

TVÄRKRAFTSUPPTAGANDE FÖRMÅGA HOS INLIMMADE SKRUVAR I LIMTRÄ

Denna undersökning är utförd som examensarbete vid Lunds Tekniska Högskola av Hans-Erik Johansson och Roger Johnsson. Handledare har varit Civ.ing. Claes Bockasten. Uppläggning och planering av försöken har gjorts i samråd med Olle Carling, Töreboda Limträ, och Torbjörn Smith, Svenska Trä-forskningsinstitutet.

Material till provkropparna har levererats av Töreboda Limträ.

TVBK - 5001 ✓

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	SID
SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	3
BAKGRUND	5
MÅLSÄTTNING OCH BEGRÄNSNINGAR	6
TILLVERKNING AV PROVKROPPAR	7
PROVNINGENS UPPLÄGGNING	11
ÖVERSIKT ÖVER DE UTFÖRDA FÖRSÖKEN	12
PROVNINGENS UTFÖRANDE	13
ANALYS AV FÖRSÖKSRESULTATEN	17
DISKUSSION AV FÖRSÖKSRESULTATEN	18
UPPSPRICKNINGENS UTSEENDE VID BROTT	21
LITTERATURFÖRTECKNING	28

SAMMANFATTNING

Tidigare har inga undersökningar gjorts, som belyser tvärkraftens inverkan på skruv inlimmad i limträ. Målsättningen med denna undersökning var, att med nedan angivna begränsningar, undersöka sambanden mellan last och deformation i ovannämnda förband.

Begränsningar:

-Balkbredd av 80 mm

-2 inlimmade skruvar i varje balkända

-Inlimningslängd 350 mm

-Lim av resorcinoltyp, Casco 1820/1821.

-Avståndet mellan skruvarna valdes lika med avståndet från övre skruven till balkens ovankant (se figur 1), vilket i rapporten betecknas med a-avstånd.

-Skruvarna inlimmade parallellt med träets fiberriktning
Försöksuppställningen och försökens utförande framgår av figur 2.

3 försök gjordes där a-avståndet var lika med 2, 3 resp. 4 ggr. de inlimmade skruvarnas diameter. Vid dessa försöks utförande visade det sig att balken där skruvarna limmats in med ett a-avstånd av 4 d, hade dubbelt så stor hållfasthet som balkarna där a-avståndet var 2 d resp. 3 d. Last-deformationssambanden framgår av diagram 1.

Därefter utfördes 6 försök med a-avståndet 4 d. För att i försöksresultaten beakta möjligheten att det kan förekomma sprickor i limträkonstruktioner, sågades spår längs med skruvarna i den ena balksidan på provbalkarna (se figur 1).

Dessa försök visade sig ge ett medelvärde på brottlasten =42,9 kN, och en standardavvikelse =2,46. Last -deformations-sambanden redovisas i diagram 2.

Avslutningsvis utfördes 3 försök med spräckringar (en enkel förstärkningsåtgärd som förväntades höja brottlasten). Dessa försök gav ett medelvärde på brottlasten =55,3 kN,

samt en standardavvikelse=2,43. Last-deformationssambanden framgår av diagram 3. Spräckringarna visade sig höja det numeriska värdet på brottlasten, medan de inte minskade deformationerna.

Lämpliga variabler som kan studeras i eventuella framtida försök, som inte beaktats i denna undersökning, är skruvdiameters, balkbreddens och fukkvotsvariationernas inverkan på brottlasten.

SUMMARY

No previous investigations have been made concerning the transverse forces influence on screws glued into glued laminated beams. The purpose with this investigation was, with the restrictions mentioned below, to examine the relations between load and deformation in above joint.

Restrictions:

- A beam section of 267x80 mm
- Two screws glued into each beam end
- Length of gluing: 350 mm
- Glue of resorcinol type, Casco 1820/1821
- Distance between screws chosen same as distance from upper screw to upper edge, this distance is denoted a-distance in this investigation (see figure 1)
- Screws glued parallel to wood fibre

The experimental arrangements and the performance of the experiments are shown in figure 2.

Three experiments were made where the a-distance was 2,3 respectively 4 times the diameters of the glued screws. During the performance of these experiments it was seen that the beam at which the screws had been glued with an a-distance of 4d, had twice the strength as the ones where the a-distance were 2d or 3d. The relations between load and deformation are shown in diagram 1.

After that six experiments were made where the a-distance was 4d. In order to regard the possibility of cracks in glued laminated constructions as regards the experimental results, there was sawed traces along the screws at one side of the test beams. (see figure 1). These experiments gave the break load a mean value of 42,9 kN and a standard deviation of 2,46. The relations between load and deformation are shown in diagram 2.

At last three experiments were made where rings of steel were used as a simple measure of strengthening, expected to raise the break load, see figure 1. These experiments gave the break load a mean value of 55,3 kN and a standard deviation of 2,43. The relations between load and deformation

are shown in diagram 3.

The rings of steel effected the numerical value of the break load by rising it, but did not reduce the deformation.

Suitable variables to be studied in future examinations are the influence of the diameter of the screw, the beam section width and the variations of the moisture ratio have to the break load. These variables have not been considered in this examination.

BAKGRUND

För att överföra krafter vid tvärkraftsbelastade upplag och infästningar i limträkonstruktioner används idag plåtbeslag och stålprofiler. Konstruktionsutförandet skulle väsentligt förenklas, om det istället var möjligt att uppnå tillräcklig hållfasthet med enbart skruvar, inlimmade parallellt med träets fiberriktning. Kravet är därvid att endast ett rimligt antal skruvar erfordras. Avsikten med denna undersökning är att bidra med resultat, som tillsammans med kompletterande undersökningar kan avgöra om detta krav uppfylles.

MÅLSÄTTNING OCH BEGRÄNSNINGAR

Målsättningen har varit att undersöka sambanden mellan last och deformation för tvärkraftsbelastad skruv inlimmad i limträ.

Undersökningen har begränsats till 19 mm - skruv, UNC-gängad och med en inlimningslängd av 350 mm. Skruvarna har limmats in parallellt med fibrerna. Virkeskvaliteten i lamellerna har utgjorts av T10. Bredden på provkrpparna har begränsats till 80 mm. Endast förband med två skruvar har studerats. Avståndet från centrum av den övre skruven till balkens ovankant har valts lika med centrumavståndet mellan skruvarna. Försök har gjorts med dessa avstånd lika med 2,3 resp. 4 ggr. skruvdiametern (38, 57 resp. 76 mm). Dessutom har några försök gjorts med balkar försedda med s.k. spräckringar, en förstärkningsåtgärd som förväntas höja brottlasten.

Limmet som använts har varit av resorcinoltyp, Casco 1820/1821, eftersom (1) visat att denna limtyp är lämpligast för att god vidhäftning mellan skruv och trä skall erhållas.

I verkliga konstruktioner får man ytterst sällan ren tvärkraftsbelastning. Lasten ger istället vanligen böjmoment i kombination med tvärkraft. Undersökningen av denna belastningskombination faller emellertid utanför ramen för vårt examensarbete.

TILLVERKNING AV PROVKROPPAR

Provkropparna har tillverkats av limträbalkar med en tvärsnittsytta av 400~~×~~100 mm. Dessa har kapats av i 940 mm långa bitar. Virkeskvaliteten hos de yttre lamellerna (yttre 6:e delarna) i de levererade balkarna utgjordes av T30, medan lamellerna i övrigt var av T10. Därför sågades de yttre lamellerna bort så att balkhöjden blev 267 mm. Provkropparna hyvlades dessutom ner till en bredd av 80 mm.

Inlimningen har tillgått enligt Svenska Träforskningsinstitutets rekommenderade förfarande, nämligen:

1/Idragshastighet av skruv maximalt 100mm/min.

2/Limmängd= $\frac{1}{2}$ diametern gram/100mm inlimningslängd \Rightarrow
57 gram/hål

3/Håldiametern=medelvärdet av skruvens diameter vid gängornas botten och skruvens yttre diameter \Rightarrow
17,5 mm.

För att få någorlunda precision och enhetlighet på hålen, borrades dessa i svarv. Skruvarna levererades med en slits som var obetydligt djupare än gängornas botten. Vid idragningen av dessa skruvar visade det sig, att limmet inte kunde tränga upp ordentligt utmed skruven. Detta trots att idragshastigheten sänktes och till slut inte var mer än ca.50 mm per minut. Istället banade sig limmet väg genom träet, småsprickor slog upp och mycket av limmet sippade ut på balksidorna. De förberedande 4 försöken gjordes med balkar där inlimningen av skruvarna gjorts på detta något bristfälliga sätt.

I de skruvar som skulle användas till de återstående försökskropparna, fördjupades slitsarna med en vinkelslip. Dessa fick då ett djup av 2-3mm under gängbotten och en bredd av 1,5mm. Botten på slitsen blev därmed något rundad (U-formad slits).

Graderna som bildades avlägsnades med fil.

Inlimningen fungerade därefter tillfredsställande. Dock hade limmet svårt att tränga ut vid 3 av de 36 återstående skruvilimningarna. Dessa tre skruvar gängades ut och det visade sig att slitsen var tilltäppt av spån som lösgjorts vid idragningen. Hålen rengjordes nämligen noga med tryckluft innan limning och idragning. Spånen avlägsnades och ytterligare något lim tillsattes, varefter skruvarna åter drogs i. Lim trängde därvid ut genom slitsen.

Limåtgången visade sig vara 27-40 gram/skruv, medelvärde 30 gram. Därvid är samtliga 36 idragningar i huvudprovningsserien beaktade.

Balkarna hade vid leverans en fuktkvot av 9%. För att provkropparna skulle få en fuktkvot i närheten av jämnviktsfuktkvoten 12% (vid 20 °C och 65%RF), förvarades dessa under 2 dygn i klimatkammare med RF 65%. Därefter förvarades de i 2 dygn i RF 95% och slutligen i RF 65% fram till provningen, d.v.s. i mellan 7 och 15 dygn.

Fuktkvoten kontrollerades hela tiden 1-2 ggr. om dagen med en elektrisk fuktkvotsmätare. Dessutom mättes den i 3-5 olika punkter på varje provkropp före provning. Helt naturligt var inte fuktkvoten 12% i alla lamellerna i dessa sista mätningar, bl.a. beroende på olika egenskaper hos träet. Alla mätningar låg dock i intervallet 11-13%.

Efter provning kontrollerades fuktkvot och densitet genom att 6 provkuber sågades ut. 2 kuber sågades ut ur samma balk, alltså mättes värdena i 3 balkar. Provkuberna mättes, vägdes, torkades och vägdes återigen. Fuktkvoten visade sig ligga mycket nära 12% (se tabell 1). Densiteten hade ett medelvärde på 445 kg/m³.

När limträbalkarna förvarades i 95% RF blev fuktkvoten högre än 12% i ytterkanterna, medan den blev under 12% i mitten. Den högre fuktkvoten i ytan justerades sedan genom att provbalkarna förvarades i 65% RF, varefter fuktkvoten blev 12% även i ytan. Ovannämnda förfarande medför dock att en viss fuktkvotsgradient utbildas, vilket emellertid kan antagas vara av underordnad betydelse för provningarnas resultat.

För att i brottlasten, beakta risken att det i limträkonstruktioner kan förekomma sprickor, sågades spår i provbalkarna i huvudprovningsserien. Dessa hade ett djup av 25 mm, och sträckte sig längs hela den inlimmade skruvens längd, på ena balksidan, se figur 1.

Inga spår sågades i förprovningsseriens balkar, eftersom samma relativa förhållande mellan balkarnas brottlast borde nås i alla fall. Dessutom var det inte vid denna tidpunkt bekant, i vilket läge ett spår är "farligast". Förprovningsserien gav bl.a. som resultat att det senare undersökta läget på spåret borde vara det kritiska.

Slutligen utfördes 3 provbalkar med en enkel förstärkningsåtgärd, nämligen spräckringar. Dessa tillverkades av ett rör med diametern 60 mm och en godstjocklek av 1mm. Röret kapades i 30 mm långa bitar och en egg slipades i innerkanten. Spräckringarna slogs i provbalken (se figur 1) kring skruvarna. Om det fanns stora knaggar i träet där spräckringarna skulle placeras, kunde dessa endast med svårighet slås i.

Den tunna godstjockleken hos spräckringarna medförde att de ville deformeras. Dock kunde alla slås i på ett tillfredsställande sätt, men vid en allmän tillämpning bör en större godstjocklek vara att föredraga.

Viktigt vid islagningen är också, att ett verktyg användes som fördelar slagkraften längs en så stor area som möjligt av spräckringens tvärsnitt.

Provkub Nr	Fuktkvot %	Torrdensitet Kg/m ³
1	12,5	446
2	12,7	423
3	11,7	484
4	11,8	432
5	12,4	443
6	11,8	440
	$\bar{X} = 12,15$	$\bar{X} = 445$
	$s = 0,43$	$s = 21$

TABELL 1

PROVNINGENS UPPLÄGGNING

Ett inledande försök utfördes med 1 skruv inlimmad i varje ända på en provbalk, avståndet från centrum bult till balkens ovkant valdes till 4x skruvens diameter, således 76 mm. Detta försök utfördes främst för att kontrollera att försöksuppställningen fungerade tillfredsställande.

De återstående försöken utfördes med 2 skruvar inlimmade i varje ända på provbalkarna. Vi valde att placera skruvarna på ett centrumavstånd som var lika med avståndet från övre skruven till balkens ovkant. Detta mått betecknas i fortsättningen a-avstånd. (se figur 1).

En avsikt med provningen var att utvärdera bärförmågens beroende av a-avståndet. Därför utfördes en enkel provningsserie, bestående totalt av 3 balkar med 2,3 resp. 4d som a-avstånd. 4d ansågs som en övre gräns för att uppnå maximal hållfasthet. Bl.a. med ledning av resultat som Riberholt (2) kommit fram till.

När dessa försök utförts, konstaterades att "4d-balken" hade avsevärt högre hållfasthet än de övriga. Därför utfördes de återstående försöken med balkar, där skruvarna limmats in med detta a-avstånd.

Avsikten med dessa försök, var att med någorlunda signifikans avgöra brottlastens storlek. Väsentligt var också att studera deformationsegenskaperna. Eftersom spridningen i försöksresultaten blev liten, begränsades försöken till 6 st..

Avslutningsvis utfördes 3 försök med spräckringar. avsikten var att belysa i vilken grad denna enkla förstärkningsåtgärd får en brottlastsförhöjande effekt.

ÖVERSIKT ÖVER DE UTFÖRDA FÖRSÖKEN

försöksbalk nr	antal skruvar i varje sida	a-avstånd	sågad slits	spräckring
prov	1		nej	nej
2 d	2	2 d	nej	nej
3 d	2	3 d	nej	nej
4 d	2	4 d	nej	nej
1	2	4 d	ja	nej
2	2	4 d	ja	nej
3	2	4 d	ja	nej
4	2	4 d	ja	nej
5	2	4 d	ja	nej
6	2	4 d	ja	nej
7	2	4 d	ja	ja
8	2	4 d	ja	ja
9	2	4 d	ja	ja

PROVNINGENS UTFÖRANDE

För försökens utförande svetsades en ramkonstruktion, som framgår av figur 2. Försöksuppställningen hade en total kapacitet av 100 kN. Lastintensiteten uppmättes med lastceller och den vertikala deformationen vid balkens ändar och mitt registrerades med potentiometrar. Dessa instrument kopplades till en centralenhet (data-logg).

Denna stansade dels en hålremsa och dels erhöles en siffermässig utskrift på resultatet. Avläsningar gjordes för vart 2:a kN lastökning under de inledande 4 provningarna och för vart 1:a kN lastökning under de övriga försöken. Lasten påfördes med en hastighet av 4 kN/min.

Ett krav på provningsmodellen var att skruvarna skulle hållas fast inspända. Denna idealiserade modell är naturligtvis omöjlig att helt nå. Detta gäller särskilt när ett ytterligare krav var att provningsutrusningen skulle vara flexibel (skulle kunna anpassas till olika a-avstånd). Med en konstruktion enligt figur 3 kunde dock båda de ovannämnda kraven acceptabelt uppfyllas. Rönelserna i förbandet bult - påläggsplåtar och ram- påläggsplåtar, liksom uppböjning av skruvarna mellan påläggsplåtarna i varje ramben är faktorer som kunde tänkas försämra den fasta inspänningen. Deformationerna i dessa punkter vidsade sig dock bli obetydliga.

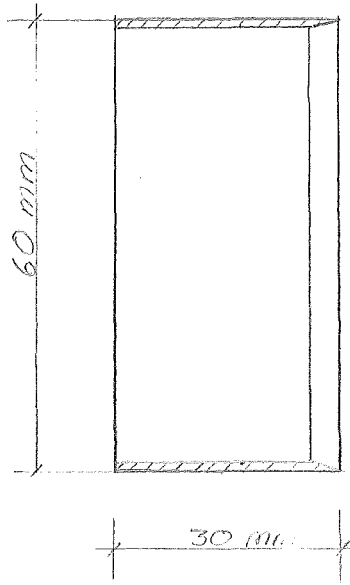
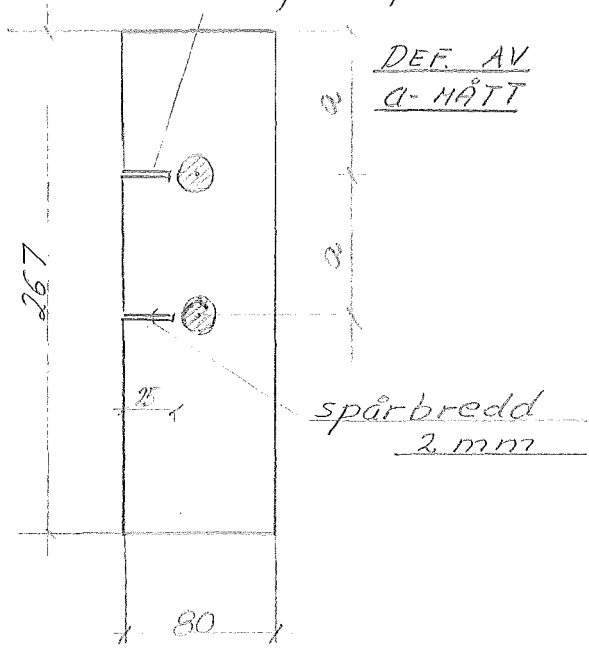
Ett tredje krav på provningsmodellen var att lasten i så hög grad som möjligt skulle ge tvärkraftsbelastning. Genom att göra provbalken så kort som möjligt minimerades momentbelastningen, varvid önskat resultat nåddes.

U-järnet (bredd 100 mm) som överförde belastningen till limträbalken visade sig orsaka intryckningar av 1 - 3 mm. Detta orsakar en viss krossning av fibrer i balken mitt på dess ovansida. Men eftersom brottet skedde vid balkens ändar, invid skruvarna, torde detta vara av underordnad betydelse för brottlastens storlek.

Under provningens utförande, kontrollerades ramen, i vilken provbalken spännts fast. Inga mätbara deformationer registrerades.

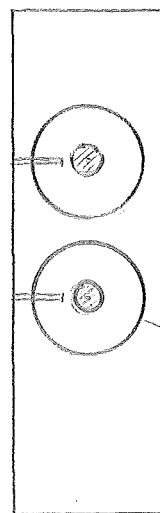
A-A sågat spår 25 mm djupt

14.



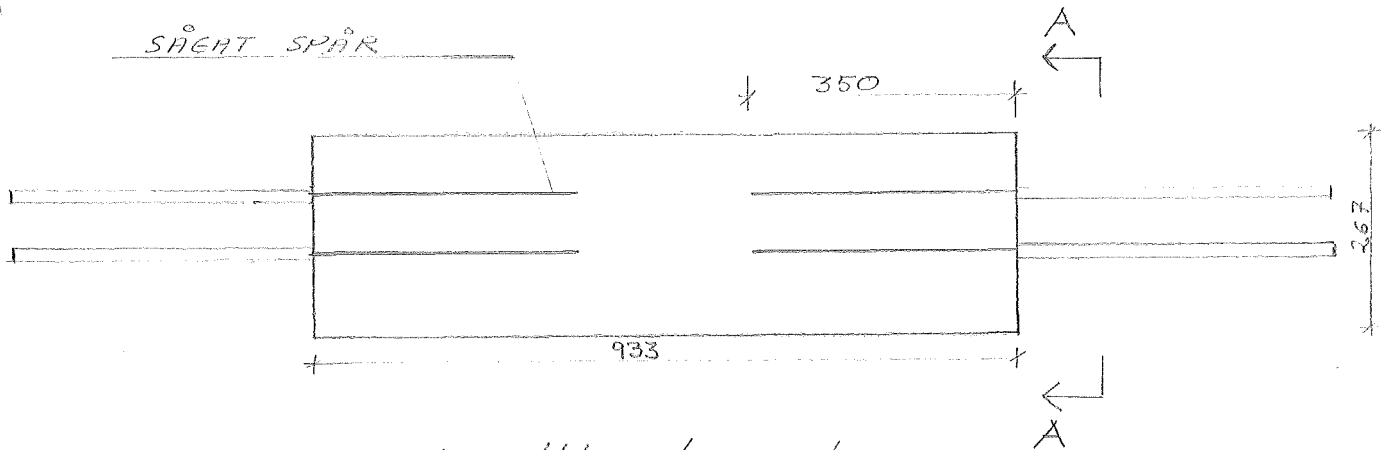
SPRÄCKRING
SKALA 1:1

↓
Belastningsriktning



BALKÄNDA MED
ISLAGNA SPRÄCKRINGAR
SKALA 1:4

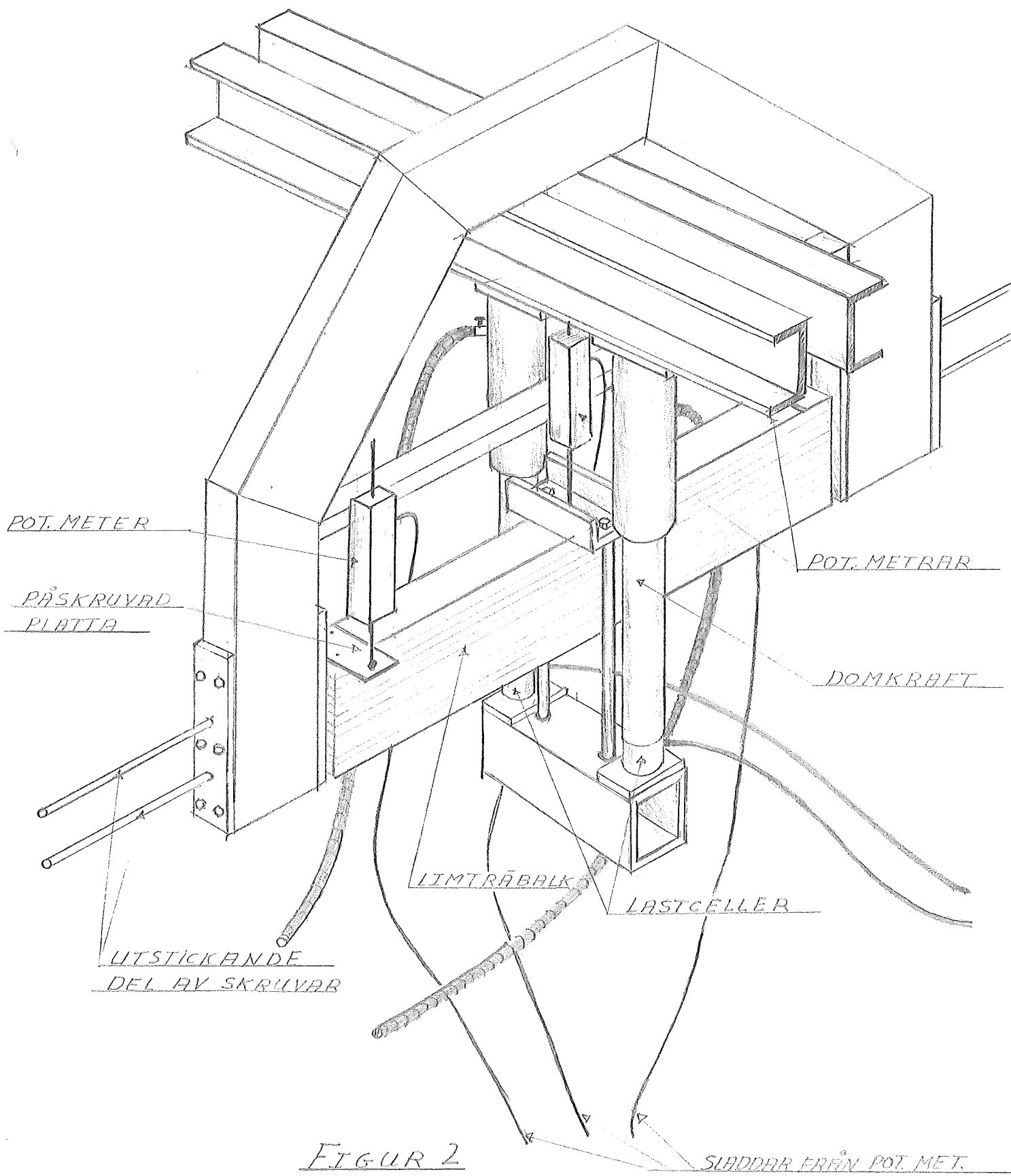
SPRÄCKRING



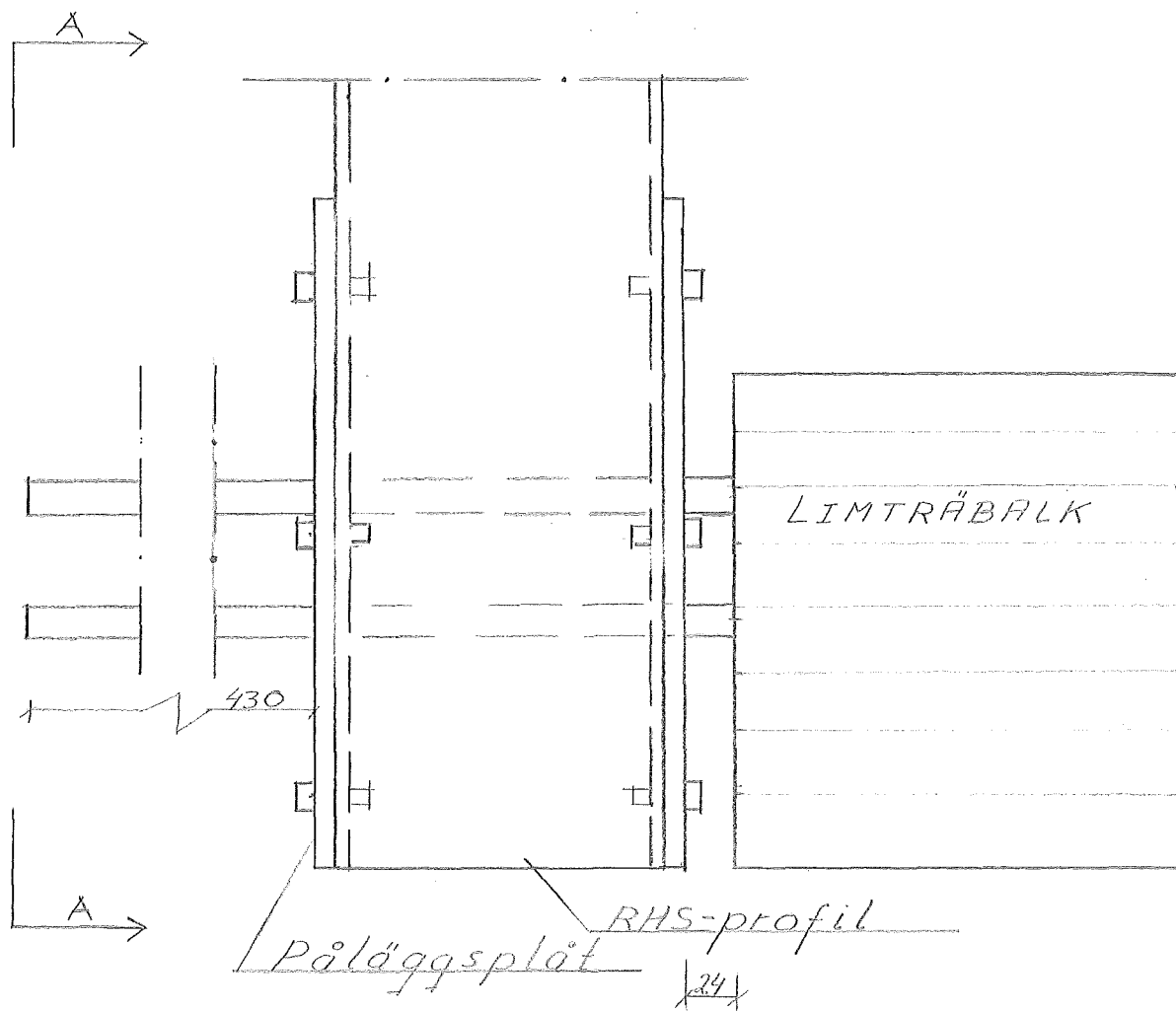
Principiellt utseende av
försöksbalk

FIGUR 1

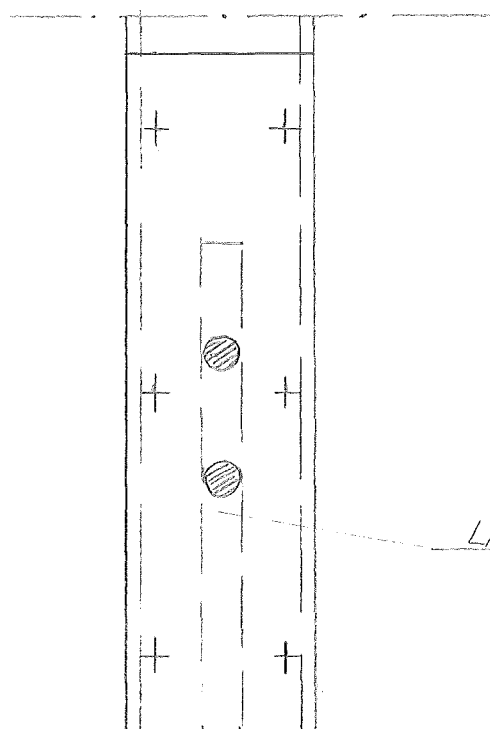
PRINCIPSKISS ÖVER FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING



FIGUR 2



A-A



FIGUR 3

ANALYS AV FÖRSÖKSRESULTATEN

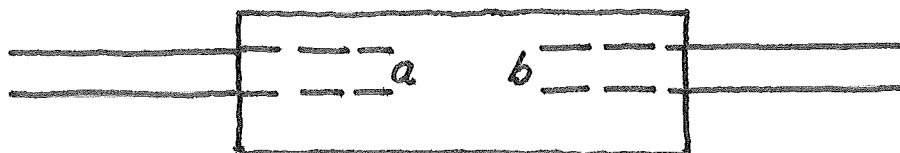
Ett program för automatisk uppritning av diagram med dator fanns tillgängligt. Detta anpassades till försöksförhållandena, varefter det utnyttjades för uppritandet av last- deformationssamband.

Medelvärdet av nedböjningarna i balkens ändar är den deformation som avsatts i diagrammen.

DISKUSSION AV FÖRSÖKSRESULTATEN

Av diagram 1 framgår att balkarna med 2 och 3 d som a-avstånd, hade ungefär samma brottlast. "4 d" balken hade betydligt högre, ungefär dubbla brottlasten jämfört med "2" och "3" d balkarna. Provbalken med en skruv i varje ända (4 d från ovankanten), brast dessutom endast vid något lägre last än "2" och "3" d balkarna.

Som tidigare nämnts blev limningen något bristfälligt utförd i denna provningsserien. Rätt storleksordning på brottlastens relativa förhållande mellan balkarna bör ändå kunna skattas. De skiftande värdena mellan balkarna skulle dock delvis kunna bero på olika limuppträngning utmed skruvarna. Därför höggs dessa balkar upp, liksom 3 balkar i huvudprovningsserien, varefter limuppträngningen mättes. I de 3 balkarna hade limmet trängt upp utmed hela skruvarna, resultatet för balkarna i förprovningsserien redovisas i tabell 2



	limuppträngning i cm		brottlast, kN
	vid a	vid b	
provbalk	20 -	30	22
2d			
övre bulten	30	25	23
undre bulten	30	22 -	
3d			
övre bulten	17	14	27,5
undre bulten	13 -	29	
4d			
övre bulten	13 -	32	45
undre bulten	13 -	35	

- anger att uppsprickning skedde vid bulten

figur 24

Om limuppträngningen vid probbalkens skruvar jämföres med "2 d" balkens undre skruvar, finner man att limningen var likvärdig. Dessutom hade "2 d" balken 1 bult till, jämfört med probbalken, i varje ända, som kunde ta last. Ändå blev brottlasten ungefär lika. Däremot "3 d" balkens låga

brottlast kunde bero på dålig limuppträngning. Ovannämnda förhållande antyder att det inte skedde någon ordentlig lastfördelning mellan övre och undre skruvarna, åtminstone inte hos "2 d" balken.

Uppsprickning endast vid undre bulten antyder även det ovannämnda. Utmed ena sidans skruvar i "4 d" balken, var limningen helt otillfredsställande. Ändå höll den dubbelt så hög last som "2" och "3d" balkarna. Dessutom sprack balken både vid övre och undre skruvarna. Därmed är det helt naturligt att antaga att lastfördelningen mellan skruvarna var bättre hos denna balken.

Kravet för att lasten skall fördelas mellan bultarna är att balken kan deformeras tillräckligt. Vid a -avstånd lika med 2 d är sannolikt avståndet mellan bultarna för litet, för att balken radiellt skall kunna deformeras tillräckligt ($\Delta l = \epsilon l$), utan att draghållfastheten (den radiella) överskrides ($\sigma = E \epsilon$).

Naturligtvis är försöken för få för att en helt säker slutsats skall kunna göras. Men eftersom skillnaden mellan balkarnas brottlast är så stora, bör så länge ytterligare underlag inte finns, 4 d som a -mått eftersträvas.

För de 6 försöken med slitsade balkar och med skruvarna på ett a -avstånd av 4 d redovisas i diagram 2 last - deformationssamband.

Eftersom kurvorna skiljer sig ifrån varandra litet (särskilt om man har i åtanke att trä har ytterst skiftande egenskaper) kan ett värde på brottlasten skattas som med stor sannolikhet är av rätt storleksordning.

Brottlastens medelvärde: 42,9 kN

standardavvikelse: 2,46

Balk nr 5 med det låga värdet 39 kN som brottlast, höggs upp.

Limningen visade sig vara perfekt, medan träet omkring den uppslagna sprickan var av dålig kvalitet.

Försöken med spräckringar gav kurvorna i diagram 3 som resultat.

Brottlastens medelvärde: 55,3 kN

standardavvikelse: 2,43

Genom jämförelse av diagram 2 och 3 framgår att kurvorna för balkar med islagen spräckring kan fås genom extrapolering av kurvorna i

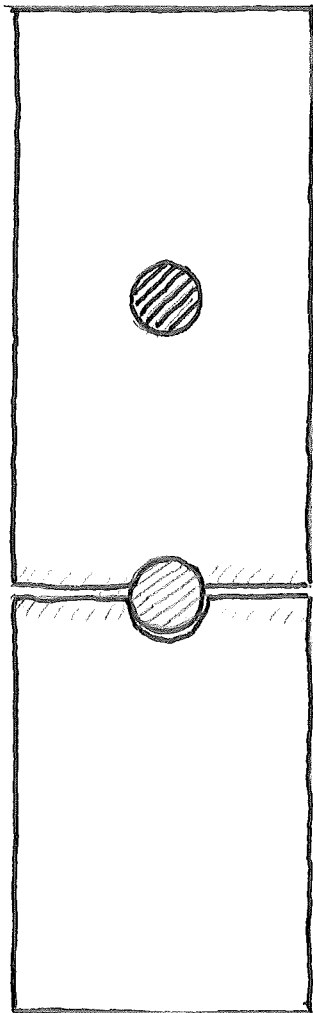
diagram 2. För att åskådliggöra detta har i diagram 4 en representativ kurva från diagram 2 och en från diagram 3 laggts in. Således orsaka spräckringarna inte någon deformationsminskning, utan de får endast en brottlasthöjande effekt.

Att brottlasten vid de olika försöken hade liten variation, bör bero på att balkarna med någon form av imperfektion, ökar sin bärförmåga genom spänningsomlagringar. Under försöken hördes knäppningar i balk nr 4 vid en last av 10 kN, medan i balk nr 2, först vid 28 kN. Båda sprack emellertid vid samma last, ca 45 kN. Limningen bör också utjämna egenskaperna mellan balkarna genom att limmet tränger ut i sprickor och hålligheten och överbryggar dessa.

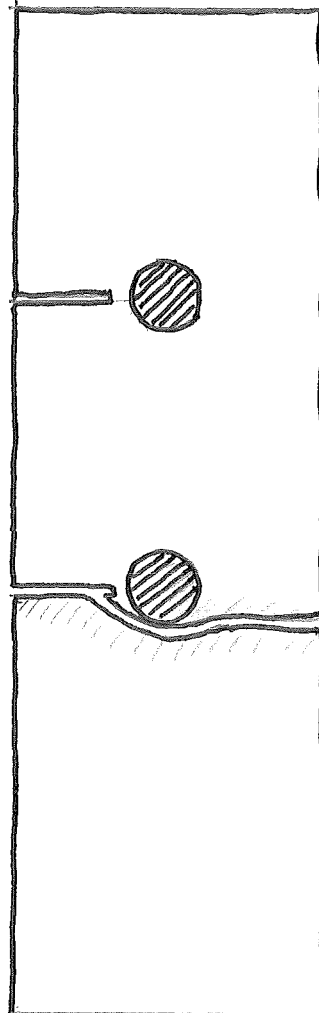
Uppsprickningen fick vid de olika försöken ett principiellt utseende som framgår av figur 4. Av uppsprickningens utseende att dömma bör träets radiella draghållfasthet och balkbredden avgöra brottlastens storlek. Antagandet medför att ju större balkbredd desto högre hållfasthet, naturligtvis till en viss gräns, då skruvarna stansar igenom träet. En korrekt limning medför att den "effektiva balkbredden" ökar med skruvens diameter. Förutsättningen är att förbandet skruv - lim - trä har större radiell draghållfasthet än träet i sig självt. Detta antagande skulle medföra att ett undre gränsvärde på brottlasten hos balken i förprovningsserien, med a -avståndet $4d$ (balken var otillfredsställande limmad) skulle vara $2 \cdot 30,5/80 - 25$ delar av brottlasten för balk med slits och korrekt limmad, således 47,5 kN. Detta stämmer ganska väl med försöksresultatet (45 kN). Om limningen varit helt korrekt skulle hela balkbredden medverka: $80/55 \cdot 42,9 = 62,4$ kN. Detta borde även varit brottlasten för balk med islagen spräckring. Så högt värde uppnåddes ej. Möjlig förklaring är att spräckringen förutom att förstärka; dessutom utgör en sprickanvisning.

Vid islagen spräckring kan limningens inverkan förväntas vara försumbar, eftersom balken spricker utmed spräckringen och ej utmed skruven.

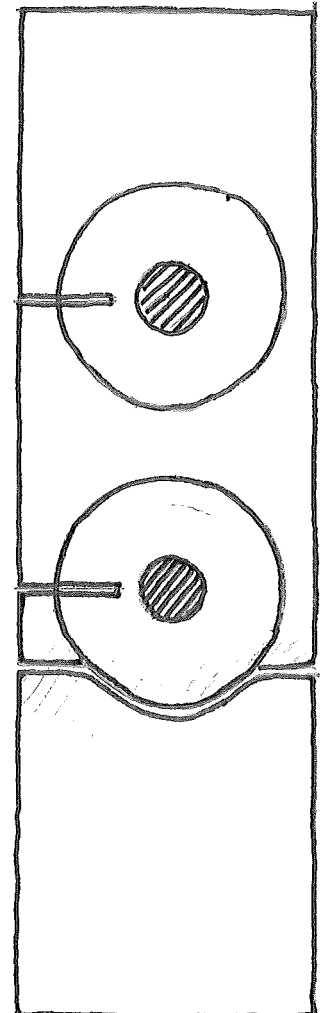
UPPSPRICKNINGEN UTSEENDE VID BROTT



bristfällig
limning



sågad slits
korrekt limning

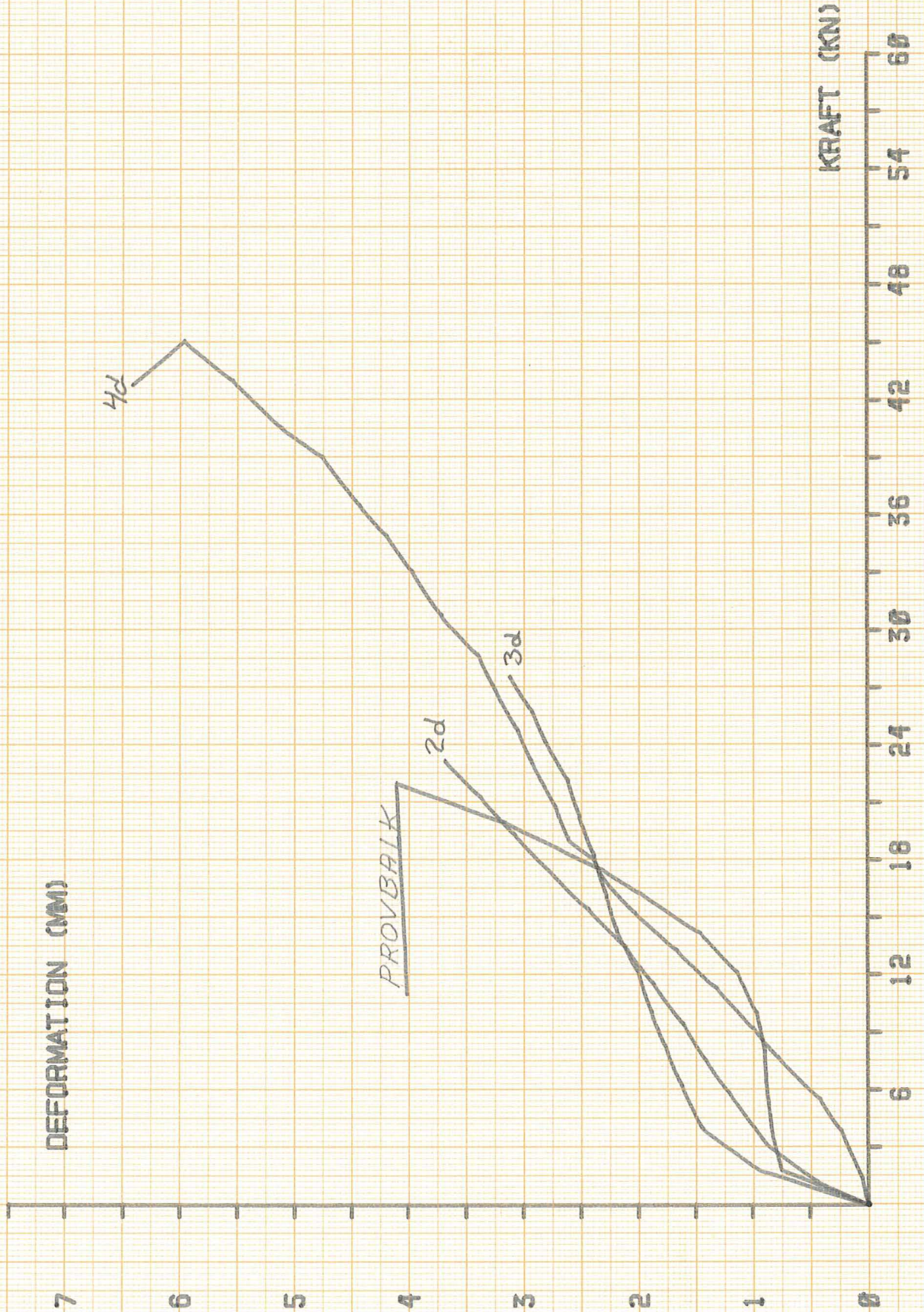


sågad slits
korrekt limning
spräckring

uppsprickning kan ske vid båda bultarna

figur 4

DIAGRAM 1



L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

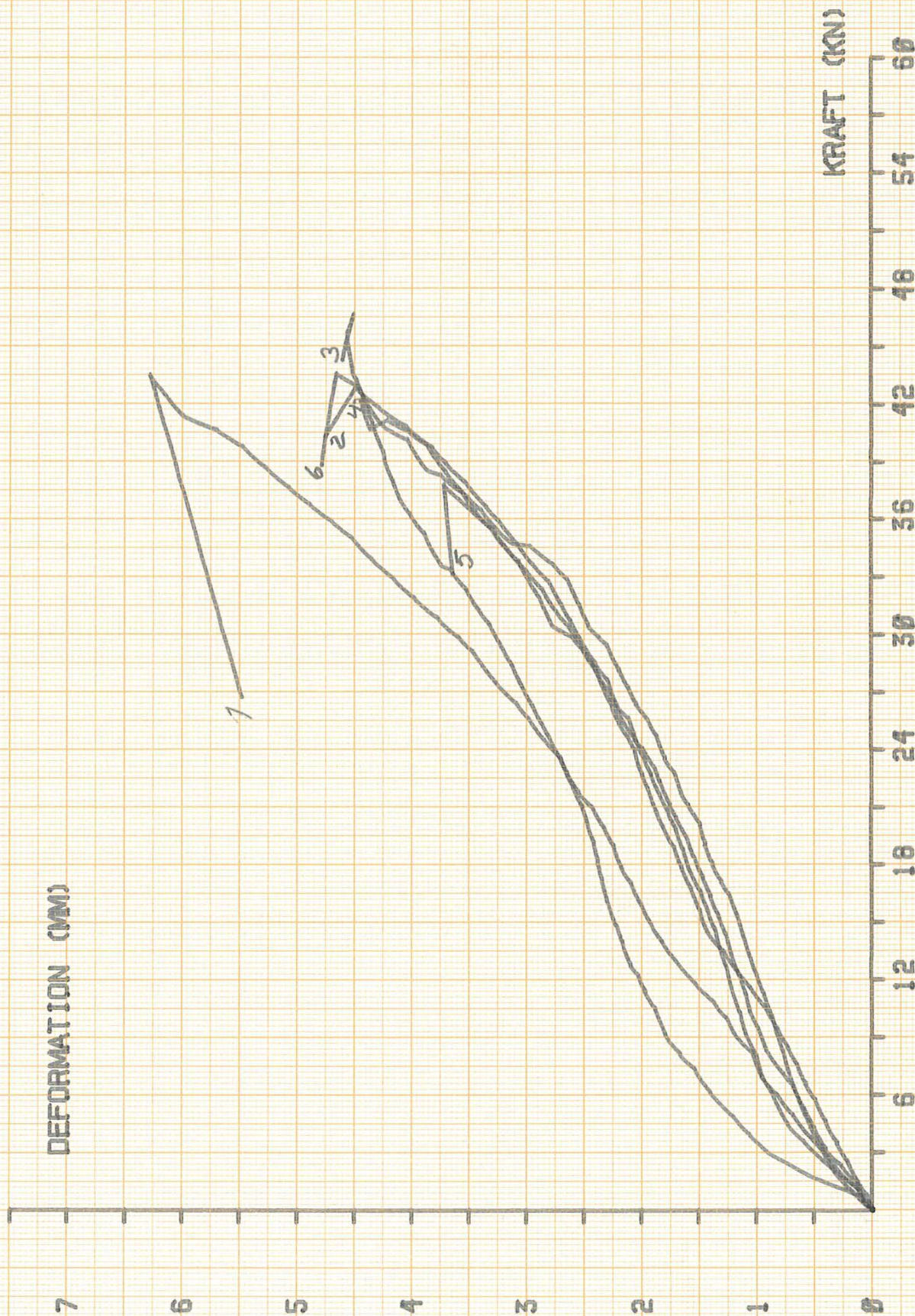
23.

FORSOK 1

BYGGNADSTEKNIK

770818.

DIAGRAM 2



L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

24.

FORSOK 789

BYGGNADSTEKNIK

770818.

DIAGRAM 3

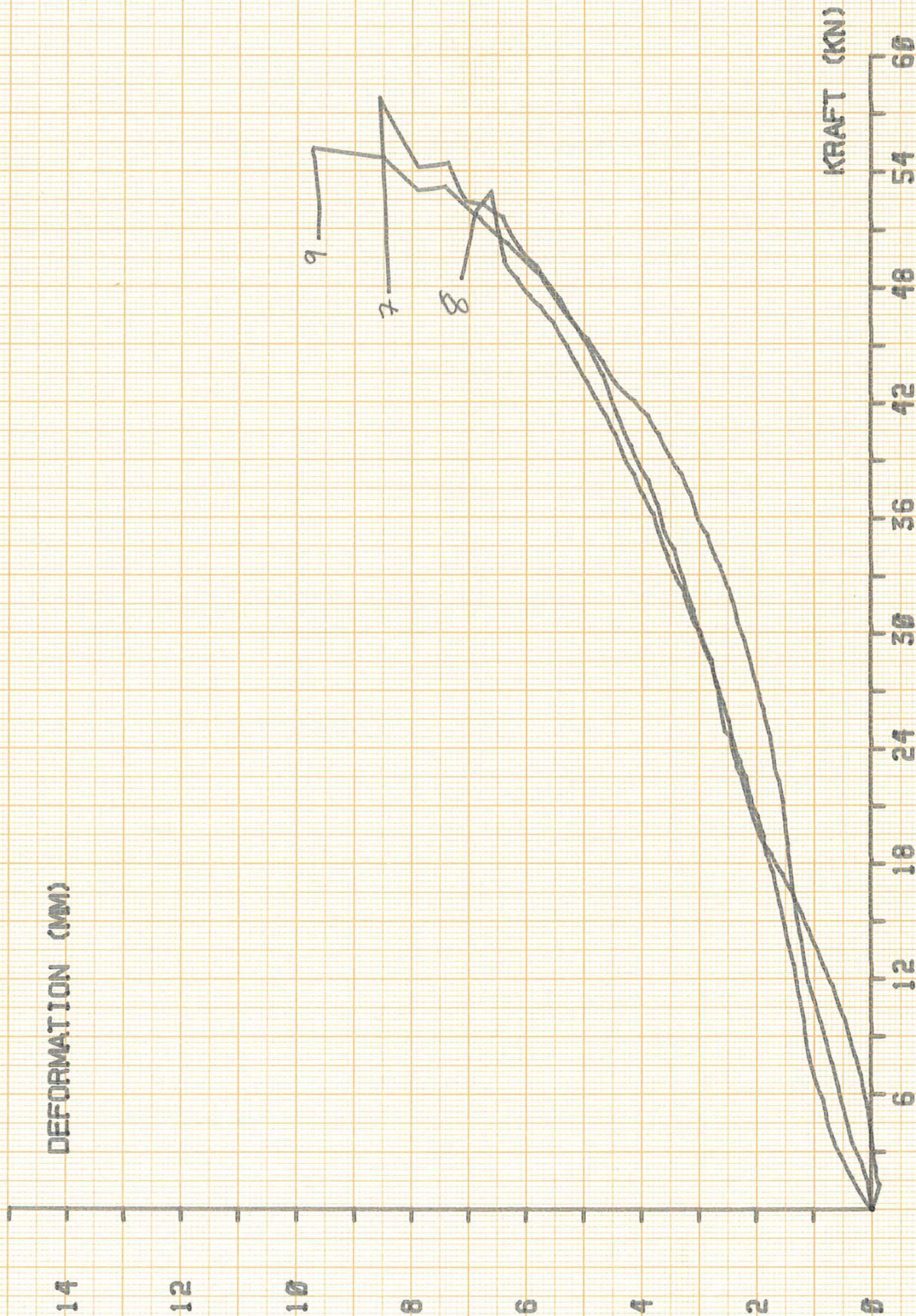
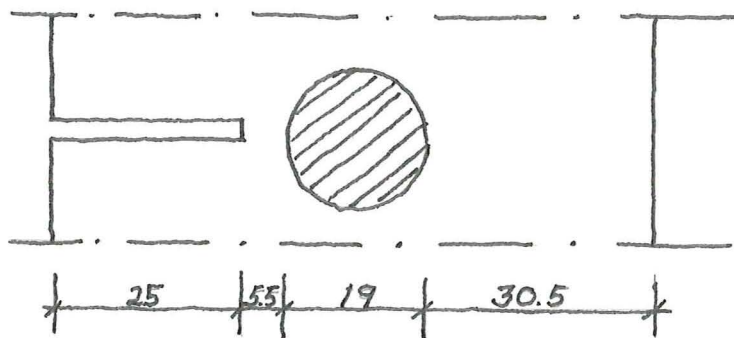


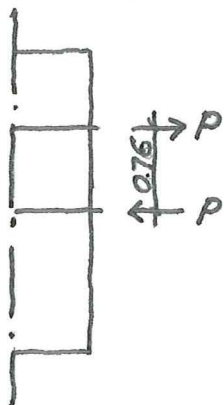
DIAGRAM 4





Avsikten vid försökens planering var att belastningen endast skulle utgöras av tvärkraft. Försöksuppställningen medför dock att en viss momentbelastning påverka provbalken. Storleken av detta moment kan skattas genom att förutsätta att balken var fast inspänd i dess ändar $M = PL/8, M$, balk nr 7 = $0.93 \cdot 55.3/8 = 6.43$ kNm. Detta skulle ge en spänning i underkant vid balkens mitt och i ovankant vid balkändarna på 6.8 MPa. Detta värde är ungefär lika med det tillåtna för träkonstruktioner, således väl på säkra sidan för att brott ej skall erhållas. (I själva verket var inspänningen ej perfekt varför en större spänning uppträdde i balkens mitt (underkant).) Någon form av momentbrott observerades ej heller under försöken.

Förutsatt att momentet uppgick till 6.43 kNm vid balkändan, skulle en dragkraft uppträda i övre och en tryckkraft i undre skruven (=P), se figur.



Denna kan skattas:

$$P \cdot 0.076 = 6.43 \quad P = 84 \text{ kN}$$

Ett värde på brottskjuvspänningen längs en axialbelastad inlimmad skruv kan uppskattas till 6 MPa

(STFI "I linträ inlimmad skruv" G Edlund)

Därmed erfodras en skruvlängd l för att normalkraftsbrott ej skall uppträda.

$T \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{\text{skruv}} \cdot l = P \quad l = 0.23 \quad 0.35$. Således bör inget brott orsakas av normalkraft, vilket inte heller observerades. Om normalkraften orsakat brott, skulle skruven lösgjorts ifrån träet. "Effektiva" balkbredden skulle därmed minska med skruvdiametern. Av det som sagts ovan, bör inte momentet minska brottlasten. Balken böjer dock ned i mitten p.g.a momentet, vilket gör att spänningen orsakad av

tvärkraft något koncentreras till balkändarna.

Om en konstruktion bedöms belastad endast av tvärkraft görs detta ofta med approximationen att eventuellt uppträdande moment försummas. Försöksresultatet kan sägas inkludera en sådan approximation.

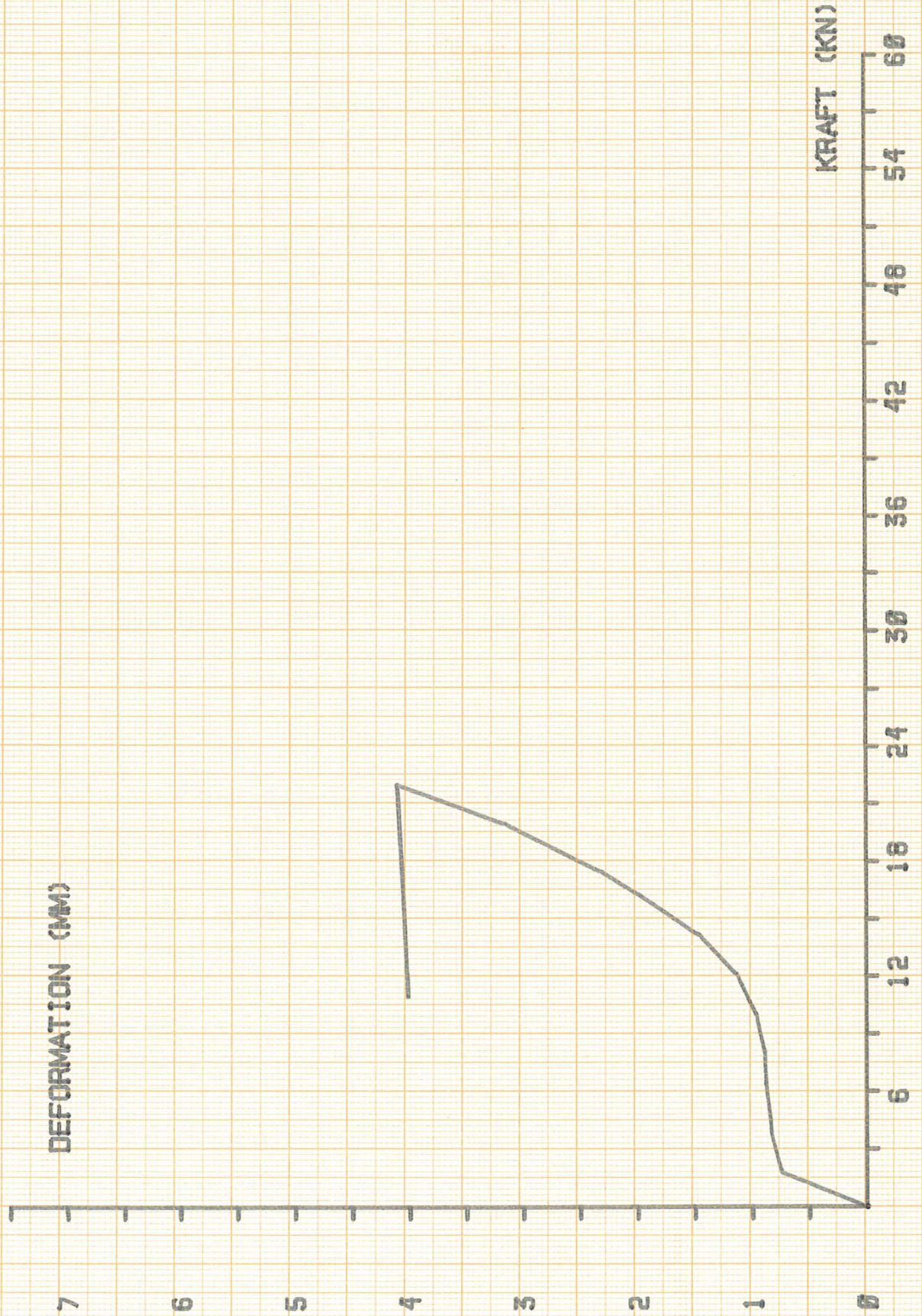
APPENDIX

Last-deformationssamband, där varje försök lagts in på separata blad.	Sid.....
Utskrift av samtliga försöksresultat.	Sid.....

L T H
BYGGNADSTEKNIK

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 0
PROVBALK
770816.



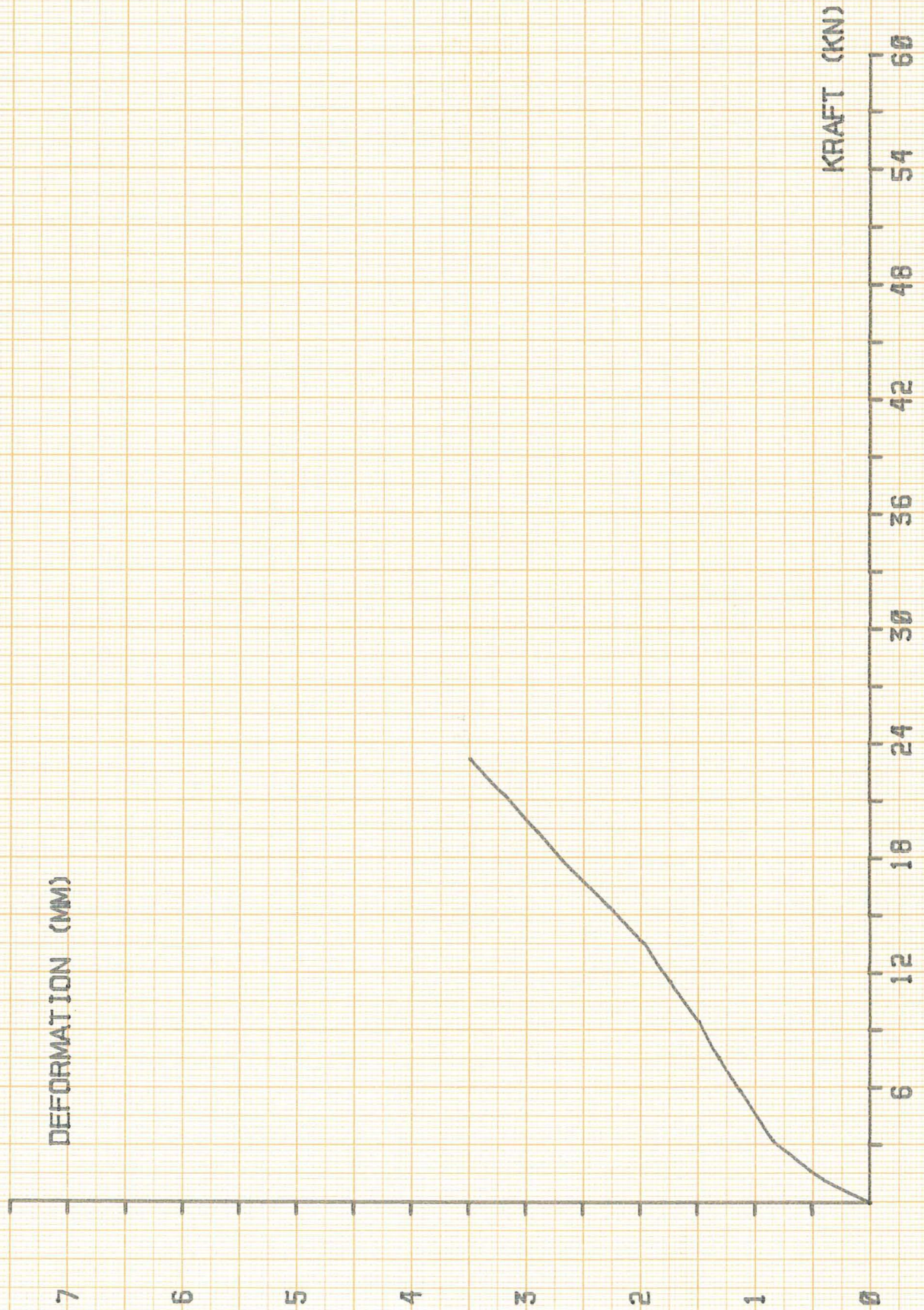
L T H

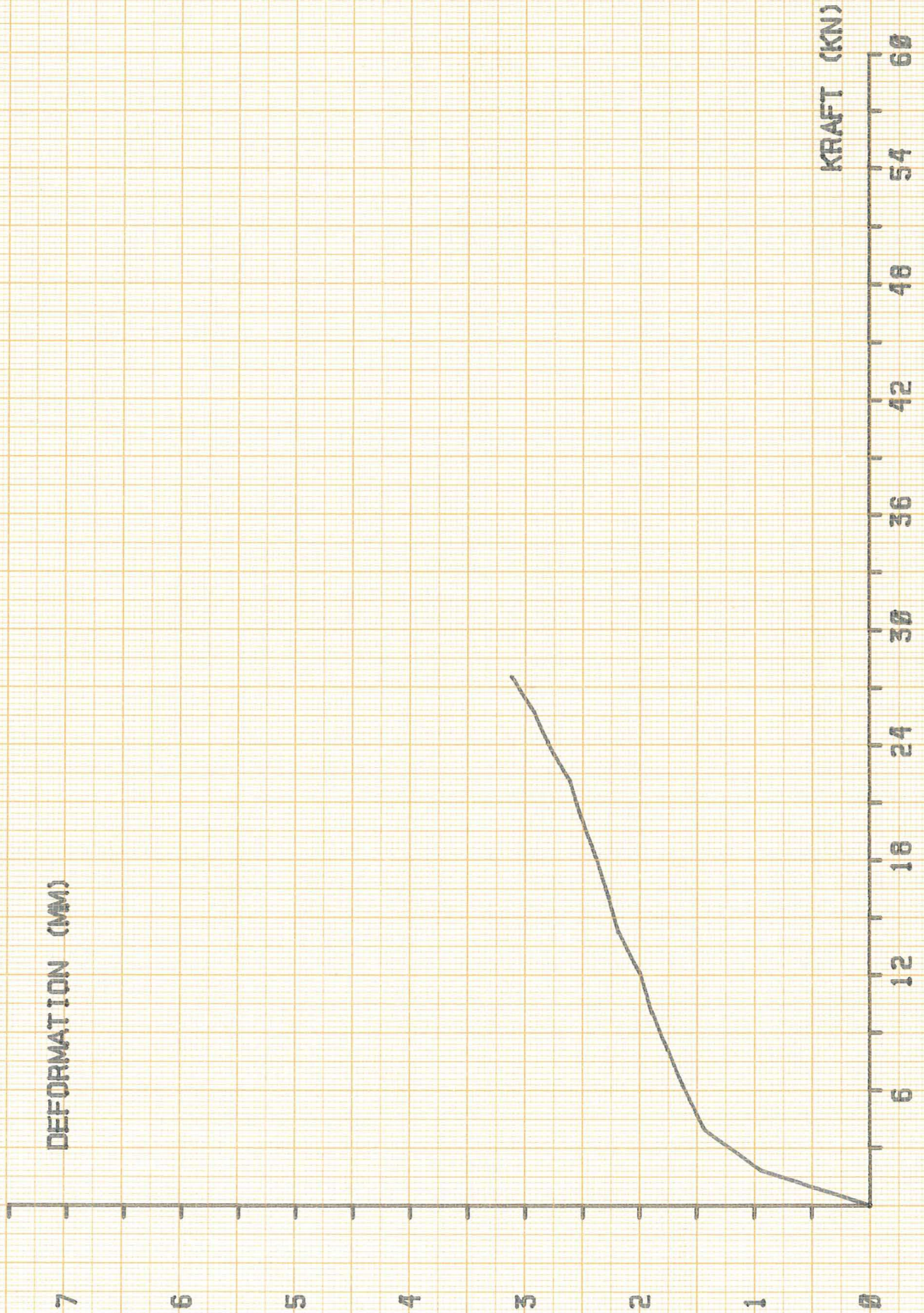
LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 2d

BYGGNADSTEKNIK

870816







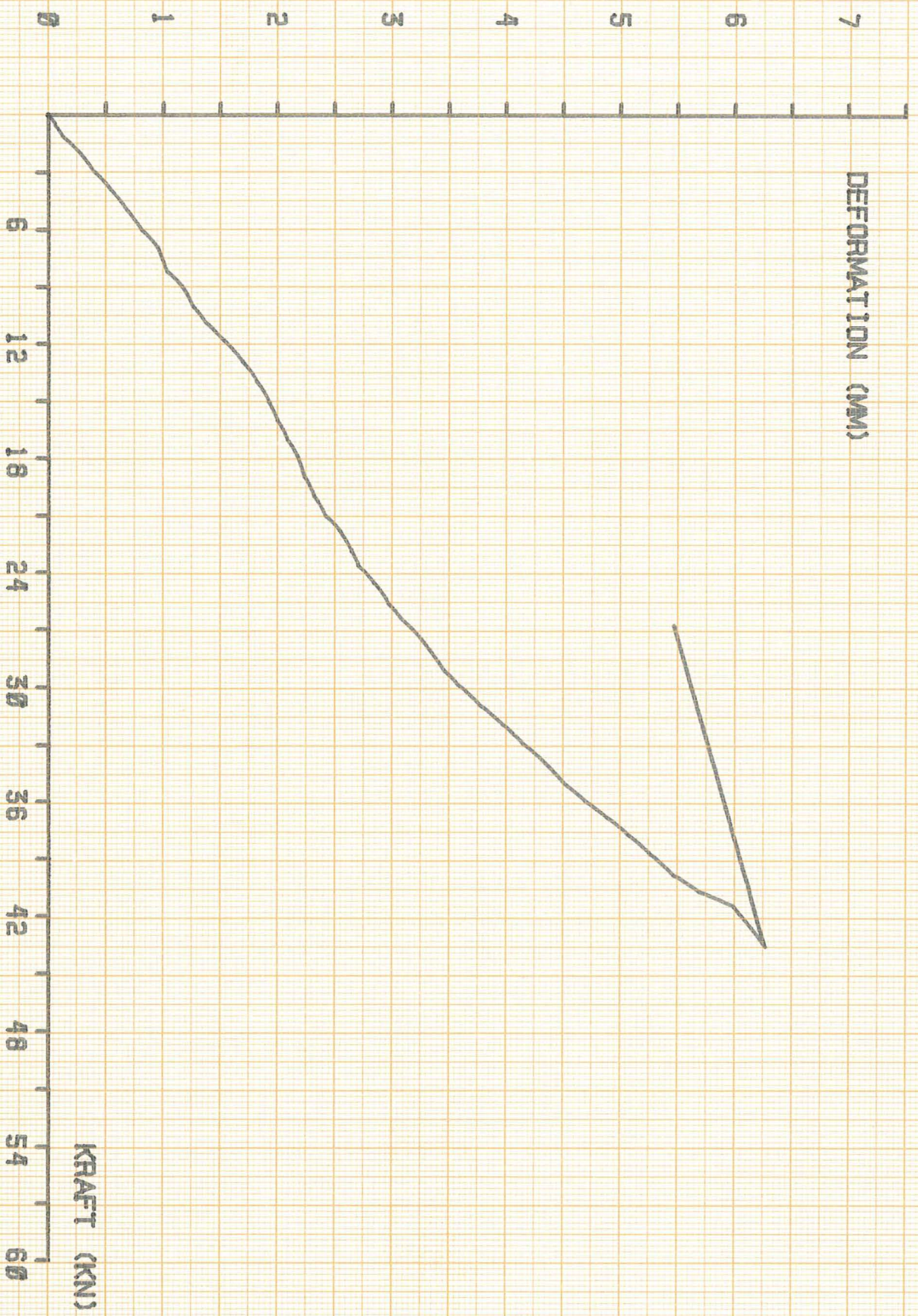
BYGNADSTEKNIK

L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 4 d

770816



BYGNADSTEKNIK

L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 1

770816.

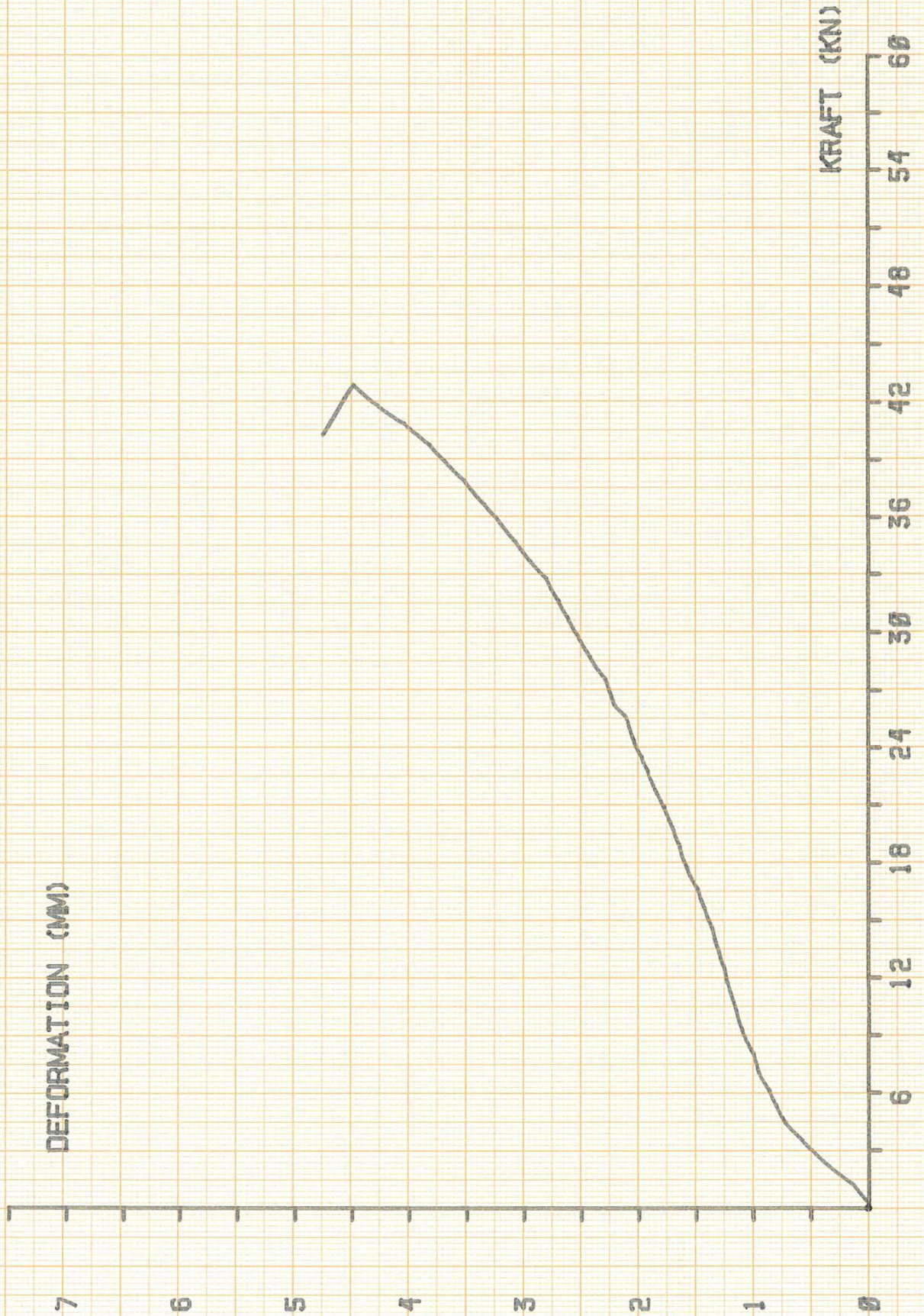
L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 2

BYGGNADSTEKNIK

770816.





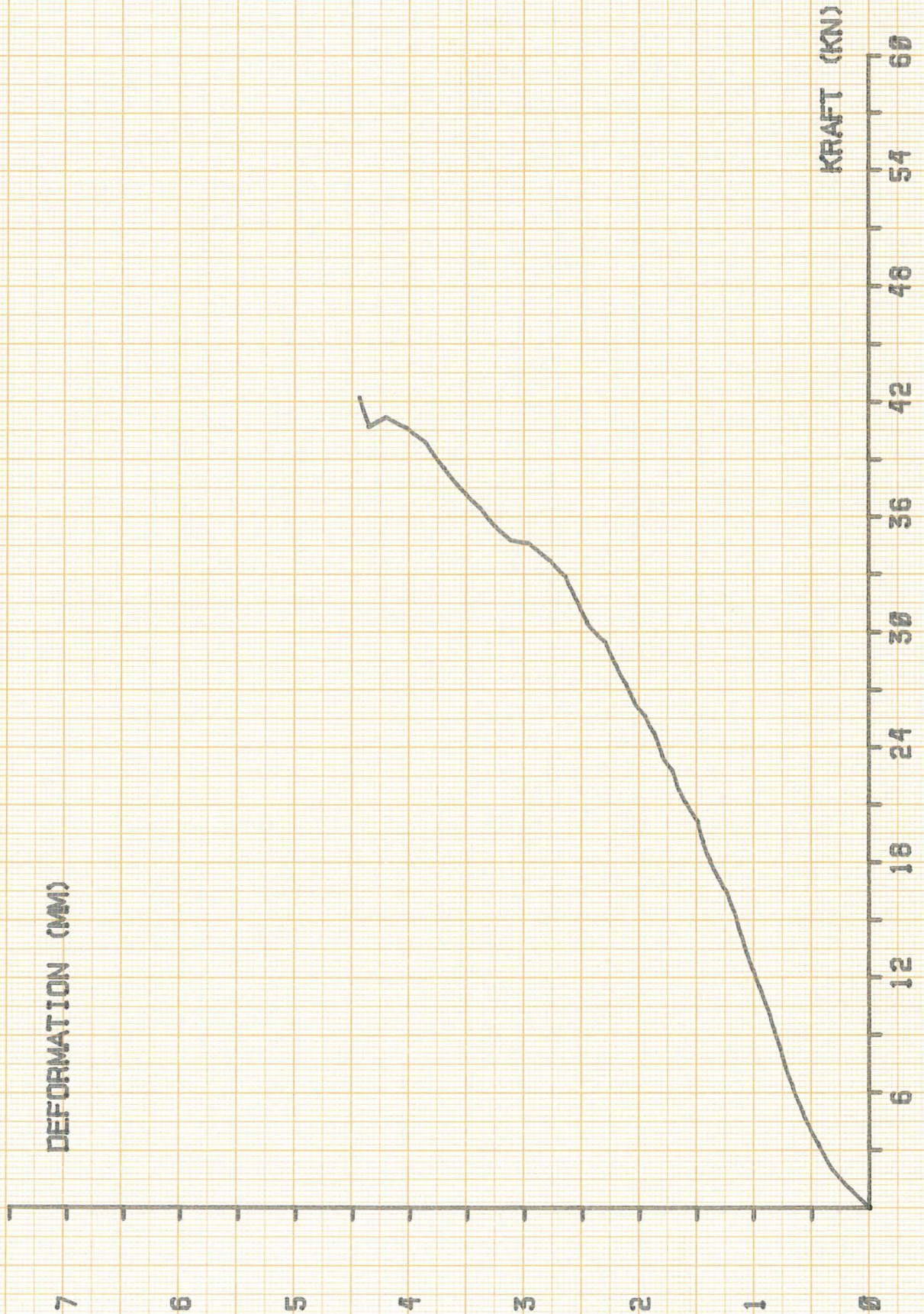
BYGGAOSTEKNIK

L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 3

770816.



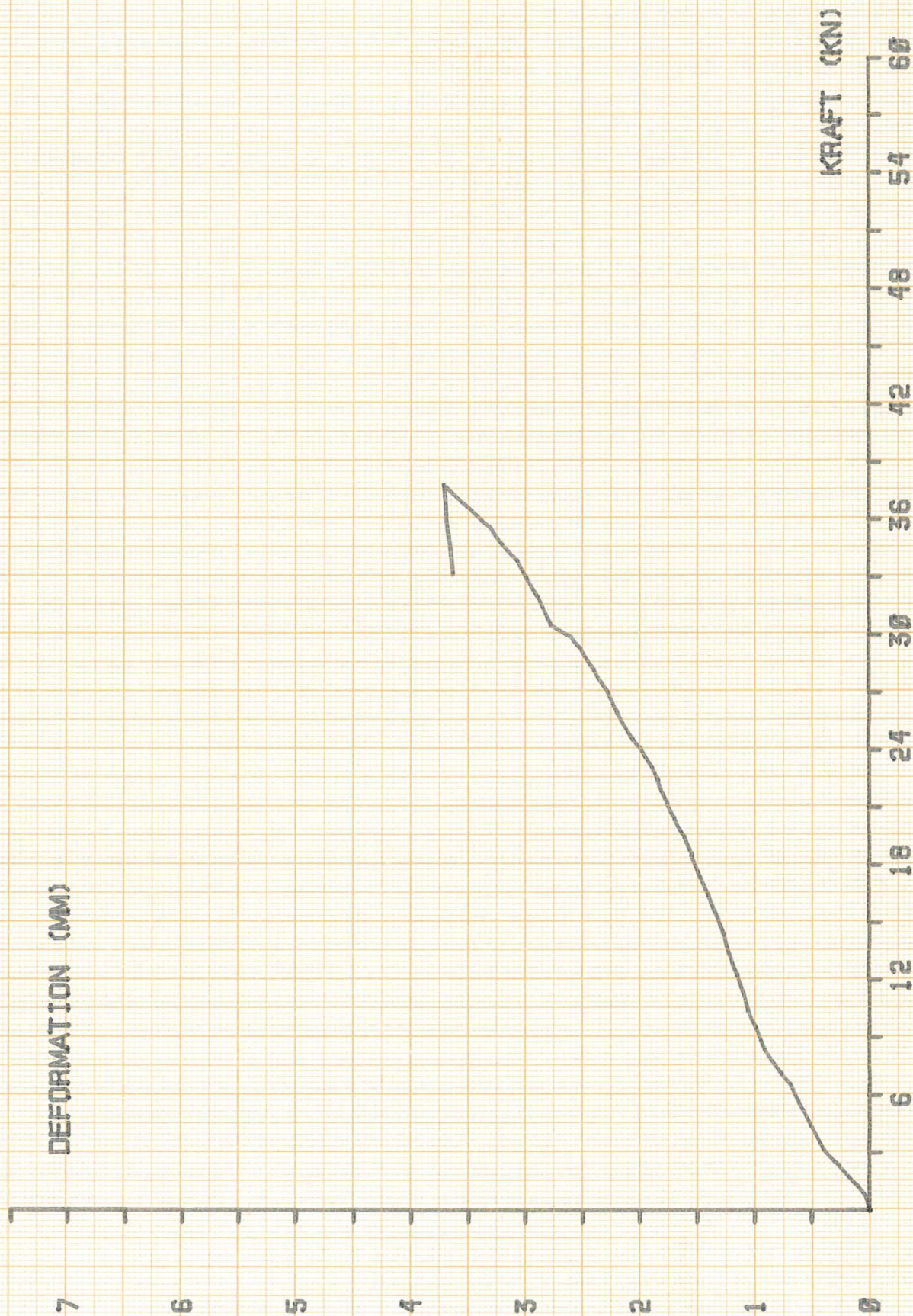
L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 5

BYGGNADSTEKNIK

770816.





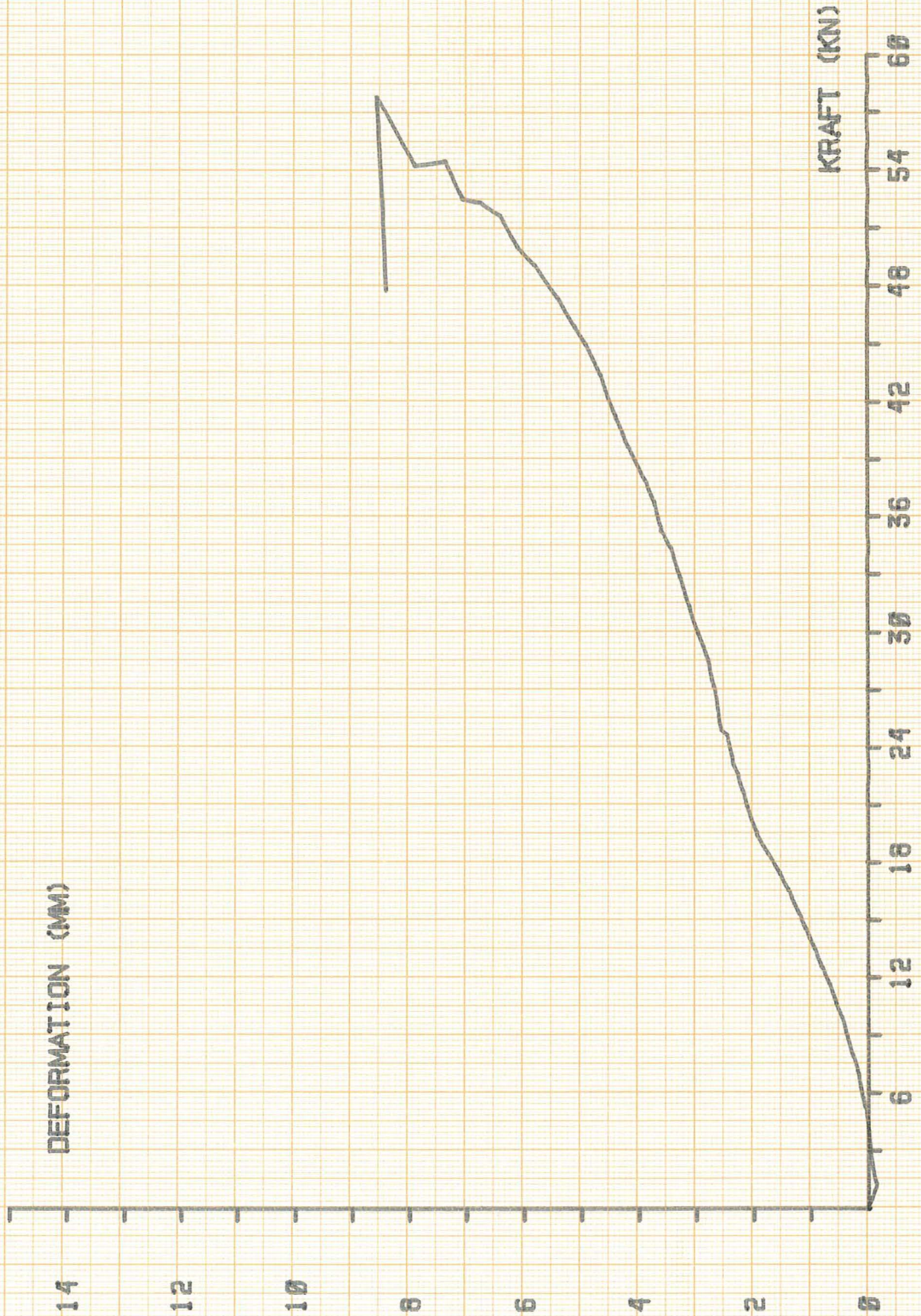
L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 7

BYGGNADSTEKNIK

770816.



L T H

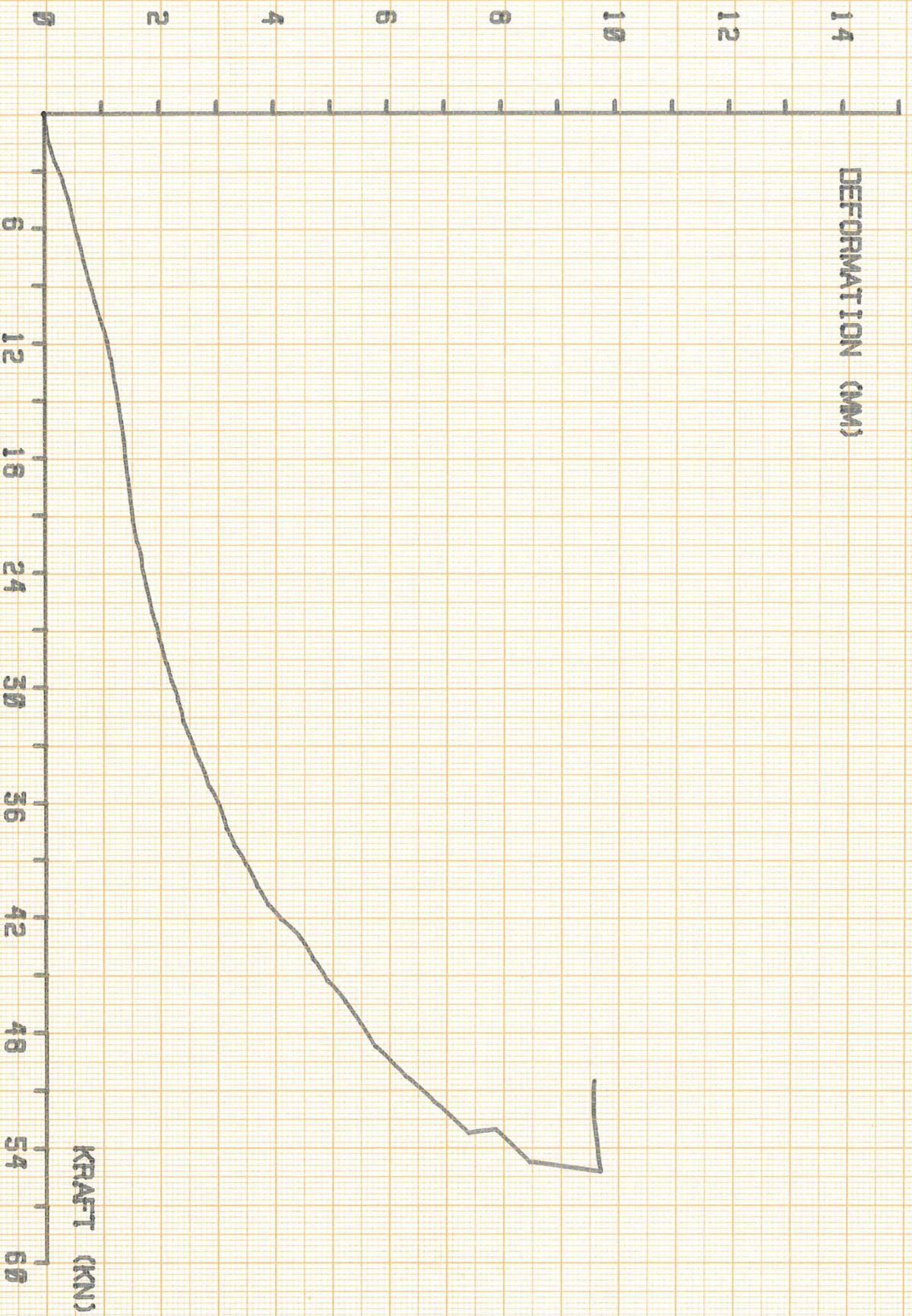
LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 8

BYGGNADSTEKNIK

770816.





BYGGMADSTEKNIK
L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 9

770816.

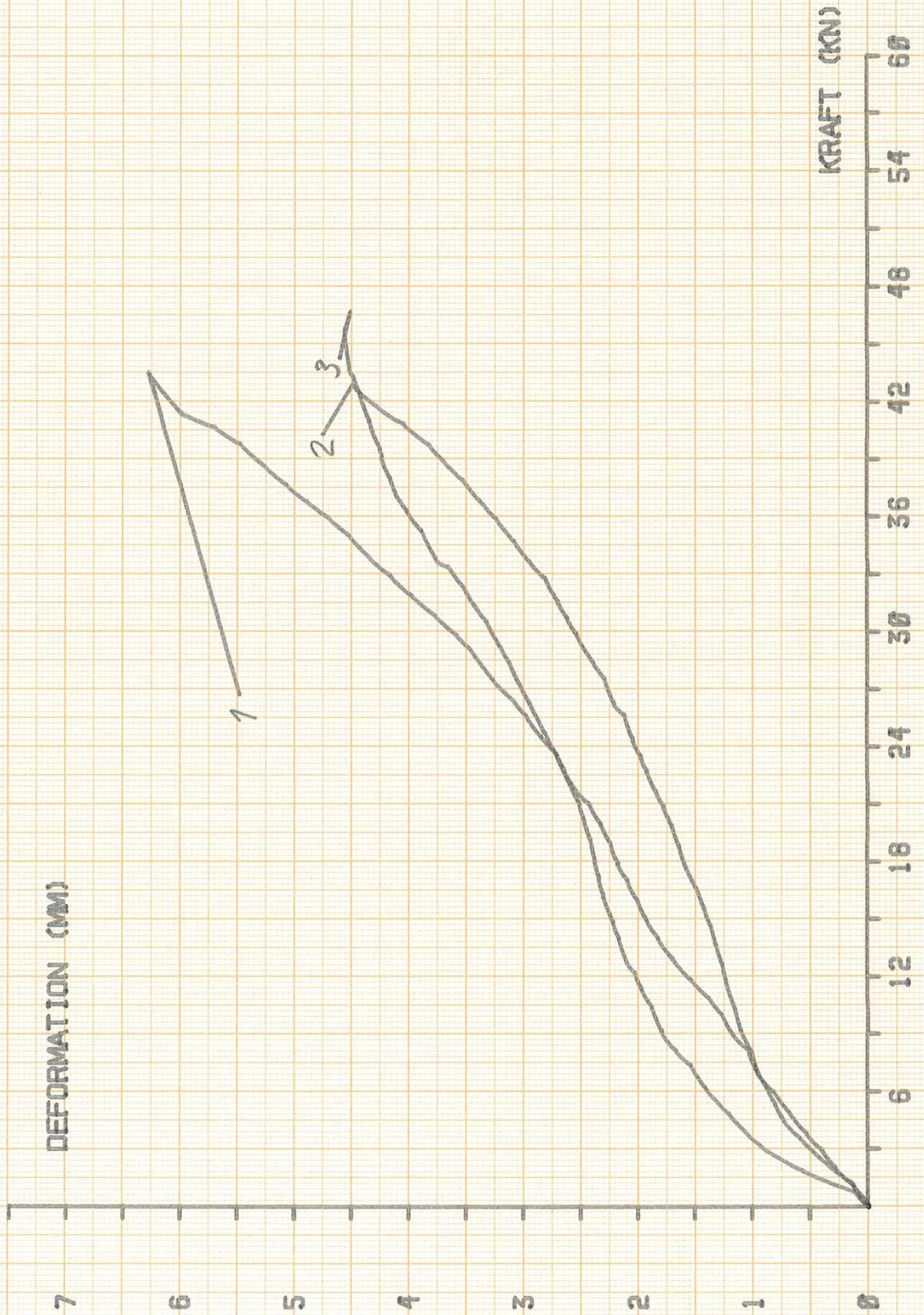
L T H

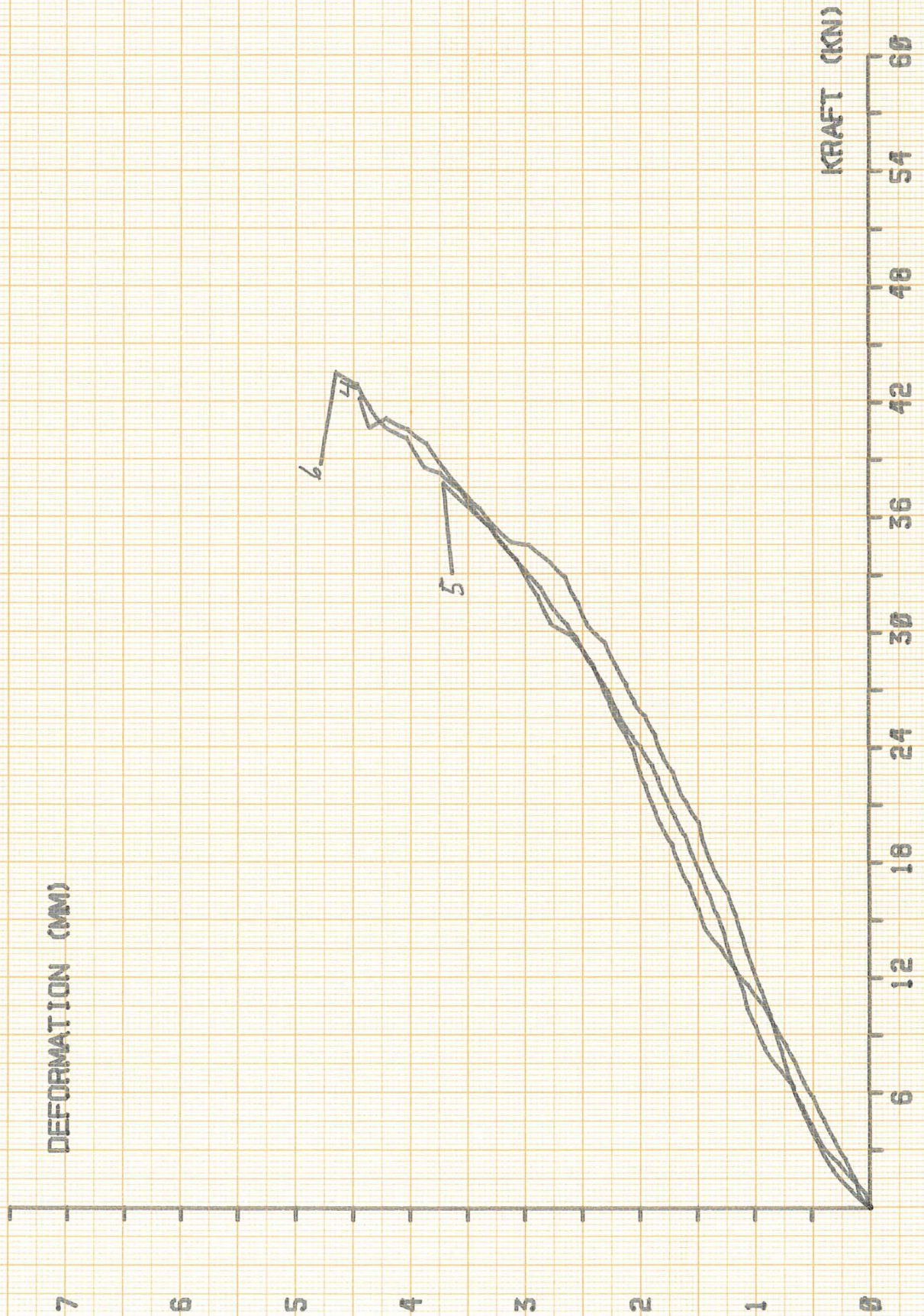
LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 123

BYGGNADSTEKNIK

770810.





L T H

LIMMAD SKRUV I LIMTRA

FORSOK 90

BYGGNADSTEKNIK

770818.

MITTNEDBÖJNING

samtliga värden minskade med den öfter-
stående nedböjningen

DEFORMATION (MM)

KRAFT (KN)

28

24

20

16

12

8

4

0

6

12

18

24

30

36

42

48

54

60

