



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Indledende udmattelsesforsøg med st. 50-2

Hansen, Lars Pilegaard

Publication date:
1987

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Hansen, L. P. (1987). *Indledende udmattelsesforsøg med st. 50-2*. Institut for Bygningsteknik, Aalborg Universitetscenter. Aalborg Universitetscenter. Institut for Bygningsteknik. Report Bind R8705

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK
INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING
AALBORG UNIVERSITETSCENTER · AUC · AALBORG · DANMARK

L. PILEGAARD HANSEN
INDLEDENDE UDMATTELSSESFORSØG MED ST. 50-2
APRIL 1987

ISSN 0105-7421 R8705

1. INDLEDNING

Denne rapport beskriver udmattelsesforsøg med en indledende forsøgsserie, som blev udført ved Institutet for Bygningsteknik i perioden 1.11.86 til 1.2.87.

Forsøgsserien indgår i et større forskningsprojekt om udmattelsepåvirkning, herunder specielt udmattelsesundersøgelser med stokastisk lastpåvirkning.

De her beskrevne forsøg omfatter dog kun harmonisk lastpåvirkning og har primært haft det formål at efterprøve det eksperimentelle udstyr samt erhverve praktisk erfaring med forsøgsafviklingen.

2. PRØVELEGEMER OG FORSØGSUDSTYR

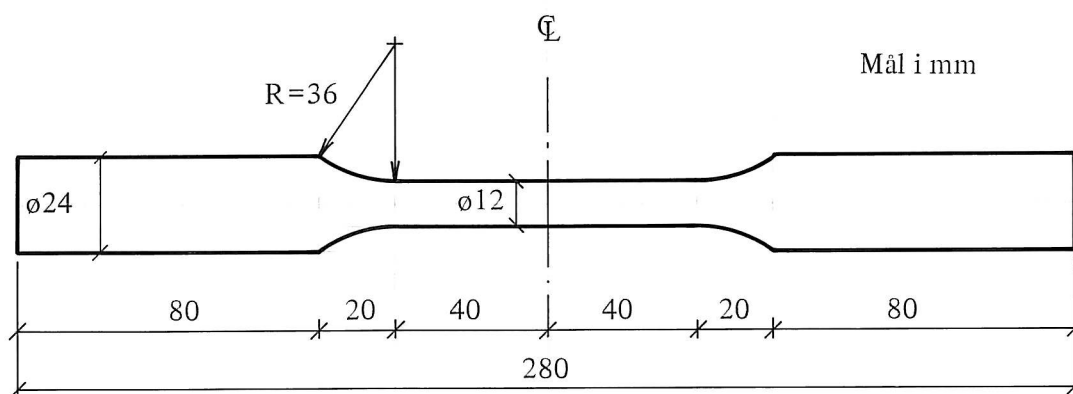
Prøvelegemerne blev udført af St. 50-2 med en form som vist i figur 2.1. Udgangspunktet var en cirkulærcylindrisk stålcylander med diameter på 25,4 mm, som blev drejet ned til den viste form. Den neddrejede overflade blev poleret med 3M smergellærred, P330.

Der blev fremstillet 14 prøvelegemer.

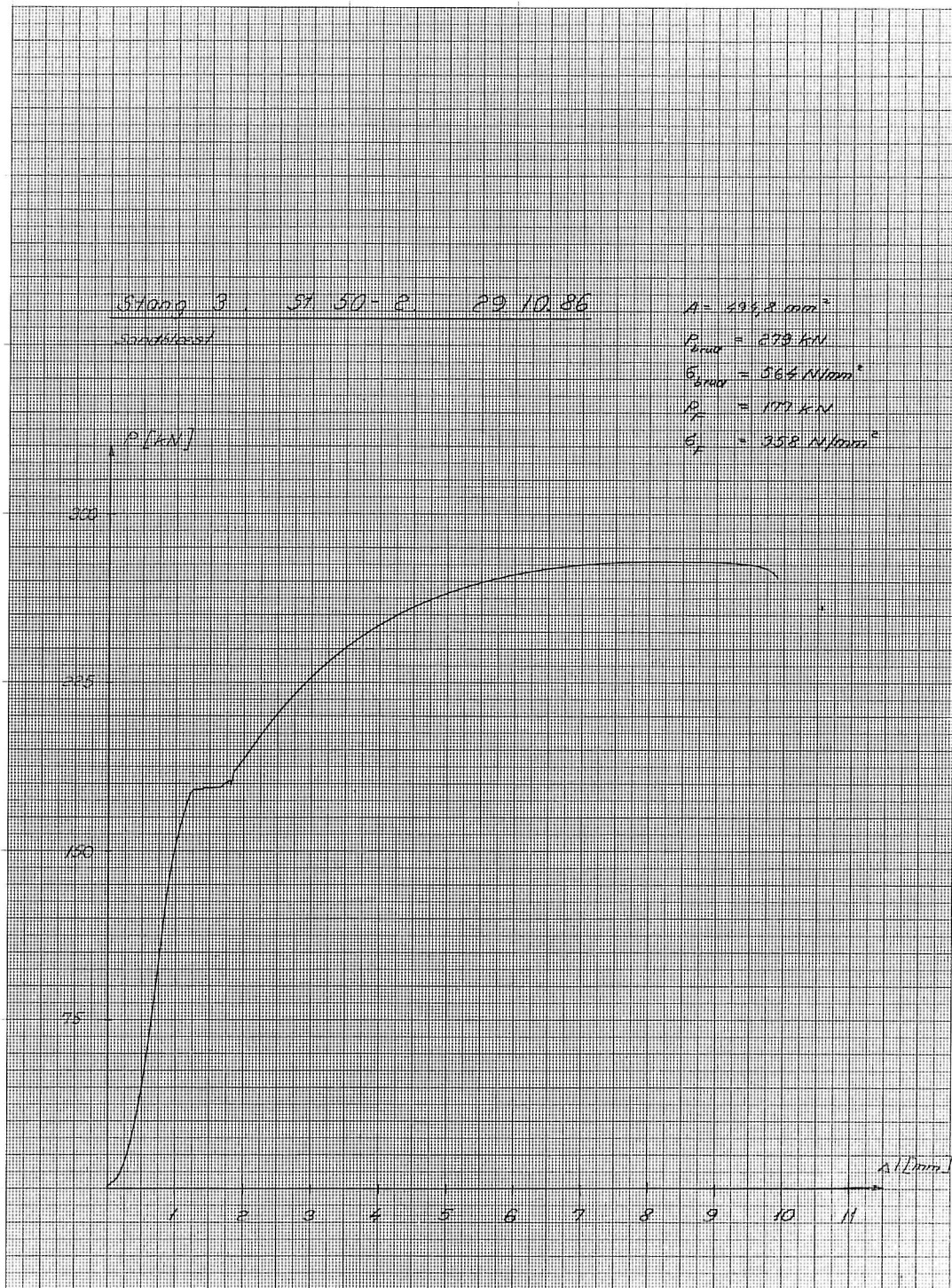
Af den cirkulærcylindriske stålcylander blev der udført 3 trækforsøg til bestemmelse af flyde- og brudspænding for materialet. En typisk arbejdslinie er vist i figur 2.2. Resultatet af trækforsøgene er vist i tabel 2.1.

	Flydespænding [N/mm ²]	Brudspænding [N/mm ²]
Forsøg 1	358	567
Forsøg 2	353	565
Forsøg 3	358	564
Gennemsnit	356	565

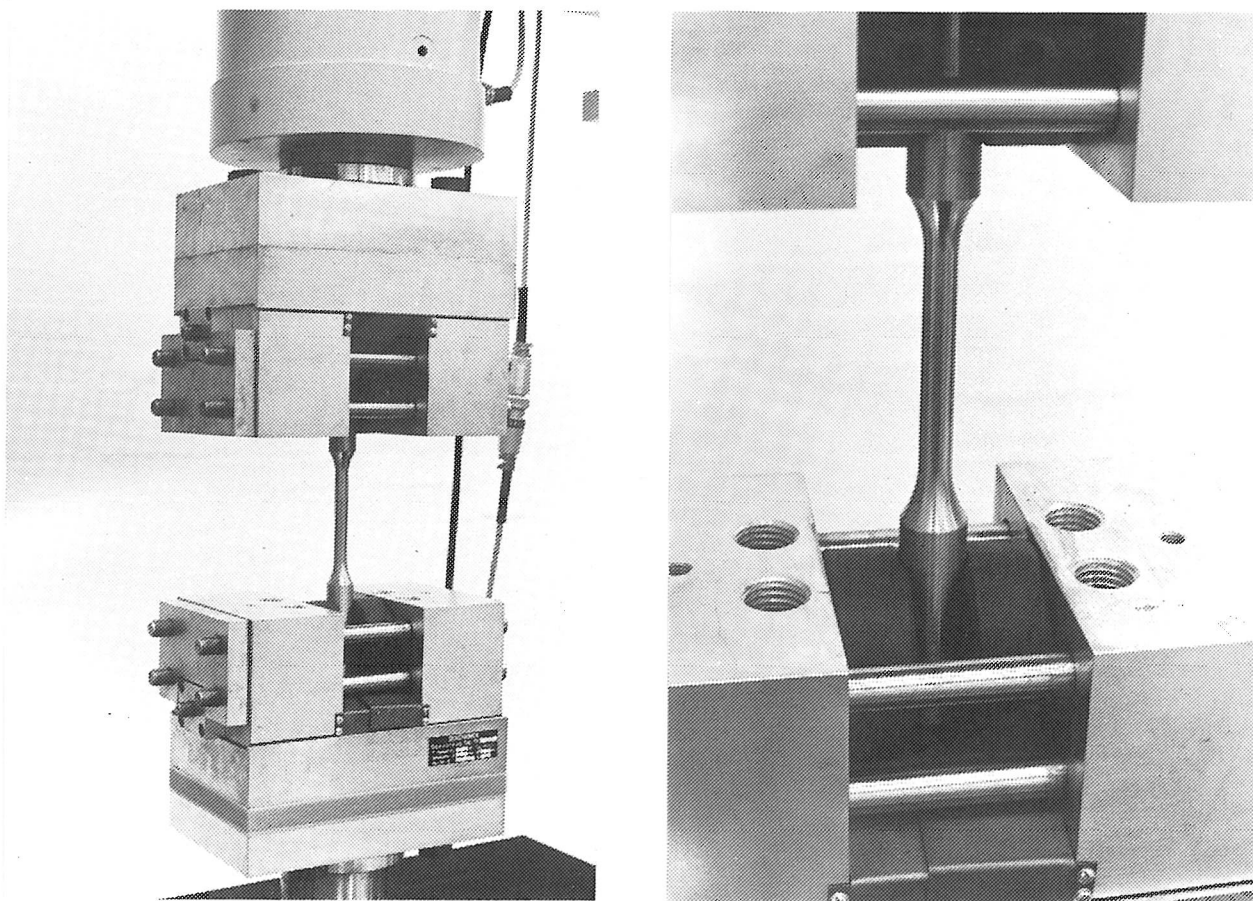
Tabel 2.1. Trækforsøg med St. 50.2.



Figur 2.1. Prøvelegeme af St. 50-2.



Figur 2.2. Trækarbejdslinie for St. 50-2.



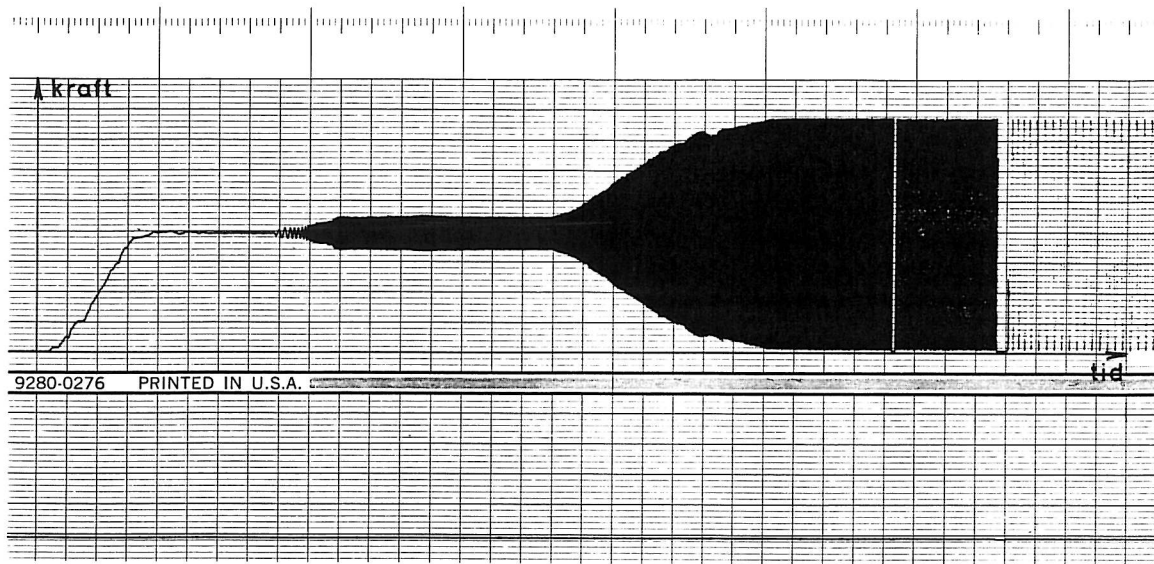
Figur 2.3. Prøvelegeme og kæber for Schenck, PSB 250.

Udmattelsesforsøgene blev udført i instituttets 250 kN lastramme, Fabrikat Schenck, type PSB 250, se figur 2.3.

Lastrammen er forsynet med kæber, som mekanisk tilspændes om prøvelegemet. Tilspændingens størrelse afhænger af størrelsen af trækkræften, som skal overføres fra prøvemaskine til prøvelegeme. Ved disse forsøg blev tilspændingsboltene forspændt med 80 Nm.

Påvirkningen på prøvelegemerne var en aksial trækraft varierende harmonisk mellem en lille værdi (ca. 1 kN) og den ønskede maksimumværdi. Påvirkningen blev påført som vist i figur 2.4, hvor det ses, at først blev middellasten påført statisk, og derefter blev frekvens og lastamplitude øget indtil de ønskede slutværdier var nået.

Under forsøgets gang blev det kontrolleret, at påvirkningens maksimum- og minimumværdier var korrekte.



Figur 2.4. Kraftvariation ved forsøgets start.

3. FORSØGSRESULTATER

I tabel 3.1 er vist en oversigt, som giver oplysning om forsøgsdata.

Som det fremgår af tabel 3.1 er prøvningerne udført ved 6 forskellige lastniveauer med

$\Delta\sigma = 499 \text{ N/mm}^2$ (3 prøver - Nr. 2 - 14 - 1)

$\Delta\sigma = 479 \text{ N/mm}^2$ (3 prøver - Nr. 9 - 11 - 6)

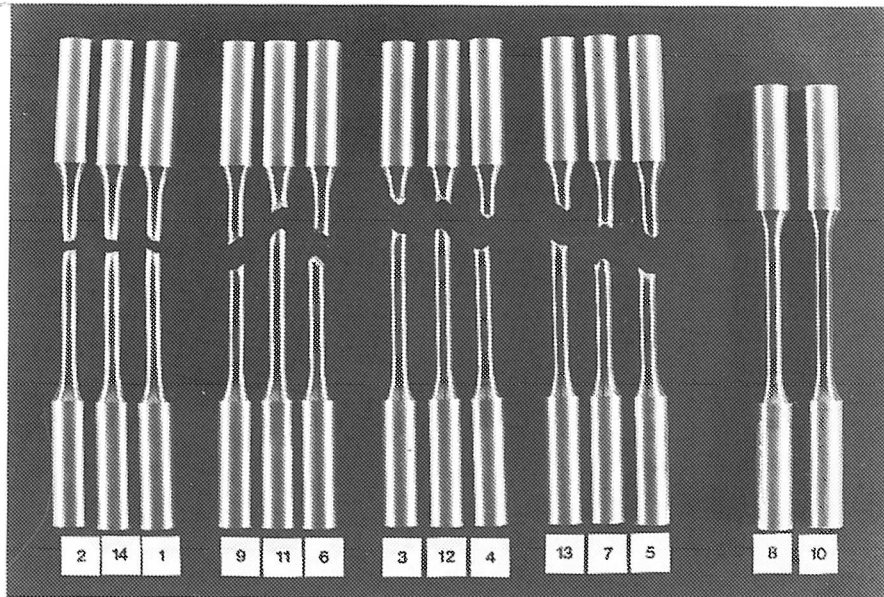
$\Delta\sigma = 449 \text{ N/mm}^2$ (3 prøver - Nr. 3 - 12 - 4)

$\Delta\sigma = 407 \text{ N/mm}^2$ (3 prøver - Nr. 13 - 7 - 5)

$\Delta\sigma = 360 \text{ N/mm}^2$ (1 prøve - ikke brud)

$\Delta\sigma = 292 \text{ N/mm}^2$ (1 prøve - ikke brud)

Et foto af alle prøvelegemerne efter forsøgene er vist i figur 3.1. Bemærk den store forskel i brudforlængelse svarende til de forskellige lasttrin.



Figur 3.1. Prøvelegemer efter brud. Prøverne brød både »foroven og forneden», men prøverne på billedet er vendt således, at alle brud er »foroven».

Prøve nr.	Neddrejet diameter [mm]	Areal [mm ²]	σ_{max} [N/mm ²]	σ_{min} [N/mm ²]	$\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ [N/mm ²]	σ_{middel} [N/mm ²]	Frekvens [Hz]	Antal cykler til brud N	Bemærkninger
2	11,96	112,3	507	7	500	257	5	$6,20 \cdot 10^3$	
14	12,00	113,1	504	4	500	254	5	$1,15 \cdot 10^4$	
1	12,00	113,1	504	7	497	256	5	$1,36 \cdot 10^4$	
9	11,98	112,7	487	8	479	248	5	$4,78 \cdot 10^4$	
11	11,98	112,7	488	9	479	248	5	$5,76 \cdot 10^4$	Note 1
6	11,97	112,5	489	9	480	249	10	$5,92 \cdot 10^4$	
3	11,95	112,2	454	8	446	231	10	$6,78 \cdot 10^4$	
12	11,80	109,4	466	9	457	238	10	$1,17 \cdot 10^5$	
4	11,97	112,5	452	8	444	230	10	$1,22 \cdot 10^5$	
13	11,98	112,7	416	9	407	213	20	$1,66 \cdot 10^5$	
7	11,97	112,5	418	11	407	214	20	$3,43 \cdot 10^5$	
5	11,99	112,9	416	9	407	213	20	$4,00 \cdot 10^5$	
8	11,94	112,0	305	13	292	160	20	$> 1,67 \cdot 10^7$	
10	11,92	111,6	367	7	360	187	30	$> 4,34 \cdot 10^7$	Note 2

Note 1: Ved $N = 4,91 \cdot 10^4$ er frekvensen øget til 30 Hz. Brud forekom ved $N = 5,76 \cdot 10^4$, således at den nye frekvens kun var påført i 283 sec.

Note 2: Forsøget standset 1 uge ved $N = 2,52 \cdot 10^7$.

Tabel 3.1 Forsøgsdata.

Yderligere fotos af de 12 brudte prøvelegemer er vist i figur 3.2.

Nogle eksempler på selve brudstedet er vist i figur 3.3.

I tilfælde a, hvor $\Delta\sigma = 499 \text{ N/mm}^2$, fås en brudform, som meget minder om den, der fås ved et statisk forsøg. Selve brudfladen minder også meget om den tilsvarende ved et statisk forsøg, dog er der her ved udmattelsesforsøgene en smal »hvidlig» overflade langs hele omkredsen.

I tilfælde b, hvor $\Delta\sigma = 479 \text{ N/mm}^2$, fås en ganske anden brudform, og brudfladen består af et stort areal med »hvidlig» overflade.

Wöhlerkurven - i dette tilfælde $\Delta\sigma/\sigma_{\text{brud}}$ i relation til $\log N$ - er vist i figur 3.4.

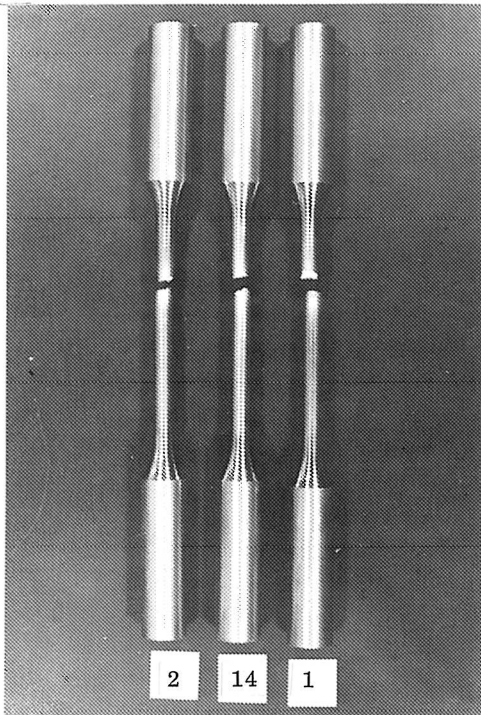
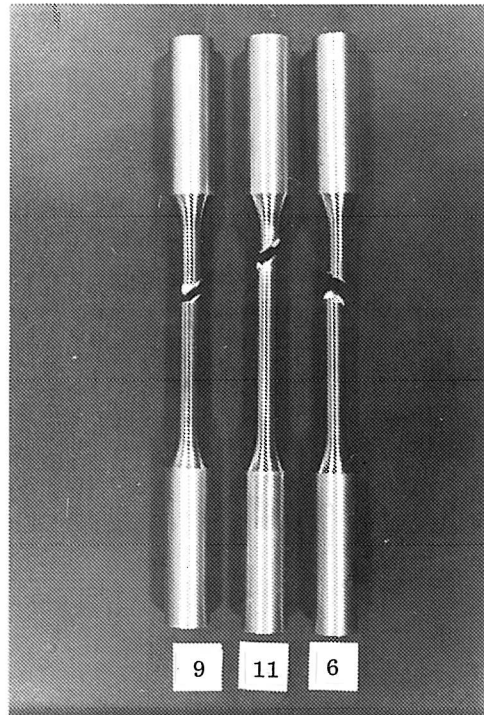
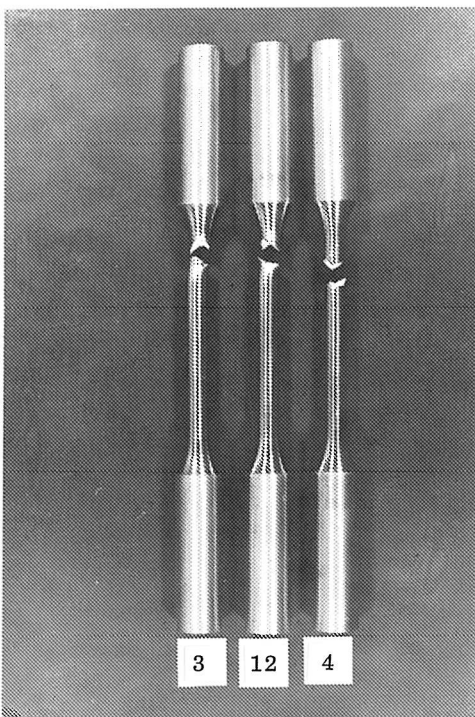
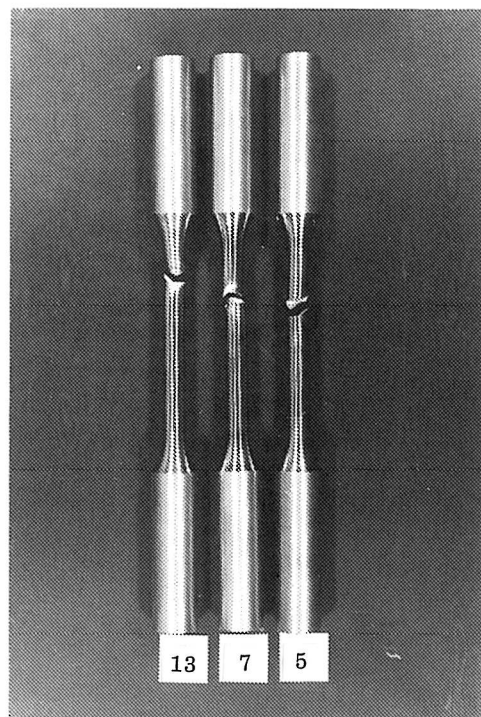
Den bedste rette linie bestemt ved mindste kvadraters metode er ligeledes vist. Endvidere er indtegnet den fra den danske stålnorm, DS 412, angivne udmattelseskurve gældende for Fe 360:

$$n_{\text{fat}} = \frac{1,1 \cdot 10^5 \cdot 10^{12}}{(\sigma_{\text{fat}})^{4,76}} \rightarrow \sigma_{\text{fat}} = \left(\frac{1,1 \cdot 10^{17}}{n_{\text{fat}}} \right)^{0,210} \quad (3.1)$$

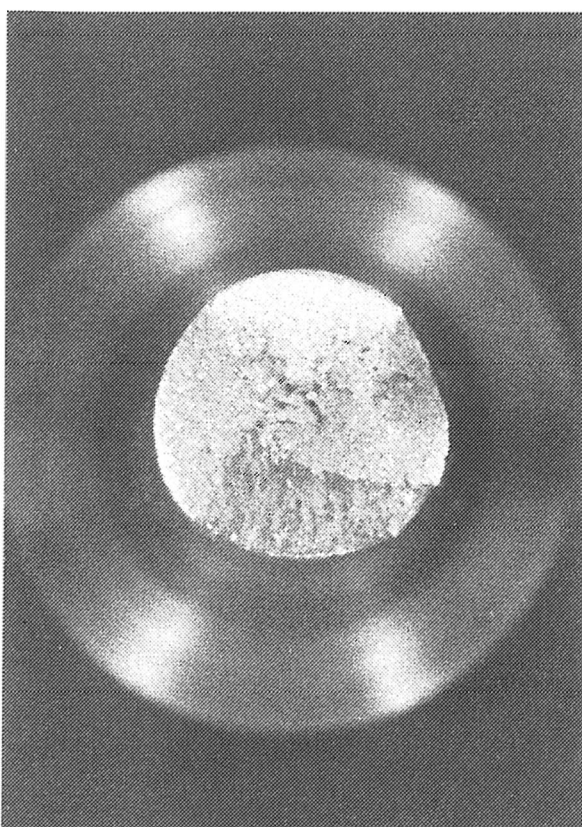
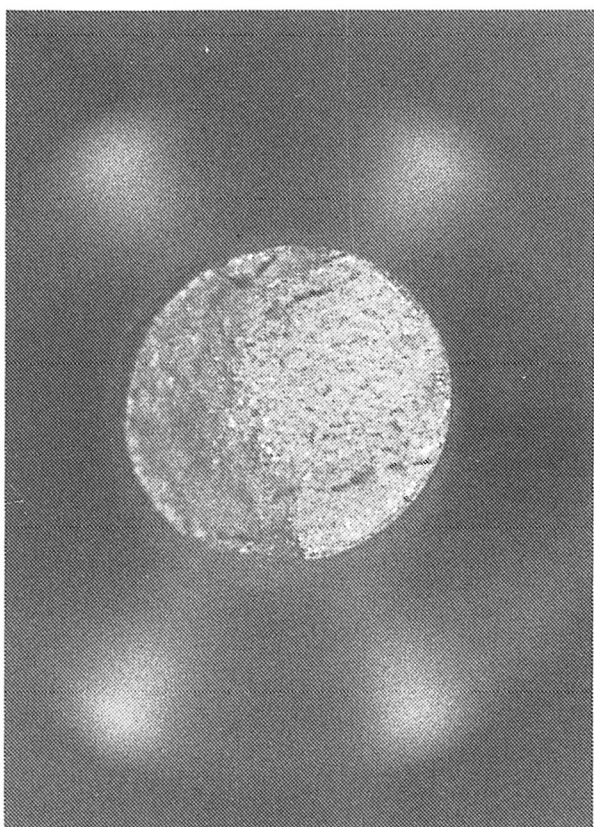
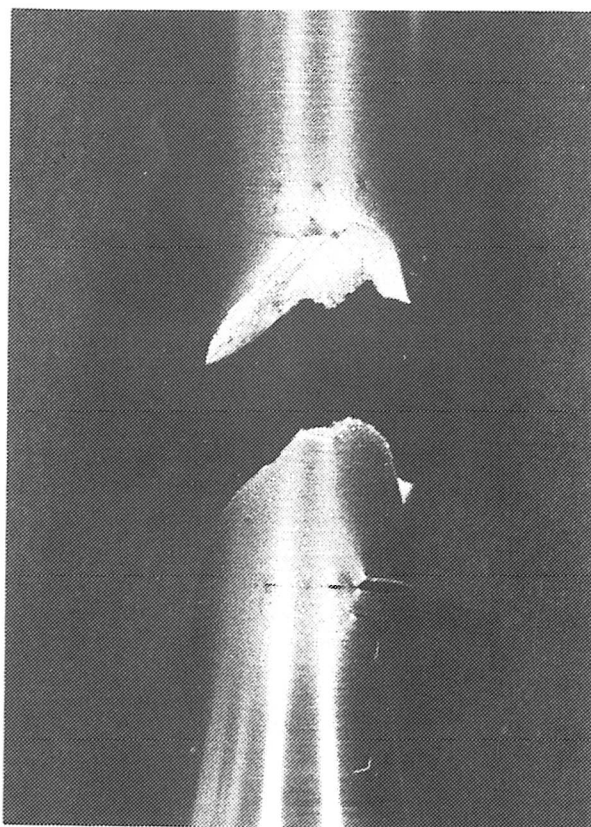
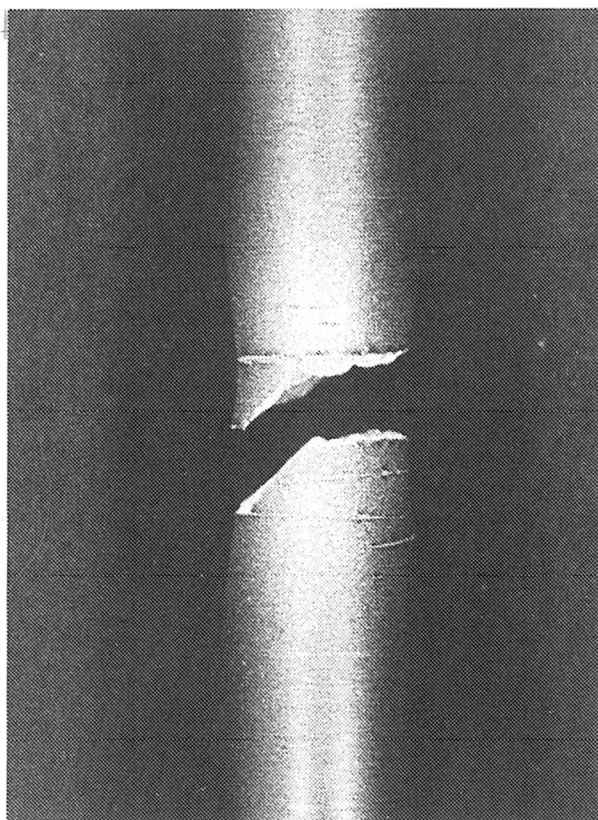
For Fe 510 kan σ_{fat} forøges med 15%, dvs.

$$\sigma_{\text{fat}} = 1,15 \frac{3,79 \cdot 10^3}{n_{\text{fat}}^{0,210}} \rightarrow \frac{\sigma_{\text{fat}}}{\sigma_{\text{brud}}} = \frac{1,15}{565} \frac{3,79 \cdot 10^3}{n_{\text{fat}}^{0,210}} \rightarrow \frac{\sigma_{\text{fat}}}{\sigma_{\text{brud}}} = \frac{7,733}{n_{\text{fat}}^{0,210}} \quad (3.2)$$

Udtrykket (3.2) er vist med punkteret streg i figur 3.4.

a. $\Delta\sigma = 499 \text{ N/mm}^2$ b. $\Delta\sigma = 479 \text{ N/mm}^2$ c. $\Delta\sigma = 449 \text{ N/mm}^2$ d. $\Delta\sigma = 407 \text{ N/mm}^2$

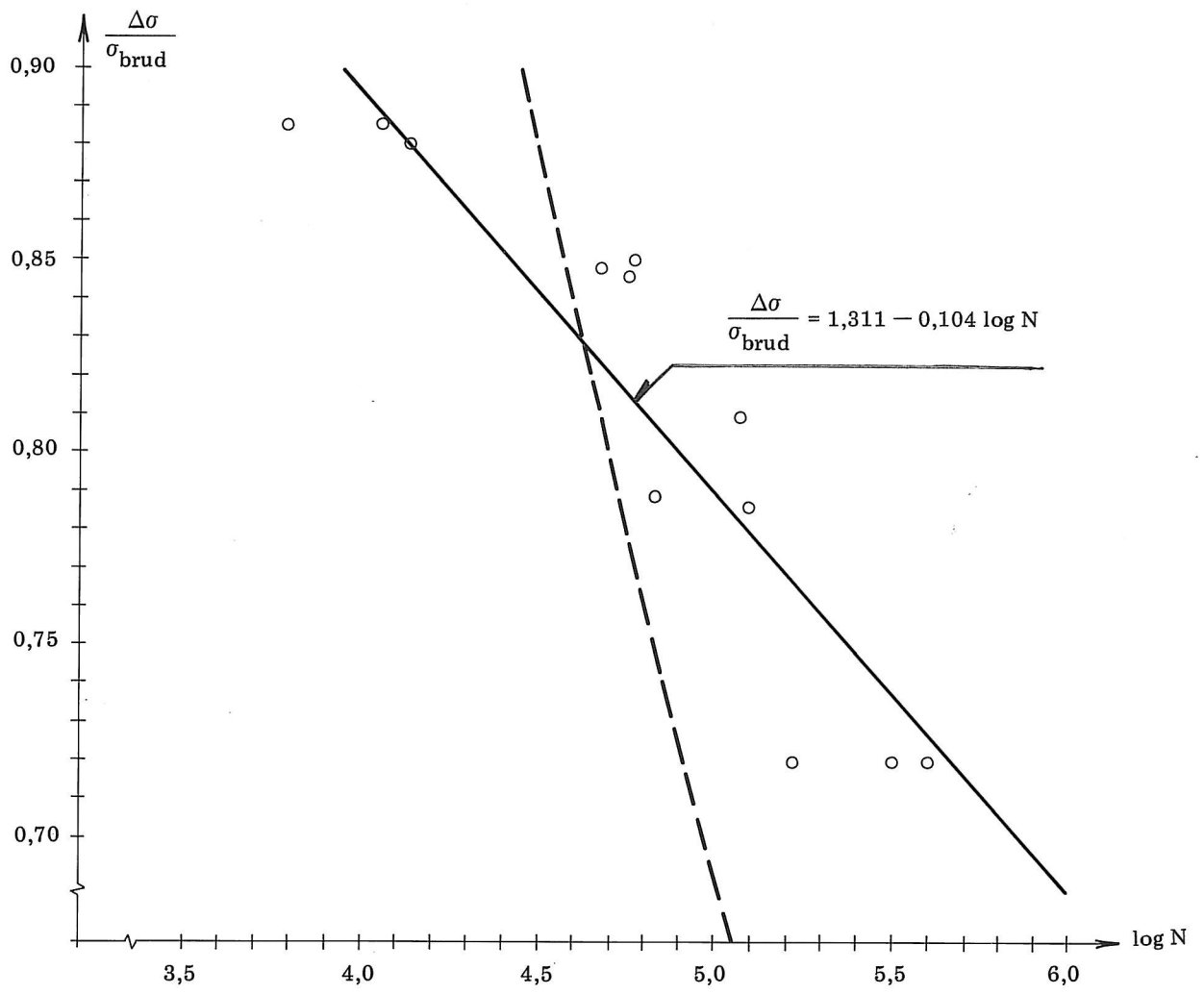
Figur 3.2. Prøvelegeme efter brud.



a. $\Delta\sigma = 499 \text{ N/mm}^2$

b. $\Delta\sigma = 479 \text{ N/mm}^2$

Figur 3.3.



Figur 3.4. $\frac{\Delta\sigma}{\sigma_{brud}}$, log N kurve.