

Vejledning i brug af
INSTRON 6025 til trykprøvning

af

Bodil Børgesen

Februar 1994

LABORATORIET FOR BYGNINGSMATERIALER
Danmarks Tekniske Højskole

BUILDING MATERIALS LABORATORY
Technical University of Denmark



INSTRON 6025 prøvemaskine.

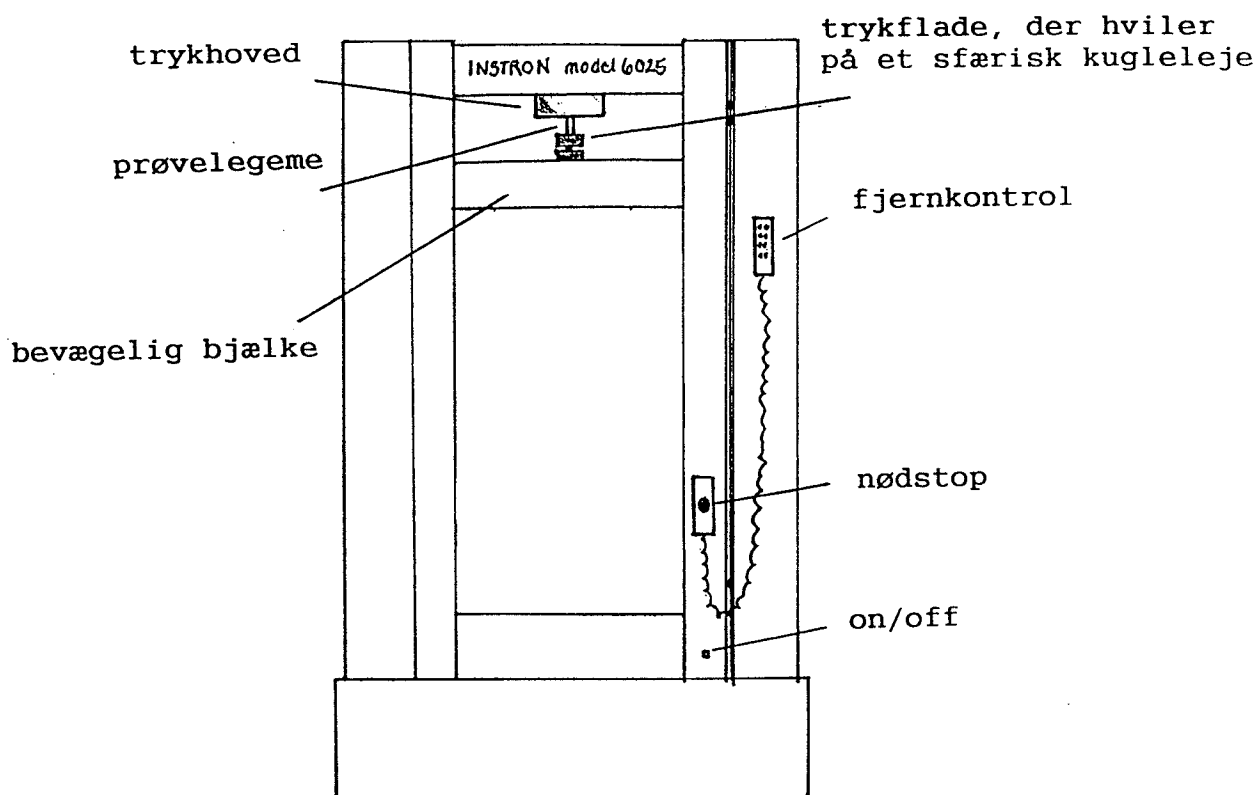
Indledning.

Dette appendix indeholder en kort vejledning i brug af Instron-prøvemaskinen af type 6025. En grundigere vejledning findes i fabrikantens Manual No M1-7-92-10, Instron Limited, High Wycombe, England, September 1985.

Instron-prøvemaskinen kan benyttes til såvel træk- som trykforsøg. Maskinen har en kapacitet på 10 tons. Instron-maskinen styres ved hjælp af en konsol. Ved brug af forskellige Instron-programmer, der informerer og således styrer Instron-prøvemaskinen, kan der udføres forskellige typer forsøg. En pc'er er tilsluttet Instron-consolen, således at forsøgsdata direkte kan overføres til pc'eren under selve forsøgene. Forsøgsdata gemmes på pc'erens harddisk. I det følgende beskrives Instron-maskinen og dens funktioner. Derefter gennemgås et eksempel på trykprøvning af en cementpastacylinder.

Instron-maskinen.

Til trykprøvning af cementpastacylindre benyttes den øverste af 2 flade kontaktsko som trykflade. Kontaktskoen skrues fast til maskinen ved hjælp af et gevind. Den nedre trykplade hviler på et sfærisk kugleleje. Trykpladen kan direkte sættes ned i hullet i den bevægelige bjælke. Afstanden mellem trykflade og trykplade reguleres manuelt ved hjælp af piletasterne på fjernkontrollen. På figur 1, der er afbildet på følgende side, ses Instron-prøvemaskinen med en cementpastacylinder klar gjort til trykprøvning.



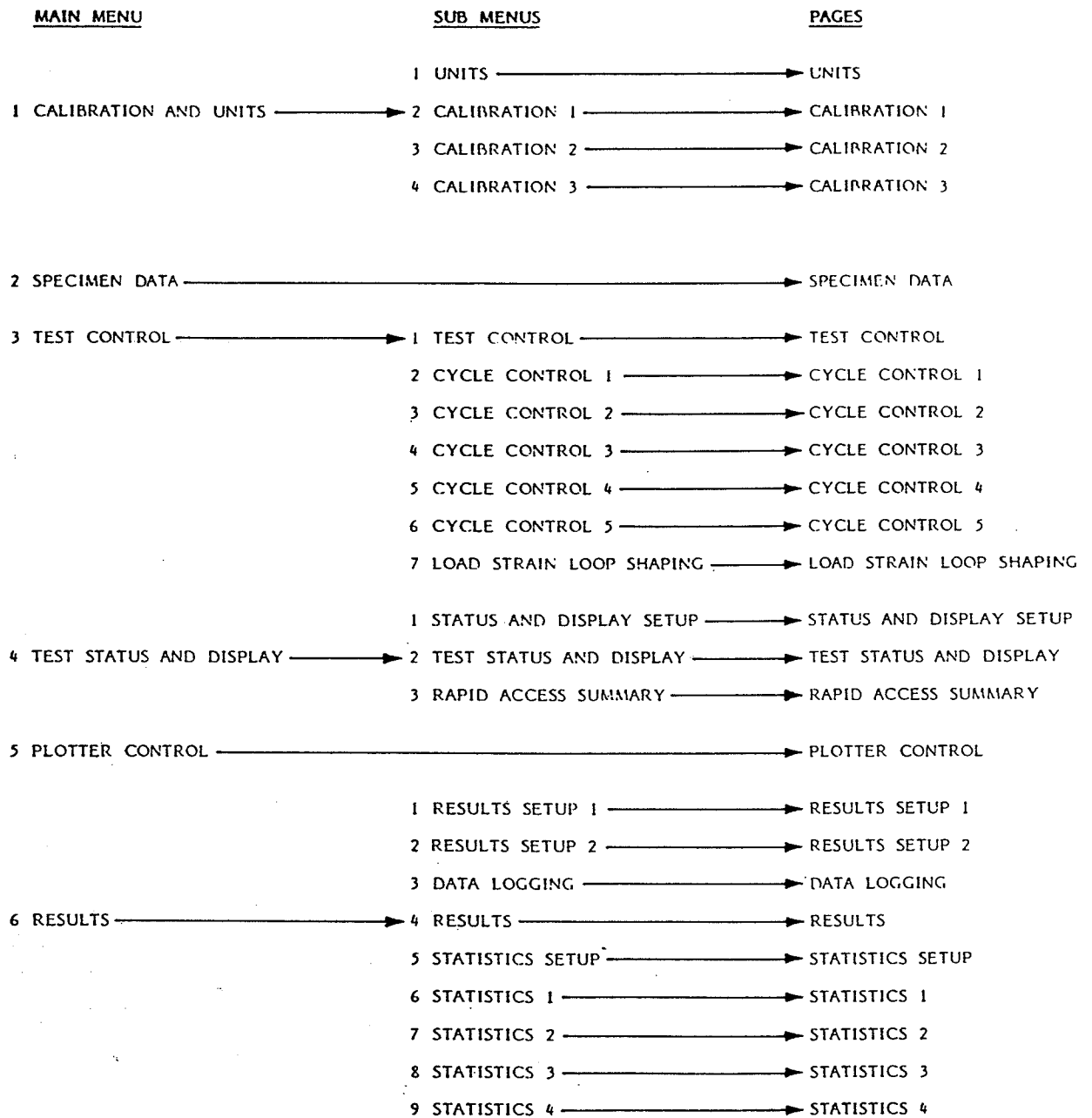
Mål: ca. 1:20

Figur 1. Instron-prøvemaskinen.

Instron-konsolen.

Instron-maskinens tastatur indeholder kun de taster, der er nødvendige til betjening af maskinen. Instron-programmerne er opdelt i skærbilleder. Man bevæger sig rundt blandt skærbillederne ved at trykke på PAGE-tasten, og man kan derefter vælge sig ind på en ønsket del af programmet. Man flytter sig op og ned i programmet ved hjælp af piletasterne. Når man ønsker at ændre en parameter trykkes på CHANCE-tasten. De forskellige valgmuligheder vil da fremkomme på skærmen, eller der vil være mulighed for at indtaste et navn eller et tal. Der flyttes rundt mellem valgmulighederne ved hjælp af piletasterne. Talværdier, der kan vælges frit, indtastes ved hjælp af de numeriske taster. Indtastningen af bogstaver, f.eks. angivelse af et materialenavn, foregår på en speciel måde. Nederst på skærmen fremkommer alfabetet med en lille streg under L. Ved hjælp af INC- og DEC-tasten flyttes rundt mellem bogstaverne. Det ønskede bogstav indlæses ved et tryk på SET-tasten. Et bogstav slettes igen med E-tasten. Valget godkendes med et tryk på ENTER-tasten. I på følgende side vises et eksempel på en programmenu.

Enhanced Metals Test:



Figur 2. Enhanced Metals Test /13/. Programmet er lavet specielt til trækprøvning af metalemner, men kan også benyttes til mange andre tests f.eks. trykforsøg, udbøjningsforsøg og måling af spændingsrelaksation. Programmet kan desuden benyttes til forsøg med andre materialer end metal.

Opstart af forsøg.

Instron-maskinen tændes ved hovedafbryderen nederst på maskinen. Den ønskede programdiskette indsættes i Instron-konsollens diskettedrev. Ved et tryk på ENTER-tasten indlæses programmet. Disketten tages derefter ud, som en sikkerhedsforanstaltning.

Eksempel: Trykprøvning af cementpastacylindre.

I dette eksempel gennemgås proceduren ved trykprøvning af en cementpastacylinder. De forskellige muligheder i det valgte program gennemgås.

Data: cylinderhøjde = 4,4 cm.
cylinderdiameter = 2,2 cm.

Cylindren ønskes belastet med en konstant kraftforøgelse på 18,3 kN/min svarende til 0,8 MN/m²/s (jvf DS 423.1). Under hele belastningsforløbet ønskes samhørende værdier af last og deformation registreret for cylindren.

Til dette forsøg benyttes disketten med programmet "Enhanced Metals Test". Disketten indlæses, og der tændes for fjernkontrollen ved et tryk på fjernkontrollens E-tast. (Glemmer man at tænde for fjernkontrollen, vises meldingen "DRIVE OFF" i toppen af skærbilledet).

Ved et tryk på PAGE-tasten kommer man til hovedmenuen.

1. CALIBRATION AND UNITS
2. SPECIMEN DATA
3. TEST CONTROL
4. TEST STATUS AND DISPLAY
5. RESULTS

Ved hjælp af piletasterne og derefter ENTER-tasten vælges den ønskede operation på hovedmenuen.

1. CALIBRATION AND UNITS:

Her har man mulighed for at vælge CALIBRATION eller UNITS. I UNITS ses de enheder, der benyttes i programmet. Der er ikke mulighed for at ændre på enhederne på

dette sted i programmet. I CALIBRATION vises følgende skærbillede:

Calibration 1

loadframe

test area

test type

load cell

calibrated

range

exten 1

test

"loadframe" viser maskinens kapacitet (100 kN). I "test area" vælger man, hvordan forsøget skal udføres med hensyn til maskinens bevægelige tværbjælke. Ved et tryk på CHANGE-tasten får man valgmulighederne "above crosshead" og "below". "above crosshead" vælges ved trykprøvningsforsøg. Ved trækforsøg vælges "below". I "test type" vælges forsøgstypen. Valgmulighederne er "compression up", "tension" eller "through zero". Ved trykforsøg vælges "compression up". "load cell" viser den installerede lastcelles kapacitet. "calibrated" viser, om lastcellen er kalibreret. Ved opstart af et forsøg skal lastcellen kalibreres. (Denne indstilling kan gemmes, således at man ikke behøver at kalibrere cellen inden hvert forsøg, medmindre lastcellen har været ændret i forbindelse med andre forsøg). Det er ikke muligt at benytte resten af programmet, før lastcellen er kalibreret. Ved et tryk på CHANGE-tasten fås valgmulighederne "calibrated" og "balanced". "calibrated" vælges ved kalibrering. "balanced" vælges, når lasten skal nulstilles. "range" viser det valgte lastområde. Her er forskellige muligheder. Det højeste lastområde er 100 kN. Det højeste lastområde skal altid vælges, når lastcellen kalibreres. Ved trykprøvning af cementpasta vælges lastområdet 100 kN. "Exten 1" viser, om der er tilsluttet et "extensiometer" til lastcellen. "test" viser, hvilket program som benyttes. Under denne funktion er det muligt at gemme de valgte indstillinger på en diskette.

2. SPECIMEN DATA:

Under SPECIMEN DATA kan man nærmere specificere data for det enkelte prøvelegeme. Følgende skærbillede vises:

materiel
batch
anvil height
cross section
temperature
humidity

I forbindelse med dette forsøg kan man eventuelt angive prøvelegemets trykflade i "cross section". Forsøgsresultaterne bliver da angivet i MPa istedet for kN. Har man ikke brug for at benytte denne mulighed, undlader man helt at angive data.

3. TEST CONTROL:

Her har man mulighed for at vælge imellem "test control", "cycle control 1" og "loop shaping". I "test control" positionen fremkommer følgende skærbillede:

Test control
test type
test speed
return speed
Test start conditions
start point
test zero
End of test conditions
end detector
end point
action

"test type" viser den tidligere valgte forsøgstype; ved dette forsøg "compression up". I "test speed" vælges belastningshastigheden i mm/min. I vore trykforsøg ønskes ikke at belaste med konstant deformationshastighed; mm/min, derfor sættes denne værdi til 0. Det samme gælder for aflastningshastigheden. "Test start conditions" viser de ønskede begyndelsesbetingelser for forsøget. Når prøvelegemet er indsat i maskinen nulstilles startpositionen ved valg af "start point". "test zero" vælges kun, når man i et forsøg ønsker nulstilling af en begyndelsesbelastning større end 0 kN. Forsøgets slutbetingelser angives i "End of test conditions". I "end detector" vælger man, hvad maskinen skal gøre, når cementpastacylinderen bryder. Her kan vælges mellem "break", "peak", "load fall" og "off". Ved valg af "break" afbrydes belastningen ved brud. Ved valg af "peak" registreres maksimalbelastningen (brudlasten). Maskinen aflaster derefter til en ønsket

del af maksimalbelastningen, inden belastningen helt afbrydes. I dette forsøg vælges "peak", fordi belastningen fortsættes efter brud. Da er man sikker på, at den maksimale belastning bliver registreret. Man bør vælge, at aflaste til 10% af den maksimale belastning. I "end point" kan man indstille maskinen til at stoppe belastningen ved en maksimal sammenpresning (mm) af materialet. Denne funktion benyttes ikke i forbindelse med dette forsøg. I "action" vælges mellem "stop" og "return". Denne funktion fortæller maskinen, hvad den skal gøre, inden "End of test conditions" aktiveres. Til slut vælges "stop".

Vælges "cycle control 1", fremkommer følgende skærm billede:

Cycle control 1
control mode
waveform
start at
ramp start
ramp end
ramp rate
next blok
trigger

Da det ikke er muligt at angive belastningen i kN/min i "test control", må man benytte "cycle control 1". Denne funktion gør det muligt at belaste i gentagne cykler. I trykforsøget køres 1 cyklus igennem. I "control mode" vælges den parameter, ved hvilke forsøgene foretages. Der kan vælges mellem "position", "load" og "strain". "load" vælges. I "waveform" vælges, hvilken kurve belastningen skal følge. Mulighederne er "sine", "square", "triangle" og "ramp". "ramp" vælges. Belastningen startes i "ramp start", som sættes til 0 kN. Belastningen stopper i "ramp end", som sættes til -100 kN. (Maskinen registrerer negative belastninger som tryk). I "ramp rate" angives den hastighed, som belastningen forøges med pr. tidsenhed. I dette forsøg sættes belastningsforøgelsen til 18,3 kN/min. I "next blok" angives, hvad maskinen skal gøre, når første cyklus er kørt igennem. Her kan vælges imellem "end" og "next". "end" vælges. I "trigger" vælges imellem "manual", "cycles", "time" og "ramp fs". Når "ramp" er valgt som belastningsform, har man kun mulighed for at vælge "ramp fs", hvor fs står for first cycle. Det er ellers muligt under dette punkt at vælge flere cykler og betingelserne for disse.

Vælges "loop shaping", fremkommer følgende skærbillede:

Loop shaping
control mode
waveform
mean level
amplitude
period
gain
error trip
filter

I "loop shaping" er det muligt at definere belastningskurver med løkker. Belastningskurven defineres ved hjælp af de ovenstående parametre. I trykforsøget benyttes denne kurvetype ikke.

4. TEST STATUS AND DISPLAY:

Her har man mulighed for at vælge imellem "status and display setup", "test status and display" og "rapid access summary". Ved valg af "status and display setup" fremkommer følgende skærbillede:

Status and display setup
duration
cycles
value 1
in
value 2
in
autoprint
period
print from top of screen
load
position

I "duration" kan man vælge at registrere tiden under forsøget. Det er der ikke brug for i trykforsøg. I "cycles" kan man bestemme, at værdier for cykler og loops registreres under forsøget. I "value 1" og "value 2" kan vælges mellem "off", "tracking", "peak" og "end of test". I "in" kan vælges mellem "load", "stress", "strain" og "displacement". I

vore forsøg vælges "tracking in load" og "tracking in displacement", dvs. at last og sammentrykning løbende registreres under hele forsøget. Ved trykforsøg kan man også nøjes med at registrere værdier af last og sammentrykning ved brud. I "autoprint" vælges mellem "off", "end of test", "period" og "period and end". I positionen "period and end" sættes "period" til 0,05 min. (minimumværdi for "period" er 0,002 min.). Under forsøget registreres samhørende værdier af last og sammentrykning hvert 0,05 min. Når forsøget afsluttes registreres slutværdierne. I "print from top of screen" kan man vælge, at værdierne registreres på skærbilledet. Det benyttes ikke i forbindelse med vore forsøg.

Vælges "test status and display", fremkommer følgende skærbillede:

```
Test status and display
test type
test
crosshead
test duration
stress
strain
cycles
bloks
loops
rapid access summary page
test speed
```

"Test status and display" viser hvilken test, programmet er indstillet til at udføre. Her er ingen valgmuligheder. Når forsøget igangsættes vises de data, der registreres under forsøget, samtidig kan man se, hvor langt i forsøget man er.

6. RESULTS:

Her har man mulighed for at vælge mellem "results setup", "data logging" og "statistic setup". Vælges "results setup", fremkommer følgende skærbillede:

results setup 1
upper yield
results setup 2
lower yield
at peak
load
total displacement
at end
load
total displacement
autoprint

Her vælges de parametre, der ønskes registreret under forsøget. Parametre, der ikke direkte kan registreres, beregnes ud fra de data, der registreres under forsøget. Resultaterne vil efter endt forsøg ses på skærbilledet "test status and display". De kan derefter printes ud manuelt eller automatisk. I dette forsøg skrives "no" ved "upper yield" og "lower yield". I "at peak" sættes både "load" og "total displacement" til "yes". I "at end" sættes både "load" og "total displacement" til "yes". Disse værdier er dog ikke nødvendige for forsøget. I "autoprint" kan vælges mellem "off", "tabular", "single page" og "page & graph". Man bør vælge "off", fordi data ikke ønskes udskrevet på printer, men registreret af den tilsluttede pc'er.

Vælges "data logging", fremkommer følgende skærbillede:

data logging page
logging load
and displacement
logging interval
load
displacement
period
RS 232
baud
handshake
timeout
results
strength at peak
total displacement
load at end

"data logging" tager højde for mængden af lagrede datapar. Datalageret kan maksimalt indeholde 750 datapar. Hvis lageret fyldes, inden forsøget er færdigt, overskrives (slettes) det sidst registrerede datapar, og det nye datapar gemmes istedet. De første punkter i "data logging page" viser, hvad der registreres under forsøget. "RS 232" er porten til pc'eren. "RS 232" sættes til "on", "baud" angiver størrelsen af den oprettede linie til pc'eren, "baud" sættes til "1200", "handshake" til "xon/xoff", og "timeout" sættes til "off". Herefter kan de af Instron-maskinen registrerede resultater sendes videre til den tilsluttede pc'er.

Vælges "statistic setup", fremkommer følgende skærbillede:

```
statistic setup  
test series  
no of tests  
auto print  
statistical values required
```

I "statistic setup" kan man beslutte, at forsøgsresultaterne skal behandles statistisk. Hvis man ikke ønsker, at resultaterne skal behandles statistisk, vælges "off" i "test series". Der ønskes ingen statistisk behandling af resultaterne i vore forsøg.

Efter at programmet er indstillet til forsøget, kan cementpastacylinderen indsættes i prøvemaskinen. Cylinderen holdes op mod det øvre trykhoved. Ved hjælp af fjernkontrollen køres trykpladen op mod cylinderen, således at denne netop er fastspændt. Afskærmning sættes op. Herefter nulstilles lasten og startpositionen, som forklaret på side 5 og 6.

Pc'eren tændes. Skriv c:\instron og programmet, der kan registrere data fra Instron-maskinen, opstartes. Inden forsøget startes, vælges et filnavn til den fil, der skal gemme resultaterne.

Forsøget startes ved at trykke på START-tasten på Instron-tastaturet. Under hele forsøget er det muligt at benytte de taster, der er lys ud for. Sammenhørende værdier af last og sammentrykning ses under hele forsøget på pc'erens skærbillede. Når cylinderen er brudt, stopper belastningen, og maskinen kører tilbage til startpositionen.

Da samhørende værdier af last og deformation er registreret under forsøget, er det muligt at optegne en arbejdscurve for cementpastacylinderen. Filen med de registrerede data indlæses i et regnearksprogram. Det er da ligetil, ved hjælp af regnearkets funktioner,

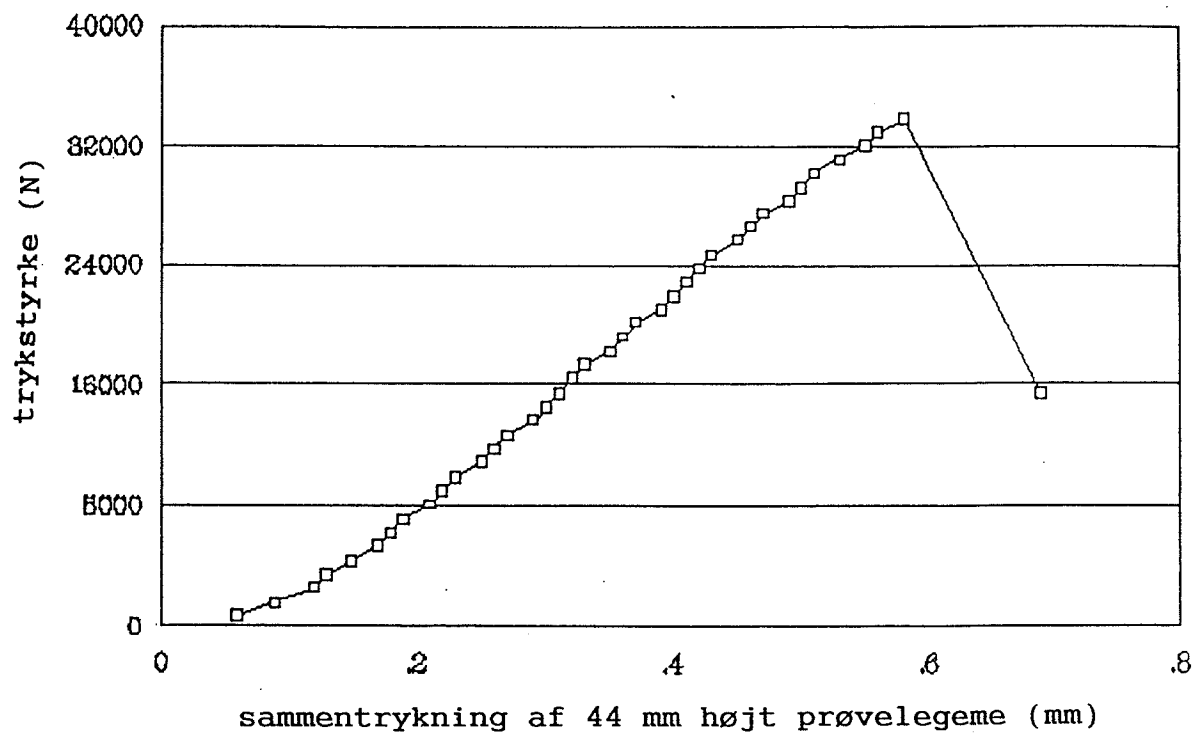
at optegne en arbejdskurve for cementpastacylinderen. Det skal dog bemærkes, at der ikke ved optegning af denne arbejdskurve er taget højde for randeffekter i cementpastacylinderen, fordi de registrerede deformationer er målt som afstanden mellem øvre og nedre trykflade.

Nedenfor vises datafilen for en cementpasta med v/c-forholdet 0,31. Datafilen er udskrevet fra regnearksprogrammet "Super Calc":

```
BEGIN
10:45 01 DEC 93
6100-011/A 2D

VALUE 1      VALUE
-70.383      -.04
 721.82      .06
 1648.5      .09
 2571.3      .12
 3494.1      .13
 4416.9      .15
 5339.7      .17
 6268.8      .18
 7182.2      .19
 8108.1      .21
  9034      .22
 9947.4      .23
 10886      .25
 11812      .26
 12725      .27
 13651      .29
 14577      .3
 15490      .31
 16416      .32
 17330      .33
 18256      .35
 19182      .36
 20095      .37
 21021      .39
 21934      .4
 22848      .41
 23786      .42
 24712      .43
 25626      .45
 26527      .46
 27427      .47
 28378      .49
 29279      .5
 30230      .51
 31131      .53
 32082      .55
 32983      .56
 33884      .58
 15465      .69
  .
  .
  .
```

En grafisk fremstilling af datafilen fremgår af den følgende figur.



Figur 3. Arbejdskurve for cementpasta med $v/c = 0,31$.

