



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.



## Fuktproblem vid ytterväggar av betongelement

Hageby-Smedby-området i Norrköping

Oscar Beijer

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	80-0597
Flac	Ser

R  
B.H.

R31:1980

FUKTPROBLEM VID YTTERVÄGGAR AV BETONGELEMENT  
Hageby-Smedby-området i Norrköping

Oscar Beijer

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780726-1  
från Statens råd för byggnadsforskning till Cement-  
och betonginstitutet, Stockholm.

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

R31:1980

ISBN 91-540-3199-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 050971

## INNEHÅLL

1	ORIENTERING.....	4
2	OMRÅDETS LÄGE OCH UTSEENDE.....	5
3	YTTERVÄGGARNAS KONSTRUKTIVA UTFORMNING.....	16
4	SLAGREGNS INVERKAN PÅ BETONGFASADER.....	20
5	SLAGREGN, RIKTNING OCH MÄNGDER.....	23
6	TIDIGARE MÄTNINGAR OCH UTREDNINGAR	
	SLUTSATSER HÄRUR.....	25
6.1	Tidpunkt för skadeanmälan. Typ av fuktskada..	26
6.2	Skadefrekvens olika år.....	26
6.3	Skadors fördelning på fasaderna. Inverkan av fasaddetaljer.....	28
6.4	Inverkan av väderstreck och byggnadernas läge.....	32
6.5	Sammanfattning av resultat av tidigare mätningar.....	34
7	IAKTTAGELSER VID INSPEKTION HÖSTEN 1978.....	35
8	SANNOLIKA LÄCKVÄGAR.....	37
9	MÖJLIGA KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR.....	39
10	SYNPUNKTER AV LAGNINGSÅTGÄRDER.....	41
11	SAMMANFATTNING.....	42
	BILAGA 1: Anteckningar ifrån rundvandring i Smedby-området 1978-10-14.....	44
	BILAGA 2: Beträffande val av fogmassor till SABO-fastigheter i Norrköping.....	45

## 1 ORIENTERING

Under främst 60-talet och början av 70-talet byggdes en stor mängd hyreshus med betongelementfasader. I dessa har uppträtt problem med fuktskador.

Skadorna har i många fall i äldre väggkonstruktioner den omfattningen att de medför avsevärda underhållskostnader. Orsakerna bakom fuktskadorna är ofta oklara och svåråtkomliga.

Detta medför att det många gånger är svårt att avgöra vilka reparations- och underhållsåtgärder, som bör tillgripas för att skadorna ej skall uppträda på nytt sedan synliga fel - t ex nedfuktade tapeter - åtgärdats.

Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag, SABO, har tillgång till erfarenheter från omfattningen av fuktskador från ett stort antal bostadsområden med betongelementfasader. De har av Statens råd för Byggnadsforskning, BFR, erhållit anslag (projekt-nummer 780726-1) för att studera orsakerna bakom vanliga uppträdande skador och därjämte försöka finna lämpliga metoder att utreda sådana skadefall.

Som en pilotstudie har därvid valts en utredning om fuktskador i området Hageby-Smedby i Norrköping ägt av Norrköpings kommun stiftelse HYRESBOSTÄDER.

Området omfattar 34 st vanligen 58 m långa 3-våningshyreshus. De byggdes åren 1965-1966. Viss statistik

har förts över skadefrekvenser och skadors lägen.

SABO har givit Cement- och betonginstitutet i uppdrag att genomföra denna pilotstudie. Erfarenheter från ett BFR-bekostat forskningsprojekt "Fasader av betongelement" (projektnummer 720444-21c 1053:2) har därvid kunnat nyttiggöras.

I ett tidigt skede kunde slutsatsen dras att fukt-skadorna inom detta område med all sannolikhet i första hand orsakas av inträngande slagregn. (Jfr punkt 4 och 6.1). Utredningsarbetet har därför i första hand inriktats mot att försöka finna sannolikaste läckvägar.

## 2 OMRÅDETS LÄGE OCH UTSEENDE

Hageby-Smedby-området ligger i Norrköpings sydöstra del. Jfr FIG 1. Området, som ligger nära Kungsängens flygplats, är relativt flackt. Ett par mindre höjdstreckningar ligger i sydost och sydväst. Bebyggelsen runt om är ej högre än inom området självt.

Nämndvärd lokal påverkan på vindriktningarna och därmed på slagregnsriktningarna över området är sålunda ej att räkna med.

På FIG 2 visas en detaljplan över området, på vilken även redovisas en numrering av huslängorna. I södra centrala delen ligger två 9-vånings höghus - nr 36 och 37 - och ett daghem. Utredningen har ej omfattat dessa byggnader. Av 3-våningshusen finns två huvudtyper - den ena med balkonger på entrésidan (insidan), den andra med balkonger på utsidan. Av FIG 3 framgår i vilka väderstreck de två hustyperna ligger. De må anmärkas att vardagsrummen i hus-typen 2 enligt FIG 3 har extra höga fönster.

Vyer av fasader och gavlar redovisas i FIG 4-8. Balkongerna är utbyggda med hela sidor av betongelement.

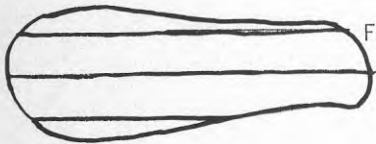
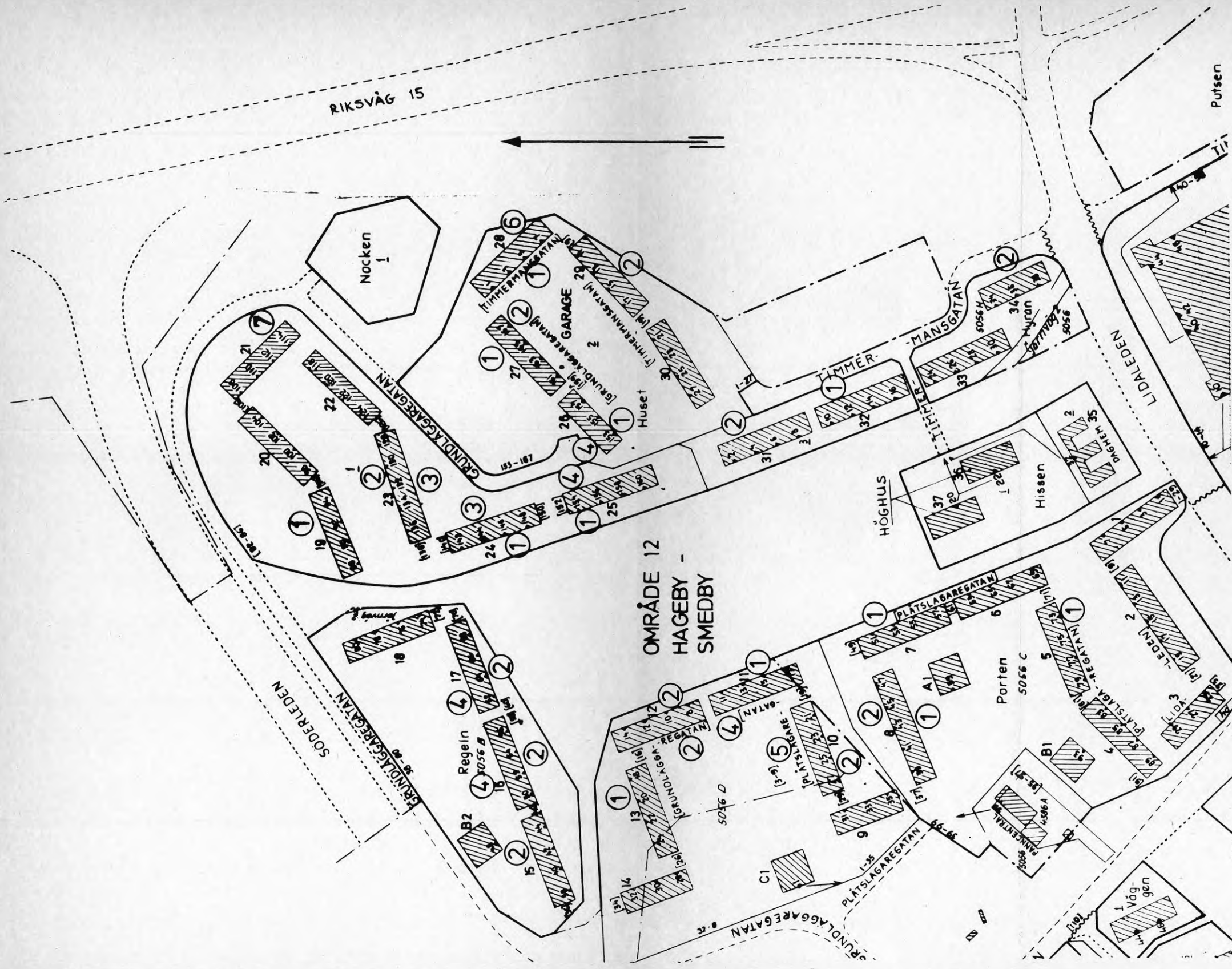


FIG 1 Ungefärligt läge av höjdsträckningar med angiven höjd över omgivningen.

500 m





OMRÅDE 12  
HAGEBY -  
SMEDBY

FIG 2 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
element i Hageby-Smedbyområdet.  
Plan över området  
Antal skador år 1975-76

Utdrag ur adressnummerto för  
Norrköping, blad nr 66C:bd.

Beteckningar

- ① Antal skador innanför  
resp långfasad
- ② Husnummer



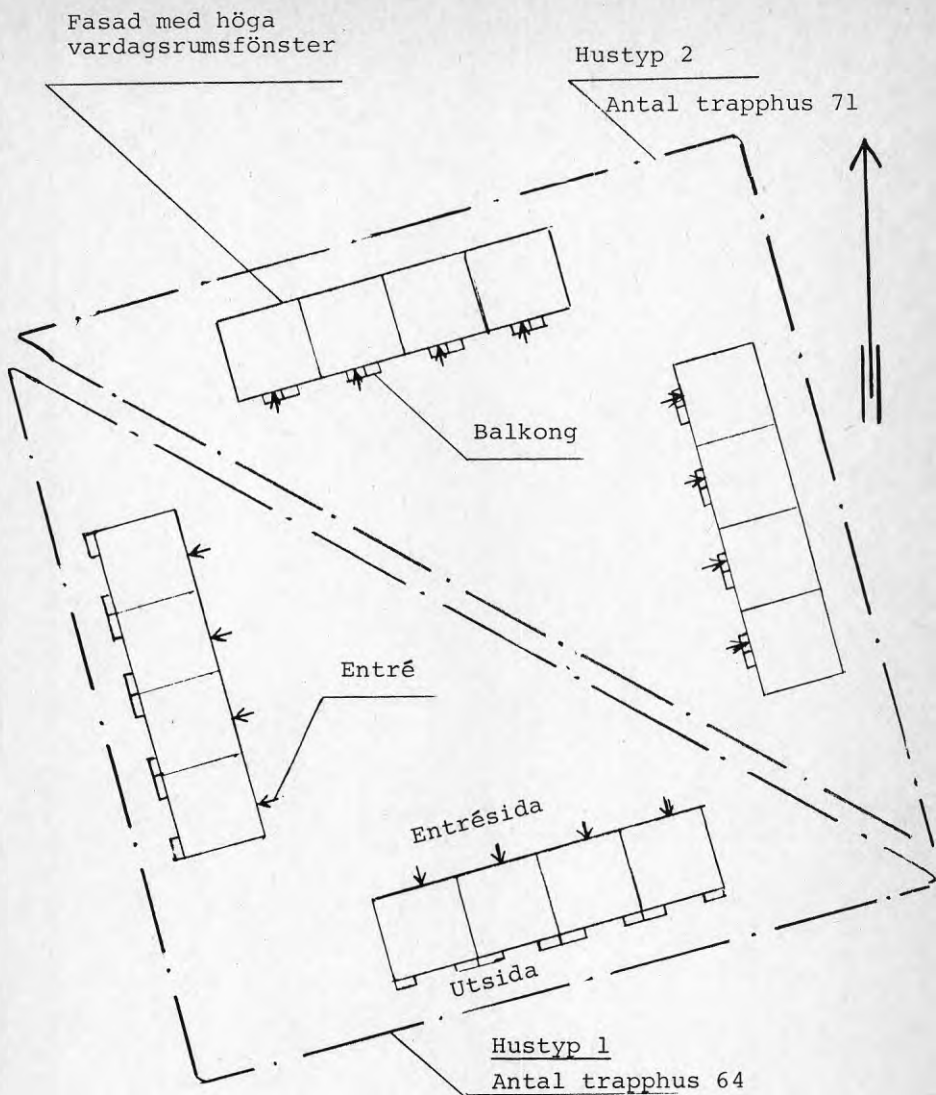
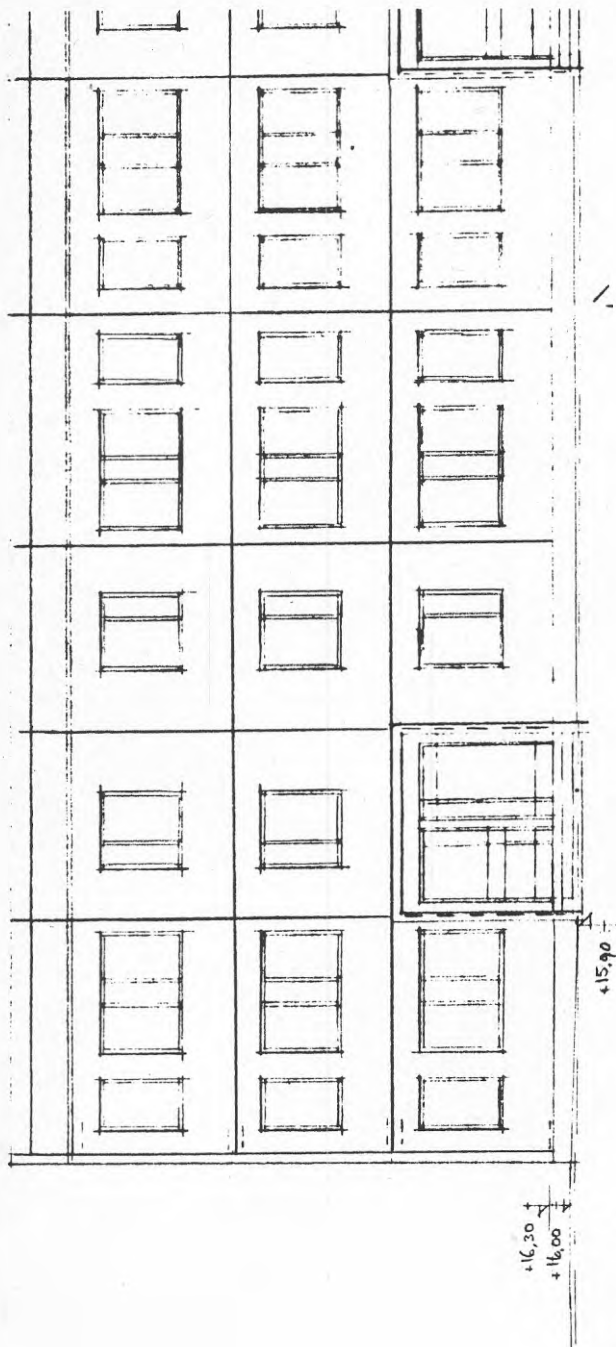


FIG 3 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-element i Hageby-Smedbyområdet.  
Hustyper



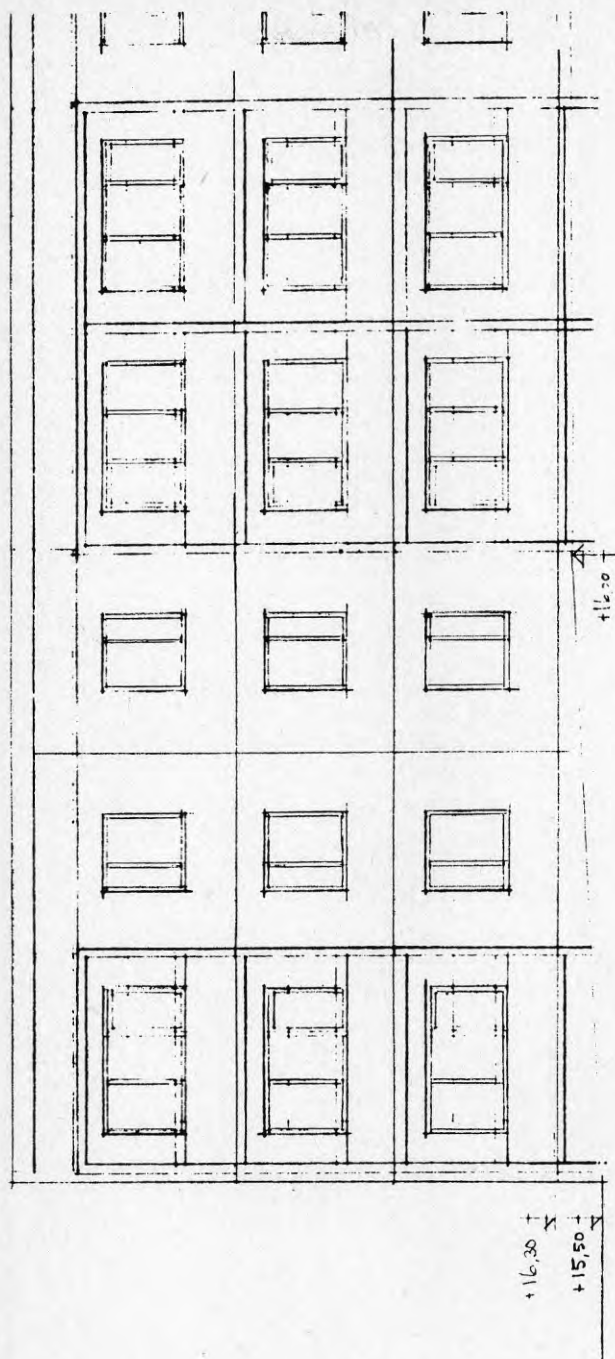
— FXSAD MOT NORDPST —

Karakteristika:

Inga balkonger

Genomgående normalhöga fönster.

FIG 4 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
element i Hageby-Smedbyområdet.  
Fasader på hustyp 1 på entrésidan.



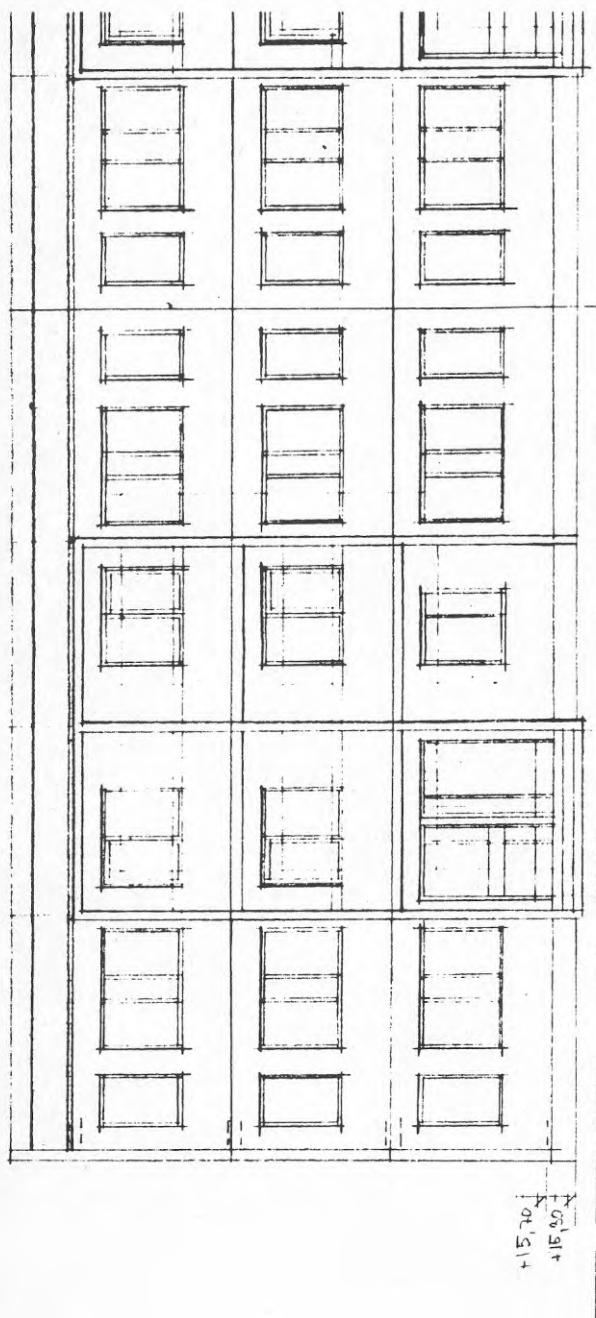
FASAD VÄST SYDVÄST

Karakteristika:

Balkonger

Normalhöga fönster

FIG 5 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
element i Hageby-Smedbyområdet.  
Fasad på hustyp 1 på utsidan.

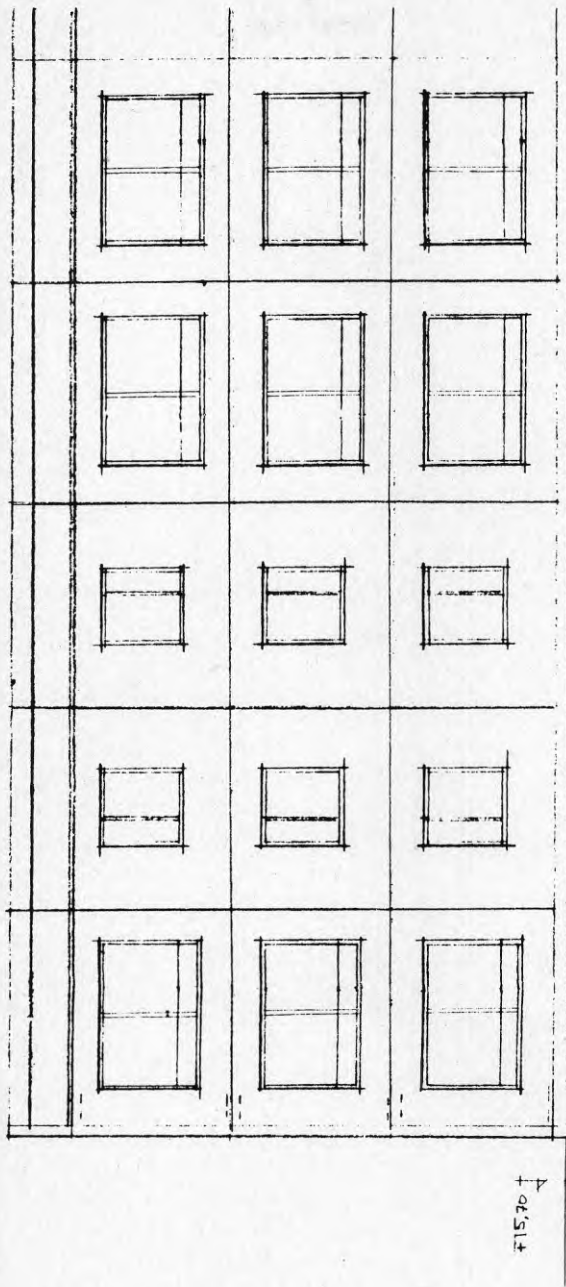


FASAD MOT SYDOST

Karakteristika:

- Balkonger
- Normalhöga fönster

FIG 6 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
element i Hageby-Smedbyområdet.  
Fasader på hustyp 2 på entrésidan.



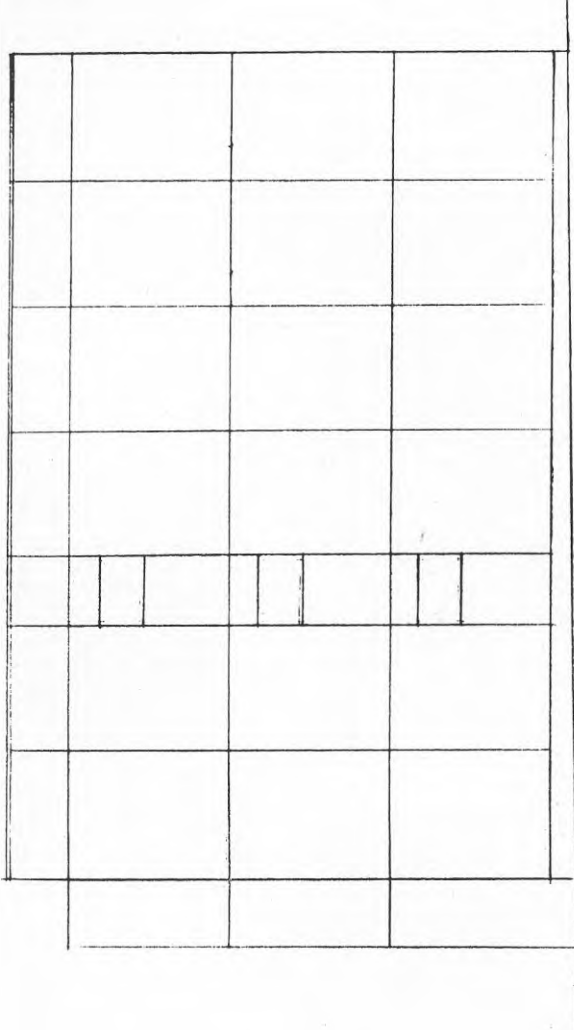
FASAD MOT NORDVÄST

Karakteristika:

Inga balkonger

Extra höga vardagsrumsfönster  
med fast underdel.

FIG 7 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
element i Hageby-Smedbyområdet.  
Fasader på hustyp 2 på utsidan.



**FASAD MOT NORDÖST**

Karakteristika: FIG 8 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
 Smalare betongelement element i Hageby-Smedbyområdet.  
 Gavlar.

Endast ett lodrätt fönsterband  
 små fönster.



## 3 YTTERVÄGGARNAS KONSTRUKTIVA UTFORMNING

Ytterväggarna utgörs av sandwichelement med en ytteryta av frilagd ballast. Elementen är våningshöga och har på långsidorna längder varierande mellan 3,2 och 4 m. Detaljer av isolering och fogar framgår av FIG 9.

Fogarna emellan elementen är av något äldre typ. På insidan är elementen fogade mot varandra och mot stommen med cementbruk. Någon speciell vindtätning härutöver finns ej på insidan.

Tätning mot vind och slagregn emellan ytterskivorna utgörs av fogmassa. Sådan tätning var enligt de ursprungliga ritningarna ej planerad från början utan har tillkommit i efterhand. Detta har medfört vissa nackdelar.

Fogbredden är väl liten - nominellt 12 mm både i vertikal och horisontalled. I praktiken innebär detta även vid små måttoleranser att de reella fogvidderna kan bli mycket små - kanske på vissa partier endast ett fåtal mm. Detta gör att fogmassans procentuella deformation blir hög vid de rörelser<sup>1)</sup> av fukt- och temperatur, som uppträder i ytterskivorna.

Vid friläggningen av ballasten på elementens utsida skyddades ej de ytor som fogmassan ansluter emot, varför dessa delvis har blivit oregelbundna och därför svårtätade.

I horisontalfogarna saknas den tröskel man numera utför för att hindra det vatten, som under slag-

---

1) Dessa kan vid de elementdimensioner som förekommer och det montagesätt som använts i detta fall uppgå till nära 2 mm på något dygn även vid kall väderlek.

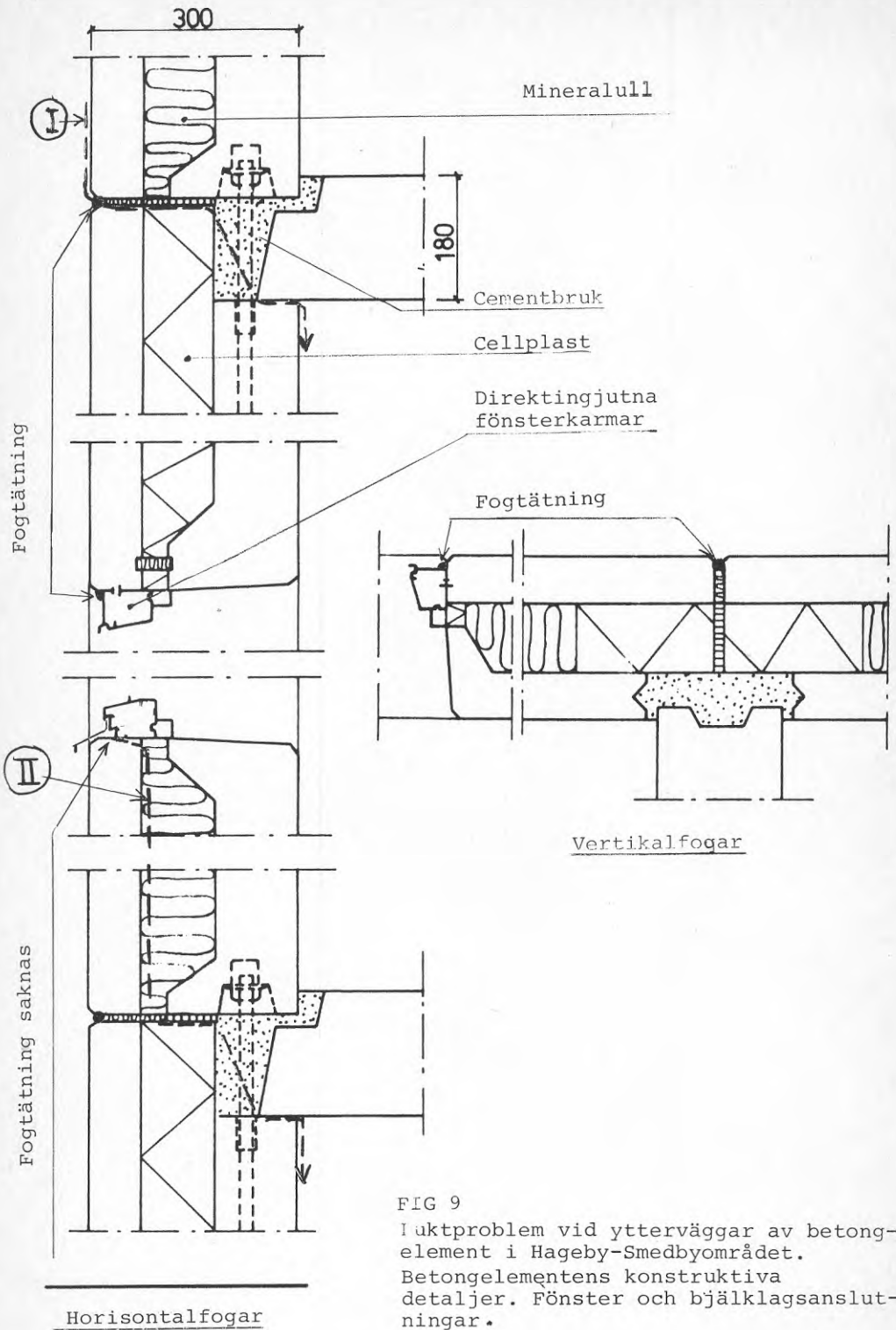


FIG 9

Iuktproblem vid ytterväggar av betongelement i Hageby-Smedbyområdet. Betongelementens konstruktiva detaljer. Fönster och bjälklagsanslutningar.

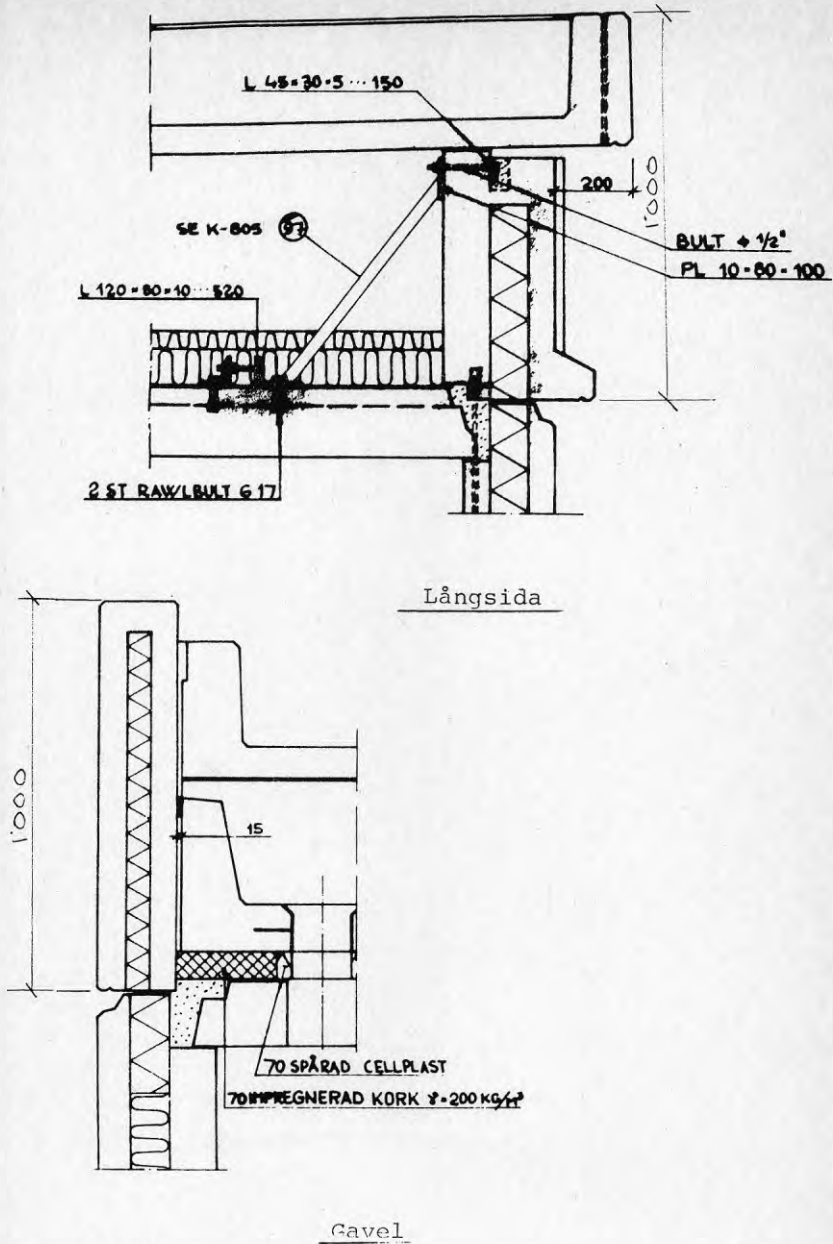


FIG 10 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
element i Hageby-Smedbyområdet.  
Betongelementens konstruktiva detaljer.  
Vägganslutningar mot tak.

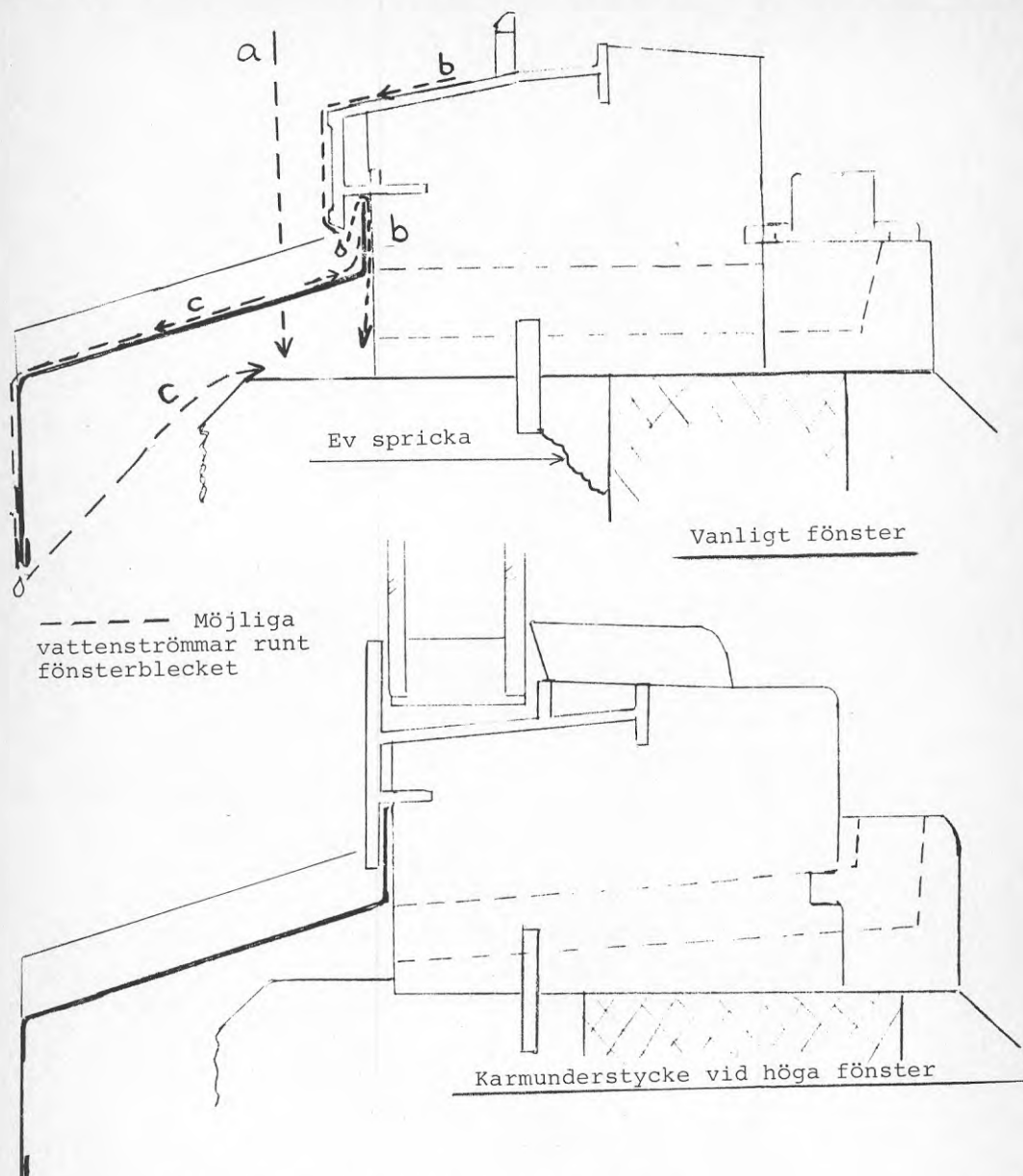


FIG 11 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-  
 element i Hageby-Smedbyområdet.  
 Detalj av karmunderstycken

regn rinner på fasaden, att av vindtryck pressas in i fogarna.

Fönsterkarmarna är av trä med yttre skoning av aluminium. Se även FIG 11. De är direktingjutna. I efterhand har en fogtätning skett på utsidan emellan karm och betong på de vertikala delarna och på överstycket. Sådan extra tätning finns ej mot karmunderstyckena vare sig på vanliga fönster eller på fasta fönsterpartier i vardagsrummen med förhöjda fönster.

Värmeisoleringen utgörs både av mineralull och cellplast, med en placering som framgår av FIG 9. Cellplast är placerad emot fogar både mot andra element och mot fönsterkarmar. Dock saknas enligt ritningarna sådana cellplastavgränsningar under fönstren och i elementens underkant. Någon dränering av isoleringsskiktet är ej redovisad på ritningarna. Enligt uppgift har dock vid omfogning vissa dräneringsrör ut genom fogmassan lagts in i korsen mellan elementens vertikala och horisontala fogar.

Detaljer av väggarnas översta partier jämte takanslutningar framgår av FIG 10.

Utformning av fönstrens karmunderstycken redovisas på FIG 11. Det kan anmärkas att fönsterblecken, som är fastspikade sedan karmarna gjutits in, är uppvikta i ändarna mot betongsidorna men ej tätade mot dessa.

När karmarna göts in var de helt insvepta i ett plastskydd, som senare skars bort. Hur denna plastfilm drogs i anslutning till den tätande plastfjäder som sticker ner i betongen ur karmen är ej helt klart - om plastfjädern fästes före eller efter plastinklädningen. En god kringgjutning förutsätter det senare förfarandet, men enligt uppgift kan kanske även det förra förekommit ibland.

Tättningsfjäders ligger på ritningarna nära ytter-skivans insida (=översida under gjutningen) varför mindre gjutningsavvikelse kan ha medfört att den hamnat mycket nära eller direkt emot isoleringen, i vilket fall dess tättningsfunktion faller bort. En viss osäkerhet vidlåder sålunda denna tättningskvalité.

Av betydelse för fuktrörelserna i ytterväggarna är att byggnaderna har ett ventilationssystem som beräknas ge ett undertryck vid insugningsventilerna av 6 mm vattenpelare.

#### 4 SLAGREGNS INVERKAN PÅ BETONGFASADER

Vid en bedömning av fuktskador i betongytterväggar erfordras en bakgrundskunskap om dels hur fukt-vandring sker i sådana väggar, dels hur slagregn arbetar mot en betongfasad. Här redovisas därför kortfattat några data härom, tagna främst ur CBI:s forskningsrapport 7:76.

Fuktvandring genom diffusion och kondens sker långsamt. Den tid som erfordras för att skador skall uppstå på grund härav rör sig veckor eller månader. Eftersom skadorna i Hageby-Smedby-området genomgående uppträtt i omedelbar anslutning till kraftiga slagregn kan i detta fall bortses ifrån denna typ av skador.

Vatten ifrån slagregn kan däremot snabbt tränga in i och transporteras vidare i fina fogspringor eller sprickor av dels tyngdkraften dels tryckskillnader mellan ute- och inneluft. Sådana tryckskillnader kan bli avsevärda vid högre vindstyrkor, t ex vid kastbyar. En vindhastighet på 25 m/s ger sålunda teoretiskt ett tryck motsvarande ca 40 mm vattenpelare.

Av intresse i detta sammanhang är även att relativt låga lufthastigheter förmår slita med sig regndroppar. Sålunda är den genomsnittliga fallhastigheten för dropparna i vanliga regn endast omkring 5 m/s.

Fördelningen av ett slagregn på en husfasad styrs av luftströmmarna på det sätt, som illustreras av FIG 12. Randområdena får det mesta regnet.

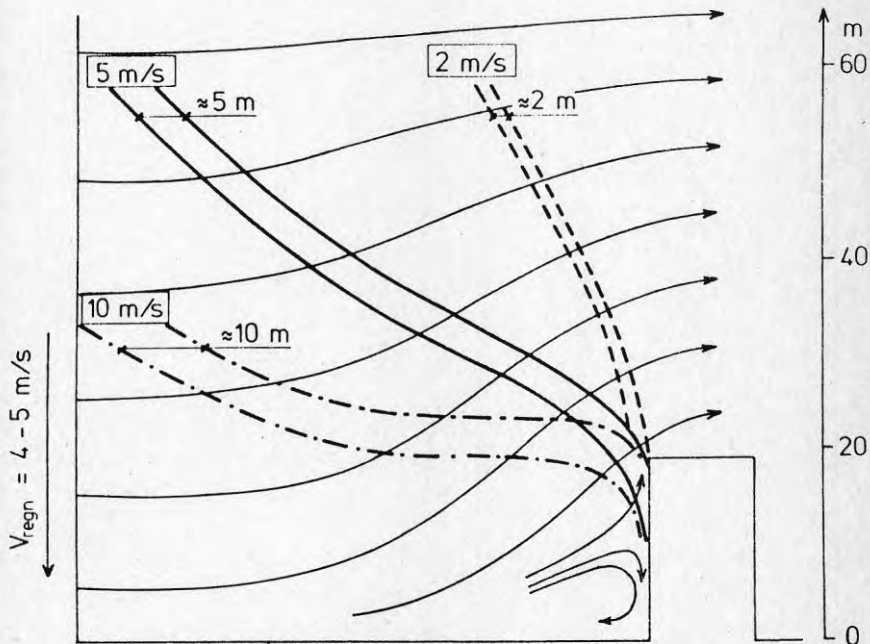


FIG 12. REGNDROPPARS ANLOPP MOT EN BYGGNAD.

En bit in på en lång fasad på en relativt friliggande medelhög byggnad kan man räkna med en fördelning i vertikalled ungefär enligt de streckade kurvorna i FIG 13.

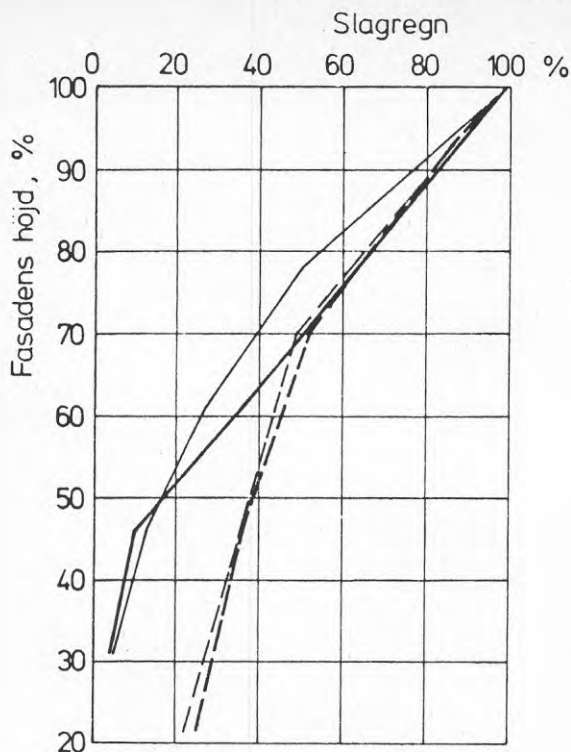


FIG 13. Lodrätt slagregnsfördelning på långa husfasader i skyddat (heldragna linjer) och i fritt läge (streckade linjer).

Regner orsakar tunna ytströmmar, som långsamt rinner väsentligen vertikalt nedför fasaden. Hastigheten rör sig om 0,2 till 1,0 m/min. Härunder absorberas vattnet på betongytorna, men givetvis ej på glasytorna. Efterhand som väggens yttre skikt fuktas till större djup, går absorptionen allt långsammare. Ett exempel på storleken av de vattenströmmar, som kan uppträda under ett förhållandevis kraftigt slagregn på en fönsterlös 20 m hög betongfasad redovisas i FIG 14. Man kan normalt räkna med att de kraftigaste ytströmmarna inträffar någon bit ned på fasaden, kanske någon eller några timmar efter regnets början. Större fönsterandel förskjuter maximalvärdena nedåt. Slagregns mängder mindre än



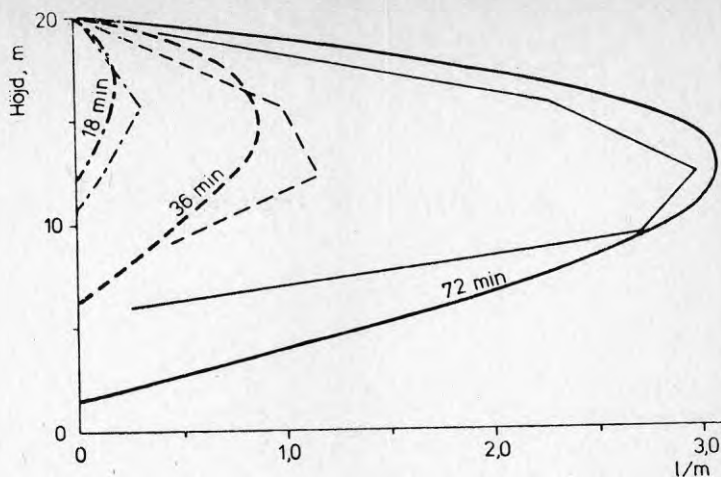


FIG 14. Utvecklingen av ytvattenströmmar på en betongfasad. Efter olika totalt förbirunnen vattenmängd.

ca 0,3 å 0,4 mm ger normalt ej upphov till några ytströmmar.

## 5 SLAGREGN. RIKTNINGAR OCH MÄNGDER

Frekvens av slagregn från olika håll beror dels av de allmänna vindförhållandena under slagregn på platsen, dels på sådana allmänna lokala förutsättningar som kan länka om vindriktningarna eller skapa läförhållanden mera i stort.

Som berörts under punkt 2 ligger Hageby-Smedby-området så fritt att man ej bör räkna med nämnvärd lokal påverkan av slagregnets huvudriktningar. Enligt tillgänglig statistik är de genomsnittliga slagregnmängderna inom Norrköpings-området jämnt fördelade på de olika väderstrecken. Se FIG 15. Man får sålunda räkna med ungefär samma slagregnsbelastning över området från alla håll. Endast i detaljer inom det egna området - byggnader ligger så att de ger vissa fasader mer lä än andra - kan man förvänta vissa skillnader.

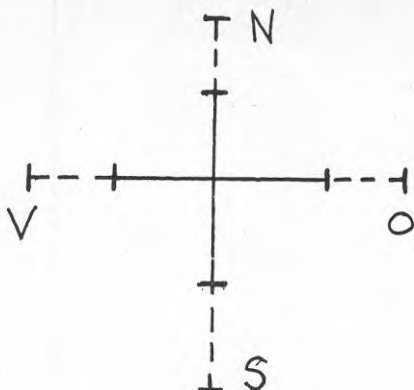


FIG 15. Frekvenser av slagregn för olika riktningar, 1963-1969 i Norrköping. (Procentuell frekvens för respektive riktning av 1 och 2-dygnsperioder under tiden maj t o m oktober med summerad slagregnsmängd större eller lika med 1 mm). Ur Robert Taesler, Klimatdata för Sverige.

Enligt resultat från mätningar åren 1965-1972, på Bromma flygplats utförda av Statens Institut för Byggnadsforskning /Beijer 1976/, varierar mängden fria slagregn starkt mellan olika år. I genomsnitt utgjorde där den fria slagregnsmängden från söder ca 90 mm/år men svängde mellan 60 och 143 mm/år. Denna regnmängd kan jämföras med genomsnittligt 520 mm lodrät regn per år. De mängder som slår emot även de mest utsatta delarna av en fasad är avsevärt mindre.

I en teoretisk undersökning har P J Sandberg 1974, visat att den slagregnsmängd som slår in högst upp på en fasad bör ligga vid ca halva värdet för det fria slagregnet. Jfr även FIG 12.

Ur mätdata i CBI:s rapport 7:76 kan göras de bedömningen att de slagregnsmängder som slår emot och förmår bilda någon mätbar ytström på en betongfasad sannolikt i vanliga fall rör sig en mindre än en tredjedel av den fria slagregnsmängden.

Genomsnittsåret kan man sålunda räkna med en slagregnmängd per fasad av i runt tal omkring 25 mm på fasadens översta del.

Fördelningen av denna mängd på olika slagregnstyper - långvariga eller kortvariga, stor eller liten regnmängd, svaga eller kraftiga vindförhållanden är föga kända. För Norrköpings-området del kan ur boken Klimatdata /1972/ utläsas följande förhållanden.

- Antalet dygn när det regnar mer än 5 mm lodrät regn utgör ca 40 per år.
- Antalet dygn när det regnar och vindhastigheten samtidigt är högst 3 m/s utgör ca en tredjedel av samtliga regndygn.
- Antalet dygn då de fria slagregnmängderna är högre än 1 mm och således det slagregn, som når fasadens överdel är mer än ungefär 0,5 mm är mindre än hälften av totala antalet dygn med slagregn.
- Antalet dygn då de fria slagregnmängderna utgör mer än 5 mm är mindre än en sjätte-del härav.

Med stöd härav och även av mätvärden ur CBI:s rapport 7:76 kan man sammanfattningsvis anse sannolikt att, inräknat alla vindriktningar, slagregn som ger upphov till nämnvärda ytströmmar på betongfasader genomsnittligt kan komma uppträda kanske ett tiotal gånger per år och av dessa betydligt mindre än hälften ger ytströmmar av något större omfattning.

## 6 TIDIGARE MÄTNINGAR OCH UTREDNINGAR. SLUTSATSER HÄRUR

När fuktskador anmäls, ofta per telefon av hyresgästerna, bokförs detta av stiftelsen för varje anmälan på en standardblankett. Med hjälp av dessa anteckningar har stiftelsen gjort vissa sammanställningar, som kunnat utnyttjas och i vissa fall bearbetas vidare i denna utredning. Det, som också

påpekats av stiftelsen, må anmärkas att p g a redovisningssättet en fuktskada, som ej hinner åtgärdas snabbt, kan komma att anmälas flera gånger och därmed också räknas flera gånger.

Läget av skadorna som främst visat sig i form av fuktskadade tapeter är sällan mera preciserat, utan anges ofta med uttryck som "läcka i vardagsrummet vid tak" eller "vattenskada under fönstret i sovrummet". Drastiskt har också skildrats att "vattnet sprutar in som en kvast ur fönsterventilen".

I en mera genomarbetad sammanställning av skadefall under åren 1975-76 har skadelägena markerats på blanketter (jfr FIG 16) som schematiskt avbildar fasadens utseende.

#### 6.1 Tidpunkt för skadeanmälan. Typ av fuktskada

Enligt stiftelsen kommer skadeanmälningarna så gott som genomgående in omedelbart efter det att kraftigare regnväder förekommit.

Det indikerar, som tidigare berörts, mycket tydligt att skadorna är att hänföra till inläckningar ifrån slagregn.

Att det är fråga om denna skadetyper görs även sannolikt av de två förhållandena

- att byggnaderna har undertrycksventilation
- att fogarna - speciellt de horisontella emellan elementen och mellan fönstrens karmunderstycken och betongen - är mindre lyckligt utformade.

#### 6.2 Skadefrekvens olika år

Antalet skadeanmälningar åren 1974 till 1977 framgår av TABELL 1.

Väderstreck: SSO

Inga skador innanför balkonger

Markerar balkongs läge

Markerar skadelägen

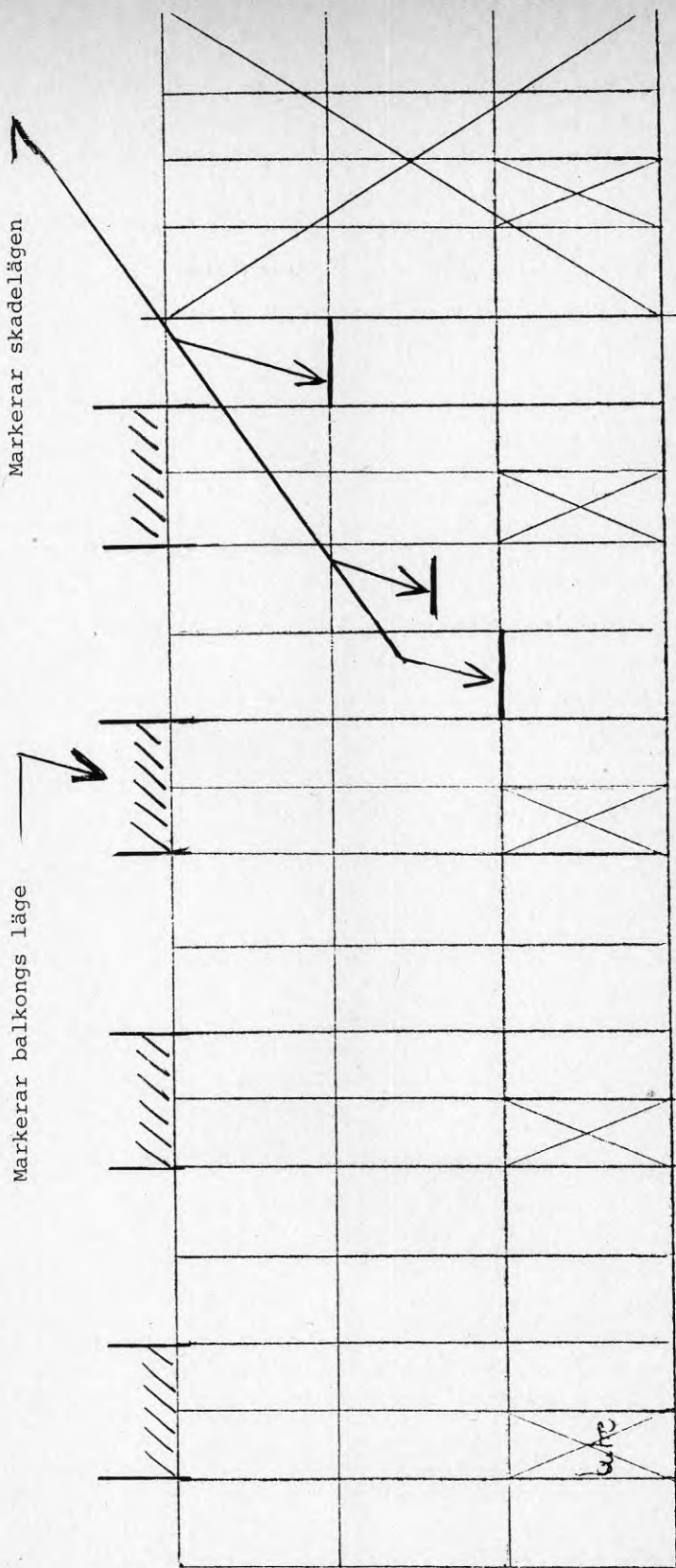


FIG 16. Blankett med markering av skadelägen åren 1975-76.

TABELL 1. Antal skador åren 1974-1976 och antalet skadeanmälningar åren 1976-77 (uppgifterna är något osäkra).

År	1974	1975	1976	1977
Skador	33	12	81	
Skadeanmälningar			661	85

Antalet varierar som synes kolossalt. Det markerar ytterligare att det är fråga om slagregnsinläckningar och visar att antalet "farliga" slagregn varierat långt mer än motsvarande spridningen av de totala slagregnsmängderna (jfr punkt 5).

### 6.3 Skadornas fördelning på fasaderna. Inverkan av fasaddetaljer

Av redovisningen på blanketterna enligt FIG 16 har gjorts en sammanfattning på FIG 17, som visar antalet skador i olika lägen under åren 1975-1976 på de fyra olika typerna av långfasader.

Av figurens siffermaterial kan följande slutas

- Skador bakom vertikala fogar är ytterst ovanliga. Ett fall redovisat mot 81 för horisontella fogar.
- De utanpåliggande balkongerna skyddar i detta fall väl emot slagregns-skador. Endast tre skador har erhållits på den fjärdedel av fasadytorna som har balkonger mot 78 skador på de övriga tre fjärdedelarna, sålunda en skadeproportion
 
$$3 \text{ mot } \frac{78}{3} = 26$$
- Skadornas fördelning i höjdlägen rimmar förhållandevis väl med den sannolika storleken hos förväntade ytströmmar på olika nivå. Jämför med FIG 18. Skador i takvinkeln i översta våningen är dock endast en femtedel så många, som på motsvarande ställen i mellan- och bottenvåningen. Detta kan jämföras med att ytvattenströmmens storlek vid en plan fasad är ungefär hälften så stor som på i två andra höjdlägena. Möjligen är också antalet skador i bottenplanet mindre än man kunde väntat med hänsyn till den förhållandevis stora andel av fasader, som utgörs av fönster.

Hustyp 1

Fasader mot SSO och VSV

(1)				(2)			
1	2	1	1	1	3	3	7
1	3	9	1	1	3	3	7
1	3	9	1	1	3	3	7
1	3	9	1	1	3	3	7
4 1 2 2 9				14			

Fasader mot ONO och NNW

(1)				(1)			
1	1	2	1	1	4	1	4
1	2	1	1	1	4	1	4
1	2	1	1	1	4	1	4
1	2	1	1	1	4	1	4
4 1 2 2 9				9			

Hustyp 2  
Fasader mot ONO och NNW

(3)				(3)			
1	2	1	1	1	7	2	17
1	2	1	1	1	7	2	17
1	2	1	1	1	7	2	17
1	2	1	1	1	7	2	17
21 3 3 3 18				45			

Fasader mot SSO och VSV

(1)				(1)				(6)			
1	1	3	1	1	6	1	6	1	6	6	8
1	3	1	1	1	6	1	6	1	6	6	8
1	3	1	1	1	6	1	6	1	6	6	8
1	3	1	1	1	6	1	6	1	6	6	8
6 1 1 6 13				13				81			

Skador markerade innanför vertikala FIG 17 Fuktproblem vid ytterväggar av betong-element i Hageby-Smedbyområdet

fogar, totalt: 1 skada

Antal och läge av redovisade skador på olika fasadtyper åren 1975-76

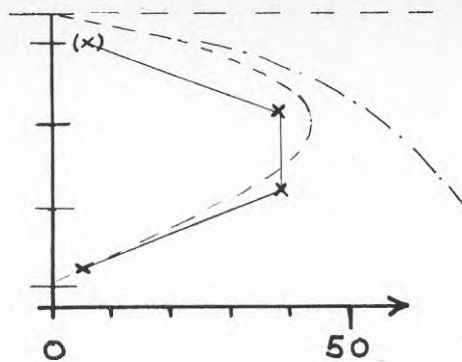


FIG 18. Skadornas fördelning i höjddled.

- x Antal registrerade skador. För varje våning har antalet skador vid fönster och i underliggande vånings tak slagits samman.
- Typkurva för vattenflöde på en betongfasad utan fönster.
- · - · - Typkurva för vattenflöde på en ej vattenabsorberande fasad.

- Skadefrekvensen är störst i de lodräta betongelementband som innehåller de extra höga vardagsrumsfönsterna. (Hustyp 2, fasader mot ONO och NNV). Jämför även TABELL 2.

TABELL 2. Fönstertypens inverkan på antalet skador.

Element med fönster av typ	Andel betong utefter en lodrät linje	Frekvens (o/oo av antal btg-element)	
		På balkongfri sida	På balkongsidan x)
Stora, höga	0,35	92	-
Stora delade	0,48	16	28
Små	0,48	12	31

Att elementband med de högre fönstren enligt denna tabell har avsevärt högre skadefrekvens än övriga kan kanske förklaras av att andelen fuktabsorberande betongyta i dessa band är betydligt lägre än i övriga fall. Detta gör att ytströmmar kommer att uppträda oftare, blir större och tar sig längre ner på



fasaden. Att det senaste förhållandet gäller framgår av FIG 17. Endast innanför dessa lodräta elementband förekommer fuktskador i bottenvåningen.

En alternativ eller kompletterande förklaring skulle kunna vara att de fasta fönstrens karmunderstycken tätar sämre mot slagregnsvatten än övriga fönsters karmunderstycken. En jämförelse mellan de två ganska lika konstruktiva utformningarna (se FIG 11) ger dock inga indikationer i denna riktning.

Ett förhållande, som TABELL 2 pekar på, är att frekvensen skador i betongelement med vanliga fönster är mindre på de balkongfria fasaderna än på fasaderna med balkonger. För stora delade fönster är frekvensen 16 mot 28 och för små fönster 12 mot 31. Något säkert skäl för att så är fallet har ej kunnat uppletas. Att det skulle vara väderstrecksberoende synes osannolikt med tanke på den i Hageby-Smedby-området förevarande ganska jämna slagregnsfördelningen kompassen runt. Jämför punkt 5 och 6.4. Möjligen medför de utstickande balkongerna en sådan förändring i luftströmmarna mot fasaden att mera slagregn når fram mot väggytan.

Gavlarnas betongelement är betydligt smalare än långfasadernas. Jämför FIG 9. Endast ett lodrätt elementband av sju innehåller fönster.

Några markeringar av fuktskador bakom vertikala fogar i gavlarna föreligger ej. Fördelning av skadorna i höjddled ansluter sig till fördelningen på långfasaderna. Endast ett skadefall förekommer i översta våningens takvinkel - i ett hörn - mot 8 resp 6 fall i takvinklarna i de undre våningarna. Fördelningen i sidled redovisas i TABELL 3.

TABELL 3. Markering av skadelägen i husgavlar.

Läge av lodrätt elementband	Antal skador	Antal möjliga fall	Frekvens o/oo
Enbart hörnelement	-	408	-
Hörnelement+intilliggande	7	408	17
Enbart fönsterelement	-	204	-
Fönsterelement+intilliggande	11	204	54
Enbart mellanliggande element	-	816	-
Totalt	18	1428	13

Markeringen av skadelägena är något diffus i primärunderlaget men tabellen indikerar att de mest frekventa skadorna ligger i anslutning till de lodräta fönsterbanden. Likaså framgår att skador bakom hörnelementen, som är hårdast belastade av slagregn, även förekommer om än i mindre omfattning. Skador i enbart mellanliggande element förekommer ej.

En viss indikation - om än på alltför få resultat - på betydelsen av tätheten hos fogarna emellan betongelementen kan erhållas ur det förhållandet att en omfogning år 1975 av sådana fogar i tre huslängor ej medfört någon relevant ändring av skadefrekvensen i dessa hus. Fem skadefall erhöles perioden 1975-76 mot sannolikt antal på fem å sex.

#### 6.4 Inverkan av väderstreck och byggnadernas läge

Som framgår av redovisningen i punkt 6.3 har detaljer som fönsterstorlek och balkonger väsentlig inverkan på skadefrekvensen. Eftersom hustyperna är så placerade i väderstreckshänseende att balkongerna alltid ligger mot SSO eller VSV och de höga fönstren mot NNV eller ONO kommer inverkan av dessa fasaddetaljer starkt inverka på de skadefrekvenser, som uppträder i olika väderstreck.

TABELL 4. Inverkan av väderstreck och läge.

Hus nr	NNV och ONO (utan balkonger)		SSO och VSV (med balkonger)		
	Entrésida (hustyp 1)	Utsida (hustyp 2)	Entrésida (hustyp 2)	Utsida (hustyp 1)	
					Höga fönster
1	-			-	
2	-			-	
3	-			-	
4		-	-		
5		-	-	1	
6	-			-	
7	1			-	
8	2			1	
9	-			-	
10		5	-	2	
11	1			4	
12	2			2	
13	1			-	
14	-			-	
15		1	1	-	
16		4	-	2	
17		4	-	2	
18	-			-	
19		1	-	-	
20		-	-	-	
21		5	2	-	
22	-			-	
23	2			3	
24		2	1	1	
25		3	1	1	
26		2	2	1	
27		1	-	2	
28		6	-	1	
29	-			2	
30	-			-	
31		2	-	-	
32		1	-	-	
33		-	-	-	
34		2	-	-	
Summa	9	39	7	13	12
Fre- kvens o/oo	13	92	16	17	16 <sup>x)</sup>

<sup>x)</sup> Medelvärde för element, skyddade och oskyddade av balkonger.

De ansatser, som gjorts att kartlägga inverkan av väderstreck och byggnadernas lägen relativt varandra redovisas på FIG 2 och i TABELL 4. På figuren har antalet skador på respektive långfasad angivits inom runda ringar. Någon systematisk skillnad beroende på riktning och läge är ej möjligt utläsa. Den enda tydliga indikationen synes vara att de två fasader som ligger friast - utsidorna på husen nr 21 och 28 - också fått högsta skadefrekvensen.

Tabellen ger därutöver en antydning att husen 1-6 och 30-34, dvs husen i områdets södra del har lägre skadefrekvens.

I övrigt kan ej någon inverkan av väderstreck och husläge ej utläsas.

#### 6.5 Sammanfattning av resultat av tidigare mätningar

Ur tidigare gjorda mätningar och sammanställningar kan följande slutsatser dras. Jämför även TABELL 5.

1. Fuktskadorna beror på inläckning av slagregnvatten.
2. Skador bakom vertikala elementfogar är försumbar.
3. Detaljutformningen av fasaderna dominerar helt över inverkan av byggnadernas läge och riktning vad gäller skadefrekvensen.
4. De utbyggda balkongerna skyddar innanför liggande yttervägg nästan helt från fukt-skador.
5. I lodräta elementband med fönster erhålls avsevärt högre skadefrekvens än i elementband utan fönster.
6. I element med höga fönster är skadefrekvensen avsevärt högre än eljest.
7. Skadefrekvensen varierar betydligt starkare mellan olika år än den totala slagregnmängden.

TABELL 5. Skadefrekvens åren 1976-76 för några olika fall.

Skadans läge	Antal skador	Antal element	Frekvens o/oo
<u>Bakom vertikala fogar</u>	1	3240	0,3
<u>Bakom horisontella fogar eller fönster</u> I anslutning till element i <u>över- och mellanvåningen.</u>			
Element med höga fönster	34	284	120
Övriga ej balkongskyddade	39	1336	29
Balkongskyddade	3	540	6
I anslutning till element i <u>undervåningen</u>			
Element med höga fönster	5	142	35
Övriga	-	938	-
Totalt	81	3240	25

Iakttagelserna kan ej ge tillräcklig vägledning för att klarlägga slagregnets läckvägar, men indikera att inläckning vid fönster kan vara en viktig faktor.

#### 7 IAKTTAGELSER VID INSPEKTION HÖSTEN 1978

Den 20 okt 1978, gjordes en inspektion av fuktskador i ett antal närliggande lägenheter. Den gjordes ca två veckor efter det slagregn, som orsakat fuktskadorna, dvs så pass nära i tiden att minnesbilden hos de boende av hur fukt trängt in borde vara relativt säker.

Avsikten var att om möjligt utläsa sådana samband mellan skadefallen att det skulle underlätta en be-

dömning av sannolika läckvägar. Ett utdrag av de anteckningar, som gjordes vid inspektionen, återfinns i BILAGA 1.

I TABELL 6 har sammanställts skadefördelningen.

TABELL 6. Sammanställning av några skadefall inspekterade 78-09-14.

Skadetyper	Bottenplan	Mellanplan	Övre plan
Läcka över fönster	-	1	-
Läcka enbart under fönster	-	3	1
Läcka under fönster och samtidigt läcka i takvinkeln lägenheten under	-	2	-

Det framgår av tabellen att läckor under fönster dominerar. Av särskilt intresse är att i två fall av fem inläckning har skett i takvinkeln direkt under ett läckande fönster i ovanförliggande våning.

I ett fall anmäldes att skadan inträffat trots att omfogning hade skett emellan betongelementen så sent som för tre år sedan. Härvid hade även isoleringen dränerats genom klena rör ut genom fogmassan i korsen mellan de vertikala och horisontala elementfogarna.

Inspektionserfarenheterna talar för att inläckning under fönstrens karmunderstycken kan vara en primär orsak till huvuddelen av de fuktskador som uppträder i Hageby-Smedby-området.

För att göra en utvärdering av de sannolikaste läckvägarna har frekvenserna av fuktskador i olika lägen enligt redovisningen i punkterna 6 och 7 jämförts med betongelementens konstruktiva utformning.

Att skador ej har iakttagits bakom de vertikala fogarna innebär ej med nödvändighet att vatten ej kan ta sig in i de vertikala fogarna emellan betongelementen och rinna ner mot horisontalfogarna för att där söka sig horisontellt ut mot den övre takvinkeln. Med den utformning vertikalfogarna i detta fall har (se Fig 9) med avskärmande cellplastisolering på ömse sidor om en fog med en öppnare isolering, som löper genomgående förbi bjälklagen, bedöms denna läckväg osannolik. Även mindre otätheter i fogningen kan sannolikt få förekomma utan detta behöver medföra fuktskador.

På FIG 9 har markerats två läckvägar genom horisontalfogar, som med tanke på den konstruktiva utformningen bedöms möjliga. I båda fallen har läckvägen antagits passera det cementbruk som förbinder de inre betongelementskivorna med bjälklagen. Detta är rimligt eftersom man kan räkna med att främst elementens och bjälklagens krympning medfört att sprickor med sprickvidder på några tiondels millimeter uppstått i detta bruk.

För läckvägen II på FIG 9 har förutsatts att vatten under slagregnsbetingelser kan ta sig förbi fönsterblecket. Möjligheterna härför illustreras i FIG 11. Läckväg a, som passerar mellan bleckets sidogavel och betongytan, bedöms sannolik eftersom blecken spikats dit i efterhand utan någon noggrann tätning mot betongytan.

Läckvägarna b och c förutsätter båda en så pass kraftig luftström inåt att vattendroppar eller ytvattenströmmar kan sugas in inunder fönsterblecket. I punkt 4 har redovisats att tryckskillnaderna mellan ytterluft och inneluft är tillräckliga härför. Praktiskt belyses möjligheten för en sådan insugning av att man sett att "vatten sprutat som en kvast igenom fönsterventilen". Sannolikt dras mera vatten in under fönsterblecket vid öppen än vid stängd fönsterventil, eftersom man då kan räkna med större lufthastigheter under fönsterblecket.

När vattnet tagit sig förbi fönsterblecket söker det sig förbi plastfjädern från karmunderstycket. Att denna möjlighet föreligger i många fall bedöms sannolikt med tanke på det tillverkningsmässiga förutsättningarna. Jämför punkt 3. Den fortsatta läckvägen är lättförståelig.

Den läckväg nummer I, som markerats på FIG 9 är också lättförståelig. Den förutsätter dock otätheter i fogningen mellan betongelementens ytter-skivor. Det är en allmän erfarenhet att sådana läckor ofta förekommer. S k enstegstätningar, dvs där man helt litar på fogmassetätning mellan ytter-skivorna, används ej i nyare väggkonstruktioner.

Det kan sålunda anses sannolikt att inläckning genom fasaderna i Hageby-Smedby-området sker båda de angivna vägarna.

Troligen är dock huvuddelen av skadorna orsakade genom inläckning under fönsterkarmarna. Skälen härför är främst följande.

1. I husens gavlar är skador i de lodräta elementbanden med fönster betydligt vanligare än i övriga fall. Se TABELL 3.
2. Antalet skador i översta våningens takvinkel, som ej har något överliggande fönster, är avsevärt färre än man skulle vänta sig. Se punkt 6.3 och FIG 18.



3. Vid inspektionen hösten 78 (jfr punkt 7) konstaterades att samband förelåg mellan fuktskador under fönster och i takvinkeln i underliggande lägenhet.
4. En omfogning mellan betongelement på tre huslängor har ej medfört någon minskad skadefrekvens.

För att man skall kunna göra en säkrare utvärdering torde fordras ganska omfattande kompletterande undersökningar.

## 9 MÖJLIGA KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR

Kompletterande undersökningar kan i princip göras på två sätt. Man kan i - statistiskt sett - tillräckligt stora delar av området vidta noggranna lagningsåtgärder som siktar till att blockera endera av de troliga läckvägarna och därefter samla in erfarenheterna härav under så lång tid - kanske 2-3 år - att slutsatser kan dras om de farligaste läckvägarna. Alternativt - eller parallellt - kan man med hjälp av fältförsök söka kartlägga läckvägarna.

Den första metoden har på visst sätt redan prövats i och med att omfogning av elementen skett i viss utsträckning. Någon säker effekt härav har enligt uppgift ej observerats. En inventering av dessa omfogningars omfattning och resultaten härav kan göras.

En lättare tolkningsbar - och samtidigt mera ekonomisk - tillämpning av denna utredningsmetod vore att inventera karmunderstyckenas utseende för de höga fönstren - de flesta skadorna förekommer i anslutning till dessa - göra erforderliga reparationer och noggrant täta mellan dessa understycken och betongen. Skadefrekvensen relativt tidigare förhållanden skulle därefter studeras.

För den andra utredningsmetoden med provningar i ytterväggarna finns inga färdigutvecklade mätmetoder. En kontroll av tätheten hos själva fogen mellan ytterskivorna har tidigare provats även på Hageby-Smedby-området med vakuumsugning på såpvat-  
tenbestrukna fogar. En sådan kontroll ger dock ej någon bild av läckvägarna bakom fogen ej heller besked om dräneringsåtgärder kan hindra sådan anrikning av vatten i isoleringsskiktet att fukt-  
skador undviks.

Försök att med värmekamera kartlägga isolerings-  
skiktets varierande isoleringsförmåga - isolerings-  
förmågan sjunker vid kraftig nedfuktning - och där-  
med läckvägarna har ej givit sådana resultat att  
denna vägs syns framkomlig.

Det har föreslagits att man efter slagregn som ger  
fuktskador, skulle avlägsna ett representativt an-  
tal fönsters karmunderstycken och genom direkt  
provtagning från olika punkter inuti sandwichele-  
mentet mäta fuktvariationen i isoleringen. Enligt  
uppgift ifrån mineralullstillverkare rinner dock  
sådant vatten, som tar sig in i isoleringen, igenom  
så pass snabbt - det är fråga om timmar - att denna  
metod tills vidare ej bedöms vara praktisk framkom-  
lig. Laboratiestudier måste i så fall föregå en  
utveckling av en fältundersökningsmetod.

En kartläggning av läckvägarna med rökdetekering  
stöter på motsvarande svårigheter. Man är osäker på  
om sådana rökgaser, som skulle kunna användas i  
detta fall, söker sig igenom sprickor och isolering  
i sådan koncentration att mättekniken blir praktiskt  
användbar. Förstudier i laboratorium erfordras.

Vad gäller den här aktuella pilotutredningen får  
konstateras att den ekonomiska ramen ej är till-  
räckligt vid för att sådana laboratiestudier skall  
kunna inrymmas.

## 10 SYNPKTER PÅ LAGNINGSGÄRDER

Mot bakgrunden av den tidigare redovisningen föreslås att lagningsåtgärder i första hand inriktas mot en tätning mellan fönstrens karmunderstycken och betongen samt en dränering av de vågrätta elementfogarnas mineralullsisolering emellen cellplastavstängningarna emot de lodräta fogarna.

Tätningen kan lämpligen föregås av en stickprovsinventering av karmunderstyckenas kvalité och t tningsf rh llandena under dem. Denna sker enklast genom att f nsterblecken demonteras och träets kvalité d rinunder och motgjutningen kontrolleras. Inventeringen bör omfatta minst 30 karmunderstycken av varje typ - f r fasta resp öppningsbara fönster - fördelade jämnt på de tre våningsplanen. Härvid skall karmunderstyckena väljas ifrån av balkonger oskyddade fönster. Som jämförelse b r 5 karmunderstycken från balkongskyddade fönster och 5 från fönster, bakom vilka man erhållit fuktskador, också undersökas.

En sådan inventering jämförd med de redovisade skadefrekvenserna i bl a Tabell 5 bör kunna ge lämplig vägledning vid en angelägenhetsgradering av erforderliga reparations- och tätningsåtgärder.

Exempel på lämpliga fogmassor f r tätning  r följande. De har föreslagits av civ ing Per Gunnar Bjurström vid LTH, som specialstuderat denna fråga.

Det  r för fogar mellan

tr karm-betong: oljebaserad fogmassa Synto-Meric

betong-betong: fogmassa Dymeric

Båda massorna  r av fabrikatet Tremco. Detaljanvisningar återfinns i BILAGA 2.

## 11 SAMMANFATTNING

Fuktskador bakom ytterväggar av sandwichelement av betong är icke ovanliga i något äldre väggkonstruktioner. Reparationskostnaderna blir i vissa fall avsevärda. Det är i allmänhet svårt att med rimlig insats fastställa orsakerna bakom fuktskadorna, bl a att kartlägga läckagevägar för inträngande slagregn. Detta medför även att det emellanåt innebär svårigheter att välja de rätta reparations- och underhållsåtgärderna.

I en pilotutredning avseende bostadsområdet Hageby-Smedby-området i Norrköping bekostad av BFR-projekt (780726-1) har CBI undersökt möjligheterna att kartlägga orsakerna bakom rätt omfattande fuktskador i ett stort antal 3-vånings hyresbostäder med fasader av sandwichelement av betong. Utredningen har kunnat utnyttja vissa tidigare inventeringar av fuktskadornas lägen och även resultat från CBI:s forskningsprojekt "Fasadelement av betong".

De resultat utredningen har givit är i stort följande.

1. Fuktskadorna orsakas av inläckande slagregn. De uppkomma i omedelbart anslutning till sådana regn.
2. Skadeomfattningen varierar starkt mellan olika år, långt mera än motsvarande skillnader i slagregnsmängd (TABELL9).
3. Områdets omgivning och egen uppbyggnad samt de allmänna vindförhållandena i Norrköping är sådana att någon nämnvärd skillnad i skadefrekvens ej föreligger emellan byggnader i olika riktningar och lägen inom området.
4. Skadefrekvensen är höjdberoende på ett förväntat sätt. I de två övre våningsplanen är skadefrekvenserna ungefär lika. I markplanet erhålls mycket få skador. (FIG 8 ).

5. Utanförliggande balkonger skyddar så gott som helt ytterväggen från fuktskador.
6. Den mest sannolika inläckningen bedöms ske under fönstrens karmunderstycken trots att de har både fönsterbleck och en tätningsfjäder, som gjutits in i betongen. (FIG 11).
7. Skadefrekvensen i element med extra höga fönster med fast underdel är flera gånger högre än vid övriga fönster, trots att karmkonstruktionerna är snarlika. (TABELL 2).

En genomgång av möjliga metoder för att med fältmässiga metoder kartlägga läckvägar igenom ytterväggar med sandwichelement av betong visar dels att någon sådan ej är känd f n, dels att särskilda laboratoriestudier torde erfordras för att kartlägga om vissa av de förutsättningar finns, som måste föreligga för att sådana fältmetoder skall kunna utvecklas.

Stockholm den 1 mars 1979

CEMENT- OCH BETONGINSTITUTET  
Uppdragsfunktionen

Oscar Beijer

Vidi:

Nils Petersons

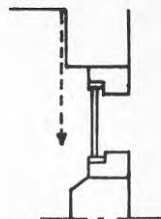
Tillhör CBI rapport 7913

BILAGA 1

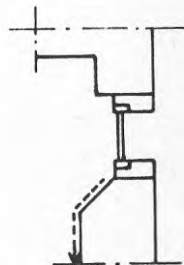
Anteckningar ifrån rundvandring i Smedby-området  
1978-10-14

1) Timmermansg. 30

Vardagsrum öster, mellanvåning  
Inläckning "2 ggr i höst" över fönster  
ett par timmar sedan regnet börjat.

2) Timmermansg. 24

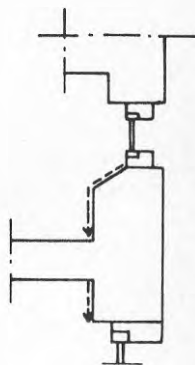
Vardagsrum öster, övervåning  
Läckor under fönster, främst i sidorna  
men även i mitten.

3) Timmermansg. 16

Vardagsrum öster, mellanvåning  
Skador lika Timmermansg. 24.  
Kommit i höst.

Underliggande vardagsrum

Läcka från takvinkel, tapeterna lossnar.

4) Timmermansg. 12

Vardagsrum öster, över- och mellanvåning.  
Upprepning av fall 3)

I den undre våningen även skador i intilliggande sovrum.  
Skadorna uppträtt i höst.  
Omfogat för 3 år sedan.

5) Timmermansg. 12

Vardagsrum öster, mellanvåning

Underkant fönster = fall 2)  
Därjämte något i takvinkeln.

6) Timmermansg. 10

Sovrum öster, mellanvåning

Lika fall 2).

Tillhör CBI rapport 7913

BYGGNADSMATERIALLÄRA

Tekniska Högskolan i Lund

Box 725

220 07 LUND 7

Tel. 046/124600

Per-Gunnar Burström

BILAGA 2

Lund 1979-02-06

Cement- och betonginstitutet

Att: Civ ing Oscar Beijer

100 44 STOCKHOLM 70

Betr val av fogmassor till SABO-fastigheter i Norrköping.

Enligt uppgift förekommer i princip två olika typer av fogar:

1. Fogar mellan fönsterkarm av trä och betongelement
2. Fogar mellan betongelement

Till den första typen av fogar, fogar mellan fönsterkarm och betongelement, används lämpligen en oljebaserad fogmassa med namn Synto-Meric, fabrikat Tremco. Denna har utmärkt adhesion mot trä och betong, varför användning av primer i normalfallet är onödigt. Fogmassan i sig har utmärkta åldringsegenskaper. Den praktiska, totala rörelseupptagande förmågan är av storleksordningen 25 % under förutsättning att fogningsarbetet utföres på ett riktigt sätt, t ex enligt HusAMA 72, kap L7.

Till fogar mellan fasadelementen av betong rekommenderas en annan typ av fogmassa, Dymeric. Fabrikatet även här Tremco. Fogmassan kräver primerbehandling av kontaktytorna för att fullgod adhesion skall uppnås. Fogmassan i sig har mycket goda åldringsegenskaper. Dess praktiska, totala rörelseupptagande förmåga är av storleksordningen 35 %. Även här förutsätts naturligtvis att fogningsarbetet utföres på ett riktigt sätt, t ex enl HusAMA 72, kap L7.

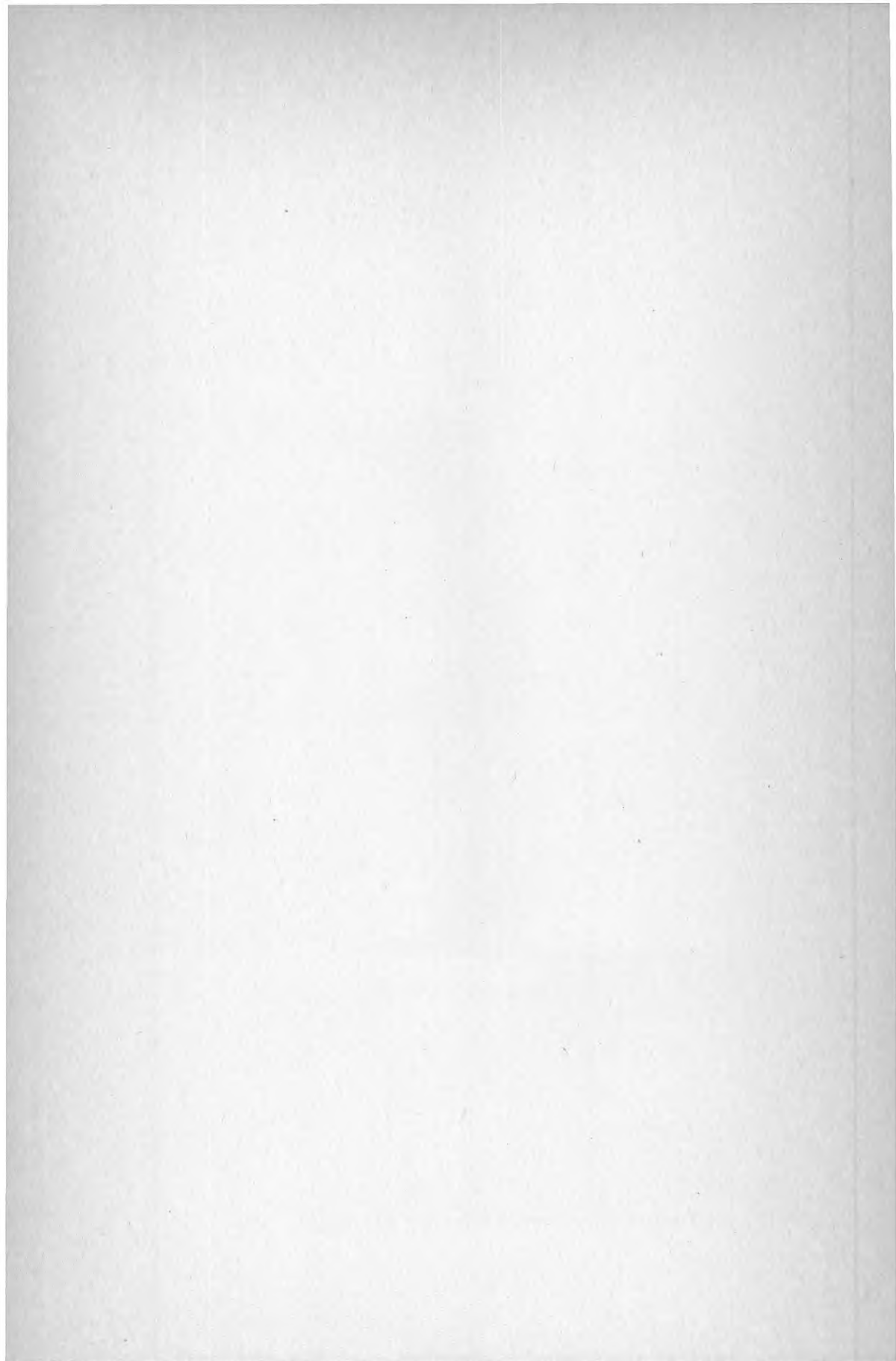
I samtliga fogningsarbeten skall bottningslist med slutna celler användas, t ex expanderad polyeten. Om risk för fuktansamling föreligger bakom fogmassan t ex på grund av kondensation, rekommenderas att fogarna dräneras. Detta sker genom att små plaströr insticks på lämpliga ställen i fogarna.

Med vänlig hälsning











**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780726-1  
från Statens råd för byggnadsforskning till Cement- och  
betonginstitutet, Stockholm.**

**R31: 1980**

**ISBN 91-540-3199-0**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700131**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

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

**Cirkapris: 20 kr exkl moms**