

G L A S F I B E R A R M E R A D E B E T O N G B A L K A R

Examensarbete

utfört vid

Avdelningen för bärande konstruktioner

Lunds tekniska högskola

1984

av

Göran Nilsson

Handledare:

██████████ tler

erlund

Arkiv
Konstruktionsteknik



TVBK-5020

FÖRORD

Denna rapport är en sammanställning av provningar utförda av Göran Nilsson som examensarbete vid avdelningen för bärande konstruktioner vid Lunds tekniska högskola. Handedare har varit docent Lars Sentler och universitetslektor Sture Åkerlund.

Jag vill framföra mitt varma tack för erhållen hjälp till mina handledare och till Per Orre vid Fiberkonst AB i Malmö. Dessutom vill jag tacka institutionens personal, bland dem främst institutionsteknikerna Per-Olof Rosenkvist och Lars Leijonberg, som hjälpt till med praktiska detaljer vid provningarna.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| sida | kapitel | innehåll |
|------|---------|-----------------------------------|
| 1 | | förord |
| 3 | | sammanfattning |
| 4 | 1 | inledning |
| | 1.1 | bakgrund och syfte |
| | 1.2 | avgränsningar |
| | 1.3 | problemställning |
| 5 | 2 | materialegenskaper |
| | 2.1 | armering |
| | 2.2 | betong |
| | 2.3 | allmänt om glasfiberarmerad plast |
| 7 | 3 | provningsresultat |
| | 3.1 | massiva balkar |
| 9 | | tab 1 |
| 10 | 3.2 | utdragsprovning |
| 11 | | tab 2 |
| 12 | 3.3 | förankringsprovning |
| 16 | | tab 3 |
| 18 | 3.4 | glasfiber som skjuvarmering |
| 21 | 4 | slutsatser |
| 23 | | referenser |
| 24 | | appendix A |
| 28 | | appendix B |

SAMMANFATTNING

Prov har utförts på rektangulära betongbalkar dels av böjarmering med glas- och kolfiberstänger, dels av skjuvarmering med glasfiberväv

Eftersom inledande försök påvisade förankringsproblem med kolfiberstänger uteslöts de ur den vidare provningen.

Resultaten visar att armering med cirkulära glasfiberstänger kan vara ett tilltalande alternativ till traditionell armering, framförallt i korrosionskänslig miljö. Man måste dock beakta glasfibers låga elasticitetsmodul vilket leder till stora nedböjningar. Proven har också visat att stängerna måste förankras och då förslagsvis genom att de doppas i polyesterharts och sedan rullas i sand. Stängerna kan också ges åsar av tvinnad glasfibertråd som lindas runt stången, i båda fallen bör detta göras i samband med stångens tillverkning för att undvika materialskarvar.

Proven med glasfiberväv visade att den kan häftas fast i gjutformens insida och därvid komma att sitta i ytterkant av balkens långsidor. Denna typ av skjuvarmering kan vara ett bra komplement till vanlig bygelarmering om man tar hänsyn dels till vävens ytliga läge vilket kan leda till beständighetsproblem, och dels till att balken får ett sprött brott och därför bör ha större säkerhetsmarginal till brott.

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND OCH SYFTE

Betong använd som bärande del i byggnadskonstruktion måste normalt armeras. Traditionellt har man armerat med stål, som dock har den nackdelen att det lätt rostar då det angrips av klorider.

I speciellt korrosionsbenägna miljöer, t.ex. i broplattor, finns det därför anledning att försöka hitta andra material som bättre motstår korrosion.

Syftet med denna rapport är att undersöka möjligheterna att använda fiberarmerad plast som ersättning för stål som armering.

1.2 AVGRÄNSNINGAR

På grund av det stora problemområdet har undersökningarna avgränsats till att gälla två delområden, dels böjarmering i form av glasfiberarmerad polyester, och dels skjuvarmering i form av glasfiberväv.

I båda fallen har armeringen provats i ganska små balkar med rektangulärt tvärsnitt.

Långtidsegenskaper som krypning och beständighet har inte undersökts.

1.3 PROBLEMSTÄLLNING

Inledande provningar för att utröna möjligheten att använda fiberarmerad plast som böjarmering i betongbalkar visade att ett av huvudproblemen är att förankra de helt släta stängerna. Huvuddelen av provningarna inriktades därför på att undersöka olika typer av förankring och dessas användbarhet.

Förankringsprov utfördes dessutom bara på armering av glasfiberarmerad plast då den kolfiberarmerade är ännu svårare att förankra, dels på grund av den avsevärt högre styvheten och dels på grund av att stängerna hade rektangulär tvärsnittsform. Rent formellt borde dock även kolfiberarmerad plast kunna förankras på liknande sätt som i rapporten föreslås för glasfiberarmerad.

Vad gäller glasfiberväv utfördes provningar för att utvisa om den överhuvudtaget gör någon nytta som skjuvarmering, och hur den isåfall ska anbringas.

2 MATERIALEGENSKAPER

2.1 ARMERING

Armering har utgjorts av stänger av:

- (a) glasfiberarmerad polyester, cirkulärt tvärsnitt ϕ 5,6 mm.
Den glasfiberarmerade plasten består av 50% E-glas i form av kontinuerlig processroving och 50% polyesterharts.

Kompositen har ungefärliga data:

$$\sigma_{\text{brott}} = 600 \text{ MPa} \quad E = 40 \text{ GPa}$$

- (b) kolfiberarmerad plast, rektangulärt tvärsnitt 3x10 mm.

Kompositen har ungefärliga data:

$$\sigma_{\text{brott}} = 3200 \text{ MPa} \quad E = 220 \text{ GPa}$$

- (c) stålarmring Ps 500 ϕ 6

- (d) glasfiberväv

2.2 BETONG

Betong har utgjorts av K30 , stenmax 10 mm.

Provad kubtryckhållfasthet har i samtliga fall legat mellan 30 och 40 MPa.

2.3 ALLMÄNT OM GLASFIBERARMERAD PLAST

Plast som ska användas inom byggtekniken har normalt för dålig hållfasthet och måste därför armeras. Armeringen kan bestå av fibrer av olika material t.ex. glas, kol, aramid eller grafit. Fiberarmerad plast är normalt, trots drastiskt sänkta kostnader på senare år, fortfarande dyrare än stål i förhållande till hållfastheten och används därför främst när det finns andra krav på konstruktionen såsom låg vikt eller beständighet.

Glasfiberarmerad plast (GRP) har låg elasticitetsmodul, normalt $\approx 20\%$ av ståls. Detta gör att konstruktioner blir överdimensionerade ur brottrisksynpunkt, då det normalt är styvheten som avgör bärförmågan. Detta kan åtgärdas genom att istället armera plasten med fibrer med högre E-modul t.ex kol. Detta ökar dock kostnaderna avsevärt varför GRP dominerar marknaden, åtminstone när det gäller massfabrikation.

I glasfibers ungdom led den av dålig kemisk motståndskraft, men på senare år har det utvecklats fibrer som har bättre motståndskraft. Bl.a. har Pilkington Group i England tagit fram Cem-Fil, en alkaliresistent fiber som används som armering i cement för t.ex fasadbeklädnad.

3 PROVNINGSRISULTAT

3.1 MASSIVA BALKAR

Provningsen inleddes med prov av massiva betongbalkar 100x150x800 med varierande mängd glas- och kolfiberarmering. Balkarna var fritt upplagda där upplagskrafterna fördes ner via en kvadratisk stålplatta 100x100 i varje balkända till ett linjelager mitt under stålplattan, se fig 2.

Balken belastades med en punktlast i balkmitt. Provuppställningen kan ses i fig 1.

Armeringen lades i ett lager helt utan förankring och i hela balkens längd.

Provningsresultaten som kan ses i tab 1 balk A1-A9 visar att armeringen glider långt innan den har utnyttjats fullt ut.

Med andra ord måste man förbättra förankringen.

I appendix A ses kurvor över nedböjningen som funktion av lasten. Det kan tydligt ses att balkar med kolfiber och järnarmering är avsevärt styvare än balkar med glasfiberarmering.

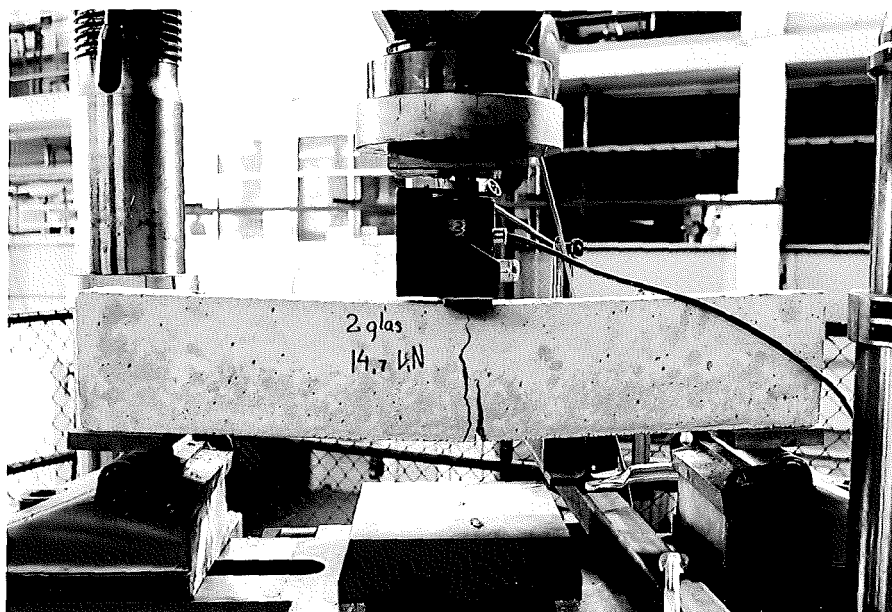


Fig 1

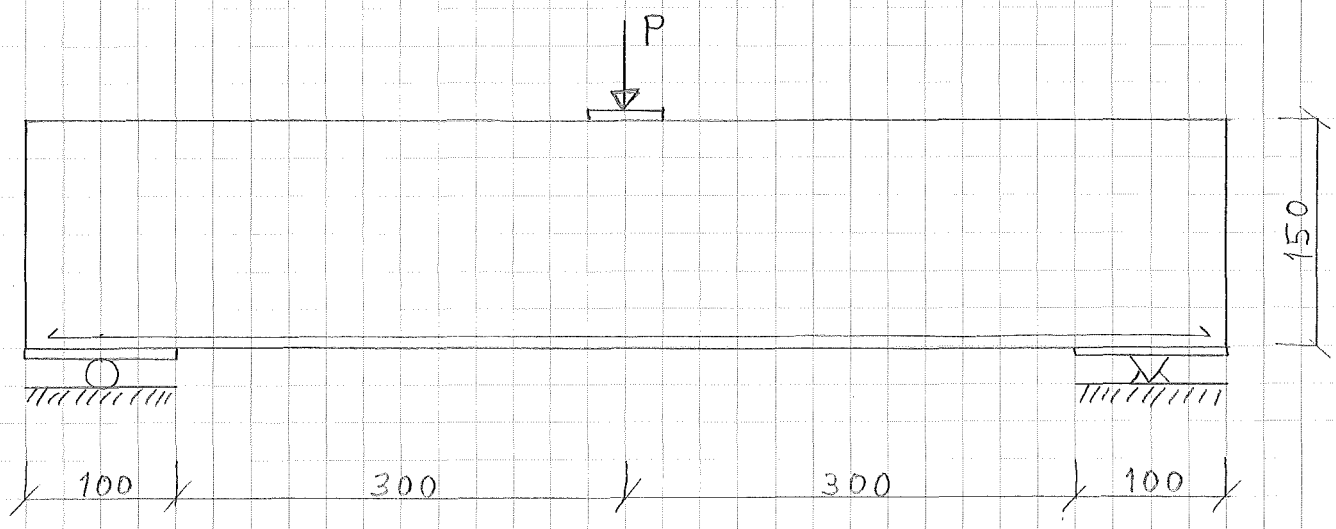


fig 2

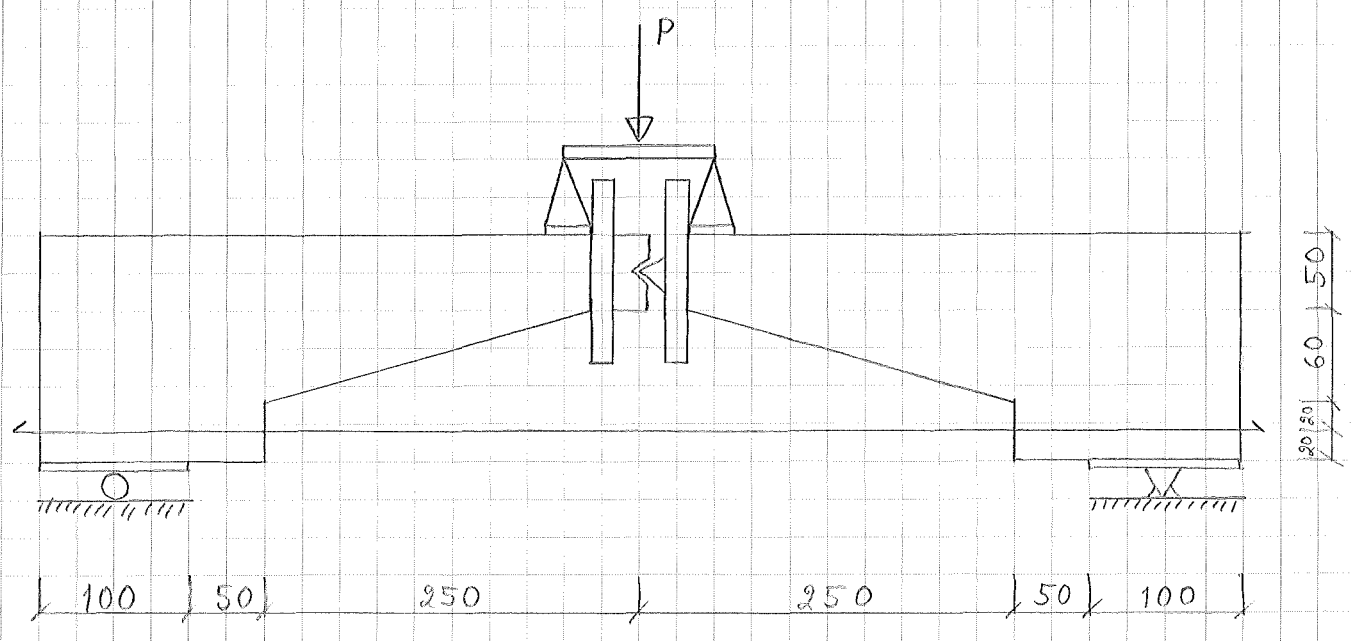


fig 3

TAB 1

| Balk nr. | armering | brottkraft, kN | nedböjning vid brott, mm | förankringskraft, kN/m |
|----------|-------------|----------------|--------------------------|------------------------|
| A1 | 2 glasfiber | 14,7 | 9,2 | 35 |
| A2 | 2 kolfiber | 20,8 | 2,6 | 50 |
| A3 | 3 glasfiber | 19,1 | 5,4 | 30 |
| A4 | 3 järn | 32,1 | 2,7 | 51 |
| A5 | 3 kolfiber | 28,8 | 2,6 | 46 |
| A6 | 4 glasfiber | 23,0 | 4,2 | 27 |
| A7 | 4 kolfiber | 31,0 | 1,3 | 37 |
| A8 | 5 glasfiber | 31,0 | 4,3 | 30 |
| A9 | 5 kolfiber | 26,2 | 1,4 | 25 |

3.2 UTDRAGSPROVNING

I syfte att uppnå bättre förankring provades härefter stänger ingjutna i 15x15x15 cm betongkuber med olika typer av stångförankring.

De släta stängerna gavs åsar genom att de lindades med tvinnad glasfibertråd och sedan doppades i polyesterharts.

Efter 7 dygns härdning drogs stängerna sedan ut ur provkuberna med resultat enligt tab 2.

Två olika hårda tvinningar och två olika "gångstigningar" provades. Dessutom försågs stång K11-K14 med först ett lager tvinnad tråd åt ena hållet och sedan ett nytt lager diagonalt över det andra, se fig 4 och 5.

Stång K15-K17 är kolfiberstänger, även dessa lindades i brist på annat med glasfibertråd.

Som framgår av tabellen är det ingen större skillnad mellan de olika förankringsmetoderna bortsett från att stång K16-K17 d.v.s. kolfiberstängerna, ligger lägre än de andra. Detta beror förmodligen på att den rektangulära tvärsnittsformen gör att åsarna inte fäster ordentligt utan lättare kasar av. De värden på förankringskraft som föregås av ">" visar att det skett dragbrott i stången vid detta värde. I dessa fall har alltså förankringen varit starkare än stången själv.

Med anledning av svårigheten att förankra kolfiberstänger användes i de fortsatta proven endast glasfiberstänger.

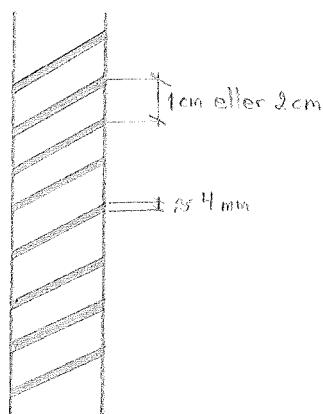


fig 4
ett lager tråd

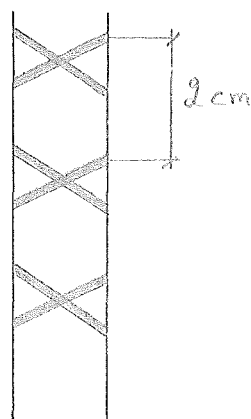


fig 5
två diagonala
lager tråd

TAB 2

| Stång nr. | armering | gångstigning | förankrings kraft, kN/m |
|-----------|---|--------------|----------------------------|
| K1 | slät glasfiber | - | 10,7 |
| K2 | slät glasfiber | - | 16,7 |
| K3 | lagom tvinnad tråd | 1 cm | 104 |
| K4 | lagom tvinnad tråd | 1 cm | > 89,3 |
| K5 | hårt tvinnad tråd | 1 cm | 85,3 |
| K6 | hårt tvinnad tråd | 1 cm | 56,7 |
| K7 | lagom tvinnad tråd | 2 cm | 71,3 |
| K8 | lagom tvinnad tråd | 2 cm | > 112 |
| K9 | hårt tvinnad tråd | 2 cm | 112 |
| K10 | hårt tvinnad tråd | 2 cm | 93,3 |
| K11 | lagom tvinnad tråd+ lagom tvinnad tråd | 2 cm | > 105,3 |
| K12 | lagom tvinnad tråd+ lagom tvinnad tråd | 2 cm | > 84 |
| K13 | hårt tvinnad tråd+ hårt tvinnad tråd | 2 cm | > 98 |
| K14 | hårt tvinnad tråd+ hårt tvinnad tråd | 2 cm | > 84,7 |
| K15 | slät kolfiber | - | 10,7 |
| K16 | hårt tvinnad tråd | 1 cm | 45,3 |
| K17 | hårt tvinnad tråd | 1 cm | 48 |

3.3 FÖRANKRINGSPROVNING

Provningsen fortsatte med balkar av den typ som kan ses i fig 6. Armeringens förankringslängd är här endast 10 cm i vardera änden, detta för att armeringen och inte betongen skall bära dragpåkänningarna. Endast en armeringsstång används och den sticker utanför balken enligt fig 7 för att en potentiometer skall kunna registrera när armeringen glider.

Som framgår av fig 8 sitter ett vipplager mitt i balken i tryckzonen, detta för att få fri vinkeländring. I fig 8 kan man även se hur punktlasten förs ner i balkmitt. Se även fig 3 sid. 8.

Då de rena utdragsproven ur kuber inte gav någon signifikant skillnad mellan olika "gångstigning" användes vid den fortsatta provningen endast stigning 1 cm. Dessa balkar benämns i tab 3, F5-F8.

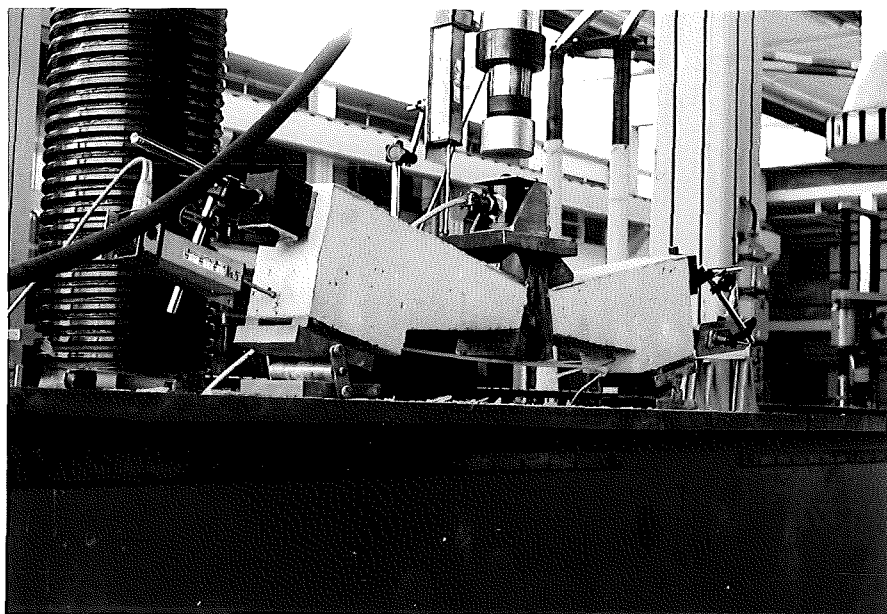


fig 6



fig 7

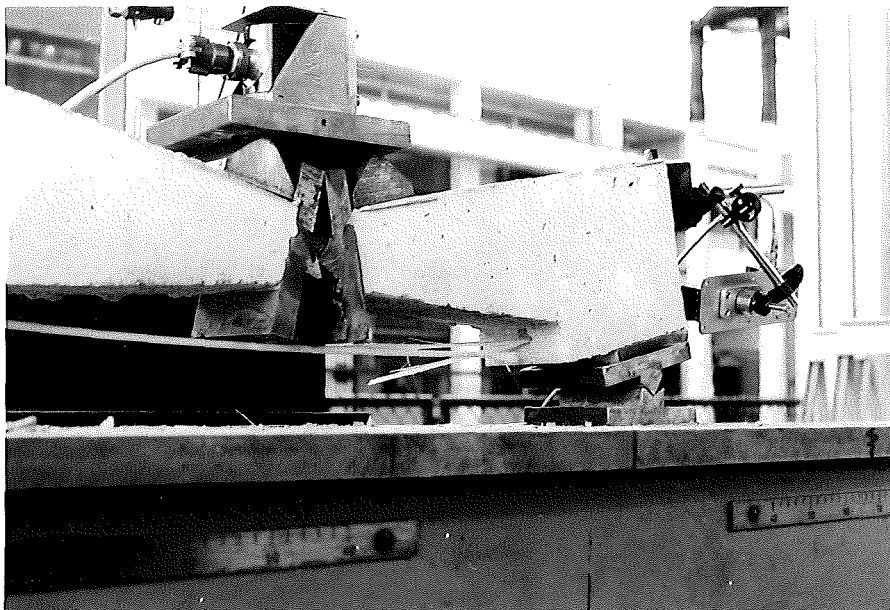
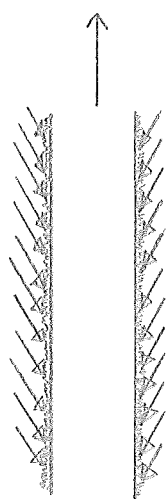


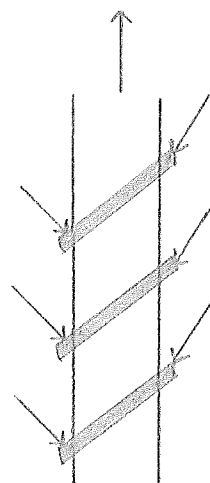
fig 8

Dessutom provades en ny typ av förankring: stängerna doppas i polyesterharts och rullas sedan omedelbart i sand med kornstorlek mellan 1 och 2 mm. Efter härdning får stängerna en sandpappersliknande yta som griper tag i betongen. Rent förankringsmässigt bör stänger med sand vara bättre än stänger med tråd eftersom förankringskraften tas upp jämnare längs stången och på så vis är mindre känslig för imperfektioner i betong eller förankring.

I fallet med tråd kan ett lokalt brott lätt leda till att brottet fortplantas till nästa "kam" eftersom belastningen på denna ökar markant. Principen för kraftupptagning kan ses i nedanstående figurer.



Förankring
med sand



Förankring
med tråd

Resultaten av provningarna kan ses i tab 3 där det finns två kolumner för tvättad och järn. Om det finns markering i kolumnen för tvättad betyder det att sanden som armeringen rullades i tvättades först, för att få bort damm och andra småpartiklar som har en tendens att suga åt sig hartsen. En markering i kolumnen för järn betyder att plattjärn var inlagda mellan lager och balk så som kan ses i fig 6, detta för att utröna om klämkrafter har någon betydelse.

Tecknet > i kolumnen för förankringskraft anger att det blev dragbrott i armeringen innan denna hann börja glida. Dragbrott i armeringen kan ses i fig 9.

Som kan ses i tabellen klarar genomgående de sandbelagda stängerna större förankringskrafter än de som var lindade. De sandbelagda stängerna når dock inte riktigt upp till de nivåer som järnarmeringen klarar, men det bör observeras att det blev dragbrott i samtliga balkar med järnarmering och i 3 av 5 balkar med glasfiber + sand, varför det är svårt att säga något om den inbördes ordningen i förankringskraft mellan dessa armeringstyper. I de glasfiberarmade balkar där brottet var ett förankringsbrott skedde i samtliga fall glidning mellan stång och harts + yta d.v.s. själva ytskiktet satt kvar i betongen efter brott.

I tab 3 är även uträknat en fiktiv balkstyvhet $(EI)_{\text{fiktiv}}$ enligt formeln $y_{\text{mitt}} = \frac{Pl^3}{48EI}$. Som kan ses i tabellen är värdena för de balkar vars armering förankrades med sand påfallande jämna.

Man ser även att balkar med järnarmering har överlägsen styvhet i förhållande till glasfiberarmering. Detta kan också ses i appendix B där nedböjningen är uppritad som funktion av kraften. Obs. de olika skalorna på axlarna.

Som kan ses i tab 3 inverkar inte tvättning av sanden på något märkbart sätt på brottkraften och det gäller för övrigt också de järnplattor som lades mellan balk och upplag.

I övrigt kan noteras en relativt liten spridning av brottlasterna inom resp. förankringstyp vilket antyder att proven ger ett något sånär rättvisande resultat.

Man kan av balkarnas mittnedböjning se att de glasfiberarmade balkarna har ≈ 3 ggr. större nedböjning än referensbalkarna med järnarmering, detta är naturligtvis en konsekvens av glasfibers avsevärt lägre elasticitetsmodul. Detta kan vara en nackdel i de fall då stora nedböjningar ej kan tillåtas, men å andra sidan kan då t.ex. kolfiberarmade stänger användas, om de kan förankras på något liknande sätt. Kolfibers avsevärt högre E-modul leder till att nedböjningarna då blir avsevärt mindre.

TAB 3

| Balk nr. | armering | tvättad | järn | brottkraft kN | nedböjning vid brott,mm | förankrings- kraft,kN/m | (EI) _{fiktiv} kNm ² |
|----------|------------------|---------|------|------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| F1 | järn | | x | 12,9 | 5,2 | >164 | 26,5 |
| F2 | järn | | | 11,0 | 4,0 | >140 | 29,3 |
| F3 | järn | | | 12,3 | 4,5 | >156 | 29,2 |
| F4 | glasfiber,slät | | | 2,9 | 0,03 | 37 | - |
| F5 | glasfiber,lindad | | x | 4,4 | 7,9 | 56 | 5,9 |
| F6 | glasfiber,lindad | | x | 5,8 | 8,8 | 74 | 7,0 |
| F7 | glasfiber,lindad | | x | 5,4 | 13,0 | 69 | 4,4 |
| F8 | glasfiber,lindad | | | 5,6 | 8,8 | 71 | 6,8 |
| F9 | glasfiber,sand | | x | 8,4 | 17,0 | > 107 | 5,3 |
| F10 | glasfiber,sand | x | x | 9,7 | 15,4 | > 123 | 6,7 |
| F11 | glasfiber,sand | x | x | 8,7 | 14,5 | 110 | 6,4 |
| F12 | glasfiber,sand | x | x | 7,7 | 12,7 | 98 | 6,5 |
| F13 | glasfiber,sand | | | 10,2 | 17,0 | > 130 | 6,4 |

TAB 3

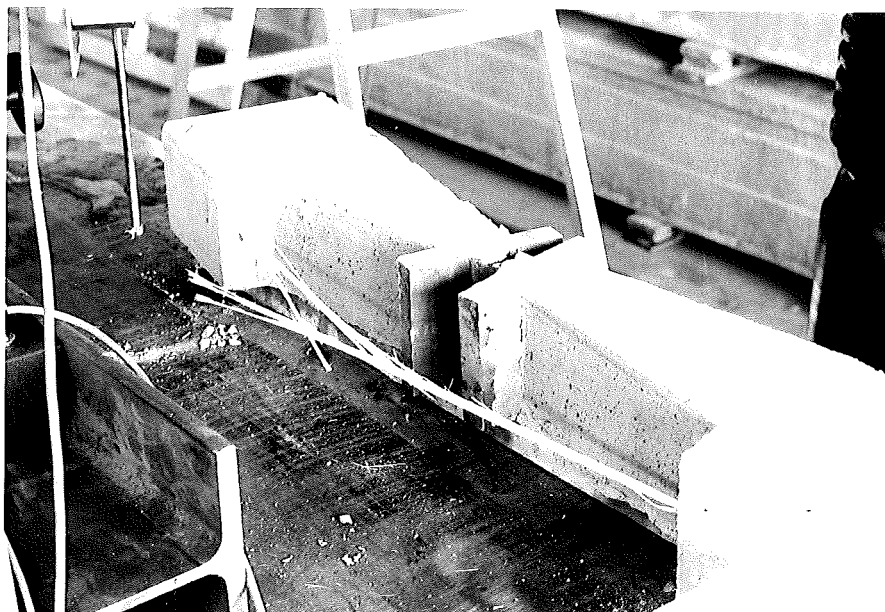


fig 9

Förmodligen kan glasfiberstängerna ta ännu större förankringskrafter om sanden resp. glasfibertråden appliceras i samband med tillverkningen av stängen. Då borde man kunna undvika den skiktyta som bildas mellan stång och hartsyta och som oundvikligen utgör en brottanvisning.

Tyvärr medgav inte tiden någon provning av massiva balkar av typ A som användes i tab 1, med förankrad armering. Det har dock utförts andra sådana prov, ett finns redovisat i den amerikanska tidskriften "Journal of the structural division" feb. 1977. Detta prov där man hade försett glasfiberstängerna med kammar av glasfibertråd visade visade att man kan förutsäga balkars brottlast och brottneböjning.

En fördel med glasfiberarmering är att man kan tillåta större sprickbredder i bruksstadiet eftersom glasfibern inte rostar som järnarmering gör. I övrigt är det svårt att uttala sig om beständigheten, men den polyester som användes i dessa prov är alkali-resistent vilket är nödvändigt då PH-värdet är lågt i betongen.

En nackdel med all fiberarmerad plast är att stängerna inte går att böja i färdigt skick. Den enda behandling som kan utföras ute på ett bygge är att såga upp stängerna i lämpliga längder, man kan t.ex. inte få några ändkrokar. Av samma anledning kan man inte göra byglar för skjuvarmering.

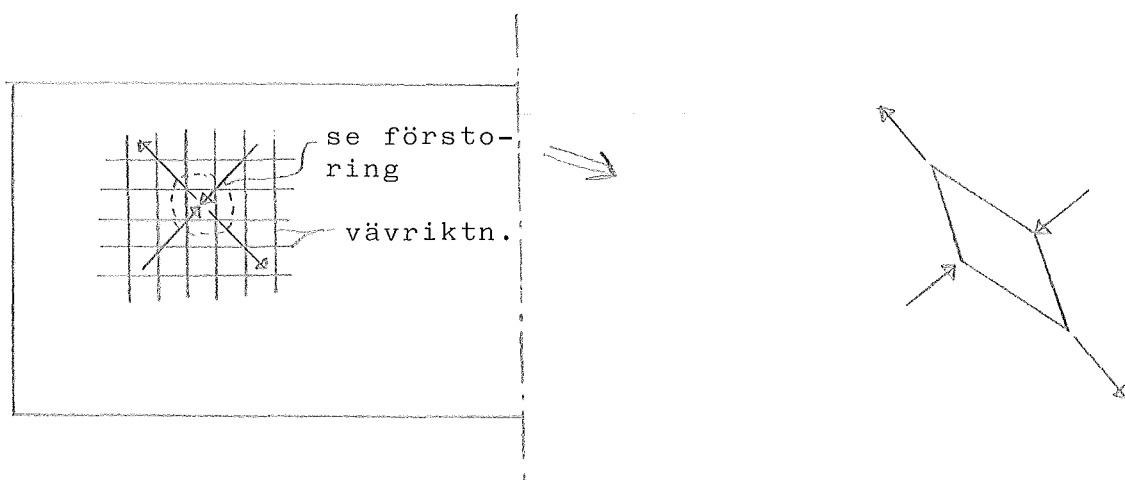
3.4 GLASFIBER SOM SKJUVARMERING

Slutligen provades även om man kan använda glasfiberväv som skjuvarmering i balkar.

Väven som tillverkades av Mitex Glasfiber AB används bl.a. som armering i båtskrov och som väggtäckning innan målning. Enligt tillverkaren har materialet god kemisk resistans, men det är svårt att säga hur det påverkas av några år i betong.

De tre balkarna med måtten $b \times h \times l = 100 \times 200 \times 800$ hade förutom böjarmering av järn alltså skjuvarmering av tre olika typer av glasfiberväv. Väven som var i ett stycke häftades fast i gjutformens insida längs tre långsidor, och den fjärde långsidan lades över efter gjutningen. De tre väverna, där skillnaden främst var tätheten, kom alltså att ligga ingjutna någon mm i betongen.

Väven är uppbyggd av fiberknippen som är vävda i två vinkelräta riktningar kan ses i fig 10-12. I bilden nedan ses schematiskt hur väven tar upp de sneda skjuvkrafterna intill stöd genom dragpåkänningar i vävriktningarna.



Förutom de tre nämnda balkarna göts även en referensbalk med bygelarmering av järn $\phi 6$ c100.

Balkarnas uppläggning och lastpåföring var identisk med det som användes för balk A1-A9 i tab 1.

Resultaten av provningen visas i fig 13. Som ses av kurvorna har alla balkarna samma styvhet men väv typ 1, som var den tätaste väven, har $\approx 40\%$ högre brottlast än de andra två väverna. Samtidigt ser man att den bygelarmerade balken dels har 30% högre brottlast än väv typ 1, och att den samtidigt har 4-5 ggr. så stor nedböjning vid brott, den har alltså ett avsevärt segare brott än de vävarmerade balkarna. Dessas spröda brott är dock inte så katastro-

fala som det kan synas, väven hänger fortfarande ihop och balken rasar inte ihop, men den kan förstås inte bära mer last.

En fördel med väven är att den, till skillnad från glasfiberstängerna, lätt kan formas efter behov och den kan även klippas. På detta sätt kan den levereras till ett bygge i stora rullar för att där tillskäras och formas.

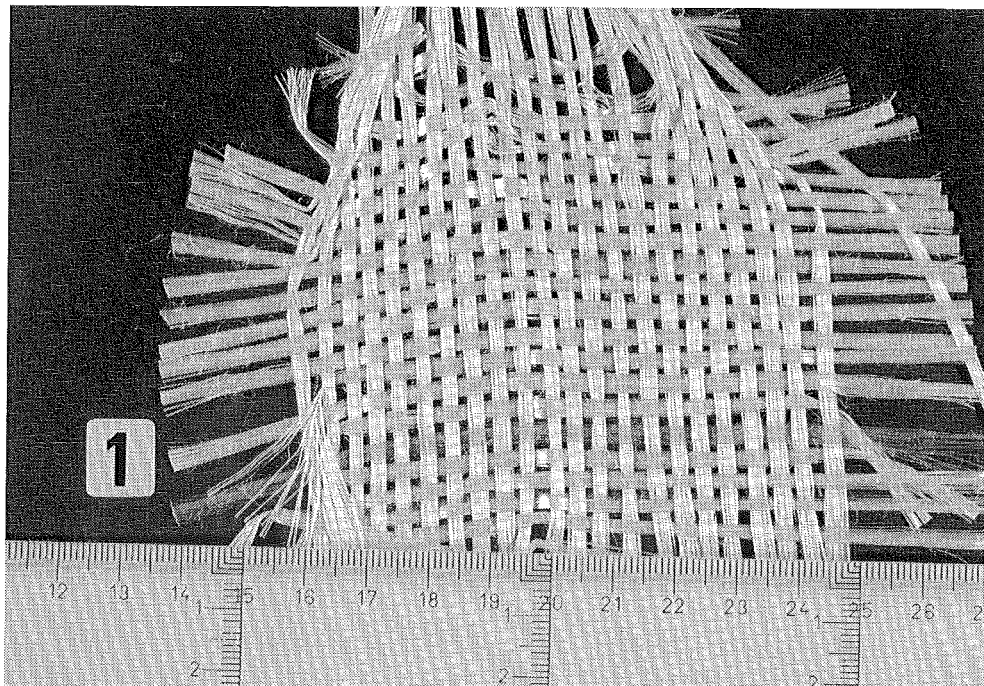


fig 10

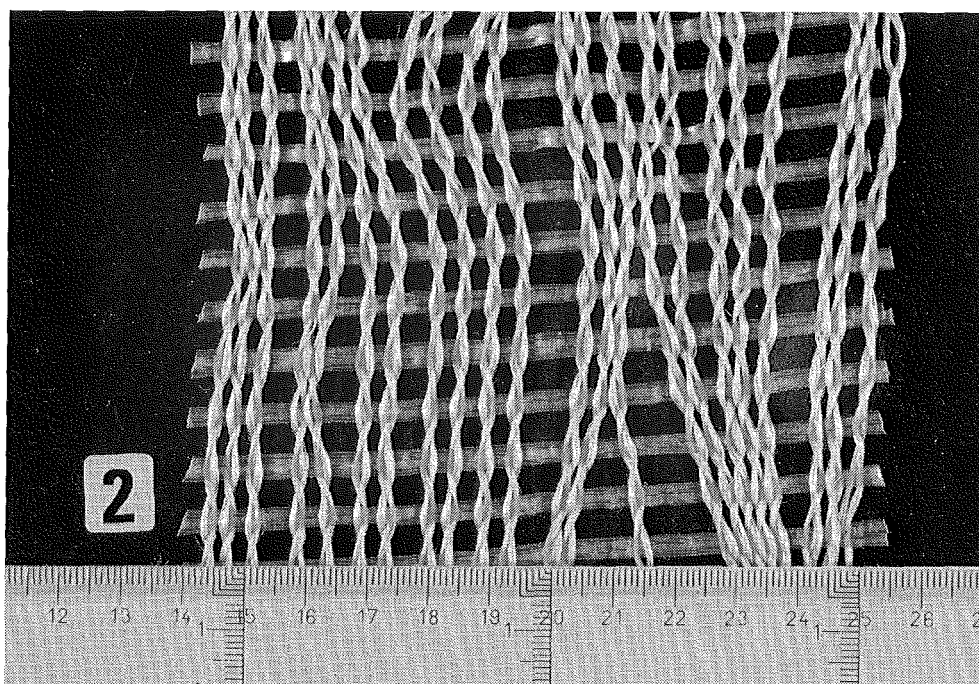


fig 11

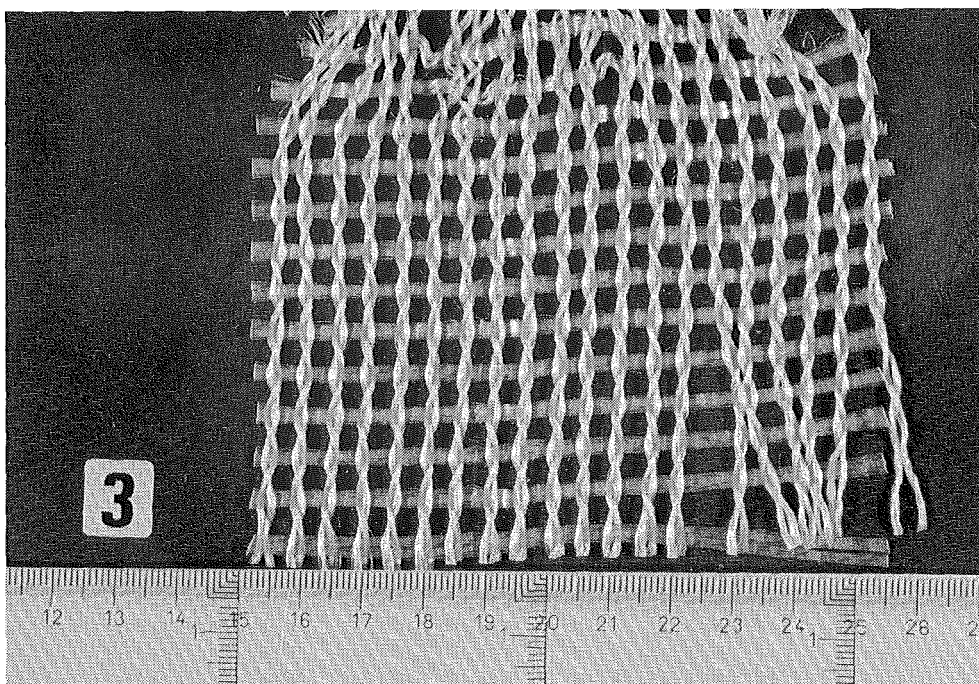


fig 12

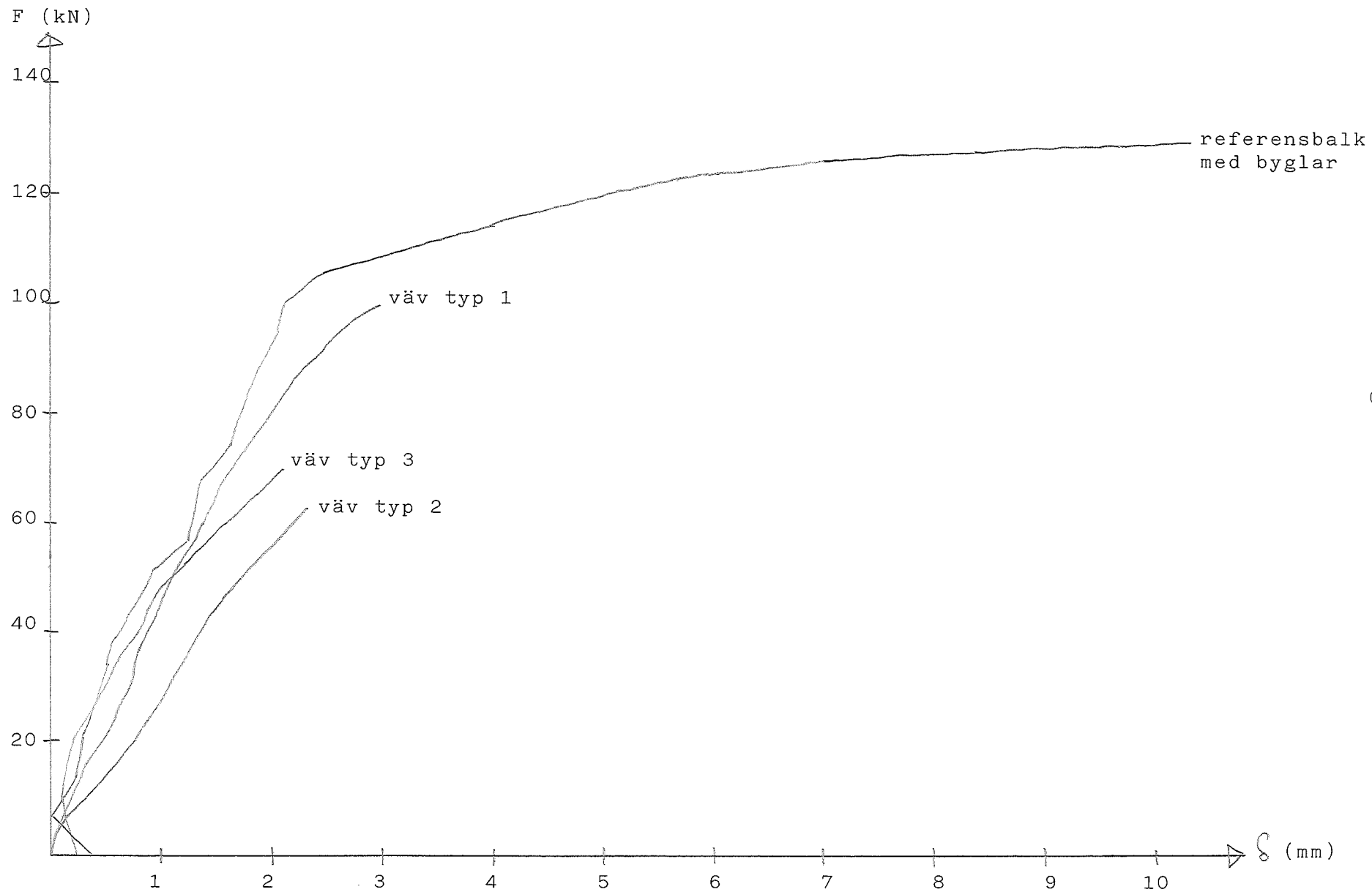


fig 13

4 SLUTSATSER

Provningsresultaten har visat att glasfiberarmerad plast, om man vid stångtillverkning kan få en skrovlig yta, bör kunna användas som böjarmering i betongbalkar under förutsättning att man kan tolerera ganska stora nedböjningar jämfört med balkar armerade med vanligt järn.

Nedböjningen bör kunna minskas genom användning av fibrer med större E-modul t.ex. kolfiber men då ställs å andra sidan större krav på förankringen.

En allvarlig nackdel med alla fiberarmerade stänger är att de ej kan formas så som järnstänger kan.

Provningarna har visat att problemen med förankring kan övervinnas, framförallt verkar sandbeläggning vara en enkel och tillförlitlig metod, särskilt om sanden kan läggas på vid stångtillverkningen. Fiberarmering kan vara ett fördelaktigt alternativ till järnarmering, speciellt i korrosionsbenägna miljöer t.ex. broplattor och i industribyggnader där kemiska ämnen angriper vanlig järnarmering.

Vad gäller glasfiberväv visar provningarna att väven fungerar bra som skjuvarmering, men p.g.a. dess placering i ytan av betongen, är den i högre grad än böjarmering, utsatt för väder och vind och det kan eventuellt ge beständighetsproblem.

Väven har en stor fördel jämfört med byglar av järn, förutom dess korrosionsbeständighet, och det är formbarheten. Den kan snabbt spikas fast på formens insida och passas till för hand.

Även glasfiberväv har dock en nackdel jämfört med traditionell skjuvarmering och det är det spröda brottet vilket kan leda till snabba och oväntade kollapser. Om skjuvarmering ska utföras med väv måste alltså större säkerhetsmarginaler mot brott användas. Provningarna har också visat att väven bör vara så tät som möjligt d.v.s. så stark som möjligt och att den bör vara lika stark i båda riktningarna. Möjligen kan en alltför tät väv hindra betongen att sippra igenom vid gjutningen, men med de väver som här har provats har detta inte varit något problem.

I provningarna låg väven med vävriktningarna parallellt med och vinkelrät mot balkens längdaxel enl. fig 14 men eftersom maximal skjuvpåkänning invid stöd ligger ungefär 45° mot balkens längdaxel skulle väven sannolikt vara ännu effektivare om den låg med vävriktningarna diagonalt enl. fig 15.

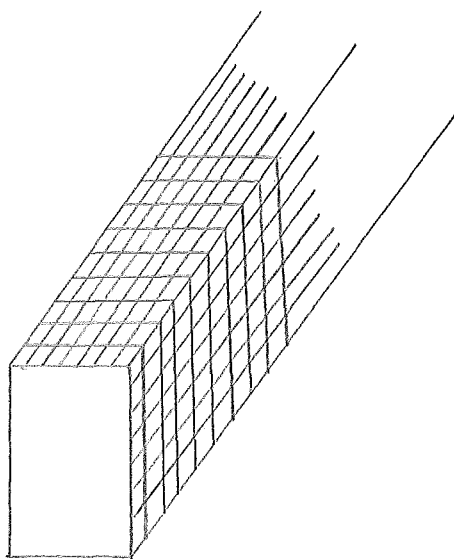


fig 14

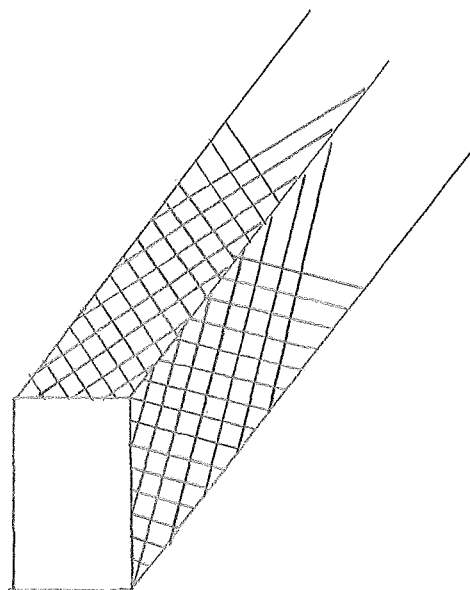


fig 15

REFERENSER

Journal of the structural division ; feb 1977

Jansson, Olsson, Sörelius ; Fiberarmerad hårdplast , del 1 och 2
Ingenjörslörlaget

Hollaway ; Glass reinforced plastics in construction
Surrey University Press , 1978

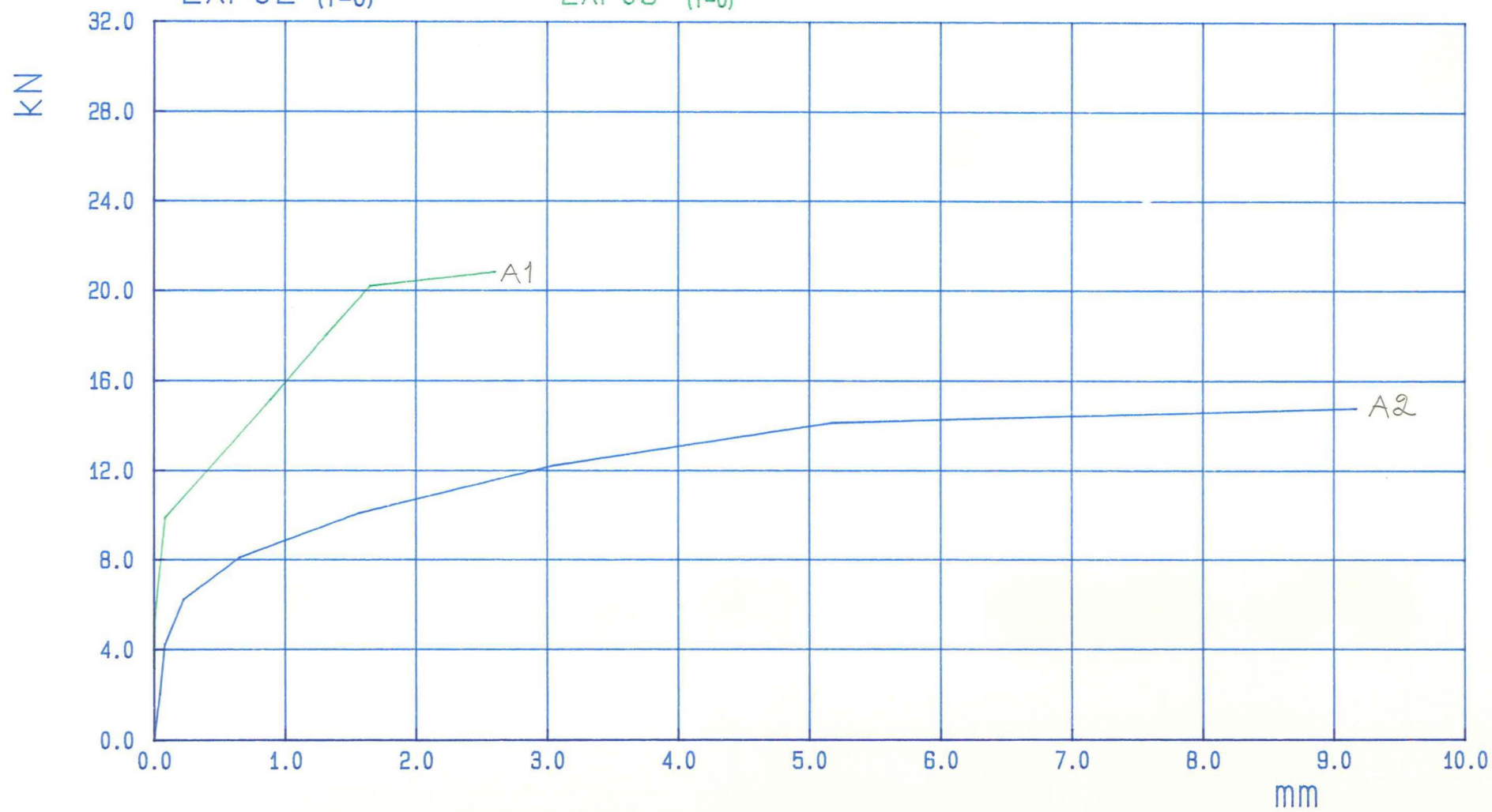
Pilkington Brothers Ltd. ; Design guide: glassfibre reinforced
cement.

TVA GLAS

TVA KOL

EXP02 (X=8)
(Y=0)

EXP03 (X=8)
(Y=0)



TRE GLAS

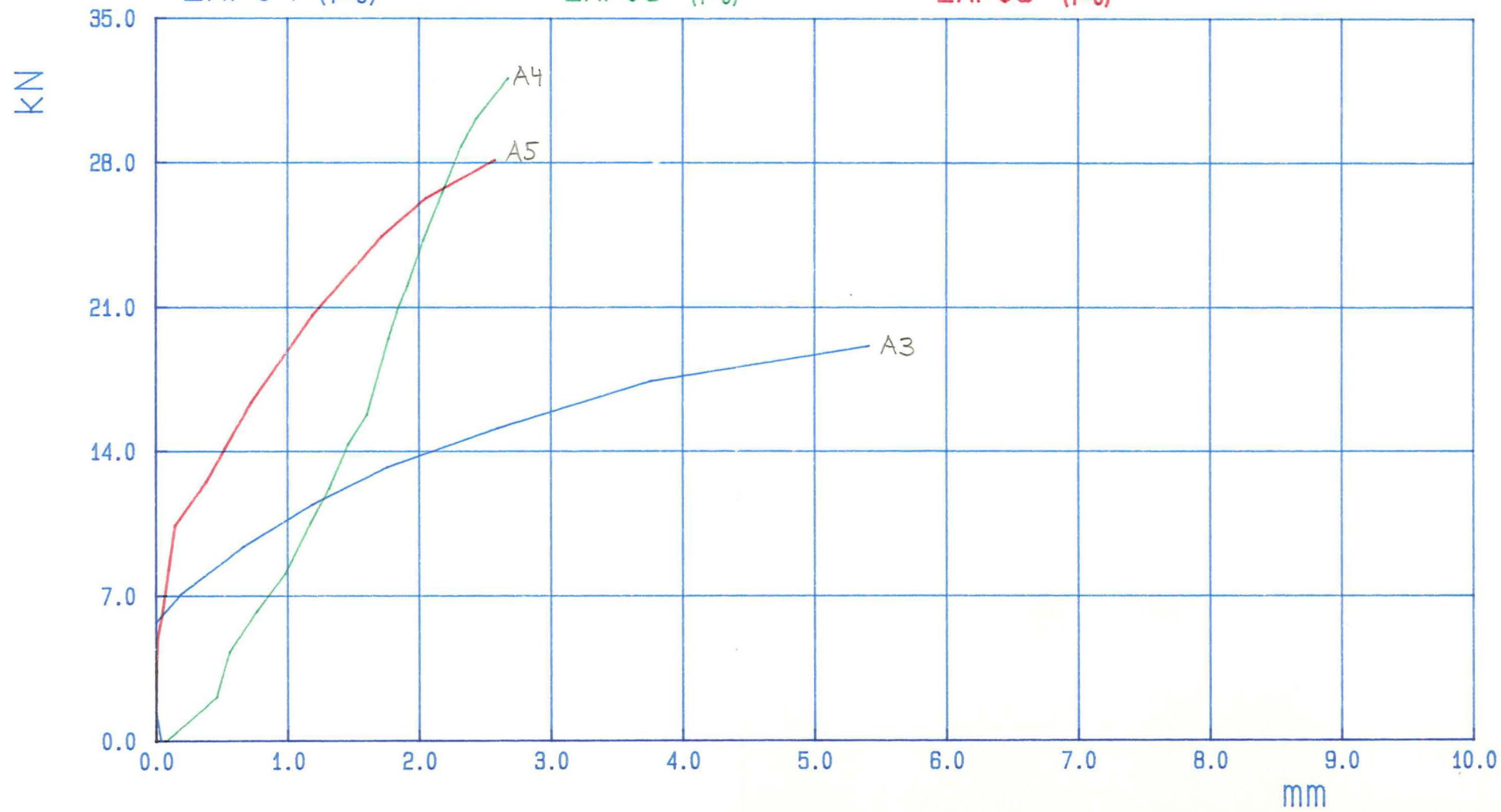
TRE JARN

TRE KOL

EXP04 (X=8)
(Y=0)

EXP05 (X=8)
(Y=0)

EXP06 (X=8)
(Y=0)

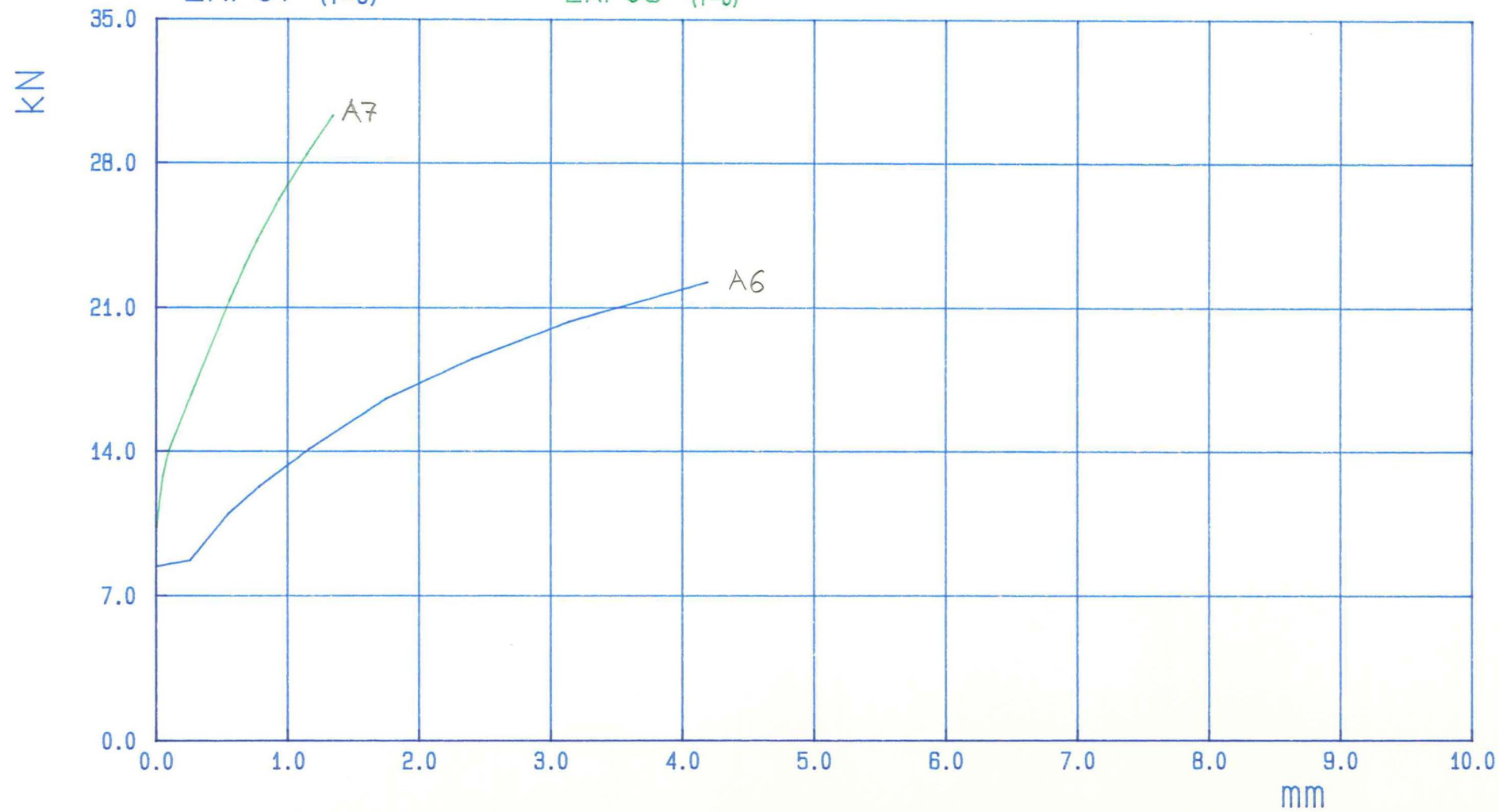


FYRA GLAS

FYRA KOL

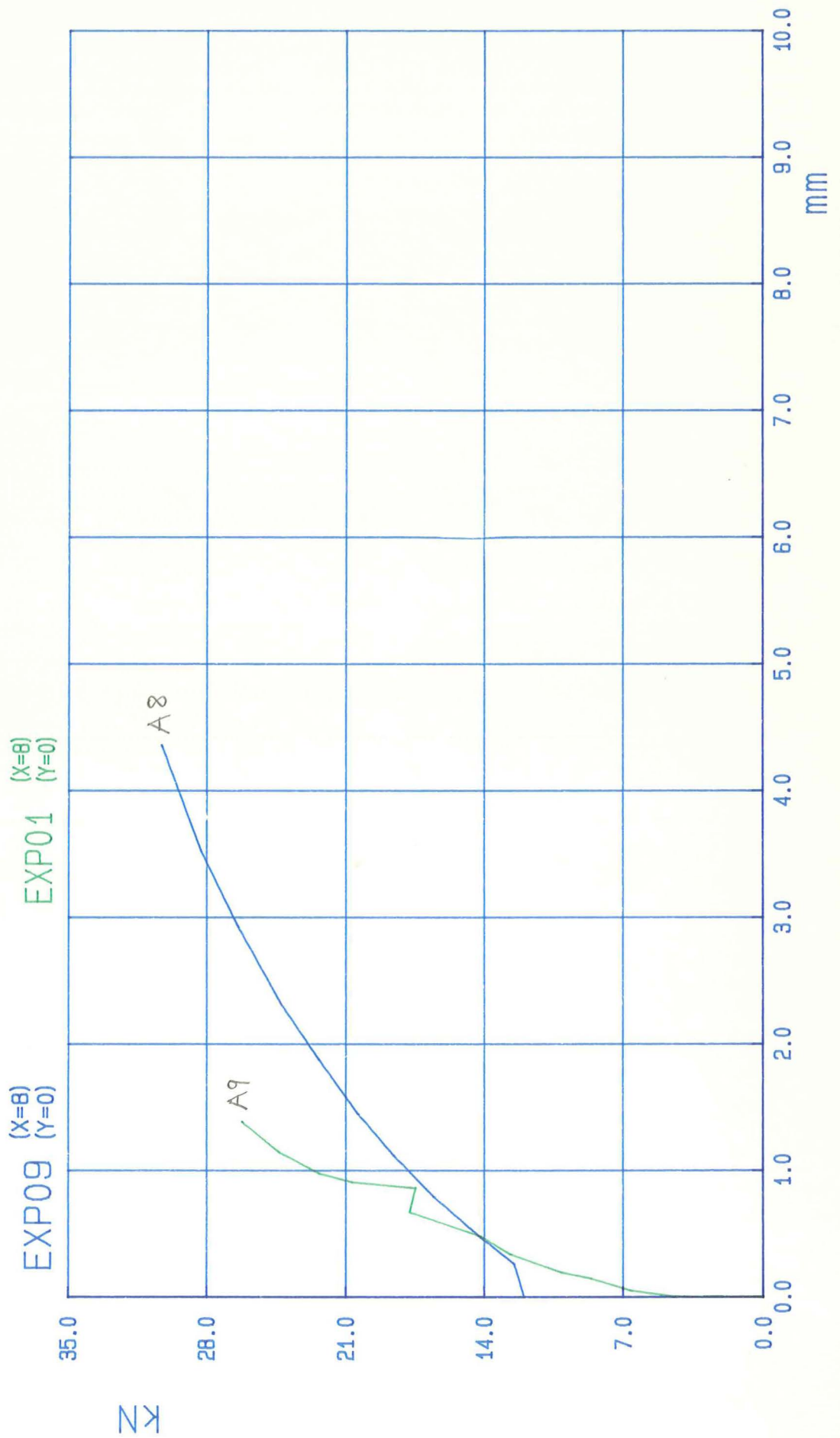
EXP07 (X=8)
(Y=0)

EXP08 (X=8)
(Y=0)



FEM KOL

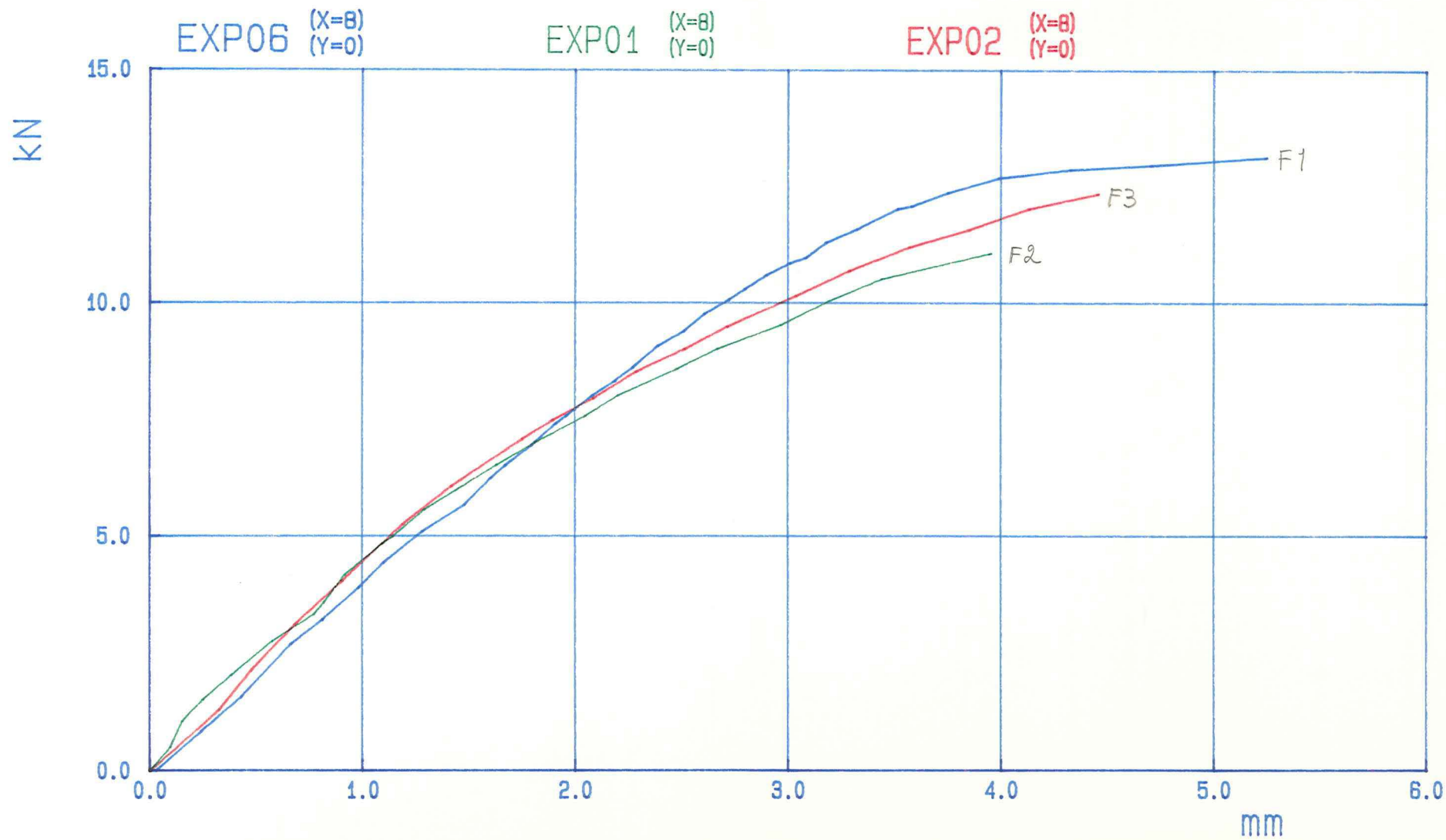
FEM GLAS



JARN 830701

JARN PROFIL

JARN PROFIL



EXP06 (X=8)
(Y=0)

EXP01 (X=8)
(Y=0)

EXP02 (X=8)
(Y=0)

kN

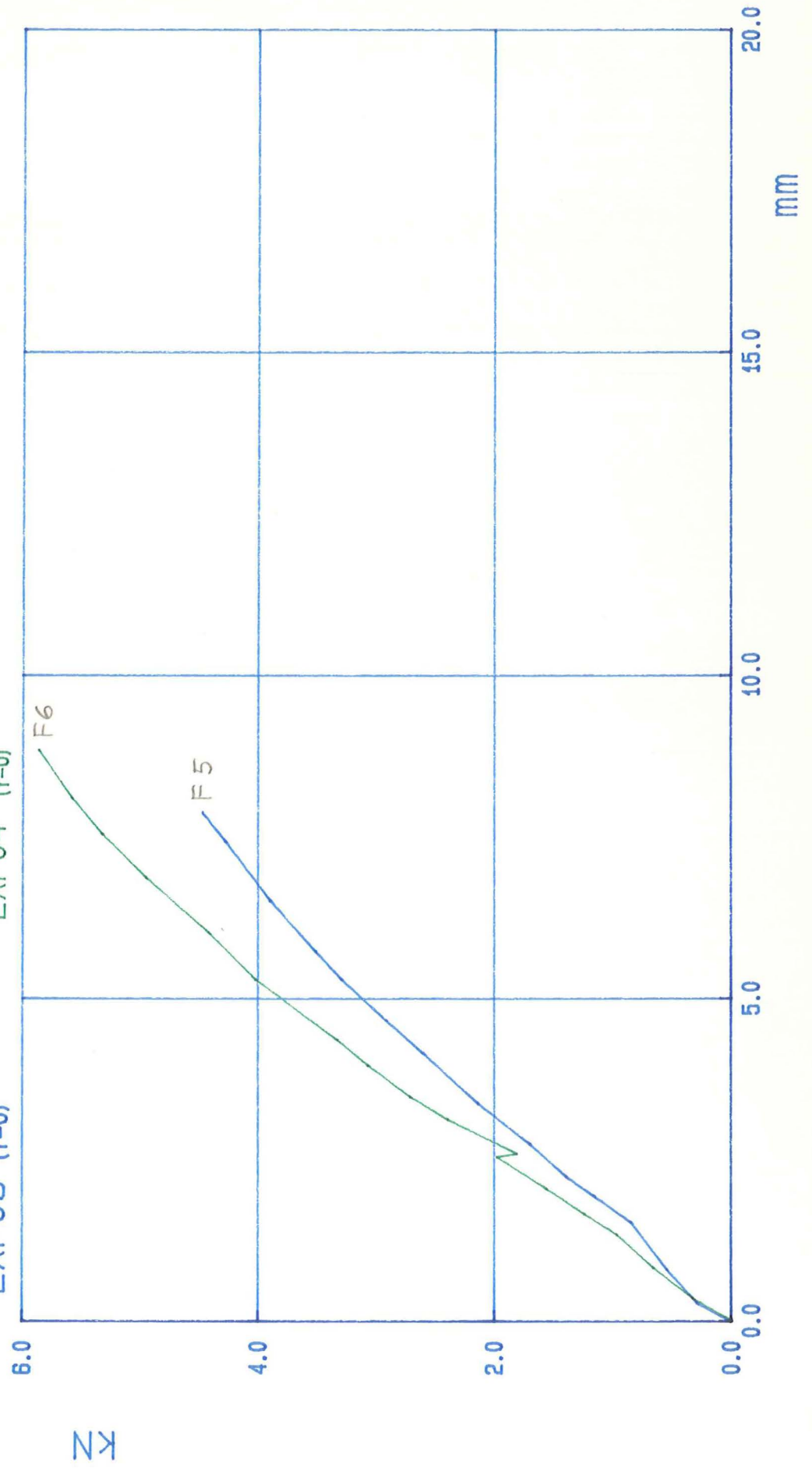
mm

LINDAD

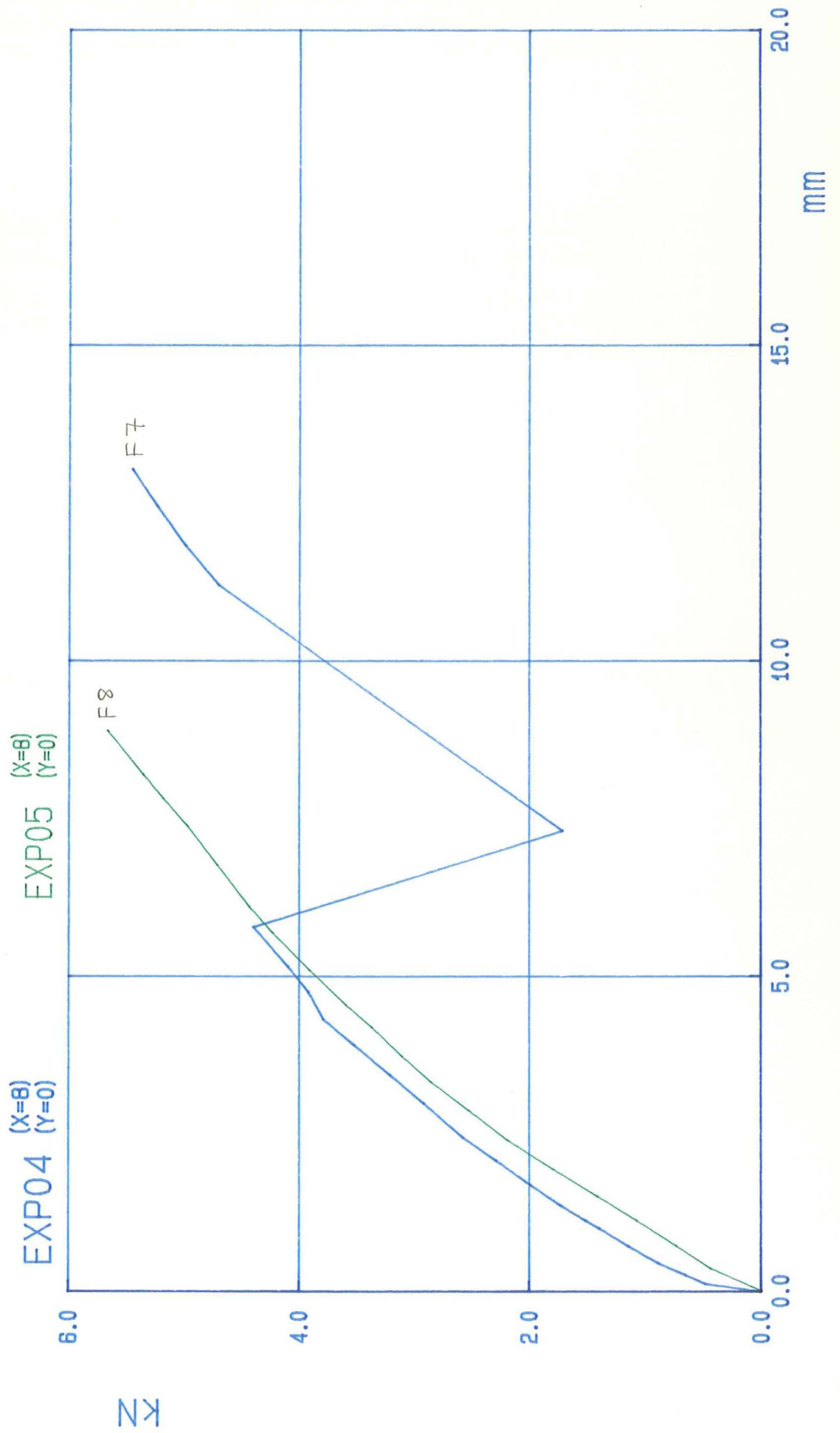
LINDAD

EXP03
(X=8)
(Y=0)

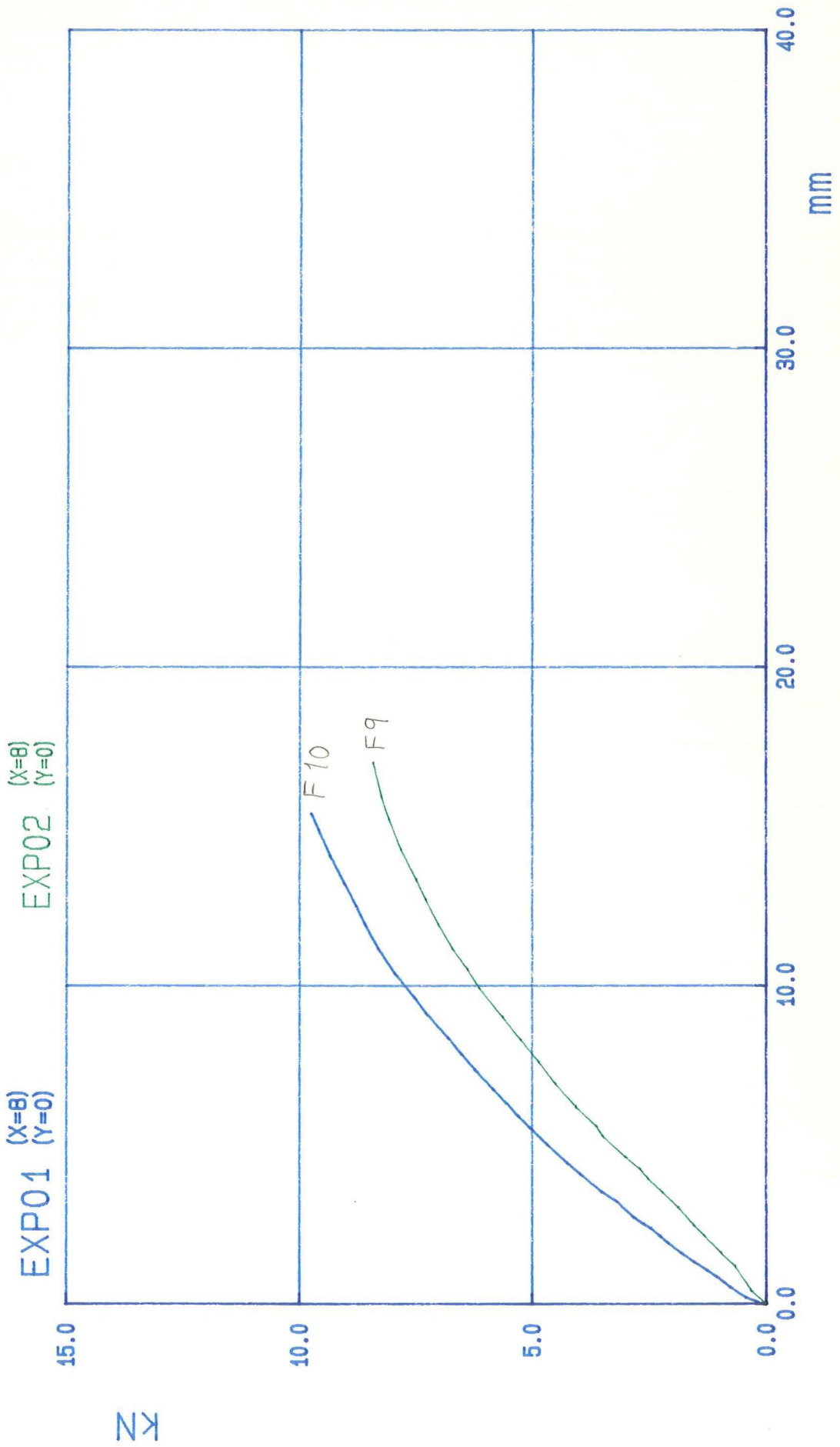
EXP04
(X=8)
(Y=0)



LINDAD 830701 LINDAD 830701



TVATTAD GRUS OTVATTAD GRUS

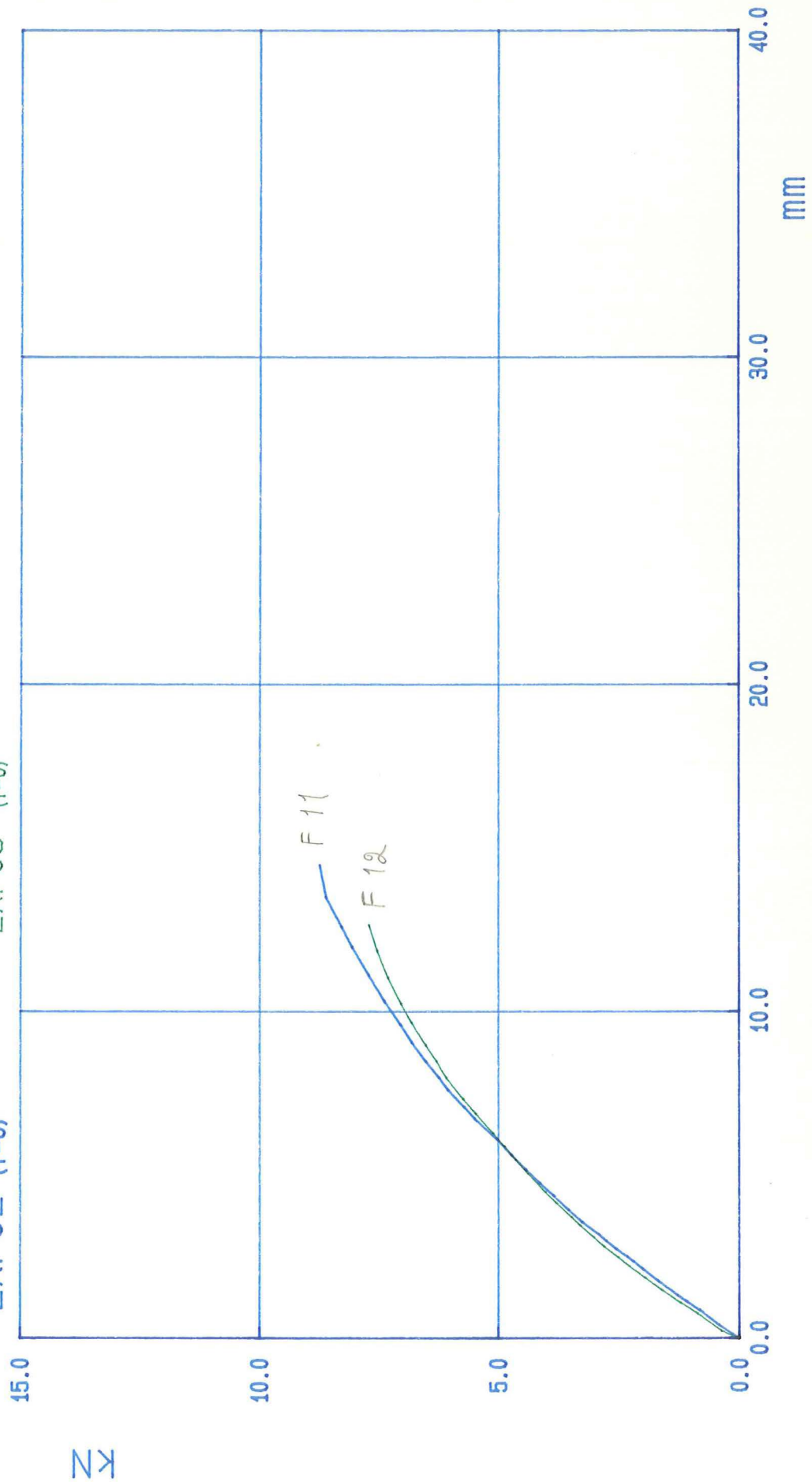


GRUS 830701

GRUS 830701

EXP02 (X=8
Y=0)

EXP03 (X=8
Y=0)



GRUS

EXP08 (X=8)
(Y=0)

