



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.



Rapport

R17:1985

Mekaniskt infästa tätskikt i tak

Spänningar och deformationer pga vindsug

Sune Nilsson

R
Alld

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

LTH Bygg- och miljöteknik, bibl.



15000

601344693

Byggeforskningsrådet

R17:1985

MEKANISKT INFÄSTA TÄTSKIKT I TAK

Spänningar och deformationer p g a vindsug

Sune Nilsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830008-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Sune Nilsson
Ingenjörbyrå, Malmö.

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

R17:1985

ISBN 91-540-4336-0
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

FÖRORD

Mekanisk infästning av tätskikt på tak har fram till slutet av 1960-talet förekommit endast på trä, på vilket underlag pappen fästs med s k pappspik. Senare har mekaniska förband av skruv eller bult använts som förstärkning av klistrade tätskikt på värmeisoleringskivor. Den relativt långa erfarenheten av dessa metoder har lett fram till dimensioneringsregler, som ger säkra konstruktioner, bl a vid påverkan av vindlast.

Under 1980-talet har man av olika skäl (se "Historik") börjat tillämpa nya infästningsprinciper med enbart mekanisk förankring av tätskikt på utvändigt isolerade tak eller vid omtäckning på gamla tätskikt. En del inträffade skador, som kan sättas i samband med vindpåverkan, jämte tillkomsten av en del nya tätskiktsmaterial, har skapat en stor osäkerhet om dessa tätskiktskonstruktioners hållfasthet. Kunskaperna är i stort sett begränsade till förbandet mellan fästdon och bärverk. Däremot är de hittills utförda provningarna av tätskiktsmaterialens hållfasthets- och deformationsegenskaper otillräckliga eller mindre relevanta för de aktuella konstruktionerna.

Föreliggande forskningsprojekt, som till största delen bekostats av Statens Råd för Byggnadsforskning, har syftat till att genom provningar med simulerad vindlast utvärdera hållfasthetsegenskaperna i kompletta tätskiktskonstruktioner.

Provningarna har utförts i en utrustning, bl a innefattande en större suglåda, som AB Mataki välvilligt ställt till förfogande.

Till projektet har varit knutet

Tekn lic Germund Johansson, CTH, avd för konstruktionsteknik, stål- och träbyggnad, som bl a bidragit med avsnitt 6.4 i rapporten, samt

Laboratoriechef Bengt Ekdahl och ingenjör Lars Dahlbom, båda AB Mataki, vilka svarat för laboratoriearbetet.

Till dessa tre och till övriga som tillfört projektet värdefulla synpunkter och bidrag riktas ett varmt tack.

Malmö april 1984

Sune Nilsson

REFERAT

Mekanisk infästning av tätskiktspapp och folier på låglutande tak ersätter allt mer den konventionella asfaltklistringen. En väsentlig orsak till den utvecklingen är att man räknar med att mekaniska förband bör vara säkrare och framförallt lättare att kontrollera på arbetsplatsen.

Kunskaperna om hållfastheten i sådana tätskiktssystem har dock hittills varit begränsade. Det är endast förbandet mellan använda fästdon och underliggande bärverk som utprovats på tillfredsställande sätt.

I detta forskningsprojekt har studerats ett antal kompleta tätskiktssystemkonstruktioner under påverkan av simulerad vindlast. Hållfasthetsprovningar har utförts på provkroppar med format ca 2 x 3 m i en suglåda. Infästningen av tätskikten har gjorts i enlighet med i praktiken tillämplig metod, dvs med fästdonen i tätskiktets längdskarvar.

Erhållna brott pekar entydigt på att den svaga länken i hållfasthetskedjan är tätskiktet i infästningspunkterna. Optimal hållfasthet erhålls vid lika avstånd mellan fästpunkterna i båda riktningarna, vilket i praktiken sällan kan tillämpas. Rapporten innehåller teoretiska betraktelser över detta samband, vilka stämmer väl överens med erhållna provningsresultat.

Provningarna i suglådan har gjorts med stegvis ökad belastning - 0,25 kN/m² per steg och efter full last åter till 0. Högsta uppmätta brottlast har varit 4 kN/m², vilket betyder 16 lastväxlingar.

För att få ett begrepp om materialens deformation även vid större antal påverkningar har "utmattningsprov" utförts på mindre provkroppar i lastmaskin. Den pulserande belastningen har varit 0,5 - 0,6 · brottlasten, som noterats vid provningarna i suglådan. Antalet belastningar har varit 1000 per provkropp. Töjningen i tätskikten vid denna belastningsnivå är liten, högst 2 %. Denna siffra kan relateras till angivna värden för materialens brotttöjning, som för t ex plastfolier kan vara över 250 %. Eftersom tätskiktets armering har betydligt lägre brotttöjning, inträffar brott i dessa vid måttlig töjning, varefter framförallt termoplastiska material kan deformeras kraftigt.

Baserat på erhållna resultat från provningarna i såväl suglådan som dragmaskinen samt på kompletterande teoretiska beräkningar har i rapportens slutkapitel gjorts ett förslag till dimensioneringsregler vid mekanisk infästning av de provade materialen, dvs polyesterpapp samt folier av PVC, ECB och IIR (Butyl).

INNEHÅLL

1	HISTORIK	7
2	TÄTSKIKTSKONSTRUKTIONER	13
2.1	Tätskiktmaterial.....	13
2.11	Tätskiktspapp.....	13
2.12	Folier av ECB.....	14
2.13	Folier av PVC.....	15
2.14	Folier av IIR.....	16
2.2	Fästdon.....	16
2.21	Självborrande skruv.....	17
2.22	Expanderdon.....	18
2.23	Spik.....	18
3	KONSTRUKTIONSKRITERIER M H T VINDLAST.....	20
4	TIDIGARE FOU	22
5	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR PROVNINGARNA	23
5.1	Allmänt.....	23
5.2	Provningsutrustning.....	23
5.3	Provkroppar. Belastningsmodeller.....	26
6	PROVNINGSRESULTAT.....	28
6.1	Allmänt.....	28
6.2	Brottlast och deformation.....	28
6.21	Tätskiktspapp.....	29
6.22	Folie av ECB.....	31
6.23	Folie av PVC.....	32
6.24	Folie av IIR.....	33
6.3	Korrigerig av mätvärden.....	34
6.31	Beräkningsmetod för korrigerig av mätvärden m h t osträckt provkropp.....	34
6.32	Beräknade värden på pilhöjd för att sträcka provkropparna.....	36
6.321	Tätskiktspapp.....	37
6.322	Folie av ECB.....	38
6.323	Folie av PVC.....	38
6.324	Folie av IIR.....	39
6.4	Brottlast m h t avstånd mellan infästnings- don.....	40
6.41	Teoretisk betraktelse.....	40
6.42	Tillämpning på erhållna provningsresultat.....	44
7	KOMPLETTERANDE PROVNINGAR I DRAGMASKIN....	48
7.1	Allmänt.....	48
7.2	Provningsresultat.....	49
7.21	Tätskiktspapp YAP + SAP	49
7.22	ECB	49
7.23	PVC	50
7.24	IIR	51
8	RESULTATSAMMANSTÄLLNING, FÖRSLAG TILL DIMEN- SIONERINGSREGLER.....	52
8.1	Resultatsammanställning.....	52
8.11	Tätskiktspapp.....	52
8.12	Folie av ECB.....	53
8.13	Folie av PVC.....	53

8.14	Folie av IIR.....	54
8.2	Förslag till dimensioneringsregler.....	54
8.21	Tätskiktspapp.....	55
8.22	Folie av ECB.....	56
8.23	Folie av PVC.....	56
8.24	Folie av IIR.....	56
8.3	Dimensioneringsreglernas tillämpning	57
9	LITTERATUR.....	58
BILAGA 1	Resultat från provningar i suglåda....	59

1 HISTORIK

De äldsta låglutande varmtaken var så konstruerade, att de problem som ligger till grund för detta forskningsprojekt inte fanns. Varmtaken på 1930-, 40- och 50-talen hade i allmänhet bärverk av platsgjuten betongplatta. Ofta bestod isoleringen av en invändig träullsplatta som gjutits fast i formen. I de fall taken isolerades utvändigt bestod isoleringen av fyllnadsmaterial, t ex koksaska eller masugnsslagg. Isoleringen drogs av till lutning, ca 3°, och täcktes med ett ca 50 mm tjockt armerat betongskikt, på vilket utfördes 2- eller 3-lagstäckning med papp (FIG 1.1). En sådan konstruktion är naturligtvis inte särdeles påverkbar av stormar. Fukt- och sprickskador i tätskiktet var dock vanliga.

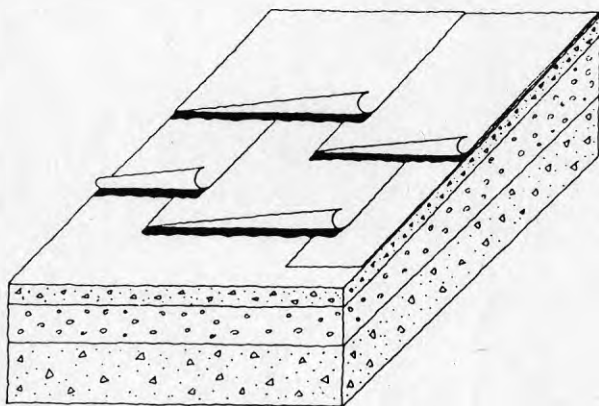


FIG 1.1

*Varmtak från 1940-talet:
Betongbjälklag, isolerat med koksaska e d.*

Även lättbetongtaken, som från slutet av 1940-talet blev dominerande på industrihallar, är i sin ursprungliga utformning - utan utvändig tilläggsisolering - tämligen säkra vid påverkan av vind.

I början av 1950-talet hade den lösa isoleringsfyllningen på betongtaken i ökande omfattning ersatts med skivor av expanderad kork. På såväl terrasstak som yttertak över fuktiga industrier visade sig de spårade korkskivorna, som tillät ventilation, vara en utmärkt lösning på fuktproblemen. Skivorna, som har relativt hög hållfasthet, asfaltklistrades mot underlaget och försågs med helklistrade tätskikt av papp (FIG 1.2). Brotthållfastheten vid dragning vinkelrätt mot takytan låg på över 10 kN/m².

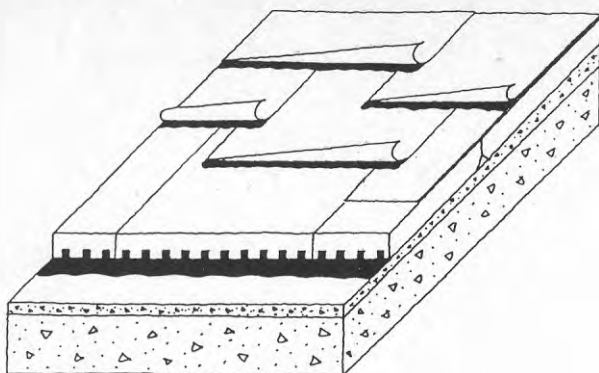


FIG 1.2

Varmtak från 1950-talet:
Betongbjälklag med spårad, ventilerad isolering av korkplattor.

I slutet av 1950-talet introducerades de s k lätta taken på den svenska marknaden. Tio år senare utfördes ca 75 % av våra hallbyggnader med bärverk av trapetsprofilerad plåt, som isolerades utvändigt med asfaltklistrat skivmaterial och täcktes med tätskikt av papp (FIG 1.3).

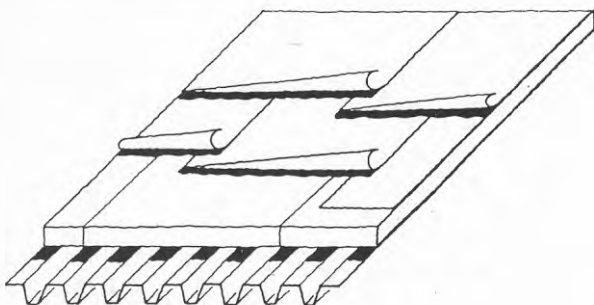


FIG 1.3

S k ståldäck från 1960-talet:
Profilerad plåt med isolering av asfaltklistrade kork-, mineralullsskivor e d.

De goda erfarenheterna av korken från betongtaken gjorde att den under de första fem åren var det vanligaste isoleringsmaterialet även på plättaken. Enstaka och begränsade stormskador inträffade. Eftersom skadorna kunde hänföras till dåligt arbetsutförande - i allmänhet för lite eller ingen asfalt på profiltopparna - ansågs det lätta taket ändå som en relativt säker konstruktion fram till omkring 1970.

Från mitten av 1960-talet hade "styva" skivor av mineralull

blivit ett allt vanligare material för utvändig isolering av tak. Även expanderad styrencellplast hade på många tak helt eller delvis (som s k kombiskivor) ersatt korken.

1967 och 1969 inträffade några osedvanligt svåra höststormar, varvid ett stort antal isolerade plåttak skadades, i huvudsak i form av avblåst isolering. Stormskadorna inventerades och analyserades och i publicerade forskningsrapporter (1) (2) (3) konstaterades bl a att den arbetsmetod som används för att fästa isoleringen mot underlaget - dvs klistring med varmasfalt - i många fall gav helt undermålig hållfasthet. Orsaken, såsom man okulärt fann den, kunde vara att vidhäftningsytan var för liten eller att varmasfalten vid arbetsutförandet varit så kall att den inte haft klistringseffekt.

Det ifrågasattes även om hållfastheten i de "nya" materialen var tillräcklig. Skadebilden var ibland sådan att den tydde på att det primära brottet fanns i isoleringen, ofta omedelbart under asfaltskiktet.

Enligt de uppgifter som lämnades om materialens hållfasthet i början på 1970-talet skulle emellertid vid väl utfört arbete förbandet mellan tätskikt och isolering tillåta belastning över $3,5 \text{ kN/m}^2$.

Under 1972 började man ändå i viss utsträckning använda mekanisk infästning av isoleringsskivorna med självborrande skruv och bricka i profilerad plåt (FIG 1.4). Även i betong och lättbetong förekom att försiktiga konstruktörer föreskrev expanderbult för infästning av isoleringen.

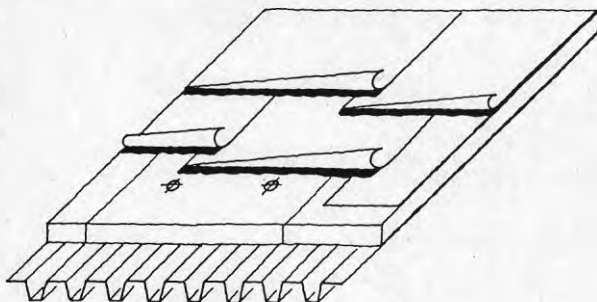


FIG 1.4

*Utvändigt isolerat plåttak från början av 1970-talet:
Mekaniskt fästa isoleringsskivor.*

Under åren som följde uppstod nya stormskador, som visade att det fanns flera svaga länkar i de utvändigt isolerade takens "hållfasthetskedja". Skadebilden indikerade på svaghet i förbandet mellan tätskikt och värmeisolering eller på dålig hållfasthet i isoleringen. Vid fältundersökningar utförda vid CTH (4) konstaterades att hållfastheten i ett nylagt tak med isolering av mineralull var endast 30-35 % av de värden man erhållit vid laboratorieprovingar (FIG 1.5). Uppföljande undersökningar har visat ytterligare radikala försämringar i "åldrade" tak.


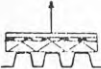
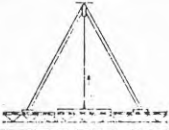
PROVNINGSMETOD		RELATIV HÅLLFASTHET		
	Materialprovning	1.0	1.7	2.9-3.4
	Laboratorieprovning	0.6	1.0	1.7-2.0
	Fältprovning	0.3-0.35	0.5-0.6	1.0

FIG 1.5

Hållfastheten hos skivor av mineralull beroende av provningsmetod. G Johansson 1978 (4).

Från berörda materialfabrikanter och takentreprenörer gick därför 1980 ut rekommendation att även undre pappskiktet skall fästas mekaniskt genom att skruvbrickan placeras ovanpå detta delskikt (FIG 1.6). Föreskrivande texten i HusAMA 83 anger samma arbetsutförande.

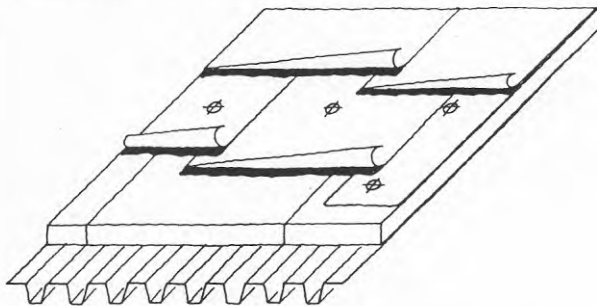


FIG 1.6

Utvändigt isolerat plåttak från slutet av 1970 talet:
Tättskiktets undre lag asfaltklistrat och mekaniskt fäst.

I praktiken innebär nämnda föreskrifter och anvisningar att man "0-ställer" hållfastheten i klistrade förband mellan isoleringsskivor och underlag (profilerad plåt), mellan skivor (när dessa läggs i två skikt, vilket ofta är fallet) och mellan tättskikt och isoleringsskikt. Av bl a den anledningen har ifrågasatts om inte klistring av undre delskiktet i papptäckningar kan slopas (FIG 1.7).

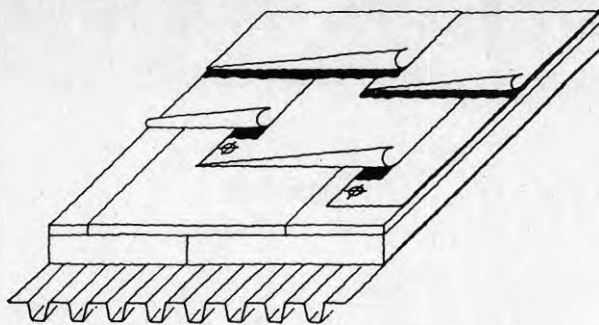


FIG 1.7

Utvändigt isolerat plåttak från början av 1980-talet:
Tättskiktets undre lag endast mekaniskt fäst.

Denna fråga har aktualiserats även av att det under de senare åren lanserats arbetsmetoder för folier av plast och gummi, som innebär enbart mekanisk infästning av dessa enlagstäckningar (FIG 1.8)

Folier av termoplaster och termoelaster (gummi) har för taktäckningsändamål förekommit på svenska marknaden under mer än tjugo år. Fram till slutet av 1970-talet skyddades och belastades dessa folier med ett skikt av ärtsingel, vars tjocklek och egen tyngd avpassades efter dimensionerande vindlast. För att kunna konkurrera med andra taktäckningsmaterial på bl a profilerad plåt, där singellasten betyder ökad plåttjocklek och kostnad, har man, som nämnts, under 80-talet i viss utsträckning slopat singelytan och fäst folierna med skruv och bricka eller liknande fästdon, i första hand i skarvöverläggen.

Även vid renovering, dvs omtäckning av gamla papptäckta tak, har tillämpats principen med mekaniskt infästa tättskikt ovanpå den gamla pappytan.

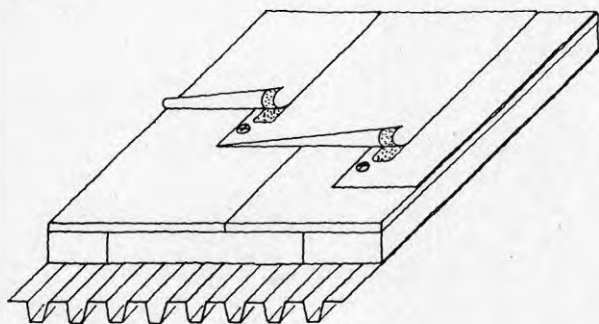


FIG 1.8

Utvändigt isolerat plåttak med tättskikt av mekaniskt fäst folie.

Vid sidan av den utveckling som här beskrivits, av på byggsplatsen separat applicerade isolerings- och tätskikt, har under den senaste tioårsperioden i ökande omfattning även använts fabriks-tillverkade takelement (FIG 1.9). Dessa element innefattas emellertid inte i de problemställningar som ligger till grund för detta forskningsprojekt.

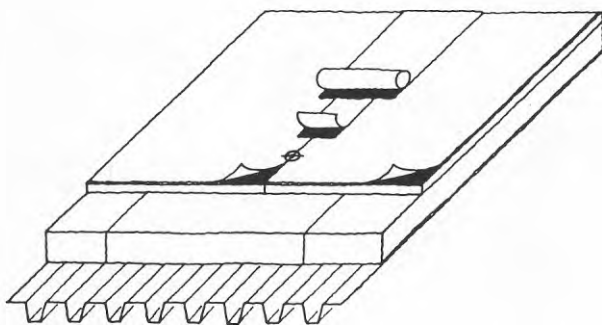


FIG 1.9

Utvändigt isolerat plåttak med mekaniskt fästa isoleringselement, vars tätskikt pålagts på fabrik.

2 TÄTSKIKTSKONSTRUKTIONER

2.1 Tätskiktsmaterial

De vanligast förekommande materialen i mekaniskt infästa tätskikt är papp med polyesterarmering eller armerade folier av plast, gummi eller copolymerer.

2.11 Tätskiktspapp: YAP 2000 (2500) + SAP 4000

Tätskiktspapp består av en stomme av polyesterfilt, som är impregnerad och ytbelagd med asfalt. SAP-pappen är dessutom skyddsbelagd på översidan med i ytbeläggningasfalten invalsat skiffergranulat.

Bokstavsbezeichnungarna betyder:

Y = ytbelagd

S = skyddsbelagd

A = asfaltimpregnerad

P = polyesterfilt

Siffrorna anger ytvikten g/m^2

Tätskiktspapp finns upptagen i följande svensk standard:

- BST 105, Byggpapp - Översikt
- SS 236803, Byggpapp - Fordringar
- SS 236805, Byggpapp - Provningsmetoder
- SS 021582, Byggmaterial - Provning - Vattenånggenomgångsmotstånd
- SIS 024824, Brandprovning - Taktäckningsmaterial - Bestämning av motståndsförmåga vid flygbrand

Tätskikt av papp utförs som dubbeltäckning (FIG 2.1). Undre papplaget, YAP, läggs löst på underlaget. Infästning sker med fästdon enligt avsnitt 2.2, $c = 50$ mm från vådens kant. Avståndet mellan infästningsraderna är 0,9 m för tätskiktspapp med bredd = 1,0 m. Avståndet mellan fästdonen i andra riktningen väljs med hänsyn till den av fabrikanter rekommenderade lastkapaciteten. Vid infästning i profilerad plåt är man dessutom beroende av profildelningen.

Våderna skarvas genom att överlägget, $b = 100$ mm, klistras med varmasfalt. Brickan till fästdonet kommer därvid att helt döljas i överlägget.

Övre papplaget, SAP, utlägges med våderna i samma riktning men förskjutna en halv vådbredd i sidled i förhållande till våderna i undre papplaget. Klistring sker över hela ytan. Längdskarvar utförs med 100 mm och tvärskarvar med 150 mm överlägg.

TÄTSKIKTSPAPP

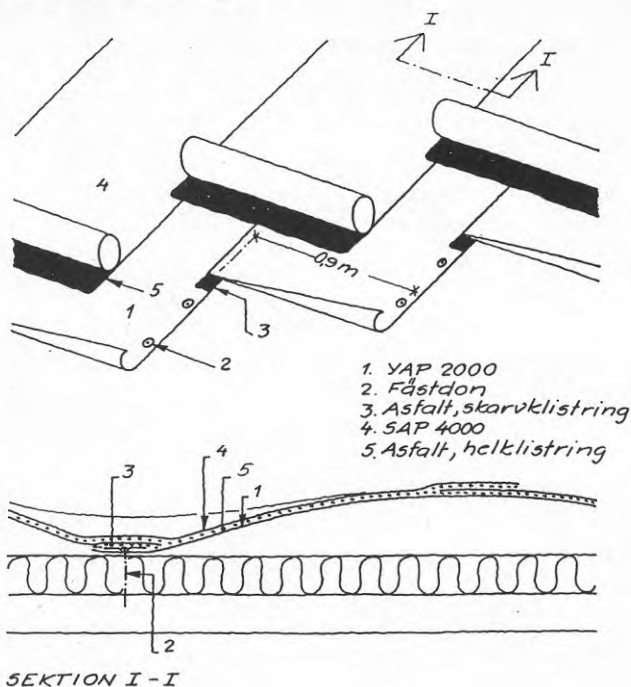


FIG 2.1

Tättskikt av papp: Undre lag av YAP, mekaniskt infäst och skarvklistrat, övre lag av SAP, helklistrat

2.12 Folier av etencopolymerisatbitumen; ECB

ECB-folien består av extruderad eten och bitumen (asfalt). Folien är 2 mm tjock och belagd med mineralfiberfilt.

ECB är upptagen i följande svensk standard:

- SS 241110, Byggfolier för tak - Fordringar
- SS 241111, Byggfolier för tak - Provning - Böjbarhet i kyla
- SS 242121, Gummi- eller plastbelagd väv - Bestämning av brottgräns och brottöjning

För provning av vissa egenskaper, t ex motståndsförmåga vid flygbrand, gäller samma standard som ovan angivits för tättskiktspapp.

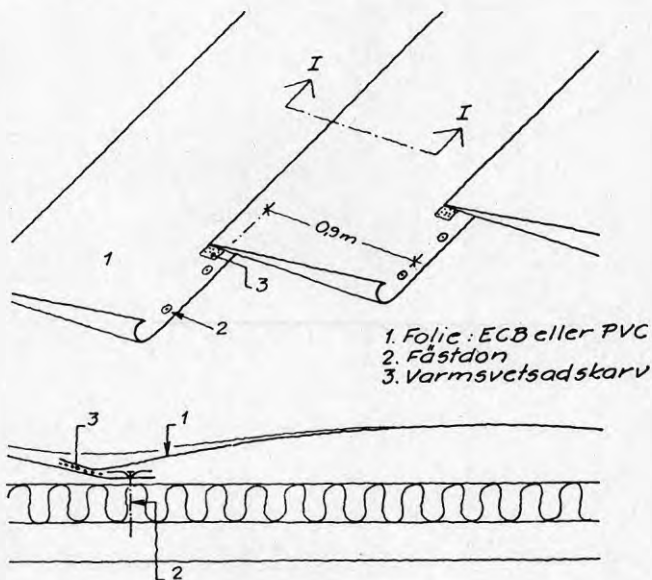
På marknaden förekommer ECB med följande varumärken: Carbofol, Delifol och OC-plan.

Tättskikt av ECB utförs som enkeltäckning (FIG 2.2). Väderna,

som har en bredd = 1,04 m, utläggs löst på underlaget. Infästning sker med fästdon enligt avsnitt 2.2, $c = 50$ mm från ena vådkanten. Avståndet mellan infästningsraderna är 0,9 m. Inbördes avståndet bestäms, liksom för tätskiktspapp, bl a av rekommenderad lastkapacitet.

Våderna skarvas genom att överlägget varmsvetsas till en bredd = 50 mm.

ENLAGSTÄTSKIKT : ECB eller PVC



SEKTION I-I

FIG 2.2

Tätskikt av ECB- eller PVC-folie. Folien mekaniskt infäst i överlägget. Skarvning utförd genom varmsvetsning.

2.13 Folier av mjukjord polyvinylklorid; PVC.

PVC-folien är 1,2 mm tjock och armerad med mineralfiberväv.

PVC är upptagen i samma svensk standard som ovan är angiven för ECB.

På marknaden förekommande varumärken för PVC-folier är: Sarnafil och Trocal.

Tätskikt av PVC utförs som enkeltäckning (FIG 2.2). Våderna, som har en bredd = 1,0 m, utläggs löst. Infästning sker med fästdon enligt avsnitt 2.2, $c = 50$ mm från ena vådkanten. Avståndet mellan infästningsraderna är 0,9 m. För inbördes avståndet i andra riktningen gäller som för papp och ECB i allmänhet angiven lastkapacitet för fästdonet.

Våderna skarvas genom att överlägget varmsvetsas till en bredd = 50 mm.

2.14 Folier av isobutenisopropengummi (butylgummi); IIR

IIR är en syntetisk gummifolie, som vid mekanisk infästning är 1,3 mm tjock och förstärkt med polyesterväv.

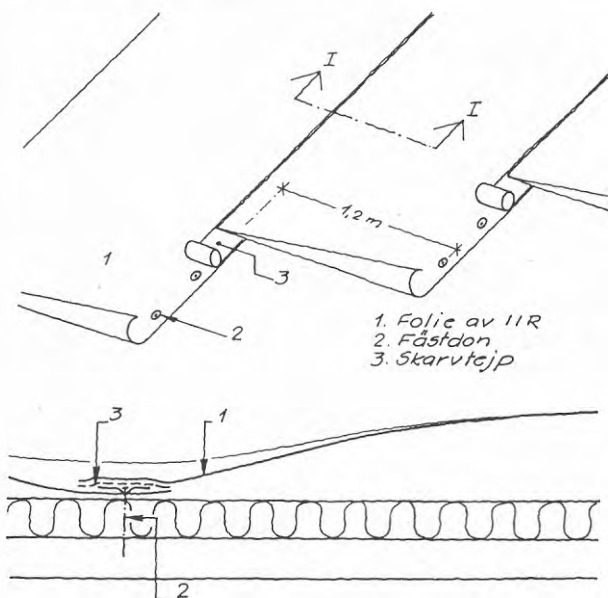
IIR är upptagen i samma svensk standard som ECB och PVC.

IIR är känt under varumärket Butyl.

Tättskikt av IIR utförs som enkeltäckning (FIG 2.3). Våderna, som har en bredd = 1,3 mm, utläggs löst. Infästning sker med fästdon enligt avsnitt 2.2, vars centrum placeras 50 mm från ena vådkanten. Avståndet mellan infästningsraderna är 1,2 m. För avståndet i andra riktningen gäller samma som för ovan beskrivna material.

Våderna skarvas med självhäftande skarvband som appliceras med hjälp av värme, varefter överlägget trycks med handvals.

ENLAGSTÄTSKIKT : IIR



SEKTION I-I

FIG 2.3

Tättskikt av IIR- (Butyl-) folie. Folien mekaniskt infäst i överlägget. Skarvning utförd med skarvtejp.

2.2 Fästdon

Typen av fästdon bestäms i första hand av underlaget (bärverket),

i vilket infästning skall ske. Huvudtyperna är

- Självborrande skruv för infästning i profilerad plåt
- Expanderdon för infästning i lättbetong (betong)
- Stålspek för infästning i betong

I det följande beskrivs några vanligt förekommande fästdon. Endast sådana har medtagits, vars hållfasthet dokumenterats med godkända provningar.

2.21 Självborrande skruv

Vid infästning i plåt med tjocklek upp till 1 mm kan idragning av självborrande skruv ske utan förborring. "Takskruvarna" är oberoende av fabrikat (ex: Knipping och USM) lika till sin utformning (FIG 2.4, 5 och 7), vilket innebär att även tillåtna lastvärden med hänsyn till plåtens tjocklek och sträckgräns är desamma (TABELL 2.6).

Vid liten förväntad kompression i isoleringsskiktet används till tätskiktspapp bricka av förzinkad 1 mm stålplåt, diameter 80 mm, med 10 mm försänkning (FIG 2.4). För ECB- och IIR-folie används ovala stålbrickor med måttet 40 x 80 mm (FIG 2.5 a). IIR-brickan är dessutom försedd med nedåtriktade "hullingar". Brickan för PVC är av plast med samma mått och avrundade hörn (FIG 2.5 b).

Vid stor isolertjocklek med hög kompressibilitet används takskraven i kombination med en "teleskopbricka" av plast, som medger stora vertikala deformationer (FIG 2.7).

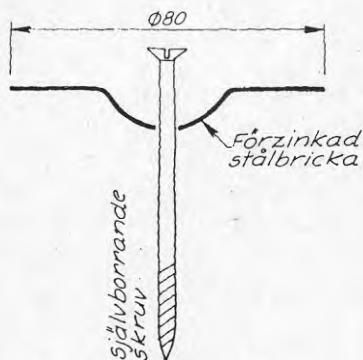


FIG 2.4

Takskruv med stålbricka för tätskiktspapp.

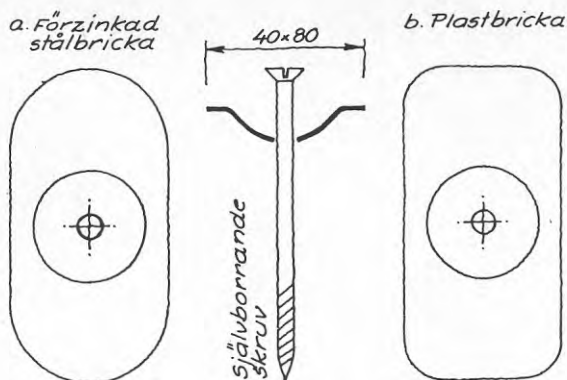


FIG 2.5

Takskruv med stålbricka för folie av ECB och IIR (a) samt med plastbricka för folie av PVC (b).

TABELL 2 Tillåten utdragskraft (kN) pr fästdon. Självborrande skruv i plåt

Plåtens sträckgräns N/mm ²	Plåttjocklek, mm				
	0,65	0,70	0,80	0,90	1,00
280	0,52	0,57	0,69	0,82	0,95
320	0,57	0,64	0,77	0,91	1,05
350	0,62	0,69	0,83	0,98	1,13

2.22 Expanderdon

Infästning i lättbetong utförs med expanderdon. En vanlig typ (FIG 2.6 a) består av ett uppslitsat stålrör, som konar nertill. I röret är inlagt en ekplugg. Expansion åstadkoms med en förzinkad stålspint. Brickan som är av förzinkad stålplåt har 80 mm diameter. Tillåten last i lättbetong med densitet $\geq 450 \text{ kg/m}^3$ är 0,7 kN.

En annan typ av expanderdon (FIG 2.6 b) för lättbetong består av plaströr med "fast" bricka, diameter 78 mm. Det slitsade plaströret är försett med "vulster" för att öka friktionen. Expansion åstadkoms genom att en plastplugg drivs ner i röret. Lastkapaciteten i lättbetong med densitet $\geq 450 \text{ kg/m}^3$ är 0,65 kN.

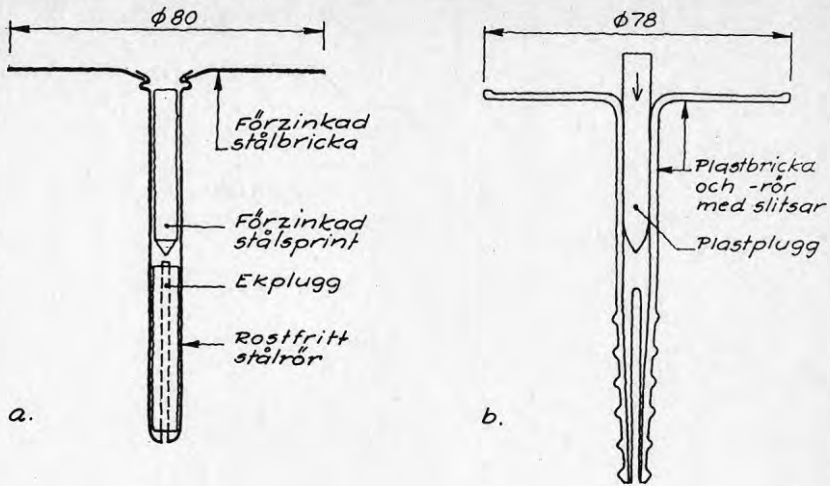


FIG 2.6

Expanderdon för infästning i lättbetong

2.23 Spik

Som fästdon i betong har numera i stor utsträckning expanderbultar ersatts med stålspikar. Till dessa stålspikar används plastbricka med djup "hals" av samma typ som används till takskruv vid tjock isolering (FIG 2.7). Tillåten utdragskraft i betong är $> 1,5$ kN.

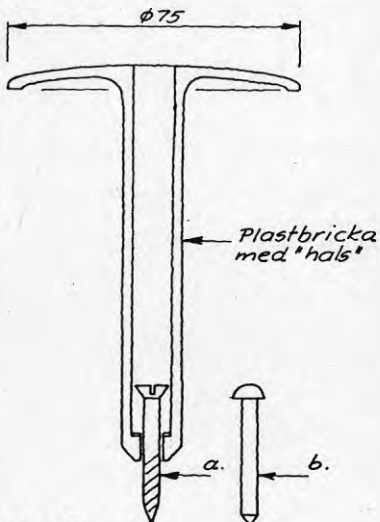


FIG 2.7

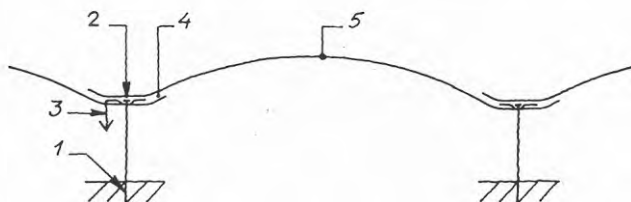
"Teleskopdon" för tjocka isoleringar
 (a) takskruv i profilerad plåt
 (b) stålspik i betong

3 KONSTRUKTIONSKRITERIER MED HÄNSYN TILL VINDLAST

För bestämning av dimensionerande vindlast hänvisas till Svensk Byggnorm SBN 1980 (5), avsnitt 22:5.

De tak på vilka enbart mekanisk infästning av tätskiktet används är alltid låglutande ($\tan \beta < 0,3$) varför formfaktorerna enligt Figur 22:5322 d i SBN är tillämplbara. Det innebär t ex för en 15 m hög byggnad i utsatt läge att vindlasten uppgår till 3 kN/m² i takets hörnzoner.

Vindlasten påverkar såväl tätskikt som infästningsdon med spänningar, som kan ge deformationer och eventuellt leda till brott (FIG 3.1).



1. Utdragsspänning fästdon - bärverk
2. Utdragsspänning fästdon - bricka
3. Stans- (skår-)spänning bricka - tätskikt
4. Skjuvspänning i skarv (överlägg)
5. Dragspänning i tätskikt

FIG 3.1

Spänningar i tätskiktets konstruktion som påverkas av vindlast.

Om man antar att tätskiktets deformationslinje vid påverkan av en statisk endimensionell vindlast är en del av en cirkelbåge enligt FIG 3.2 kan en teoretisk bestämning av lasten (P) på fästdonet samt spänningen (T) och töjningen (ϵ) i tätskiktet göras enligt nedan redovisade beräkningsmodell.

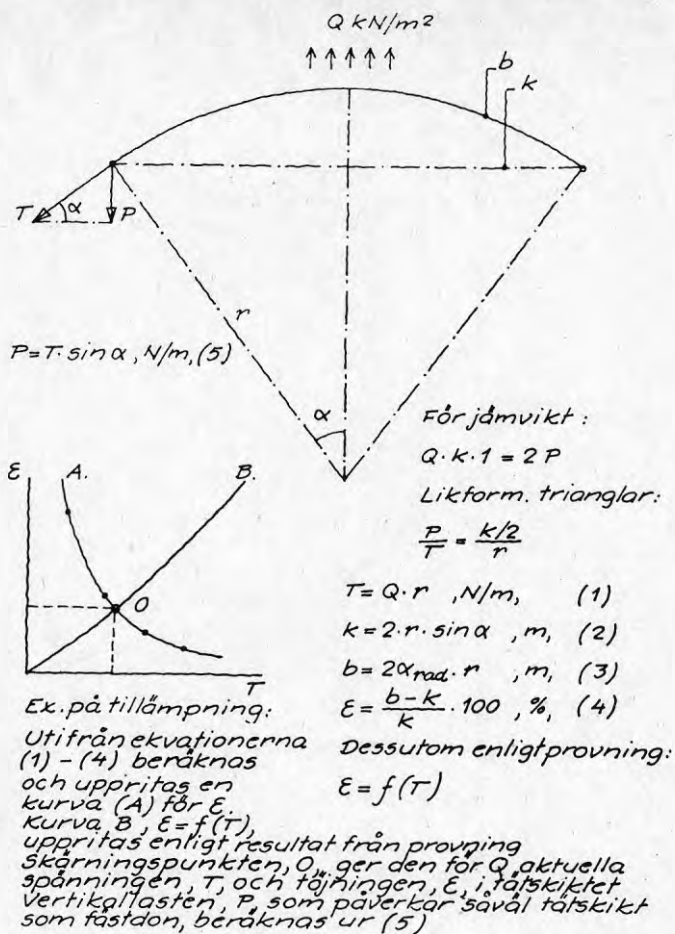


FIG 3.2

Teoretisk bestämning av spänning och deformation i tätskiktskonstruktion vid påverkan av vindlast.

Lastkapaciteten har för ett antal fästdon utprovats enligt belastningsaspektra som godtagits av planverket. I typgodkännanden finns uppgifter om tillåtna laster, vilka delvis är återgivna i avsnitt 2.2.

Draghållfasthet, brotttöjning och stansningshållfasthet provas enligt Svensk Standard, SS 23 68 05 (6), för bl a typgodkända tätskikt. Dessa provningar utförs emellertid på små provkroppar på sätt som inte är relevant för flerdimensionell vindlastpåverkan på monterat tätskikt.

Lars Sentler, 1982, (7) har studerat töjningen för några tätskiktskonstruktioner i en provningsutrustning, där lasten påförts som tryck underifrån via en ballong. Infästningen har därför fått göras med "mothåll" ovanifrån, vilket ger större lastkapacitet vid stanspåverkan än för brickor som är monterade i överlägget. Provingarna har givit en del intressanta uppgifter om tätskiktsmaterialens töjningsegenskaper vid flerdimensionell lastpåverkan. Eftersom ballongmaterialet förstärkt provkroppens ytskikt är uppmätta värden på uppblåsningen dock inte korrekta. Metoden kan inte heller användas för bestämning av fästdonslasten.

Takproducenternes Forskningsgruppe, TPF, Norge, 1980, (8), presenterar i ett informationsblad "Mekaniske festemidler for takteking" uppgifter om lastkapacitet för fästdon, som delvis överensstämmer med de svenska. Provingarna har utförts vid NBI, Trondheim, i "full skala", dvs på hela tätskiktskonstruktioner med pulserande last *). Redovisade värden pekar på att de i Sverige tillämpade tillåtna lasterna för fästdon (avsnitt 2.2) skulle kunna höjas något. I många fall kan likväl inte högre lastkapacitet utnyttjas p g a andra svagare länkar i konstruktionen.

Från de norska provningarna redovisas tyvärr inga uppgifter om uppblåsningar eller töjning i de provade tätskikten.

- *) NBI:s provningsmetod med 160 lastcykler (4 pulseringar per minut under 40 minuter) och upp till 160 lastcykler vid max last leder inte alltid till rättvisande resultat. Kanske borde vid högre lastnivåer antalet lastväxlingar minskas radikalt för att belastningen bättre skall stämma överens med verklig vindbelastning. Provningsresultatet kompenseras emellertid delvis av TPF genom att man kan reducera den yttre lasten vid beräkning av kraft per infästning!

5 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR PROVNINGARNA

5.1 Allmänt

Som nämnts i tidigare avsnitt är kunskaperna om och erfarenheter-
na av mekaniskt infästa tätskikt så små att det saknas tillför-
litligt underlag för dimensionering. Syftet med forskningspro-
jektet har därför varit att genom provning i så stor skala som
praktiskt varit möjligt undersöka kompletta tätskiktskonstruk-
tioners reaktion vid påverkan av simulerad vindlast.

Eftersom det befanns omöjligt att inom rimlig tid och till rim-
lig kostnad utföra "pulserande" belastningar i den disponibla
större provningsutrustningen (suglådan) har denna undersökning,
som får ses som en pilotstudie, kompletterats med en del utmatt-
ningsprov i konventionell dragmaskin.

Provningarna har - likaledes av ekonomiska skäl - i huvudsak fått
utföras i rumstemperatur. Ett fullskaleprov har dock gjorts vid
 $\pm 0^{\circ}\text{C}$. Resultatet av detta prov - liksom av ett antal material-
provningar i dragmaskin med klimatkammare - visade emellertid
att de vid vindpåverkan relevanta egenskaperna (hållfasthet vid
stansning och dragning samt brottöjning) är i stort sett desamma
vid dessa temperaturer.

De tidigare deducerade formlerna för beräkning av spänningar i
tätskikt som påverkas av statisk utbredd vertikal last, har an-
vänts för att korrigera mätvärden med hänsyn till iakttagna ini-
tialdeformationer (avsnitt 6.3).

De till provkropparna använda tätskikten representerar vardera
en "materialgrupp": papp, copolymerer, samt termoplaster och
-elaster. Materialen har valts med hänsyn till dess förekomst
på marknaden våren 1983, då forskningsprojektet planerades.

5.2 Provningsutrustning

Den utrustning som användes för att prova de kompletta tätskicts-
konstruktionerna kan kort beskrivas som en suglåda eller
-kammare. FIG 5.1 visar en översiktsbild av försöksupställ-
ningen. En schematisk, måttsatt ritning av suglådan och prov-
kroppen visas på FIG 5.2.

Undertrycket som skapades med dammsugare reglerades manuellt.
Lastnivån avlästes med manometer och uppböjningens pilhöjd med
kikare. Den senare var inriktad på en mätsticka, som applicerats
på tätskiktet i skärningspunkten (M_p) mellan diagonalerna mellan
fyra fästpunkter (F_p). För att möjliggöra studium av provkroppar-
na var suglådan byggd med väggar av akrylglas.

Underlaget för provkropparna var ett på golvet utlagt bärverk av
trapetsprofilrad plåt som utvändigt "isolerats" med styva mine-
ralullsskivor. "Takets" längd svarade mot fem provkroppar.
Genom att suglådan var upphängd i travers och lätt flyttbar i
i takets längdriktning kunde provningarna utföras i serier.

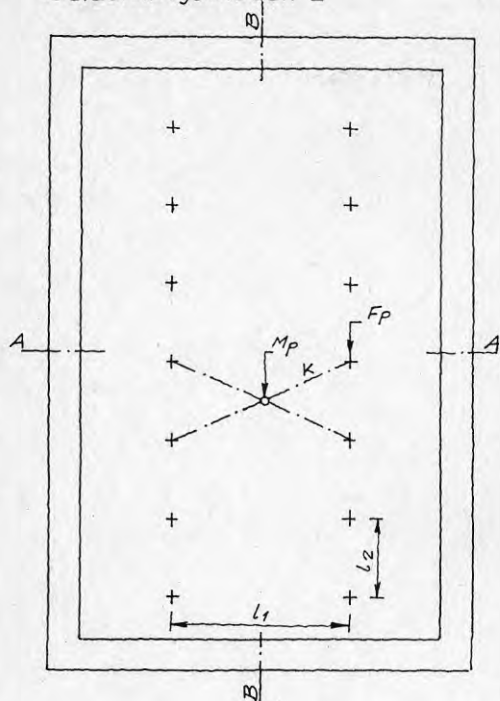


FIG 5.1

Försöksuppställning för provning av tätskiktstruktioner med simulerad vindlast i suglåda.

PLAN

Belastningsmodell I



Belastningsmodell II

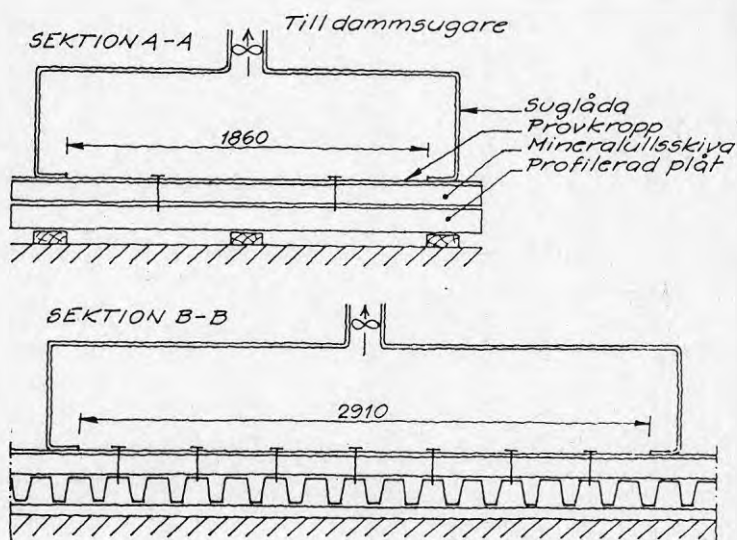
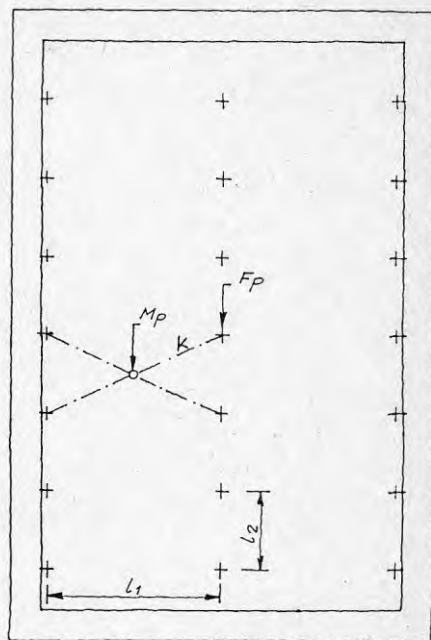


FIG 5.2

Provningsutrustning (suglåda och bärverk) och provkroppar för provning av tätskihtskonstruktioner med simulerad vindlast.

5.3 Provkroppar, belastningsmodeller

Tätskiktstruktioner applicerades på det "isolerade" bärverket på sätt som motsvarar konventionell uppbyggnad på tak. Enda avvikelserna var att istället för självborrande skruv (se avsnitt 2.2) användes skruv och mutter (FIG 5.3). Anledningen till detta var att fästdonens hållfasthet är väl kända (se avsnitt 2.2), varför denna "länk i kedjan" kunde överdimensioneras.

Infästningen av tätskiktet utfördes med fästdonets bricka i det överlägg som utgör längdskarv mellan tätskiktstvåden. Avståndet i ena riktningen (l_1) var därmed givet. I andra riktningen, där avståndet (l_2) kan varieras, valdes $c = 0,4, 0,6$ och $0,8$ m, vilka mått är jämna delbara med den mest vanliga profildelningen, $0,2$ m, i plåttak.

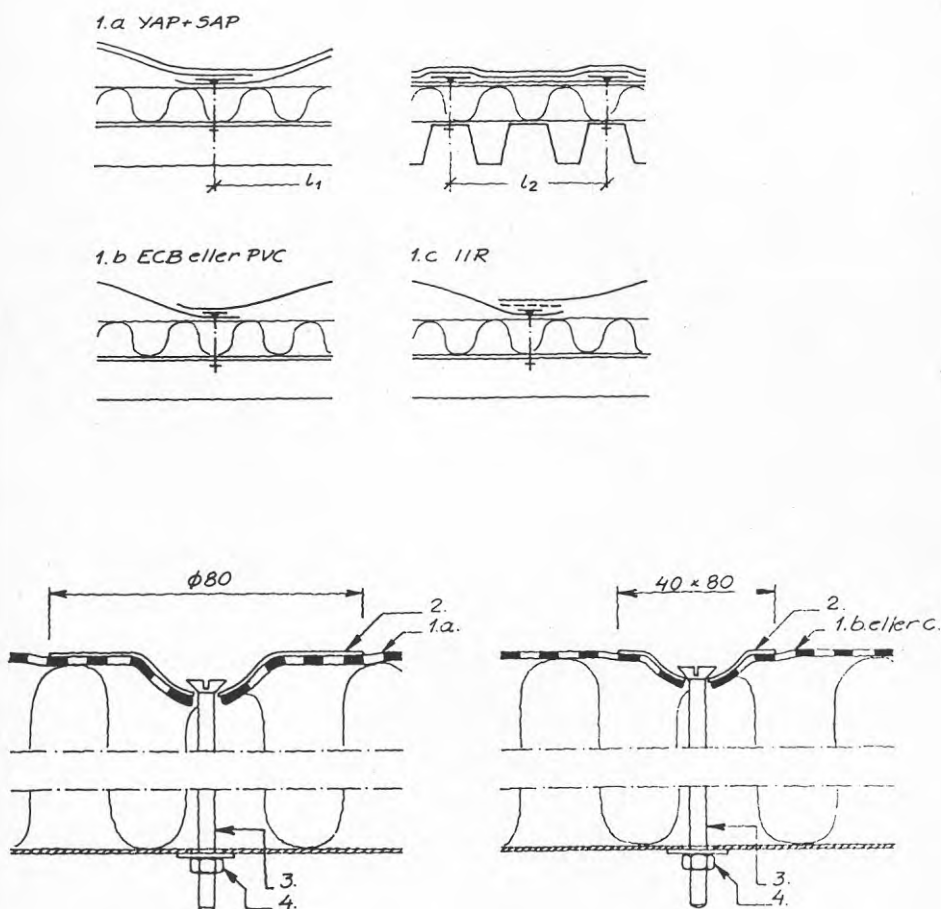


FIG 5.3

Infästning av provkroppar i bärverk av profilerad plåt.

Som första belastningsmodell (I enligt FIG 5.4) valdes en infästning av tätskiktet som gav största möjlighet att studera dess uppböjning. Randeffecten från suglådan på tätskiktets mittfält kunde enligt detta system försummas.

Däremot hade man anledning räkna med en viss lastupptagning i lådans väggar, vilken skulle kunna ge för högt värde på brottlasten vid de fästdon som på utsidan endast påverkades av halvt lastfält. Av den anledningen utfördes för samtliga tätskikt med $l_2 = 0,4$ även en provning med en infästningslinje i provkroppens mitt (belastningsmodell II enligt FIG 5.4).

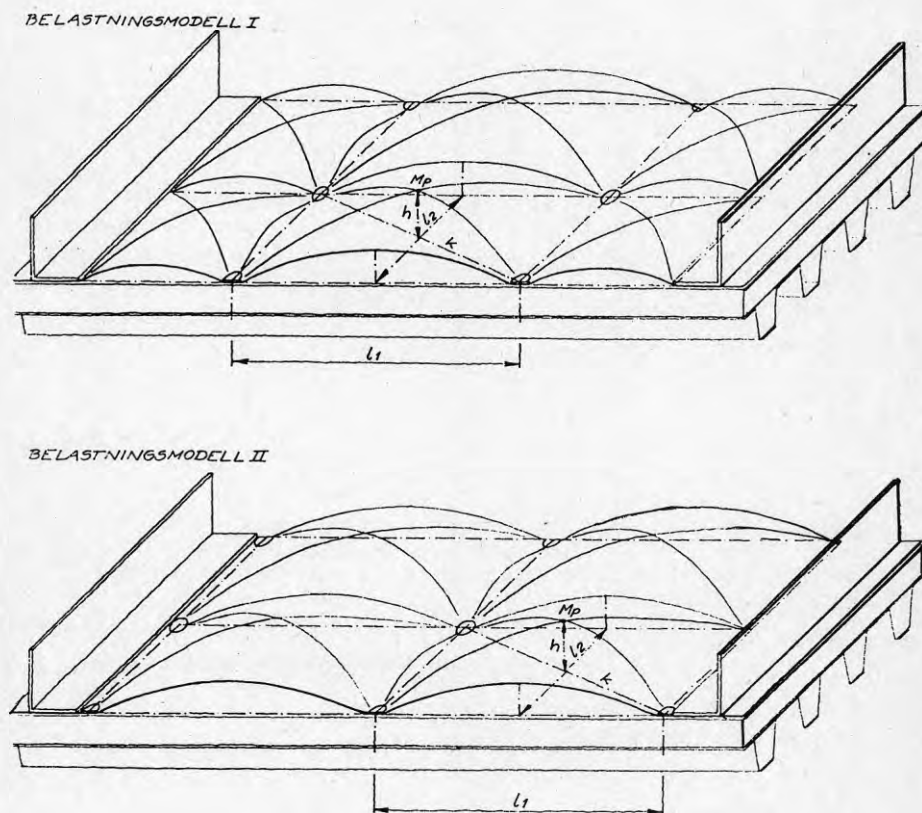


FIG 5.4

Belastningsmodellen vid provning av tätskiktetskonstruktioner med simulerad vindlast.

6 PROVNINGSRISULTAT

6.1 Allmänt

Belastningsspektrat som tillämpades vid provning i suglådan var följande:

1:a belastningen: 0 - 0,25 kN/m² - 0

2:a belastningen: 0 - 0,25 - 0,50 - 0

o s v

Uppböjningen avlästes för varje "delsteg", 0,25 kN/m². Notering gjordes också när det efter återgång till 0 fanns en synlig kvarstående deformation som var större än när provningen startade.

I Bilaga 1 finns samtliga mätvärden registrerade i diagram.

I avsnitt 6.2 redovisas brottlasten samt uppböjningens pilhöjd som funktion av lasten för det sista laststeget, dvs det som ledde till brott. Jämförande redovisning görs av resultaten vid belastningsmodell I och II för l_2 -avstånd = 0,4 m. För tät-skiktspappen, som provats vid såväl rumstemperatur som vid -10°C visas även temperaturberoendet med jämförande kurvor.

I avsnitt 6.3 redovisas beräkningar som gjorts för att korrigera avlästa värden på uppböjningen med hänsyn till att provningarna startade med osträckt tätskikt.

Vid samtliga provningar inträffade brottet i tätskiktet vid brickan till ett fästdon. Eftersom brottlasterna inte är proportionella mot de teoretiska lastytorna, har i avsnitt 5.4 gjorts en utredning angående influensytorna, via vilka lasten antas överförd till fästdonets bricka.

6.2 Brottlast och deformation

Nedan redovisas i tabell och diagram avlästa värden på brottlast och deformation vid den belastning som lett till brott. Antalet belastningssteg, n , före brott kan med ledning av belastningsspektrat erhållas ur:

$$n = \frac{\text{brottlasten}}{0,25}$$

I tabellen är även angiven den lastnivå efter vilken det konstaterades kvarstående synlig deformation.

6.21 Tätskiktspapp

c-avstånd, l_2 , m	0,4			0,6	0,8
Belastn. modell	I		II ¹⁾	I	I
Temperatur, ~ °C	18	±0	18	18	18
Brötlast kN/m^2	4,00	4,00	3,25	3,50	3,25
Deformation, h , vid brott m	0,106	0,090	0,120	0,120	0,105
Last före kvarst. synlig deform., kN/m^2	2,50	2,50	2,00	2,75	2,25

Anm. 1) Provkroppen vid II var när lasten på-fördes inte sträckt. I diagrammet anger kurva II_{KORR} korrigerade värden enligt avsnitt 6.32

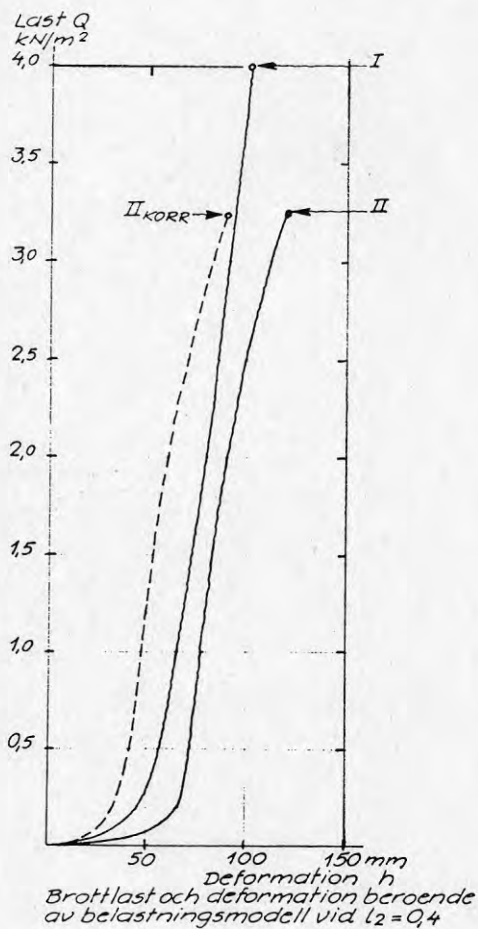


FIG 6.1 a

Avlästa provningsresultat för tätskiktspapp YAP + SAP

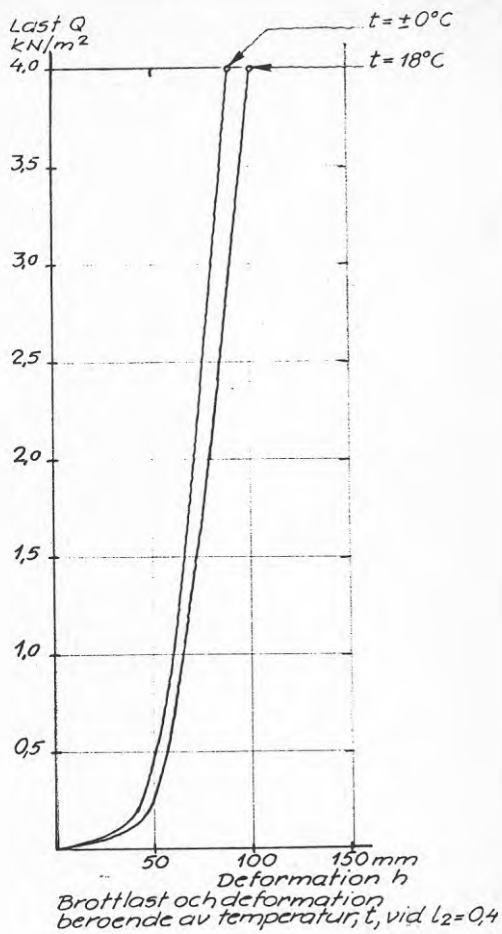
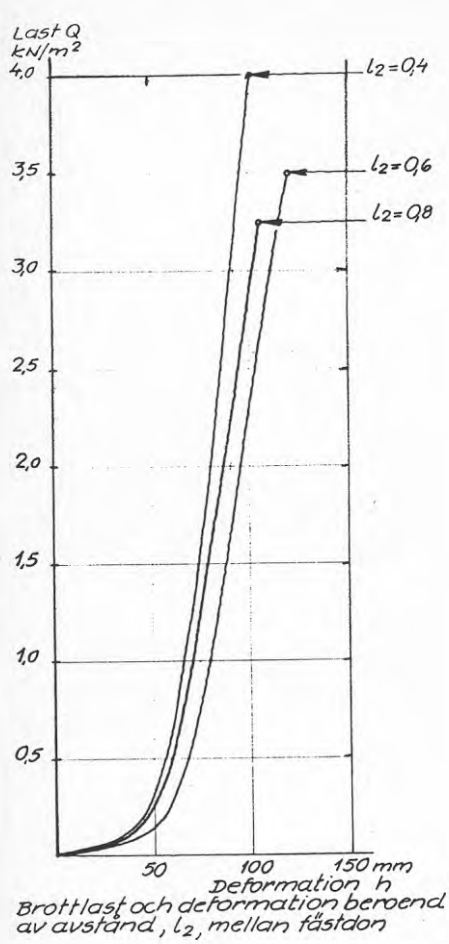


FIG 6.1 b

Avlästa provningsresultat för tätskiktspapp YAP + SAP

6.22 Folie av ECB

C-avstånd, l_2 , m	0,4		0,6	0,8
Belastn. modell	I	II	I	I
Temperatur, \sim °C	18	18	18	18
Brottlast, kN/m^2	3,40	2,30	2,50	2,30
Deformation, h , vid brott, m	0,203	0,135	0,170	0,185
Last före kvarst synlig deform., kN/m^2	1,25	1,75	1,50	1,50

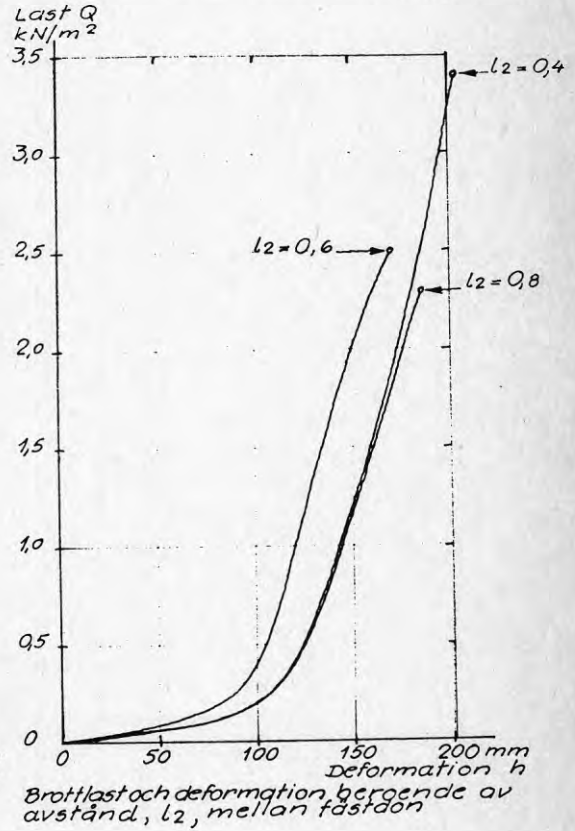
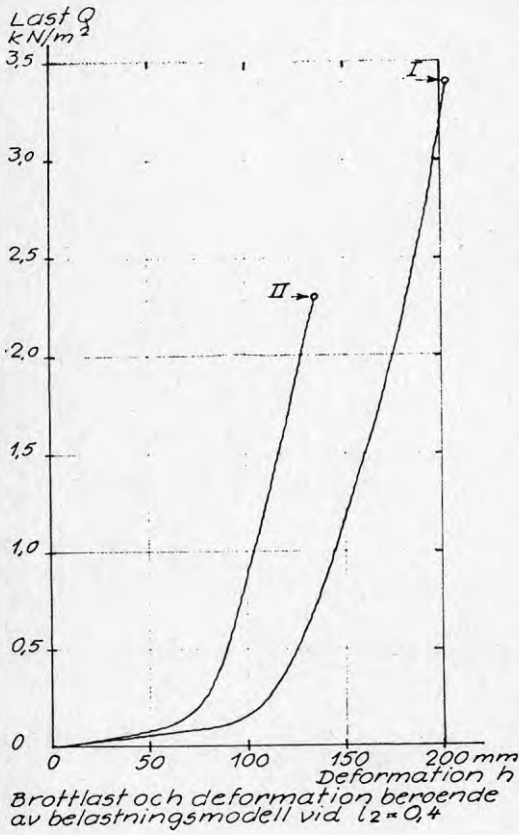


FIG 6.2

Avlästa provningsresultat för folie av ECB

6.23 Folie av PVC

C-avstånd, l_2 , m	0,4		0,6	0,8
Belastn. modell	I	II	I	I
Temperatur, \sim °C	18	18	18	18
Brottlast, kN/m^2	2,40	2,20	2,00	1,70
Deformation, h , vid brott, m	0,145	0,145	0,135	0,150
Last före kvarst. synlig deform., kN/m^2	1,25	1,50	1,00	0,75

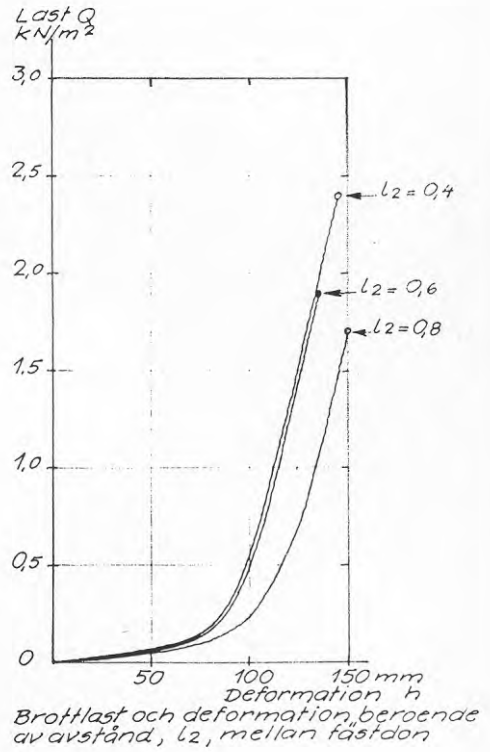
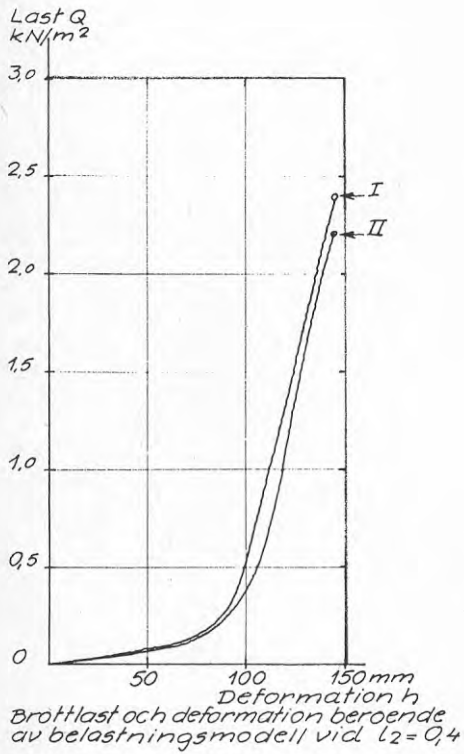


FIG 6.3

Avlästa provningsresultat för folie av PVC

6.24 Folie av IIR

c-avstånd, l_2 , m	0,4		0,6	0,8
Belastn.modell	I	II	I	I
Temperatur, \sim °C	18	18	18	18
Brottlast, kN/m^2	3,25	2,75	2,75	2,50
Deformation, h , vid brott, mm	0,205	0,180	0,205	0,205
Last före kvarst, synlig deform., kN/m^2	1,00	1,50	1,25	1,25

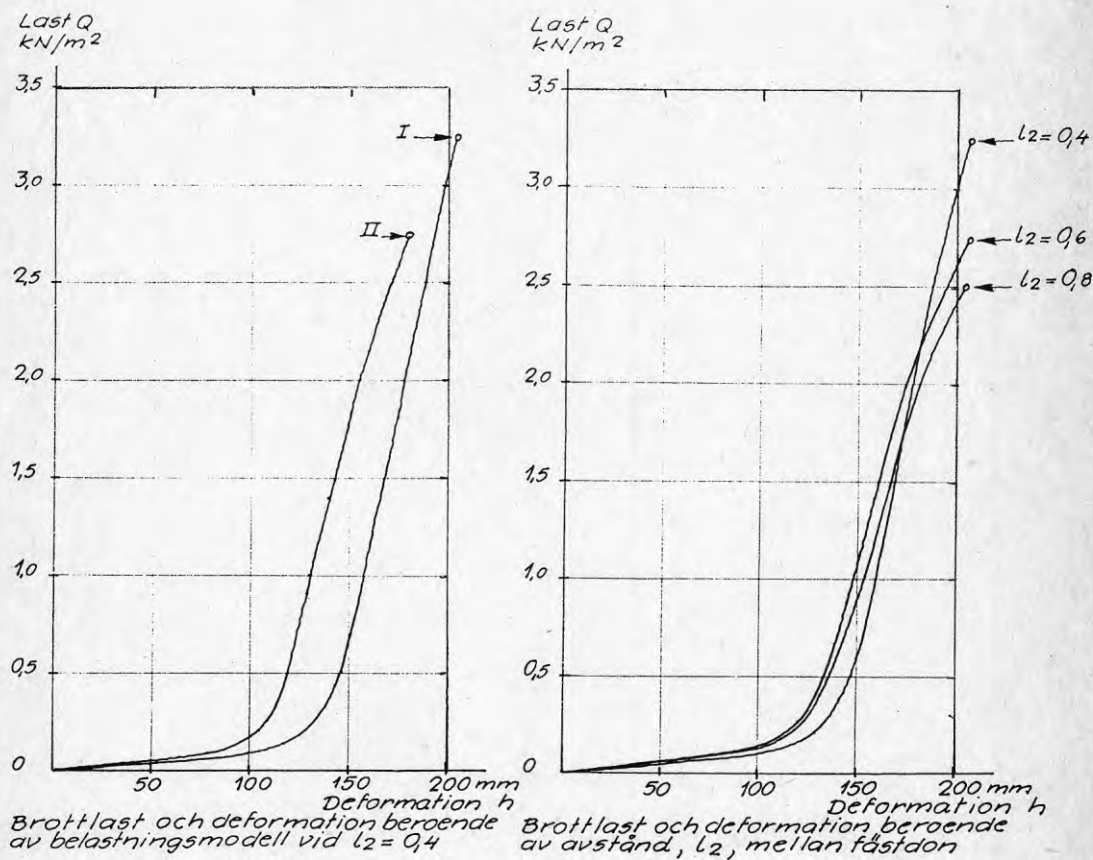


FIG 6.4

Avlästa provningsresultat för folie av IIR

6.3 Korrigering av mätvärden

På provkroppar av folier konstaterades, innan lasten påfördes, en ojämnhet i ytan som berodde på att tätskiktet inte kunnat sträckas helt vid montage. Eftersom detta ger något för höga värden på deformationen som funktion av lasten, görs i de följande avsnitten en korrigering av de erhållna mätvärdena, varvid även beaktas den (lilla) roll som tätskiktets egentyngd spelar. Beräkning görs även för den till synes sträckta provkroppen av tätskiktspapp.

6.31 Beräkningsmetod för korrigering av mätvärden m h t osträckt provkropp

Den här redovisade approximativa beräkningsmetoden är baserad på följande antaganden:

- Deformationen i tätskiktet följer det samband som erhållits vid laboratorieprovning, upptill den lastgräns vid vilken det inte finns synlig kvarstående deformation.
- Deformationslinjen för tätskiktet är en cirkelbåge, vilket bekräftas av punktmätningar.

Den korrigering som då skall göras för deformationen är skillnaden mellan avläst och beräknad deformation, vilket svarar mot den sträckning som - utan spänning - sker av den slaka provkroppen.

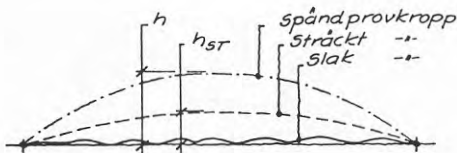


FIG 6.5

Provkropp före och under belastning

Vid beräkningen användes följande beteckningar:

Q_G	Avläst last, dvs den högsta last som vid provningen inte gav synlig kvarstående deformation
Q_{ST}	Last som fordras för att sträcka tätskiktet, vilken last kan sättas lika med tätskiktets egentyngd
Q_{SP}	Last som ger spänning och deformation
h	Avläst pilhöjd vid Q_{SP}
h_{SP}	Pilhöjd som erhålls vid beräkning av deformationen vid Q_{SP} . Denna beräkning ger i första hand töjningen, ϵ_{SP} , vilken dock enligt nedan kan omräknas till h_{SP}
h_{ST}	Pilhöjd som fordras för att sträcka tätskiktet.

Enligt ovan antas deformationslinjen vara en cirkelbåge. Båglängden, b , och töjningen, \mathcal{E} , kan då för givet värde på k och avläst värde på h erhållas ur kordasatsen (6)

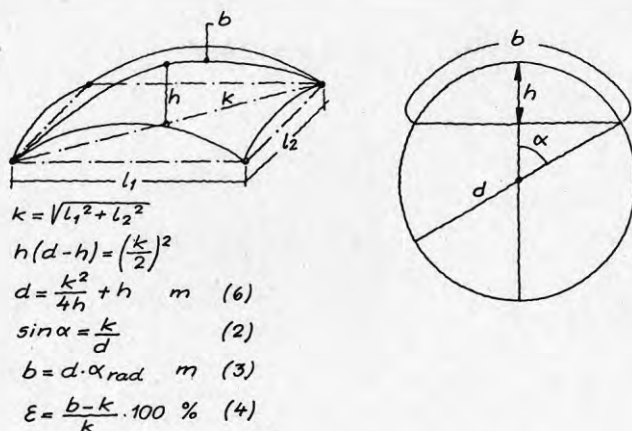


FIG 6.6

Beräkning av båglängd, b , och töjning, \mathcal{E} , vid känt avstånd, k , mellan fästpunkter och vid avläst pilhöjd, h .

Beräknade värden för töjningen, \mathcal{E} , vid här aktuella värden för k och h finns i TABELL 6.1 och FIG 6.7 (diagram).

TABELL 6.1

Beräknade värden på tätskiktets töjning,

Avstånd mellan fästpunkter			Töjning \mathcal{E} % för pilhöjd $h =$							
l_1 m	l_2 m	k m	0,01 m	0,02 m	0,03 m	0,04 m	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m
0,9	0,4	0,9849	0,027	0,110	0,247	0,439	0,686	2,727	6,075	10,657
0,9	0,6	1,0817	0,023	0,091	0,205	0,364	0,569	2,264	5,052	8,881
0,9	0,8	1,2042	0,018	0,074	0,165	0,297	0,459	1,829	4,088	7,201
1,2	0,4	1,2649	0,017	0,067	0,150	0,266	0,416	1,658	3,709	6,539
1,2	0,6	1,3416	0,015	0,059	0,133	0,237	0,370	1,475	3,301	5,824
1,2	0,8	1,4422	0,013	0,051	0,115	0,205	0,320	1,277	2,860	5,052

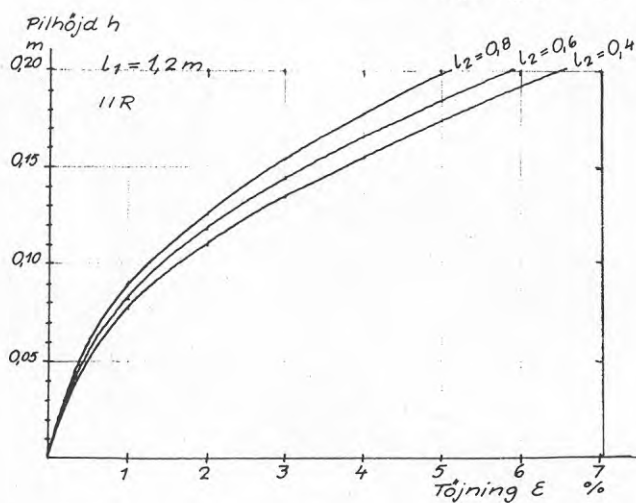
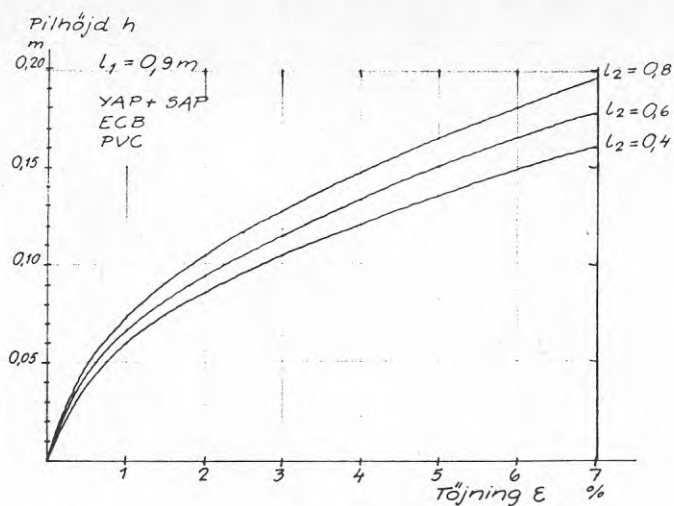


FIG 6.7

Tättskiktets töjning, E , som funktion av pilhöjden.

Vid känd vindlast, i detta fall Q_{SP} , kan töjning, E_{SP} , och spänningen, T , i tättskiktet teoretiskt beräknas enligt FIG 3.1 i kapitel 3.

6.32 Beräknade värden på pilhöjd för att sträcka provkropparna

Nedan redovisas beräknade erforderliga pilhöjder för att sträcka de fyra tättskikten vid fästpunktsavstånd $l_2 = 0,4 \text{ m}$ enligt belastningsmodell I.

Resultaten av beräkningarna stämmer väl överens med de okulära bedömningarna.

(Som nämnts under 6.31 har beräkningar utförts vid den högsta lastnivå som inte gav synlig kvarstående deformation.)

6.321 Tättskiktspapp, YAP + SAP

Last utan synlig kvarstående deformation

$$Q_G = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

Last för att sträcka provkroppen

$$Q_{ST} = 0,10 \text{ "}$$

$$Q_{SP} = 2,40 \text{ kN/m}^2$$

Avläst pilhöjd vid $Q_{SP} = 2,50$

$$h = 0,072 \text{ m}$$

Beräknad pilhöjd vid $Q_{SP} = 2,50$

$$h_{SP} = 0,070 \text{ m}$$

$$(\epsilon_{SP} = 1,4 \%)$$

Pilhöjd för att sträcka provkroppen

$$h_{ST} = 0,002 \text{ m}$$

Avrundat

$$h_{ST} = 0 \text{ m}$$

Anm: Samma beräkning för belastningsmodell II ger $h_{ST} = 0,03 \text{ m}$, vilket dels förklarar den större avlästa pilhöjden vid II i förhållande till I, dels bekräftar iakttagelsen att provkroppen vid II inte var sträckt.

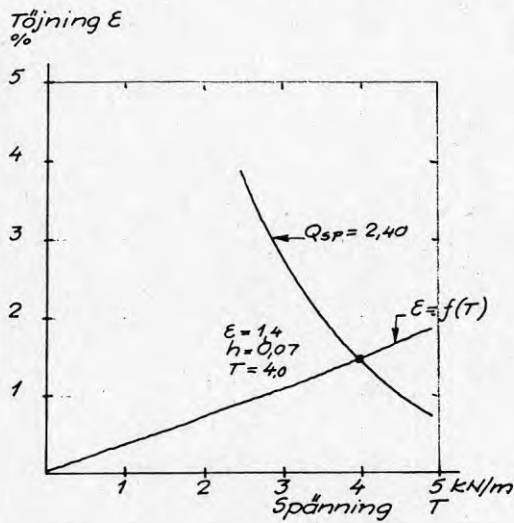


FIG 6.8

Beräknad deformation och spänning i tättskiktspapp, YAP + SAP

6.322 Folie av ECB

Last utan synlig kvarstående deformation

Last för att sträcka provkroppen

Avläst pilhöjd vid $Q_{SP} = 1,20$ Beräknad pilhöjd vid $Q_{SP} = 1,20$

$$(\epsilon_{SP} = 1,4 \%)$$

Pilhöjd för att sträcka provkroppen

Avrundat

$$Q_G = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{ST} = 0,05 \text{ "}$$

$$Q_{SP} = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 0,112 \text{ m}$$

$$h_{SP} = 0,070 \text{ m}$$

$$h_{ST} = 0,042 \text{ m}$$

$$h_{ST} = 0,04 \text{ m}$$

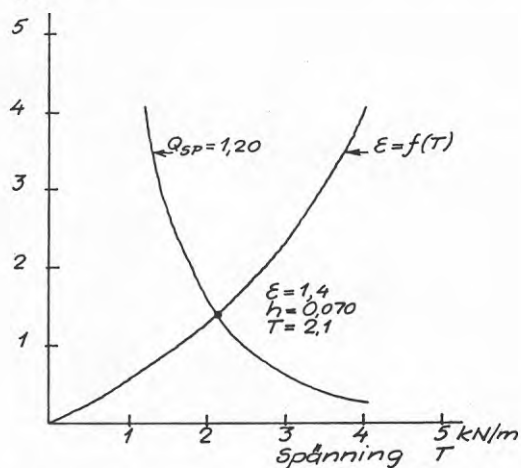
Töjning ϵ
%

FIG 6.9

Beräknad deformation och spänning i folie av ECB

6.323 Folie av PVC

Last utan synlig kvarstående deformation

Last för att sträcka provkroppen

Avläst pilhöjd vid $Q_{SP} = 1,20$ Beräknad pilhöjd vid $Q_{SP} = 1,20$

$$(\epsilon_{SP} = 1,4 \%)$$

Pilhöjd för att sträcka provkroppen

Avrundat

$$Q_G = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{ST} = 0,05 \text{ "}$$

$$Q_{SP} = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 0,104 \text{ m}$$

$$h_{SP} = 0,070 \text{ m}$$

$$h_{ST} = 0,032 \text{ m}$$

$$h_{ST} = 0,03 \text{ m}$$

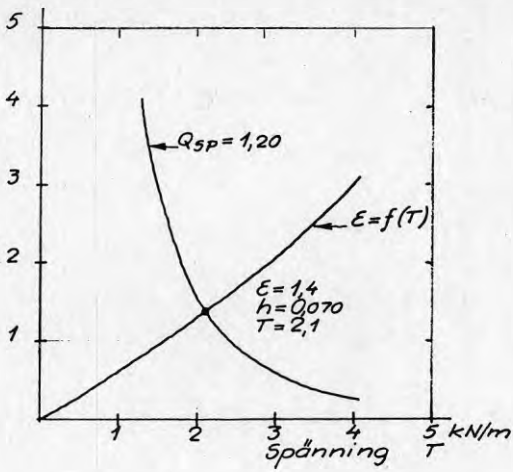
Tjning ϵ
%

FIG 6.10

Beräknad deformation och spänning i folie av PVC

6.324 Folie av IIR

Last utan synlig kvarstående deformation

$$Q_G = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Last för att sträcka provkroppen

$$Q_{ST} = 0,05 \text{ "}$$

$$Q_{SP} = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

Avläst pilhöjd vid $Q_{SP} = 0,95$

$$h = 0,103 \text{ m}$$

Beräknad pilhöjd vid $Q_{SP} = 0,95$

$$h_{SP} = 0,094 \text{ m}$$

$$(\epsilon_{SP} = 1,4 \%)$$

$$h_{SP} = 0,094 \text{ m}$$

Pilhöjd för att sträcka provkroppen

$$h_{ST} = 0,009 \text{ m}$$

Avrundat

$$h_{ST} = 0,01 \text{ m}$$

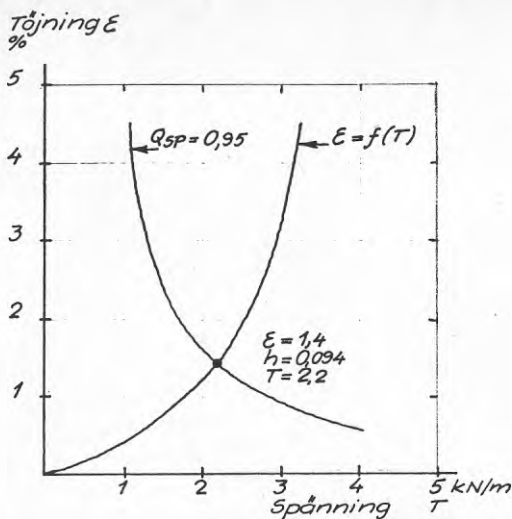


FIG 6.11

Beräknad deformation och spänning i folie av IIR

6.4 Brottlast med hänsyn till avstånd mellan infästningsdon

Som framgår av redovisade provningsresultat under 6.2 finns inget linjärt samband mellan brottlast och antal skruv per kvm. Samma konstaterande har gjorts vid tidigare fullskaleprovningar av andra konstruktionsutförningar när brottet - liksom här - skett i förbindningen mellan fästdon och tätskikt. För prov där brottet skett genom att fästdonen dragits ur bärverket gäller givetvis direkt proportionalitet mellan brottlast och antal fästdon.

6.41 Teoretisk betraktelse

För att man skall kunna förklara olikheterna i brottlast måste man närmare studera infästningen i tätskiktet och det sätt på vilket brottet initieras och utvecklas.

I allmänhet sker brottet som en kombination av böjbrott i brickan ("vikning") och genomstansning av tätskiktet. Brickans styvhet spelar mycket stor roll för förbandets hållfasthet. När brickan viker sig vid brott är viktningenslinjen parallell med infästningslinjen.

Under förutsättning av jämnt fördelad belastning och symmetrisk placering av fästdonen kommer brickan vid brott att kunna vikas längs de streckade linjerna enligt FIG 6.12.

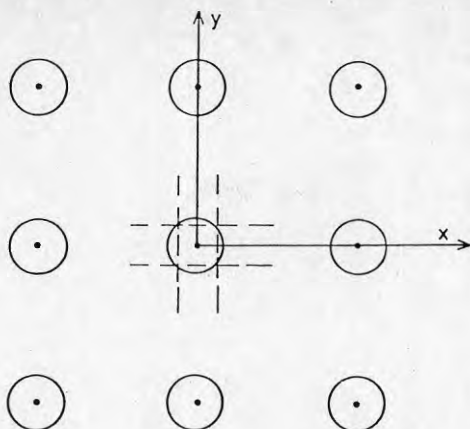


FIG 6.12

Symmetriskt placerade fästdon.
Möjliga viklinjer för brickorna.

Utgående från vikningarna i FIG 6.12 kan man uppdelade brickan och dess ränder i fyra delområden, där gränserna mellan områdena går i 45° lutning mot infästningslinjerna. Lasten på stammen till fästdonet (dvs den totala kraften på infästningen) kan uttryckas som summan av lasterna på områdena I-IV.

$$P_{\text{fästdon}} = P_I + P_{II} + P_{III} + P_{IV}$$

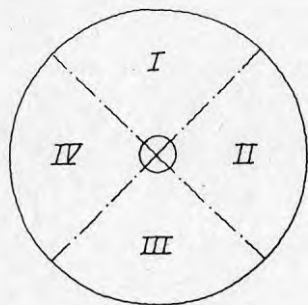


FIG 6.13

Bricka med fyra markerade lastområden

Förbandets brottlast inträffar när brottlasten för någon av ränderna I, II, III eller IV uppnås. Härav följer bl a att om randbrottlasterna P_I -- P_{IV} är lika kan infästningens brottlast

variera mellan extremvärdena P_I (ensidig kraftöverföring) och $4 P_I$ (full symmetri)

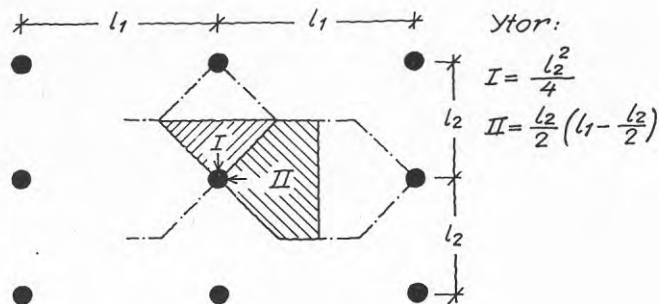


FIG 6.14

Influensytor för beräkning av brottlast

Om man antar att den last som finns på tätskikt överförs närmsta vägen till infästningen, kan den totala lasten på fästdonet skrivas som

$$P_{\text{fästdon}} = 2 \left(q \frac{l_2^2}{4} + q \frac{l_2}{2} \left(l_1 - \frac{l_2}{2} \right) \right) \quad (2)$$

När den yttre belastningen q är så stor att infästningsbrott uppstår är kantbrottlasten

$$P_{II, \text{brott}} = q \frac{l_2}{2} \left(l_1 - \frac{l_2}{2} \right) \quad (3)$$

Kraften längs med randen I blir

$$P_I = q \frac{l_2^2}{4} = \frac{l_2}{2} / \left(l_1 - \frac{l_2}{2} \right) P_{II, \text{brott}} \quad (4)$$

Infästningens brottlast blir

$$P_{\text{fästdon, brott}} = 2 P_{II, \text{brott}} + 2 P_I = P_{II, \text{brott}} \left(2 + \frac{l_2}{l_1 - \frac{l_2}{2}} \right) \quad (5)$$

Om man för det symmetriska fallet ($l_2 = l_1$) betecknar fästdonets brottlast med

$$P_{\text{fästdon, sym}} \text{ kan ekv (5) skrivas}$$

$$P_{\text{fästdon, brott}} = P_{\text{fästdon, sym}} \left(0,5 + \frac{l_2}{4 \left(l_1 - \frac{l_2}{2} \right)} \right) \quad (6)$$

Sambandet (6) redovisas grafiskt i FIG 6.15.

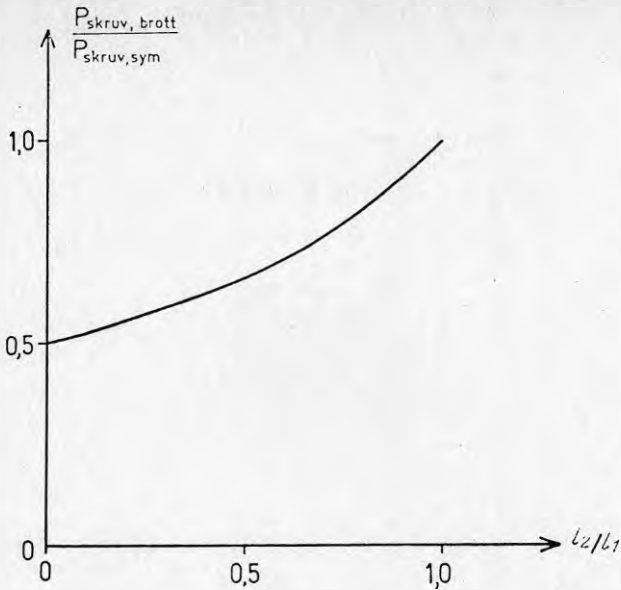


FIG 6.15

Infästningens brottlast som funktion av centrumavstånden mellan fästdonen.

Vad innebär detta för möjlighet att ta upp sugkrafter? Med centrumavstånden l_2 resp l_1 fås

$$q_{\max} l_2 l_1 = P_{\text{fästdon, brott}} \quad (7)$$

Om $P_{\text{fästdon, brott}}$ enl ekv (6) insättes fås

$$q_{\max} = P_{\text{fästdon, sym}} \frac{1}{2l_2 l_1 - l_2^2} \quad (8)$$

I FIG 6.16 redovisas sambandet (8) som funktion av kvoten l_2/l_1 . I samma figur redovisas även sambandet som fås om infästningens brottlast anses vara konstant och oberoende av centrumavstånden.

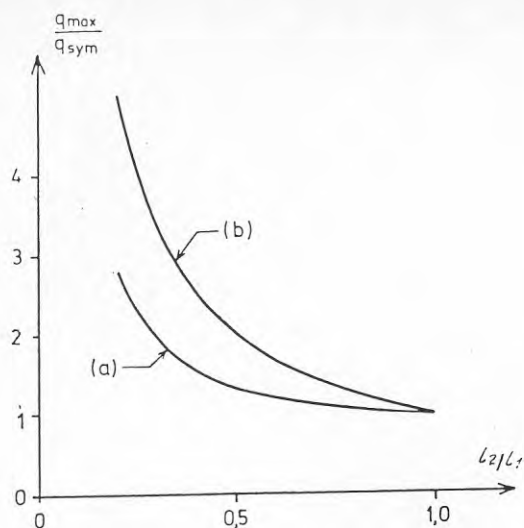


FIG 6.16

Maximal suglast som funktion av centrumavstånden. Med q_{sym} avses $P_{\text{fästdon, sym}}/l_2^2$

Kurva (a): Samband enl ekv (8)

Kurva (b): Samband om infästningens brottlast anses konstant.

6.42 Tillämpning på erhållna provningsresultat

Nedan görs en jämförelse mellan uppmätta och teoretiskt beräknade brottlaster. För fästdonen i provlådan gäller följande uttryck för influensytorna (jfr FIG 6.17).

$$\text{yta II} \quad \frac{l_2}{2} \left(l_1 - \frac{l_2}{2} \right)$$

$$\text{yta III} \quad \frac{l_2}{2} \left(l_3 - \frac{l_2}{2} \right) \quad l_3 \geq l_2$$

$$l_3^2/4 \quad l_3 \leq l_2$$

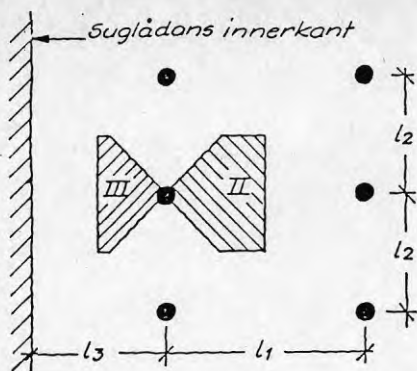


FIG 6.17

Influensytor för fästdon i provlådan

Eftersom det enligt den uppställda beräkningsmodellen är storleken på yta II (utom för ECB och PVC-infästning) som avgör hur stor brottlasten blir för fästdonet, bör uppmätta brottlaster förhålla sig till varandra som storleken på ytorna II förhåller sig till varandra. I TABELL 6.2 nedan redovisas storleken på influensytorna för provade centrumavstånd enligt belastningsmodell I. Om ytor med $l_2 = 0,4$ betraktas som referensytor förhåller sig övriga ytor II till referensytorna så som visas i sista kolumnen i tabellen.

TABELL 6.2

Storlek på influensyta II

Centrumavstånd m	Influensyta II m ²	Ytkvot
$l_1 = 0,9$ $l_2 = 0,4$	0,14	1,00
$l_1 = 0,9$ $l_2 = 0,6$	0,18	1,29
$l_1 = 0,9$ $l_2 = 0,8$	0,20	1,43
$l_1 = 1,2$ $l_2 = 0,4$	0,20	1,00
$l_1 = 1,2$ $l_2 = 0,6$	0,27	1,35
$l_1 = 1,2$ $l_2 = 0,8$	0,32	1,60

TABELL 6.3

Brottlaster i infästningarna

Tättskikt	Prov nr	l_1 m	l_2 m	Yta/fästdon m^2	q_{brott} kN/m ²	$P_{fästdon, brott}$ kN	"kvot"
YAP +	1:1	0,9	0,4	0,276	3,90	1,076	1,00
SAP	1:2	0,9	0,6	0,414	3,40	1,408	1,31
	1:3	0,9	0,8	0,552	3,15	1,739	1,62
	1:4	0,9	0,4	0,360	3,15	1,134	1,054
ECB	2:1	0,9	0,4	0,276	3,35	0,925	1,00
	2:2	0,9	0,6	0,414	2,45	1,014	1,10
	2:3	0,9	0,8	0,552	2,25	1,242	1,34
	2:4	0,9	0,4	0,360	2,25	0,810	0,876
PVC	3:1	0,9	0,4	0,276	2,35	0,649	1,00
	3:2	0,9	0,6	0,414	1,95	0,807	1,24
	3:3	0,9	0,8	0,552	1,65	0,910	1,40
	3:4	0,9	0,4	0,360	2,15	0,774	1,192
IIR	4:1	1,2	0,4	0,306	3,20	0,979	1,00
	4:2	1,2	0,6	0,459	2,70	1,239	1,27
	4:3	1,2	0,8	0,612	2,45	1,499	1,53
	4:4	1,2	0,4	0,480	2,70	1,004	1,025

De prov för vilka uppmätta brottlaster bör förhålla sig som ytkvoterna II är proven 1:1 - 1:3 (tättskiktspapp) och proven 4:1 - 4:3 (IIR). I TABELL 6.3 redovisas infästningarnas brottlaster och i TABELL 6.4 jämförs ytkvoterna II med förhållandet mellan infästningarnas brottlaster.

TABELL 6.4

Jämförelse mellan beräknade och uppmätta värden på brotlastens beroende av centrumavståndet. Prov 1:1 - 1:3, 4:1 - 4:3.

Material	l_2 m	Ytkvoter (teori)	Kvot mellan infästningarnas brottlaster (uppmätt)
Tättskikts-	0,4	1,00	1,00
papp	0,6	1,29	1,31
	0,8	1,43	1,62
IIR	0,4	1,00	1,00
	0,6	1,35	1,27
	0,8	1,60	1,53

För proven 2:1 - 2:3 resp 3:1 - 3:3 överförs all kraft endast i en kant, varför brottlasterna bör förhålla sig till varandra som summan av influensytorna II och III förhåller sig till varandra.

TABELL 6.5

Jämförelse mellan beräknade och uppmätta värden på brottlastens beroende av centrumavståndet. Prov 2:1 - 2:3 och 3:1 - 3:3

l_2 m	Ytkvoter (II + III) (teori)	Kvot mellan infästningarnas brottlaster ECB (uppmätt)	PVC (uppmätt)
0,4	1,00	1,00	1,00
0,6	1,21	1,21	1,24
0,8	1,31	1,34	1,40

Med beaktande av att antalet prov varit få kan man notera, att överensstämmelsen mellan uppmätta och teoretiskt beräknade värden är mycket god.

7 KOMPLETTERANDE PROVNINGAR I DRAGMASKIN

7.1 Allmänt

Vid bestämning av lastkapacitet på fästdon för tätskikt utförs provningar av statisk brottlast på 12 lika provkroppar. Ifrån erhållna resultat uträknas karakteristisk hållfasthet och tillåten last.

Vid mätningar på provkroppar med sådan storlek som användes vid detta forskningsprojekt var det av ekonomiska skäl inte möjligt att utföra mer än ett prov för varje variabel. Kontroll med en del resultat från tidigare provningar visar emellertid så god samstämmighet att brottresultaten ändå får betraktas som säkra.

Det bör också påpekas att varje provkropp innefattade 14 och 7 fästdon för belastningsmodell I resp II och att samtliga dessa fästdon påverkades av i stort sett samma last. Den avlästa brottlasten är alltså sämsta värdet för 14 resp 7 fästpunkter. Samtliga brott skedde, som tidigare nämnts, vid fästdonen.

När det gäller risken för kvarstående deformation i tätskikten, för vilken bedömning i första hand användes belastningsmodell I, får de under provningen okulära iakttagelserna anses som alltför osäkra. Antalet belastningar på provkropparna var dessutom så få att det inte förekom någon "utmattningspåverkan".

För att utröna tendenser till kvarstående deformation vid upprepade belastningar upp till en nivå som kunde anses som rimlig tillåten last, gjordes därför kompletterande provningar i dragmaskin i enlighet med SS 236805 och SS 242121. Som lastnivå valdes de värden som svarar mot $0,6 \cdot$ erhållna brottlasten vid fullskaleprovningen. För ECB gjordes även provning vid $0,5 \cdot$ brottlasten (se avsnitt 7.22). Lasten ($P_{0,6}$ enligt FIG 7.1) som hölls konstant under 1000 cykler, avpassades precis till de deformationsvärden (ϵ_0) som erhållits vid provningarna vid $0,6 \cdot$ brottlasten. För att nå samma deformationer i dragmaskinen krävdes något högre laster, vilket kan förklaras av att provkropparna inte innehöll skarvar, i vilka en mindre glidning kunde uppstå vid fullskaleprovningarna. Skillnaderna är dock försumbara. Resultaten redovisas och kommenteras nedan under 7.2.

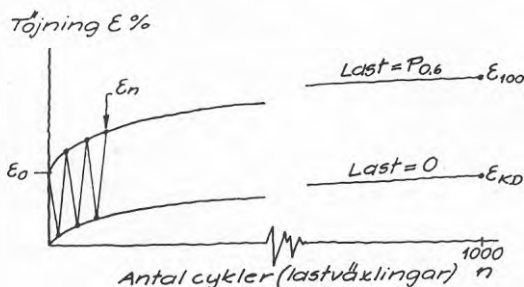


FIG 7.1

Provning av tätskiktets töjning i dragmaskin vid 1000 lastväxlingar och last = $0 - P_{0,6}$, där $P_{0,6} = 0,6 \cdot$ brottlasten

7.2 Provningsresultat

7.21 Tätskiktspapp YAP + SAP

Den väsentliga ökningen av ϵ inträffar redan under de första 100 belastningarna. Från $n = 100$ till $n = 1000$ ökar ϵ endast 0,1 %, vilket - tillsammans med den låga kvarstående töjningen, $\epsilon_{KP} = 0,1$ - gör att en last = $0,6 \cdot$ brottlast kan tillåtas.

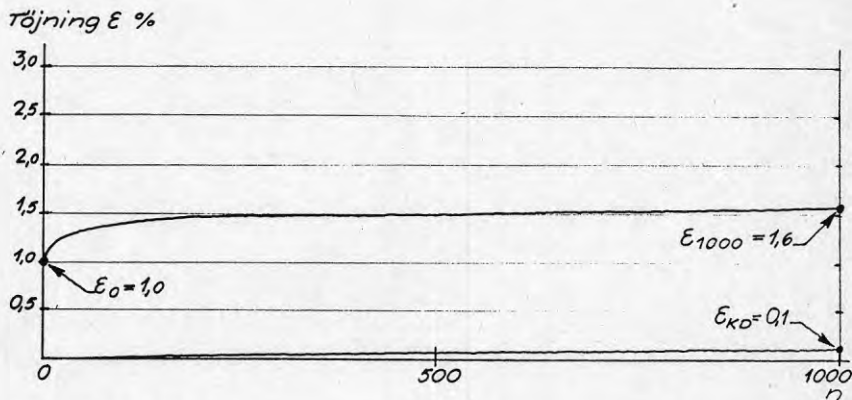


FIG 7.2

Töjningen i tätskiktspapp YAP + SAP vid $0,6 \cdot$ brottlast och 1000 lastväxlingar

7.22 ECB

Den nästan rätlinjiga ökningen av ϵ visar att man vid $0,6 \cdot$ brottlast ($\epsilon_0 = 1,8$) överskridit ECB-materialens "elasticitetsgräns". Förklaringen är att ECB saknar egentlig armering. De höga värdena på såväl ϵ_{1000} som ϵ_{KD} (FIG 7.3 a) gör att denna belastning inte kan tillåtas. Vid en lastnivå = $0,5 \cdot$ brottlast, där $\epsilon_0 = 1,4$, stannar töjningen redan vid $n = 100$ och vid ca 1,8 % (FIG 7.3 b). Efter avlastning finns efter $n = 1000$ ingen kvarstående deformation, varför denna last kan tillåtas.

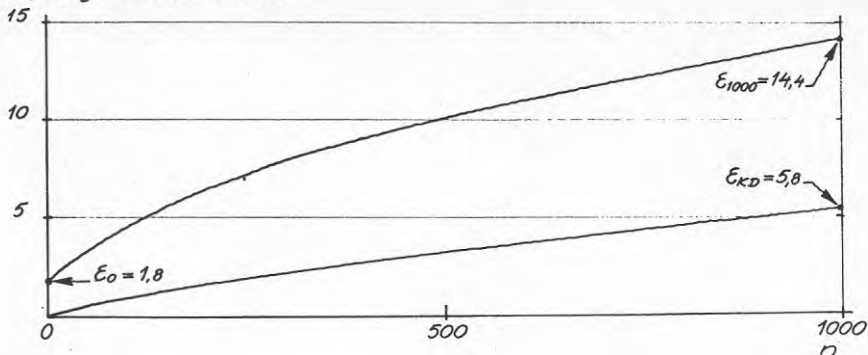
Töjning ϵ % (Obs. skalan)

FIG 7.3 a

Töjning i ECB vid 0,6 · brottlast och 1000 lastväxlingar

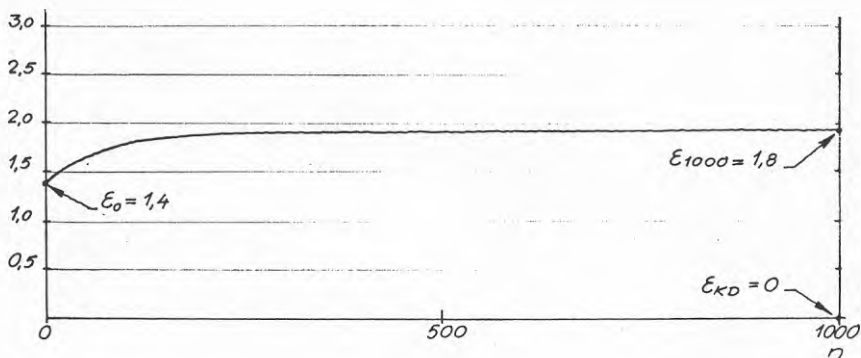


FIG 7.3 b

Töjningen i ECB vid 0,5 · brottlast och 1000 lastväxlingar

7.23 PVC

Förändringen i töjningen är liten och inträffar i huvudsak under de första 100 lastväxlingarna. Totalt ökar ϵ vid 1000 lastväxlingar endast 0,5 %. Även kvarstående töjning är låg, $\epsilon_{KD} = 0,2$ %, varför lastnivån vid provning, dvs 0,6 · brottlast, kan tolereras.

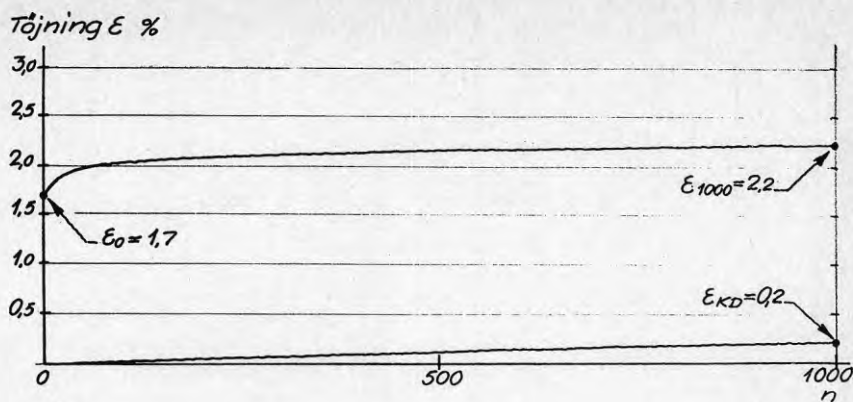


FIG 7.4

Töjningen i PVC vid 0,6 · brottlast och 1000 lastväxlingar

7.24 IIR

Förändringen i töjningen är liten, endast 0,2 %. Kvarstående töjning är stor redan efter första lastväxlingen, vilket beror på en svag armering, som brister vid aktuell lastnivå. Tack vare IIR-materialets elastiska egenskaper behövs emellertid inte armeringen för lastupptagning i fälten. 0,6 · brottlast kan accepteras.

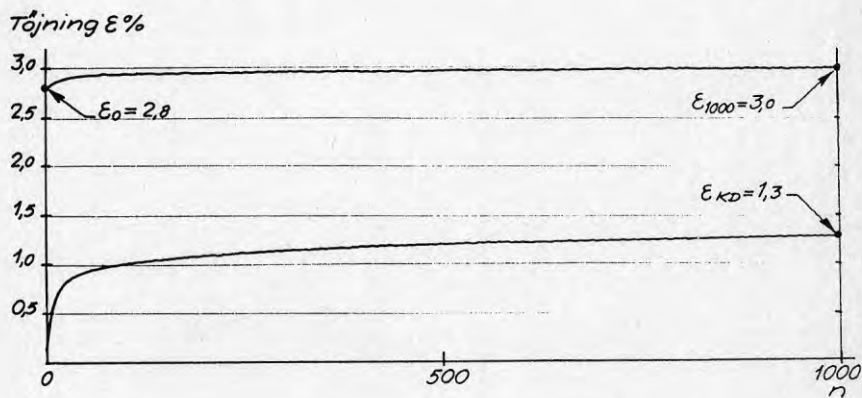


FIG 7.5

Töjningen i IIR vid 0,6 · brottlast och 1000 lastväxlingar

8 RESULTATSAMMANSTÄLLNING, FÖRSLAG TILL DIMENSIONERINGS-REGLER

Med ledning av erhållna försöksresultat enligt 6.2, korrigeringar enligt 6.3 och kontrollberäkningar enligt 6.4 görs i avsnitt 8.1 en resultatsammanställning. I förslaget till dimensioneringsregler i följande avsnitt, 8.2, har även beaktats resultaten från utmattningsproven enligt 7.

8.1 Resultatsammanställning

I tabellerna nedan redovisas för de olika tätskikten brottlast, $0,6 \cdot$ brottlast (för ECB: $0,5 \cdot$ brottlast) och högsta lastnivå utan synlig kvarstående deformation. Eftersom provningar enligt belastningsmodell II endast utförts vid l_2 -avstånd = $0,4$ m, har faktorn för brottvärdena II/I vid detta avstånd använts för att beräkna brottlasterna för $l_2 = 0,6$ och $0,8$ m vid belastningsmodell II.

Resultaten har bekräftat de vid provningars uppläggning gjorda antagandena, nämligen att

- belastningsmodell I ger de riktiga deformationsvärdena och
- belastningsmodell II de riktiga brottlastvärdena

8.11 Tätskiktspapp

TABELL 8.1

Sammanställning av lastnivåer och deformationer för VAP + SAP vid olika fästpunktsavstånd och belastningsmodeller

Avstånd mellan infästningsdon, $l_1 \times l_2$, m	0,9x0,4		0,9x0,6		0,9x0,8	
	I	II	I	II	I	II
Belastningsmodell						
Last vid brott, kN/m^2 (avläst last)	3,90 (4,00)	3,15 (3,25)	3,40 (3,50)	2,70 ¹⁾ (2,80)	3,15 (3,25)	2,50 ¹⁾ (2,60)
Deformation						
Pilhöjd, h, m	0,11	0,11	0,12		0,10	
Töjning, ϵ , %	3,3	3,3	3,3		1,8	
0,6-last vid brott, kN/m^2	2,35 (2,45)	1,90 (2,00)	2,05 (2,10)	1,60 ¹⁾ (1,70)	1,90 (2,00)	1,50 ¹⁾ (1,60)
Deformation						
Pilhöjd, h, m	0,07	0,07	0,08		0,08	
Töjning, ϵ , %	1,3	1,3	1,4		1,2	

Anm. 1) Denna last har ej erhållits vid provning utan är beräknad enligt faktor $II/I = 3,15/3,90 \sim 0,8$

8.12 ECB

TABELL 8.2

Sammanställning av lastnivåer och deformationer för folie av ECB vid olika fästpunktsavstånd och belastningsmodeller

Avstånd mellan infästningsdon, $l_1 \times l_2$, m	0,9 × 0,4		0,9 × 0,6		0,9 × 0,8	
	I	II	I	II	I	II
Last vid brott, kN/m^2 (avlåst last)	3,35 (3,40)	2,25 (2,30)	2,45 (2,50)	1,70 ^b (1,75)	2,25 (2,30)	1,60 ^b (1,65)
Deformation						
Pilhöjd, h^2 , m	0,16	0,10	0,13		0,15	
Töjning, ϵ , %	7,0	2,7	3,8		4,1	
0,5-last vid brott, kN/m^2	1,70 (1,75)	1,15 (1,20)	1,25 (1,30)	0,85 ^b (0,90)	1,15 (1,20)	0,80 ^b (0,85)
Deformation						
Pilhöjd, h^2 , m	0,10	0,05	0,06		0,07	
Töjning, ϵ , %	2,8	0,8	0,8		0,9	

Anm. 1) Denna last har ej erhållits vid provning utan är beräknad enligt faktor

$$II/I = 2,25/3,35 \sim 0,7$$

2) Korrigerad höjd = avlåst höjd - 0,04

8.13 PVC

TABELL 8.3

Sammanställning av lastnivåer och deformationer för folie av PVC vid olika fästpunktsavstånd och belastningsmodeller

Avstånd mellan infästningsdon, $l_1 \times l_2$, m	0,9 × 0,4		0,9 × 0,6		0,9 × 0,8	
	I	II	I	II	I	II
Last vid brott, kN/m^2 (avlåst last)	2,35 (2,40)	2,15 (2,20)	1,95 (2,00)	1,70 ^b (1,75)	1,65 (1,70)	1,50 ^b (1,55)
Deformation						
Pilhöjd, h^2 , m	0,11	0,11	0,10		0,11	
Töjning, ϵ , %	3,3	3,3	2,2		2,2	
0,6-last vid brott, kN/m^2	1,40 (1,45)	1,30 (1,35)	1,15 (1,20)	1,00 ^b (1,05)	1,00 (1,05)	0,90 ^b (0,95)
Deformation						
Pilhöjd, h^2 , m	0,08	0,08	0,08		0,09	
Töjning, ϵ , %	1,7	1,7	1,4		1,5	

Anm. 1) Denna last har ej erhållits vid provning utan är beräknad enligt faktor

$$II/I = 2,15/2,35 \sim 0,9$$

2) Korrigerad höjd = avlåst höjd - 0,03

8.14 IIR

TABELL 8.4

Sammanställning av lastnivåer och deformationer för folie av IIR vid olika fästpunktsavstånd och belastningsmodeller

Avstånd mellan infästningsdon, $l_1 \times l_2$, m	1,2 × 0,4		1,2 × 0,6		1,2 × 0,8	
	I	II	I	II	I	II
Last vid brott, kN/m^2 (avlåst last)	3,20 (3,25)	2,70 (2,75)	2,70 (2,75)	2,30 ^b (2,35)	2,45 (2,50)	2,10 ^b (2,15)
Deformation Pilhöjd, h^2 , Töjning, ϵ ,	m %	0,19 6,0	0,17 4,8	0,19 5,3	0,19 4,6	
0,6 last vid brott, kN/m^2	1,90 (1,95)	1,60 (1,65)	1,60 (1,65)	1,40 ^b (1,45)	1,45 (1,50)	1,25 ^b (1,30)
Deformation Pilhöjd, h^2 , Töjning, ϵ ,	m %	0,13 2,8	0,11 2,0	0,13 2,4	0,13 2,2	

Anm. 1) Denna last har ej erhållits vid provning utan är beräknad enligt faktor
 $II/I = 2,70/3,20 \sim 0,85$
 2) Korrigerad höjd = avlåst höjd - 0,01

8.2 Förslag till dimensioneringsregler

Vid bestämning av tillåten last, baserad på provningsresultat, används i allmänhet "SBN Godkännanderegler, hållfasthetsdimensionering genom provning, 1975:4" 9. På grund av det begränsade antalet provningar måste vid reglernas tillämpning här göras några antaganden.

Enligt godkännandereglerna gäller

$$F_{\text{till}} = F_p / 1,5$$

$$F_p = (1 - K_p \cdot \delta) F_m, \text{ där}$$

F_{till} = tillåten last

F_p = karakteristiskt värde

F_m = medelvärde

δ = variationskoefficient

K_p = koefficient som beror på antalet mätvärden

Variationskoefficienten kan - utgående från andra hållfasthetsprovningar av samma tätskikt - antas vara 5-10 %. Antalet prov kan sägas vara lika med antalet lika belastade skruvar i provkroppen, dvs 10. (Eller mera exakt 7 resp 14 för de båda belastningsmodellerna).

Man får då

$$F_p = (1 - 2,10 \cdot 0,05) \cdot F_m; F_p = 0,895 F_m$$

resp

$$F_p = (1 - 2,10 \cdot 0,10) \cdot F_m; F_p = 0,790 F_m$$

och

$$F_{till} = 0,895/1,15 \cdot F_m = 0,597 F_m$$

resp

$$F_{till} = 0,790/1,5 \cdot F_m = 0,527 F_m$$

dvs

$$F_{till} = 0,5 - 0,6 \cdot F_m$$

Med hänsyn även till resultaten av deformationsmätningarna vid upprepade belastningar i dragmaskin föreslås att sätta tillåten last

$$F_{till} = 0,6 \cdot \text{brottlast för YAP + SAP, PVC och IIR och} \\ = 0,5 \cdot \text{brottlast för ECB,}$$

varvid brottmlastvärdena enligt belastningsmodell II gäller.

I TABELL 8.5 - 8.8 redovisas de på detta förslag baserade tillåtna lasterna (vindlasten är 0,10 resp 0,05 kN/m² högre) för de provade tätskikten vid fästpunktsavstånd $l_2 = 0,4, 0,6$ och $0,8$. För dessa tillåtna lastnivåer har angivits deformationsvärden enligt belastningsmodell I, vilka högre siffror är de riktiga.

För de tillåtna lasterna anges även den utdragskraft som påverkar fästdonen och mot vilken fästdonets lastkapacitet måste avstämmas.

8.21 Tätskiktspapp

TABELL 8.5

Deformation (pilhöjd h och töjning ϵ) i tätskiktspapp samt utdragsspänning i fästdon vid tillåten last = $0,6 \cdot$ brottmlast enligt belastningsmodell II

Avstånd mellan infästn. don $l_1 \times l_2, m$	Last- area $l_1 \times l_2, m^2$	Tillåten last (vindlast) kN/m^2	Deformation vid bel.mod I		Tillåten last pr fästdon ¹⁾ kN
			h, m	$\epsilon, \%$	
0,3 x 0,4	0,36	1,90 (2,00)	0,06	1,0	0,68
0,3 x 0,6	0,54	1,60 (1,70)	0,06	0,8	0,86
0,3 x 0,8	0,72	1,50 (1,60)	0,07	0,9	1,08

Anm. 1) Dock måste även infästningen i bårverket kontrolleras (Jfr. TABELL 2.6)

8.22 Folie av ECB

TABELL 8.6

Deformation (pilhöjd h och töjning ϵ) i folie av ECB samt utdrags-
spänning i fästdon vid tillåten last = $0,5 \cdot$ brottlast enligt be-
lastningsmodell II

Avstånd mellan in- fästn. don $l_1 \times l_2, m$	Last- area $l_1 \times l_2, m^2$	Tillåten last (vindlast) kN/m^2	Deformation vid bel.mod.I		Tillåten last pr fästdon ¹⁾ kN
			h, m	$\epsilon, \%$	
0,9 x 0,4	0,36	1,15 (1,20)	0,07	1,4	0,41
0,9 x 0,6	0,54	0,85 (0,90)	0,04	0,5	0,46
0,9 x 0,8	0,72	0,80 (0,85)	0,04	0,4	0,58

Anm. 1) Dock måste även infästningen i bär-
verket kontrolleras (Jfr. TABELL 2.6)

8.23 Folie av PVC

TABELL 8.7

Deformation (pilhöjd h och töjning ϵ) i folie av PVC samt utdrags-
spänning i fästdon vid tillåten last = $0,6 \cdot$ brottlast enligt be-
lastningsmodell II

Avstånd mellan in- fästn. don $l_1 \times l_2, m$	Last- area $l_1 \times l_2, m^2$	Tillåten last (vindlast) kN/m^2	Deformation vid bel.mod.I		Tillåten last pr fästdon ¹⁾ kN
			h, m	$\epsilon, \%$	
0,9 x 0,4	0,36	1,30 (1,35)	0,08	1,7	0,47
0,9 x 0,6	0,54	1,00 (1,05)	0,08	1,4	0,54
0,9 x 0,8	0,72	0,90 (0,95)	0,09	1,5	0,65

Anm. 1) Dock måste även infästningen i bär-
verket kontrolleras (Jfr. TABELL 2.6)

8.24 Folie av IIR

TABELL 8.8

Deformation (pilhöjd h och töjning ϵ) i folie av IIR samt utdrags-
spänning i fästdon vid tillåten last = $0,6 \cdot$ brottlast enligt be-
lastningsmodell II

Avstånd mellan in- fästn. don $l_1 \times l_2, m$	Last- area $l_1 \times l_2, m^2$	Tillåten last (vindlast) kN/m^2	Deformation vid bel.mod.I		Tillåten last pr fästdon ¹⁾ kN
			h, m	$\epsilon, \%$	
1,2 x 0,4	0,48	1,60 (1,65)	0,13	2,8	0,77
1,2 x 0,6	0,72	1,40 (1,45)	0,13	2,4	1,01
1,2 x 0,8	0,96	1,25 (1,30)	0,13	2,2	1,20

Anm. 1) Dock måste även infästningen i bär-
verket kontrolleras (Jfr. TABELL 2.6)

8.3 Dimensioneringsreglernas tillämpning

Om dimensionerande vindlast, uträknad enligt kap 3, inte överstiger högsta tillåtna vindlast vid $l_2 = 0,4$ m (FIG 8.2) kan det aktuella tätskiktet monteras med "ordinarie" l_1 -avstånd, dvs med fästdon endast i längdskarvarna, (FIG 8.1). Om vindlasten är lägre kan större l_2 -avstånd väljas enligt kurvan för tätskiktsmaterialet.

Lasten som påverkar fästdonet vid den tillåtna vindlastnivån framgår av FIG 8.3. Om denna last överstiger kapaciteten (tillåten utdragskraft) för fästdonet, måste antalet infästningspunkter ökas i relation till lastpåverkan.

Om dimensionerande vindlast överstiger högsta tillåtna vindlast vid $l_2 = 0,4$ m, måste infästningsavståndet l_1 halveras. Därvid blir fästdonets lastkapacitet dimensionerande, eftersom spänningen i tätskiktet reduceras till mindre än hälften av värdet vid fullt l_2 -avstånd.

Om fästdon av denna anledning placeras även utanför tätskiktets längdskarvar, måste naturligtvis följas de särskilda arbetsanvisningar som då gäller för täckning av bricka och skruvskalle.

FIG 8.1

Avstånd mellan infästningsdon (i längdskarvar) $l_1 = 0,9$ m för YAP + SAP, ECB och PVC samt 1,2 m för IIR; $l_2 =$ variabel.

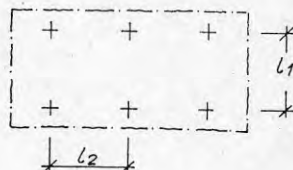
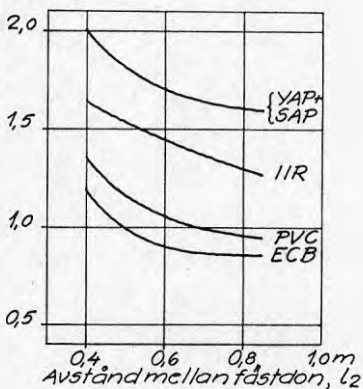
Tillåten vindlast
kN/m²

FIG 8.2

Tillåten vindlast som funktion av avståndet l_2 mellan fästpunkterna med hänsyn till spänningen i tätskikt-fästdon och töjningen i tätskikt

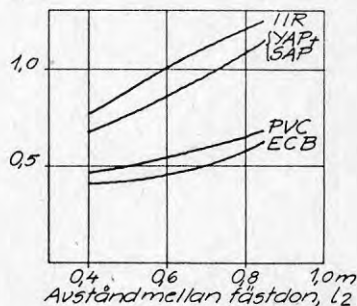
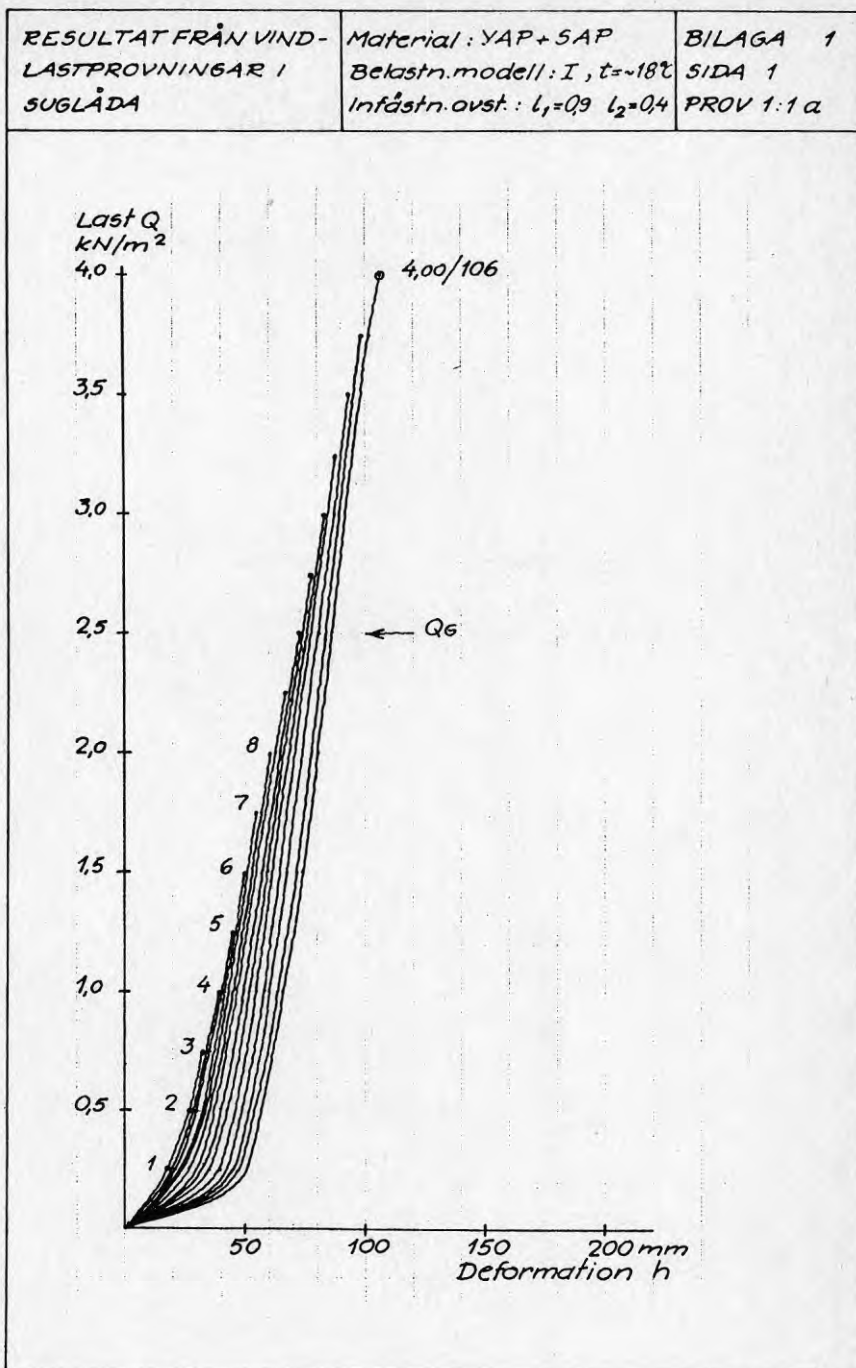
Tillåten last pr fästpunkt
kN

FIG 8.3

Tillåten last per fästpunkt. (Kontrollera dock även lastkapaciteten med hänsyn till utdragskraften fästdon-bärverk!)

9 LITTERATUR

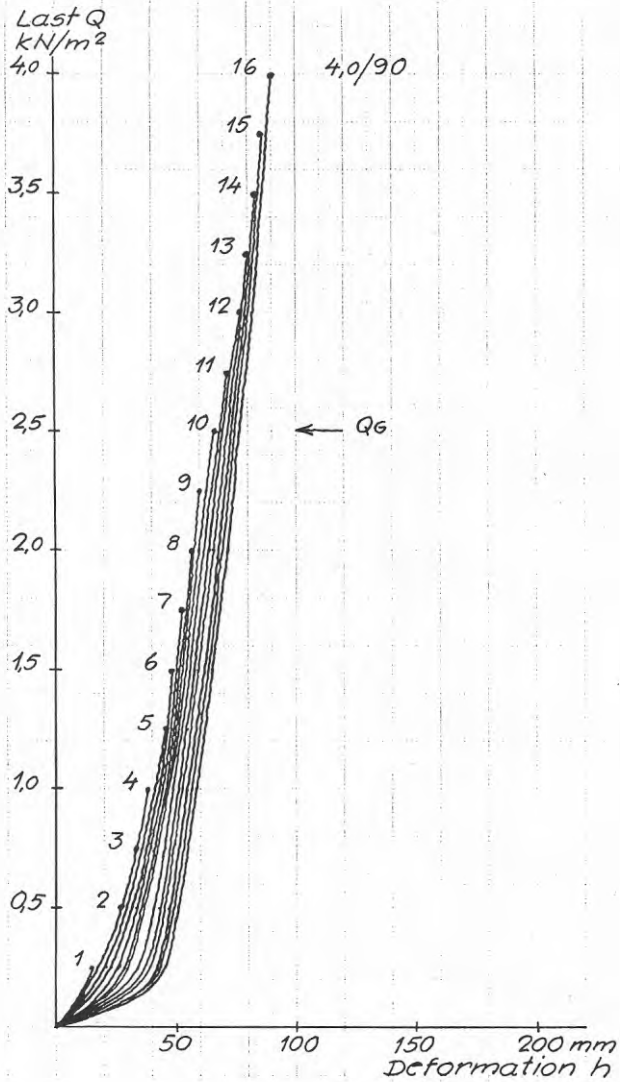
- (1) Johansson, G: Stormskador i västra Sverige. Byggforskningen, rapport R 33:1970
- (2) Holmberg, Å: Stormskador på byggnader. Byggforskningen, rapport R 29:1970
- (3) Falk, H, Hellers, B G, Holmgren, J, och Höglund, F: Stormskador i Stockholmsområdet, rapport R 44:1970
- (4) Johansson, G: Utvändigt isolerade plåttak Byggforskningen, rapport T 22:1978
- (5) Svensk Byggnorm - SBN 1980, Statens Planverk
- (6) Svensk Standard, SS 23 68 05, Byggpapp - Provningar
- (7) Sentler, L: Provning av Icopal takpapp, rapport TVBK - 7012, LTH, Lund 1982
- (8) Takproducenternes Forskningsgruppe, c/o NBI, Trondheim: Mekaniske festemidler for takteking, informasjonsblad nr 2 - 1980
- (9) SBN Godkännanderegler 1975:4, Hållfasthetsdimensionering genom provning

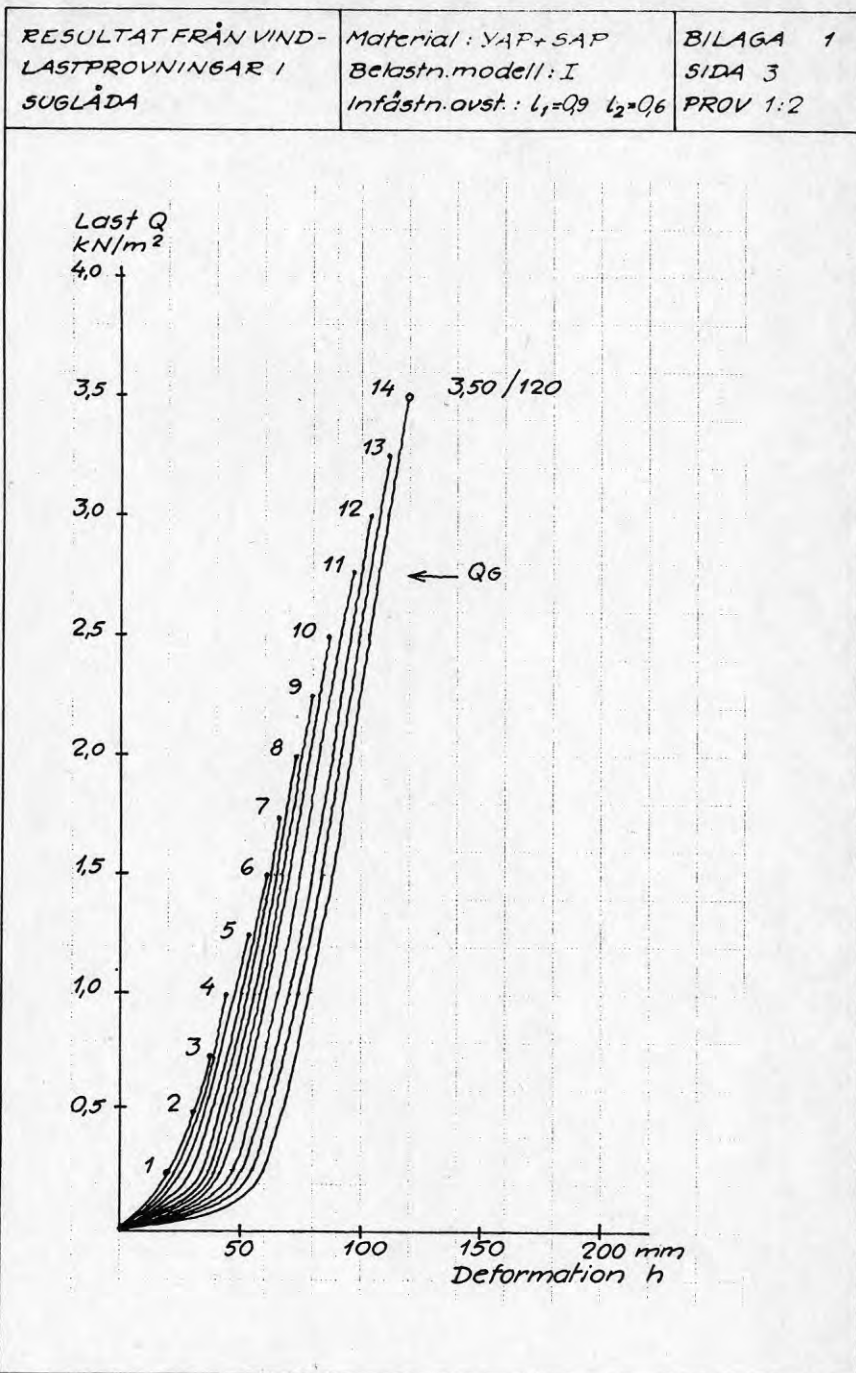


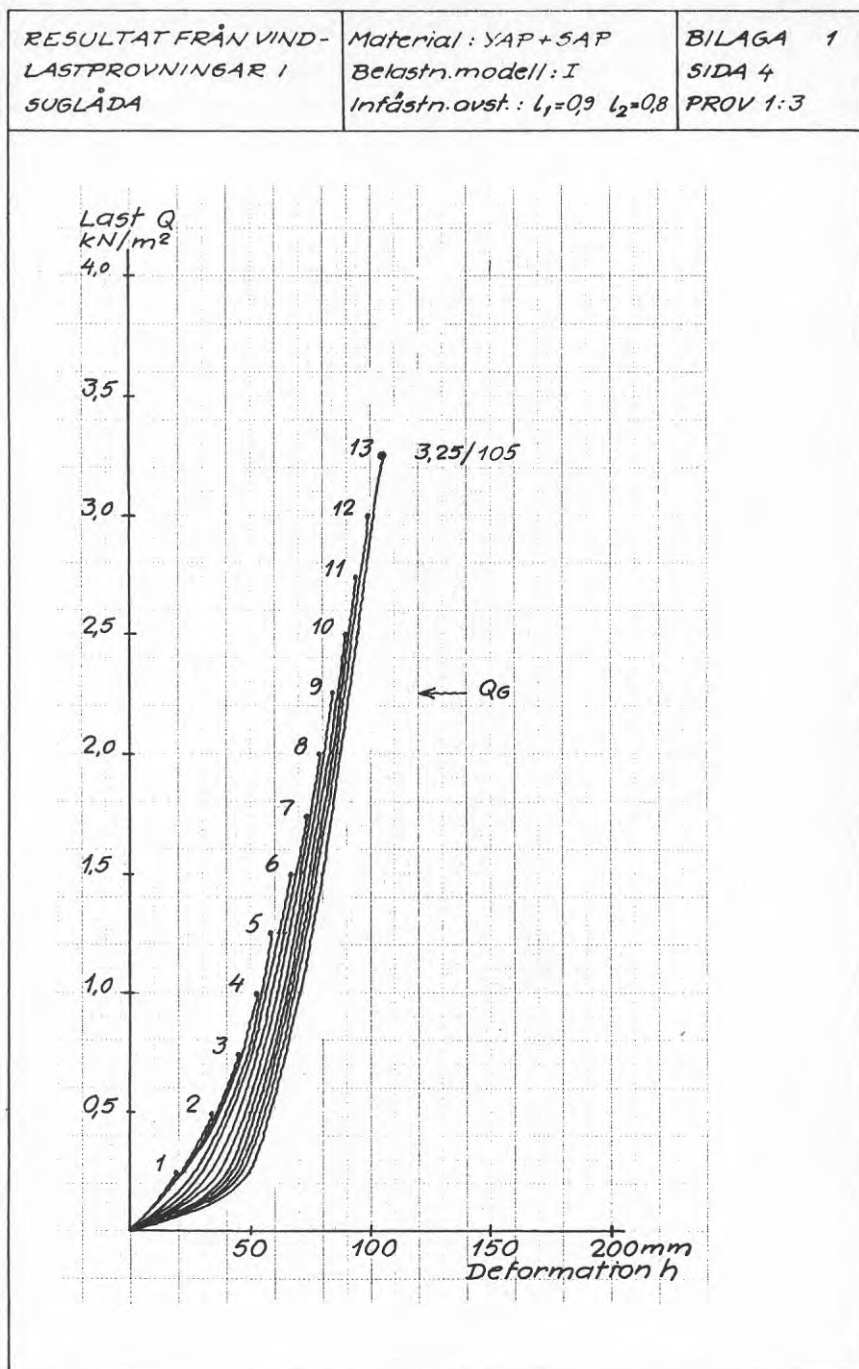
RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material: YAP+5AP
Belastn. modell: I, $t = \pm 0^\circ\text{C}$
Infästn. ovst.: $l_1 = Q3$ $l_2 = Q4$

BILAGA 1
SIDA 2
PROV 1:1 b



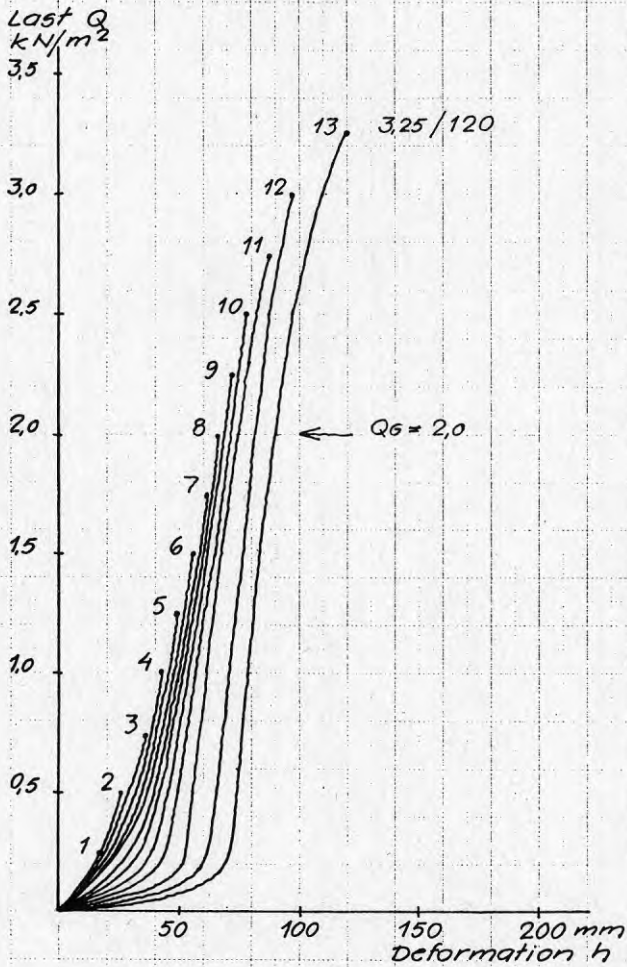


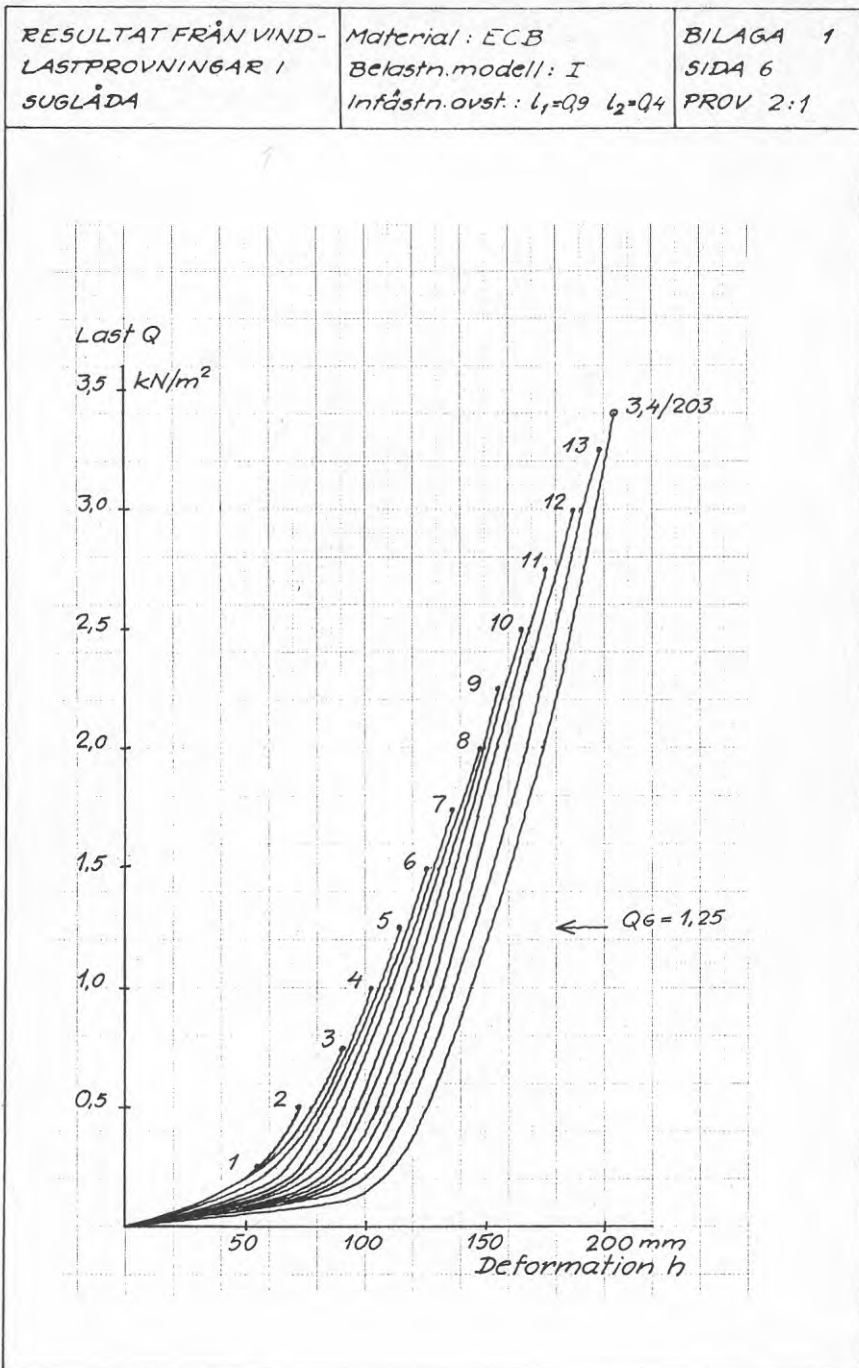


RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material: YAP+5AP
Belastn.modell: II
Infästn.ovst.: $l_1=0,9$ $l_2=0,4$

BILAGA 1
SIDA 5
PROV 1.4

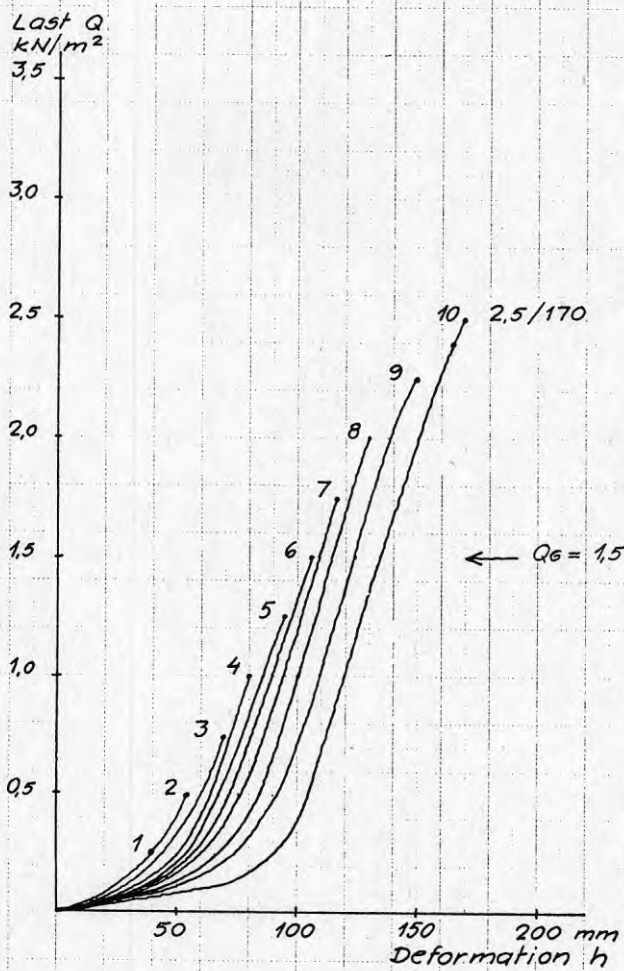


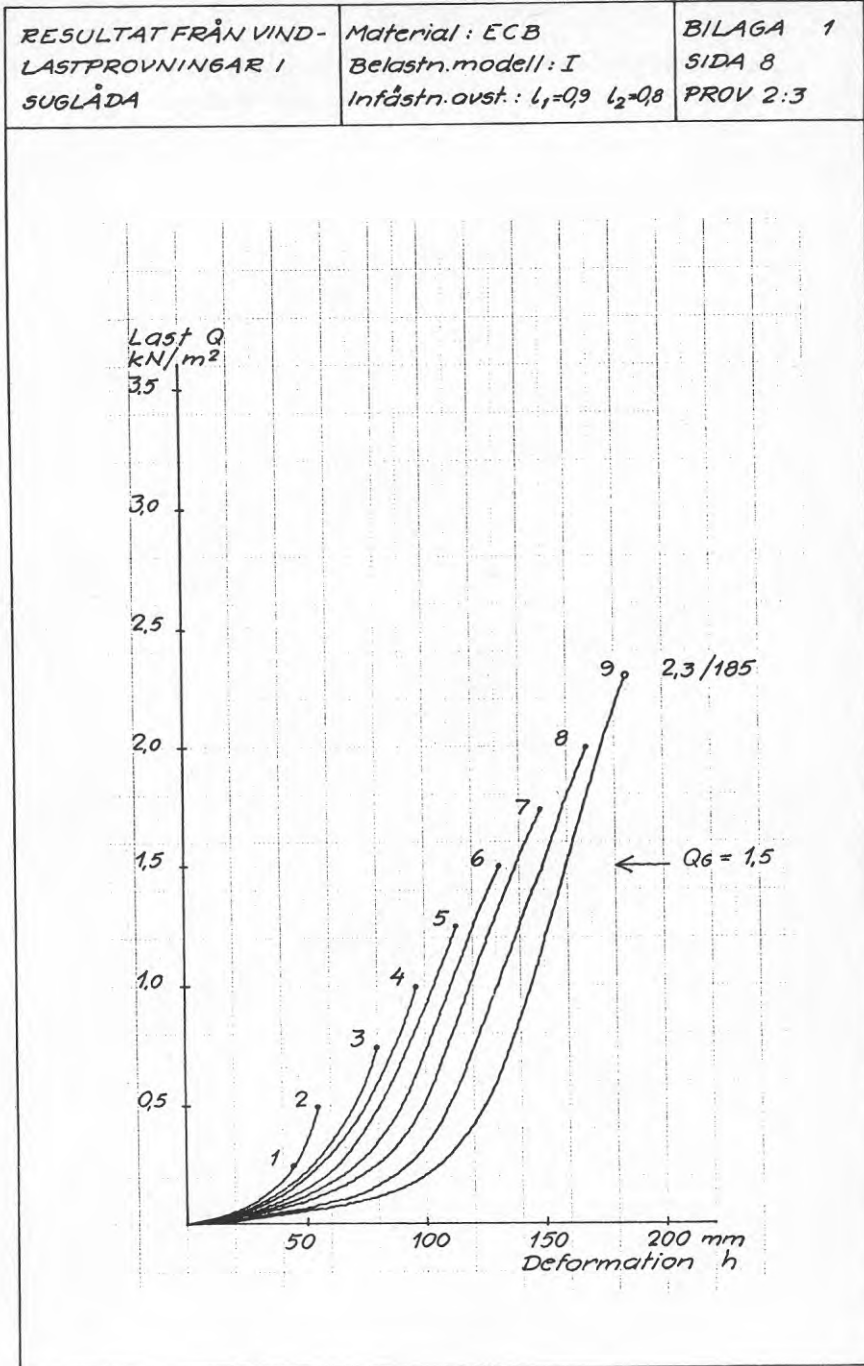


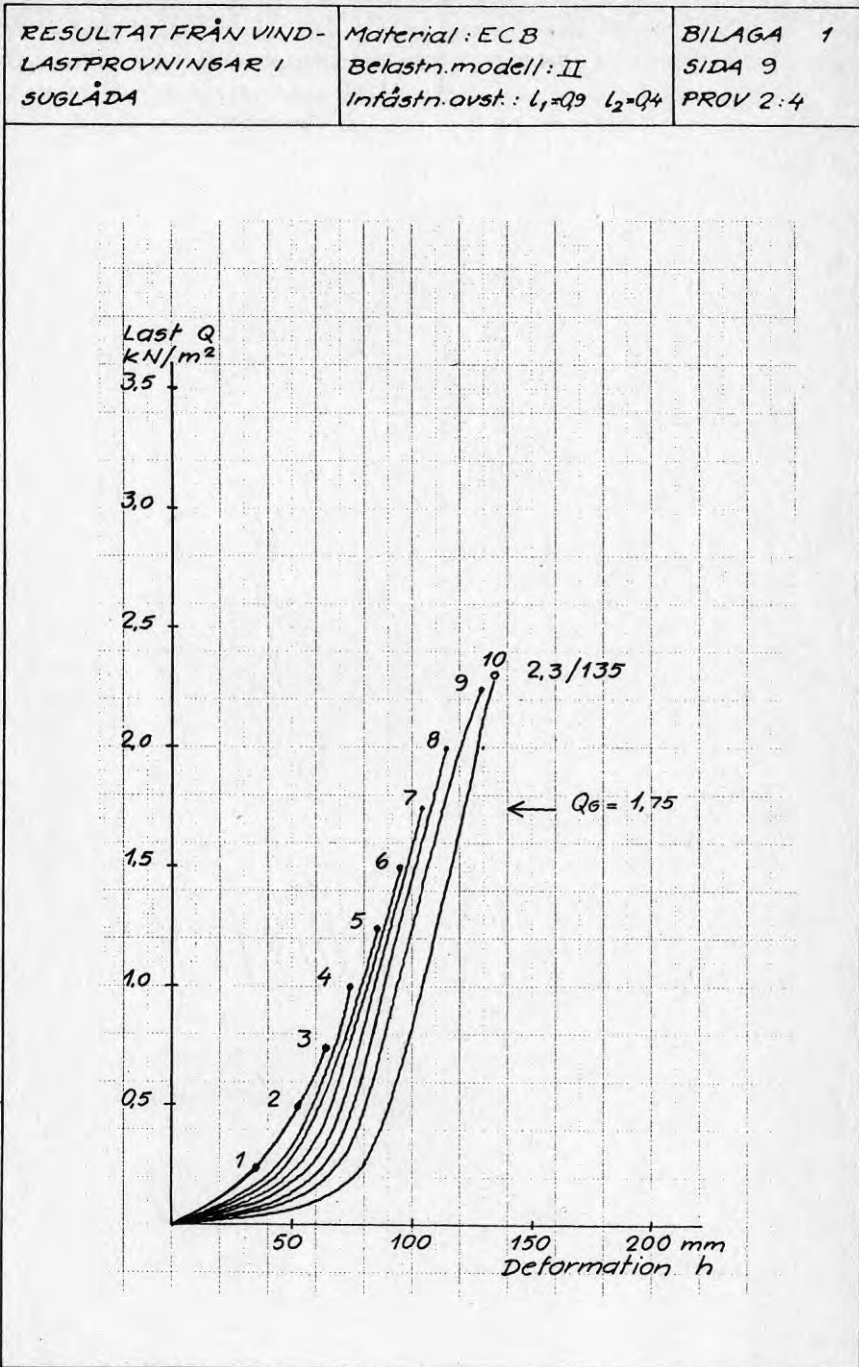
RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material : ECB
Belastn.modell : I
Infästn.ovst : $l_1=0,9$ $l_2=0,6$

BILAGA 1
SIDA 7
PROV 2:2



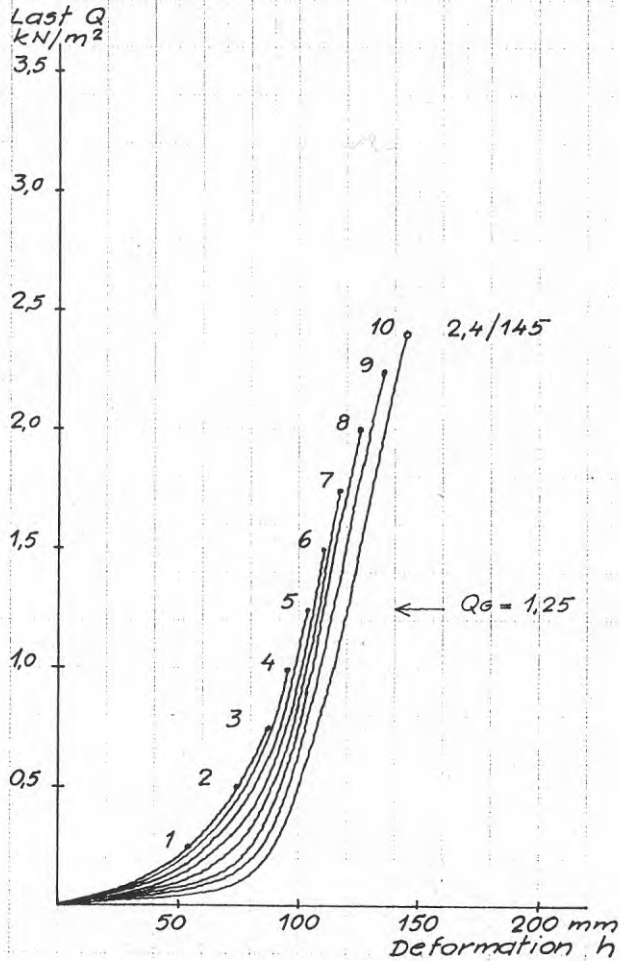


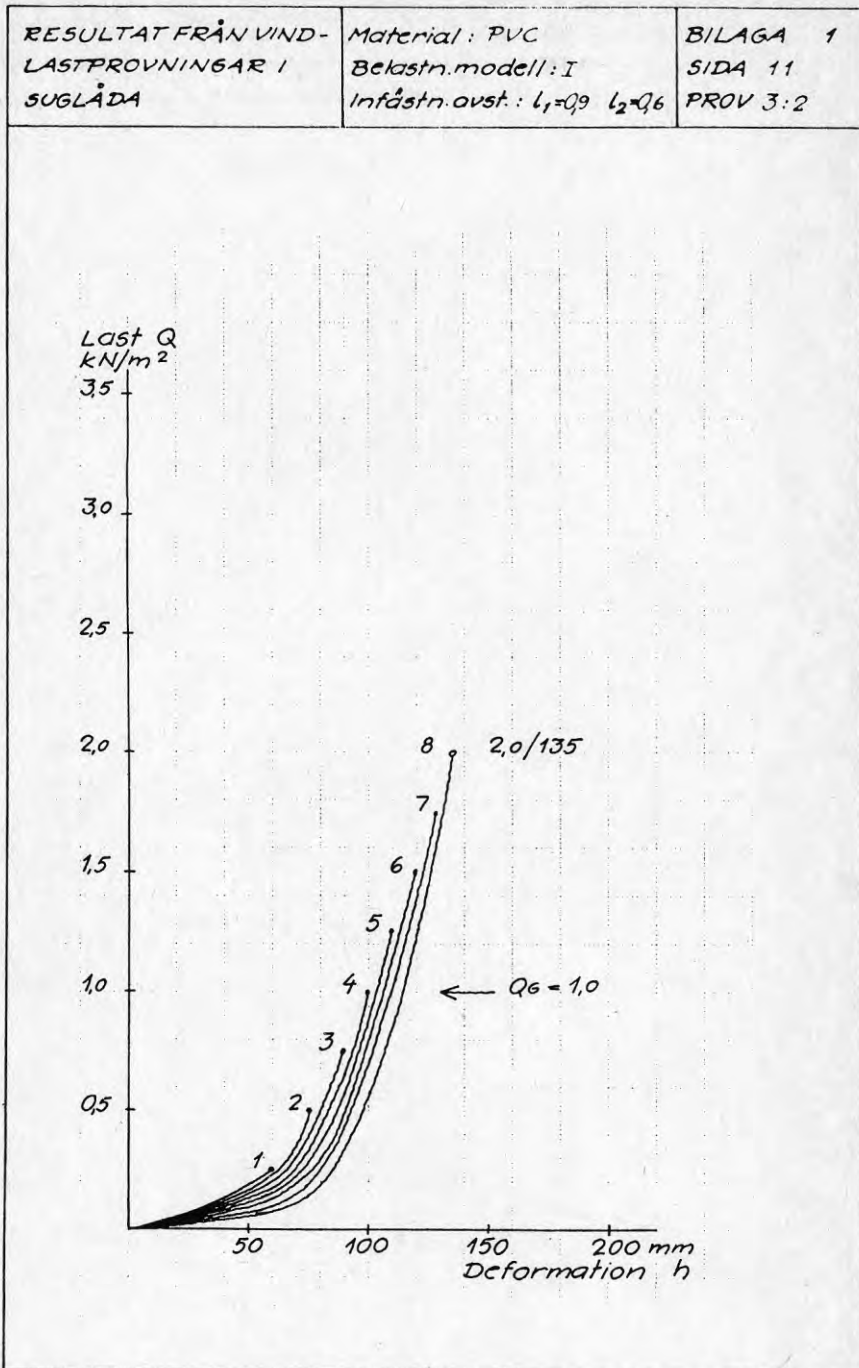


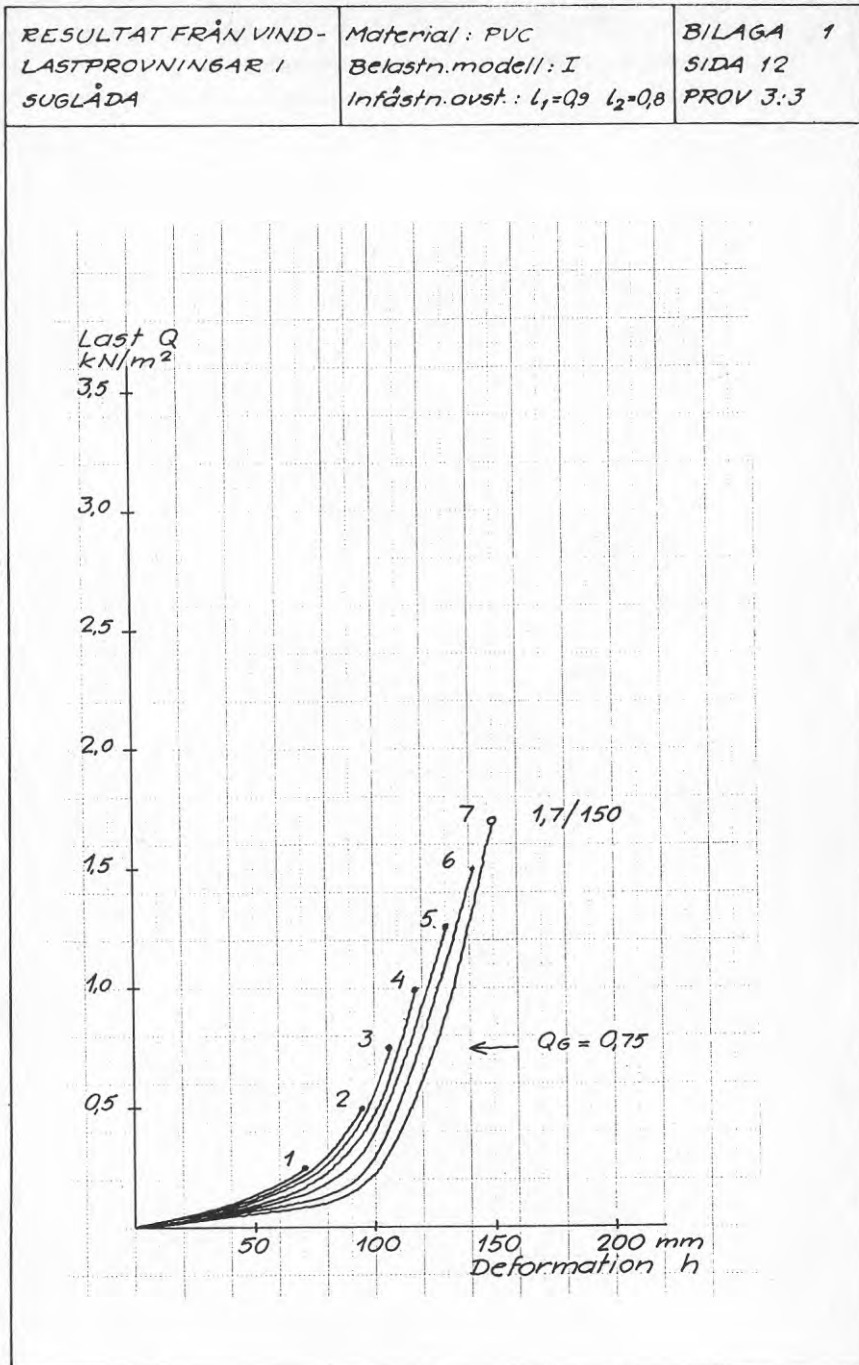
RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

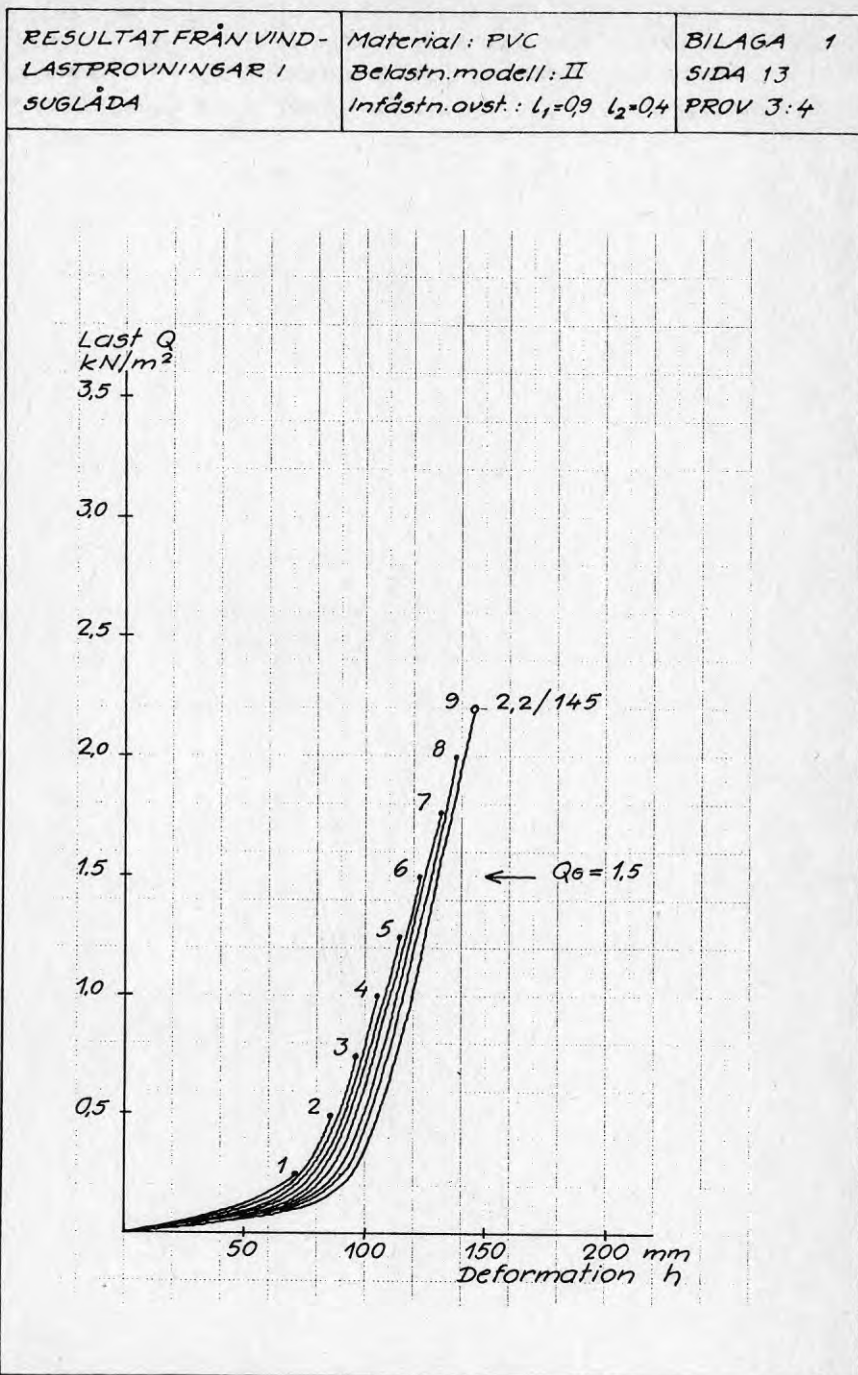
Material: PVC
Belastn.modell: I
Infästn.ovst.: $l_1=0,9$ $l_2=0,4$

BILAGA 1
SIDA 10
PROV 3:1





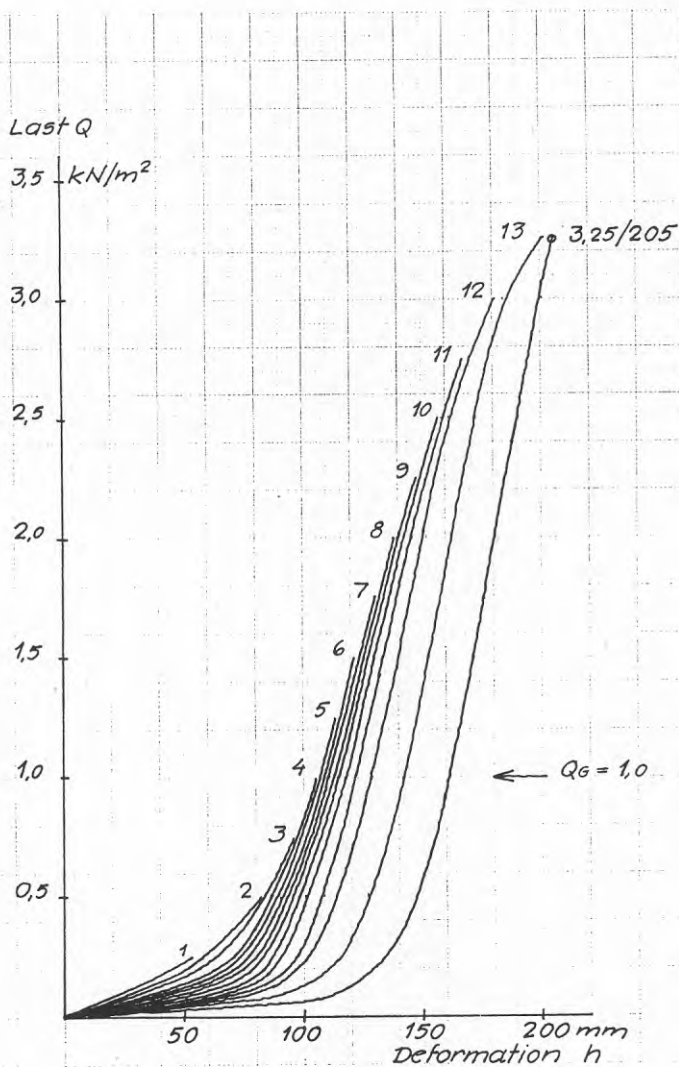




RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material: IIR
Belastn. modell: I
Infästn. ovst.: $l_1=1,2$ $l_2=0,4$

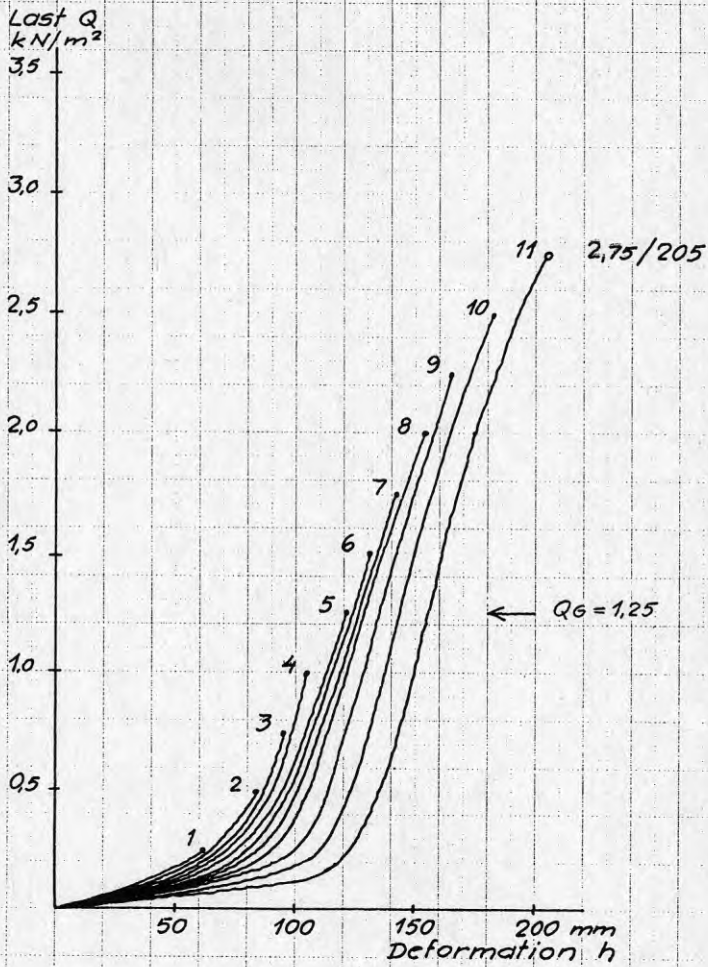
BILAGA 1
SIDA 14
PROV 4:1



RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material: IIR
Belastn. modell: I
Infästn. ovst.: $l_1=1,2$ $l_2=0,6$

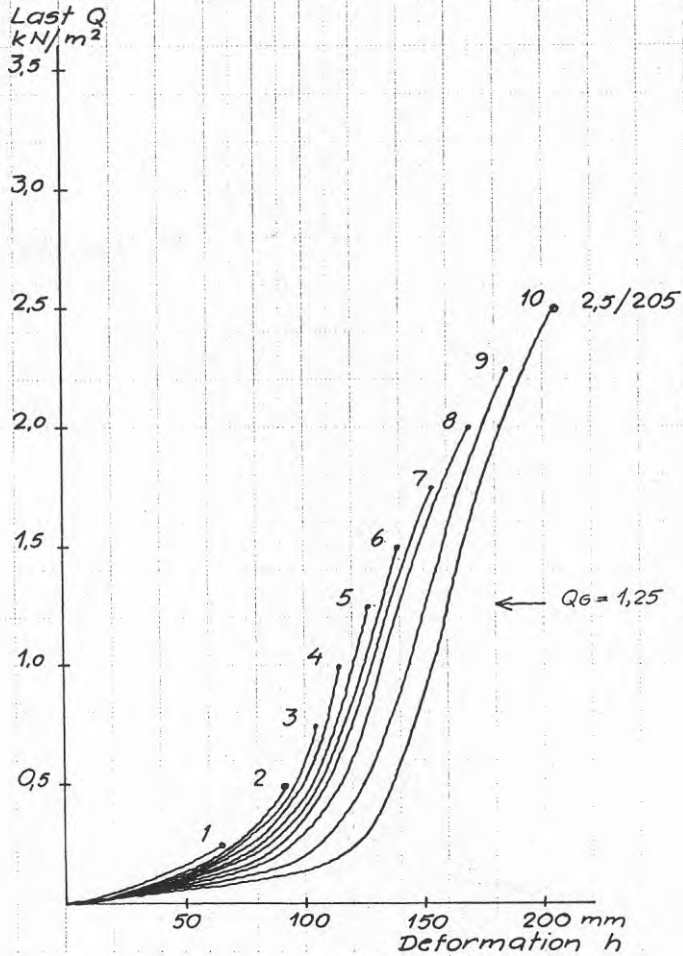
BILAGA 1
SIDA 15
PROV 4:2



RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material: IIR
Belastn.modell: I
Infästn.ovst: $l_1=1,2$ $l_2=0,8$

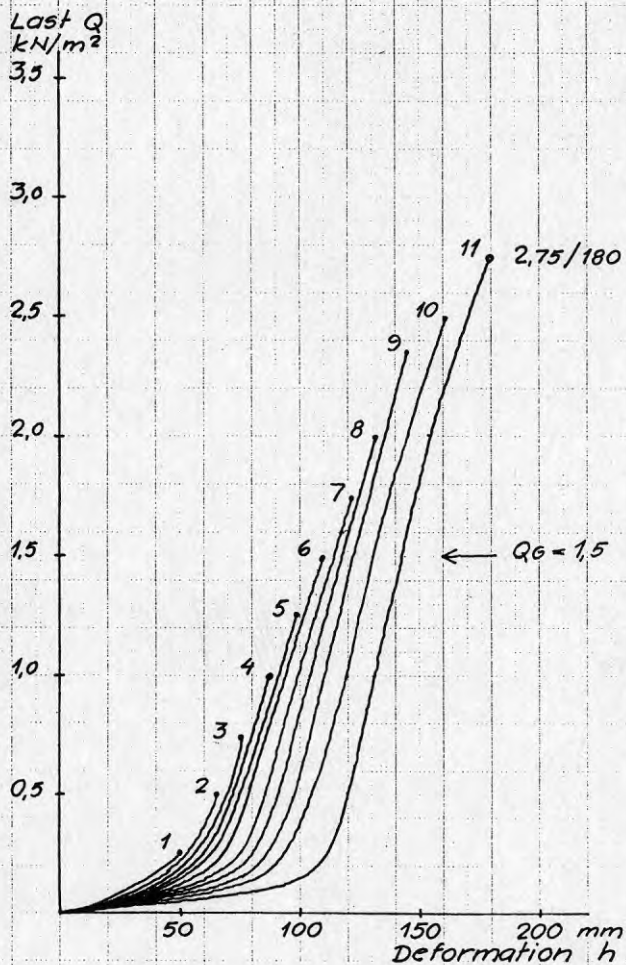
BILAGA 1
SIDA 16
PROV 4:3

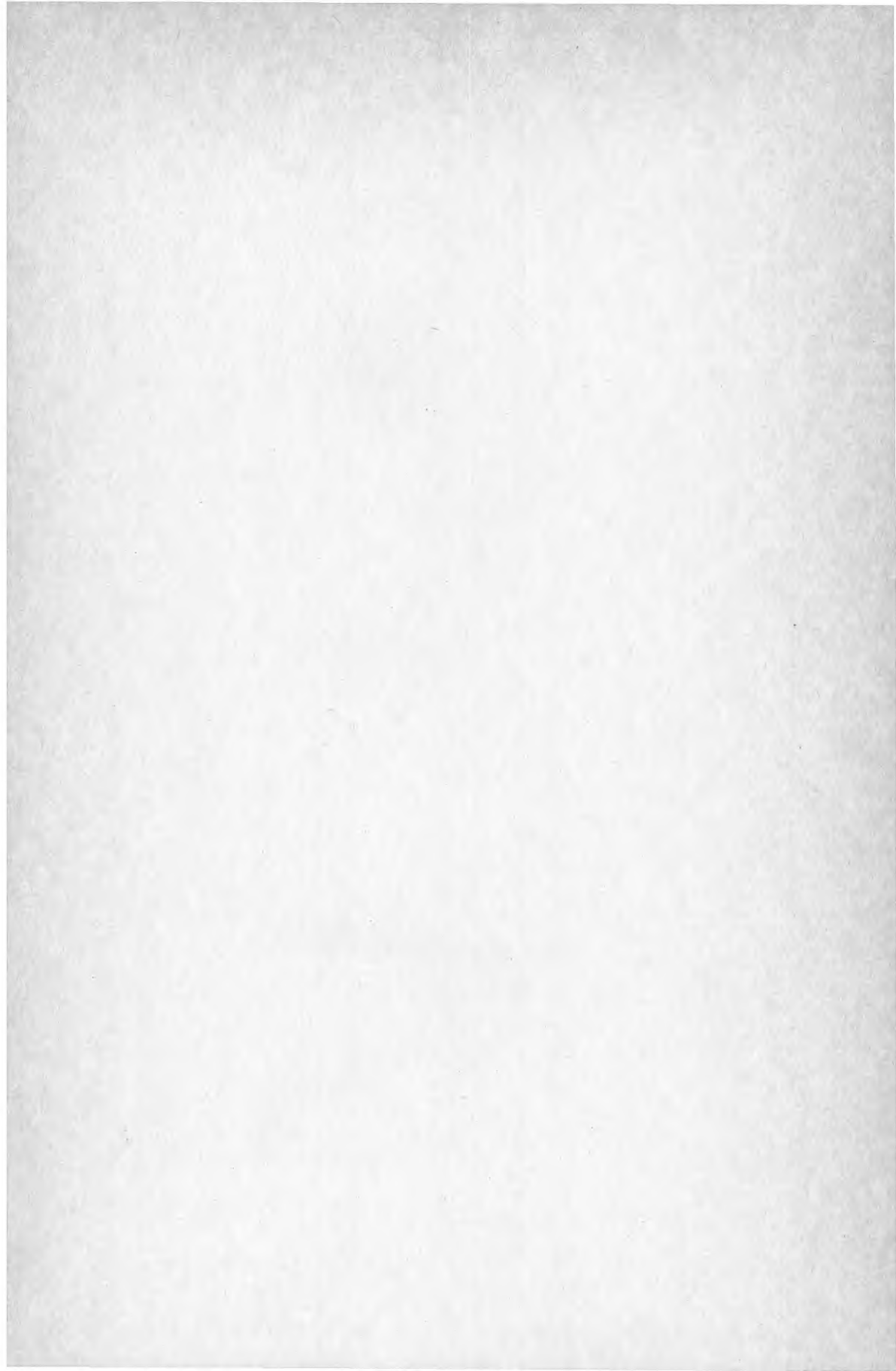


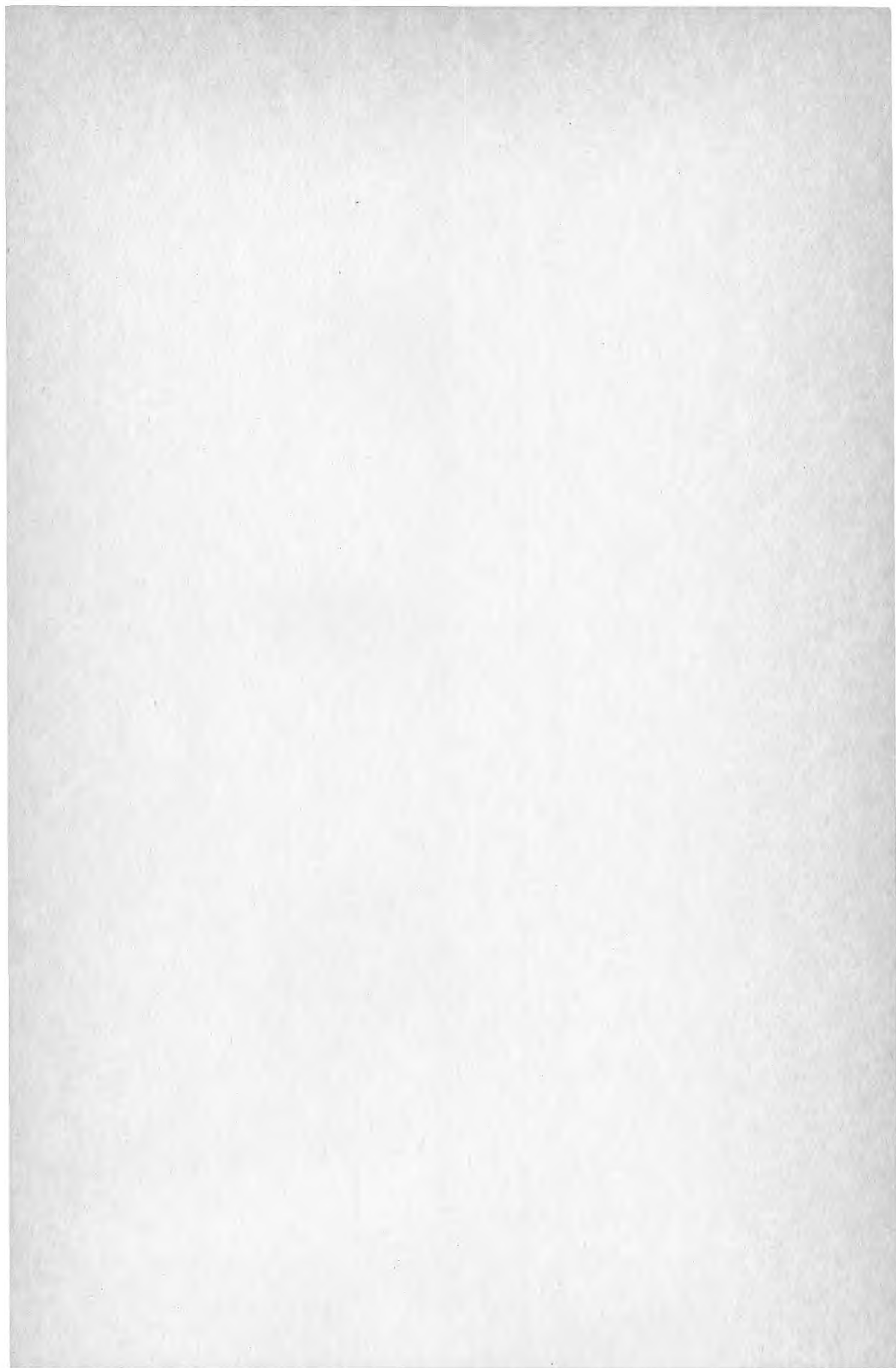
RESULTAT FRÅN VIND-
LASTPROVNINGAR I
SUGLÅDA

Material: IIR
Belastn. modell: II
Infästn. ovst.: $l_1=1,2$ $l_2=0,4$

BILAGA 1
SIDA 17
PROV 4:4







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830008-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Sune Nilsson,
Ingenjörbyrå, Malmö.**

R17: 1985

ISBN 91-540-4336-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705017

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirka pris: 35 kr exkl moms