



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



## Spannmålssilos av stål

Belastning på horisontella stag samt  
i vertikala pendlar

Stig Wigram

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	81-0902
Plac	<i>See</i>

*K  
PWC*

*See*

R55:1981

SPANNMÄLSSILOS AV STÅL

Belastning på horisontella stag samt i vertikala pendlar

Stig Wigram

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791749-5 från  
Stattens råd för byggnadsforskning till K-konsult, Malmö.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt  
anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit  
ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R55:1981

ISBN 91-540-3491-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 153502

## FÖRORD

I det följande redovisad forskningsuppgift har genomförts på anslag, 79 17 49 - 5, från Statens Råd för Byggnadsforskning.

Jørgen Nielsen, Danmarks Tekniske Højskole, lämnade värdefulla råd vad avser bl a principer för försöksuppläggning och utformning av utrustning för mätvärdesregistrering.

Tord Lundgren och Sven-Ingvar Granemark, Lunds Tekniska Högskola, har utfört instrumentering och även deltagit i montage av försöksutrustningen.

Bidrag i form av testobjekt (stavar och wire) samt diverse hjälpdon (bärok, avväxlingsbalkar o d) har lämnats av Kvänums Plåtindustri AB.

W Weibull AB har upplåtit sin anläggning i Eslöv och företagets platsrepresentanter, Håkan Gårder och Sven Akerberg, lämnade allt tänkbart bistånd vid försöksgenomförandet.

Skånska Lantmännen tillhandahöll båtsmansstol.

Till samtliga riktas ett varmt tack.

## INNEHALL

SAMMANFATTNING.....	5
BAKGRUND.....	7
MALSÄTTNING FÖR FORSKNINGSPROGRAMMET.....	9
UTFORMNING AV FÖRSÖKSUTRUSTNING.....	10
FÖRSÖKSGENOMFÖRANDET.....	12
Observationer.....	12
Inträffade missöden.....	13
Realiserat mätprogram.....	13
MÄTVÄRDESANALYS.....	15
Direkt avläsbara mätresultat.....	15
Bearbetning inkl korrektioner.....	15
Osäkerhetsfaktorer.....	17
KONKLUTIONER OCH HYPOTESER.....	18
LITTERATUR.....	22
BILAGA 1: Stagsiloförsök.....	23
BILAGA 2: Fotografier tagna efter montage av försöksutrustningen.....	28
BILAGA 3: Sammanställning av tekniska data för försöksutrustningen.....	30
BILAGA 4: Kalibreringstablå.....	31
BILAGA 5: Redovisning av givarlokaliseringar.....	32
BILAGA 6: Tablå utvisande realiserat mätprogram.....	34
BILAGA 7: Exempel på utskrifter från regist- reringsutrustningen.....	35
BILAGA 8: Uppritat diagram (exempel) Summa tvärkraft på $\emptyset$ 16 stag, nivå 7.3 under fyllnings- och tömningsförlopp.....	37
BILAGA 9: Tablå över registrerade mätvärden.....	38
BILAGA 10: Tablå över bearbetade mätvärden.....	39
BILAGA 11: Diagram baserad på bilaga 10.....	40
BILAGA 12: Diagram utvisande vertikaltryck på stag.....	41

## SAMMANFATTNING

Initierat av ett praktikfall där ett cellpaket, omfattande ett antal stagförsedda siloceller, uppvisade illavarslande deformationer efter ett 20-tal omsättningar, har ett forskningsprogram genomförts.

Detta syftade till att approximativt fastställa storleken av de krafter som överkar stag och dess upphängningspendlar då spannmål fylles i respektive tömmer ur cellen.

Enligt programmålsättningen skulle ovannämnda krafter beroende av stagdimension och -nivå under lagervarans överyta, samt upphängningspendlarnas längd (under nämnda överyta) bestämmas.

Ambitionen var då att få så många mätvärden att beroendefunktioner kunde konstrueras. Härfor krävdes minst 3 st stagdimensioner respektive -nivåer. Vidare måste försöken utföras så att krafter överkande stag kunde separeras från dito överkande pendlar.

Den realiserade utformningen av försöksutrustningen är åskådliggjord i bilagor 1-6

Vad gäller friktionskrafter lagervara (korn) - pendlar konstaterades dessa, såväl vid cellfyllning som -tömning, växa lineärt med ökande, spannmålsomgiva pendellängd.

Ifråga om vertikala tvärkrafter på stag kunde deras beroende av ovannämnda parametrar (nivå, stagdimension) ej entydigt fastläggas för fyllningsfasen - till följd av relationen pendeltöjning - spannmålsmassans självpackningsrörelse.

Under tömningsförloppet utvecklade tvärkrafter på stagen har kartlagts med följande uttolkningar:

- Krafternas beroende av stagnivå, relaterat till överyta för lagervaran har kunnat uttryckas i en formel (med angivna giltighetsgränser).
- Krafternas beroende av varierat stagtvärsnitt uppfattas vara komplext och styrs av ett flertal parametrar (exempelvis partikelegenskaper, stagtvärsnittets form) som kräver ytterligare studium.

Några observationer:

- Montaget av bärverket för testutrustningen direkt under inloppet (se bilaga 1) innebar att spannmålsinflödet i cellen ändrades från samlad stråle till uppsplittrad dito. Konsekvensen härav var att cellens lagringskapacitet ökades med ca 5%.
- Maximal storlek på mätvärden registrerades inom intervallet 2-3 minuter efter påbörjad tömning - samtidigt vid samtliga stagnivåer.

Vissa indikationer finns att maximal stagåverkande kraft vid fyllning skulle kunna vara i nivå med dito under tömning - förutsatt oeftergivlig upphängning.

Sagda indikation synes då även kunna tolkas så att maximal vertikal stagkraft uppträder ögonblicket innan den under fyllning och efterföljande vilotillstånd uppbyggda masstrukturen bryter samman, vid tömning genom bottenutlopp.

I gängse förekommande typer av stagförsedda siloceller är stagens eftergivlighet för åverkande packningskrafters speciella karaktäristika väsentligt större än vad som var fallet för testutrustningen.

Härav följer att de resulterande påkänningar sagda stag utsätts för vid fyllning är väsentligt mindre än motsvarande vid tömning (genom bottenutlopp) varav i sin tur följer att befintliga siloceller nyttjandesäkerhet i motsvarande grad kan ökas om tömning sker via schakt.



## BAKGRUND

Stagförsedda siloceller har utförts och med växlande framgång använts sedan åtskilliga decennier och det finns därmed stor praktisk erfarenhet av deras funktion.

Sålunda är det väl känt att stag bör undvikas i celler avsedda för lagervaror med tendens till partikelsammanbygtring (exempelvis celler för mjölformiga produkter). Det har förekommit att celler "rensats" från sina stag då en valvbildning (häng) på hög nivå brustit och varan störtat ner genom ett dessförinnan tömt utrymme.

Ett stort antal lagringsanläggningar av typ sammanbyggda celler med individuellt begränsad storlek har utförts med cellväggar av träprodukter i (panel, plywood, fiberskivor).

Mångårigt nyttjande av dessa celltyper har ej gett anledning till skepsis avseende riktigheten hos praktiserade dimensioneringsprinciper.

Under speciellt det senaste decenniet har emellertid likartade cellpaket utförts helt i stål. Några av dem har drabbats av deformationer som är illavarslande ifråga om storlek och klart utpekar stagens initierande roll.

Som belysande exempel härpå må nämnas att den ca 10 år gamla siloanläggning, vars nulägeskondition initierat underteknadsintresse för stagproblematiken, uppvisar följande deformationskaraktäristika:

- Stagdeflektion ca 300 mm i fältmitt relativt infästningsnivå.
- Av stag orsakad horisontell väggdeformation (riktad in mot cell) ca 200 mm.
- Plastisk deformation hos stag (ca 5° vinkeländring) i anslutning till stagfästen.

Enkla deformationsmätningar genomförda i tom granncell till från början tom därefter fylld och tömd silocell resulterade i följande observationer och därpå baserade konklusioner:

- Då silocellen fylldes sträcktes stagen.
- Då cellen tömdes (genom bottenutlopp) framtvingades ånyo en stagdeflektion något större än den som blev kvarstående då cellen tömdes och cellväggen pressades in mot lagervaran.

Uppenbarligen är "tömningsdeflektionen" hos stagen styrd av relationerna mellan tvärkraften stegen drabbas av då lagervaran passerar dem, balanserande normal kraft i staget (orsakad av lagervarans tryck mot cellväggarna, stagtöjningen samt stagets längd mellan upphängningarna.

Allvarligast bland extraherade slutsatser är den att staget underkastas bockningar och uträtningar i anslutning till de momentstyvt utförda infästningarna i cellväggskonstruktionen.

Utförd test - baserad på överslagsmässigt beräknade åverkande stagnormalkrafter under fyllnings- och tömningsfaserna i kombination med likaså varierad bockningsamplitud - visade dels en resulterande, lokal stagtöjning, des utmattningsbrott efter ett begränsat antal belastningscykler.

I princip likartade silocellkonstruktioner med lägre bruksålder har besiktigats varvid konstaterats att motsvarande deformationer är under utveckling.

Att "träsilor" har lättare att utstå deformationsarbetet torde bero på att staginfästningarna däri ej är momentstyva: Stagens egenstyvhet i infästningen är där så stor - relativt sett - att det istället sker en lokal krossning i virket, d v s stagändarna åstadkommer ovala mynningar i de hål genom vilka de är dragna. Härigenom uteblir bockningen.

## MÅLSÄTTNING FÖR FORSKNINGSPROGRAMMET

Ledstjärnan vid utformningen av programmet har varit att nå ökad kunskap:

- om storleken av de tvärkrafter som åverkar horisontella stag i siloceller för spannmål dels under fyllning, under lagervarans packningsrörelse, dels under tömning, genom bottenutlopp, då lagervaran strömmar förbi stagen.
- om tvärkraftstorlekens beroende av stagdimension och stagnivå relativt lagervarans överyta.
- om tvärkraftstorlekens beroende av horisontell distans till silocellens symmetriaxel.

Ambitionen har härutöver varit att baserat på erhållna mätvärden söka konstruera funktionsuttryck som beskriver tvärkraftens beroende av respektive geometriska parametrar.

I beaktande av den svåröverskådliga mängd variabler (spannmålsslag, fukthalt, renhet, kvalitet etc) som i olika grad påverkar resulterande mekaniska karakteristika hos lagervaran - ävensom den tekniska, tidsmässiga och ekonomiska ramsättningen för aktuellt program valdes att dagtinga med krav på vetenskaplig exakthet för att i gengäld söka utvinna största möjliga mängd information ur genomförda försök för att därigenom få underlag för "enkla" formler som skulle kunna tillämpas för storleksbestämning av ifrågavarande krafter.

I den mån förfinade beräkningsinstrument anses erforderliga - exempelvis inför serietillverkning av stagförsedda silor - bör de i denna rapport redovisade kunna utnyttjas för att dimensionera försöksutrustningen.

## UTFORMNING AV FÖRSÖKSUTRUSTNING

Redan i ett tidigt skede av förplaneringen beslöts att mätningarna skulle utföras på horisontella stavar upphängda i vertikala pendlar och att mätvärdesregistreringen skulle baseras på signaler från trådtöjningsgivare, placerade i anslutning till pendlarnas upphängning.

Detta innebar emellertid att uppmätta värden skulle komma att inkludera krafter i pendlar till följd av friktion mellan dessa och omgivande lagervara. Härutöver skulle fästdonet mellan pendel och stagstavar utgöra störningsfaktor.

För att behärska konsekvenserna härav utformades ovan nämnda delar av mätutrustningen så att varje stag upphängdes i tre pendlar, varvid dessa skulle dras genom härför borrade hål i stagen. Ett statistiskt obestämt system kunde självfallet inte komma ifråga varför varje stag försågs med en led.

Vid denna tidpunkt stod det klart på vilken anläggning försöken skulle genomföras (W Weibulls utsädesrenseri i Eslöv) och erforderlig anpassning måste göras till de lokala betingelserna:

Anläggningens bulklagerdel består av ett antal sinsemellan lika, sammanbyggda siloceller med centriskt lokaliserade inlopp och utlopp.

Till cellinloppet som är vertikalt, kopplas lutande störtrör försett med böj i nederänden.

För att slippa "perforera" bjälklaget över mätceller bestämdes att den samlade mätutrustningen i cellen skulle bäras av en enda rörpendel, som passerade genom inloppet och ett uppskuret hål i störtrörsböjen för att fixeras till ett balkverk, som överförde lasten till cellväggarna.

Valt tillvägagångssätt medförde bl a att approximativ kraftbalans erfordrades relativt silocellens symmetriaxel  $\triangle$  rörpendeln, för att minimera böjande moment i denna.

Med uppfyllande av nämnda totalbalanskrav förlades stagpendlarnas infästningspunkter osymmetriskt utmed staglängden - detta för att möjliggöra beräkning av eventuella intensitetsvariationer i stagåverkande tvärkraft.

För att minimera antalet cellomsättningar och därmed slitaget på vid försöken använd spannmål men också erforderlig totaltidsåtgång, beslöts att två celler skulle instrumenteras (tömning av den ena skulle innebära fyllning av den andra).

I enlighet med målsättningen planerades för stagupphängning på tre skilda nivåer.

Genom en horisontalvinkelförskjutning av  $60^{\circ}$  mellan respektive pendelbärande ok bedömdes störningseffekten bli obetydlig såväl vad avsåg tvärkraft på resp stag som friktionskraft spannmål - pendlar.

Enda realistiska alternativet att montera testutrustning i respektive cell var att fylla cellen till lämplig nivå och använda spannmålsöverytan som arbetsplattform.

Detta innebar emellertid att pendlarna måste utföras endera av wires eller kedjor. Av bl a kostnadsskäl valdes wires.

För att wiretöjningen inte skulle ge felaktiga mätvärden på stagtvärkraften vid fyllning, måste sagda töjning understiga spannmålens packningsrörelse för respektive nivå - varvid självfallet de längsta stagen blev dimensionerande.

Baserat på antagna värden på pendelkrafternas storlek valdes  $\varnothing$  8 mm wire.

Tidigare nämnda signalalstrande trådtöjningsgivare måste fästas på plattstål. Dessa fick då utgöra länkar mellan wirependlar och bärok. Varje plattstål (totalt 2x9 st) måste förses med 4 st trådtöjningsgivare, så placerade och inbördes kopplade att de kompenenserade temperaturvariationer och belastningsexcentriciteter.

Det var också viktigt att plattstålen ej skulle komma att utsättas för torsion, varför det bestämdes att wire av rotationsfri typ skulle användas.

För att få godtagbara impulser från trådtöjningsgivare fordras exakt likformiga töjningar i mätdonen. Här valdes kvalitetsstål SIS 2172.

Baserat på ovannämnd uppskattning av pendelkrafter för respektive belastningsfall valdes tre olika nettotvärnsnitt: 15, 25 och 40 mm<sup>2</sup>. Att byta plattstål och därmed givare under pågående försöksserie skulle vara uteslutet, eftersom givarna måste limmas på plattstålen och därefter kalibreras i laboratoriemiljö.

För att i görligaste mån skydda givare, mätdon och elledningar mot åverkan från strömmande spannmål, valdes att utföra oken av fyrkantrör. Mätdonen kunde då placeras inuti dessa, medan ledningarna kunde fästas på okens undersidor, varifrån de kunde dras genom det okbärande röret och förbindas med registreringsutrustningen.

I bilaga\_1 redovisas de skisser som utgjort underlag för montage och i bilaga\_2 visas resultatet.

I bilaga\_3 redovisas en sammanställning av tekniska data för ovan nämnda mät- och registreringsutrustningskomponenter.

I bilaga\_4 redovisas dels, i tabellerad form, kalibreringsresultatet, dels systemet för kopplingen av 4 st trådtöjningsgivare till en givarenhet (kanal).

I bilaga\_5 visas schematiskt till vilken pendel respektive givarenhet/kanal var kopplad.

## FÖRSÖKSGENOMFÖRANDET

Observationer

Före montaget av försöksutrustningen hade lagervarans överyta konisk form med tillplattad topp ca 0,5 m under cellinloppet.

Ytskiktet var så löst lagrat att man sjönk ner knädjupt däri under montagearbetet. Dessutom var ytan täckt av ett dammskikt som virvlade upp vid minsta beröring.

Den ena cellen, E3, instrumenterades en eftermiddag och tömdes därefter, varvid konstaterades att lagervaruöverytan sjönk likformigt med viss, konstant eftersläpning närmast cellväggarna, betingat av korrugeringen.

Något omslag till schaktströmning kunde ej observeras förrän endast trattinnehållet återstod.

Nivån på lagervaruöverytan i den andra testcellen, C3, som ju samtidigt hade fyllts, mättes såväl under inloppet som i cellhörn och mitt på cellväggsida.

Denna mätning upprepades påföljande morgon före start av montage av försöksutrustningen i sagda cell, varvid konstaterades att en - bedömningsvis - likformig sättning, i storlek 0,1 m, skett under mellantiden (ca 16 tim).

Då testcell E3 åter fyllts (första fyllningen inom försöksserien) noterades att överytan dels i huvudsak blivit plan frånsett en obetydlig nedböjning närmast cellperiferin, dels hade en påtagligt lägre nivå än genomsnittlig dito före testutrustningsmontage.

Baserat på mätningar fastslogs att medelnivån - på grund av okrosettens spridningseffekt på inströmmade spannmål - reducerats med ca 0,75 m.

Spannmålsöverytan hade fått en väsentligt fastare lagring och nedsjunkningen däri då den beträddes understeg 0,1 m.

Även dammanhopningen syntes ha reducerats.

Självfallet hölls överytans beteende under kontinuerlig observation under påföljande tömning varvid konstaterades att en cirkulär del därav, med diametern ca 1,5 m, sjönk utan synlig strukturändring ända till dess övre randen av celltratten kunde skönjas. Utmed cellväggarna skedde, liksom vid tömningen före okmontage, en konstant eftersläpning.

Eftersom den cirkulära ytan var dammgrå medan skredytan (ut från cellväggarna) var gul var gränslinjens läge lätt att fixera, och man hade intryck av att skredet fortsatte in under den cirkulära ytan utan att påverka denna...

Då, i senare skeden av försöksserien, stagstavarna hade monterats, bekräftades ovannämnda observationer på så sätt att "avtrycken" av nämnda stavar på den cirkulära ytan, då denna under tömningen

passerade resp stagnivå, förblev intakta intill slutfasen av tömningen.

Växling av testobjekt utfördes under pågående tömning (som tillfälligt avbröts härför).

En, för de skilda objektnivåerna, gemensam observation var att lagervarans överyta visade stor fasthet: Fotavtryck uppmättes ha ett djup understigande 50 mm.

#### Inträffade missöden

- Då tömning i cell C3 skulle utföras, med  $\emptyset$  35 stagstavar som testobjekt, gled wirelåset under nedersta stavens mellersta upphängning.

Härigenom ökades kraften på de två ytterpendlarnas wirelås och även dessa började glida. Några ögonblick senare slets staven helt loss från bärverket - på sådant sätt att den okbärande rörpendeln böjdes och utrustningen i fortsättningen ej kunde användas.

Ovannämnda skeende, som direkt kunde utläsas ur Addo X-maskinens utskrift, förklaras därav att wirelåsen avsågs sammanfästa två wireparter ej en såsom var fallet vid de första stavmontagen.

- Dataenheten i mätvärdesregistreringsutrustningen var tyvärr defekt, vilket konstaterades under pågående försöksgenomförande.

Defekten resulterade i att utskrifterna stundom, och individuellt, blev helt irrationella.

Detta innebar att uttorkningen av mätvärdena måste utföras manuellt.

- Härutöver drabbades försöksgenomförandet av arbetskonflikten under våren såtillvida att tillverkningen av delar av erforderlig utrustning blev försenad.

Eftersom vissa reparationsarbeten skulle genomföras på utsädesanläggningens interntransportutrustning blev den till buds stående tiden för testen begränsad till en vecka, vilket hade till följd att den ej medgav verifierande upprepningar i planerad omfattning.

#### Realiserat mätprogram

Den ursprungliga avsikten hade varit att direkt mäta krafter åverkande wirependlar.

Detta lät sig emellertid ej göra av det skälet att wiren ej kunde fås att hänga snörrät med mindre att en tyngd fästes i fria änden.

De första mätningarna utfördes därför för wires + wirelås. Härefter följde försök med stagstavarna ( $\emptyset$  16,  $\emptyset$  25 resp  $\emptyset$  35).

Byte av mätobjekt genomfördes som tidigare nämnts under tömningsfasen: Tömningsen avbröts under några minuter då spannmålsytan befann sig ca 1,5 m under respektive "stagnivå".

I bilaga\_6 redovisas realiserat mätprogram i form av en tablå.

Registreringsutrustningen hade programmerats så att Scannern gjorde ett svep per minut.

Totalt var 20 kanaler utnyttjade. Härav gav kanaler nr 1-9 samt 11-19 mätvärdesinformation medan kanaler 0 och 10 hade kontrollfunktioner.

Addo X-utskriften var omedelbart tillgänglig för avläsning - bl a som kontroll på att registreringen fungerade på ett tillfredsställande sätt medan den av Dynamics-punchern stansade remsan måste tolkas av dator.

Exempel på ovannämnda utskrifter redovisas i bilaga\_7.



## MÄTVÄRDESANALYS

### Direkt avläsbara mätresultat

Om utrustningen (data transfer unit) fungerat som planerat skulle en datorombesörjd uppritning av kraftdiagram kunnat erhållas.

Eftersom detta tyvärr ej blev fallet har exemplifierats ett manuellt uppritat diagram: Summakraftkurvan för kanal 8; mellan pendel, nivå -7,3,  $\emptyset$  16 stag.

Se bilaga\_8.

Av erhållna utskrifter kunde följande, omedelbart tillgängliga fakta utläsas:

- Vare sig under fyllning eller tömning förekom språngvisa ändringar hos noterade mätvärden (d v s med frekvens /en avläsn/min/). Stegringen mot maximinivån, ävensom den därpå följande avlastningen skedde till synes utan avbrott.
- Ingen stegring av mätvärdena inom mätnoggrannheten kunde skönjas mellan tidpunkt då försöket avbröts efter fullbordad fyllning ena dagen, efter fullbordad fyllning och starttid för tömning påföljande dag.
- Maximinivå för mätvärden uppmättes regelmässigt inom intervallet 2-3 minuter efter påbörjad tömning (enstaka undantag avviker max 1 min), samtidigt vid samtliga försök och på samtliga nivåer.
- Efter fullbordad tömning återgick mätvärdena till ursprunglig basnivå med anmärkningsvärd precision.
- De för belastningsfall wire + wirelös uppmätta krafterna visade något högre värden för sidopendlar än mittpendeln. Spridningen mellan dubblerade försök var obetydlig (ca 5%).

### Bearbetning inkl korrekationer

Av skäl som i det föregående angetts kunde resulterande friktionskrafter i pendlar ej direkt mätas.

Som ett första steg i bearbetningen av erhållna indata kom därför att bestämma de enskilda komponenternas - wirependlar, wirelös respektive stagstavar - andelar av resulterande, uppmätta krafter.

Praktiserad metod kan beskrivas sålunda:

1. Uppmätta krafter (medelvärden av upprepade försök) för respektive pendelinfästning noterades för samtliga, förekommande belastningskombinationer, d v s pendel + wirelös
 

pendel + wirelös	+	$\emptyset$ 16	stag
"	+	"	+ $\emptyset$ 25 "
"	+	"	+ $\emptyset$ 35 "

Uppställningen redovisas i bilaga\_9.

2. Från summalasten, av samtliga tre pendlar, på respektive nivå för wires + wirelås +  $\emptyset$  16 stag drogs dito summalast för wires + wirelås. Erhållen differens dividerades med  $\emptyset$  16 stagets horisontalarea, d v s 16.000 mm<sup>2</sup>, varefter erhållna kvoter multiplicerades med wirelåsens horisontalarea, ca 1.000 mm<sup>2</sup>.

Dessa räkneoperationer genomfördes för såväl tömning som fyllning och gav i resultat ett värde på wirelåsandelen av den kraft som uppmätts för wire + wirelås gemensamt.

3. Eftersom det då visade sig att ovannämnda andel var relativt obetydlig och dessutom minskade då pendeldjupet under spannmålsöverytan ökade, bedömdes att resulterande kraft i wires, emanerande från friktion wire - spannmål kunde fastställas med acceptabel noggrannhet. (Se "Osäkerhetsfaktorer" sid 14.)

4. För kombinationerna wires + wirelås + stag kom wirelåsen till en del (beroende av stagdim) "i lä".

Hänsyn härtill togs, när de solidifierade stagkrafterna beräknades, på så sätt att för  $\emptyset$  16-staget endast 50% av wirelåskraften medräknades, för  $\emptyset$  25-staget 20% och för  $\emptyset$  35-staget 0%.

De sammanställda resultaten av sagda beräkningar redovisas i bilaga 10.

Diagram utgående från siffervärdena har konstruerats och redovisas i bilaga 11.

Baserat på nyssnämnda stagkraftuppgifter har vertikaltrycket beräknats för respektive stagdimension och -nivå. Resultaten redovisas nedan:

Stagdimension	Nivå /m/	Tryck /k Pa/	
		Fyllning	Tömning
$\emptyset$ 16	- 1,5	49	50
	- 4,4	82	134
	- 7,3	78	203
$\emptyset$ 25	- 1,5	39	45
	- 4,4	76	-
	- 7,3	83	211
$\emptyset$ 35	- 1,5	46	78
	- 4,4	81	182
	- 7,3	-	260

I bilaga 12 redovisas diagram uppritade på underlag av ovan tabellerade värden.

### Osäkerhetsfaktorer

- Registrering av signaler från givare.

Som tidigare nämnts visade sig 0-värdesförskjutningarna vara nästan obefintliga, vilket antyder att också registrerade värden, mellan sagda start- och slutpunkter, endast med någon procent avviker från de verkliga.

- Fördelning på komponenter (stag resp pendlar) av uppmätta summakrafter.

Primära felkällor utgöres av felbedömning av störning från wirelös.

På sid 13 har tillämpad beräkningsmetod motiverats.

I det fall beräknad korrektion är p % fel skulle detta innebära att resulterande felvisning maximalt uppgår till 0,1 p % (för pendlar resp  $\emptyset$  16-stag - väsentligt mindre för  $\emptyset$  25- och  $\emptyset$  35-stag).

- Tolkning

Som tidigare redovisats, sid 13, utgöres den totalt dimensionerande felfaktorn av relationen packning lagervara - töjning pendel. (Gäller fyllning.)

Angivna, uppmätta fyllningskraft och -tryckvärden är därför höggradigt osäkra och av denna anledning föremål för diskussion under avsnitt "Konklusioner och hypoteser".

## KONKLUSIONER OCH HYPOTESER

Av i det föregående redovisade tabeller och diagram synes framgå att fyllningskrafter skulle uppnå maxvärden på en nivå belägen ca 6 m under lagervarans överyta i den fyllda cellen.

Detta kan emellertid ej vara fallet: Visserligen torde "packningsarbetet", d v s produkten av massa i rörelse och rörelsens storlek nå maxvärde på någon nivå mellan cellbotten och lagervarans överyta men stag- och pendelåverkande krafter måste öka med djupet under överytan.

Mätvärdena kan förklaras enligt följande:

Då ett stag inbäddas i spannmål under en cellfyllning, är till början packningsrörelsen ansevärd men massan obetydlig. Därmed är pendeltöjningen liten relativt packningsrörelsen - spannmålen rör sig relativt staget.

Med växande nivå på spannmålsöverytan avtar packningsrörelsen på stagnivån medan stagåverkande kraft fortfar att öka.

Vid viss tidpunkt nås balans mellan packningsrörelse, stagåverkande kraft och stagdeformation respektive pendeltöjning. Denna balans innebär att förbiströmmingen av spannmål upphör och ersättes av en för stag och spannmål gemensam rörelse.

De på lägst nivå belägna stagen åverkas av de största krafterna och är dessutom upphängda i de längsta pendlarna - samvägt resulterar detta i att uppmätta krafter väsentligt understiger de som skulle ha registrerats för helt stela stag och töjningsfria pendlar.

Ett studium av kraftdiagrammet, bilaga 8, synes verifiera det ovan anförda: På fyllningskurvan kan observeras en markerad "brytpunkt" ca 10 minuter efter det att staget började inbäddas i spannmål. Summa registrerad kraft (stag + pendel) uppgår då till ca 0,7 kN och svarar mot en pendeltöjning av ca 2 mm (baserat på pendelns elasticitetsmodul, area och längd). Efter fullbordad fyllning är registrerad kraft ca 1,05 kN svarande mot en pendeltöjning av ca 3 mm.

Resultaterande packningsrörelse = pendeltöjning, räknat från tidpunkt då rörelserna sammanföll, uppgår då till ca 1 mm.

Baserat på nämnda diagram synes ytterligare ett konstaterande kunna göras:

En linje dragen genom origo och "brytpunkten" skär "full-cell-axeln" på approximativt samma nivå som maxpunkten på tömningskurvan.

Härav drages slutsatsen att deformationsfri utrustning (pendel + stag) skulle åverkats av samma maxkraft som vid tömning. Detta ger som följsatser dels att maximal tömningskraft uppstår medan lagringsstrukturen från fyllningsskedet fortfarande är intakt, dels att den kraft som erfordras för att lyfta ovannämnda utrustning ur en spannmålsmassa i vila är lika den som utrustningen maximalt åverkas av under tömning.

Ovannämnda hypotesers riktighet bör kunna prövas i modellförsök - förslagsvis genom att vid tömning uppmätta maxvärden jämföras med de som erhålles då testobjekten tvingas till rörelse relativt spannmål i vila.

Eventuell verifikation borde följas av ytterligare försök i vilka packningsrörelser studeras under varierade fyllningsmetoder.

Väsentlig kunskap om vad som sker inne i en lagermassa såväl vid tömning som fyllning skulle därur utvinnas.

Under tömningsförloppet saknar deformationsegenskaperna hos pendlar och stag betydelse. Däremot spelar självfallet tömningstypen (mass- eller schaktströmning) en betydande roll.

Vad gäller de tryck, stag åverkas av under tömning, synes dessa - förutsatt att mätresultat och kurvdragningar är korrekta - nå minimivärden då stagdiametern uppgår till ca 20 mm (se diagram, bilaga 12).

Följande hypotes framlägges härom:

- För mycket klena stag bör lagervarans partikelstorlek ha väsentlig betydelse.

Aktuell lagervara, korn, har en genomsnittlig partikellängd av 8,5 mm.

Av observationer att döma ligger i regel partiklarnas (kornens) längdaxlar nära horisontalplanet.

Detta medför att i ett skikt omedelbart överlagrande ett stag, flertalet korn, i varierad grad, överbryggar stagtvärsnittet - sannolikt till en medelbredd av 4 å 5 mm.

Konsekvensen borde då bli att för exempelvis två stag med tvärmåtten 4 resp 2 mm, uppmätta krafter, under i övrigt lika betingelser, skulle visa sig vara lika.

Partikelskikt överlagrande ovannämnda kan förväntas öka "aktiva bredden" möjligen till en knapp fördubbling - betingat av kornens ytstruktur, deformationsegenskaper m m.

För sagda stagtyp torde tvärsnittsformen ej spela större roll.

- För något grövre dimension kan emellertid antas att en konvex överyta ger annorlunda konsekvenser vad gäller spannmålskornens "breddningseffekt" än en plan eller konkav dito.
- För ytterligare ökade stagdimensioner borde "breddningseffektens" andel av total verksam bredd avta och tvärsnittsformen på staget förväntas åter förlora i betydelse relativt sett.  
En annan parameter torde istället börja dominera:  
Med ökande stagtvärmått begränsas spannmålskornens möjlighet att genom sidoflyttningar (krypningar) ge utrymme för stagets relativa tvärrörelser, vilken därigenom skulle fordra större kraft.

Sannolikt finns härutöver ett antal parametrar med skiftande inflytande på resulterande kraftspel.

Kompletterande försök - som bör kunna genomföras i skalmodell av aktuell silocell - skulle ge värdefulla fingervisningar.

Baserat på diagramvärden (bilaga 12) för "ø 20 stag" har följande approximativa formel konstruerats:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varnothing 20 \\ \text{Tömn, korn} \end{array} \right. = 1000 (1 - e^{-0,03 Z}) / \text{kPa} /$$

$Z = \text{stagnivåns djup /m/ under lagervarans överyta.}$

För tvärsnittsdimensioner inom en amplitud av ø 20<sup>+15</sup><sub>-10</sub> mm bör acceptabla närmevärden för stagtrycket erhållas med formeln

$$\varnothing x = \varnothing 20 \text{ Tömn} \times \frac{\varnothing x}{\varnothing 20} \quad \text{för } \varnothing x > \varnothing 20$$

$$\varnothing x = \varnothing 20 \text{ Tömn} \times \frac{\varnothing 20}{\varnothing x} \quad \text{för } \varnothing x < \varnothing 20$$

Differenser, stagnivå-öv ryta lagervara, överstigande 7,3 m innebär extrapoleringar och tillförlitligheten hos formeln torde därför minska med ökande differenser.

Några observanda:

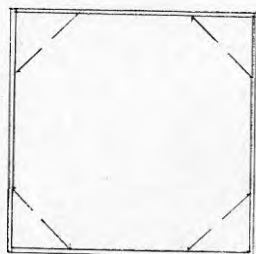
- Som upprepade gånger angetts var lagervaran vid utförda försök väl nedtorkat korn. Baserat på den forskning som genomförts av "Nordiska gruppen för Siloforskning" (BFR-anslag nr 780780-4) förväntas korn ge de, för de fyra "vanliga" spannmålslagen, högsta värdena - dock med frågetecken för havre.
- Ovan redovisad försöksserie genomfördes i siloceller med tvärmått 2,4 x 2,4 mm<sup>2</sup> och med axialsymmetrisk spridfyllning respektive tömning.

Härur bör ej omedelbara slutsatser dragas ifråga om konsekvenser vid fyllning via samlad stråle och/eller excentrisk fyllning respektive tömning.

Hur uppmätta krafter skulle påverkas av ändrat celltvärsnitt kan ej beräknas utifrån tillgängligt försöksresultat.

Det förefaller dock sannolikt att ökad tvärsnittsarea och/eller ökat djup skulle medföra ökade krafter - till en gräns som sättes av lagervarans partikelegenskaper. Detta bör givetvis utredas inte bara med tanke på stagförsedda siloceller utan framförallt för att vidga silokunskapen totalt.

- I siloceller avsedda för kohesionära material, exempelvis socker eller fetthaltiga pulver, bör stavformiga stag ej förekomma (se föregående).
  - Ej heller celler av typ våtfickor, d v s för ej nedtorkad spannmål bör utföras med stag.
  - I det fall en silocell kan utföras för garanterad schaktströmning kan "stag" appliceras enligt fig nedan.
- Obs! Kräver centriskt inlopp och utlopp.



— — — — — grovperforerad plåt

## LITTERATUR

## 1. Kroll, Dieter

Untersuchungen über die Belastung horizontaler Zuganker sowie vertikaler Hängependel und Gehänge durch Schüttgüter in Silozellen

Von der Fakultät für Bauwesen der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 1974.

## 2. Kjellman, Walter

Några jordtrycksförsök  
Teknisk Tidskrift, H10, 1941.

Kommentar

Dieter Kroll redovisar utfall av ett stort antal försök utförda i modell, med sand resp vete som fyllningsmaterial. Primärt synes försöken ha gått ut på att visa inom vilka distanser i vertikal- och korisontalled närbelägna stag påverkar varandra.

Kraftmätningarna har baserats på resulterande normalkrafter i stagen och förutsatt att klassiska silotrycksteorier gäller vad avser silotryckets fördelning i vertikal- och horisontalled. På grund av dels mättekniken, dels modellskalan har ur redovisningen inte kunnat extraheras sådan information som möjliggjort direkt jämförelse vad gäller stagtvärkrafter.

Dieter Kroll redovisar emellertid även kontentan av försök med pendlar utförda av A/S N Foss Elektric, Brown and Richards m fl. Härav framgår entydigt att pendelkrafterna utgör en lineär funktion av inbäddad pendellängd, men också av friktionskoefficienten för pendelns mantelyta. (Foss försöken med plastad pendel ger ca 1/3-delen av i aktuell redovisning erhållna, för wire.)

Walter Kjellman redovisar försök i modellskala med sand. Försöken går ut på att få uttryck för verkande krafter relaterat till rörelsestorlek då provkropp med horisontell yta inpassad i modellbehållarens bottenplatta får röra sig uppåt, mot sandfyllningen, resp nedåt, genom bottenplattan.

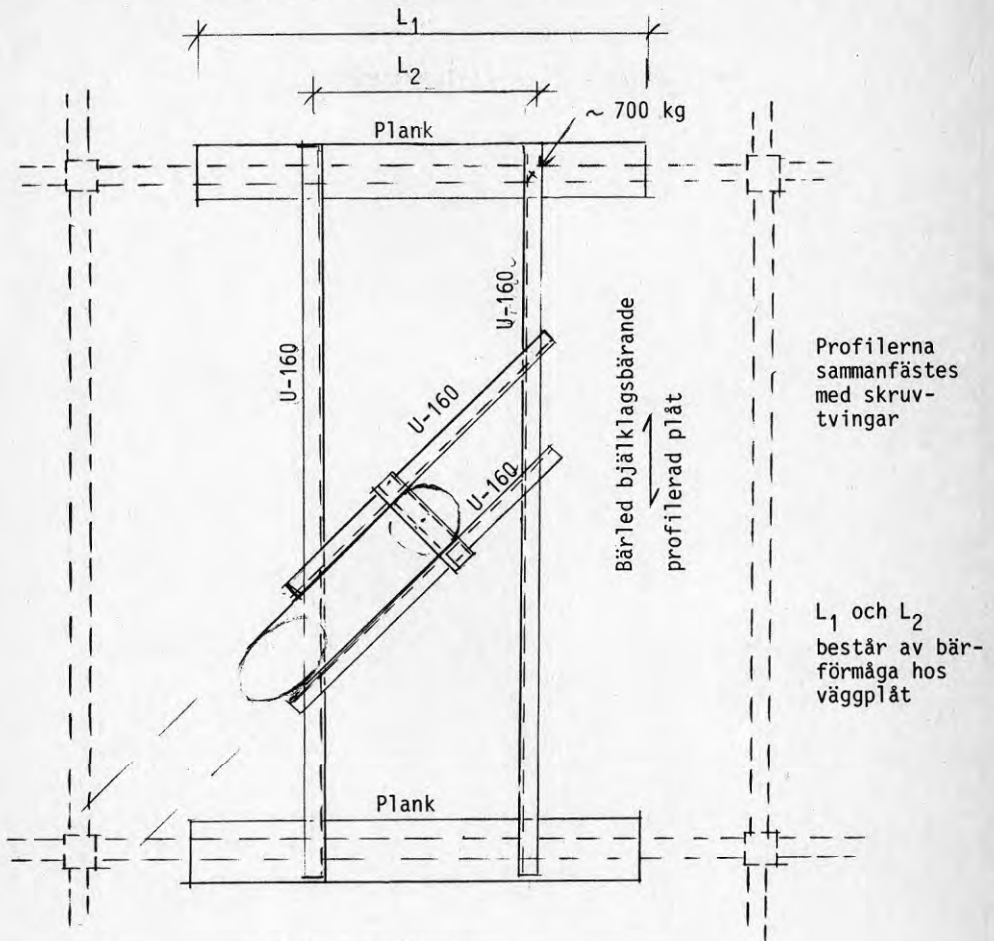
Av förstnämnda försök framgår att krafterna på provkroppsytan approximativt lineärt ökas med ökad rörelse till en gräns, varefter brott i ovanliggande masstruktur inträffar vid väl definierade gränsvärden för nämnda laster.

Observationer synes verifiera hypotesen att maxvärden på stag uppträder ögonblicket innan lagervarans vilostuktur bryter samman under (botten)tömning.



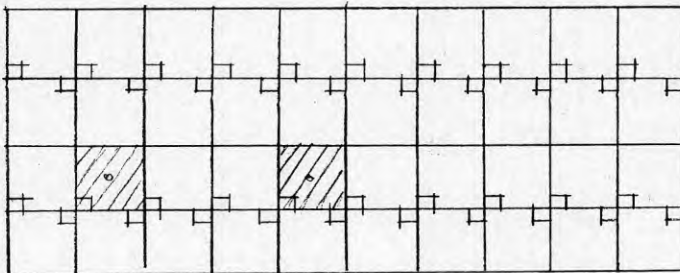
STAGSILOFÖRSÖK  
Bärverk för okpendel

BILAGA 1



Delplan - avbärning

1:20

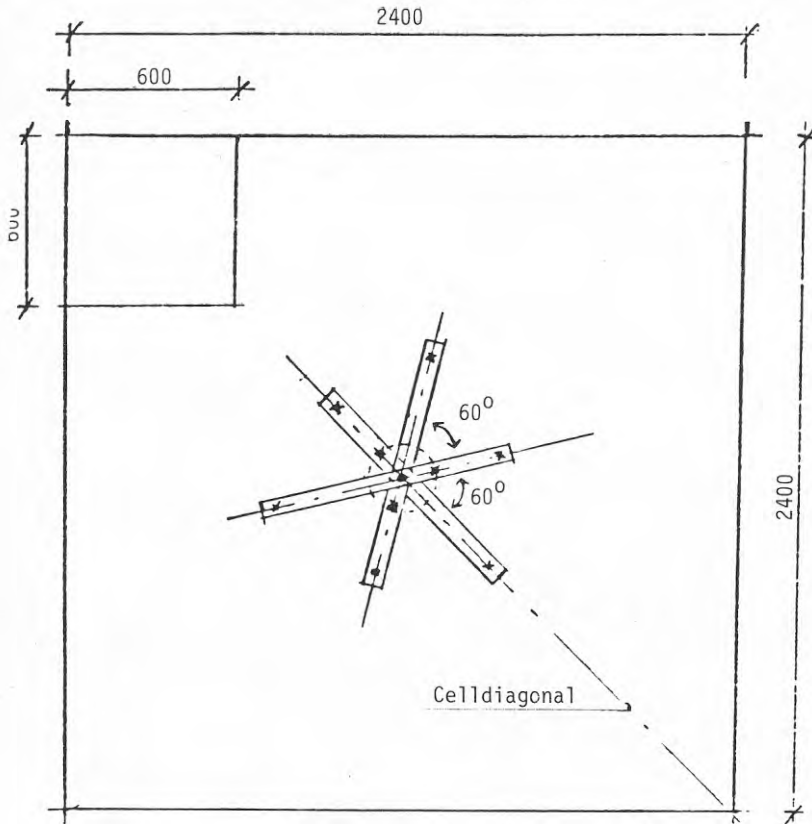
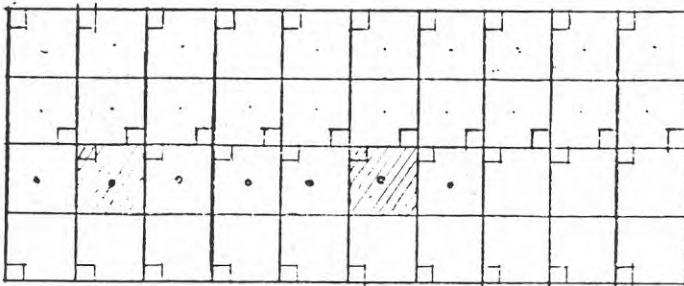


Plan av cellbatteri

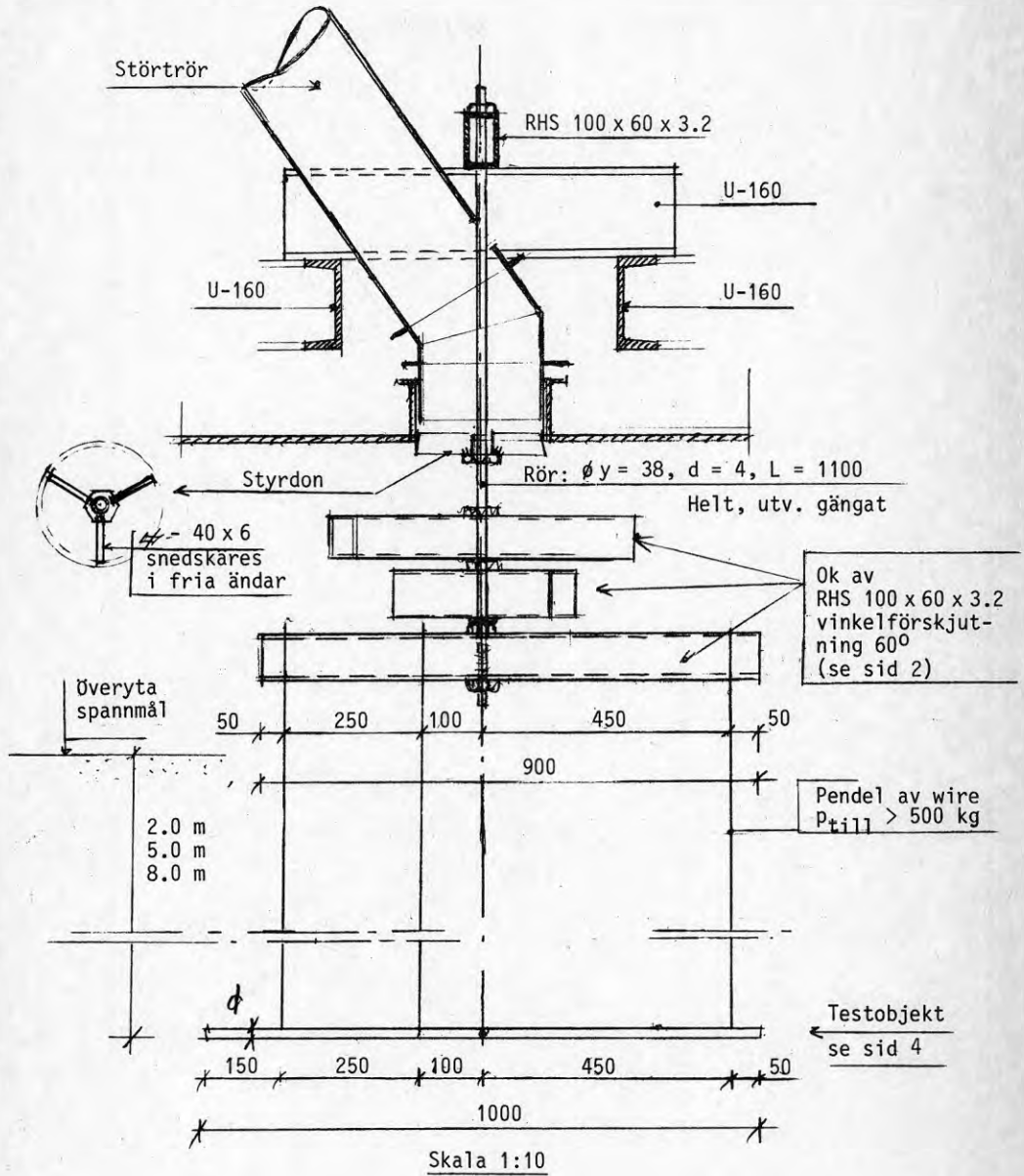
1:200

## STAGSILOFÖRSÖK

Orientering av stagpendelbärande ok

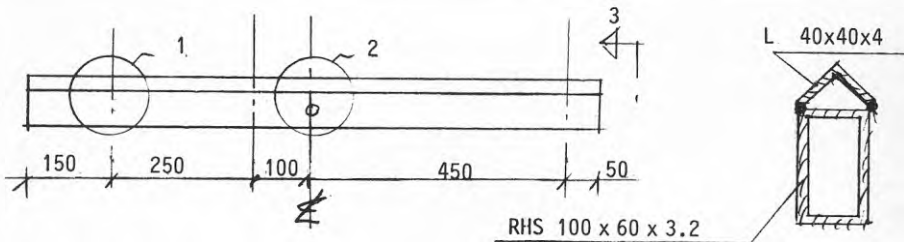
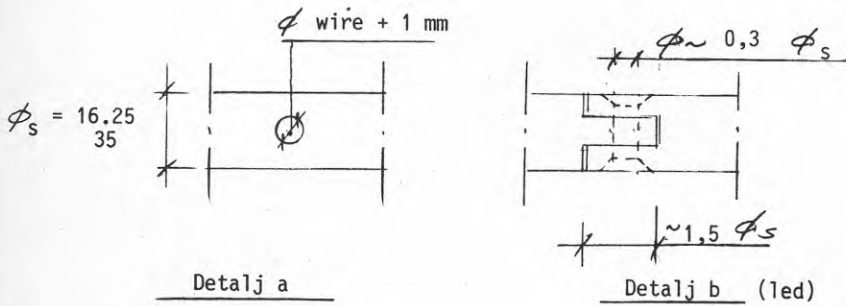
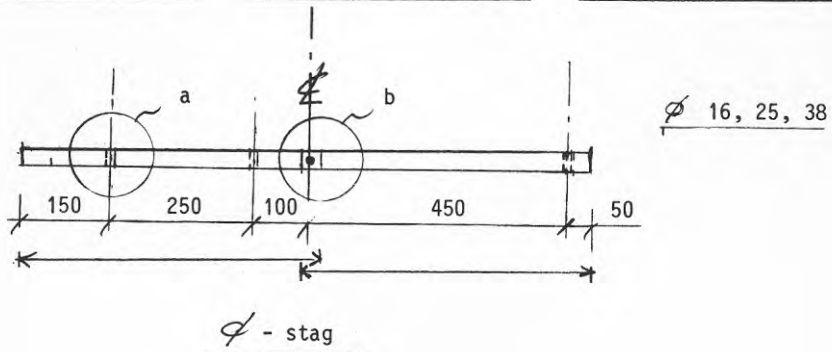
Delplan1:20Plan av cellbatteri1:200

STAGSILOFÖRSÖK  
Principsektion I-I  
-----



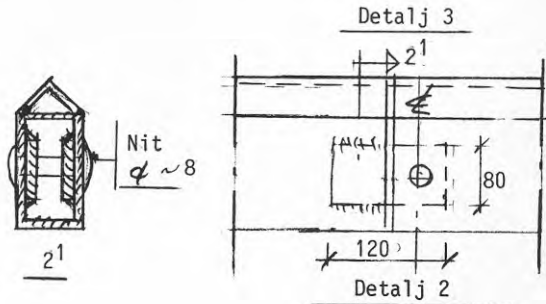
STAGSILOFÖRSÖK

Testobjekt

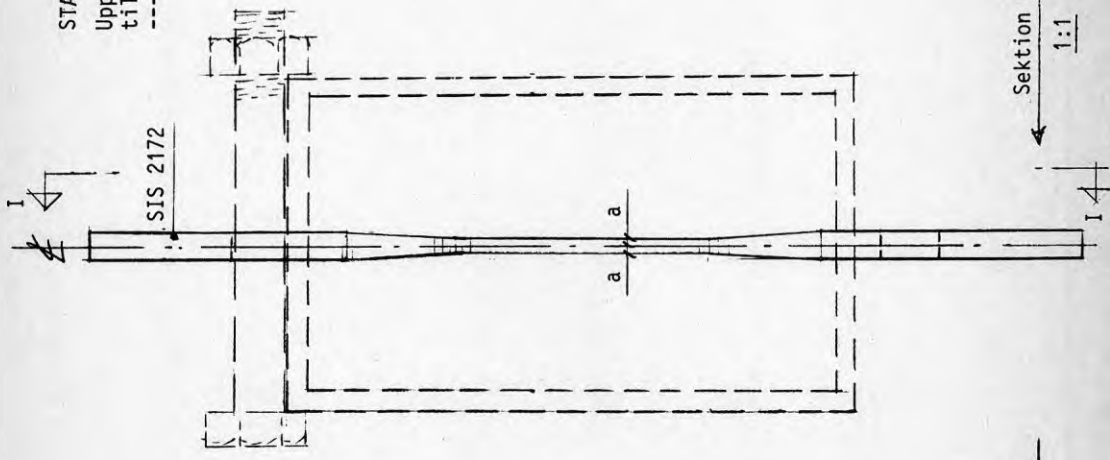


Detalj 1 = Detalj a

Obs! Ej testad p g a bärtonsskada.

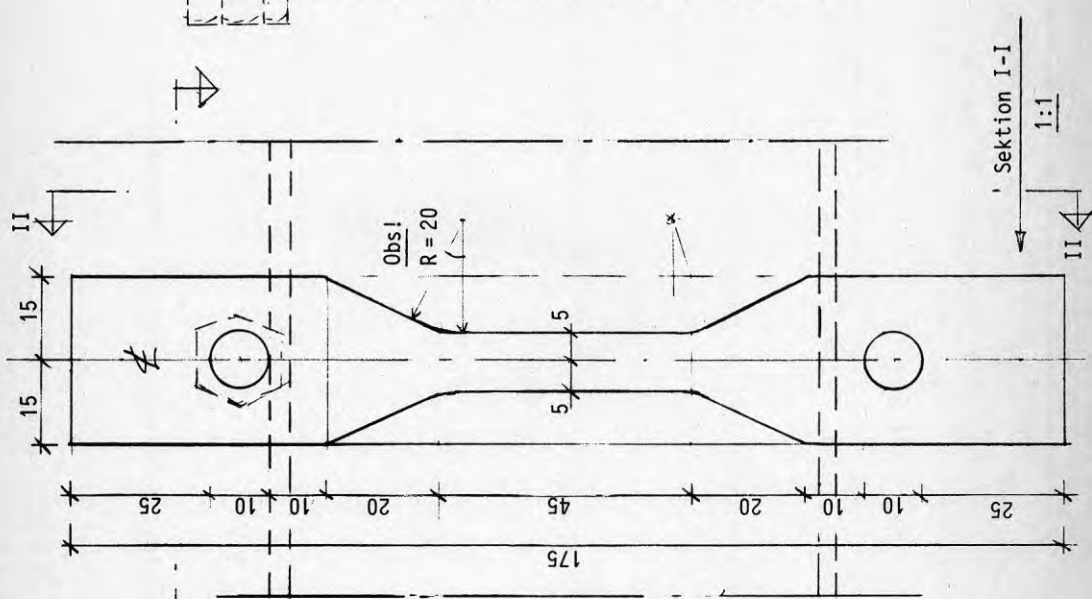


STAGSILOFÖRSÖK  
 Upphångningsdon för pendlar,  
 tillika mätdon



Sektion II-II  
 1:1

Plansektion III-III  
 1:1



Sektion I-I  
 1:1

SKISS 05

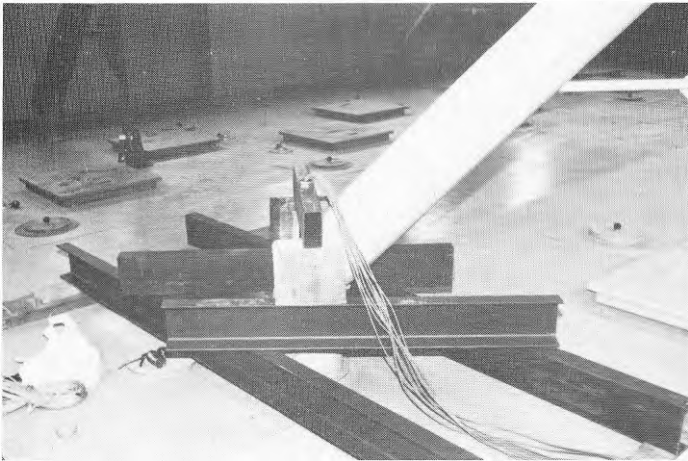
Fotografier tagna efter montage av försöksutrustningen

---



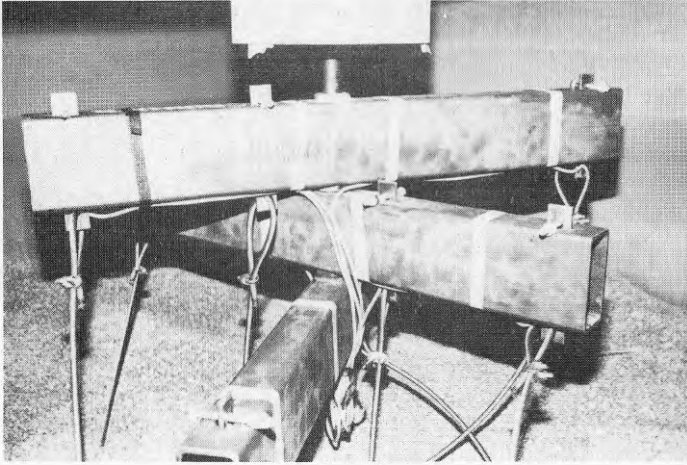
Plan över cellbotten

Intill vänstra lanterninväggen är registreringsutrustningen placerad. Längre ut på bjälklaget syns bärverket för försöksutrustningen.



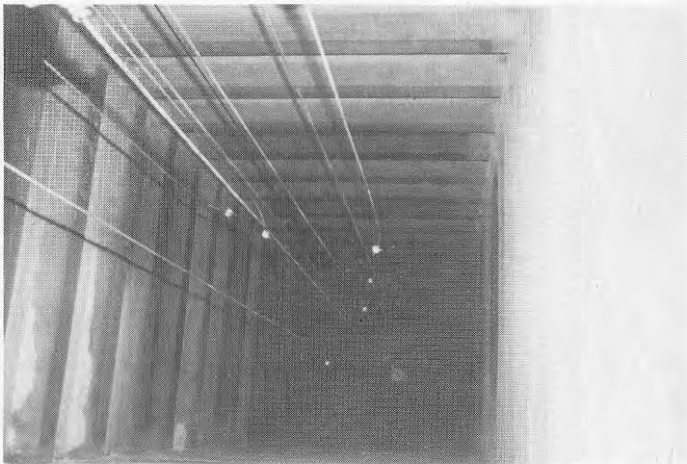
Närbild av avväxlingskonstruktionen

Kabeldragningen via okbärande rör syns från mitten och nedåt på bilden.



Upphångningsok för stagbärande wirependlar

Överst syns mynningen av inloppsörret samt okbärande rör. Fotografiet är taget efter avslutat montage - före tömning och försöksstart.



Fotografiet som är taget genom inspektionsluckan i celltaket visar hur wirependlar försedda med wirelås i fria änden hänger ner i den tomma cellen.

Sammanställning av tekniska data för försöksutrustningen

---

Stagstavar: L = 1.000, SIS 1311,  $\phi$  16,  $\phi$  25,  $\phi$  35

Wirependlar:  $\phi$  8, 144 tråd, rotationsfri.  
E-modul ca 0,3 ggr dito för  $\phi$ -stål.

Wirelås: Irongrip 5/16",  $\phi$  35

Töjningsdon: Plattstål, kvalitet SIS 2172

Nedslipade till:

Givare	1-4	-	40 mm <sup>2</sup>
"	5-11	-	15 mm <sup>2</sup>
"	12-18	-	25 mm <sup>2</sup>

Trådtöjningsgivare:

(japanskt fabrikat) TML, typ PL-10-11

Signalbehandlingsutrustning:

- Digitalvoltmeter: Microscan
- Data transfer unit: Microscan 6002
- Skrivare: Addo X
- Puncher: Dynamics, typ DD 110

Testad lagervara:

- Varuslag: Korn (Welam)
- Vattenhalt: 13,5%
- Renhet: Grovrensad
- Kvantitet: 54.360 kg

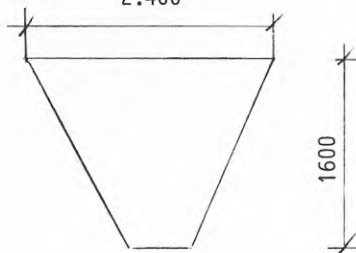
Testceller: HxBxD = 12,3 x 2,4 x 2,4 m<sup>3</sup>

Väggar: Liggande, korrugerad plåt



Tratt: Slätplåt

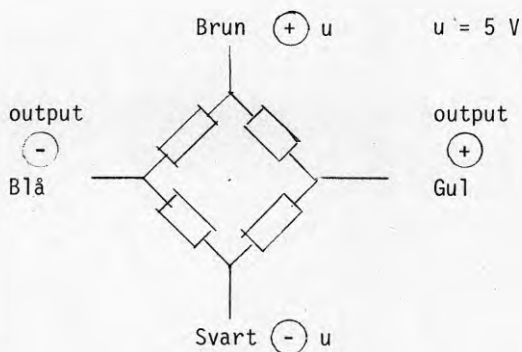
2.400<sup>2</sup>



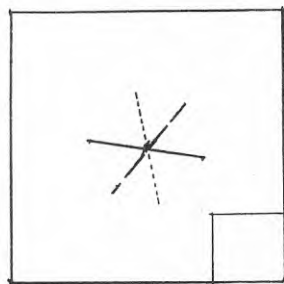


### Kalibreringstablä

Kanal nr	Givare nr	0-värde mV	Output mV	Kraft kN	Konstant	
					$\frac{\Delta u}{mV}$	kN/mV
15	1	- 4.88	+ 0.55	7	5.43	1.29
17	2	- 5.70	- 0.40	7	5.30	1.32
18	3	- 7.30	- 1.95	7	5.35	1.31
19	4	- 3.63	+ 1.65	7	5.28	1.21
1	5	- 6.34	- 2.33	2	4.01	0.499
2	6	- 7.89	- 3.64	2	4.25	0.471
3	7	- 6.62	- 2.47	2	4.15	0.482
4	8	- 7.71	- 3.49	2	4.22	0.474
6	9	- 9.14	- 5.14	2	4.00	0.500
11	10	- 3.81	+ 0.04	2	3.85	0.519
13	11	- 5.74	- 1.54	2	4.20	0.476
5	12	- 7.02	- 1.69	4	5.33	0.750
7	13	- 6.99	- 2.22	4	4.77	0.839
8	14	- 4.13	+ 0.59	4	4.72	0.847
9	15	- 5.97	- 0.98	4	4.99	0.802
12	16	- 9.21	- 4.35	4	4.86	0.823
14	17	- 4.22	+ 0.74	4	4.96	0.806
16	18	- 9.08	- 4.33	4	4.75	0.842



Cell C3

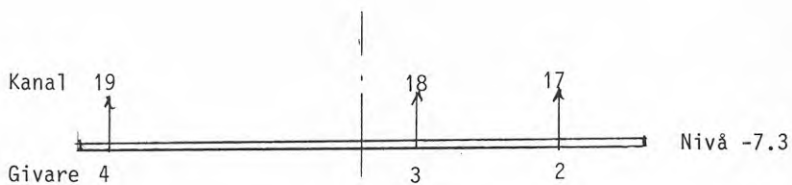
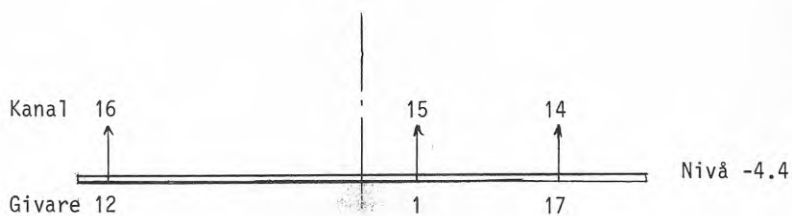
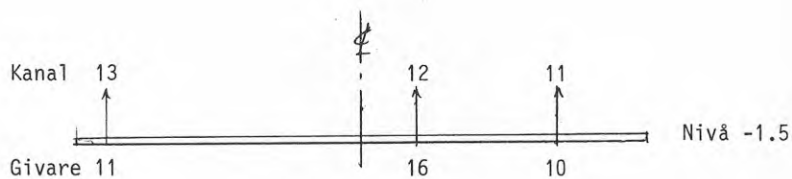


Stag Nivå

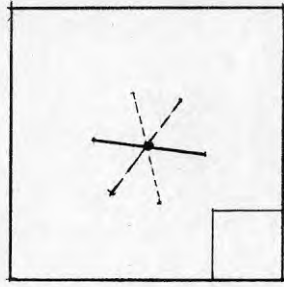
— - 1.5

- - - 4.4

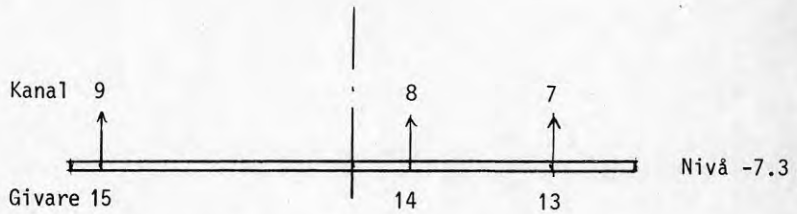
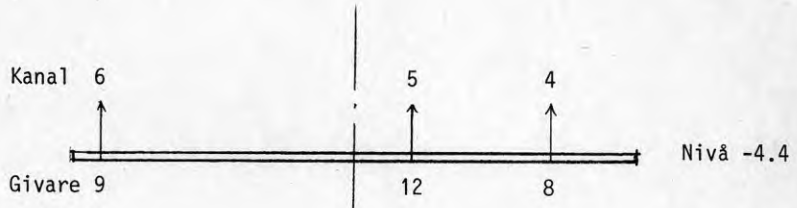
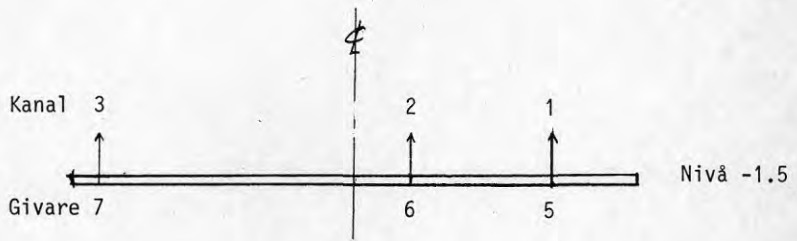
- · - · 7.3



Cell E3



Stag	Nivå
—	- 1.5
- - -	- 4.4
- · - · -	- 7.3



Tablå utvisande realiserat mätprogram

Test nr	Cell E3		Cell C3	
	Aktivitet	Mätobjekt	Aktivitet	Mätobjekt
1	Fyllning	Wire + wirelås	Tömning	-
2	Tömning	" + "	Fyllning	Wires monteras
3	Fyllning	" + "	Tömning	∅ 35 stag monteras
4	Tömning	∅ 16 stag monteras	Fyllning	∅ 35 "
5	Fyllning	∅ 16 " "	Tömning	∅ 35 " *
6	Tömning	∅ 16 "	Fyllning	-
7	Fyllning	∅ 16 "	Tömning	-
8	Tömning	∅ 25 " monteras	Fyllning	-
9	Fyllning	∅ 25 "	Tömning	-
10	Tömning	∅ 25 "	Fyllning	-

\* Wirelås gav vika, okbärande pendel kröktes, varför fortsatta tester ej kunde utföras.

Addo X - utskrift  
Försök 5

C3 = Tömmes  
E3 = Fylltes

Kanal

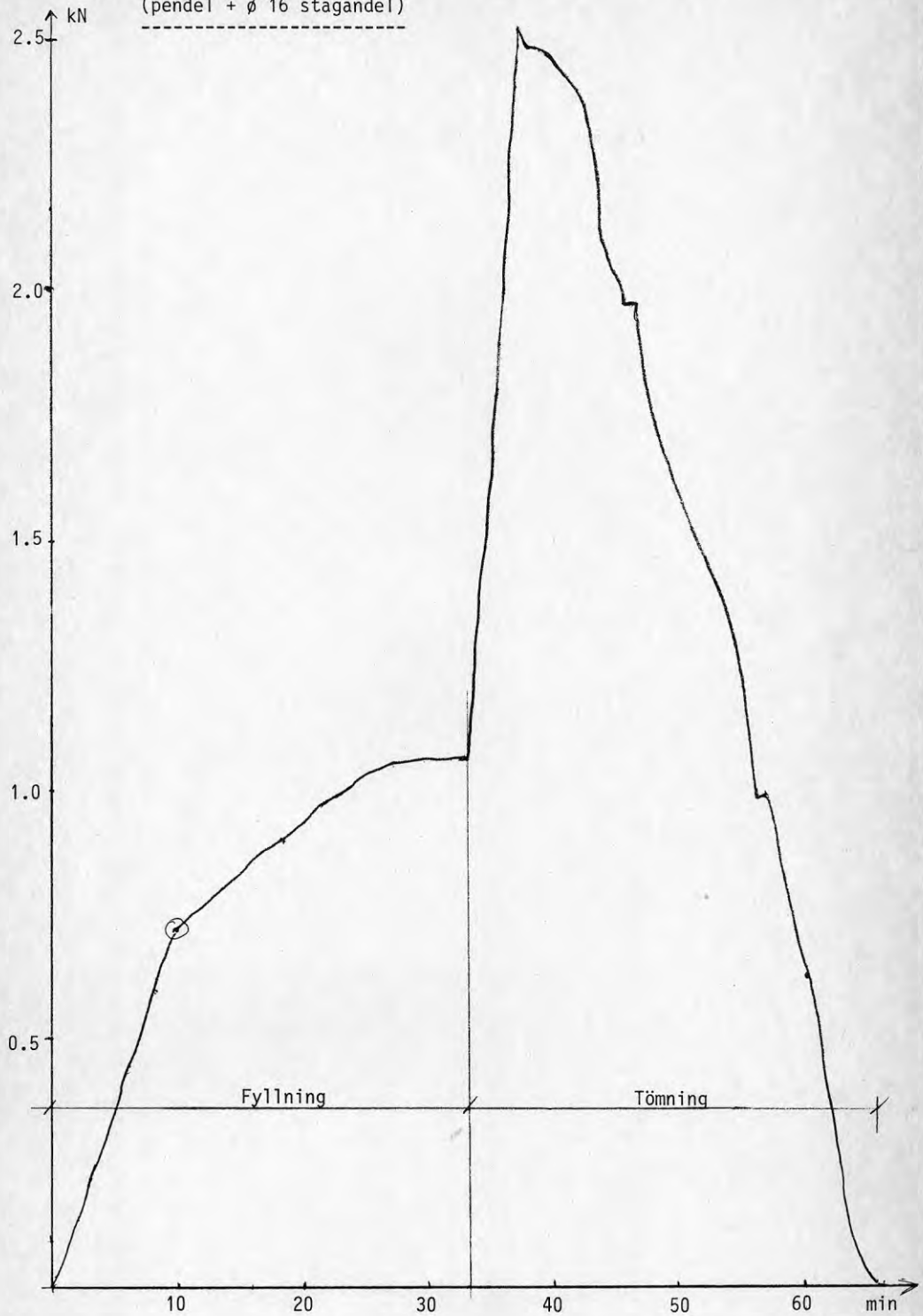
$\frac{AV}{T}$

0 0 0	0 0 1 5	9	0 8 0	4 1 1 0	0 -
0 0 0	0 0 0 1	0 -	0 9 0	6 0 2 0	0 -
0 1 0	6 3 8 9	0 -	1 0 0	0 0 0 7	0 -
0 2 0	7 8 5 9	0 -	1 1 0	2 8 4 4	0 -
0 3 0	6 5 8 9	0 -	1 2 0	7 5 9 1	0 -
0 4 0	7 7 1 8	0 -	1 3 0	4 4 7 2	0 -
0 5 0	7 0 0 0	0 -	1 4 0	2 6 1 6	0 -
0 6 0	9 0 9 4	0 -	1 5 0	3 5 9 4	0 -
0 7 0	6 9 5 4	0 -	1 6 0	7 2 5 3	0 -
0 8 0	4 1 1 2	0 -	1 7 0	4 1 6 6	0 -
0 9 0	6 0 2 0	0 -	1 8 0	4 8 3 5	0 -
1 0 0	0 0 0 6	0 -	1 9 0	1 9 0 4	0 -
1 1 0	2 8 4 6	0 -	0 0 0	0 2 1 6	9 -
1 2 0	7 5 9 4	0 -	0 0 0	0 0 0 0	0 -
1 3 0	4 4 7 8	0 -	0 1 0	6 3 6 6	0 -
1 4 0	2 7 7 6	0 -	0 2 0	7 8 5 0	0 -
1 5 0	3 6 4 6	0 -	0 3 0	6 5 8 0	0 -
1 6 0	7 5 7 1	0 -	0 4 0	7 7 1 1	0 -
1 7 0	4 4 1 7	0 -	0 5 0	6 9 9 0	0 -
1 8 0	5 6 7 5	0 -	0 6 0	9 0 8 8	0 -
1 9 0	2 2 6 7	0 -	0 7 0	6 9 4 4	0 -
0 0 0	0 1 1 6	9	0 8 0	4 1 0 1	0 -
0 0 0	0 0 0 2	0 -	0 9 0	6 0 1 6	0 -
0 1 0	6 3 8 8	0 -	1 0 0	0 0 0 8	0 -
0 2 0	7 8 5 9	0 -	1 1 0	2 5 3 7	0 -
0 3 0	6 5 8 8	0 -	1 2 0	7 1 5 3	0 -
0 4 0	7 7 1 9	0 -	1 3 0	4 1 5 3	0 -
0 5 0	6 9 9 7	0 -	1 4 0	3 8 3 3	0 -
0 6 0	9 0 9 5	0 -	1 5 0	4 6 5 6	0 -
0 7 0	6 9 5 1	0 -	1 6 0	5 9 1 1	0 -
			1 7 0	3 9 5 7	0 -
			1 8 0	3 5 5 8	0 -
			1 9 0	1 2 3 3	0 -
			0 0 0	0 3 1 6	9

etc



Kraftdiagram, kanal 8  
(pendel +  $\varnothing$  16 stagandel)



Registrerade mätvärden (medelvärden)

-----

Wires + wirelås (per pendel)

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	0.09	0.18
- 4.4	0.31	0.51
- 7.3	0.45	0.85

(Wires + wirelås) x 3 + ø 16 stag

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	0.98	1.27
- 4.4	2.11	3.49
- 7.3	2.47	5.49

(Wires + wirelås) x 3 + ø 25 stag

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	1.13	1.56
- 4.4	2.63	- (datafel)
- 7.3	3.22	7.37

(Wires + wirelås) x 3 + ø 35 stag

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	1.76	3.13
- 4.4	3.51	7.51
- 7.3	- (datafel)	11.07 (?)



Beräknade krafter på enskilda testobjektelement (medelvärden)

-----

Ø 8 wirependlar (per pendel)

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	0.05	0.13
- 4.4	0.23	0.39
- 7.3	0.38	0.67

Ø 35 wirelås (per lås)

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	0.04	0.05
- 4.4	0.07	0.12
- 7.3	0.07	0.18

Ø 16 stag L = 1 m

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	0.77	0.80
- 4.4	1.30	2.13
- 7.3	1.24	3.22

Ø 25 stag L = 1 m

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	0.96	1.13
- 4.4	1.89	-
- 7.3	2.06	5.26

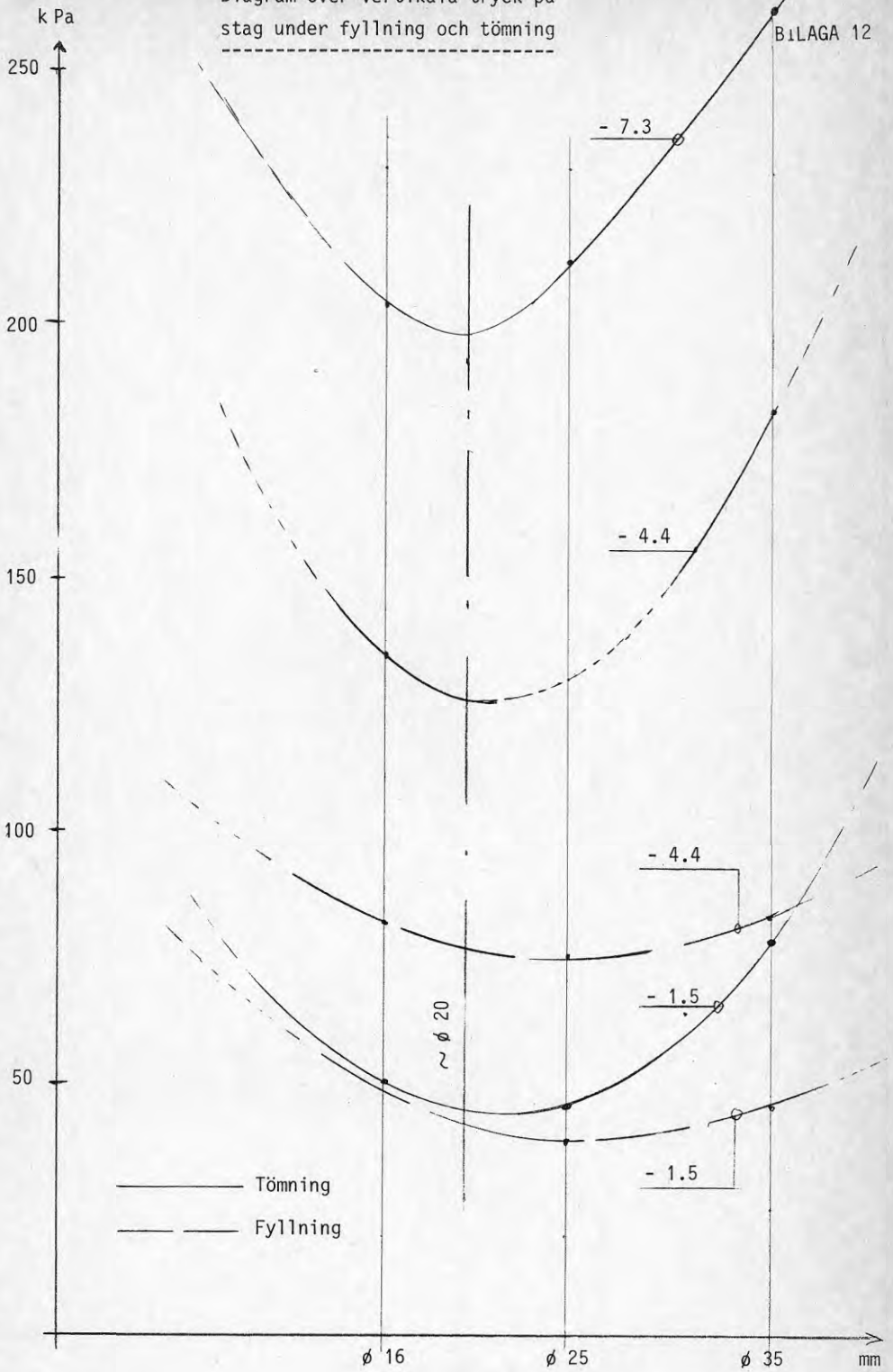
Ø 35 stag L = 1 m

Nivå	Fyllning kN	Tömning kN
- 1.5	1.62	2.73
- 4.4	2.81	6.34
- 7.3	-	9.06

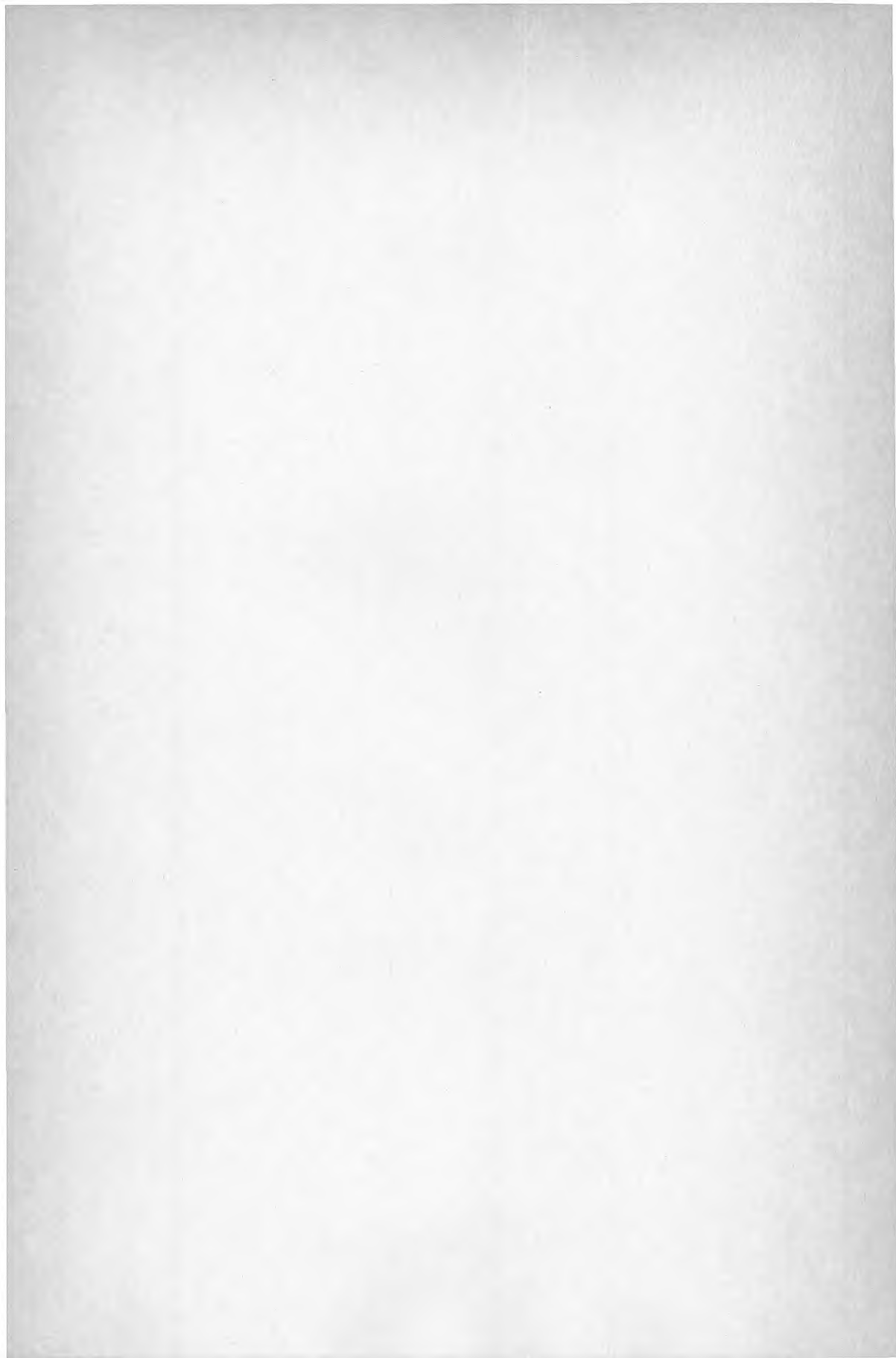


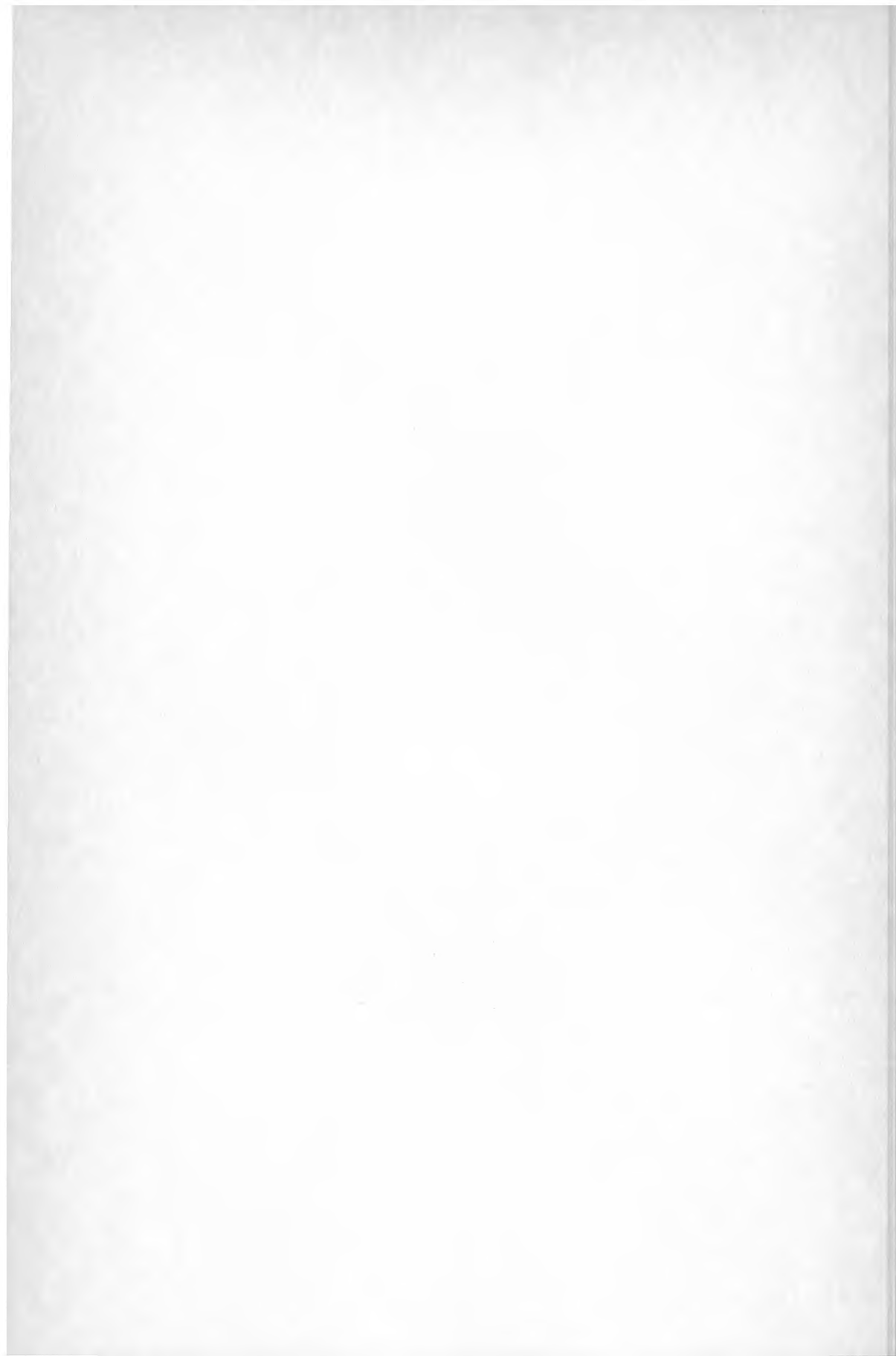
Diagram över vertikala tryck på stag under fyllning och tömning

BILAGA 12







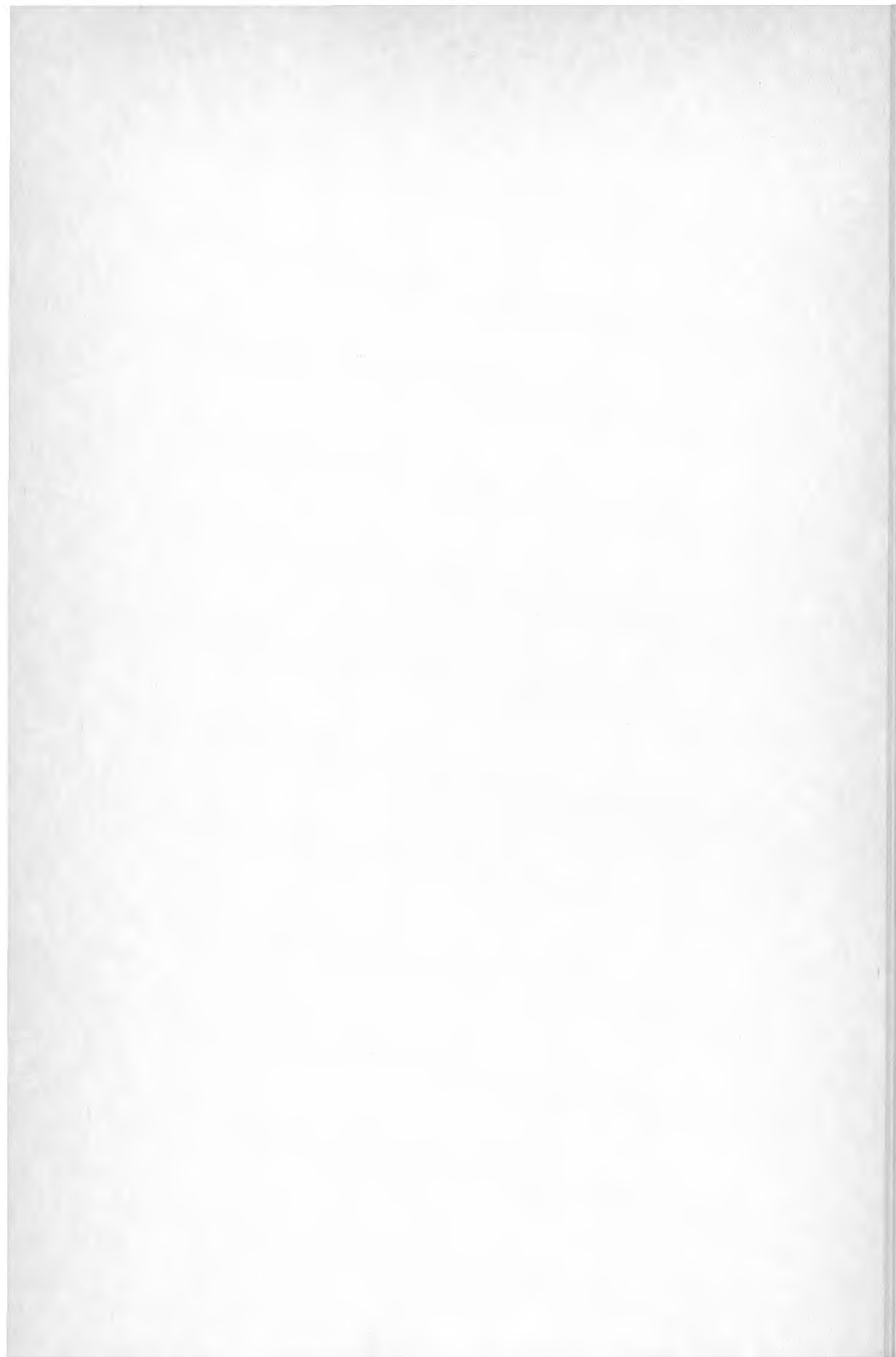












**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791749-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till K-konsult,  
Malmö.**

**R55: 1981**

**ISBN 91-540-3491-4**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700355**

**Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 25 kr exkl moms**