ARKIVEX BIBLIOTEK

Magnus Holmgren
Ulf Olofsson

INSTRUMENTERING AV PENDEL-HEJARE MED TÖJNINGSGIVARE AV METALLFOLIETYP

MATERIALTEKNIK OCH MEKANIK
SP RAPPORT
1988:61

Magnus Holmgren
Ulf Olofsson

INSTRUMENTERING AV PENDELHEJARE MED TÖJNINGSGIVARE AV METALLFOLIETYP

SP RAPPORT 1988:61
Materialteknik och Mekanik
Borås 1988

4036e

ABSTRACT

Two impact pendulums (150 J and 14,7 J) have been instrumented by means of metal foil gauges. The tup belonging to the smaller pendulum was weakened to increase the level of the strain signal from the gauges.

Keywords: Instrumented Impact Testing, Strain Gauges, Metal foil gauges.

STATENS PROVNINGSANSTALT
RAPPORT 1988:61
ISBN 91-7848-145-7
ISSN 0284-5172
Borås 1988

SWEDISH NATIONAL TESTING
INSTITUTE
REPORT 1988:61

Postal adress:
P.O. Box 857, 501 15 BORÅS
SWEDEN
Telephone Int + 46 33 - 165000
Telex 36252 Testing S

INNEHÅLL	Sid
SAMMANFATTNING	4
INTRODUKTION	5
EXPERIMENTELLA STUDIER	6
Beskrivning av försöksutrustning	6
Statisk kalibrering	7
Verifierande slagprov	7
RESULTAT	7
DISKUSSION	7
SLUTSATSER	9
TACK	9
REFERENSER	9
FIGURER	10

SAMMANFATTNING

Två stycken pendelhejare (150 J och 14,7 J) har instrumenterats. Instrumenteringen är gjord med metallfoliegivare. Eggen till den mindre pendelhejaren har försvagats för att öka töjningssignalens nivå.

Nyckelord: Instrumenterad slagprovning. Töjningsgivare, Metallfoliegivare.

INTRODUKTION

Instrumenterad slagprovning har använts för undersökning av materials dynamiska egenskaper sedan det tidiga 70-talet. Redan 1974 höll ASTM ett symposium med temat instrumenterad slagprovning (1). De metoder som utvecklades i början 1970-talet används fortfarande och då i större utsträckning än tidigare. Den största förändringen som instrumenterad slagprovning har genomgått sedan introduktionen är övergången från datainsamling med minnesoscilloskop till datainsamling med persondatorer (2,3).

Det finns ett stort antal typer av slagprovning vilka är möjliga att instrumentera. Med slagprovning menas här ett vidare begrepp än normalt, som även inkluderar provning med fallkroppar m m. De fem som oftast instrumenteras är pendelhejare, dragslagprovning, provning med olika fallkroppar, slagböjprovning samt provning med projektiler. Dessa fem har jämförts av Kakarala och Roche, (4). Jämförelsen är gjord mellan instrumenterade provningsutrustningar.

Slagprovningsutrustningar instrumenteras vanligen med töjningsgivare av halvledartyp. Halvledargivare används främst på grund av deras höga givarfaktorer. Givarfaktorerna kan vara upp till 100 gånger större än metallfoliegivarens (5). Det finns dock fall där det kan vara fördelaktigt att använda metallfoliegivare för instrumentering av slagprovningsutrustning. Det kan t ex vara applikationer som kräver god temperaturstabilitet eller god långtidsstabilitet. Det stora utbudet av speciella metallfoliegivare gör också att det i vissa applikationer kan vara intressant att instrumentera med dessa. Även den stora prisskillnaden mellan halvledargivare (dyrare) och metallfoliegivare gör att de senare kan vara att föredra i samband med instrumentering.

Större pendelhejare (150 J-300 J) kan instrumenteras förhållandevis enkelt med metallfoliegivare (6). De material som provas i denna typ av maskiner kräver en hög slagkraft för att slås av. Detta gör att töjningsgivare med förhållandevis liten givarfaktor kan användas vid instrumentering utan att utsignalen störs för mycket av det allmänna bruset.

Instrumenterad slagprovning används främst för slagprovning av avancerade material som exempelvis keramer, polymerer (7) och kompositmaterial, (7,8). De slagkrafter som uppkommer i samband med slagprovning av dessa material är små, alltför små för att metallfoliegivare skall kunna användas för instrumentering av mindre slagprovningsutrustningar (<15 J) av konventionell typ. Det är dock möjligt att använda metallfoliegivare om pendelhejaren modifieras.

I denna rapport beskrivs instrumentering av två stycken slagprovare. Det är dels en 150 J:s pendelhejare och dels en 14,7 J:s pendelhejare. Instrumenteringen har skett med metallfoliegivare. Den mindre slagprovaren är försedd med en försvagad egg för att på så sätt öka töjningssignalen från metallfoliegivarna. De båda utrustningarna kalibreras statiskt och verkliga slagprov utförs på olika material.

EXPERIMENTELLA STUDIER

Beskrivning av försöksutrustning

I fig 1 visas en skiss av försöksutrustningen som används vid instrumenterad slagprovning. Den schematiskt visade slagprovningsmaskinen representeras i verkligheten av två olika pendelhejare. Det är dels en 150 J pendelhejare av märket MFL och dels en 14,7 J pendelhejare av märket ALFA.

En lös egg från varje slagprovare har instrumenterats med metallfoliegivare. Eggarna visas i fig 2-4. Av fig 2 och 3 framgår det att eggen till den mindre slagprovaren är försvagad. Eggen kommer att uppträda som en balk. På undersidan av "balken" har två stycken sk 90°"tee" rosettgivare placerats. Givarna har placerats i en böjbrygga (9), se fig 8. Observera att i fig 8 c skall två av givarna (ε_2 och ε_4) mäta tvärkontraktionen i den använda experimentuppställningen. Givarna är av märket MM och har beteckningen MM CEA-06-062UT-350, (10). De har limmats med ett methyl-2-cyanoacrylate lim som kallas "M-bond 200".

Eggen till den större slagprovaren har instrumenterats med samma typ av givare som den mindre slagprovaren. Givarna är dock placerade i en full Poissonbrygga, (9). För limningen användes ett epoxylim kallat M-bond AE-10(11).

Signalerna från de två olika Wheatstonebryggorna leds till en förstärkare (1000X). Den förstärkta signalen leds till en HP-300-dator där datainsamlingen sker. För datainsamling används ett program som har utvecklats vid Statens provningsanstalt. Programmet kallas Datins och kan användas med samplingsfrekvenser upp till 50 Hz. I HP-300-datorn finns möjligheter till olika typer av databehandling. Naturligtvis kan olika delar av mätutrustningen bytas ut mot andra typer t ex oscilloskop, vilket också har gjorts. Då har ett minnesoscilloskop av märket Gould använts. Datainsamlingen startas med hjälp av en signal från en induktiv spole. Den induktiva spolen ger utslag när pendelhejaren passerar.

Statisk kalibrering

Eggarna kalibrerades genom att de belastades med vikter. Denna kalibrering fungerar också som jämförelse mellan de olika eggarnas beteende under statisk belastning.

Vid kalibrering av eggarna lossas dessa från pendlarna. Wheatstonebryggorna matas med 10 V och eggarna belastas. Utsignalen mäts med en voltmeter. I fig 5 visas resultatet.

Verifierande slagprov

För att kontrollera de instrumenterade eggarna utfördes slagprov på flera olika material bl a stål, PMMA, PVC och glasfiberarmerad polyamid. Resultaten av dessa prov visas bl a i fig 6 och 7.

RESULTAT

I fig 5 visas resultatet av den statiska kalibreringen. Utsignalen från den försvagade eggen är ca 3 gånger starkare än utsignalen från den kompakta eggen. Detta kan jämföras med en enkel teoretisk beräkning. Den försvagade eggen har då behandlats som en fast inspänd balk utsatt för en linjelast. Den kompakta eggen har sagts vara ett rätblock utsatt för ett konstant tryck på två av sidorna. Dessa beräkningar antydde att utsignalen från den försvagade eggen skulle vara ca 10 gånger större än signalen från den kompakta eggen.

I fig 6 visas en kraft-tid kurva. Denna har upptagits vid slagprovning av stål i den större slagprovaren (150 J).

I fig 7 visas en kraft-tid kurva från slagprovning av glasfiberarmerad polyamid. Slagprovet utfördes i den mindre pendelhejaren (14,7 J).
Med utgångspunkt från de erhållna kraft-tid-kurvorna har slagsegheten beräknats enl (12). De beräknade slagsegheterna överensstämmer väl med de med visare uppmätta slagsegheter.

DISKUSSION

Av resultaten som redovisas i fig 6 och fig 7 ser man att det är möjligt att instrumentera slagprovare med metallfoliegivare, vilket också har visats med beräkningar enl (12).

Figur 7 visar några av de problem som kan uppkomma i samband med denna form av slagprovning. Det är dels brusets storlek och dels samplingsfrekvensen när dator används. I denna provning har utrustningen varit mindre lämpad vilket har lett till kurvans taggiga utseende. Ett annat problem kan vara, att svängningar i eggen kan uppstå. Detta kan leda till störningar av signalen, speciellt om pulstiden är kort, dvs om ett sprött material provas.

Det har visats att det är fullt möjligt att genom att försvaga eggarna i slagprovningsmaskiner förstärka utsignalen från töjningsgivare. För att rätt försvagning skall erhållas krävs beräkningar. Försvagningen av eggen gör att risken för haverier hos densamma ökar.

Skillnaden mellan den teoretiskt beräknade töjningen och den uppmätta kan bl a förklaras med att antagandet att eggen är en balk inte är relevant i detta fall (b eller h > 0,1*L).

I denna studie har en böjbrygga bestående av 2 st 90° "tee"-rosett-givare använts (för ALFA). Detta har gjort att utsignalen från bryggan beror på var på eggen kraften angriper. Detta kan undvikas genom att istället använda en böjtöjningsgivare. Denna har töjningskänsliga element på båda sidor om plastfolien i givaren.

Fördelarna med att använda metallfoliegivare istället för halvledargivare i samband med instrumenterad slagprovning är:

1) Instrumentering av eggarna blir billigare. Detta gör att det är möjligt att instrumentera flera eggar för olika ändamål.

2) Metallfoliegivarna är temperatur- och långtidsstabilare än halvledargivare.

3) Det finns ett stort urval av specialgivare av metallfolie. Detta möjliggör olika typer av special instrumentering.

Trots detta talar det mesta för användning av halvledargivare om inte förhållandena är mycket speciella.

SLUTSATSER

Av den genomförda studien kan följande slutsatser dras:

1) Det är möjligt att instrumentera slagprovningsmaskiner med töjningsgivare av metallfolietyp.

2) Utsignalen från en instrumenterad slagprovare kan ökas genom att försvaga slagprovarens egg.

3) Halvledargivare är pga högre givarfaktorer förmodligen lämpligast för instrumenterad slagprovning om inte mycket speciella förhållanden råder.

TACK

Författarna tackar Pavel Kakas och Johan Barrebo för hjälp i det experimentella arbetet. Även Åke Larsson och Gunnar Kjell har varit behjälpliga.

REFERENSER

(1) Ireland, D.R., Procedures and Problems Associated with Reliable Control of Instrumented Impact Test, Instrumented Impact Testing, ASTM STP 563, ASTM Philadelphia (1974), 3-29.

(2) Crawford, R.J., McFerran, N.V. and Ali, A., A Microcomputer Based system for Instrumented Impact Testing, Journal of Testing and Evaluation, 10 (3), (1982), 121-125.

(3) Adam, G., Rosenthal, Y. and Mark-Markowitch, M., Computer Assisted Instrumented Impact Testing, Experimental Techniques, 10(9), (1986), 24-26.

(4) Kakarala, S.N., and Roche, J.L., Experimental Comparison of Several Impact Test Methods, Instrumented Impact Testing of Plastics and Composite Materials, ASTM STP 936, ASTM Philadelphia (1987) 144-162.

(5) Baker, M.A. Semiconductor Strain Gauges, Strain Gauge Technology, London (1982) 267-290.

(6) Barrebo, J. Instrumentering av slagprovare, Rapport Högskolan i Borås, Borås (1988).

(7) Instrumented Impact Testing of Plastics and Composite Materials, ASTM STP 936, (Edited by Kessler, S.L., Adams, G.C., Driscoll, S.B. and Ireland, D.R) ASTM Philadelphia (1987).

(8) Friend, C.M. and Nixon, A.C., Impact response of short δ-alumina fibre/aluminum alloy metal matrix composites. Journal of Materials Science, 23 (1988) 1967-1975.

(9) Force and Torque Measurement Experimental Stress Analysis Notebook (Edited by Lineback D.I Issue 6, (May 1987) 6-11.

(10) Catalogue 400, Strain Gauges Listings 1985, Micro-measurements division (1985).

(11) M-Line Strain Gauge Accessories. MM-catalogue A-110. Micro-Measurements division.

(12) Server, W.L., Ireland, D.R. and Wullaert R.A., Strength and Toughness Evaluation From an Instrumented Impact Test, TR 74-29R, Effects Technology inc Santa Barbara (1974).

FIGURER

Fig 1 Försöksuppställning

Fig 2 Eggarna. Eggen till vänster hör till den mindre pendelhejaren.

Fig 3 Ritning av egg till mindre pendelhejare. Försvagad.

Fig 4 Ritning av egg till större pendelhejare. Kompakt.

Fig 5 Statisk kalibrering. □ = kompakt egg. ♦ = försvagad egg.

Fig 6 Kraft-tid kurva från slagprovning av stål. Större pendelhejare. Kompakt egg.

Fig 7 Kraft-tid kurva från slagprovning av glasfiberförstärkt polyamid. Mindre pendelhejare. Försvagad egg.

Fig 8 Olika typer av Wheastonebryggor och töjningsgivare.

a) sk 90° "tee"-rosett-givare
b) full poissonsbrygga
c) böjbrygga

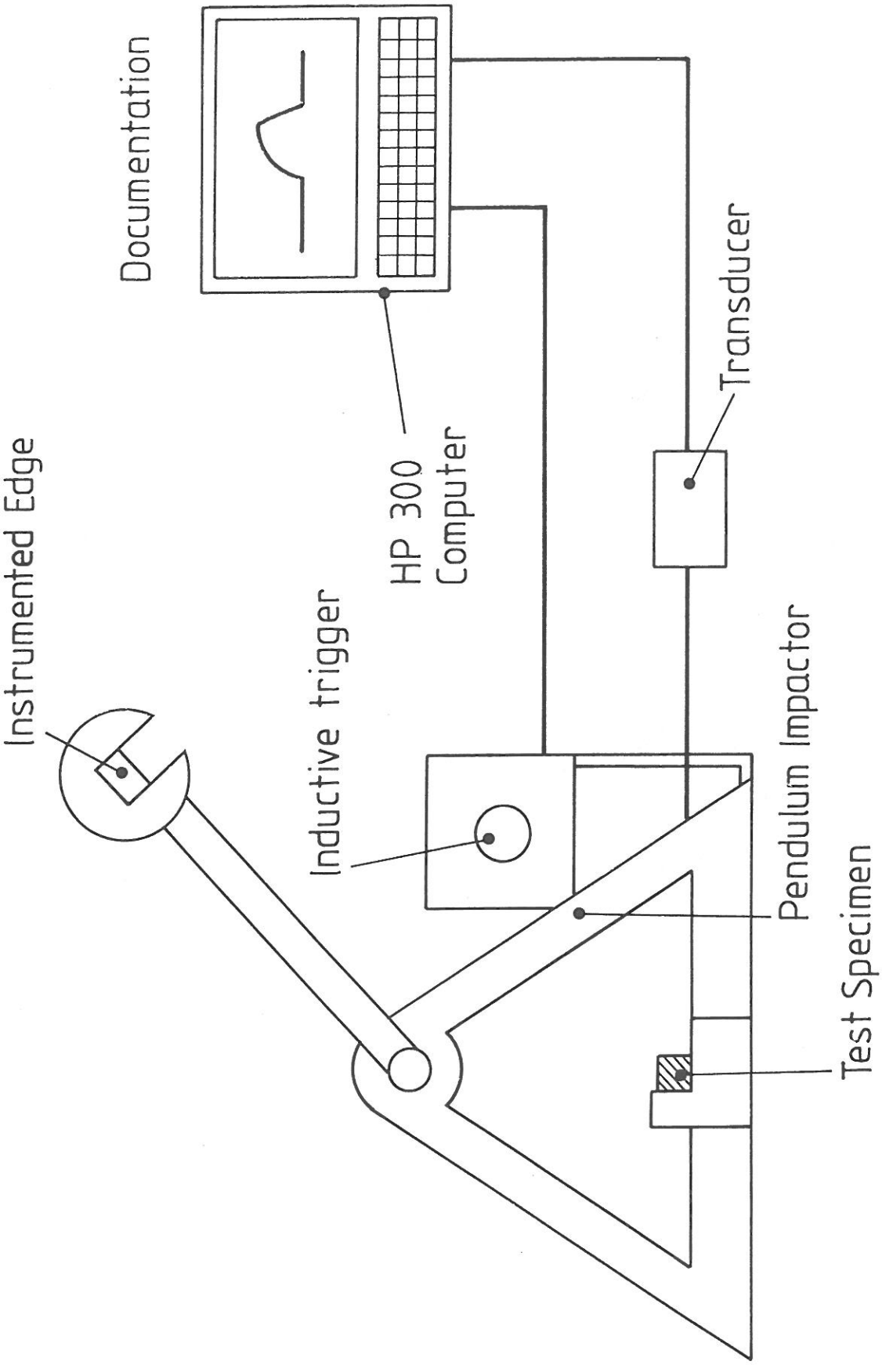


Fig 1 Försöksuppställning

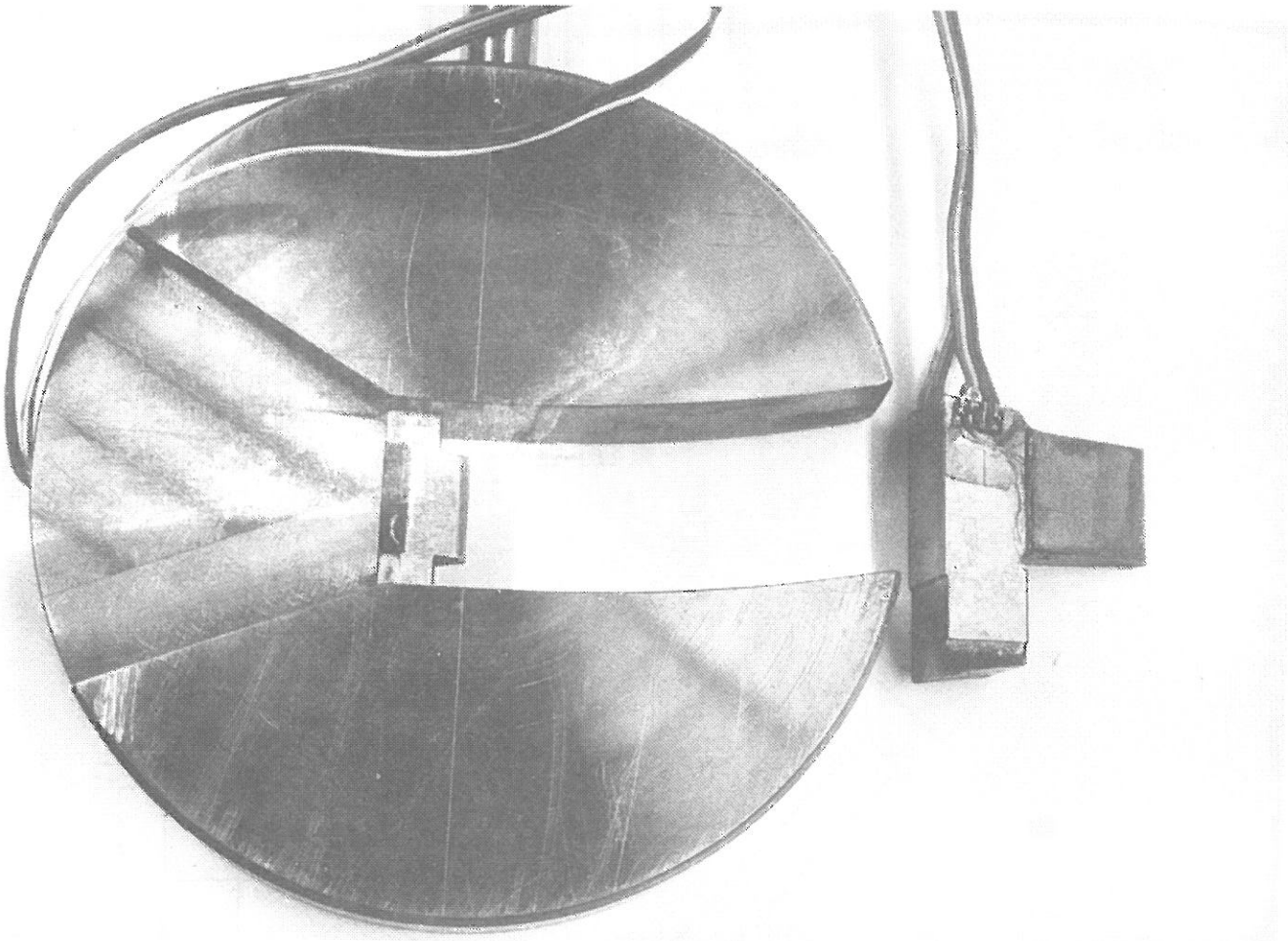


Fig 2 Eggarna. Eggen till vänster hör till den mindre pendelhejaren.

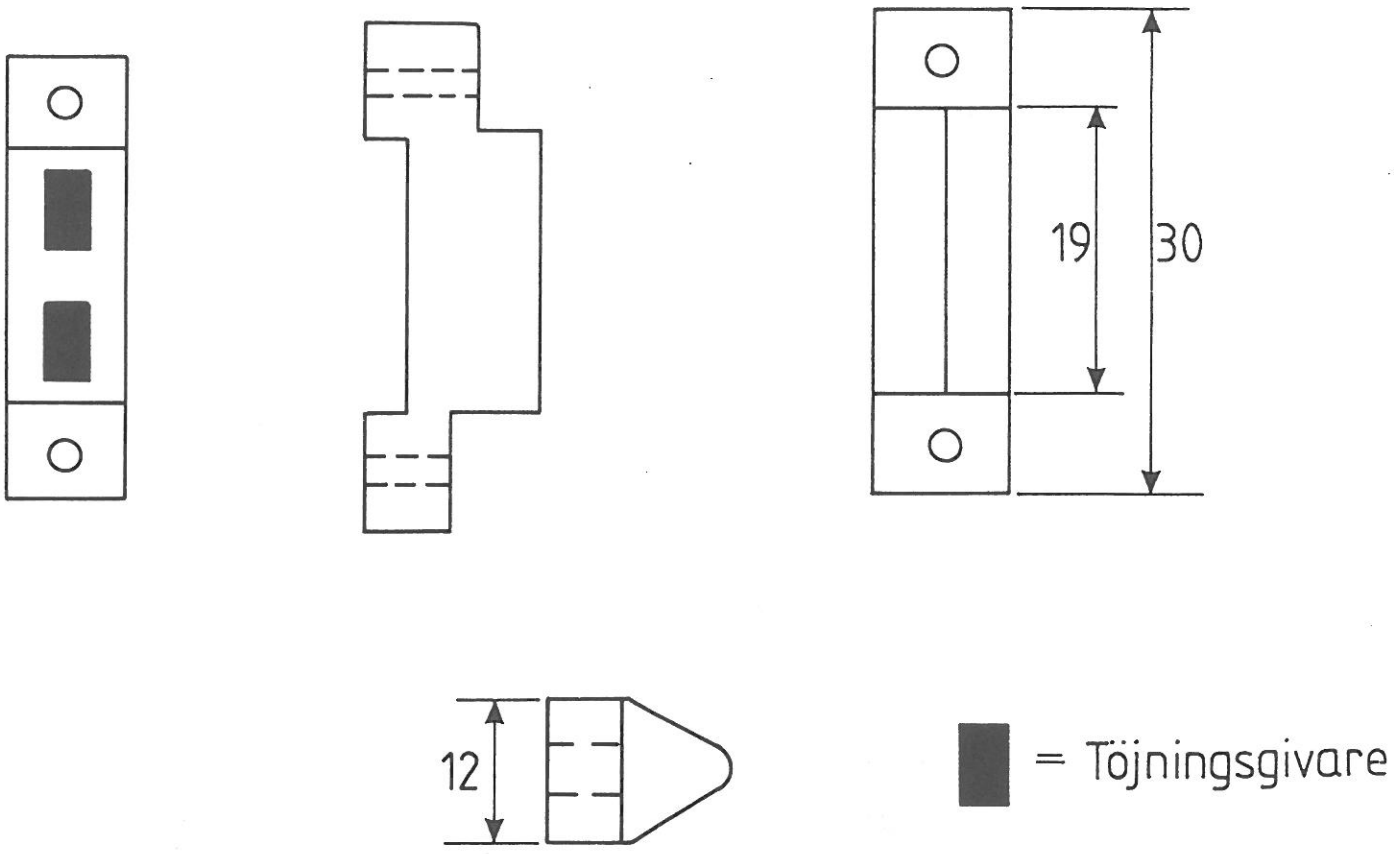


Fig 3 Ritning av egg till mindre pendelhejare. Försvagad.

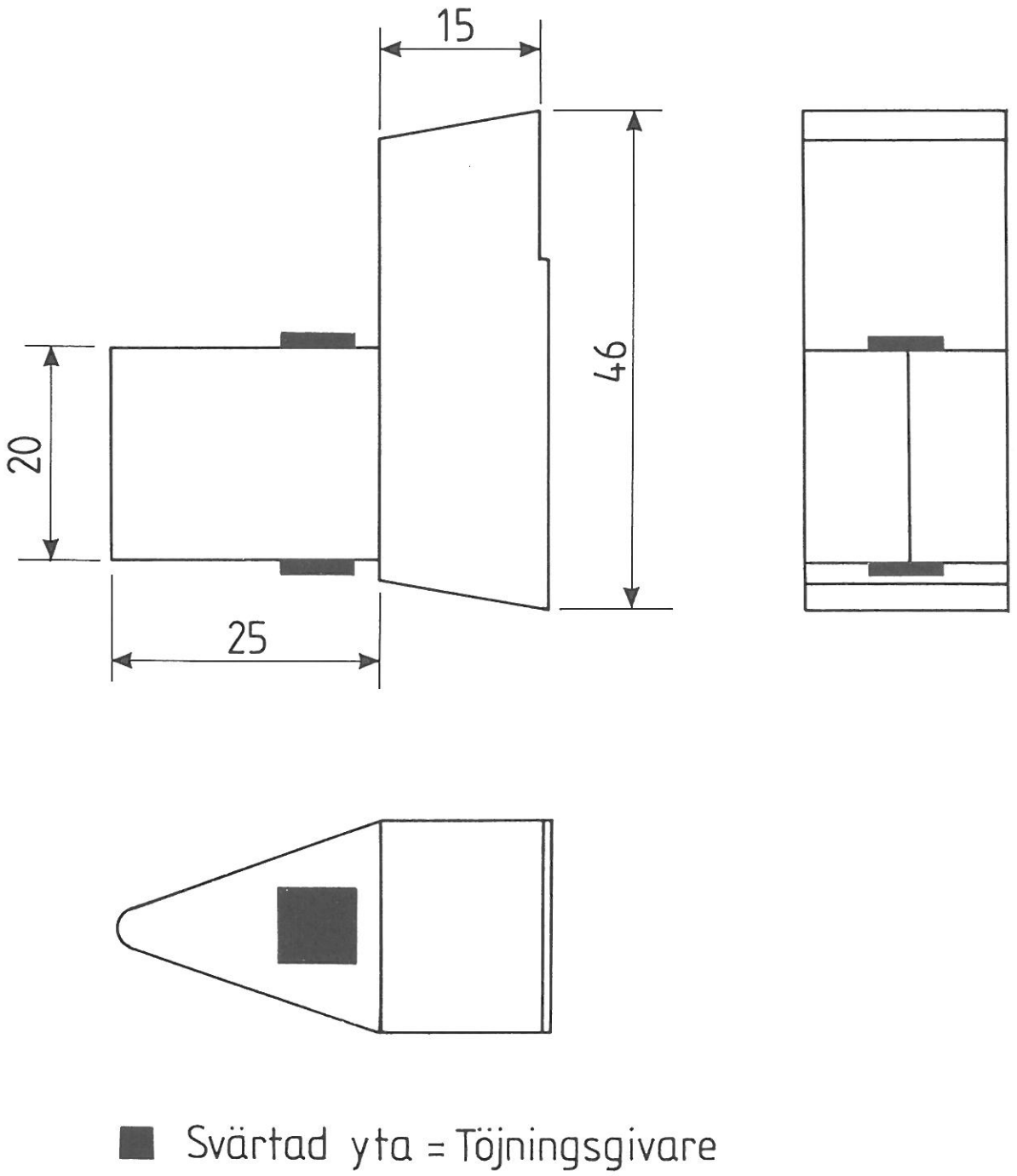


Fig 4 Ritning av egg till större pendelhejare. Kompakt.

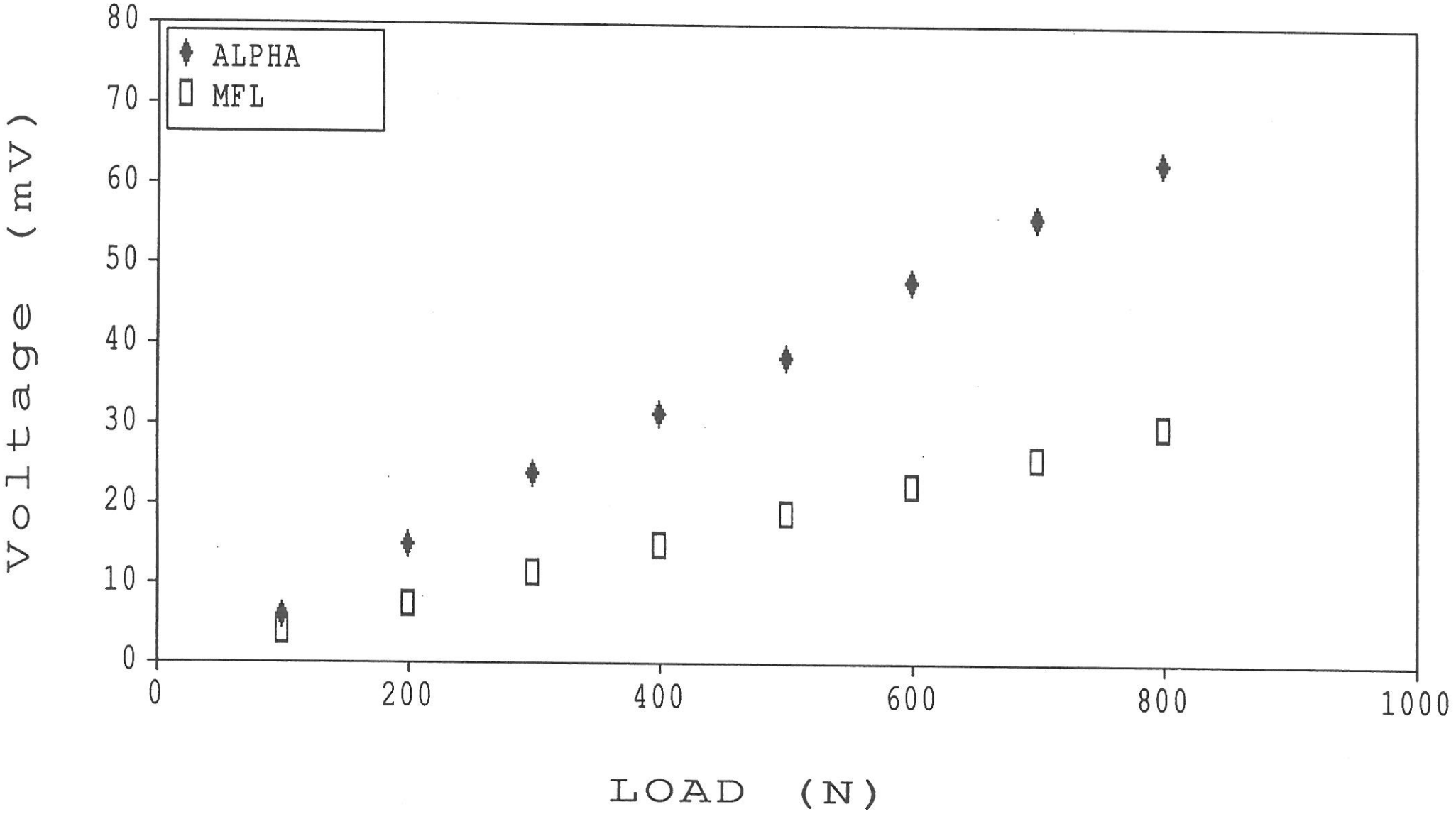


Fig 5 Statisk kalibrering. ▯ = kompakt egg. ♦ = försvagad egg.

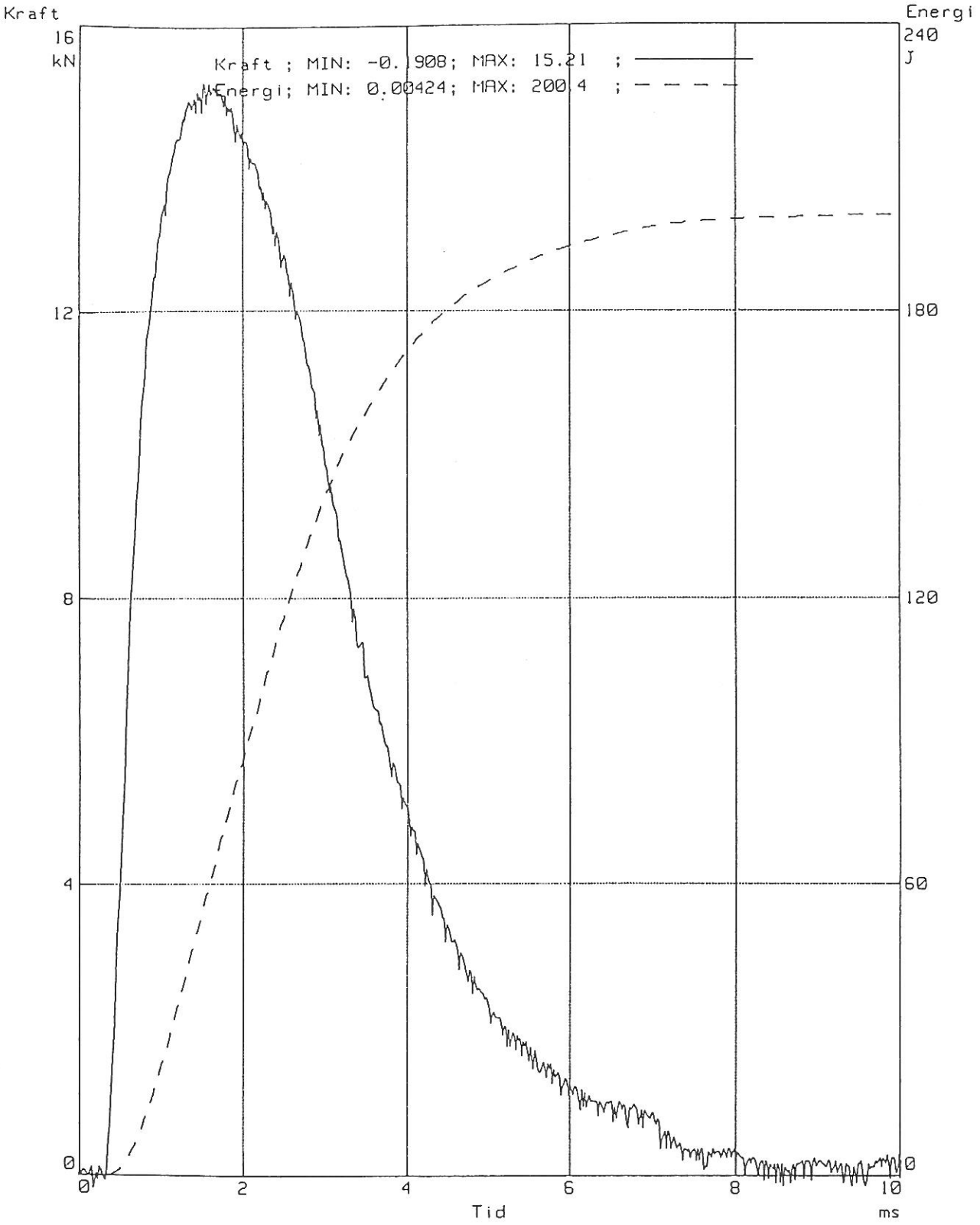


Fig 6 Kraft-tid kurva från slagprovning av stål. Större pendelhejare. Kompakt egg.

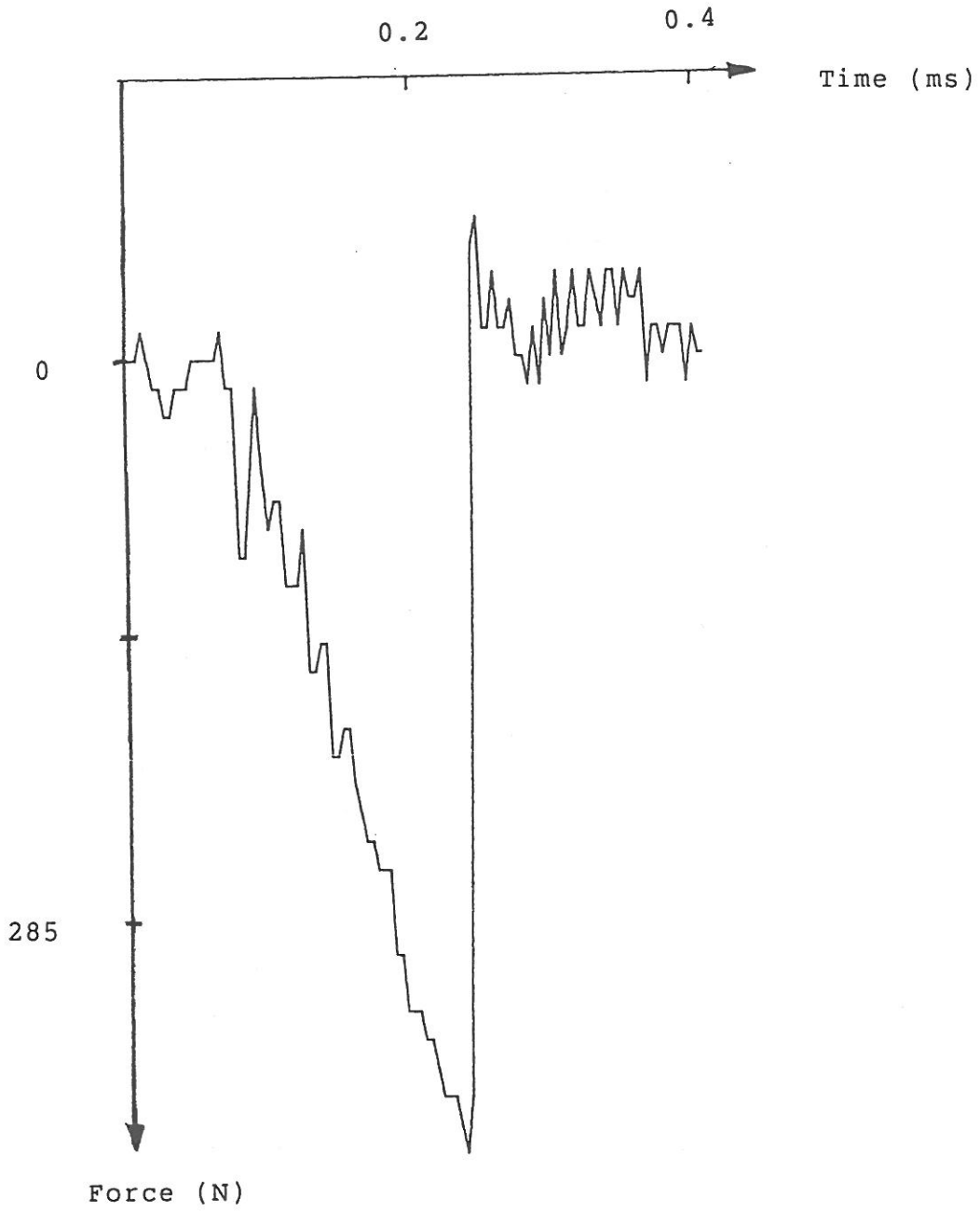
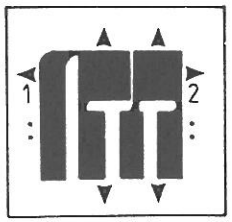
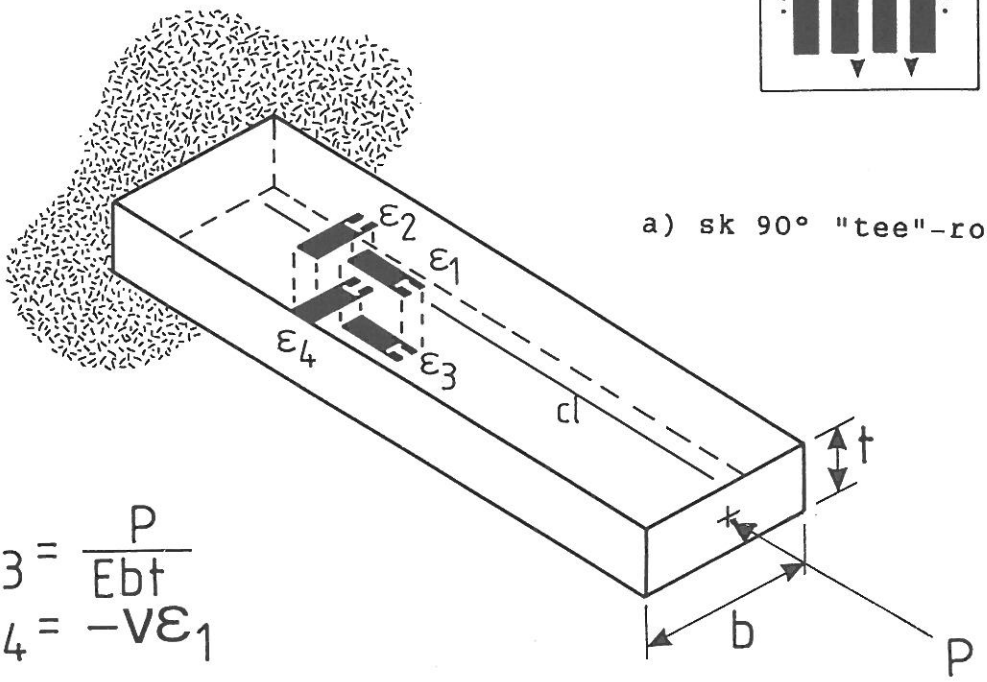


Fig 7 Kraft-tid kurva från slagprovning av glasfiberförstärkt polyamid. Mindre pendelhejare. Försvagad egg.

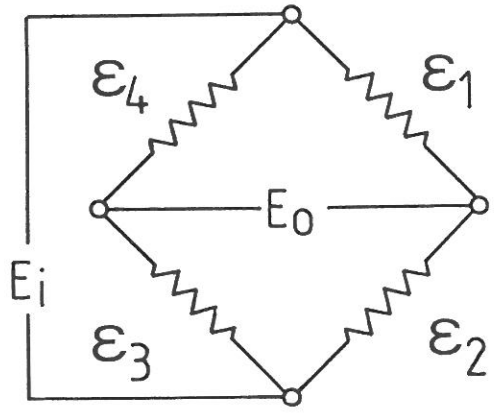


a) sk 90° "tee"-rosett-givare



$$\varepsilon_1 = \varepsilon_3 = \frac{P}{Ebt}$$

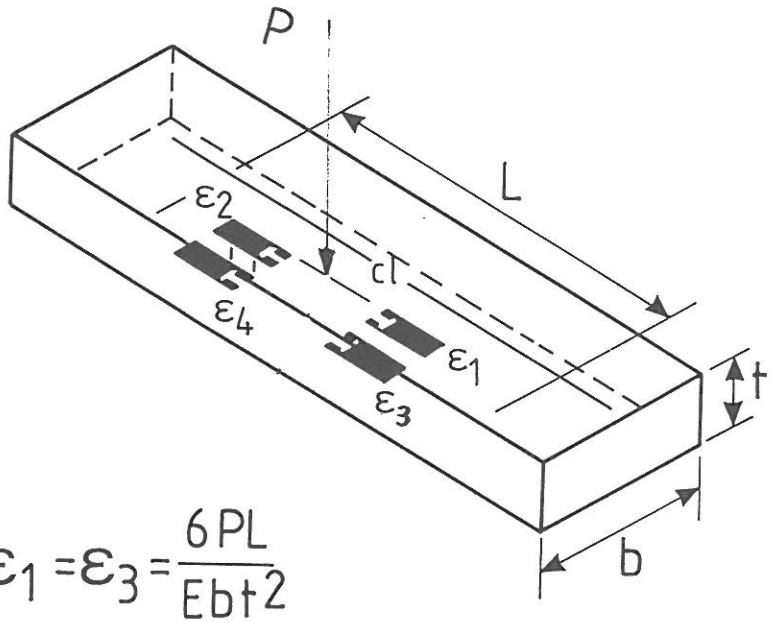
$$\varepsilon_2 = \varepsilon_4 = -V\varepsilon_1$$



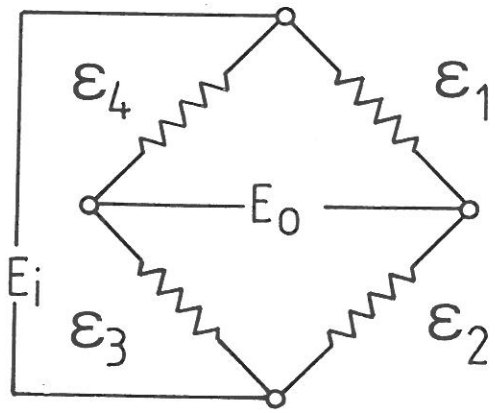
$$\frac{E_0}{E_i} = \frac{F\varepsilon_1(1+V)}{2+F\varepsilon_1(1-V)}$$

b) full poissonsbrygga

Fig 8 Olika typer av Wheastonebryggor och töjningsgivare.



$$\varepsilon_1 = \varepsilon_3 = \frac{6PL}{Ebt^2}$$



$$\frac{E_o}{E_i} = F\varepsilon 1$$

c) böjbrygga