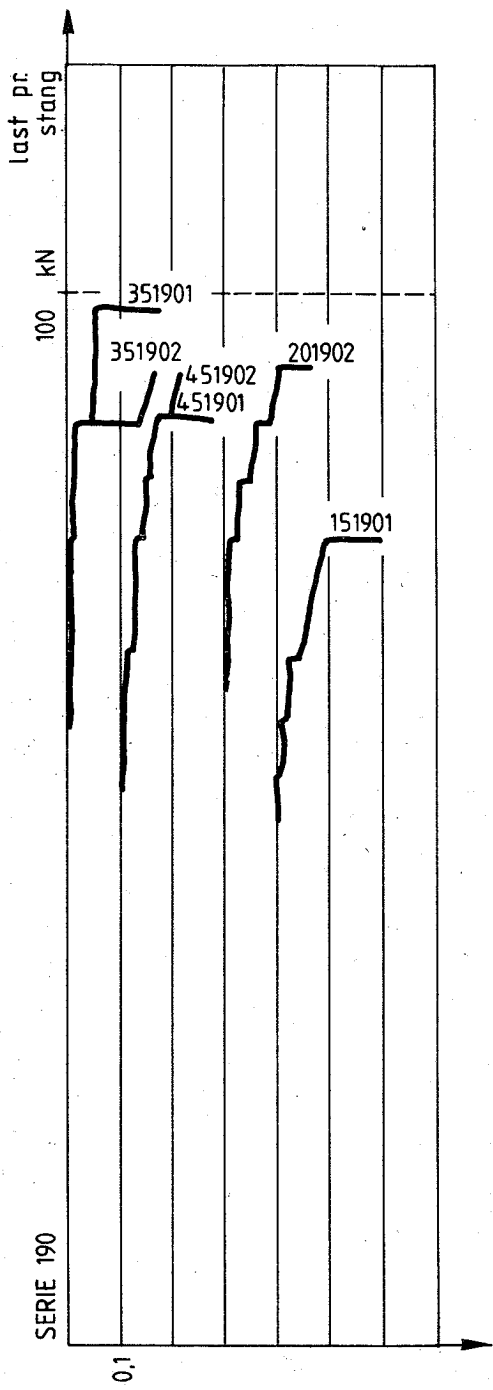
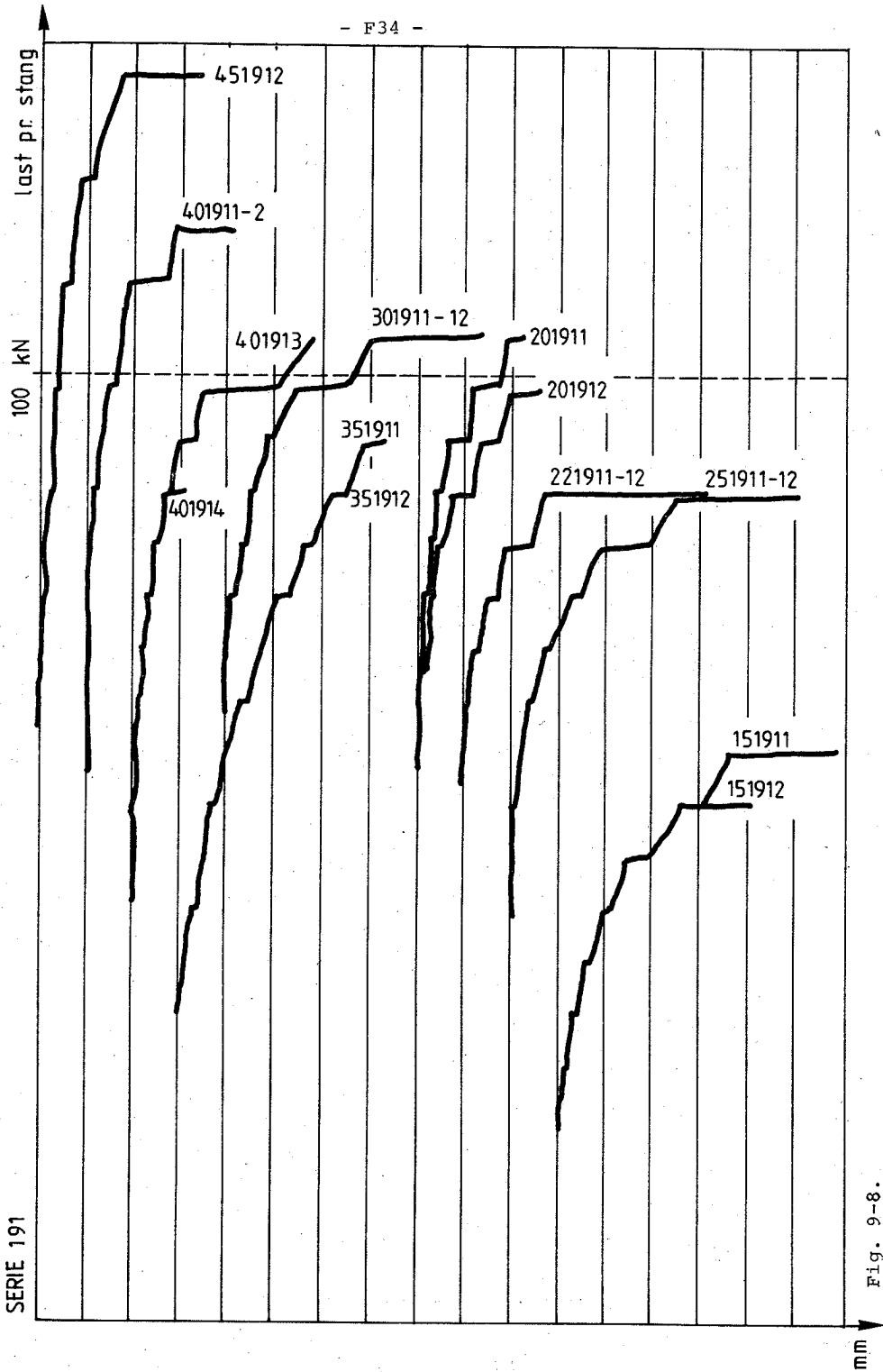


Fig. 9-7.



SERIE 191

Fig. 9-8.

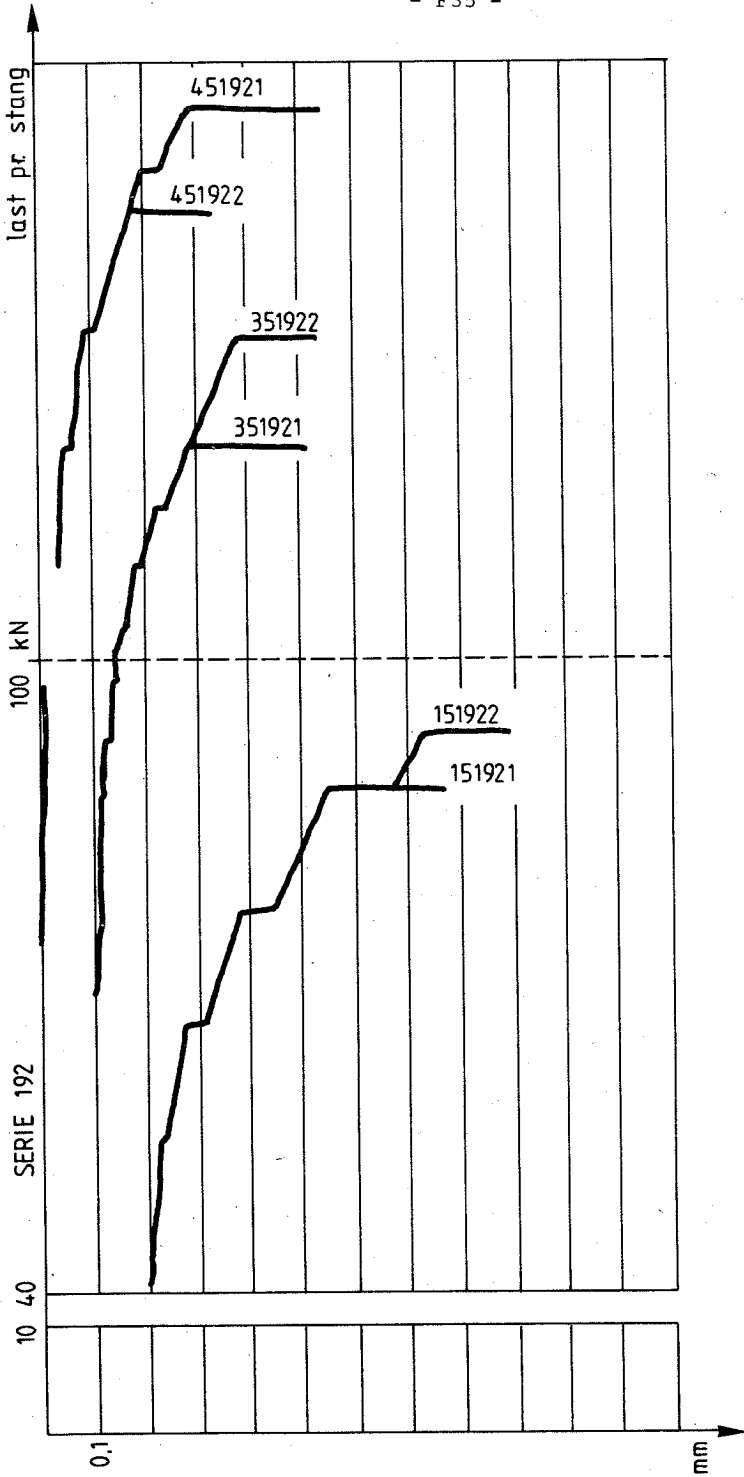


Fig. 9-9.

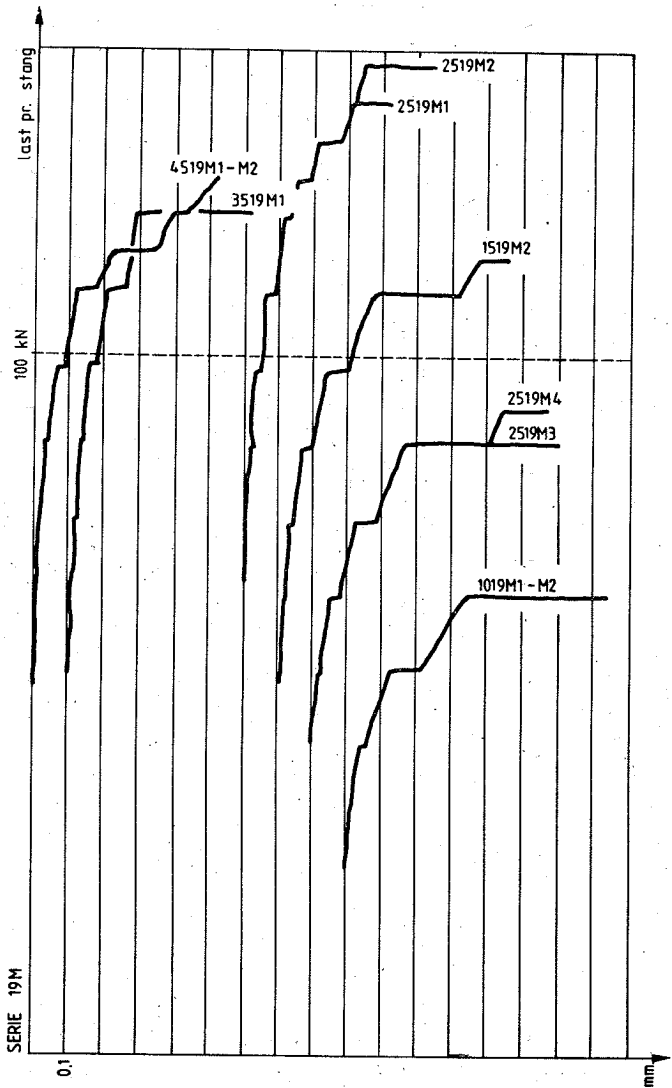


Fig. 9-10.

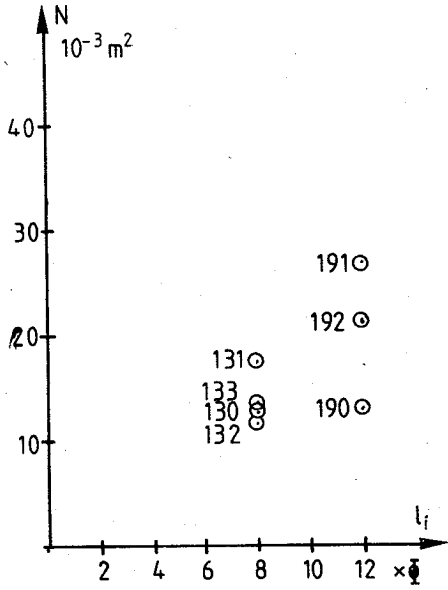
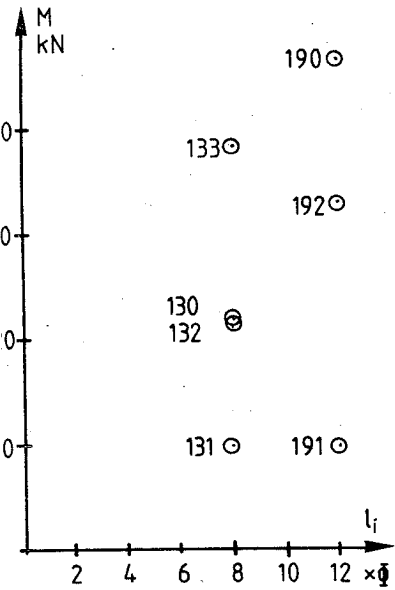


Fig. 9-11.

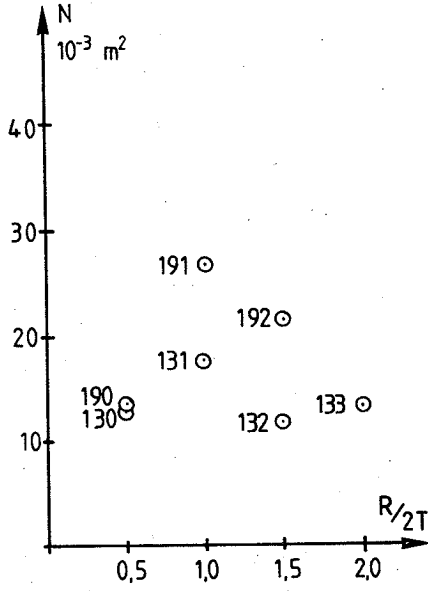
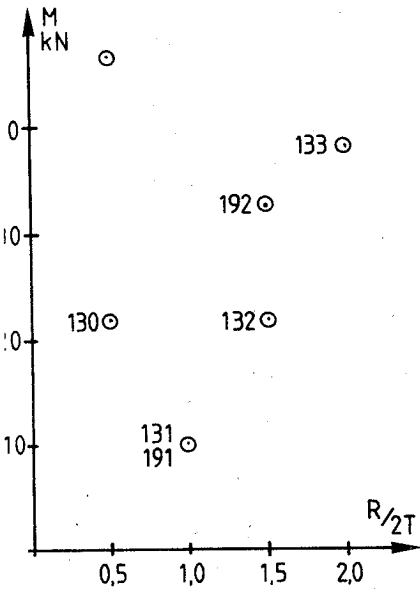


Fig. 9-12.

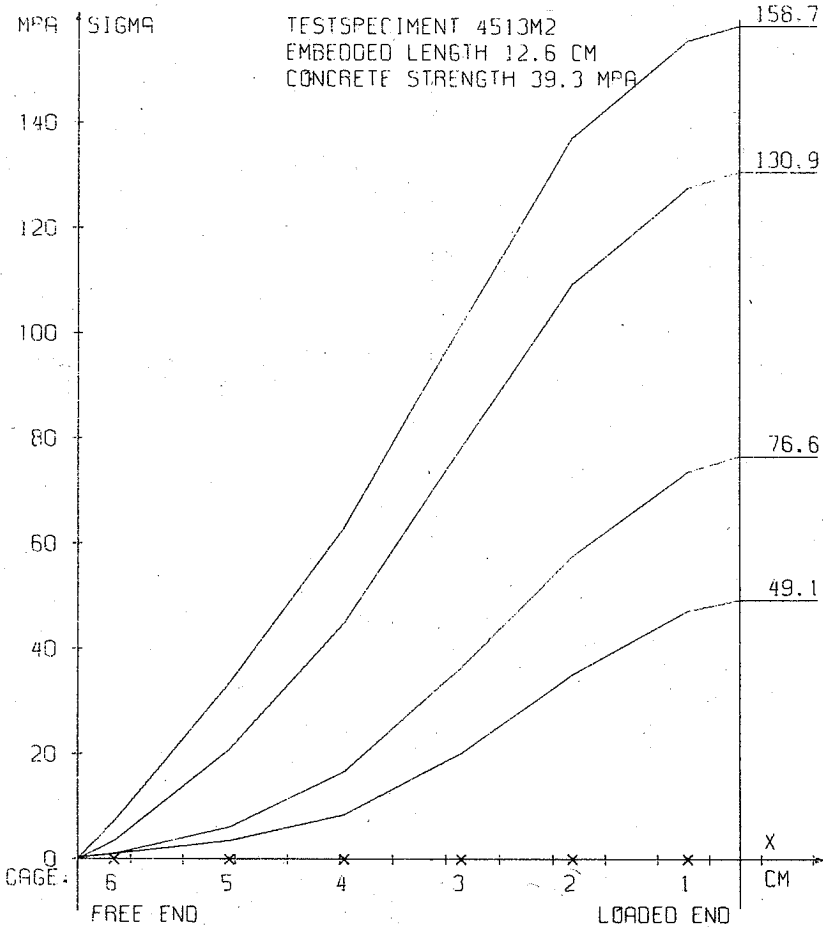


Fig. 10-1.

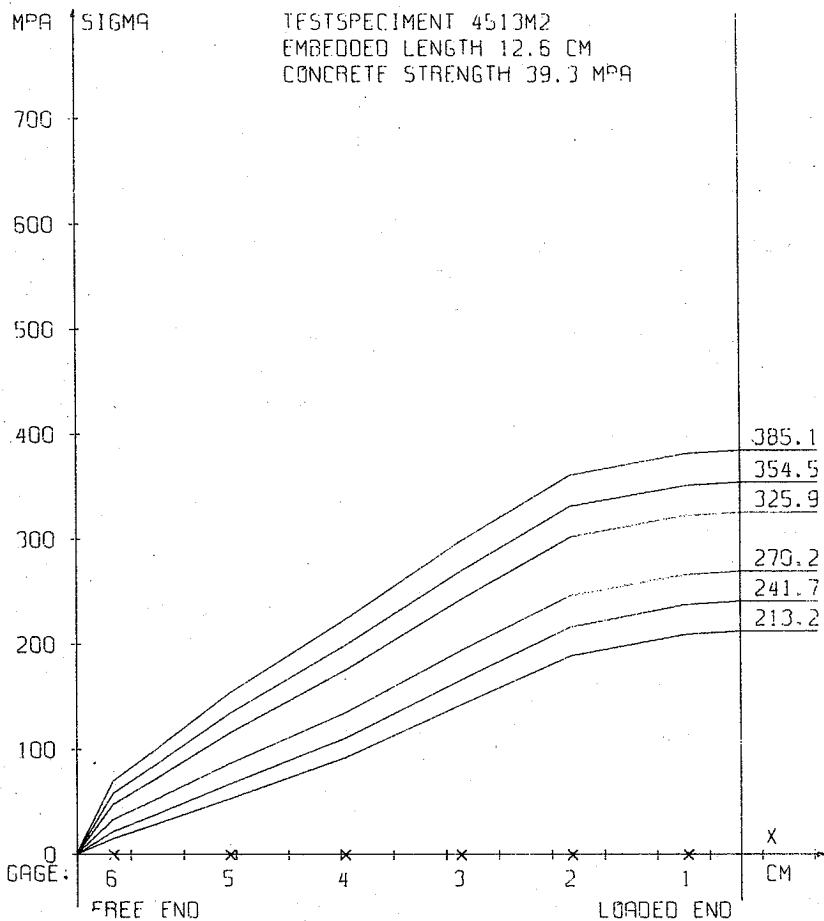


Fig. 10-2.

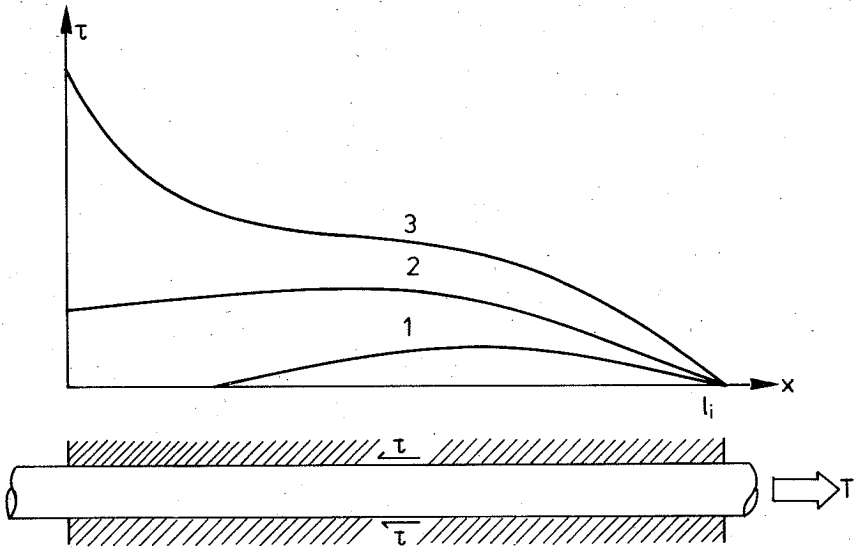


Fig. 10-3.

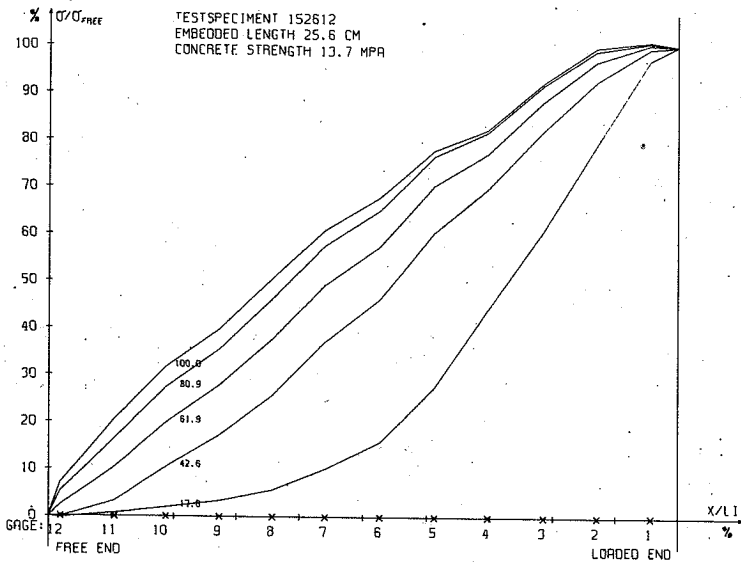
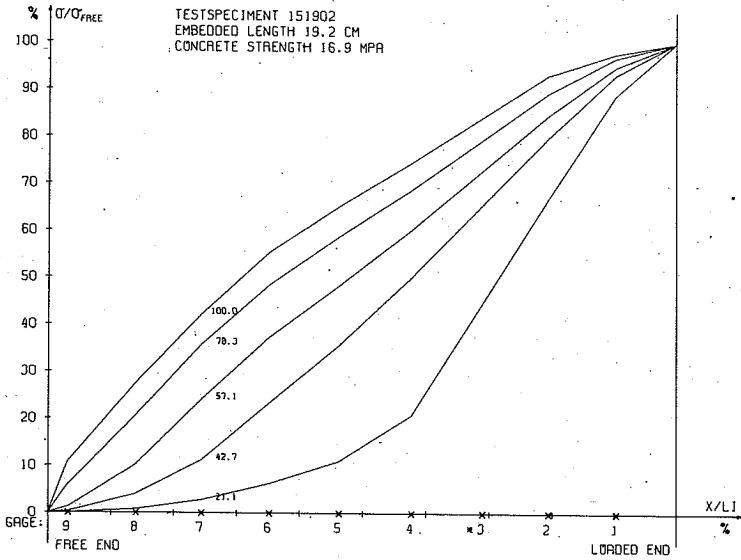


Fig. 10-4.

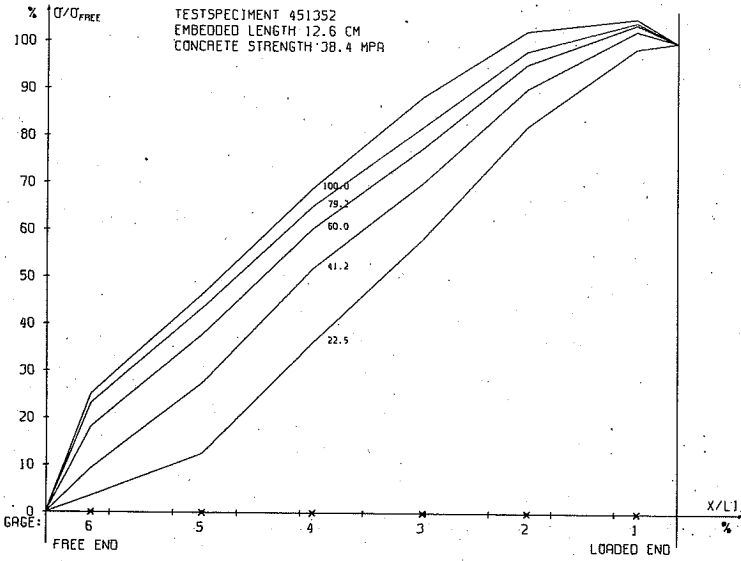
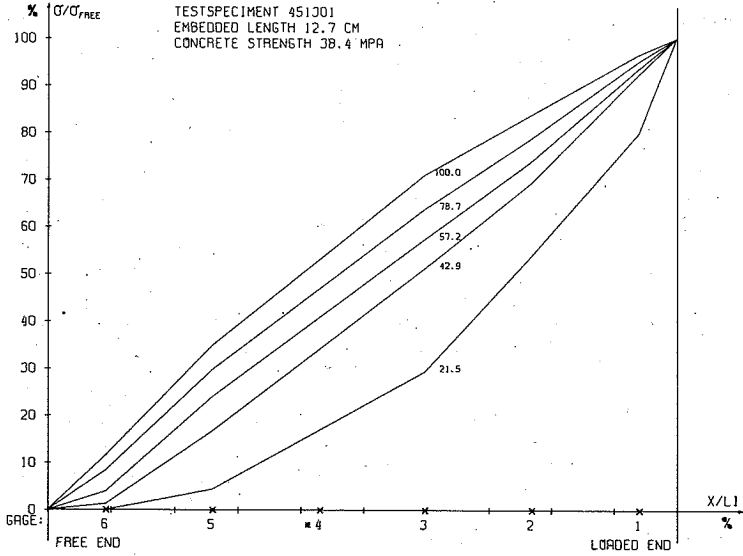


Fig. 10-5.

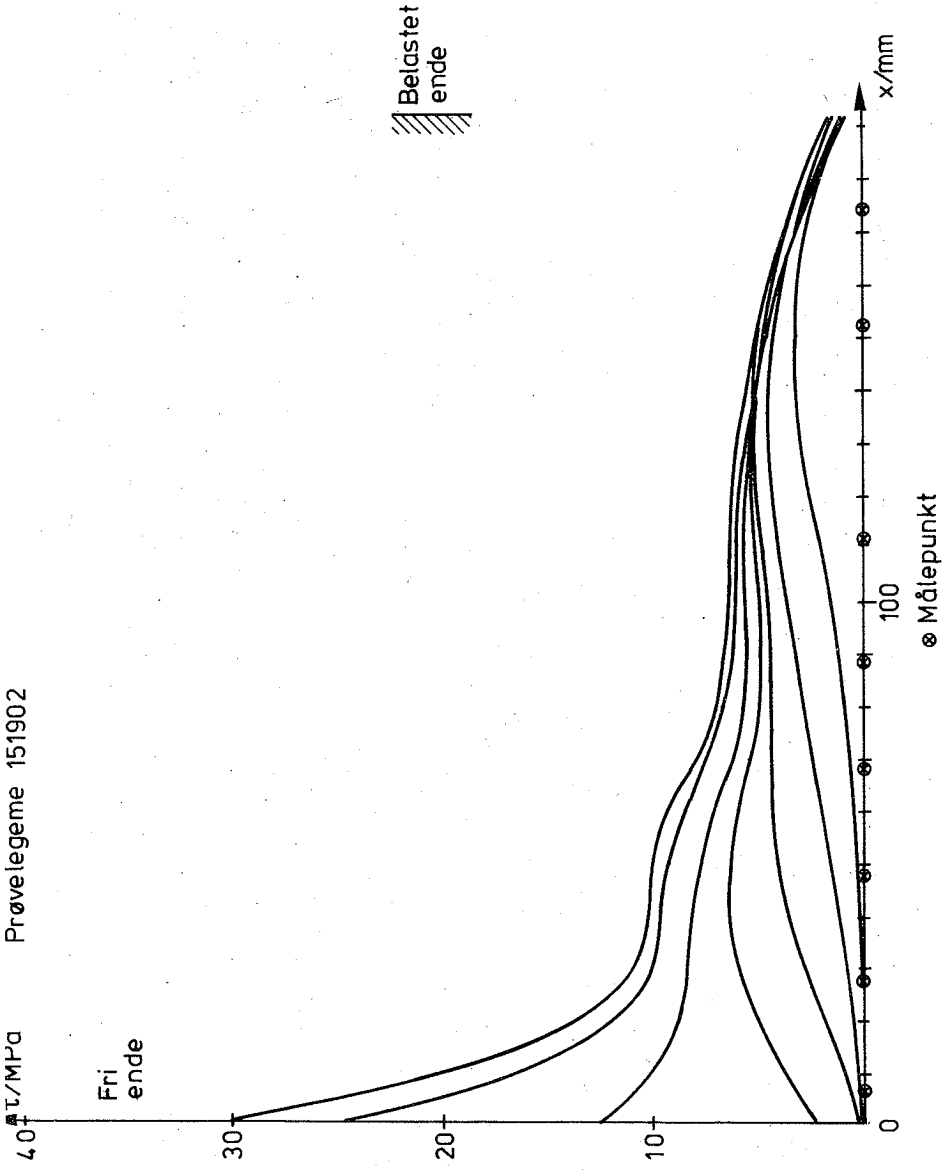


Fig. 10-6.

Prøvelegeme 4513M2

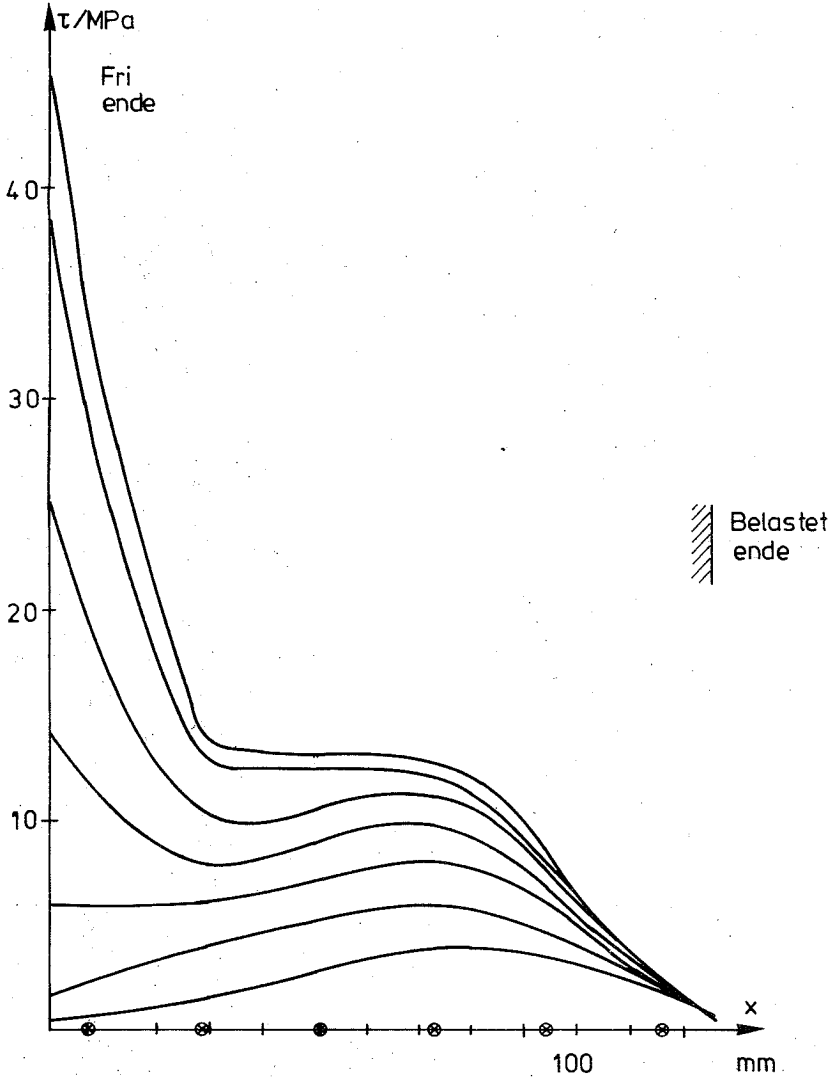


Fig. 10-7.

⊗ Målepunkt

AFDELINGEN FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

Department of Structural Engineering
Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby

Serie R

(Tidligere: Rapporter)

- R 104. ANDERSEN, ERIK YDING: Konstruktionsovervågning med akustisk emission. Prøvebelastning af landevejsbro. 1979.
- R 105. FREDSGAARD, SØREN SKYTTE: Ligevægtselementer i de finite elementers metode. Formulering og beregningsgang. 1979.
- R 106. AGERSKOV, HENNING: Tests on high-strength bolted T-stub connections. 1979.
- R 107. KIRK, JENS: Direkte beregning af imperfekte skalkonstruktioner. 1979.
- R 108. Resumeoversigt 1978. Summaries of papers 1978. 1979.
- R 109. BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Stress analysis of concrete sections under service load. 1979.
- R 110. BRÆSTRUP, M.W.: Effect of main steel strength on the shear capacity of reinforced concrete beams with stirrups. 1979.
- R 111. BRINCKER, RUNE: Murede vægges tværbæreevne. En undersøgelse af murværks fysiske egenskaber. 1979.
- R 112. GIMSING, NIELS J.: Analytisk undersøgelse af materialforbruget for plane kabelsystemer med ensformig fordelt belastning. 1979.
- R 113. MADSEN, HENRIK OVERGAARD: Load models and load combinations. 1979.
- R 114. RIBERHOLT, H. and P. HAUGE MADSEN: Strength distribution of timber structures. Measured variation of the cross sectional strength of structural lumber. 1979.
- R 115. PEDERSEN, MAX ELGAARD: En generel beregningsmetode for betontværsnit. 1980.
- R 116. PEDERSEN, MAX ELGAARD: Kipstabilitet af armerede betonbjælker. 1980. Uds.
- R 117. BRYDER, KAJ L.: Optimeringsmetoder for 2-dimensionale legemer af ideal-plastisk materiale. 1980.
- R 118. DUKOW, EWTIM N.: Optimale Projektierung von vorgespannten Brückenträgern. 1980.
- R 119. PEDERSEN, HENNING: Optimering af jernbetonplader. 1980.
- R 120. BACH, FINN, M.P. NIELSEN and M.W. BRÆSTRUP: Shear tests on reinforced concrete T-beams. Series V, U, X, B and S. 1980.
- R 121. Resumeoversigt 1979. Summaries of papers 1979. 1980.
- R 122. NIELSEN, J.Aa., F. JOHNSEN og N.J. GIMSING: Trykkede pladefelters bæreevne. 1980.
- R 123. KRAGERUP, JAN: Undersøgelse af stålnormens metoder til bestemmelse af bæreevnen af geometrisk imperfekte stålsøjler. 1980.
- R 124. HANSEN, SVEND OLE: Vindbelastede skorstene. 1. del. Matematiske modeller. 1980. Uds.
- R 125. HANSEN, SVEND OLE: Vindbelastede skorstene. 2. del. Stignæns skorstenen. 1980. Uds.
- R 126. GIMSING, NIELS J.: Four papers on cable supported bridges. 1980.

- R 127. SVENSSON, SVEN EILIF og JAN KRAGERUP: Interaktiv bæreevne af sammensatte søjler. 1980.
- R 128. GIMSING, NIELS J. og JØRGEN GIMSING: Analysis of erection procedures for bridges with combined cable systems. Cable net bridge concept. 1980.
- R 129. ROSTAM, STEEN og EIGIL STEEN PEDERSEN: Partially prestressed concrete bridges. Danish experience. 1980.
- R 130. BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Stress analysis of cracked arbitrary concrete section under service load. 1981.
- R 131. Reserveret.
- R 132. Reserveret.
- R 133. Reserveret.
- R 134. ABK's informationsdag 1981. 1981.
- R 135. Resumeoversigt 1980. Summaries of papers 1980. 1981.
- R 136. BACH, FINN og M.P. NIELSEN: Nedreværdiløsninger for jernbetonplader. 1981.
- R 137. Publication pending.
- R 138. NIELSEN, LEIF OTTO og PETER NITTEGAARD-NIELSEN: Elementmetodeberegninger på mikrodatamat. 1981.
- R 139. MONDORF, P.E.: Concrete bridges. Literature index. 1981.
- R 140. NIELSEN, METTE THIEL: Lamb's problem. Internal harmonic point load in a half-space. 1981.
- R 141. JENSEN, JESPER FRØBERT: Plasticitetsteoretiske løsninger for skiver og bjælker af jernbeton. 1982.
- R 142. MØLLMANN, H.: Thin-walled elastic beams with finite displacements. 1981.
- R 143. KRAGERUP, JAN: Five notes on plate buckling. 1982.
- R 144. NIELSEN, LEIF OTTO: Konstitutiv modellering af friktionsdæmpning. 1982.
- R 145. NIELSEN, LEIF OTTO: Materiale med friktion til numeriske beregninger. 1982.
- R 146. Resumeoversigt 1981. Summary of papers 1981. 1982.
- R 147. AGERSKOV, H. and J. BJØRNBAK-HANSEN: Bolted end plate connections in round bar steel structures. 1982.
- R 148. NIELSEN, LEIF OTTO: Svingninger med friktionsdæmpning. 1982.
- R 149. PEDERSEN, CARL: Stability properties and non-linear behaviour of thin-walled elastic beams of open cross-section. Part 1: Basic analysis. 1982.
- R 150. PEDERSEN, CARL: Stability properties and non-linear behaviour of thin-walled elastic beams of open cross-section. Part 2: Numerical examples. 1982.
- R 151. KRENCHER, HERBERT and HANS WINDBERG JENSEN: Organic reinforcing fibres for cement and concrete. 1982.
- R 152. THIEL, METTE: Dynamic interaction between soil and foundation. 1982.
- R 153. THIEL, METTE: Soil-pile interaction in horizontal vibration. 1982.

Abonnement 1.7.1982 - 30.6.1983 Kr. 100.-.

Subscription rate 1.7.1982 - 30.6.1983 D.Kr. 100.-.