



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

R41:1988

Fogar i byggnaders ytterväggar

**Alf G Jergling
Björn Nylander
Per G Burström**

R
Jull

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

Per

Byggforskningsrådet

R41:1988

FOGAR I BYGGNADERS YTTERVÄGGAR

Alf G Jergling
Björn Nylander
Per G Burström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850313-8.
från Statens råd för byggnadsforskning till Avdelningen
för byggnadskonstruktion, Chalmers Tekniska Högskola,
Göteborg.

REFERAT

I alla typer av byggnader förekommer fogar mellan byggnadsdelar. Rapporten är utformad som en handbok för hjälp vid dimensionering och utformning av fogar i byggnaders ytterväggar. Boken innehåller en grundläggande problembeskrivning, genomgång av påverkande faktorer, materiallära, dimensionerings- och utformningsanvisningar samt tillämpningsexempel på lämpliga fogutformningar.

Foghandboken är tänkt att vara en kunskapsuppbyggande bok. Handboken är utarbetad vid avdelningen för Byggnadskonstruktion, CTH under medverkan av Byggstandardiseringen och avdelningen för Byggnadsmateriallära, LTH.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R41:1988

ISBN 91-540-4898-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Läsanvisning	2
1.3	Ord- och begreppsförklaring	3
2	FUNKTIONER OCH PÅVERKANSFAKTORER	9
2.1	Sammanställning över fogfunktioner och påverkansfaktorer	9
2.2	Påverkan av regn	10
2.2.1	Slagregnets egenskaper	10
2.2.2	Beräkning av ytvattenflöden	17
2.2.3	Byggnadstekniska åtgärder för att reducera vattenbelastning	19
2.2.4	Normer, föreskrifter	20
2.3	Påverkan av vind	20
2.3.1	Normer, föreskrifter	23
2.4	Påverkan av inomhusklimat	24
2.4.1	Drivkrafter orsakade av vind	25
2.4.2	Drivkrafter orsakade av mekanisk ventilation	26
2.4.3	Fuktkonvektion, kondens	27
2.5	Värmeisolering	28
2.6	Ljudisolering	30
2.7	Brandisolering	32
2.8	Lastöverföring i fogar	32
2.9	Fogrörelser, rörelse- och deformationsupptagning	33
2.9.1	Temperaturbetingade rörelser	34
2.9.2	Temperaturfördelning i fasadskivans tjockleksriktning	37
2.9.3	Fuktbetingade rörelser	42

2.10	Toleransberoende fogbreddsvariationer	51
2.11	Beständighet	53
2.11.1	Nedbrytningsfaktorer och deras inverkan på beständigheten	55
2.12	Fogars utseende	59
3	DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV FOGAR	63
3.1	Påverkande faktorer	63
3.2	Dimensionering av fogar	64
3.2.1	Beräkning av erforderlig fogbredd	65
3.2.2	Dimensionerande fogrörelse	67
3.2.3	Materialval	69
3.3	Fogutformning	71
3.4	Projekteringshandlingar	73
4	FOGKONSTRUKTIONER	75
4.1	Principiell utformning av fogar	75
4.1.1	Vertikalfog utformad som enstegsfog	77
4.1.2	Vertikalfog utformad som tvåstegsfog	78
4.1.3	Utformning av horisontalfog	80
4.1.4	Dilatationsfog	83
4.1.5	Underhåll och produktionsanpassning	84
4.2	Fogar i befintlig bebyggelse	84
4.2.1	Utförande av fogar mellan fasadelement. Exempel.	85
4.2.2	Fogar vid anslutningar mellan fasadvägg och fönsterkarm, befintlig bebyggelse	97
4.3	Fogar i nyproduktion	97
4.3.1	Allmänt	97

5	FOGTÄTNINGSMATERIAL	113
5.1	Foglister	113
5.1.1	Metallband	115
5.1.2	Impregnerade skumlister med öppna celler	116
5.1.3	Lister av massivt gummi eller plast	116
5.1.4	Normer, föreskrifter	120
5.2	Fogmassor	120
5.2.1	Klassificering av fogmassor	121
5.2.2	Elastiska och plastiska fogmassor	126
5.2.3	Fogmassor för brandtätningar	128
5.2.4	Vad händer i en fogmassa vid fogrörelser?	129
5.2.5	Primer	132
5.2.6	Provningsmetoder	133
5.3	Bottningslistor	136
5.4	Drevningsmaterial	139
6	UTFÖRANDETEKNIK VID NYPRODUKTION	141
6.1	Utförande med fogmassa	141
6.1.1	Arbetsmetoder vid användning av fogmassa	141
6.1.2	Arbetsredskap	146
6.1.3	Arbetarskydd	147
6.1.4	Kontroll av fogningsarbete med fogmassan. Checklista.	149
6.2	Utförande med foglistor	152
6.2.1	Arbetsmetoder vid användning av foglistor	152
6.2.2	Lagring och hantering av material	155
6.2.3	Arbetsredskap	155
6.2.4	Arbetarskydd	155
6.2.5	Kontroll av fogningsarbete med foglistor. Checklista.	157
6.3	Ekonomi	158
6.3.1	Kalkylmetoder	158
6.3.2	Förfrågningsunderlag	158
6.3.3	Kostnader i nyproduktion	160

7	UNDERHÅLL	163
	7.1 Besiktning	163
	7.2 Underhållsåtgärder	165
	7.3 Kostnader för underhåll	166
8	RENOVERINGSTEKNIK	167
	8.1 Besiktning	167
	8.2 Borttagning av befintliga fogmaterial	169
	8.3 Åtgärder vid enstegsfogar	171
	8.4 Åtgärder vid tvåstegsfogar	174
	8.5 Exempel på renovering av fogar	175
	Exempel 1. Enstegsfog mellan sandwich- element av betong	175
	Exempel 2. Fog mellan sandwichelement av betong och fönsterkarm	178
	Exempel 3. Fog mellan beklädnadsskivor av natursten	179
	8.6 Kostnader för renovering	181
	8.6.1 Kalkylmetoder för fogrenovering	181
	8.6.2 Delkostnader vid renovering av fogar	182
	8.6.3 Årskostnader, beräknings- exempel	183
9	SKADOR PÅ FOGAR I YTTERVÄGGAR	185
	9.1 Allmän översikt	185
	9.2 Orsaker till fogskador	187
	9.2.1 Konstruktionsfel	187
	9.2.2 Materialfel	188
	9.2.3 Utförandefel	188
	9.2.4 Monteringsfel	191
	9.3 Skador i fogar med enstegstätning	192
	9.3.1 Exempel på skador i enstegsfogar	194
	9.4 Skador i fogar med tvåstegstätning	197
	9.5 Övriga skador	198

10	LITTERATUR	199
----	------------	-----

BILAGOR

Bilaga 1	International Standard ISO 3447. Joints in building - General check-list of joint functions	201
Bilaga 2	Materialdata	205
Bilaga 3	Faktorer för bestämning av strålningsinverkan	207
Bilaga 4	Klimatparametrar	209
Bilaga 5	Anvisningar från arbetarskydd- styrelsen	213
Bilaga 6	Strukturplan för fogar	219

FÖRORD

Föreliggande skrift "Fogar i byggnaders ytterväggar" har utarbetats under samverkan mellan A.G. Jergling, avdelningen för Byggnadskonstruktion, CTH, P.G. Burström, avdelningen för Byggnadsmateriallära, LTH och B. Nylander, Byggstandardiseringen. Rapporten har till största delen utarbetats och utformats vid avdelningen för Byggnadskonstruktion, CTH med Alf G. Jergling som projektledare och huvudförfattare.

Vid avsnittet om ljudisolering har docent Björn Pettersson LTH, avsnittet Brandisolering Civ.ing. Staffan Bengtson, SBF Teknik, avsnittet Fogars utseende arkitekt Inger Bergström i samråd av professor Armand Björkman, CTH, avsnitten om kostnader och ekonomi Ing. Ture Olsson, Göteborg samt avsnittet lastöverföring i fogar Civ.ing. Björn Engström CTH medverkat. Till dessa personers insatser vill vi framföra ett varmt tack. Ett speciellt tack vill jag rikta till fru Margaret Micrander för framställning av manuskriptet.

I arbetet har flera personer och företag medverkat med synpunkter och kommentarer. Undertecknade vill speciellt nämna Kurt-Allan Andersson Skanska, Malmö, Jan-Olof Jansson Göta kemi, Göteborg, Hans Zachrisson Fog-specialisten, Göteborg, Christer Lundblad Fog- & Bygg-service, Göteborg, Sören Johansson ByggTema, Nordmaling, Roland Andersson Rydaholm AB, Göran Drougge ABV samt Kurt Sjökvist SBEF. Till dessa samt övriga personer vid CTH, LTH och BST som medverkat i handboksframställningen vill jag framföra ett varmt tack.

Synpunkter på innehållet eller utformningen mottages med stort intresse av mig eller av medförfattarna P.G. Burström och Björn Nylander.

Göteborg i december 1987

Alf G Jergling

En byggnad består av en mängd fogar med däremellan
liggande byggnadsdelar.

Jergling 1978 ©

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund och syfte

I alla typer av byggnader förekommer fogar mellan byggnadsdelar. I denna bok behandlas fogar i byggnaders ytterväggar som består av element eller som innehåller olika komponenter t ex vägg av betong, tegel eller lättbetong och fönster. Otäta fogar i byggnadsfasader förorsakar idag stora skador. Vatten som tränger igenom fogen transporteras vidare in i ytterväggen och åstadkommer nerfuktning av byggnadsdelar som kan skadas eller får en sämre funktion. Inomhusfukt kan tränga in i fogen om den är otät samt kondensera i fogens inre del. Om fukten inte har möjlighet att försvinna sker en ackumulering som kan leda till att vatten rinner in i byggnaden. Vid ogynnsamma klimatförutsättningar kan fukten i sin tur leda till frostsador. En del av de rötskador på fönster som uppmärksammats under senare år kan hänföras till läckage i fasadfogar. Det är väsentligt att fogar utformas och utföres på rätt sätt då regeln om små orsaker och stora verkningar har sin fulla giltighet i dessa fall.

Fogar har medfört problem trots att kunskap om riktig fogteknik finns sedan många år och goda fogmaterial utan större problem kan skiljas från mindre goda. Forskning och utveckling inom och utom landet och en stor mängd praktiska erfarenheter har gett oss goda kunskaper inom ämnesområdet.

Fogskador uppkommer sällan omedelbart utan efter kortare eller längre tid efter det att byggnaden färdigställts.

Fogprojektering och fogtillverkning kräver stor omsorg. Fogproblemen får ej som ofta sker lösas i ett sent skede i byggprocessen utan en närmare analys av fogens funktion och lämplig fogutformning. Avsikten med denna handbok är att samla den väsentliga kunskapen på ett och samma ställe för de i fogprocessen inblandade parterna såsom bygg- och fogentreprenörer, arkitekter, konstruktörer, materialtillverkare, förvaltare och studerande. Foghandboken är avsedd att vara ett hjälpmedel vid projektering, utförande och underhåll av fogar i byggnaders ytterväggar.

1.2 Läsanvisning

Handboken kan läsas på flera sätt. Bokens innehåll omfattar grundläggande problembeskrivning, materiallära och fogutformning samt tillämpningsexempel. De olika avsnitten i boken framgår av den detaljerade innehållsförteckningen. För den som vill bygga upp en kunskap inom fogområdet vill vi rekommendera att läsa hela boken från början till slut. Den som vill ha snabba svar på frågor om fogning och fogmaterial kan läsa dessa avsnitt, men med risken att de svar man söker inte blir fullständiga eller att lösningen på ett aktuellt problem inte blir det bästa möjliga.

Hänvisningar till litteratur är gjord på två sätt. Litteratur som har ett direkt sakligt samband med visst avsnitt i boken anges med litteraturens och författarens namn, samt siffra inom parentes t ex "Temperaturrelater i fasad" Nylund 1975 (7). Övriga hänvisningar anges endast med siffra inom parentes.

Foghandboken är tänkt att i första hand vara en kunskapsuppbyggande bok där förutsättningarna för att åstadkomma goda fogar finns beskrivet. Området fogar i fasad är så omfattande och komplicerat att generella

lösningar är svåra att ge. De redovisade exemplen i boken skall betraktas som typlösningar och inte lösningar som i alla sammanhang är de bästa. Frågorna i anslutning till det enskilda fallet skall lösas med utgångspunkt från de förutsättningar och de krav man där har.

1.3 Ord- och begreppsförklaring

I denna rapport har följande termer använts med vidstående betydelse.

Adhesion	kroppars sammanhållning i vidhäftning, genom attraktion i beröringsytorna
Adhesionsbrott	vidhäftningsbrott mellan t ex fogmassa och fogsida
Amplitud	fogrörelsens ytterlighetsvärden uttryckt som avståndet mellan fogens genomsnittsbredd till dess största respektive minsta bredd
Dilationsfog	rörelsefog som genomgår hela byggnaden med ändamål att uppta rörelser i angränsande byggnadskroppar
Elastiskt material	material som har stor förmåga att med hjälp av inre krafter återgå mot sin ursprungliga form efter deformation och avlastning

Etenplast	plast baserad på polyeten eller sampolymerer av eten vari etenmonomerer utgör största delen av massan
Etenpropengummi	gummityp baserad på sampolymerer av eten och propen eller terpolymerer av eten, propen och en dien. Etenpropengummi baserat på sampolymerer av eten och propen betecknas EPM. Baseras det på terpolymerer av eten, propen och dien betecknas det EPDM.
Fluoretenplast	plast baserad på polytetrafluoreten
Kloropren	gummityp baserad på polyklorepropen
Kloroprengummi	gummityp baserad på polykloropren
Kohesion	fogningsmaterialets inre sammanhållning (hållfasthet) upprätthållen av attraktionskrafter mellan molekyler
Kohesionsbrott	brott i fogningsmaterial
Luftfuktighet	Luftens fukttinnehåll kan anges av vattenångans partialtryck (Pa) eller vattenånghalt (g/m^3 fuktig luft) eller av relativa ånghalten tillsammans med temperaturen.

Neoprengummi	se kloroprengummi
Plastiskt material	material som har liten förmåga att med hjälp av inre krafter återgå mot sin ursprungliga form efter deformation och avlastning
Polyeten	se etenplast
Polymer	ämne vars molekyler är uppbyggda av upprepade mindre enheter av ett eller flera slag (merer) i sådant antal att tillägg eller minskning av en eller ett fåtal enheter inte nämnvärt påverkar egenskaperna
Polysulfidgummi	gummityp baserad på polymerer med polysulfidbindningar.
Polyuretanplast	plast baserad på polyuretan eller sampolymerer med uretankomponenter
PVC	vinylkloridplast baserad på polyvinylklorid.
Primer	<p>lösning eller dispersion avsedd att påföras en yta som skall beläggas med eller häfta vid ett annat material</p> <p>Primer ger efter torkning ett skikt som förbättrar vidhäftning mellan underlaget och ovanpå detta påfört material.</p>
PTFE	se fluoretenplast

Relaxation	spänningsminskning som inträder med tiden i ett material vid konstant deformation
Reologiska egenskaper	materials deformations- och flytegenskaper
Rörelsefog	fog, vågrät eller lodrät, som uppdelar en konstruktion så att delarna kan dra sig samman eller utvidga sig oberoende av varandra
Silikongummi	gummimaterial baserad på polymerer vilkas huvudsakliga kedja består av omväxlande kisel- och syreatomer
TDV-rör	rör som förbinder dränerings- och ventilationskanal med ytterluften för att åstadkomma tryckutjämning, dränering och ventilation.
Termodiffusion	separeringsprocess i luften beroende på temperaturgradient där de lättare vattenångmolekylerna samlas vid den varmare sidan, medan de tyngre kväve- och syremolekylerna vandrar mot den kallare
Thiokol	se polysulfidgummi

Värmegenomgångs- koefficient	den värmemängd som vid stationära förhållanden per tidsenhet passerar vinkelrätt genom en kvadratmeter av en byggnadsdel då temperaturdifferensen mellan luften på ömse sidor är 1 K (1°C), $\text{W}/\text{m}^2, ^{\circ}\text{K}$.
U-värde (tidigare k-värde)	
Värmelednings- förmåga, λ -värde	den värmemängd som vid stationära förhållanden per tidsenhet passerar vinkelrätt genom en kvadratmeter material med 1 m tjocklek då temperaturfallet genom provet är 1°K (1°C), $\text{W}/\text{m}, ^{\circ}\text{K}$.

2 FUNKTIONER OCH PÅVERKANSFAKTORER

2.1 Sammanställning över fogfunktioner och påverkansfaktorer

Vid projektering, konstruktion, utformning och tillverkning av en fog bör ett stort antal funktioner och påverkansfaktorer beaktas. Grundläggande är att fogen skall uppfylla ställda funktionskrav under den förväntade brukstiden. I nedanstående förteckning, som är baserad på den internationella standarden ISO 3447, bilaga 1, presenteras de krav och påverkningar som i regel måste beaktas vid fogutformning

- regntätning
- vindtätning
- värmeisolering
- kondensskydd
- ljudisolering
- brandskydd
- lastupptagning
- anpassning till toleranser och måttfel
- anpassning till deformationer
- monterbarhet
- beständighet
- utseende
- underhåll, renovering
- ekonomi.

Förteckningen gäller de väsentligaste funktionerna för fogar i nordiskt klimat. Vid fogutformning i byggnader i andra klimatzoner hänvisas till den utförliga listan i ISO-standardens, se bilaga 1.

2.2 Påverkan av regn

En fasadfog skall utformas så att vatten ej kan tränga in i väggkonstruktionen och orsaka skador. I vissa fall tillåter fogkonstruktionen att regnvatten kan passera en yttre barriär under förutsättning att inträngt vatten ledes ut från väggkonstruktionen och ej in i densamma. Regnvattenbelastningen på fogen varierar med den mängd slagregn som träffar byggnaden. Denna varierar i sin tur med byggnadens läge, byggnadens höjd och byggnadens utformning. I vissa fall kan garneringar, plåt-inklädningar, pilastrar etc leda till en ökad eller minskad vattenbelastning på en fasadfog. Därför bör möjligheten att begränsa regnpåverkan genom lämplig detaljutformning av byggnaden och dess fasader beaktas.

I följande avsnitt beskrives slagregn och dess egenskaper.

2.2.1 Slagregnets egenskaper

Slagregn definieras som ett regns horisontella komponent och är en mycket viktig klimatfaktor som måste beaktas vid utformning av fasadfogar. Slagregnsmängden är den regnmängd som beroende på vindens inverkan träffar en vertikal yta. Slagregnsbelastningen varierar mellan olika platser i landet. Västkusten och Skånes sydkust är mycket utsatta för slagregn. Den dominerande slagregnsriktningen sammanfaller i stort med den dominerande vindriktningen.

Slagregnet fördelas ojämnt på årets månader. Den största slagregnsmängden brukar förekomma under hösten medan senvintern normalt är slagregnsfattig.

Man utgår vid bedömning av regnpåverkan från begreppet fritt slagregn varmed avses den slagregnsmängd som erhålles på öppna fält där inga störningar p g a ojämnheter i topografin förekommer. Fritt slagregn har studerats både genom analytiska beräkningar och direkta mätningar.

Om vindhastighet och vertikal nederbörds mängd är kända vid en viss tidpunkt kan slagregnsmängden beräknas med hjälp av uttrycket

$$S = N v/v_n \quad (2.1)$$

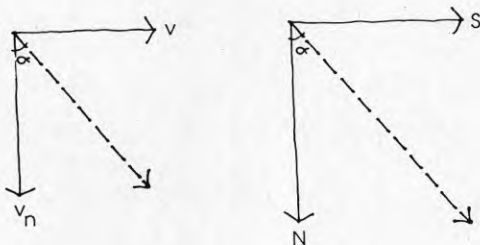
där

S = slagregnsmängd, mm/tidsenhet

N = vertikal nederbörds mängd, mm/tidsenhet

v = vindhastighet, m/s

v_n = regndropparnas fallhastighet, m/s

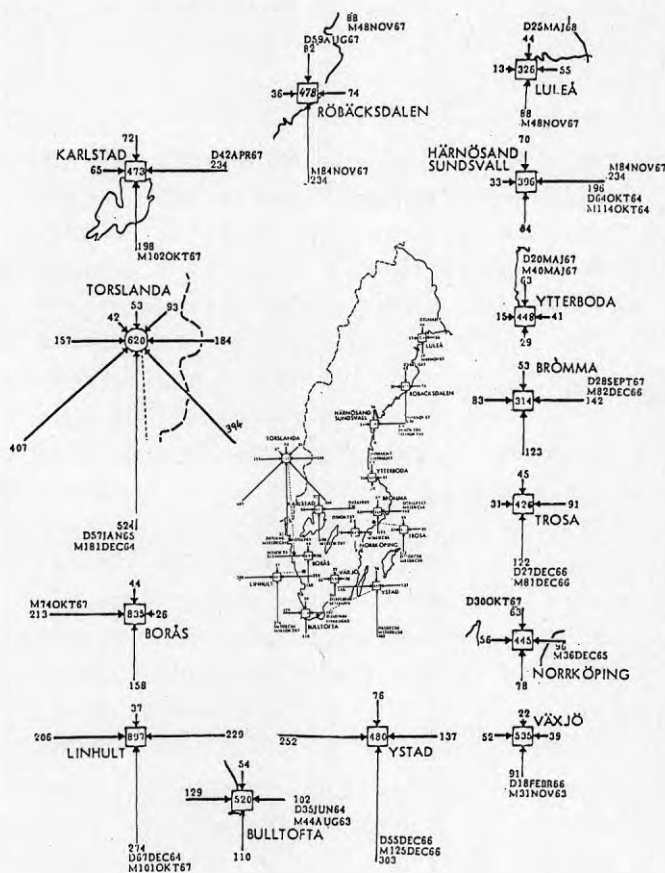


Figur 2.1 Förklaring av storheterna i ovanstående ekvation (ekv 2.1). Regndropparna rör sig i den streckade pilens riktning. α är vinkeln mellan regndropparnas rörelseriktning och lodlinjen.

Regndropparnas fallhastighet är beroende av dropparnas storlek, form och ytspänning samt omgivande luftens tryck, temperatur, viskositet och densitet. En medelstor droppe ($\phi \approx 1$ mm) fallhastighet uppgår till 4-5 m/s medan stora droppar ($\phi > 2$ mm) kan uppnå hastigheter på 7 - 10 m/s.

Den vertikala nederbörds mängden mäts på ett flertal stationer i landet. Förutom SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) bedriver även flera kommuner mätningar i egen regi. Årlig slagregns mängd för olika orter i Sverige framgår av figur 2.2.

Kontinuerliga mätningar av vindhastigheten sker på ett tiotal platser i landet, främst vid civila och militära flygplatser. Resultaten från dessa mätningar redovisas i regel som medelvindstyrka under mätperioder längre än 10 minuter.



Figur 2.2 Årlig slagregnmängd (mm) från olika riktningar, samt de maximalt uppmätta månads- (M) och dygnsvärdena (D) med tidpunkt för observationer för varje ort. Årsmedelvärde av den uppmätta vertikala nederbörden anges också. Kartan redovisar mätresultat för perioden juli 1963 - juni 1968. Enl. Järnmark (1968). Observera att differenser föreligger mellan beräknade och uppmätta värden.

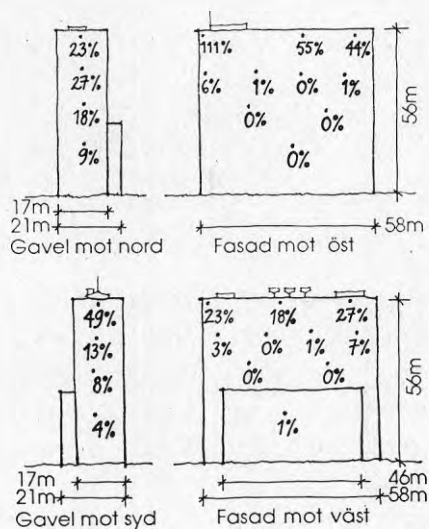
För dimensionering av fasadfogar är kännedom om slagregnets års- eller månadssumma av mindre betydelse. Av stort intresse är däremot att känna slagregnets frekvens samt deras intensitet under kortare tidsperioder såsom timme eller delar av timmar. Mätningar av slagregnsintensitet har dock hittills förekommit endast i liten utsträckning, varför osäkerheten i angivna värden är stor. Man bedömer att 80-90% av fria slag-regnen torde ha en medelintensitet som understiger 1 mm/h.

Att med utgångspunkt från den fria slagregnsmängden ange hur mycket regn som träffar en byggnads fasad är mycket svårt. Byggnaden i sig utgör ett hinder för vinden och dessutom kan andra hinder i omgivningen, såsom andra byggnader, träd och kullar, ytterligare komplicera luftströmningen kring byggnaden och därmed störa slagregnets infall mot fasaden. Slagregnet träffar främst byggnadens hörn och övre delar, medan fasadernas mittpartier och nedre delar träffas i betydligt mindre omfattning, se figur 2.3. Vid takfoten kan i vissa fall regn och snö föras uppåt av luftströmmar och tränga in i fogar och luftspalter med åtföljande vattenskador. Undersökningar har visat att även fasader som ligger i lä för rådande slagregnsriktning kan träffas av mindre regnmängder p g a turbulens kring byggnaden. I figur 2.4 visas hur stor andel av det fria slagregnet som uppmätts i olika punkter på fasaderna hos en stor byggnad i Göteborg med planmåtten 50 x 70 m och höjden 56 m. På fasader med mindre längd och höjd fördelas slagregnet jämnare. I figur 2.5 anges hur slagregn ungefärligt fördelas på en fasad.



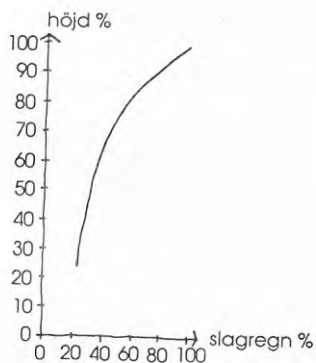
Figur 2.3

Fuktmönster på en fasad fotograferad efter ett slagregn. Fuktmönstret visar att fasadens övre delar har varit mest utsatta för slagregnet.



Figur 2.4

Slagregnsmängd som träffar olika punkter på en byggnads ytterväggar i relation till den fria slagregnsmängden. Enl. Holmgren (1972).



Figur 2.5

*Slagregnsfördelning. Slagregnsmängden uttrycks i procent av största slagregns-
mängden. På samma sätt uttrycks höjden i
procent av fasadens totala höjd.*

Vid mätning på en byggnad i ett mycket utsatt läge för väder och vind, uppmättes fasadslagregnsens maximala intensitet till 10 mm/h. Vid en annan byggnad uppmättes maximalt 5,5 mm slagregn under en tiominutersperiod. Variationerna är m.a.o. stora och antalet tillgängliga mätdata få.

Den slagregnsmängd som träffar fasaden absorberas delvis av fasadmaterialet samt bildar en ytvattenström av återstoden. Storleken av dessa ytvattenflöden beror på flera faktorer:

fasadens orientering i förhållande till den dominerande vindriktningen

regnets intensitet

regnets varaktighet

byggnadens höjd

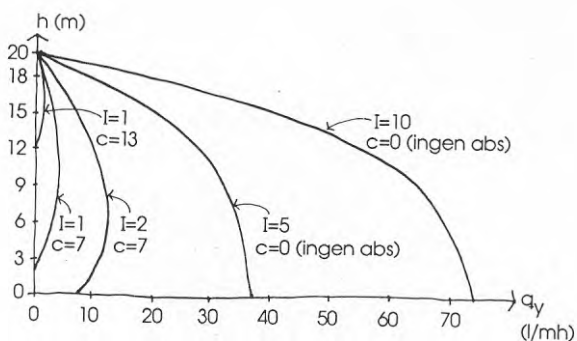
fasadmaterialets råhet och absorptionsförmåga

fasadens utformning t ex fönsterplacering och förekomst av utskjutande lister, fogar o d.

2.2.2 Beräkning av ytvattenflöden

Ytvattenströmmens storlek kan bedömas om slagregnets fördelning på fasaden och fasadmaterialets absorptionsförmåga är kända. Beräkning behöver normalt ej göras, men ytvattenströmmen måste beaktas vid fogprojekteringen.

I figur 2.6 visas beräknade ytvattenströmmar på en 20 m hög fasad efter en timmas regn vid olika absorptionsförmåga hos fasadmaterialet och olika regnintensitet mot fasaden. De i figur 2.6 angivna regnintensiteterna gäller byggnadens topp.

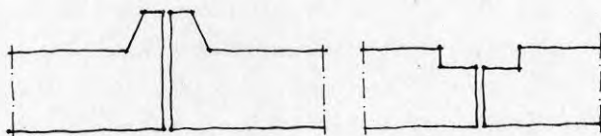


Figur 2.6 Beräknade ytvattenströmmar efter en timmas regn mot en 20 meter hög fasad, vid olika absorptionsförmåga hos fasadmaterialet, C $\text{g/m}^2/\text{s}$, och olika regnintensitet, I mm/h . $C = 7$ motsvarar betong, höstförhållande, $C = 13$ motsvarar betong, sommarförhållande samt $C = 0$ att väggabsorptionen är noll.

I verkligheten förekommer inte i Norden regn med konstant intensitet under så långa tidsperioder som beräkningarna avser, men resultaten i figur 2.6 ger en relativt god uppfattning om hur ytvattenströmmen varierar med olika absorption och regnintensitet.

2.2.3 Byggnadstekniska åtgärder för att reducera vattenbelastning

Det är väsentligt för att erhålla tillfredsställande funktion hos en fog att minimera vattenbelastningen. Detta innebär att tak, takfot, pilastrar etc bör utformas så att vattenströmmen på fasaden reduceras. Vattenbelastningen på en vertikal fog reduceras avsevärt om den omges av kantskoningar enligt figur 2.7a i stället för att placera fogen i en nedsänkning enligt figur 2.7b. Undvik att placera stuprör framför en vertikalfog, vilket ibland utföres med motivet att fogen skall döljas. En skada på stupröret kan leda till stor skadegörelse om vattenstrålen från ett hål träffar fogområdet. Risken för skada minskar om man orienterar rörets vertikalskarv utåt.



Figur 2.7 Profilering av en fasadyta vid vertikalfog bör utföras enligt fig.(a). En försänkning enligt fig.(b) medför ökad vattenbelastning på fogen.

Horisontalfogar bör utföras med tröskel som försvårar inträngning av vatten. Ökad vattenbelastning kan även förekomma vid fönsterhåls undersida om fönsterbleck eller motsvarande saknas. Detta kan ge upphov till att väggelementet under fönstret tar in vatten och påverkar fogarna. Väggelementet bör utföras med skyddstäckning eller med kraftigt lutande översida. Följ anvisningarna för fogutformning som ges i kapitel 5.

2.2.4 Normer, föreskrifter

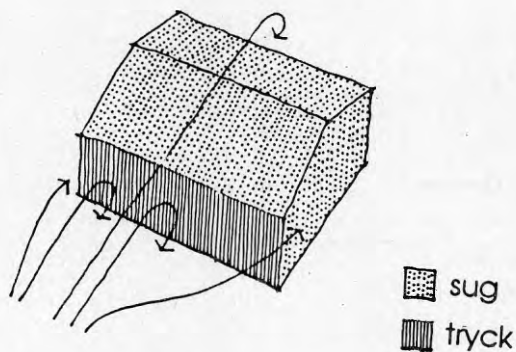
Gällande föreskrifter för husbyggnader rörande slagregn återfinns i svensk byggnorm, SBN 80. De angivna dygnsmedelvärdena är dock utan nämnvärt intresse för dimensionering av fasadfogar. Uppgifter erfordras för regnintensiteter under kortare perioder mindre än en timme. Viss ledning för bestämning av slagregns mängder fås av fig.2.5. Klimatdataboken (1) innehåller uppgifter om regnintensiteter, temperatur samt förhärskande vindriktningar för olika orter i Sverige.

2.3 Påverkan av vind

Byggnader utsättes för vindbelastningar av varierande storlek beroende på vindhastighet, hushöjd, läge, utformning etc. Fasadfogar behöver i regel icke dimensioneras för själva vindkraften, men däremot måste fogen utformas så att den lufttrycksskillnad över fasadväggen som vinden orsaker ej medför några olägenheter ur täthetssynpunkt. Utvändigt övertryck kan förorsaka att regnvatten pressas in i sprickor och spalter i fasadytan och transporteras vidare in i väggkonstruktionen. Otätheter i fogarna kan även orsaka större energiåtgång vid uppvärmning eller komfortproblem.

Det bör observeras att vindlast även kan förekomma som dynamisk belastning, vilket för fogar med material med liten dämpning och styvhet kan behöva beaktas. Normalt är detta inget problem, men för t ex tvåstegsfogar med utvändigt täckskena av metall bör denna förankras noga så att inte skaller eller vibrationer uppstår.

Vind som blåser mot en byggnad förorsakar ett övertryck på lovartsidan och ett undertryck på byggnadens övriga sidor. När vinden blåser rakt mot byggnaden uppstår i allmänhet maximalt övertryck på lovartfasadens mittparti och lägre tryck längre ut mot fasadens ytterkanter, figur 2.8. På läfasaden uppstår de största undertrycken vid fasadens hörn och övre del. Variationer i vindens anblåsningsriktning, turbulenser i strömningen, byggnadens geometriska utformning och omgivningens topografi mm kan förändra den ovan beskrivna tryckfördelningen.



Figur 2.8 Typisk tryckfördelning över en byggnad

Vindtrycket på fasaden kan beräknas ur vindens hastighet i den ostörda luftströmmen enligt nedanstående samband

$$p = \mu \rho_{\ell} v^2 / 2 \quad (2.2)$$

där

p = vindtryck i en punkt på fasaden, Pa

μ = formfaktor som beaktar tryckfördelningen på fasaden

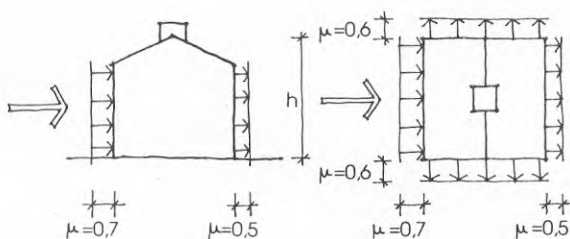
ρ_{ℓ} = luftens densitet, kg/m³

v = vindhastighet i den ostörda luftströmmen, m/s

I SBN 80 anges värden på vindtryck och formfaktorer för beräkning av vindbelastningen på byggnader. I brist på bättre kunskapsunderlag kan i SBN 80 angivna faktorer och vindhastigheter även användas vid beräkning av tryckdifferenser över fogar.

Vinden påverkar även lufttrycket inuti byggnader genom att luft passerar ut eller in genom otätheter i byggnadens ytterväggar och tak.

I figur 2.9 anges tryckfördelning enligt SBN 80 på en vanlig byggnadstyp.

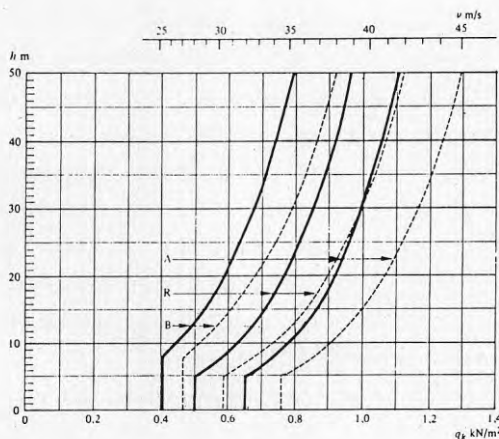


Figur 2.9 Vindkraftfördelning på byggnad. I figuren angivna siffror anger formfaktorer (eku.2.2).

Tryckskillnaden över en yttervägg är icke konstant över en byggnads fasad. Det av vinden orsakade trycket varierar som tidigare nämnts med byggnadsutformningen. Dessa tryckskillnader i fasadens vertikal- och horisontalled kan orsaka icke önskvärda eller svårbedömda luftrörelser i ventilerade luftspalter.

2.3.1 Normer, föreskrifter

Uppgifter om vindhastigheter och vindtryck återfinns i SBN 80 varur figur 2.10 är hämtad. Dimensionerande hastigheter beror på byggnadens höjd och läge i landet. Vindbelastningar baserade på ovannämnda värden är avsedda för hållfasthetsdimensionering av byggnader men kan i brist på bättre kunskap användas vid fogdimensionering. För bedömning av fogutformning erfordras värden härrörande ur ett mikroklimatiskt synsätt. Sådana värden samt föreskrifter saknas f.n. men torde vara lägre än angivna värden i SBN 80.



Figur 2.10 Enligt SBN 80: Föreskrivna värden på momentan vindhastighet v och motsvarande exceptionella hastighetstryck q . För vindriktningar inåt land vid Götalandskusten gäller streckade kurvor. I övriga fall gäller heldragna kurvor. Beträffande terrängtyper A, R och B se tabell nedan.

Terrängtyp	Beskrivning
A	Öppen terräng med få eller inga hinder, t ex kuster och stränder vid öppet vatten, utpräglad slättlandskap, kalfjäll
R	Öppen terräng med små hinder, t ex flygfält, kuperade slättlandskap med spridda träd och enstaka grupper av byggnader
B	Terräng med spridda stora hinder, såsom gles förortsbebyggelse, samt tätt liggande stora hinder, t ex skogslandskap, städer och tät förortsbebyggelse

2.4 Påverkan av inomhusklimat

En fog i en yttervägg skall vara tät mot inifrån byggnaden kommande luft och fukt.

Tryckskillnader medför att luft vill strömma genom otätheter från områden med högre lufttryck till områden med lägre tryck. Dessa skillnader mellan lufttryck i och utom en byggnad kan orsakas av vindpåverkan, termiska krafter samt byggnadens ventilationssystem.

Invändigt övertryck i en byggnad kan, om ytterväggen är otät, förorsaka att fuktig inomhusluft strömmar ut i ytterväggskonstruktionen, s.k. fuktkonvektion, med risk för kondensation och åtföljande fuktskador. Denna risk blir större om inomhusluften är befuktad, vilket ibland utföres i lokaler för speciella ändamål t ex i sjukhus och datorrum.

Invändiga otätheter kan dessutom medföra svårigheter att tillfredsställa byggnormens krav på byggnaders täthet.

2.4.1 Drivkrafter orsakade av vind

Som tidigare nämnts i kapitel 2.3 orsakar vind som blåser mot en byggnad övertryck på lovartsidan och undertryck på läsidan. Vinden påverkar även lufttrycket inuti byggnaden och kan därmed orsaka luftströmning inifrån och ut genom otätheter i väggen. De formfaktorer som anges i SBN 80 kan användas i brist på bättre kunskapsunderlag.

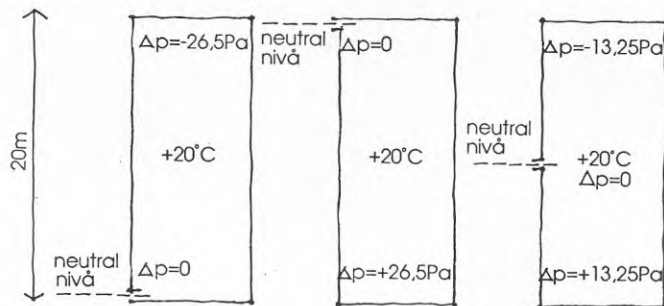
Luftens densitet är temperaturberoende, vilket medför att det uppstår en tryckskillnad mellan varm luft i byggnadens inre och kallare luft utomhus. Maximalt kan övertrycket inomhus uppgå till

$$p = (\rho_{\ell} - \rho_r) g h \quad (2.3)$$

där

$$\begin{aligned} p &= \text{inomhusluftens tryck, Pa} \\ \rho_r &= \text{inomhusluftens densitet, kg/m}^3 \\ \rho_{\ell} &= \text{utomhusluftens densitet, kg/m}^3 \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ h &= \text{byggnadens höjd, m} \end{aligned}$$

Ovanstående ekvation (2.3) beskriver det extrema fallet att byggnadens ytterväggar är helt täta så när som på en öppning vid marknivån där tryckjämvikt föreligger. I normala fall förekommer otätheter i ytterväggarna, såsom ventilationsöppningar o dyl, vilket medför att tryckjämviktsläget förskjuts uppåt i byggnaden, figur 2.12. Tryckskillnaden mellan inomhus- och utomhusluft är störst vintertid och kan enligt ekvation (2.3) vid 30°C temperaturdifferens uppgå till c:a 25 Pa i en 20 meter hög byggnad.



Figur 2.11 Skorstenseffekt i byggnad. Tryckskillnad Δp räknas som positiv vid utvändigt övertryck. Utetemperaturen = -10°C .

2.4.2 Drivkrafter orsakade av mekanisk ventilation

Byggnader är i allmänhet utförda med mekaniska ventilationssystem. Man bör icke arbeta med invändigt övertryck, vilket kan medföra att varm och fuktig inomhusluft strömmar in i otätheter i ytterväggen. Ett ventilationssystem dimensioneras i regel så att förorenade lokaler och rum erhåller undertryck och övriga övertryck. I allmänhet orsakar ventilationssystemet endast en mindre tryckskillnad över ytterväggen. Några enhetliga tumregler kan ej ges utan tryckförhållanden bör studeras i samråd med ventilationskonsulten i varje enskilt fall.

2.4.3 Fuktkonvektion, kondens

Fukt kan intränga i ytterväggskonstruktionen dels i sprickor och springor dels genom diffusion. I fogar är diffusionen utan nämnvärd betydelse om fogen är utförd på rätt sätt, m a o med en diffusionstät del mot byggnadens inre rum. Fuktkonvektion är av större betydelse och kan medföra kondens i väggen med åtföljande skaderisk. Den invändiga rumsluften har högre temptur och högre fuktinnehåll än ytterluften. P g a temperaturfallet genom väggen finns därför risk att fuktig luft som tränger ut i en spricka kondenserar inuti väggen med åtföljande skaderisk. För beräkning av kondenserad fukt-mängd och temperaturförlopp hänvisas till Fukthandboken (2).

Luftflödet genom sprickor och springor kan beräknas enligt anvisningar i (3). För överslagsberäkningar kan luftflödet genom sprickor och springor tas ur nedanstående tabell 2.1.

Tabell 2.1 Luftflöden genom sprickor/spalter vid vägg tjockleken 0,2 m

Tryck	Sprickspaltvidd	Luftflöde
Pa	mm	m ³ /m,h
10	0,1	0,000215
	0,3	0,0219
	0,5	0,104
	0,7	0,286
25	0,1	0,00150
	0,3	0,0558
	0,5	0,260
	0,7	0,713
50	0,1	0,00343
	0,3	0,112
	0,5	0,520
	0,7	1,43

Enligt krav angivna i SBN 80 skall byggnader ur energisynpunkt utföras med viss täthet, exempelvis skall bostadshus med tre eller flera våningar ha en högsta otäthet motsvarande 1.0 oms/h vid 50 Pa. Föreskrifter för byggnadsdelar förekommer, bl a för fönster. Fog mellan fönsterkarm och vägg måste utföras så att ovan nämnda täthetskrav uppfylles, vilket innebär att fogens tätning på väggens insida skall vara fullgod.

2.5 Värmeisolering

I byggnader strävar man efter att hålla temperaturen inomhus på en önskad nivå, oberoende av utetemperaturen.

På grund av temperaturskillnaden mellan inne- och uteluften sker en viss värmetransport genom väggar, golv och tak. Bl a av ekonomiska skäl vill man begränsa värmetransporten så långt som möjligt.

I SBN 80 anges metoder med vilka värmeegenomgångskoefficienten, k-värdet, kan beräknas. Samtidigt ställs krav på högsta tillåtna k-värde för olika byggnadsdelar.

Enligt SBN 80 gäller att "En byggnad som avses att hållas uppvärmd skall värmeisoleras och tätas så, att hygieniska olägenheter inte uppkommer samt så, att värmeavgivningen och luftläckningen genom dess omslutande delar begränsas med hänsyn till kravet på god energihushållning". Vidare sägs att "... de omgivande ytornas temperatur i rummet skall vara sådan att hygieniska olägenheter inte uppstår".

På kalla ytor finns nämligen risk för kondensation av vattenånga. På dessa ytor kan betingelserna därför i vissa fall bli så gynnsamma att svamppåväxt kan ske. Detta är ett vanligt förekommande problem i t ex badrum. Riskerna ökar om ventilationen reduceras och inomhus-temperaturen sänks. På grund av termodiffusion kan även en nedsmutsning ske på de ytor som har lägre temperatur än omgivningen.

Genom en yttervägg kan värmeflödet lokalt bli större än i omgivningen. Man talar då om en köldbrygga. I anslutning till fogar i ytterväggar kan sådana köldbryggor ofta uppstå. Detta kan ha flera orsaker, t ex att det ej finns plats i fogen för erforderlig mängd värmeisoleringsmaterial, att stora luftrörelser erhålles i värmeisoleringsmaterialet eller att värmeisoleringsmaterialet är nedfuktat.

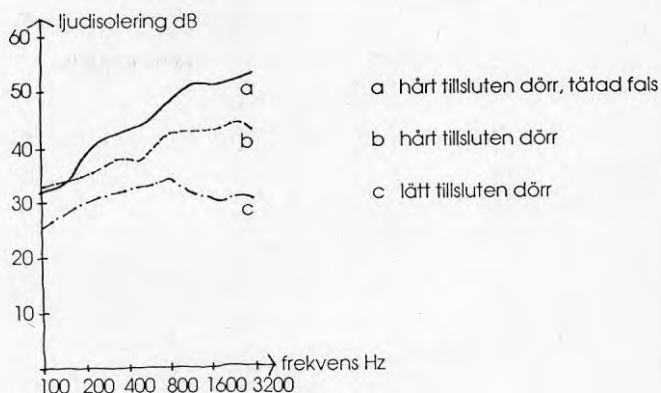
Det är därför viktigt att fogarna utformas på ett sådant sätt att kravet på god värmeisolering även kan tillgodoses i fogarna.

Som lämpligt riktvärde gäller att det totala värmemotståndet i fogen skall vara lika stort som i anslutande byggnadsdelars värmemotstånd. I en fog mellan fönsterkarm av trä och anslutande vägg bör exempelvis fogens värmemotstånd vara minst lika stort som karmens värmemotstånd.

2.6 Ljudisolering

Med byggnadsdelars ljudisolering avses deras förmåga att förhindra att den mot byggnadsdelens ena sida infallande luftljudsenergin överförs till den andra. Denna förmåga betecknas vanligen med byggnadsdelens reduktionstal och anges i dB. Eftersom ytterväggar vanligen består av flera sammanfogade byggnadselement såsom fönster, dörrar och väggelement blir det resulterande reduktionstalet ett, med yta och delreduktionstal vägt värde. Som i så många andra sammanhang blir inget bättre än sin svagaste länk och därför måste vid bestämningen av det resulterande reduktionstalet ävenledes inverkan av hål, springor och andra otätheter beaktas.

Erfarenhetsmässigt visar det sig att det i alltför många fall är just fogarna mellan byggnadselementen som utgör den "svagaste länken", sin lilla exponeringsyta till trots. Orsaken står att finna i att delreduktionstalet för en otäthet är praktiskt sett 0 dB. Man kan därför lätt konstatera att ju högre byggnadselementens delreduktionstal är och/eller ju högre krav som ställs på det resulterande reduktionstalet desto betydelsefullare blir beaktandet av fogar. Det bör i detta sammanhang också påpekas att springor mellan karm och fönsterbåge respektive karm och dörrblad får samma förödande inverkan på ljudisoleringen som en bristfällig fogning mellan exempelvis karm och väggelement. Likaså måste vanligen direkta ventilationsöppningar beaktas. I figur 2.12 visas ett exempel på nedsättningen av reduktionstalet till följd av varierad dörrtillslutning.



Figur 2.12 Reduktionstal vid olika dörrtillslutningar

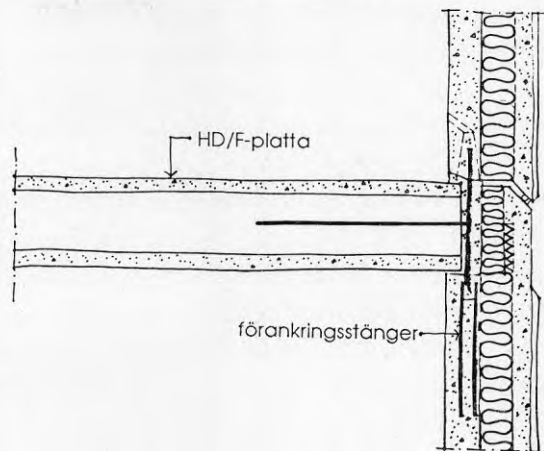
De krav som är tillämpliga på ytterväggar är av indirekt typ dvs någon kravspecifikation på fasadens resulterande reduktionstal finns inte utan vad som krävs är istället att inomhusnivån till följd av utomhusaktivitet inte överstiger vissa nivåvärden, se SBN 80. Det är emellertid viktigt att notera att i vissa sammanhang erfordras också en ljudisolering från ljudalstrande inomhusaktiviteter till luftljud utomhus. Kraven i det sistnämnda fallet styrs primärt av Naturvårdsverkets riktlinjer för externt industribuller. Att i detta sammanhang försöka ge allmänt tillämpbara anvisningar om när fogar och otätheter måste beaktas samt för uppskattningen av deras inverkan på det resulterande reduktionstalet, är inte meningen utan hänvisning görs istället till grundläggande byggnadsakustisk litteratur. Slutatsen av diskussionen ovan är dock att i görligaste mån tillse att fullständig fogtätning erhålles.

2.7 Brandisolering

Brandskyddsaspekter i samband med fogar i ytterväggar blir aktuell vid de tillfällen brandtekniska krav ställs på vägg och däri ingående fönster, dörrar och genomföringar. Vid brandklassade fönster förutsätts att även fogarna runt fönsterkarmen har samma brandtekniska klass som fönstret självt. I SBN 1980 framgår att fönster inom 5 m från en utgång skall utföras i F 30. Detta innebär även att fogen skall hålla i minst 30 minuter. För en vägg i en industribyggnad gäller att väggen inklusive dörr inom 5 m från en annan brandsektion skall utföras i A 60. Kravet innefattar då också fogarna mot dörrar inom detta avstånd. Samma krav ställs på fog i väggar i trapphus och hisschakt.

2.8 Lastöverföring i fogar

Fogar i en byggnads yttre klimatskärm kan i vissa fall vara kraftöverförande. I en byggnad med murad yttervägg överföres laster genom murfogarna. I en byggnad med prefabricerade väggelement är en viss del av horisontalfogarna lastöverförande både i fallet med bärande och icke bärande yttervägg. I senare fallet består lasten av väggens egentyngd. Även vertikalfogar mellan väggelement är lastöverförande, i de fall kraftpåverkningar erhålles för att uppnå önskad stabilitet hos byggnaden. I figur 2.13 visas principerna för lastöverföring samt konstruktionslösning för horisontal- och vertikalfog i vägg bestående av prefabricerade betongelement. För dimensionering av lastöverförande fogar, se (4). I vissa fall kan från början obelastade fogar bli lastöverförande genom sättningar och deformationer i byggnaden och dess fasadmateriäl.



Figur 2.13 Ändupplag i elementvägg, principfigur

2.9 Fogrörelser, rörelse- och deformationsupptagning

Fasadfogar och däri ingående material har begränsad förmåga att uppta fogrörelser. Detta innebär att en fasadfog enbart kan upprätthålla en tillfredsställande funktion inom ett visst fogbreddsintervall. Kunskap om framtida fogrörelser är vid projektering av en byggnad väsentlig för ett korrekt val av fogutformning, fogbredd och fogningsmaterial.

Rörelser i fogar mellan fasadelement förorsakas främst av temperatur- och fuktighetsvariationer, krympning och krypning hos såväl element som byggnadsstomme samt sättningar i byggnadens grund. Rörelserna fördelas tyvärr nästan aldrig jämnt på samtliga fogar i en yttervägg vilket försvårar bedömningen av fogens verkliga rörelse.

2.9.1 *Temperaturbetingade rörelser*

Rörelser orsakade av temperaturändringar i ytterväggen utgör en stor andel av de sammanlagda rörelserna. Storleken av dessa rörelser kan bedömas med hjälp av olika beräkningsmetoder. I nedanstående avsnitt redovisas beräkning av temperaturändringens inverkan enbart översiktligt, vilket är tillfyllest för de flesta fall av fogdimensionering.

Temperaturtillståndet i väggen förändras dels under året beroende på årstiderna dels under dygnet på grund av växlingar mellan natt och dag. Det är därför lämpligt att vid studiet av de temperaturbetingade rörelserna dela upp dessa i en årsvarierande rörelse som överlagras av en dygnsvarierande.

Temperaturtillståndet vid fasadytan kan beskrivas av den ekvivalenta utetemperaturen, som är summan av lufttemperaturen och ett temperaturtillskott p.g.a. strålning.

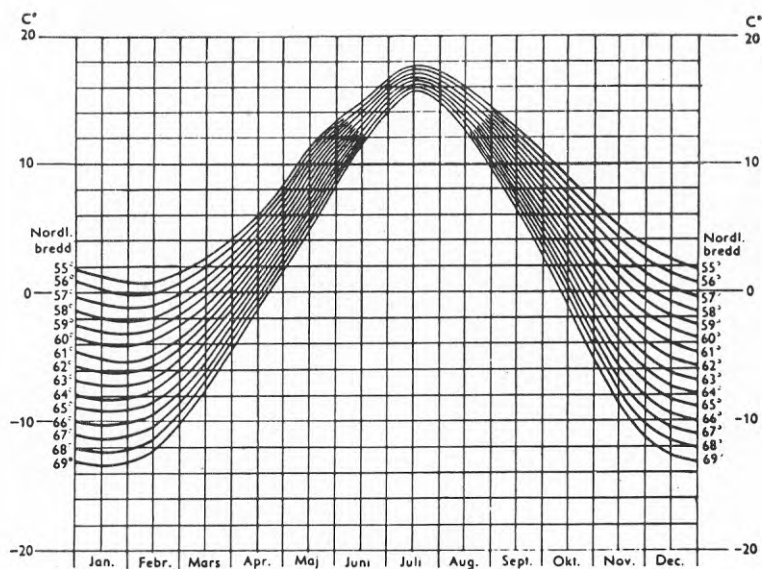
$$T_e = T_\ell + a/\alpha_y I \quad (2.4)$$

där

- T_e = ekvivalent utetemperatur, °C
 T_ℓ = lufttemperatur, °C
 a = fasadytans absorptionsfaktor för kortvågig strålning
 α_y = yttre värmeövergångskoefficient (W/m² °C)
 I = strålningsintensitet (W/m²)

Absorptionsfaktorn för solstrålning är bl a beroende av fasadytans struktur, ålder, ljushet och kulör. Värden på de ingående faktorerna a , α_y och I , anges bilaga 3.

Lufttemperaturens års- och dygnsvariation finns tillgänglig från meteorologisk statistik. I fig 2.14 anges årsvariationen för olika latituder, samt i bilaga 4 års- och dygnsvariation för namngivna orter.



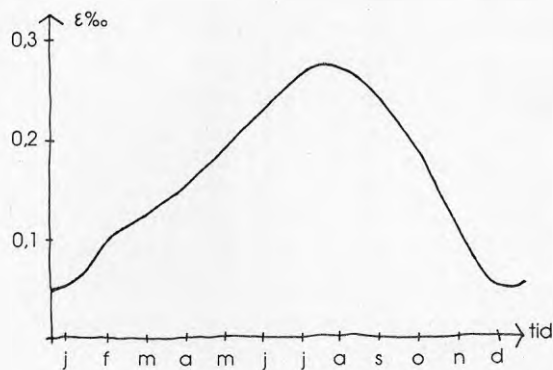
Figur 2.14 Lufttemperaturens årsvariation vid havets nivå på olika latituder i Sverige. Enl. VVS-handboken (5).

I ovanstående redovisning har inverkan av långvågig strålning inte beaktats eftersom den har liten inverkan på temperaturens storlek. Om hänsyn tas till långvågig strålning innebär det att ekvivalenta utetemperaturen sänks. Sänkningen är större för en natt med klar himmel under vintern än för en molnig sommardag. I t.ex Göteborg kan maximala sänkningen av ekvivalenta utetemperaturen under vintern p g a långvågig strålning uppgå till cirka tre grader, medan motsvarande sänkning under sommaren är ungefär hälften så stor.

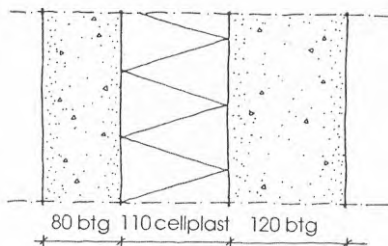
2.9.2 Temperaturfördelning i fasadskivans tjockleksriktning

De årsvarierande temperaturförändringarna på fasadens utsida sker så långsamt att stationära jämviktslägen med linjär temperaturfördelning över ytterväggenn kan anses hinna uppstå. En sådan temperaturfördelning kan beräknas om de olika skiktens värmemotstånd samt yttre och inre värmeövergångsmotstånd är kända, se SBN 80.

Som exempel på beräkningsresultat från en sådan beräkning redovisas de temperaturberoende rörelserna i figur 2.15 under året för en betongelementfasad i Göteborg med utförande enligt figur 2.16.



Figur 2.15 Årsvarierande längdändringar i ytterskivans mittplan hos fasad-elementet i beräkningsexemplet.



Figur 2.16 Tvärsektion av fasadelement i beräkningsexemplet.

Den årsvarierande längdändringen överlagras av en dygnsvarierande temperaturbetingad rörelse.

Dessa temperaturförändringar ger upphov till icke-stationära temperaturfördelningar i fasadelement, vilkas beräkning behöver omfattande insatser och har därför utelämnats här. Förenklad metod anges i detta kapitel, sid. 39 o.f.

Som exempel på beräkningsresultat enligt den noggrannare metoden visas i figur 2.17 kurvor för den dygnsvarierande längdändringen för fasadelement mot söder.

Figuren kan även användas för att beräkna den totala rörelsen förorsakad av temperaturvariationer. Den temperaturbetingade rörelsen har i detta exempel sitt största värde i augusti och sitt minsta värde i januari. Den maximala temperaturberoende breddvariationen under året hos en fog mellan 5 m långa fasadelement av den typ som använts i beräkningsexemplet, kan erhållas ur figur 2.17.

$$u_{\max} = \epsilon_{\max} \ell = 0,504 \cdot 5 = 2,52 \text{ mm}$$

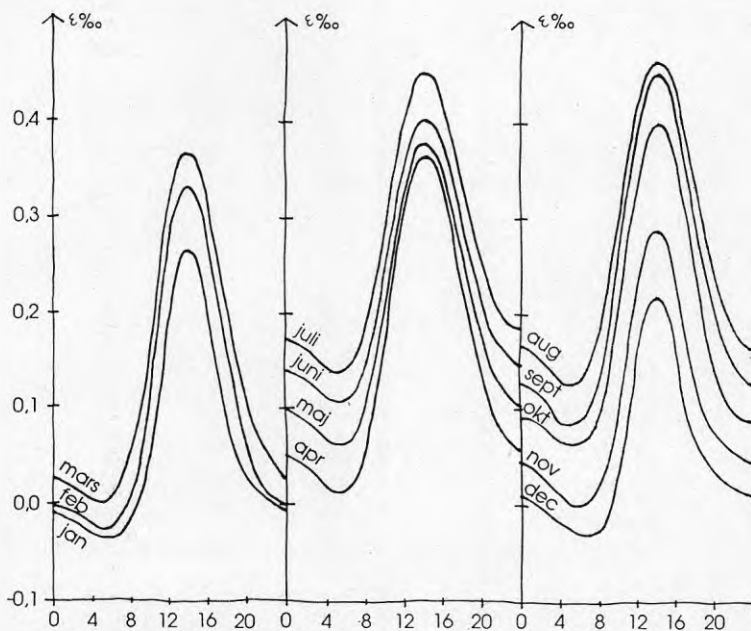
där

u_{\max} = längdändring

ϵ_{\max} = rel. längdändring, figur 2.17

ℓ = elementets längd

För andra orter än Göteborg får motsvarande beräkning utföras, se (6).



Figur 2.17 Dygnsvarierande längdändringar hos fasad-elementen i beräkningsexemplet för söderläge och olika månader. Figuren kan även användas till att beräkna totala längdändringar mellan olika månader. Kurvorna är beräknade för Göteborg.

I kapitlet ovan redovisas utförligt hur temperaturtillstånd och temperaturbetingade rörelser kan beräknas. I de flesta fall kan emellertid längdändringens storlek orsakad av temperaturförändringar beräknas med uttrycket

$$\Delta l = \alpha \Delta t l \quad (2.6)$$

där

- Δl = längdändring, mm
- α = längdutvidgningskoefficient, $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Δt = temperaturvariation, $^{\circ}\text{C}$
- l = elementens längd, mm

Beräkningen leder till värden på "säkra" sidan. p g a friktion m.m.

Längdutvidgningskoefficienten för några vanliga byggnadsmaterial framgår av tabell i bilaga 2. De angivna värdena kan variera något beroende på variationer i materialens sammansättning.

Högsta och lägsta temperatur som kan förekomma i en byggnads ytterhölje varierar av naturliga skäl mycket från land till land och från en landsdel till en annan. Fasadytans lägsta temperatur beror huvudsakligen på utomhustemperaturen. Den högsta temperaturen hos fasaden är beroende av fasadytans färg och struktur. De största temperaturbetingade rörelserna i en byggnad uppträder i regel i fasaderna mot söder och väster. Om fogtätningarna placeras i byggnadens yttre skal räknas i Sverige med årliga temperaturdifferenser på 75°C i ljusa byggnadsverk och 100°C i mörka. Placeras fogtätningarna däremot invändigt är temperaturdifferenserna betydligt mindre.

En noggrannare uppskattning av minimi- och maximitemperatur kan utföras enligt följande: Godtagna dygnsmedelvärden för låga temperaturer i olika delar av landet ges i bilaga 3. Temperaturvärdena varierar mellan -12°C och -32°C . När det gäller höga temperaturer godtas att dygnsmedelvärdet sätts till $+25^{\circ}\text{C}$ för hela landet. För isolerade ytterkonstruktioner kan de riktvärden på extrema yttemperaturer till följd av värmestrålning som anges i tabell 5.1 vara tillämpliga.

Tabell 2.2 Godtagna riktvärden på extrema yttemperaturer till följd av värmestrålning (enl. SBN 1980).

Yta	Yttemperatur (a) sommartid och (b) vintertid i förhållande till dygnsmedeltemperaturen	
	Över dygnsmedeltemperaturen	Under dygnsmedeltemperaturen
Horisontella tak	45° (10°)	15° (10°)
Väggytor		
Mot norr	15° (5°)	10° (5°)
Mot öster	50° (20°)	10° (5°)
Mot söder	50° (50°)	10° (5°)
Mot väster	50° (20°)	10° (5°)

(a) Värdena gäller under förutsättning att ytorna är mörka (absorptionsfaktorn = 0,9)

(b) Temperaturangivelse inom parentes avser vintertid.

För lätta konstruktioner kan dessa värden direkt tillämpas vid beräkning av rörelsernas storlek. Vid lätta konstruktioner, t ex vid plåtpaneler, kan sprängvisa rörelser uppträda. För tunga konstruktioner, t ex av betong, gäller att temperaturen blir ojämnt fördelad genom väggen varför böjning av t ex ett betongelement lätt uppstår.

Temperatur vid fogning bör beaktas. Enligt HusAMA 72 och RA 78 fick ej fogning med fogmassa utföras vid temperaturer lägre än $+5^{\circ}\text{C}$. Denna restriktion är borttagen i HusAMA 83. Stor försiktighet tillrådes dock vid fogning vid låga temperaturer. Vid kyla ökar dels risken för kondens på fogsidorna och dels ökar normalt fogmassans viskositet. Detta innebär att vidhäftningen mot fogsidorna försämras.

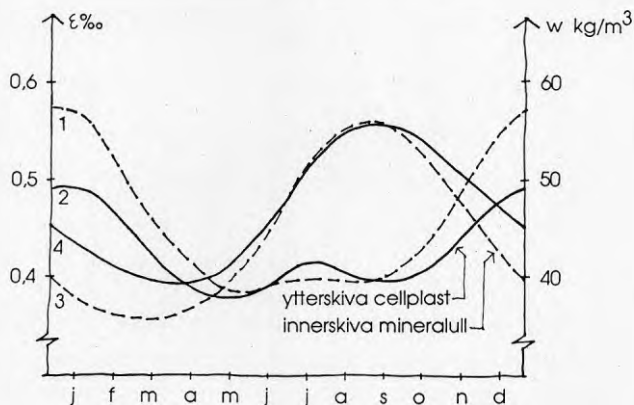
Även extremt höga temperaturer ($> +35^{\circ}\text{C}$) vid fogning skall undvikas. Vid dessa temperaturer är fogbredden liten, en eventuell primer torkar mycket fort, vissa fogmassor får en snabb härdning på ytan vilket försvårar efterslätningen och vidhäftningen. För fogmassor som innehåller lösningsmedel kan detta dessutom lätt "koka" ur med blåsbildning som följd. Lämpligt temperaturintervall vid fogningen är därför $+5-35^{\circ}\text{C}$.

2.9.3 Fuktbetingade rörelser

Fuktvariationer i byggnadsstomme och yttervägg ger upphov till breddändringar hos fasadfogar. Under de första åren efter väggens färdigställande orsakar uttorkningen av byggfukten en krympning. Byggnadsstommen uppvisar motsvarande krympningsrörelse. Fuktinnehållet i fasaden varierar under året, beroende på variation i temperatur och relativ luftfuktighet, vilket medför rörelser.

Vid studier av fuktbetingade rörelser bör även observeras att det föreligger en skillnad vid användning av de olika isoleringsmaterial cellplast och mineralull. Minerallull är betydligt mer ånggenomsläpplig än cellplast. Detta innebär att ett större och snabbare fuktutbyte äger rum mellan t.ex betongskivorna i ett sandwichelement med mineralullsisolering än i ett motsvarande element med isolering av cellplast.

För att belysa de fuktbetingade rörelsernas storlek anges dessa för ett sandwichelement av samma typ som tidigare de temperaturbetingade rörelserna beräknats för, figur 2.18.



Figur 2.18 Beräknade fuktbetingade rörelser och fukthalter. Jämförelse mellan cellplast- och mineralullsisolering.

- (1) fuktrörelser/fukthalter för ytterskivan i ett betongelement med mineralullsisolering.
- (2) fuktrörelser/fukthalter för innerskivan i ett betongelement med mineralullsisolering.
- (3) fuktrörelser/fukthalter för ytterskivan i ett betongelement med cellplastisolering.
- (4) fuktrörelser/fukthalter för innerskivan i ett betongelement med cellplastisolering.

Den fuktberoende breddvariationen hos en fog mellan 5 m långa fasadelement blir med hjälp av figur 2.18, [se även (8)]

element med cellplastisolering

$$\text{ytterskiva } u_{\max} = 0,116 \cdot 5 = 0,58 \text{ mm}$$

$$\text{innerskiva } u_{\max} = 0,158 \cdot 5 = 0,76 \text{ mm}$$

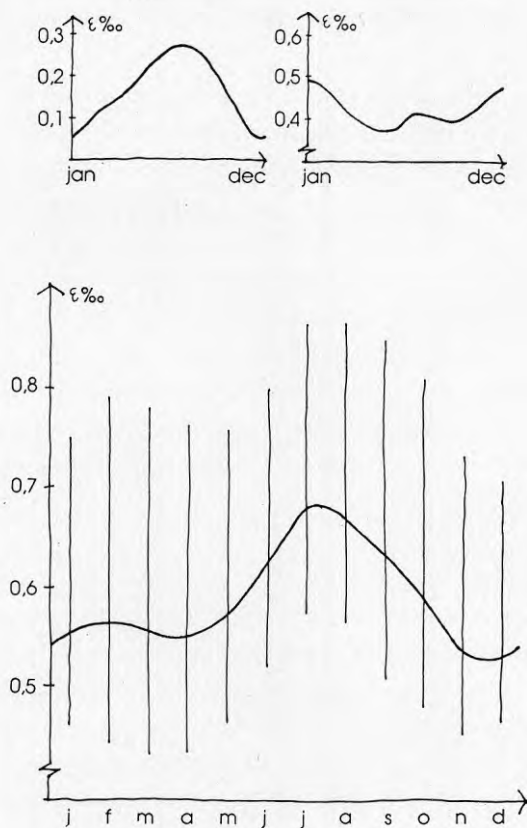
element med mineralullsisolering

$$\text{ytterskiva } u_{\max} = 0,186 \cdot 5 = 0,93 \text{ mm}$$

$$\text{innerskiva } u_{\max} = 0,202 \cdot 5 = 1,01 \text{ mm}$$

I figur 2.19 redovisas den rörelse för ytterskivan hos sandwichelementet i beräkningsexemplen som erhålls då temperatur- och fuktbetingade rörelser adderas.

De årsvarierande fuktbetingade rörelserna är oftast motriktade de temperaturbetingade rörelserna. I vissa fall kan fukt- och temperaturrörelser samverka på så sätt att ändringar i väggens fukttinnehåll sker betydligt långsammare än förändringar av dess temperaturtillstånd.



Figur 2.19

Rörelse för ytterskivan hos sandwich-elementet då temperatur- och fukt-betingade rörelser adderas.

Dygnsvarierande temperaturbetingade rörelser har i figuren markerats med vertikala streck.

Den i figur 2.19 redovisade rörelsen är en bedömning som gäller ett år med "normalt" klimat. Den är därför inte okritiskt användbar. Följande viktiga förutsättningar har gällt vid beräkningarna:

De framräknade rörelserna baseras på medelvärden av klimatdata för temperatur och relativ fuktighet ur SMHI:s statistik för Göteborg. För andra orter måste motsvarande beräkning göras om noggranna värden önskas.

Vid beräkningarna har endast fogrörelser orsakade av längdändringar hos fasadelement och stomme studerats. Rörelser orsakade av elementens böjning p.g.a. temperatur- och fuktgradienter har inte beaktats. Dessa rörelser kan i vissa fall vara av betydelse.

Den konstruktiva utformningen av fasadelement, infästningsanordningar och byggnadsstomme har stor betydelse för fogrörelserna. Rörelserna har vid beräkningarna antagits kunna ske oförhindrat. Normalt har dock infästningarna en viss styvhet eller friktion. Olika styvhet hos infästningarna kan medföra att rörelserna fördelas olika på fogarna i en fasad.

I figur 2.19 har inte rörelser hos stommen markerats. Lastberoende deformationer, sättningar o.dyl. medför att kurvan i figuren förskjuts i vertikalled, d.v.s. rörelserna i förhållande till ursprunglig fogbredd förändras. Eventuella årsvarierande rörelser hos stommen medför att även kurvans utseende påverkas.

Möjliga orsaker till stomrörelser är bl a krypning p g a egentyngd och påförda laster, krympning p g a uttorkning av byggfukten, elastiska deformationer, sättningar i undergrunden samt temperatur- och fuktvariationer. En längdminskning hos stommen har samma påverkan som en längdökning hos fasadskivorna, d v s den medför en reduktion av fogbredden.

Fuktbetingade rörelser förekommer hos material, som ändrar sin volym vid ändrad fukthalt. Detta gäller för alla s k hygroskopiska material, som t ex betong, autoklaverad lättbetong, tegel och trä. Rörelsernas storlek är en funktion av fukttinnehållet, vilket i sin tur varierar med den omgivande luftens relativa fuktighet. Materialet krymper då fukttinnehållet minskar och sväller då fuktnivån ökar. Dessa rörelser kallas reversibla. Rörelser kallas irreversibla, då de sker enbart i en riktning.

Irreversibel krympning: För överslagsmässig beräkning av den irreversibla krympningen kan följande närmevärden användas. En betongstomme undergår krympning. Storleken av betongens krympning varierar mycket. För vanligt förekommande betongkvaliteter är ett normalvärde för slutkrympningen c:a 0,3 - 0,6^o/oo. Eventuella fogrörelser orsakade av stommens krympning vid byggfuktens uttorkning antages ofta vara kompenserad av motsvarande rörelser uppkomna vid fasadelementens krympning. Värdet för den irreversibla krympningen är c:a 0,2^o/oo. För murverk av tegel kan krympningen helt försummas eftersom den uppkommer på ett mycket tidigt skede efter murningen.

Reversibel krympning: Den reversibla fuktrörelsens årsamplitud hos fasadelement av betong har uppmätts till c:a $0,4^{\circ}/\text{oo}$. Maximi- och minimivärdena uppmättes i mars och augusti. Detta är c:a 3 månader efter maximi- och minimivärden på uteluftens relativa fuktighet.

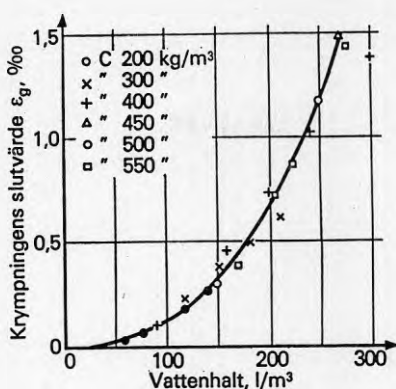
För en överslagsmässig bedömning kan betongens totala krympning antagas variera inom intervallet $0,2 - 0,6^{\circ}/\text{oo}$.

De reversibla fuktrörelsernas storlek hos autoklaverad lättbetong uppgår till c:a $0,1^{\circ}/\text{oo}$.

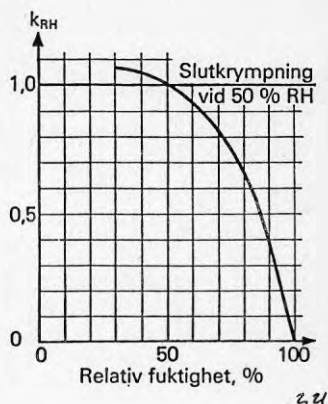
För murverk av tegel och kalksandsten är rörelserna relativt små. För en överslagsmässig bedömning kan dessa tänkas motsvara en temperaturdifferens på 30°C i murverket.

För trä som utsätts för "normala" klimatvariationer kan överslagsmässigt värdet 2% användas för rörelser vinkelrätt mot träets fiberriktning.

Ett alternativt sätt att beräkna betongens krympning framgår av nedanstående metod. Med känd vattenhalt kan krympningen till jämvikt med visst klimat bedömas med hjälp av figurerna 2.20 - 2.21.



Figur 2.20 Krympningens slutvärde ϵ_g vid RH = 50%, som funktion av vattenhalten i den färska betongen (Bjuggren)

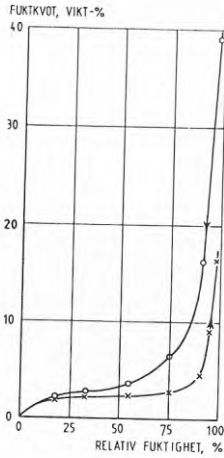


Figur 2.21 Korrektion K_{RH} av slutkrympningen med hänsyn till omgivningens relativa fuktighet

Figur 2.20 ger först krympningens storlek vid jämvikt med 50% RF. I figur 2.21 erhålles därefter en korrektionsfaktor för andra relativa fuktigheter varefter slutkrympningen kan beräknas ur

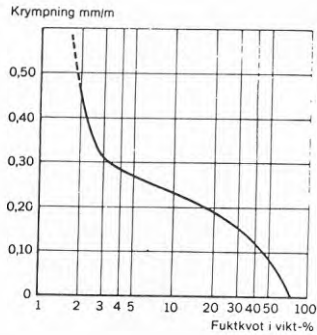
$$\epsilon_g = \epsilon_g(50\%) \cdot K_{RH}$$

För autoklaverad lättbetong gäller att denna vid leverans normalt har en fuktkvot på c:a 30%. Från denna nivå sker en krympning som normalt är av reversibel karaktär. I figur 2.22 visas sambandet mellan fuktkvot och relativ fuktighet. Med minskande relativ fuktighet sjunker således fuktkvoten.



Figur 2.22 Fuktjämviktskurva för lättbetong

Med hjälp av figur 2.23 kan den reversibla fuktrörelsen bedömas.



Figur 2.23

Krympning till jämvikt hos lättbetong i luft av rumstemperatur och 43% relativ fuktighet vid uttorkning från mättat tillstånd efter tre dygns vattenlagring. Streckad kurvdel antyder krympning, då relativa luftfuktigheten sänkes ytterligare.

Den reversibla fuktrörelsens storlek för furu kan beräknas med hjälp av följande samband

$$\Delta L = \frac{u_1 - u_2}{32} \frac{\alpha_f}{100} \cdot L \quad (2.7)$$

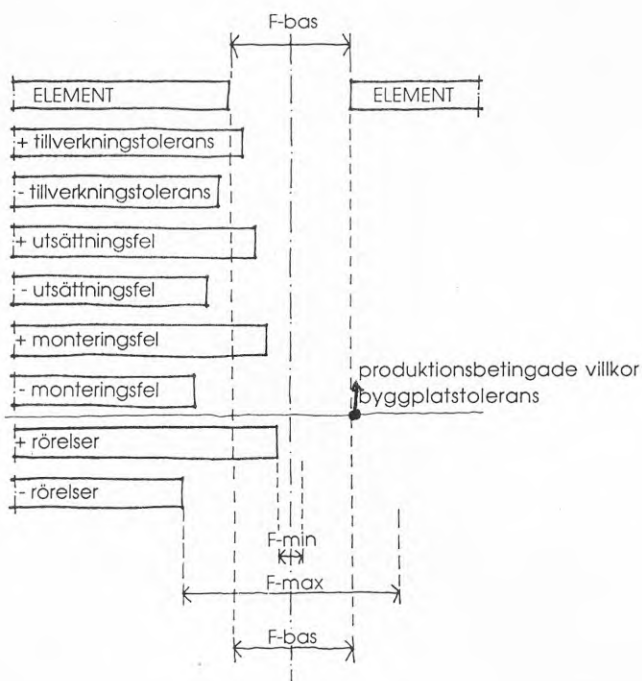
där

- ΔL = dimensionsändring, mm
- u_1, u_2 = fuktkvoter, vikt-%
- α_f = värde som är beroende på
årsringsorienteringen och
fiberorienteringen, se nedan
- L = ursprunglig dimension, mm

Värdena på α_f varierar högst väsentligt. För furu gäller värdet 0.4% i träets längsriktning (fiberriktningen). I tvärsnittets radiella riktning gäller värdet 4.0% och i den tangentiella riktningen 7.7%. Fuktrörelserna hos en träkonstruktion måste bestämmas utifrån antagande om fiberriktning relativt dimensionsriktning.

2.10 Toleransberoende fogbreddsvariationer

För val av fogtätning är kännedom om toleranserna vid tillverkning, utsättning och montering av angränsande byggnadsdelar av stor betydelse. För liten fogbredd måste undvikas då i sådana fall de relativa fogrörelserna kan bli så stora att tätningsmaterialets deformationsförmåga överskrids. Ur ekonomisk synpunkt är det önskvärt att undvika alltför stora fogbredder då dessa medför större materialåtgång. Bestämning av tolerans kan ske efter metoder angivna i M Lorentzen et al (7). Här ges enbart en översiktlig information.



Figur 2.24 Fogbreddens beroende av toleranser

Totala toleransen, även kallad byggplatstoleransen, utgör summan av tillverknings-, utsättnings- och monterings toleranser. Den byggplatstolerans som valts vid projekteringen av ett objekt inverkar på val av tillverkningsmetod för byggnadsdelen i fråga, val av utsättningsmetod och val av monterings sätt. Av dessa anledningar bör alltid toleranser bestämmas i samråd med tillverkare och entreprenörer. Vid montaget av en byggnad måste alltid fogbredderna kontrolleras så att inte föreskrivna toleranser överskrids, figur 2.24.

I HusAMA 83 redovisas tillverknings- och byggplats-toleranser för olika material och byggnadselement.

Den fogbredd som skall väljas och som anges på ritningar är basfogbredden

$$F_{\text{bas}} = F_{\text{min}} + T_t + T_m + T_u + B \quad (2.8)$$

Härvid har antagits att toleranserna är symmetriska, d v s tillverkningstoleranser $\pm T_t$, monteringtoleranser $\pm T_m$, utsättningstoleranser $\pm T_u$ samt symmetriska rörelser $\pm B$ kring ett medeltillstånd. För maximal fogbredd är motsvarande

$$F_{\text{max}} = F_{\text{min}} + 2T_t + 2T_m + 2T_u + 2B \quad (2.9)$$

2.11 Beständighet

Det är mycket viktigt att fogens beständighet är god och att fogens olika funktioner kan upprätthållas under acceptabelt lång tid trots alla påkänningar som verkar på en fasad, rörelser, slagregn, vind, UV-ljus, värme, gaser osv.

Eftersom många av de material som ingår i en fogkonstruktion har en begränsad livslängd är det även viktigt att fogen konstrueras på ett sådant sätt att utbyten och reparationer lätt kan utföras.

I SBN 80 anges att

"Fogar som inte kan underhållas eller bytas ut till skälig kostnad skall ha en beständighet motsvarande de byggnadsdelar i vilka de ingår eller ansluter till."

Vad som avses med skälig kostnad är svårt att ange, men nuvärdet av underhållskostnader vid användning av mindre bra material under c:a 25 års tid bör inte överstiga den ytterligare investeringskostnad som en bättre fogutformning medför.

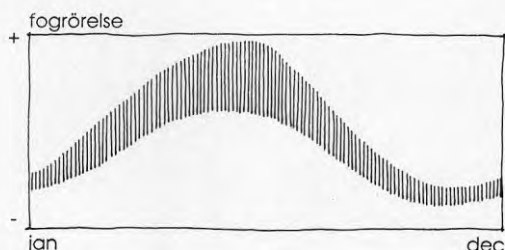
Vid gjorda inventeringar av olika fogkonstruktioner framgår att en mycket stor mängd fogar är i akut behov av reparationer. Det är emellertid inte alltid helt lätt att avgöra vad som har orsakat skadan i ett aktuellt fall.

Kunskaperna om olika fogkonstruktioners beständighet är i allmänhet liten. Däremot är den tillgängliga kunskapen om de olika ingående materialen i allmänhet god. Beständigheten hos en fogkonstruktion är inte bara beroende av de olika materialen utan även i hög grad av utförandet.

Hittills gjorda praktiska erfarenheter i kombination med laboratorieundersökningar av olika fogmaterial och fogkonstruktioner tyder på att man vid en riktig fogkonstruktion och vid riktiga materialval bör kunna räkna med en livslängd av minst 25 år.

2.11.1 Nedbrytningsfaktorer och deras inverkan på beständigheten

På de material som används i en fogkonstruktion verkar ett flertal nedbrytningsfaktorer. Först och främst kommer det rörelsemönster som fogen visar (jfr kapitel 2.9) att ge upphov till upprepade töjningar och komprimeringar av fogmaterialen. Dessa deformationer medför att spänningar (drag resp. tryck) uppstår i fogmaterialet. Principiellt rörelsemönster framgår av figur 2.25.



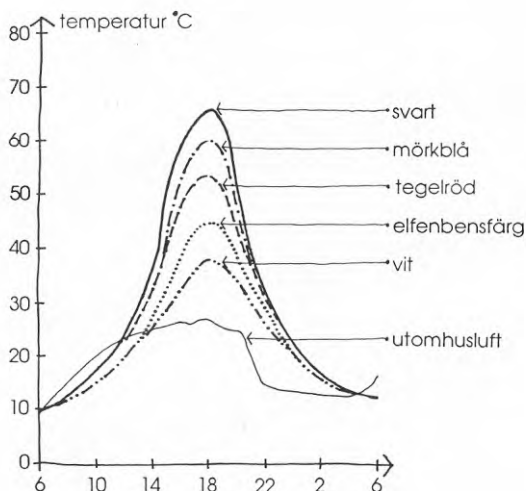
Figur 2.25 Årstids- och dygnsberoende rörelser i en fog (principfigur)

Rörelserna kan orsaka utmattningsfenomen i fogmaterialen. Ju större värde på rörelserna, desto större risk för brott i fogen. Vid fogmassor kan detta bli i form av sprickor i fogmaterialet eller i form av vidhäftningsbrott. Vid foglister av gummi kan rörelserna förorsaka att listerna glider ner eller får en minskad tätande funktion.

De fogtätningmaterial som idag används har i allmänhet någon typ av polymer som bindemedel, t ex EPDM eller kloropren i gummilister, silikon eller polyuretan i fogmassor. För ytterligare materialbeskrivning se kapitel 4.

Polymera material kan vara känsliga för de klimatiska nedbrytningsfaktorer som verkar på en fog. De viktigaste är värme, ultraviolett (UV) ljus, fukt, gaser.

En temperaturhöjning uppstår vid solbelysning. Kulören hos fogen och omgivande material bestämmer i hög grad vilken temperatur som uppnås. Ett exempel på temperaturens inverkan ges i figur 2.26. Förutom kulören inverkar även konstruktionen i övrigt, t ex vilken ventilation som uppstår runt fogen.



Figur 2.26 Temperaturkurvor, som funktion av tid, på olika färgade ytor orienterade mot väster.

Värme kan ha både en fysikalisk och kemisk inverkan på polymera material. Den fysikaliska inverkan resulterar i att materialen mjuknar vid högre temperatur och blir hårdare vid lägre temperatur. Effekten är reversibel. En annan fysikalisk verkan vid en temperaturhöjning är att de mjukgörare som många polymera material innehåller kan

förflyktigas. Detta leder till en hårdhetsökning av materialet. En temperaturhöjning kan även orsaka kemiska förändringar. Dessa yttrar sig normalt i en hårdhetsökning samtidigt som draghållfastheten minskar. Som en allmän tumregel brukar man säga att reaktionshastigheten hos de kemiska nedbrytningarna fördubblas då temperaturen ökar med 10°C .

Ultraviolett ljus definieras normalt som en elektromagnetisk strålning inom våglängdsområdet 10-400 nm. Trots att den endast omfattar 4% av den totala strålningen som når jordens yta, är den orsak till många av de förändringar som uppstår i polymera material. Strålningen medför att flera av de bindningar som finns i polymera material kan brytas. De fysikaliska effekterna av dessa mekanismer kan antingen bli hållfasthetsförlust eller en ökad hårdhet och sprödhet.

Vatten (fukt) kan ha både en fysikalisk och en kemisk verkan på organiska material. Bland de fysikaliska processerna är svällning och urlakning viktiga. Många polymera material absorberar vatten som då verkar som mjukgörare. Den kemiska inverkan är mycket komplicerad, men klart är att de flesta nedbrytningsreaktioner i hög grad accelereras i närvaro av vatten. Vatten som i större mängder absorberas i fogsidorna leder dessutom mycket ofta till att vidhäftningen mellan fogmassa och fogsida försvagas.

Gaser, framförallt ozon och svaveldioxid, kan ha en nedbrytande effekt på fogtätningmaterial. Ozon är en mycket reaktiv gas som kan orsaka sprickbildningar i vissa fogmaterial. Sprickor uppstår endast om dragspänningar verkar i materialet. I vissa polysulfidbaserade fogmassor har påvisats kraftiga sprickbildningar vid höga ozonkoncentrationer.

Den ökande halten av svaveldioxid i atmosfären medför att försurningen ökar. Emellertid tyder rapporter hittills på att detta inte har orsakat några väsentliga beständighetsproblem hos fogtätningmaterialen. Däremot inverkar svaveldioxiden på betongens beständighet. Tillsammans med andra föroreningsgaser i luften ökar betongens porositet och minskar dess täthet. En följdverkan härav är att risken för vattenupptagning och korrosion i elementet ökar, med vidhäftningsbrott och ökad otäthet mellan fogmassa och fogsida som följd.

De nedbrytningsprocesser som fortgår i verkligheten är en kombination av de ovan nämnda faktorerna. Denna kombination orsakar effekter som är större än summan av de individuella effekterna, s k synergism. Samspelet är emellertid mycket komplext och hittills ej nöjaktigt utrett.

En kemisk påverkan kan uppstå i de fall det i fogens närhet finns fria kalciumföreningar närvarande. I fogar mellan betongelement kan den i betongen befintliga fria kalciumhydroxiden tillsammans med vatten bilda en mycket basisk miljö, $\text{pH} \approx 11-12$. Vissa bindemedel i fogtätningmaterial är känsliga för denna basiska miljö. Nedbrytningen som kan uppstå är av kemisk natur och kan leda till att bindemedlet helt eller delvis förstörs. Vissa akrylatbaserade fogmassor är känsliga i detta avseende.

En trivial, men i praktiken vanlig form av "nedbrytning" är den skadegörelse som orsakas av människor. Detta gäller fogar i lågt liggande byggnadsdelar såsom källarväggar, grunder samt nedre partier i en fasad. Skadegörelsen omfattar t ex fogmassor som petats ur fogen eller foglister av plast eller gummi som dragits ur fogen. Genom en lämplig fogövertäckning kan dessa skador begränsas.

2.12 Fogars utseende

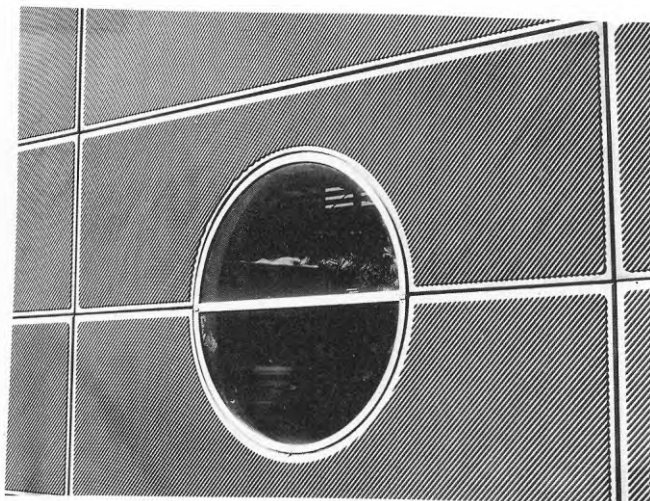
En fog är ur arkitektonisk synvinkel en metod att visuellt klargöra en teknisk lösning på sammanläggningen av två material eller av två delar av samma material.

Fogars material, utförande och placering skall väljas så att de understöder husets arkitektoniska uppbyggnad, att de förklarar husets tekniska uppbyggnad, samt att de underordnar sig husets stilmässiga tillhörighet.

Fogars utseende liksom deras placering är viktigt eftersom fogen utgör en gräns i fasadens bildyta. En gräns måste alltid passeras med viss ansträngning, i detta fall av betraktarens blick. Fogen/gränsen måste utformas så att betraktaren upplever gränspassagen som antingen självklar eller spännande. Att hoppas på att en fog inte syns och att man därför inte behöver ge den särskild utformning är fel. Frågan är i stället hur den skall behandlas i olika arkitekturstilar och vid olika materialsammansättningar.

Fogar kan vara antingen dolda eller synliga. I de fall de är dolda är de vanligen täckta av list eller foder (ex. dörrar, fönster). De är då inte i arkitektonisk mening dolda utan i själva verket tydligt synliggjorda genom listen och den dekor och färg som anbrakts. I de fall själva fogen är synlig är den, i vart fall i god arkitektur, bearbetad så att betraktaren förstår avsikten med fogen och därmed förstår även fasadens uppbyggnad. Här är givetvis materialfrågan viktig. Fogens material måste ha egenskaper som samverkar och på ett naturligt sätt lever med fasadmaterialet.

Stumma fogar är sådana där material som skall bindas samman möts utan särskild formmässig bearbetning d v s fogen tar hand om ett ganska oförmedlat möte. Detta ställer stora krav på fogens utformning eftersom gränsen som betraktarens blick skall passera blir skarp och tydlig. Särskilt viktigt är här att fogen klarar den efterfrågade skärpan och inte genom sitt materialval blir "luddig" eller "kletig". Exempel på en stum fog visas i figur 2.27.



Figur 2.27 Exempel stum fog

Förbandsfogar är sådana där fogmaterialet inarbetats i det material som skall fogas så att fogens material och fogat material bildar en visuell enhet genom sin textur och sin optiska färgblandning (ex. murning, laskning, stenläggning).

Öppna fogar är sådana där inget fogmaterial kan skönjas, utan de hopfogade delarna möts utan att synbarligen vidröra varandra. Här bör avståndet mellan delarna avpassas så att de inte "släpper" från varandra och fasaden "faller isär". Likväl måste avståndet vara stort nog så att spänning uppstår och betraktaren inte tror att fogen är ett materialfel eller oskickligt hantverksarbete.

Fyllda fogar är sådana där fogmaterialet tydligt och väl synligt, fyller ut mellanrummet mellan delarna. Här är givetvis fogens materialverkan särskilt viktig. Här kan man eftersträva kontrastverkan mellan fogmaterial och hopfogat material eller söka en enhet mellan materialen. Den synliga delen av fogen kan även få en egen form och därmed utgöra en dekor i fasaden.

Med fogen delas fasaden in och förtydligar den önskade vertikal- och/eller horisontalverkan som anlagts i husets huvudvolym. Placeringen av fogen blir därför ett medel att förtydliga husets uppbyggnad.

Arkitekturstilarna:

De olika arkitekturstilarna arbetar med olika materialverkan och använder därmed fogar på olika sätt. De romantiska stilarterna, vilka använder rustika material och eftersträvar en stark materialverkan använder fogen och fogmaterialet som ett medel att bryta ner skalan på byggnaden. Genom fogen förtydligas materialet.

I de klassistiska stilarterna är avsikten att avmaterialisera fasaden; huset är en avbild av en ide och medvetet abstraherat. Fogar får där inte finna synliga.

I renässans och barock är fasaden bärare av en mängd bilder och arkitekturfragment. Fogar och material måste här underordna sig bildframställningen. Detta gäller även 1800-talets eklektiska stilar vilka använts i en stor del av våra svenska stenstäder.

Funktionalismen (1930-40) är en klassicistisk stilart och har materialbehandling och foganvändning som en sådan. I övriga moderna stilriktningar, kanske främst i strukturalismen, används fogen för att medvetet beskriva hur huset sammansatts av förtillverkade element i ett fast modulsystem.

Man bör vara klar över vilka typer av fogar som hör samman med de olika byggnadssätten så att inte fogen vid t ex en ombyggnad används på ett visuellt felaktigt d v s motsägelsefullt sätt.

Fogar skall placeras på ett sätt som underlättar förståelsen av husets uppbyggnad. Viktigt är att fogen behandlas som ett eget gestaltande element i fasaden och inte kommer in oplanerad som följd av tekniskt oförutseende. Fogen bör om den avses vara synlig placeras fritt så att den kan avläsas i hela sin utsträckning. Den bör inte läggas för nära ett annat formelement (ex. fönster eller hörn) så att formerna visuella stör varandra. Om fogen avslutas eller byter riktning måste dessa få sin arkitektoniska bearbetning. Om flera eller många fogar skall inplaceras på fasaden måste en ordning upprättas som reder ut fogarnas inbördes avstånd och rytm samt fogarnas förhållande till övriga formelement.

3 DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV FOGAR

Syftet med detta kapitel är att ange de olika moment som ingår i en fogdimensionering. Med hjälp av anvisningarna bör det vara möjligt att kunna genomföra en dimensionering fram till färdiga projekteringshandlingar.

3.1 Påverkande faktorer

I föregående kapitel har utförligt beskrivits funktionskrav som måste beaktas vid dimensionering och utformning av fasadfogar.

Varje projektör och fogentreprenör måste förvissa sig om vilka egenskaper den aktuella fogen skall besitta och bedömning av fogpåverkan måste göras från fall till fall. Vid dimensionering och fogutformning måste kunskap om de ingående fogmaterialen erhållas från materialtillverkare. Denna information måste vara väl dokumenterad, t ex genom testprotokoll. Byggnadskonstruktören måste lämna uppgift om byggnadsstommen, dess rörelser och deformationer. Projektör eller beställare måste ange vilka övriga funktionskrav som skall gälla.

Det viktigaste kravet på en fog är att den skall bibehålla sina funktioner under acceptabelt lång tid. Väsentligt för uppfyllande av detta krav är att fogrörelserna underskrider fogmaterialets rörelseupptagande förmåga under antagen brukstid, att fogmaterialet har en god beständighet i den givna miljön och att fogen utförts på ett tekniskt och hantverksmässigt riktigt sätt.

Många års erfarenheter visar att det totalt sett bästa resultatet erhålles om fogens yttre del utformas som en tvåstegstätning, jfr kapitel 4.1, figur 4.1. Att fogen skall utformas på detta sätt är även ett krav enligt nybyggnadsföreskrifterna, NyB 88. I denna anges dessutom "Fogar som inte kan underhållas eller bytas ut till skälig kostnad skall ha en beständighet motsvarande de byggnadsdelar i vilka de ingår eller ansluter till".

3.2 Dimensionering av fogar

Viktigast vid projektering av fogar är att riktigt dimensionera fogen och välja lämpligt fogningsmaterial. För att fogtätningen skall fungera så som avsikten varit bör fogbredden inte vara mindre än viss minimibredd eller större än viss maximibredd. Viktigt är att full klarhet vunnits över de förhållanden som inverkar på val av fogbredd, nämligen fogrörelserna och toleranserna. Det bör observeras att fogbreddsvariationerna i praktiken är förbluffande stora. Lös t ex inte toleransproblemen genom att förbise dem! Konstruktören glömmer ofta att det i praktiken förekommer avvikelser i mått, vinklar, kantraket, planhet osv. Dessa förhållanden gör sig vanligtvis gällande vid byggande med element och andra större fabriksfärdiga delar. Avvikelse som måste rymmas inom de tillåtna toleranserna får ofta avgörande inflytande på fogarna.

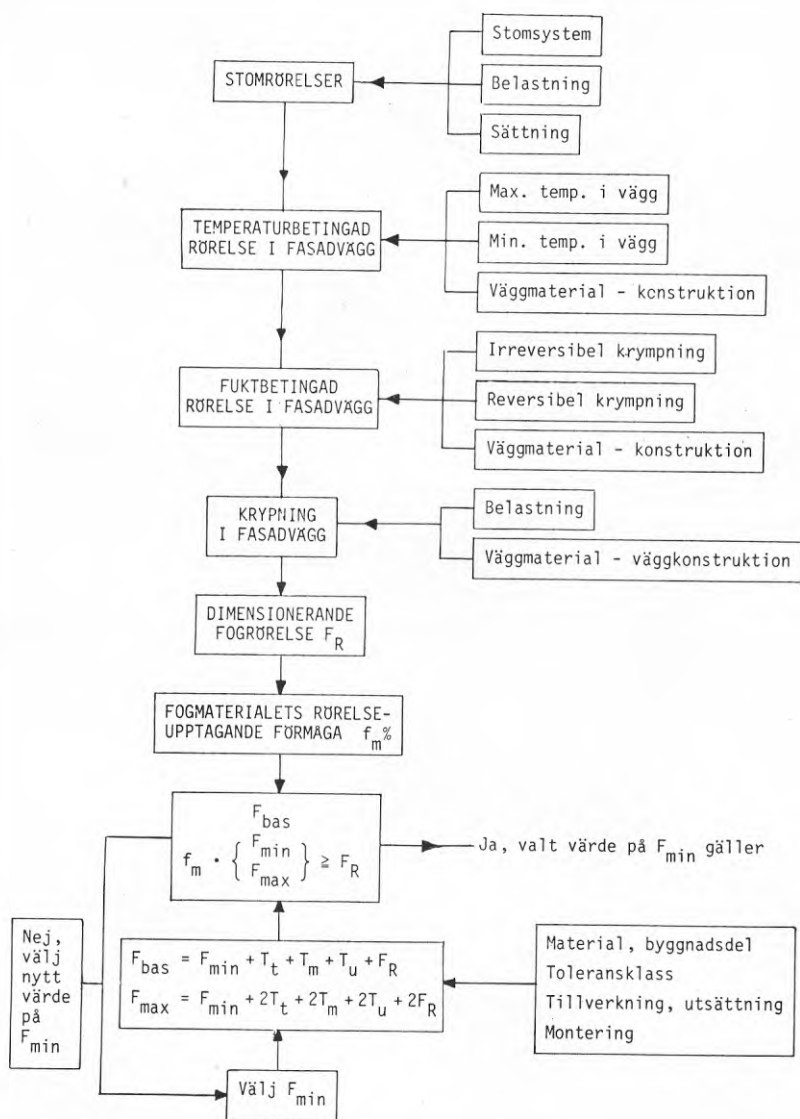
Vid monteringen bör på motsvarande sätt räknas med avvikelser. Även temperaturen vid fogningstillfället inverkar. Därför anges monteringtoleranser. Slutligen tilläggs de rörelser som uppstår i fogen på grund av

variationer i temperatur och fuktighet samt på grund av vindkrafter, sättningar osv. Tillverknings- och monteringsstoleranserna tillsammans med rörelserna i fogen medför att fogbredden kommer att variera mellan minimibredden F_{\min} och maximibredden F_{\max} , se även avsnitt 2.10.

När fogtätning väljs och fogbredder bestäms måste tätningar som endast kan uppta små fogrörelser ha stor fogbredd. De något dyrare elastiska fogmassorna, som kan uppta större fogrörelser, fungerar även vid mindre fogbredd. Sålunda utjämnar sig prisskillnaden i någon mån. Observeras bör att det kan vara stora skillnader i produkternas beständighet. Det blir dyrt att använda en billig fogmassa om den skall bytas om något år. Helt fritt kan fogtätning inte väljas utan vissa minimifogbredder bör inte underskridas. Vid plastiska och segplastiska fogmassor bör fogbredden inte understiga 8 mm. Vid elastiska fogmassor är minsta fogbredd 5 mm om fogrörelserna tillåter detta. Även sprutmunstyckets dimensioner kan medföra krav på annan fogbredd.

3.2.1 *Beräkning av erforderlig fogbredd*

Ett flödesschema för beräkning av erforderlig fogbredd redovisas i figur 3.1.



Figur 3.1

Flödesschema som beskriver gången vid beräkning av erforderliga fogdimensioner

3.2.2 Dimensionerande fogrörelse

Den dimensionerande fogrörelsen är beroende av den sammanlagda effekten av de olika rörelseandelarna. Dessas storlek och riktning är beroende av när och vid vilken temperatur som fogningen sker. Olika typer av rörelsers inverkan på fogbredden framgår av tabell 3.1.

Tabell 3.1 Inverkan på fogbredd av olika typer av rörelser. + avser ökning och - avser minskning av fogbredd.

Typ av rörelse	Inverkan på fogbredd	
	Sommar	Vinter
Temperaturbetingad rörelse, fasadelement	-	+
Irreversibel fuktrörelse, fasadelement	+	+
Irreversibel fuktrörelse, stomme	-	-
Reversibel fuktrörelse, fasadelement	+	-
Temperatur och fuktrörelse, stomme	+ -	+ -
Övriga rörelser	+ -	+ -

De dimensionerande fogrörelserna måste därefter ställas i relation till fogmaterialets rörelseupptagande förmåga och den erforderliga fogbredden, jfr flödesschemat i figur 3.1.

Ett exempel på en fogdimensionering med fogmassa ges nedan. Antag att följande gäller:

sandwichelement av betong, längd 4 200 mm

irreversibel krympning = $0,3^{\circ}/\infty$ (\rightarrow ökning av fogbredden)

från reversibel krympning bortses (ger värden på säkra sidan)

längdutvidgningskoefficient för betong = $11 \cdot 10^{-6}$

fogningen utförs på våren, temperatur $+5^{\circ}\text{C}$ - $+15^{\circ}\text{C}$

temperaturvariationer -20°C - $+50^{\circ}\text{C}$

Stomrörelser är beroende av belastning och sättning antages = noll i exemplet.

Temperaturrörelser:

fogbreddsökning

$$\Delta L^- = 11 \cdot 10^{-6} (15 - -20) \cdot 4\ 200 \approx 1,6 \text{ mm}$$

fogbreddsminskning

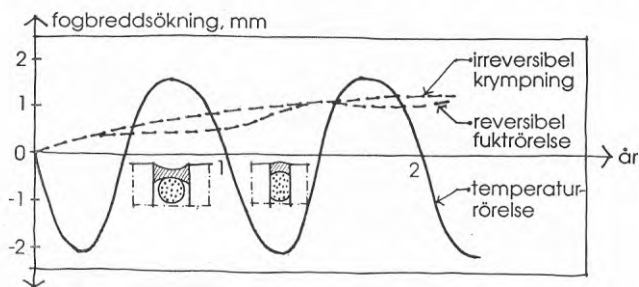
$$\Delta L^+ = 11 \cdot 10^{-6} (50 - 5) \cdot 4\ 200 \approx 2,1 \text{ mm}$$

Irreversibel krympning:

fogbreddsökning

$$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 4\ 200 \approx 1,3 \text{ mm}$$

Detta ger en resulterande fogbreddsökning = $1,6 + 1,3 = 2,9$ mm samt en fogbreddsminskning = $2,1$ mm, figur 3.2.



Figur 3.2

Fogbreddsvariationer som funktion av årstiden enligt beräkningsexempel

Antag att en elastisk fogmassa, grupp 58, skall användas. Dess totala rörelseupptagande förmåga är 25%, tabell 5.6.

Erforderlig fogbredd ur fogmaterialsynpunkt blir $(2,9 + 2,1)/0,25 = 20$ mm. Denna bredd motsvarar F_{\min} enligt flödesschemat, figur 3.1. Härfter beräknas F_{bas} i samråd med entreprenör alternativt uppskattas tillverknings-, utsättnings- och monteringsstolerans, varefter bestämning av F_{bas} sker. F_{bas} anges på ritning. Beräkna slutligen F_{\max} och bedöm denna bredds rimlighet ur material- och utseendesynpunkt.

Lämpligt fogdjup bestämmas enligt HusAMA 83 och tabell 6.2).

Om en foglist skall användas sker valet av lämplig listdimension med hänsyn till foglistens av tillverkare angivna funktionsområde, jfr även avsnitt 5.1.

3.2.3 Materialval

Fogmassetypp och erforderlig fogbredd kan inte väljas oberoende av varandra. Antag i exemplet i kapitel 3.2.2 att en segplastisk fogmassa i stället skulle användas. Denna har en total rörelseupptagande förmåga på 15%, tabell 5.6. Erforderlig fogbredd F_{\min} blir då $(2,9 + 2,1)/0,15 = 33$ mm och motsvarande djup $c:a$ 20 mm, se tabell 6.1. Rent praktiskt kan detta i många fall innebära att en fogmassa med liten rörelseupptagande förmåga ej går att använda eftersom den erforderliga fogbredden i sådana fall blir extremt stor.

Vid val av fogmassa beaktas dessutom att aktuell produkt har tillräcklig vidhäftning mot materialet i fogkanten. Olika fogmassor fäster nämligen inte lika bra till alla materialytor. Dessutom gäller att ju mer elastisk en fogmassa är desto större är kraven på en fullgod vidhäftning. Vidhäftningen och töjningsmotståndet i fogmassan får icke vara så stora att väggmaterialet dras sönder. Svaga väggmaterial t ex vissa typer av puts bör icke kombineras med fogmassor med stort töjningsmotstånd. Många fogmassor kräver primerbehandling av underlaget för att få god vidhäftning och ibland olika primer för olika underlag. Vid porösa underlag som trä, tegel och betong föreligger risk för att fogytorna drar till sig för mycket av bindemedlet i fogmassan. Detta är ett vanligt problem för oljebaserade fogmassor, grupp 53-54. Om så skulle vara fallet kan fogmassan torka, krympa och spricka samtidigt som fogytorna missfärgas. Förbehandling med lämplig primer kan också hjälpa mot detta. Vissa akrylat- och silikonbaserade fogmassor är känsliga för alkaliepåverkan från t ex betong. Det är viktigt att en god beständighet i detta avseende kan dokumenteras för ett riktigt materialval.

Fogmassor ur grupp 556 bör endast i undantagsfall användas utomhus. Observera dessutom att denna typ av fogmassor har mycket dålig vidhäftning mot täta material, som t ex aluminium och plast.

När två eller flera material används i en fogtätning bör materialen väljas så att de samverkar och inte motverkar varandra. Alla materialkombinationer är inte lika lämpliga. Oljebaserade och asfaltbaserade fogmassor brukar reagera med varandra. Samma gäller polysulfid- och asfaltbaserade fogmassor.

Vid prisjämförelser mellan fogmassor bör literpriset och inte kilopriset jämföras. Det är alltid en bestämd volym som erfordras. Kilopriser är inte direkt jämförbara. Fogmassornas densitet varierar mellan ungefär 1-2 kg/l.

Val av tätningsslist baseras på beräknade fogrörelser. Varje tätningsslist har nämligen ett begränsat område inom vilket listen förmår att uppfylla sin tätande funktion. Den övre gränsen motsvarar den punkt på sammantryckningsskalan där listen tätar tillräckligt, vanligtvis mot luftläckning. Den undre gränsen bestäms antingen av att den sammantryckningskraft som är nödvändig blir alltför stor, eller av att listen deformeras så mycket att den börjar förstöras. För cellgummlister kan t ex trycket i cellerna stiga så mycket att cellväggarna brister och listerna förstörs. Detta inträffar vid rektangulära profiler vanligtvis vid sammantryckning till lägre höjd än 70% av ursprunglig listhöjd vid densiteterna 0,25-0,35 kg/dm³. Motsvarande situation kan också lätt inträffa vid profilerade lister av icke poröst gummi eller plast om profileringen inte är lämplig. Följ därför tillverkarens föreskrifter när det gäller listernas funktionsområde. Jfr även kapitel 5.1.

3.3 Fogutformning

I föregående avsnitt har beskrivits påverkningar och metoder för bestämning av fogrörelser, erforderlig fogbredd samt val av fogtätningmaterial såsom fogmassa eller foglist. Fogutformningen i övrigt innebär val av erforderlig värmeisolering samt utformning av det tryckutjämnande dränerande och ventilerade utrymmet bakom

fogtätningen. Erforderlig värmeisolering bestäms av villkoren i Svensk Byggnorm så att fogen erhåller samma värmeisoleringsförmåga som väggen i övrigt.

Utrymmet bakom regntätningen måste vara ventilerat och dränerat. Detta innebär att ventilationsöppningar måste insättas, i regel vid varje våningsplan. Vatten som kommer innanför regntätningen måste ledas ut från väggen genom lämpliga avledningsdon. Vid betongelement bör fogsidorna (betongelementens sidor) profileras med lutande skåror som leder vatten utåt.

Följande rekommendationer för utformning av fogar i ytterväggar kan göras:

- a. Fogutformning skall ske enligt tvåstegsprincipen, vilket innebär att fogen skall förses med en yttre tätning som regn- och vattenavvisare och en i väggens inre del (jfr c) utförd vindtryckstätning. Jfr figur 4.1.
- b. Bakom regntätningen utformas en luftspalt som måste vara ventilerad och dränerad och vara minst 5 x 20 mm. Fogsidorna förses med vertikala eller utåt lutande spår för att förhindra att vatten tränger förbi luftspalten och vidare in i fogen. Vattenavledningen måste ske utåt. Jfr figur 4.1, 4.5.
- c. Vindtätning måste utföras vid inre delen av yttre väggskivan i en "sandwich"-konstruktion för att förhindra oavsiktlig luftströmning i spalter och springor mellan isolerskivor. Vindtätningen i horisontalfogar bör placeras så att den ej kan vätas av inträngande vatten. Jfr figur 4.5, 4.7.

- d. Horisontalfogar mellan fasadelement utföres med lutande sidor $\geq 30^{\circ}$, jfr figur 4.6a, och med en effektiv tröskelhöjd ≥ 100 mm.
- e. Fogbredden måste vara minst 6 mm för att förhindra läckage på grund av att fogöppningen helt täcks med vatten.
- f. Fogen utföres med erforderlig värmeisolering innanför vindtätning.
- g. Fogar i inre väggliv utföres så att byggnadens täthet ur energisynpunkt blir tillräcklig samt att risk för fuktdiffusion och fuktkonvektion ej föreligger.
- h. Över samtliga öppningar i fasadväggar av sandwich-konstruktion, t ex över fönster, utföres vattenavvisning.
- i. Övriga önskade funktionskrav, t ex skydd för insekter, inträngande sand, tillfredsställes i erforderlig omfattning.

3.4 Projekteringshandlingar

Det tillhör projektörens ansvarsområde att redovisa fogens utförande och omfattning på ritningar och i byggnadsbeskrivningen. Projekteringen skall vara sådan att underlaget kan användas för kalkylering, upphandling, fogutförande och kontroll. Fogutformning får ej överlåtas till byggplatsen.

Ritningar:

På detaljritningar redovisas med snitt för alla förekommande fogtyper den tekniska utformningen med angivning och placering av alla fogbildande komponenter, dimensioner och toleranser på fogmått samt dimensionerande fogrörelser.

På fasadritningar redovisas placeringen av fogarna med angivande av olika fogtypers placering samt placering av tryckutjämnande, dränerande och ventilerande öppningar (TDV-öppningar).

Byggnadsbeskrivning:

I byggnadsbeskrivningen redovisas

materialkrav, samt krav på provningar och provningsresultat. (Det bör observeras att den gruppindelning som anges i HusAMA är ej någon kvalitetsgruppering. I varje grupp ryms material med olika egenskaper. Om särskilda krav ställs, t ex brandmotstånd, skall detta särskilt anges.)

typ och kulör på fogmassa eller foglist

dimensioner för tätningslister alt. bottningslister

metod för fogutförande (arbetsmetod, årstid etc.)

förbehandling av fogtytor t ex rengöring och applicering av primer

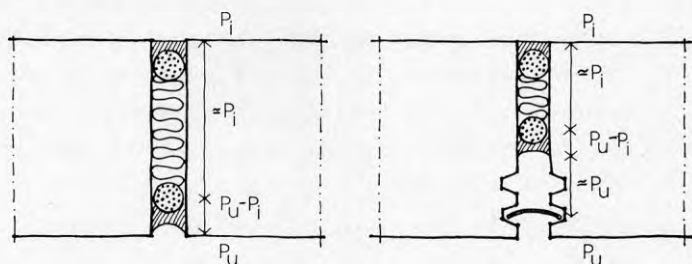
kontroll av färdig fog omfattande typ av kontroll t ex täthets- och vidväftningsprovning samt kontrollens omfattning.

4 FOGKONSTRUKTIONER

4.1 Principiell utformning av fogar

I avsnitt 2.1 redovisas alla de funktioner som fasadfogar kan ha. En fasadfog som skall vara regn- och vindtät kan utformas enligt två skilda principer vilka vanligen benämnes enstegs- och tvåstegsprincipen, figur 4.1.

Man bör här observera att beteckningarna ensteg resp. tvåsteg enbart gäller påverkningarna av vind och regn. Som tidigare nämnts måste en fog dessutom uppfylla krav på invändig täthet, värmeisolering etc.



∅ luftspalt för tryckutjämning, dränering och ventilering

p_i = invändigt lufttryck

p_u = utvändigt lufttryck

Figur 4.1

Fogtyper, tätningssprinciper

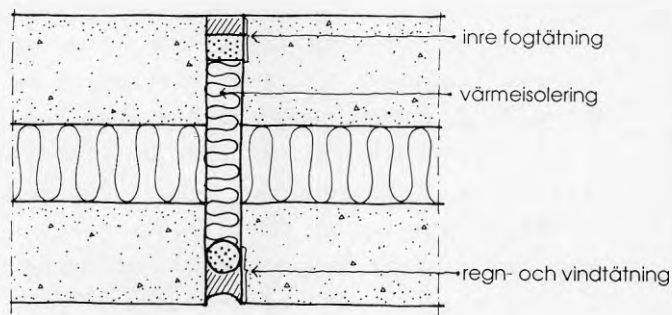
a) Enstegsfog

b) Tvåstegsfog

Vid en enstegsfog sker regn- och vindavvisning i ett och samma skikt, vilket innebär att hela tryckskillnaden ($p_u - p_i$) över väggen upptas i ett och samma snitt. Den tätande funktionen kan bibehållas enbart så länge anslutningen mellan tätningsmaterial och fogsidor är intakt eller otätheter i fogen ej bildats. Detta medför att tätningen ej har någon inbyggd extra säkerhet utan skador kan uppstå så snart otätheter erhålles.

Vid tvåstegsfogar särskiljes regn- och vindavvisningen. Den yttre regnskärmen förhindrar den större delen av vattenmängden att komma in i fogen och leder denna ut från väggen. Bakom regnskärmen utformas en väl ventilerad och dränerad spalt. Tryckskillnaden, som kan pressa in vatten, blir liten över skärmen. Den större delen av tryckskillnaden över väggen upptas av en i väggens inre del placerad tätning, vilken är placerad i skyddat läge för påverkan av UV-ljus, temperaturändringar, vattenpåverkan etc och får härigenom en större beständighet. Funktionssäkerheten hos tvåstegsfogar är större än hos enstegsfogar varför fogar i byggnaders klimatskärm i regel skall utformas enligt tvåstegsprincipen. Enstegsfogar har ingen inbyggd säkerhet och bör ej användas utan att man först klargjort konsekvenserna av momentant uppträdande bristfällig tätningsfunktion. Enligt den nya byggnormen skall fasadfogar utföras som tvåstegsfogar.

4.1.1 Vertikalfog utformad som enstegsfog

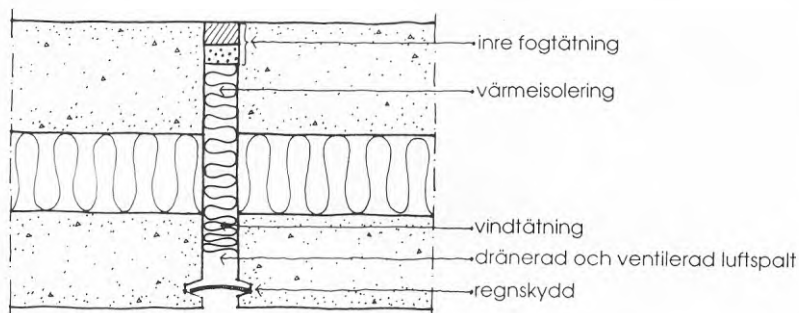


Figur 4.2 Enstegsfog, princip för vertikalfog.
Väggmaterial: betong, betongsten,
lättbetong, tegel, etc.

Vid enstegsfogen, figur 4.2, sker hela tryckfallet över väggen vid den fogtätning, som är placerad vid väggens utsida. För att erhålla en tillfredsställande funktion måste stora krav ställas på fogmaterialalets rörelseupptagande förmåga, beständighet, vidhäftning, fogsidornas beskaffenhet samt arbetsutförandet. Fogtätningen skall även fungera vid fogrörelser mellan elementen. Det har i praktiken visat sig vara mycket svårt att finna enstegstättningar som kan motstå samtliga ovan nämnda påfrestningar under en längre tidsperiod. Den vanligaste metoden har varit att täta fogen med fogmassa. Om fogmassan spricker eller släpper från anslutande element kan tryckskillnaden över fogen eller kapillärkrafter driva in vatten i väggen. Det finns även risk för fuktansamling bakom yttre fogtätningen orsakad av inifrån eller från byggnadsdelar kommande fukt. Vid slagregn kan väggen absorbera en stor mängd vatten som kapillärt kan sugas in bakom fogtätningen.

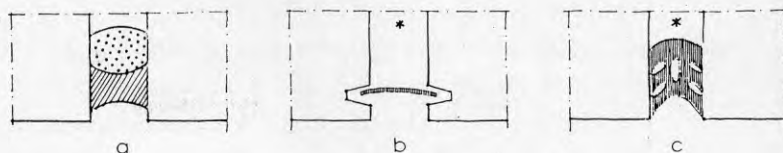
4.1.2 Vertikalfog utformad som tvåstegsfog

Tvästegsfogen innehåller ett utvändigt placerat regnskydd, en dränerad luftspalt, vindtätning, värmeisolering samt invändig lufttätning, figur 4.3. Regnskyddet skall utföras så att det inte uppstår någon tryckskillnad över detsamma som kan driva in vatten i fogen. Detta innebär att regnspärren vid tvåstegsfog inte behöver vara absolut tät. Dock måste luftspalten i utrymmet bakom regnskyddet ventileras och dräneras, så att vatten som trängt förbi regntätningen inte kan nå fram till vindtätning och värmeisolering.



Figur 4.3 Tvåstegsfog, princip för vertikal-fog. Vägghmaterial: betong, betongsten, lättbetong, tegel, etc.

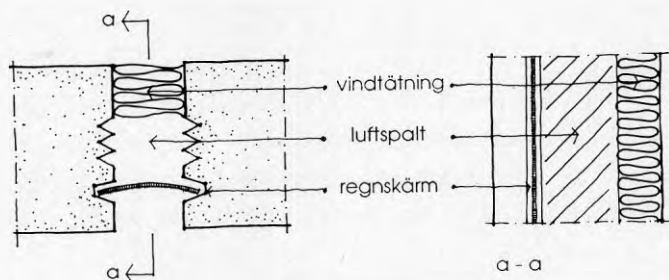
Regnspärren i vertikala fogar utgörs ofta av fogmassetätning eller någon form av fogningslist, figur 4.4a. En vanlig lösning är att betongelementen tillverkas med vertikala spår i fogsidorna, i vilka en fogningslist av gummi, plast eller metall kan anbringas, figur 4.4b. Vissa specialprofiler av gummi fungerar tillfredsställande med avseende på vattenavledning i vertikalfogar med plana sidor, figur 4.4c.



* Detta utrymme måste dräneras och ventileras.

Figur 4.4 Regnskärm i vertikala fogar
 a. Fogmassetätning
 b. Fogningslist vid vertikala spår i fogsidorna
 c. Fogningslist, specialprofil

För att ytterligare försvåra för vatten att passera förbi luftspalten bör elementsidorna utformas med vertikala eller lutande spår, figur 4.5



Figur 4.5 Luftspalt mellan betongelement utformad med dränerande spår i elementsidorna

Bakom luftspalten i tvåstegsfogen placeras en vindtätning som kan bestå av foglist, fogmassa eller plastfolieomsluten mineral- eller glasfiberull. För att undvika att inifrån kommande fukt ansamlas i fogen får vindtätningen inte utföras diffusionstätare än invändiga tätningen.

Fogen måste dessutom förses med en värmeisolering placerad bakom vindtätningen, så att fogens värmeisoleringsförmåga inte blir sämre än fasadelementens.

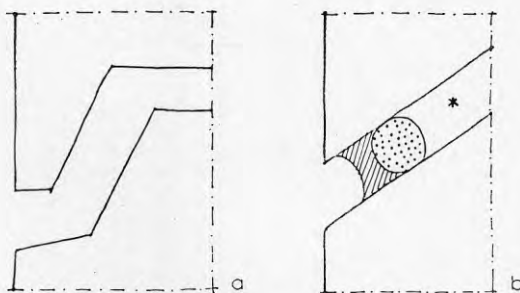
Den invändiga fogtätningen kan bestå av fogmassa eller tätningsslist. Enbart en cementbruksfog ger dock ej en tillförlitlig beständig tätning.

I vissa fall måste brandsäkerhetskrav, se 2.7, ställas på fasadfogar. Detta innebär att de i fogen ingående materialen måste vara klassificerade och godkända ur brandskyddssynpunkt samt att hela fogen uppfyller samma brandisoleringskrav som väggen.

4.1.3 *Utformning av horisontalfog*

De horisontella fogarna kan utformas på flera sätt. Ofta är de öppna och utformade med en tröskel som med tillräcklig höjd ger erforderligt regnskydd för den invändiga tätningen, fig 4.6a. Med en sådan konstruktion erhålls ventilation och dränering av den vertikala luftspalten på ett enkelt sätt. Öppningen i horisontalfogen får inte utformas för smal. Vid fogbredder mindre än 6 mm kan regnvatten som rinner på fasadytan överbrygga öppningen och pressas in i fogen, p g a den erhållna tryckskillnaden över vattenfilmen.

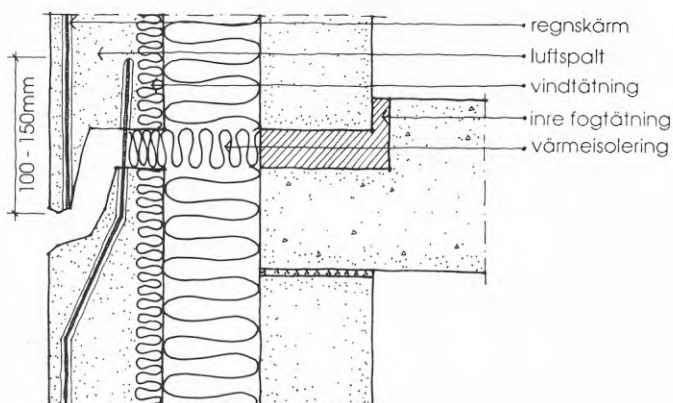
Regntätningen vid horisontalfogar kan även utformas på liknande sätt som vid vertikalfogar, figur 4.6b. Man måste även i detta fall tillse att utrymmet bakom regnskyddet ventileras och dräneras. Horisontalfogarna bör utformas med lutande fogsidor ($> 30^\circ$) då erfarenheter visar att fogar med mindre lutning oftast fungerar otillfredsställande.



* Detta utrymme måste dräneras och ventileras.

Figur 4.6 Regnspärr i horisontella fogar
 a. Öppen fog med tröskel
 b. Lutande fog med fogmassetätning

Fogkryssen mellan vertikal- och horisontalfogen brukar utföras så att den horisontella tätningen drages kontinuerligt medan den vertikala tätningen skarvas med överlappning, figur 4.7.



Figur 4.7 Vertikala regnspärrens skarvning vid fogkryss, principlösning

I de fall då fasaden är försedd med beklädnadsskivor bildas ett sammanhängande luftrum bakom skivorna som förbinder flera fogar. Strömning i luftspalten kan uppstå och ett tryckfall kan medföra att vatten pressas in i den öppna fogen mellan beklädnadsskivorna. För att begränsa vattenmängden är det därför lämpligt att uppdelade luftspalten i breddintervall om högst 5 m inom områden närmast vägg- och takhorn, där starka variationer i vindbelastning kan förekomma. Motsvarande fenomen kan i vissa fall uppstå även vid tunga fasad-element av betong om kanallängderna är stora. Luftspaltens djup mellan regntätningens baksida och vindtätningen bör inte vara för litet om det skall effektivt förhindra att inträngande vatten passerar och kunna ge plats för omlottskarv av regntätningen om denna består av en fogningslist. Ett lämpligt mått är c:a 30-40 mm.

4.1.4 Dilatationsfog

En dilatationsfog är en genom hela byggnaden gående rörelsefog med ändamål att uppta rörelser i angränsande byggnadskroppar. Detta krav medför att fasadfogen måste utformas med speciellt hänsyn till detta då rörelserna äv väsentligt större än för normala fasadfogar.

En byggnads dimensioner ändras med temperaturen. Längdändringar uppkommer också i samband med byggnadsmaterials krympning och svällning. Rörelser i byggnader kan även uppkomma p g a olikformiga sättningar i grunden. Förhindras rörelserna i byggnadsstommen uppkommer spänningar som i många fall uppnår brottvärden och kan därför leda till besvärande sprickbildning. Detta innebär att byggnadskroppen bör indelas och dilatationsfogar utföras mellan byggnadsdelarna. Fogarna måste dela byggnadskroppen från grund till tak så att husdelarna kan längdändras oberoende av varandra. I bärande systemet kan uppdelning ske med dubbla bärande konstruktioner, konsoluppläggningar eller utkragningar. I allmänhet användes det första lösningsalternativet. I byggnadens klimatskärm kan vattenavvisning ordnas genom övertäckning av fogen så att rörelser ej förhindras. Detta kan ske med t ex rostfri plåt eller vid små förväntade rörelser med elastiska band av cellgummi eller liknande. Valda material måste ha väl dokumenterade egenskaper rörande beständighet och deformationsförmåga. Samma funktionskrav ställes i övrigt på dilatationsfogar som på fasadfogar mellan byggnadsdelar.

4.1.5 *Underhåll och produktionsanpassning*

Fogar i ytterväggar måste utföras så att det med rimliga insatser blir möjligt att utföra underhåll. Fogarna bör vara åtkomliga för besiktning samt arbetsutrymmet kring fogen tillräckligt stort för reparation. Fogsidor och anslutningar bör utformas så att en väl fungerande fog erhålles. Man får ej av produktionstekniska skäl vid elementtillverkning utföra fogsidor utan tanke på den framtida fogfunktionen. Alltför många misstag har kunnat konstateras med stora kostnader för följskador. För lämplig utformning se angivna exempel i avsnitt 4.3.

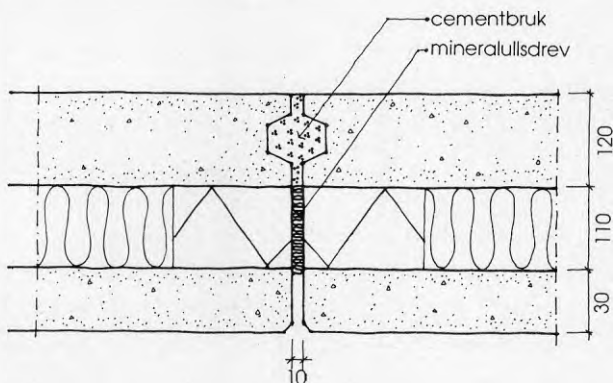
4.2 Fogar i befintlig bebyggelse

I detta avsnitt presenteras kortfattat olika typer av fogutformningar som förekommit i Sverige under de senaste tjugo åren. Presentationen gör inget anspråk på att vara komplett, utformningen av fasadfogarna i de olika elementbyggnadssystemen har varierat under årens lopp. Här redovisas endast några intressanta och/eller vanligt förekommande fogutformningar. Angivna fogar är inte klassade ur lämplighetssynpunkt, utan redovisas kronologiskt efter byggnadsår. För varje objekt presenteras objektets namn, elementbyggnadssystem, årtal samt utformning av vertikal- och horisontalfog. Årtalen är ungefärliga och avser datering på konstruktionsritning eller på typdetalj från fasadelementtillverkare. I samtliga fall är fasadelementet utformat som ett sandwich-element med värmeisolering av mineralull eller cellplast. Lämplig fogutformning i nyproduktion redovisas i avsnitt 4.3.

4.2.1 Utförande av fogar mellan fasadelement. Exempel.

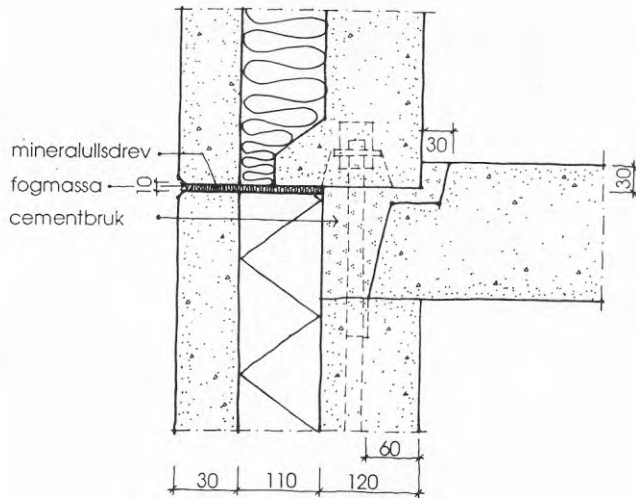
Exempel 1. Fog mellan fasadelement, 1966.

Elementens innerskivor är fogade mot varandra och mot stommen med cementbruk, figur 4.8. Mellan värmeisolerings-skivorna är fogen drevad. Utvändig regn- och vindsättning utgörs av fogmassa. Utrymmet bakom den utvändiga tätningen är inte dränerat.



Figur 4.8 Vertikalfog mellan gavelement

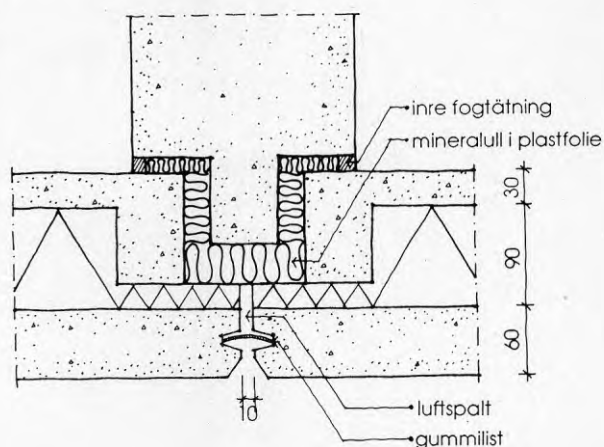
Horisontalfogen, figur 4.9, är uppbyggd på samma sätt som vertikalfogen. Fogen är fylld med mineralull, utvändigt har en fogmassa applicerats. Fasadelementen har frilagd ballast i ytan, friläggningsen når även in på de ytor i fogen som fogmassan ansluter mot. Detta medför svårigheter att få en fungerande regn- och vindsättning. Fogen har icke fungerat tillfredsställande.



Figur 4.9 Horisontalfog mellan fasadelement

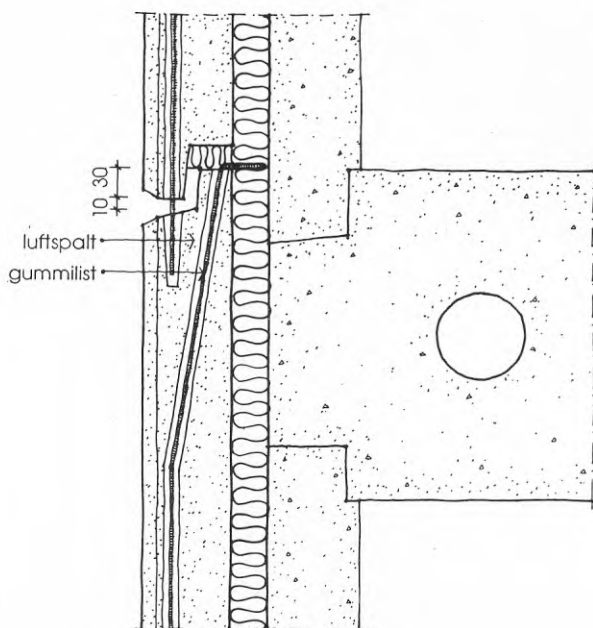
Exempel 2. Fog mellan fasadelement, 1969.

Den utvändiga tätningen mot slagregn består av en 3 mm tjock flat gummilist, placerad i ett spår i yttre betongskivans sidor, figur 4.10. Bakom denna tätning finns en luftspalt som står i förbindelse med ytterluften genom horisontalfogen. Mellan fasadelementens innerskivor är en mineralullsremsa i plastfolie placerad som vindtätning. Invändigt är fogen tätad med drevning och fogningsbruk.



Figur 4.10 Vertikalfog mellan fasadelement

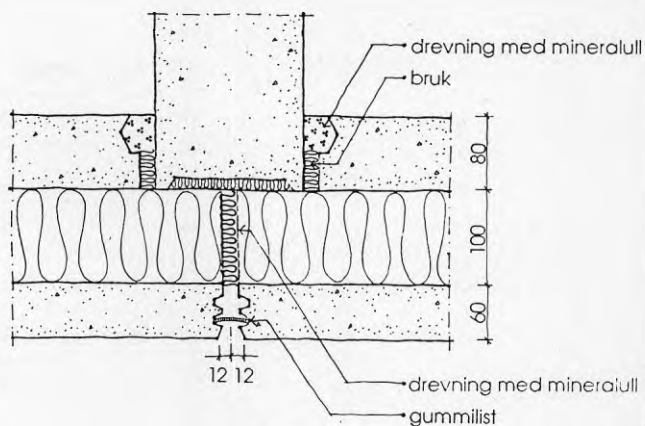
Horisontalfogen, figur 4.11, mellan elementen är utformad med en tröskel (effektiv höjd c:a 30 mm) i dess yttre del. Vid fogkryssen går det övre elementets vertikala fogs regnskärm ned en bit i det undre elementet, medan det undre elementets regnskärm vid horisontalfogen är dragen in bakom värmeisoleringen. På detta sätt bildas en rejäl överlappsskarv av vertikalfogens regnskärm. Fogen har fungerat tillfredsställande.



Figur 4.11 Horisontalfog och fogkrävs

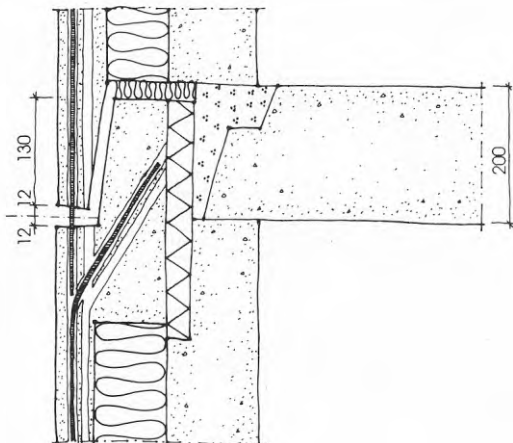
Exempel 3. Fog mellan fasadelement, 1969.

Fogen mellan fasadelementets innerskiva och tvärvägg är i delen närmast lägenheten fylld med cementbruk, medan yttre delen drevats med mineralull, figur 4.12. Utrymmet mellan sandwichelementens värmeisolerings-skivor är öppet. Omedelbart framför tvärväggen har placerats en tunn mineralullsremsa. Yttre fasadskivorna är utformade med två vertikala spår i kanterna. I det yttre spåret har placerats en regnspärr, i form av en 3 mm tjock plan gummilist. Spåret i luftspalten bakom gummilisten försvårar för eventuellt inträngande regnvatten att nå fram till värmeisoleringen.



Figur 4.12 Vertikalfog mellan fasadelement vid mellanvägg

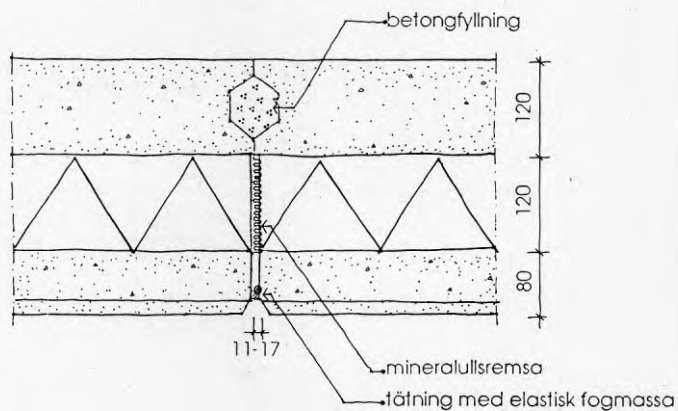
Horisontalfogen, figur 4.13, mellan betongelementen är utformad med en c:a 130 mm hög tröskel som skall förhindra regnvattnets inträngning. Bakomvarande vindtätning består av mineralull i plastfolie. Den vertikala regntätningen omlotts skarvas strax under varje horisontalfog. Med detta utförande av horisontalfogen erhålls dränering och ventilation av utrymmet bakom den stående fogens regnskärm. Fogen har i allmänhet fungerat tillfredsställande. I en del fall har regngenomslag erhållits vid anslutning gavelvägg-bjälklag.



Figur 4.13 Horisontalfog mellan fasadelement

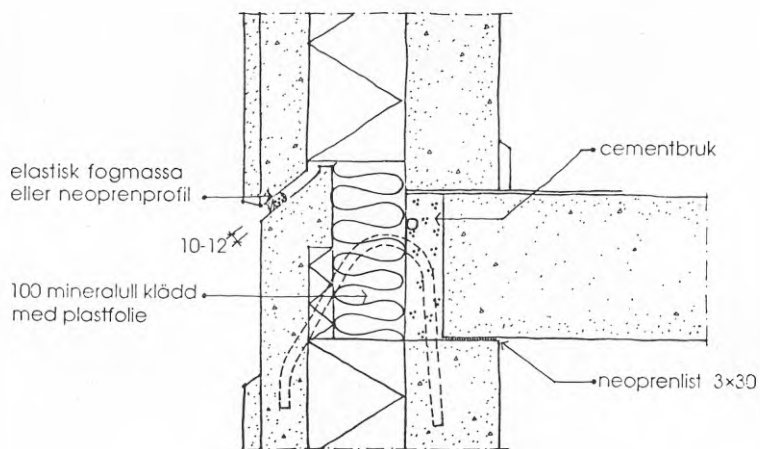
Exempel 4. Fog mellan fasadelement, 1973.

Väggen är utformad som en sandwichvägg, figur 4.14. Ursparingen mellan de inre betongskivorna har fyllts med cementbruk. I fogen mellan isoleringsskivorna av cellplast är monterad en mineralullsremsa, som fästs på elementet innan nästa bredvidstående element lyfts på plats. Efter montering har man tätat mellan de yttre betongskivorna med elastisk fogmassa mot bottningslist. Bakom denna tätning finns ett luftutrymme, som inte står i direkt förbindelse med uteluften.



Figur 4.14 Vertikalfog mellan gavelement

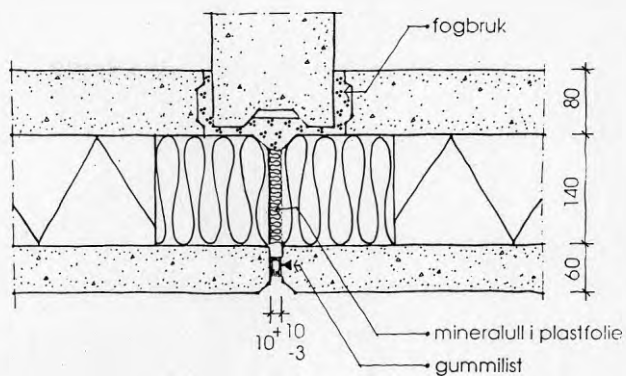
De inre betongskivorna är förankrade i bärlagen. Framför bjälklagen är horisontalfogen, figur 4.15, värmeisolerad med plastfolieklädd mineralull. Yttre betongskivorna är utformade så att horisontalfogar med lutande sidor bildats. Effektiva tröskelhöjden, d v s höjdskillnaden mellan nedre ytterskivans översta del och övre ytterskivans understa del är ungefär 50 mm. Fogens funktion har i vissa fall inte varit tillfredsställande.



Figur 4.15 Horisontalfog mellan gavelement

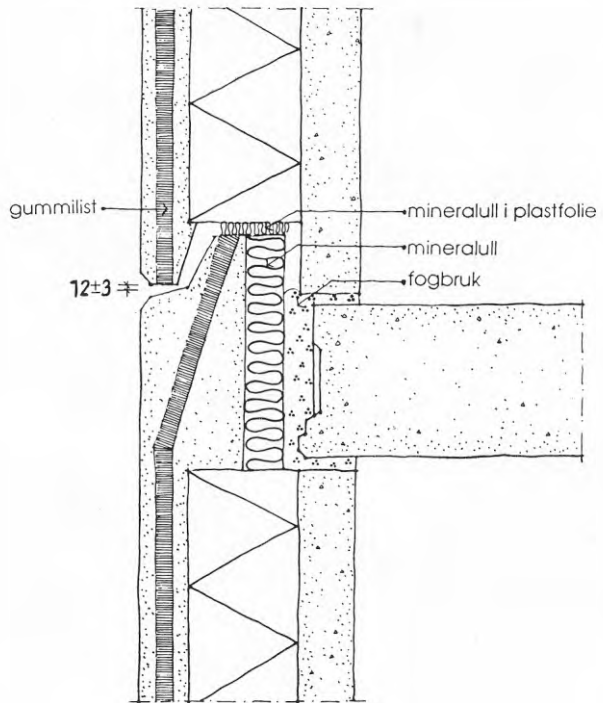
Exempel 5. Fog mellan fasadelement 1978.

Fogen mellan elementens innerskivor och stommen är fylld med bruk, figur 4.16. Mellan cellplastskivorna är fogen isolerad med mineralull i plastfolie. Den yttre regntätningen består av en gummilist fastsatt i ena elementets ytterskiva. Bakom gummiprofilen finns en luftspalt som ventileras genom horisontalfogen.



Figur 4.16 Vertikalfog mellan fasadelement

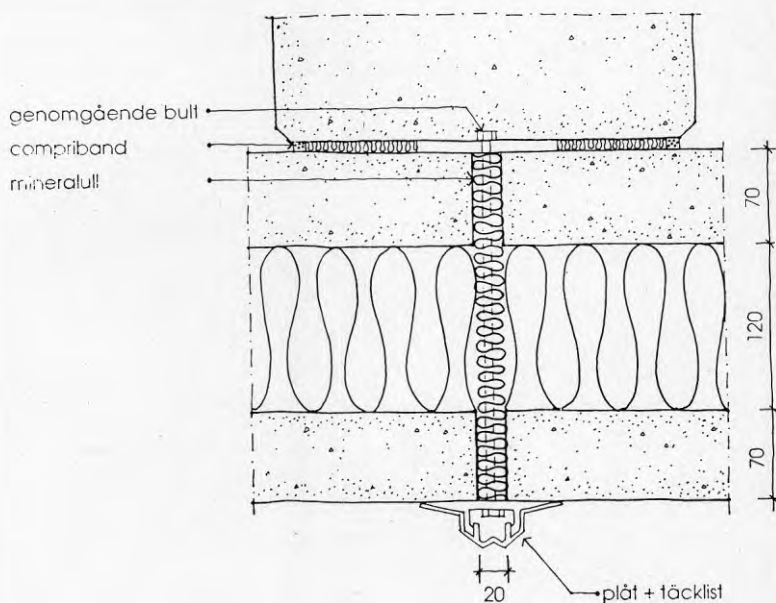
Horisontalfogens, figur 4.17, yttre del, är utformad med tröskel för att hindra vatteninträngning. Effektiv tröskelhöjd är c:a 65 mm. Fogen har i regel fungerat tillfredsställande. Problem har i vissa fall uppstått vid felaktig profildimension.



Figur 4.17 Horisontalfog mellan fasadelement

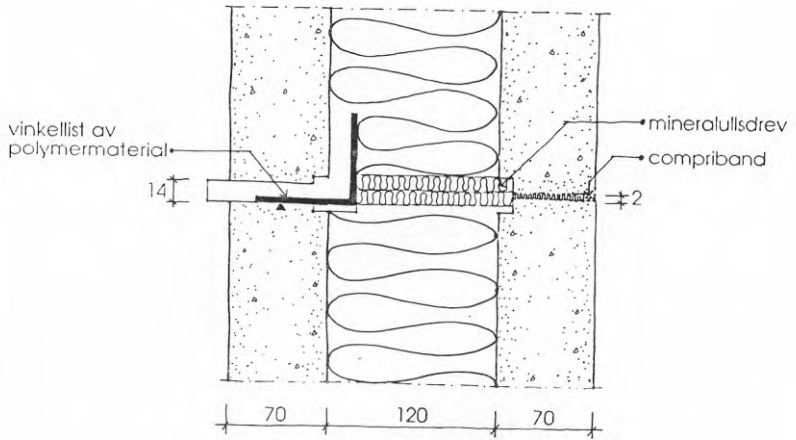
Exempel 6. Fog mellan fasadelement, 1980.

Fogen mellan elementen är fylld med mineralull, figur 4.18. Utvändigt är fogen täckt med en plåt som med en bult genom elementet är fastsatt i en tvärs fogen gående ankarskena på insidan. Den utvändiga plåten är så utformad att en yttre täcklist i form av en plåtprofil kan tryckas på plats. På insidan är en pelare placerad bakom elementfogen. Mellan pelare och fasadskiva är tätat med expanderande fogband, typ Compriband.



Figur 4.18 Vertikalfog mellan fasadelement

Horisontalfogen, figur 4.19, mellan ytterskivorna är öppen. Regnskyddet utgörs av en vinkellist av polymermaterial, som bildar en c:a 70 mm hög tröskel bakom yttre betongskivan. Vinkellisten är fäst i ett spår i ytterskivans överyta. Bakom regnskyddet är fogen drevad med mineralull. Fasadelementens innerskivor vilar på varandra med mellanliggande expanderande fogband, typ Compriband. Varierande uppgifter om funktionsresultat föreligger.



Figur 4.19 Horisontalfog mellan fasadelement

4.2.2 Fogar vid anslutningar mellan fasadvägg och fönsterkarm, befintlig bebyggelse

I befintlig bebyggelse förekommer många skilda utföranden av fogen mellan vägg och fönsterkarm eller annan anslutningsdel. Utförandena varierar med vägg-tjocklek, väggkonstruktionens utförande, fasadmateri- och fönsterkarmens position i väggen. Ofta har tätning- materialet varit drevningsmaterial av jute, lin eller mineralull. Fogarna har på insidan täckts med trälist, puts etc. I fogens yttre sida har tätningen utförts med fogmassa, putsbruk, plåt- eller trälist. Antalet varianter är stort varför några konstruktionslösningar inte redovisas här. Många foglösningar har visat sig medföra svåra problem med fuktansamling i karmvirket med rötskador som följd.

4.3 Fogar i nyproduktion

4.3.1 Allmänt

De olika typer av fogar, som kan finnas i en fasad är mycket stort. För att försöka skapa en systematik bland de olika fogtyperna skulle ett schema liknande det som presenteras i bilaga 5 kunna vara användbart. Systematiken utgår från det stommaterial som används i byggnaden. Förutom betong kan även autoklaverad lättbetong, tegel, trä och stål komma till användning.

Som exempel har i bilaga 5 för stommaterialet betong utformats ett flödesschema som visar

tänkbara stomalternativ för materialet betong

de fogar som finns i fasaden förutom fogar runt öppningar

de fogar som finns runt fönster och dörrar.

För några olika stommaterial har ett antal exempel på fogkonstruktioner utvalts. Nedan presenteras dessa exempel med vars hjälp det skall vara möjligt att utforma/dimensionera en fog och även att välja material till fogen. I exemplen hänvisas ibland till fogmaterial med olika sifferbeteckningar, t ex "fogmassa grupp 53". Dessa beteckningar refererar till nu gällande HusAMA 83 och RA83 Hus. Beteckningarna presenteras i kapitel 5.

För de material som föreskrivs i en bygghandling är det lämpligt att kräva att respektive material har provats och godkänts enligt metoder och krav i HusAMA 83 eller andra fastställda krav.

Utformning och dimensionering kan lämpligen utföras enligt flödesschemat i figur 3.1.

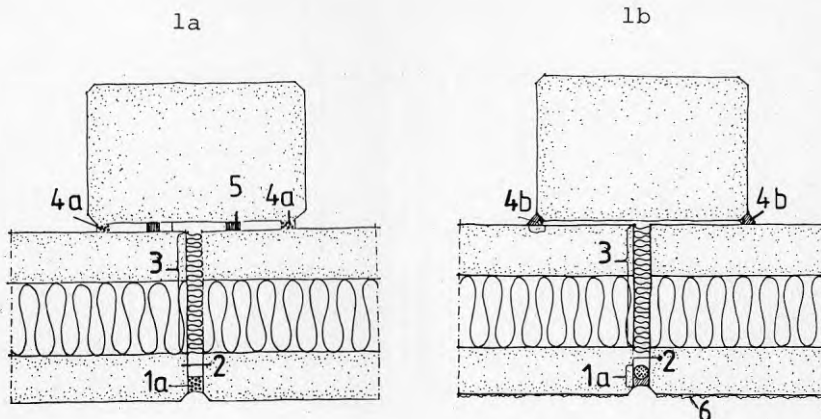
För en god fogfunktion kan flera olika lösningar med olika materialkombinationer komma ifråga. Nedan presenteras förslag till alternativa lösningar. Angivna mått skall tjäna som riktvärden. I varje enskilt fall måste tillämpligheten av dessa värden övervägas med hänsyn tagen till de grundförutsättningar som gäller.

Exempel 1 Fasad av sandwichelement av betong. Fog mellan sandwichelement vid anslutning till pelare

Exempel 1a Utformning vid användning av foglister eller fogband

Exempel 1b Utformning vid användning av fogmassa

Vertikal fog

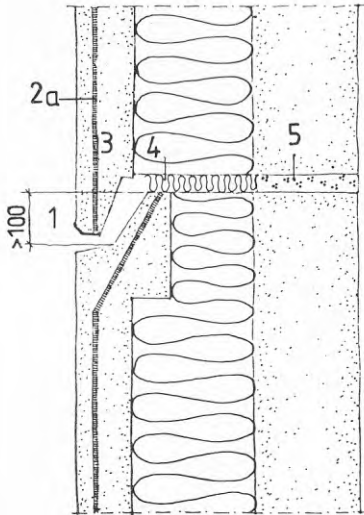


- 1a. Expanderande fogband eller foglist av gummi komprimerat enligt leverantörens anvisningar så att avsedd funktion erhålles (skydd mot nederbörd, mm).
- 1b. Fogmassa grupp 53 eller 58 plus bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd).

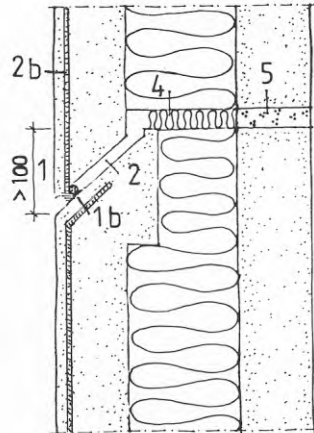
2. Tryckutjämnande, dränerande och ventilerande kanal, djup ca 30 mm.
3. Mineralull i plastfolie (vindtätning och värmeisolerings).
- 4a. Expanderande fogband komprimerat enligt leverantörens anvisningar så att avsedd funktion erhålles (luft- och diffusionstätning).
- 4b. Fogmassa mot bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (luft- och diffusionstätning).
Användbara fogmassor är grupp 53, 55, 556 och 58.
5. Mellanlägg av t ex kloropren-gummi.
6. Ev. frilaggd ballast får ej gå in på fogkanten.

Horisontalfog

1a



1b



1. "Tröskel" med effektiv tröskelhöjd $H \geq 100$ mm (skydd mot nederbörd).
- 2a. Expanderande fogband eller foglist av gummi.
- 2b. Fogmassa grupp 53 eller 58 plus bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd).
3. Tryckutjämnande dränerad och ventilerad kanal.
4. Mineralull i plastfolie (vindtätning och värmeisolering).
5. Cementbruk (luft- och diffusionstätning, samt kraftöverföring).

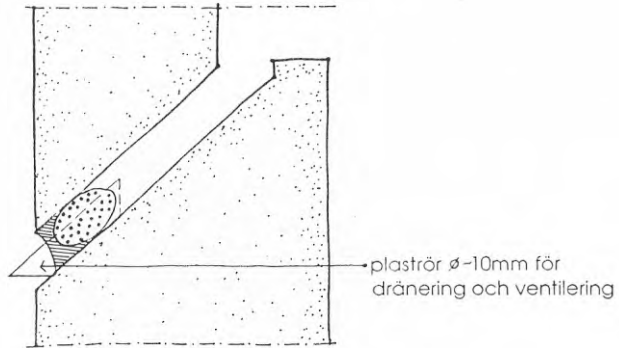
Kommentarer

Flera olika alternativ av band och lister förekommer. Tätningssprincipen bygger normalt på att materialen alltid bibehålls komprimerade i erforderlig grad. Det är mycket viktigt att fogens rörelser bedömes rätt så att fogbandets/foglistens komprimeringsgrad kan bibehållas.

För att cementbruksfogen (punkt 4) skall ge avsedd tätningssfunktion är det mycket viktigt att denna fog alltid är tryckt. För ett säkrare resultat kan fogen kompletteras med en fogmassa på vidhäftningsförhindrande tape i botten. Lämpliga fogmassor är grupp 53, 55, 556 och 58.

En dränering och ventilering av vertikalfogarna kan åstadkommas genom att fogbanden monteras med "släpp", dvs en öppning på ca 15 mm lämnas.

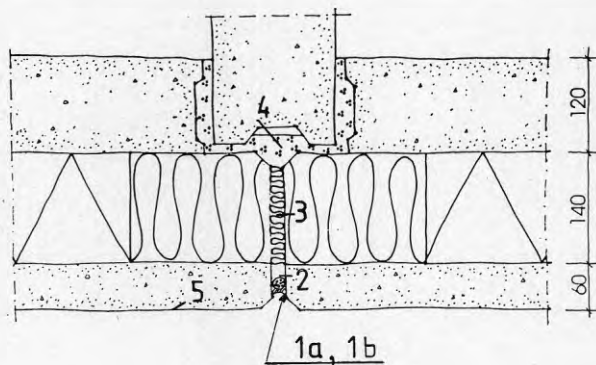
Dränering och ventilering av fogen vid alt. 1b kan ske genom att plaströr, av t ex PVC, $\phi \approx 10$ mm, sticks snett inåt/uppåt i varje fogkors, se figur. Vid element längre än c:a 3 m sticks även rör in mitt på horisontalfogarna.



Exempel 2 Fasad av sandwichelement av betong fog mellan sandwischelement vid anslutning till skiljevägg

Exempel 2a Utformning vid användning av foglist eller fogband

Exempel 2b Utformning vid användning av fogmassa

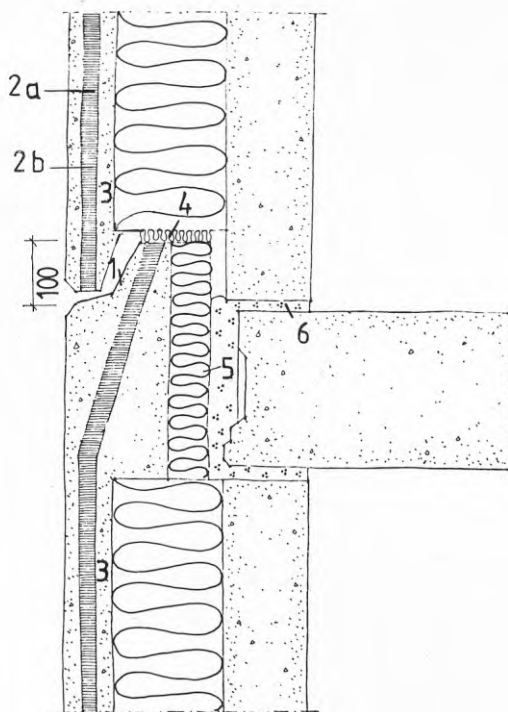
Vertikalfog

- 1a. Gummilist, klämd eller ingjuten (skydd mot nederbörd).
- 1b. Fogmassa grupp 53 eller 58 plus bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd).
2. Tryckutjämnande, dränerande och ventilerande kanal, djup ca 30.
3. Mineralull i plastfolie (vindskydd och värmeisolering).
4. Cementbruk (luft- och diffusionstätning).
5. Ev. frilagd ballast får ej gå in på fogkanten.

Horisontalfog

2a

2b



1. "Tröskel" med effektiv tröskelhöjd $H \geq 100$ mm (skydd mot nederbörd).
- 2a. Expanderande fogband eller foglist av gummi.
- 2b. Fogmassa grupp 53 eller 58 plus bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd).
3. Tryckutjämnande, dränerande och ventilerande kanal.
4. Mineralull i plastfolie (vindtätning och värmeisolering).
5. Värmeisolering (kantisolering)

6. Cementbruk (luft- och diffusionstätning samt kraftöverföring) alt. mellanlägg av gummilist (CR eller EPDM).

Kommentarer

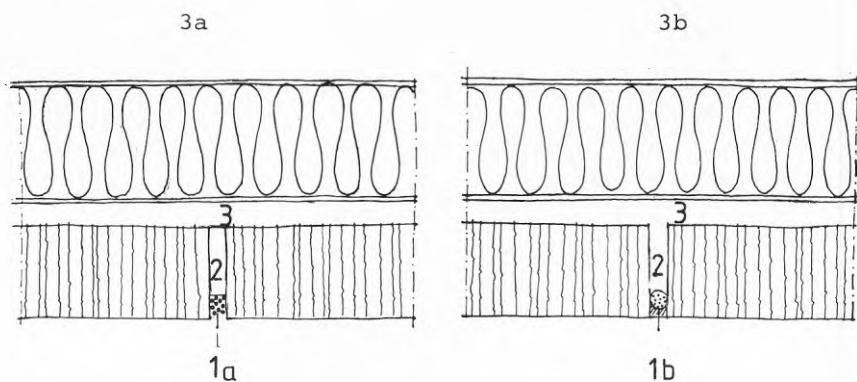
Vid höga krav på luft- och ångtäthet måste de invändiga fogarna av cementbruk kompletteras med en invändig tätning med bottningslist (eller tape i fogbotten) och fogmassa (grupp 556 eller 58).

Dränering och ventilering av fogen med fogmassa sker genom att plaströr, $\phi \approx 10$ mm, sticks snett inåt/uppåt i varje fogkors, se figur ex.1. Vid element längre än c:a 3 m sticks även rör in mitt på horisontalfogarna.

Exempel 3 Fog i skalmur av tegel

Exempel 3a Utformning vid användning av foglister eller fogband

Exempel 3b Utformning vid användning av fogmassa.

Vertikalfog

- 1a. Expanderande fogband komprimerat enligt leverantörens anvisningar så att garanterat avsedd funktion erhålles (skydd mot nederbörd).
- 1b. Fogmassa plus bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd). Lämplig fogmassa är grupp 58 med dimensionen c:a 15 x 7 mm (bredd x djup).
2. Tryckutjämnande, dränerande och ventilerande kanal, bredd ca 15 mm.
3. Dränerad och ventilerad luftspalt, bredd ca 40 mm.

Kommentarer

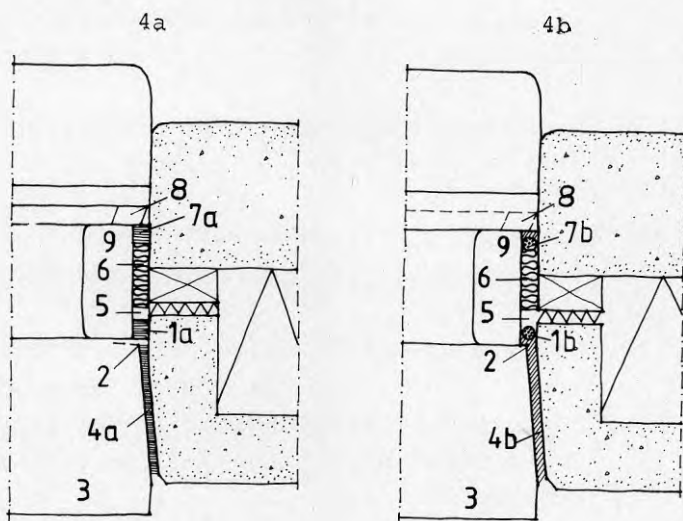
Eftersom fogbanden/foglisterna har en begränsad rörelseupptagande förmåga är det lämpligt att göra den slutliga tätningen ca 1/2 år efter murens uppförande. Efter denna tid har en stor del av murens krympning skett.

Exempel 4 Fog mellan vägg av betong och fönsterkarm

Exempel 4a Utformning vid användning av foglist eller fogband

Exempel 4b Utformning vid användning av fogmassa

Vertikalfog



1a. Fogband eller foglist (skydd mot nederbörd, mm).

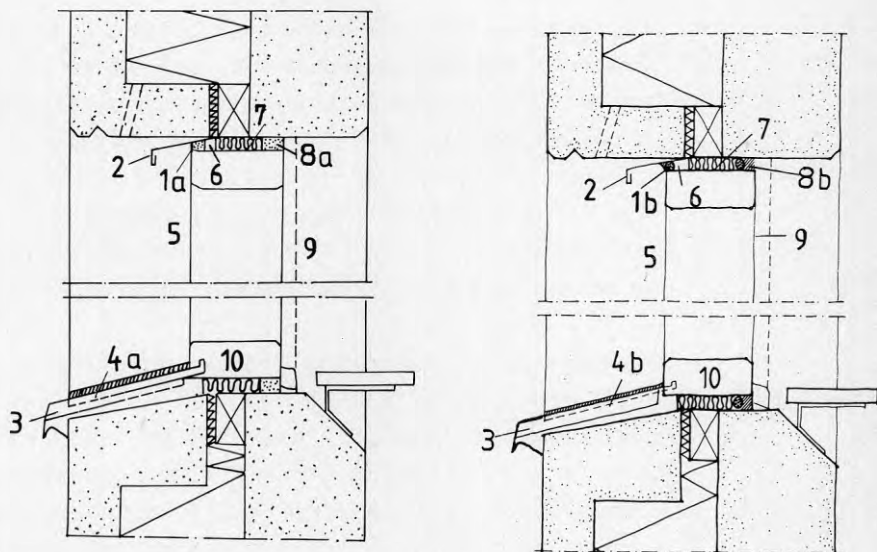
1b. Fogmassa med bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd). Fogmassa grupp 58 med dimensionen c:a 15 x 7 mm (bredd x djup).

2. Eventuell täcklist (skydd för fogband eller foglist).
3. Fönsterbleck, lutning $\geq 14^\circ$ (1:4).
- 4a. Fogband mellan fönsterbleck och betong (skydd mot nederbörd).
- 4b. Fogmassa mot bottningslist av polyetencellplast mellan fönsterbleck och vertikal yta av betong (skydd mot nederbörd). Fogmassa grupp 58 med dimensionen c:a 10 x 5 mm (bredd x djup).
5. Tryckutjämnande, dränerande och ventilerande kanal, djup ca 15 mm.
6. Minerallull i plastfolie (vindskydd och värmeisolering) alt. fogskum av godkänd kvalitet.
- 7a. Foglist eller fogband, komprimerad bredd ca 15 mm (luft- och diffusionstätning). Den procentuella kompressionen skall utföras enligt tillverkarens anvisningar så att garanterat avsedd funktion erhålles.
- 7b. Fogmassa med bottningslist av polyetencellplast (luft- och diffusionstätning). Fogmassa grupp 58 eller 556 med dimensionen c:a 15 x 7 mm (bredd x djup) eller grupp 53 med dimensionen c:a 15 x 10 mm (bredd x djup).
8. Invändig smyglist av trä (skydd mot åverkan).
9. Fönsterkarm.

Horisontalfog

4a

4b



- 1a. Fogband eller foglist (skydd mot nederbörd).
- 1b. Fogmassa med bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (skydd mot nederbörd). Fogmassa grupp 58 med dimensionen c:a 10 x 5 mm (bredd x djup). Fogen avslutas c:a 20 mm från vardera hörnen.

2. Droppbleck (skydd mot nederbörd).
3. Fönsterbleck, lutning $\geq 14^{\circ}$ (skydd mot nederbörd).
- 4a. Expanderande fogband mellan fönsterbleck och betong (skydd mot nederbörd).
- 4b. Fogmassa med bottningslist av polyetencellplast mellan fönsterbleck och vertikal yta av betong (skydd mot nederbörd). Fogmassa grupp 58 med dimensionen c:a 10 x 5 mm (bredd x djup).
5. Eventuell smyglist (skydd för fogband).
6. Dränerad och ventilerad kanal, djup ca 15 mm.
7. Mineralull (vindskydd och värmeisolering).
- 8a. Foglist eller fogband, komprimerad bredd ca 15 mm (luft- och diffusionstätning). Den procentuella kompression skall utföras enligt tillverkarens anvisningar så att avsedd funktion erhålles.
- 8b. Fogmassa med bottningslist av polyetencellplast (luft- och diffusionstätning). Fogmassa grupp 58 eller 556 med dimensionen c:a 15 x 7 mm (bredd x djup) eller grupp 53 med dimensionen $> 15 \times 10$ mm (bredd x djup).
9. Invändig smyglist av trä (skydd mot åverkan).
10. Fönsterkarm.

Kommentarer

Den goda funktionen hos den invändiga luft- och diffusionstättningen är i mycket hög grad beroende av att foglist eller fogband får en tillfredsställande komprimering och skarvning i hörnen.

Om påverkningarna av nederbörd på fogen är måttliga kan de yttre tätningarna med fogband eller foglist utelämnas. I sådana fall erhålles nederbördsskyddet av utvändiga täckplåtar.

Exempel 4B beskriver en foglösning som ger en bra funktion även i hårt klimatutsatta miljöer.

Exempel 5 Fog mellan skalmur av tegel och fönsterkarm

Fogutformning föreslagen i exempel 4 kan i princip användas. Vid betongbyggnader måste dock observeras att differensen i rörelse mellan betongstomme och tegelskal kan bli stor vid höga eller långa byggnader. Denna rörelse måste beaktas.

5 FOGTÄTNINGSMATERIAL

5.1 Foglister

Vid fasadfogar användes tätningslister av material som kan stå emot klimat-, miljö- och andra påverkningar. Material skall ha god beständighet och lång livslängd med bibehållande av egenskaper som tillfredsställer ställda funktionskrav.

I HusAMA 83 indelas foglister enligt tabell 5.1 samt anges exempel på lämpliga användningsområden, tabell 5.2.

Tabell 5.1 Indelning av foglister
(HusAMA 83 tabell Z/4)

Grupp	Typ
61 Metallister	611 Metallband
63 Skumlister (med öppna celler)	631 Skumlister utan lim eller med lim endast på en yta
	632 Skumlister med lim på två parallella ytor
	633 Skumlister impregnerade med asfalt m m
64 Cellister (med slutna celler)	641 Cellister utan lim eller med lim endast på en yta
	641 Cellister med lim på två parallella ytor
65 Lister av massivt gummi, plast osv	651 Klämlister av olika tvär- snitt (slanglister o d)

Tabell 5.2 Exempel på lämpliga användningsområden för olika foglister (Enligt HusAMA 83 tabell RA Z/3)

		Foglister						
		611	631	632	633	641	642	651
Z2.111	Tätning av utvändiga rörelsefogar i ytterväggar med foglist	x						x
Z2.112	Tätning av invändiga rörelsefogar i ytterväggar med foglist		x	x	x	x	x	x
Z2.12	Tätning av rörelsefogar i innerväggar med foglist		x	x	x	x	x	x
Z2.134	Tätning av invändiga rörelsefogar i tak med foglist	x	x	x	x	x	x	x

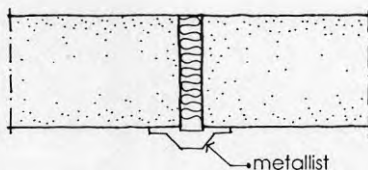
I tabell 5.3 anges ungefärliga funktionsområden för olika grupper av tätningslister.

Tabell 5.3 Ungefärliga funktionsområden för olika grupper av tätningslister

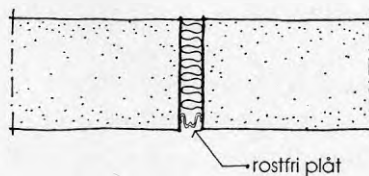
Materialgrupp	Funktionsområde i % av ursprunglig höjd
61 Metallister	30 till 70
62 Fiberlister	30 till 70
63 Skumlister	15 till 40
64 Cellister	50 till 95
65 Elastiska lister av massivt gummi eller plast	35 till 85

5.1.1 Metallband

Tätningsslister av metall används i relativt liten omfattning. Metallister förekommer i industri-byggnader av betong- eller lättbetongelement för över-täckning av fasadfogar, figur 5.1, eller vid anslutning mellan fönsterkarm och vägg. Tidigare användes även profilerad plåt som regnavvisare, figur 5.2, men har i dag ersatts av gummi- eller plastprofiler. Plåtlistor skall vara av rostfritt material.



Figur 5.1 Metallist över vertikalfog



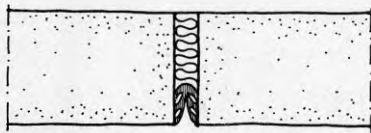
Figur 5.2 Profilerad plåt som vattenavvisare
(äldre utförande)

5.1.2 *Impregnerade skumlister med öppna celler*

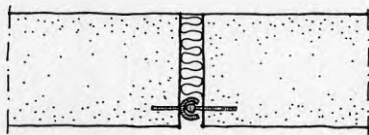
Tätningsslister tillverkas av polyuretanskum impregnerade med t ex en kloroprenblandning och paraffin. Listerna är försedda med lim på ena sidan så att de blir självhäftande. Profilerna levereras i komprimerad form och sväller efter montering och fyller ut fogrummet. För att dessa profiler skall ge en tillfredsställande tätning skall profilens storlek vara minst så stor i komprimerat tillstånd att max 50% expansion tillåts, jfr tillverkarens anvisningar. Vid låga temperaturer bör svällningsförloppet påskyndas genom anblåsning med varmluft. Ett flertal olika fabrikat finns på marknaden. Listprofilerna har rektangulär form och förekommer med dimensioner för fogdjup 10-40 mm och fogbredder 2-30 mm. Användare bör kontrollera att listerna uppfyller ställda krav på beständighet, deformationsegenskaper, lufttäthet, vattentäthet, brandsäkerhet etc. Väderbeständigheten hos icke impregnerat polyuretanskum är dålig. Sådant material gulnar och blir sprödare efter hand.

5.1.3 *Lister av massivt gummi eller plast*

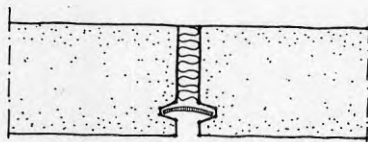
Materialet i tätningsslister av massivt gummi eller plast är vanligen EPDM, kloropren, silikongummi, butylgummi eller PVC. Viktigt är att materialet bibehåller sina rörelseupptagande egenskaper under lång tid då tätningen åstadkommes genom att profilen komprimeras och trycker mot fogsidorna, figur 5.3. I vissa fall ingjutes listens ena sida i betongelement för att underlätta montering, figur 5.4. Vid byggelement i trä kan listen fästas i ena fogsidan med hjälp av häftpistol eller med tape. Då foglistens funktion enbart är regnavvisande användes rektangulära band av gummi som monteras in i spår i fogsidorna, figur 5.5. De olika gummi- och plastmaterialens allmänna egenskaper framgår av tabell 5.4a resp. 5.4b. Det rekommenderas att de använda listerna uppfyller ställda krav.



Figur 5.3 Tätningslist (klämlist) av
massivt polymermaterial



Figur 5.4 Tätningslist (ingjutningslist) av
massivt polymermaterial



Figur 5.5 Tätningslist av massivt
polymermaterial, inlagd i spår

Tabell 5.4a Data för viktiga specialgummityper
(ur Höjfors, Palmgren, Polymerteknik -
materiallära)

Typ (be- teckning enligt SIS 16 20 01) Handels- namn	Kemisk sammans- ättning	Mekaniska egenskaper (goda värden)		Använd- nings- tempe- ratur (°C)		Kemisk beständighet mot				Typiska användnings- områden (i vissa fall med ungefärlig procentuell för- delning)
		Hållfast- het (MPa)	Rivhåll- fasthet (N)	max (torr atmo- sfär)	min	Väder och ozon	Hydrolys (varm- vatten, vatten- ånga, svaga syror & alkali)	Oxide- rande ämnen även syror	Bensin och kol- väte- oljor	
<u>Eten- propen- gummi</u> (EPDM, EPM)	sampolymer av vanligen ca 55% eten med propen (EPM) och van- ligen med 2-10% av en tredje monomer (EPDM) t ex 1,4-hexa- dien eller etylidennor- bornen	10-20	75-100	140	-60	utmärkt	utmärkt	god	dålig	väderbeständiga detaljer till bil- industri (50%), byggnadsindustri (10%) och kabel- höljen (10%)
<u>Butyl- gummi</u> (IIR)	sampolymer av isobuten med 0,5-3% isopren	10-20	75-150	140	-50	god	utmärkt	god	dålig	innerslangar till däck för låg gas- diffusion (70%)
<u>Poly- sulfid- gummi</u> (T) Thiokol	polykondensat av alkalipoly- sulfid med etendiklorid och diklor- etylformal	4-10	50-125	100	-40	utmärkt	mindre god	dålig	utmärkt	flytande poly- sulfidgummi i tätningssmassor (80%)
<u>Nitril- gummi</u> (NBR)	sampolymer av 20-40% akryl- nitril och 60-80% butadien	10-25	100-200	130	-60	mindre god	god	mindre god	god	standardmaterial för gummidetaljer ut- satta för bensin och oljor, t ex pack- ningar, slangar, tankar och membran
<u>Kloropren- gummi</u> (CR) Neoprene	polykloropren	10-25	100-200	130	-50	god	utmärkt	mindre god	mindre god	kabelhöljen (20%), slang (15%), lim (15%), remmar (20%)
<u>Silikon- gummi, kisel- gummi</u> (Q)	poly- (metyl-, fenyl- eller vinyl-) sil- oxaner	4-10	25-100	275	-100	utmärkt	mindre god	mindre god	mindre god	detaljer för extrema temperaturer, t ex kabelhöljen (40%), packningar (20%) och fogmassor (15%)

Tabell 5.4b Data för PVC (ur Höjfors, Palmgren, Polymerteknik - materiallära)

	Vinylkloridplast Omjukad	Vinylkloridplast Mjukad
Densitet (g/cm^3) 23°C	3,5	4,5
Draghållfasthet vid sträckgr. (MPa), 23°C	1,30 - 1,45	1,15 - 1,35
Elasticitetsmodul (10^2 MPa), 23°C	25 - 30	-
Längdutf. koeff. 10^{-5} cm/mc/°C	5 - 18	7 - 25
Max. kont. anv. temp. (°C)	65 - 75	60 - 70

Varje tätninglists funktionsområde måste bestämmas individuellt genom provning. Listens utformning är av mycket stor betydelse för resultatet. Det är därför mycket svårt att ge allmängiltiga data för olika produktgrupper. För svenska lister är följande funktionsområden angivna (9):

slanglister med tunna väggar 60% till 80% av ursprunglig höjd

vinkellister 50% till 70% av ursprunglig höjd

D-list 55% till 80% av ursprunglig höjd.

5.1.4 Normer, föreskrifter

I HusAMA 83, kap.7 och Svensk Standard föreskrivs egenskapskrav för tätninglistor. De speciella funktionsegenskaperna som täthet, beständighet etc provas enligt metoder angivna av Nordtest (NT Build) eller t.ex de tyska DIN-normer. Varje användare rekommenderas att kontrollera att de uppställda egenskapskraven kan verifieras med provningsresultat.

5.2 Fogmassor

Fogmassor består huvudsakligen av bindemedel, mjukgörare, lösningsmedel, fyllmedel, armeringsmedel och pigment. Bindemedlets typ bestämmer väsentligen fogmassans egenskaper, t ex vidhäftningsförmågan och beständighet.

Fogmassorna levereras som en- eller tvåkomponentmaterial. Enkomponentmassor kan appliceras direkt ur förpackningen. Härdningen och/eller torkningen sker därefter på olika sätt. I vissa material sker en fuktupptagning ur luften varefter en kemisk reaktion startar. Vissa massor tar upp syre ur luften och oxideras därigenom. I andra material sker enbart en fysikalisk avdunstning av lösningsmedel eller vatten. Tvåkomponentmassor levereras med en huvudkomponent och en härdare. Före appliceringen blandas komponenterna noggrant. En kemisk reaktion överför därefter massorna till ett mer eller mindre elastiskt tillstånd. Efter blandningen har man en viss tid på sig att applicera fogmassan innan härdningen har gått så långt att fogmassan blir svår att bearbeta. Denna tid kallas normalt för brukstid.

5.2.1 Klassificering av fogmassor

På marknaden finns en mycket stor mängd olika typer av fogmassor med vitt skilda egenskaper och användningsområden. För brukaren är utbudet många gånger både förvirrande och svåröverskådligt.

För att försöka skapa någon systematik i utbudet brukar olika indelningsgrunder användas. Ofta utgår man från

typ av bindemedel
härdningsmekanism
rörelseupptagande förmåga
reologiska egenskaper

Många gånger behövs flera parametrar för att kunna förstå de viktigaste egenskaperna hos varje fogmassa.

I HusAMA 83 har nedanstående gruppindelning av fogmassor använts, tabell 4.5. Gruppindelning 53-58 får inte tolkas så att ett högre gruppnummer innebär en högre kvalitet.

Tabell 5.5 Gruppindelning av fogmassor enligt HusAMA 83, tabell Z/1

Grupp	Typiska bindemedel
53 Plastiska oljebaserade skinnbildande fogmassor	Torkande oljor, icke torkande oljor, polymerer
54 Icke torkande plastiska	Icke torkande oljor, polymerer
55 Segplastiska fogmassor	Plasticerat butylgummi, polyakrylater
556 Vattendispergerade elastiska fogmassor	Akryldispersjoner
56 Termoplastiska fogmassor	Gummiäsfalt
58 Elastiska fogmassor	Polysulfider, polyuretaner, silikoner

Som framgår av tabellen har indelningen skett utifrån materialens reologiska egenskaper, och i någon mån från härdningsmekanismen och typ av bindemedel.

Grupp 53 enl HusAMA 83, "plastiska oljebaserade skinnbildande fogmassor" är av enkomponenttyp. Härdningen sker från ytan genom att syre tas upp ur luften. Det är viktigt att det skinn som bildas på ytan har en god seghet och att skinnbildningshastigheten är låg. Ibland är detta inte uppfyllt och då sker en snabb genomhärdning av massan. På marknaden finns produkter inom denna grupp med mycket varierande egenskaper.

Grupp 54 innehåller icke torkande (icke oxiderande) oljor eller butyl. De förblir klibbiga och plastiska under lång tid. Smutsupptagningen är stor och massorna används därför i dolda fogar.

Grupp 55, segplastiska fogmassor, innehåller normalt lösningsmedelslösta akrylater som bindemedel. Då lösningsmedlen avdunstar ökar successivt hårdheten. Detta är förknippat med en krympning på c:a 15%. I nyapplicerat tillstånd kan lukten från dessa massor ibland uppfattas som besvärande.

Grupp 556, vattendispergerade akrylatfogmassor, är en relativt ny grupp av fogmassor. Dessa övergår till ett huvudsakligen elastiskt tillstånd då vattnet avdunstar. Avdunstningen åtföljs av en krympning av storleksordningen 15-20%. Materialen har en dålig vidhäftning mot täta material som t ex metall, glas och plast.

Grupp 56, termoplastiska fogmassor, måste värmas innan de kan appliceras. Vid värmingen minskar viskositeten varvid fogmassorna kan gjutas i fogen. Användningsområdet är därför begränsat till fogar i horisontella ytor.

Grupp 58, s k elastiska fogmassor, har högst varierande egenskaper beroende på typ av bindemedel. Polysulfider ("Thiokol"), polyuretaner och silikoner är vanliga typer av bindemedel. De båda först nämnda typerna finns både som en- och tvåkomponentmassor.

I HusAMA Ra 83 finns nedanstående tabell 5.6. Där har gruppindelningen kompletterats med kolumner för största rörelseupptagande förmåga.

Trots att i princip fyra olika indelningsgrunder har använts visar det sig ofta svårt att göra ett riktigt materialval i en konkret valsituation. Detta beror bl a på att i varje grupp, t ex grupp 58, finns fogmassor med olika bindemedelstyper. Inom varje bindemedelstyp finns dessutom flera olika härdsystem. Som exempel kan nämnas de silikonbaserade fogmassorna, som idag har fått en

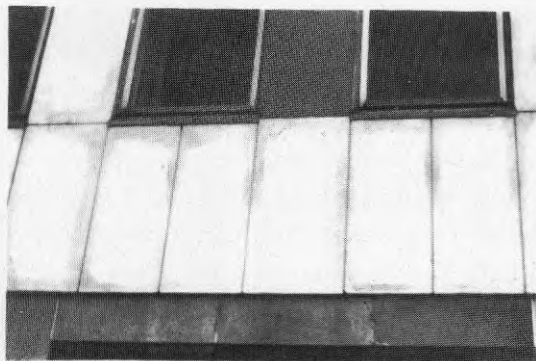
Tabell 5.6 Fogmassor, gruppindelning,
 enligt HusAMA 83 RA Z/1

Grupp	Typiska bindemedel	Exempel på användnings-	Största rörelseupptagande förmåga hos åldrad fogmassa. Totalrörelse i % av ursprunglig fogbredd		
			drag/	skjuvtryckning	
53	Plastiska oljebaserade skinnbildande fogmassor	Torkande oljor, icke torkande oljor, polymerer	Fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, tegel, trä	10	30
54	Icke torkande plastiska fogmassor	Icke torkande oljor, polymerer	Täckta fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, tegel, trä	10	30
55	Segplastiska fogmassor	Plasticerat butylgummi, polyakrylater	Fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, tegel, trä	15	30
556	Vattendispergerade elastiska fogmassor	Akryldispersjoner	Fogar inomhus mellan betong, gips, tegel,	15	45
56	Termoplastiska fogmassor	Gummi-asfalt	Horisontala fogar i golv	10	30
58	Elastiska fogmassor	Polysulfider, polyuretaner, silikoner	Fogar mellan betong, autoklaverad lättbetong, metall, natursten, tegel, keramiska plattor, trä	25	.75

mycket stor användning. Det finns mycket stora möjligheter att variera dessa materials kemiska sammansättning, och därigenom de kemiska reaktioner som sker vid härdningen. Man kan skilja mellan härdsystem som avspaltar sura, neutrala eller basiska reaktionsprodukter. Till de sura hör de ättiksyrahärdande systemen, till de neutrala hör system som brukar benämnas alkoxy och benzamid och till de basiska hör amin-systemen.

Alla dessa variationsmöjligheter medför att det finns mycket stora egenskapsskillnader mellan olika härdsystem och naturligtvis även mellan olika fabrikat. Där en typ av silikonfogmassa kan anses utgöra den bästa lösningen på ett komplicerat fogproblem kan en annan typ vara direkt olämplig! Exempelvis får en ättiksyrahärdande silikonfogmassa ej få användas mot betong, bruk, marmor. Detta beror på att vidhäftningen efter relativt kort tid kraftigt försvagas mot dessa material. Dessutom kan lukten från de ättiksyrahärdande materialen ibland uppfattas som besvärande.

Från flera typer av s k byggsilikoner sugs silikonolja in i angränsande porösa fogsidor, t ex av betong eller tegel. Detta medför i miljöer med stora mängder luftföroreningar att fasadytorna vid sidan av fogen erhåller en störande nedsmutsning figur 5.6.



Figur 5.6 Fasadnedsmutsning p.g.a. silikonoljans migrering

Fogmassor som är polysulfidbaserade har i icke härdat tillstånd en lukt, som kan vara besvärande. Bland de s.k. elastiska fogmassorna dominerade denna grupp av material mycket stort på 60- och början av 70-talet. Idag är dock användningen i fasader mycket begränsad.

Fogmassor med polyuretan som bindemedel har alltmer kommit till användning. Emellertid finns mycket varierande egenskaper inom denna grupp. Vissa massor av enkomponenttyp har en tendens till att hårdna betydligt i fogen.

De flesta fogmassor karakteriseras som övermålningsbara. De fogmassor som är svårast att övermåla är de silikonbaserade materialen. I dessa sammanhang bör emellertid påpekas att för att en övermålning skall vara meningsfull måste även färgen kunna följa med i de rörelser som fogmassan utsätts för. I många fall är detta ej möjligt.

5.2.2 *Elastiska och plastiska fogmassor*

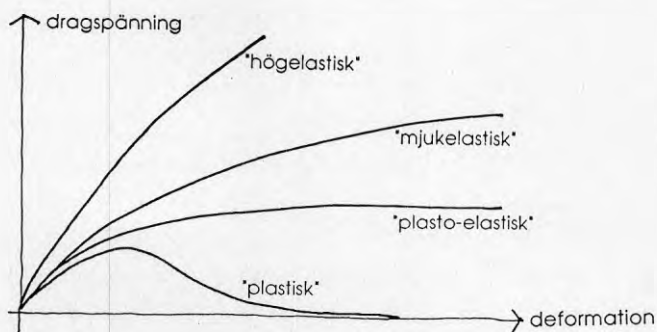
I Sverige har sedan lång tid tillbaka indelningen i elastiska och plastiska fogmassor använts. ByggAMA 1965 gjorde t ex en indelning av fogmassor i klass A och klass B. De s k elastiska fogmassorna tillhörde då klass A. En sådan grov indelningsgrund medförde att stora variationer i egenskaperna fanns inom respektive grupp. Dessutom var gränsen mellan grupperna svår att dra. Väl medveten om problemen gjordes formuleringen något försiktigare i HusAMA 72. De gamla invanda begreppen lever dock fortfarande kvar hos branschfolket. Man talar fortfarande t ex om "A"- och "B-massor" och lägger samtidigt in olika värderingar. Underförstått att med en "A-massa" får man ett säkrare resultat. Med ett sådant resonemang gör man dock problemet alltför enkelt för sig. Det har den praktiska erfarenheten många gånger visat.

Begreppen elastisk och plastisk fogmassa definieras enligt följande:

Elastisk fogmassa: En fogmassa som efter appliceringen uppvisar övervägande elastiskt beteende, dvs kvarvarande spänningar som uppstår i fogmassan som en följd av fogrörelser är nästan proportionella mot deformationen.

Plastisk fogmassa: En fogmassa som efter appliceringen bibehåller övervägande plastiska egenskaper, dvs de spänningar som uppstår i fogmassan vid fogrörelsen avtar snabbt.

Mycket ofta förekommer begrepp såsom "högelastisk", "mjukelastisk", "plasto-elastisk" osv. Dessa begrepp relateras till materialens reologiska egenskaper dock utan klara gränsdragningar. De termer som närmast beskriver materialens egenskaper är spänning, deformation och elastisk återhämtning. I ett spänningstöjnings-diagram kan kvalitativt de olika begreppen åskådliggöras enligt figur 5.7.



Figur 5.7

Principiella arbetskurvor för olika typer av fogmassor

Den elastiska återhämtningen för ett högelastiskt material är 100% efter en måttlig deformation (säg 25%) medan det plastiska materialet inte har någon elastisk återhämtning alls. Övriga material har egenskaper där emellan.

I en ordinär fog i en yttervägg är det ofta direkt olämpligt att använda fogmassor med ett högelastiskt beteende. Orsaken till detta är att de dragspänningar som uppstår i fogmassan vid fogens breddökning är så stora att de mycket ofta leder till vidhäftningsproblem eller brott i väggmaterialet.

De fogmassor som i praktiken har visat sig fungera bäst i många sammanhang är de mjukelastiska vilka ej har en fullständig elastisk återhämtning efter en deformation.

I fogar med stora dygnsvarierande rörelser, dvs ett stort antal växlande rörelser bör plastiska massor ej användas. Rörelserna i sådana massor leder snabbt till kraftiga veckbildningar och senare till brott. Dessa material kan emellertid mycket väl användas i fogar där rörelserna huvudsakligen sker i en riktning. Exempel på sådana fogar är dilationsfogar som ofta uppvisar irreversibla krympningsrörelser.

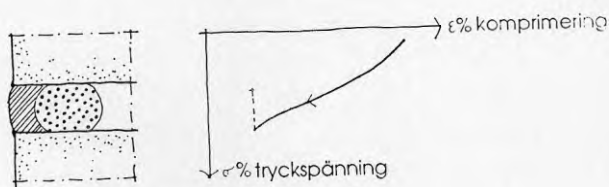
5.2.3 Fogmassor för brandtätningar

Normala fogmassor klarar ej de krav på tätning som ställs i samband med höga temperaturer.

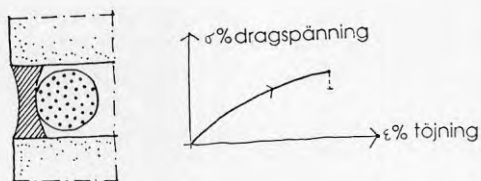
Emellertid finns det vissa fogmassor med flammhämmande tillsatser. Dessa fogmassor kan, tillsammans med speciella bottningsmaterial bestående av keramiska fibrer, ge ett gott skydd mot brandspridning t ex mellan brandklassade fönster eller dörrar och anslutande vägg, se även kapitel 2.7.

5.2.4 Vad händer i en fogmassa vid upprepade fogrörelser?

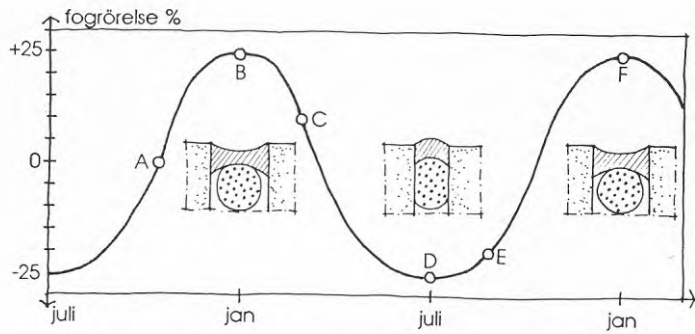
När fogbredden minskar p g a en ökning av temperaturen kommer fogmassan att komprimeras, figur 5.8. Deformationsegenskaperna hos fogmassan är vid denna rörelse i hög grad beroende av storleken och hastigheten hos fogrörelsen, temperaturen, fogmassans ålder etc. Spänningar uppstår i fogmassan och spänningsminskning inträder vid viloperioder.



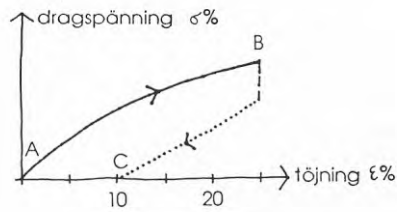
Figur 5.8 Fogbreddsminskning och som följd av tryckspänningar och spänningsrelaxation i fogmassan.



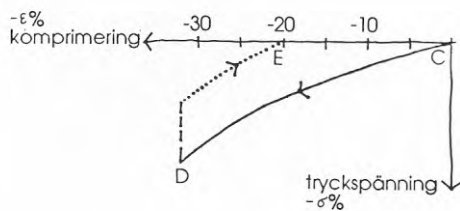
Figur 5.9 Fogbreddsökning med åtföljande dragspänningar och spänningsrelaxation i fogmassan.



Figur 5.10 Exempel på årstidsberoende fogrörelser.



Figur 5.11 Dragspänningar och kvarstående deformationer i fogmassan enligt exemplet i figur 5.9.



Figur 5.12 Tryckspänningar och kvarstående deformationer i fogmassan enligt exemplet i figur 5.9.

Vid en påföljande temperatursänkning ökar fogbredden. Fogmassan återgår till sin ursprungliga bredd och töjs sedan en viss sträcka. Dragspänningar uppstår i fogprofilen, figur 5.9. Detta mönster upprepas dygn efter dygn. Se även avsnitt 2.9.

Dessa på varandra följande rörelser och relaxationsperioder ökar successivt de kvarstående deformationerna i fogmassan. Under den varma årstiden är fogmassorna i allmänhet komprimerade. Tillväxten av dessa plastiska deformationer är speciellt uttalad vid denna tid eftersom de dagliga rörelsernas storlek är större. Vidare ökar storleken på spänningsrelaxationen väsentligt vid högre temperaturer. Detta gäller i hög grad även för de s k elastiska fogmassorna.

Då temperaturen successivt sjunker under höst och vinter ökar fogbredden. Deformationen sker nu i en smalare fogprofil eftersom kvarstående deformationer uppstått i fogmassan. Detta ger upphov till högre spänningar i materialet. Om dessa är alltför höga kommer vidhäftningsbrott eller brott i fogmassan att ske. För dimensionering av fogar se kapitel 3.

Ovanstående diskussion kan exemplifieras på följande sätt:

Antag att vi har en fog där de årstidsberoende rörelserna sker enligt figur 5.10. En fogmassa med en rörelseupptagande förmåga på $\pm 25\%$ väljs och appliceras på hösten, punkt A i figur 5.10.

Vid en sänkning av temperaturen ökar fogbredden till punkt B där fogmassan töjs 25 proc (beräknat på den ursprungliga fogbredden = 20 mm). Fogbredden är i denna punkt följaktligen 25 mm. Spänning-töjning-relaxationkurvan som har bildats under rörelsen från A till B framgår av figur 5.11.

Vid en ökning av temperaturen kommer fogbredden att minska och fogmassan börjar att komprimeras. Vid en viss töjning, säg $\epsilon = 10\%$, är fogmassan spänningslös (prickad linje i figur 5.10). Detta innebär att en ny fogbredd har bildats ($= 20 + 0.1 \cdot 20 = 22$ mm). Detta sker i punkt C i figur 5.10 och 5.11.

Fogbredden fortsätter att minska och når sitt minsta värde i punkt D där den ursprungliga fogbredden komprimeras 25%. Den nya fogbredden kommer emellertid att komprimeras $2 + 5 = 7$ mm och den procentuella kompressionen blir således 32%

Spänning-töjning-relaxation-kurvan i detta fallet framgår av figur 5.12.

Vid en påföljande fogbreddsökning kommer fogmassan att töjas men det spänningslösa fogtvärsnittet uppnås här i exemplet redan vid 20% komprimering (punkt E i figur 5.9 och 5.11). Fogmassans bredd är vid detta tillfälle således 17,6 mm.

Töjningen från punkt E till punkt F i figur 5.9 blir då $(25 - 17,6) = 7,4$ mm. Fogmassan måste nu ta upp en procentuell töjning som är 42%.

Exemplet visar att redan efter en ganska kort tid kan, på grund av spänningsrelaxationer, de verkliga deformationerna i en sk elastisk fogmassa bli väsentligt större än vad som ursprungligen avsetts.

5.2.5 Primer

Många fogmassor tillverkas så att de skall få bra vidhäftning mot vissa ofta förekommande material som t ex betong och tegel. Om fogmassan används mot något annat material måste däremot en primer användas.

En primer är en vidhäftningsförbättrande lösning som påföres fogytorna innan fogmassan appliceras. I vissa fall kan primerns funktion även vara att avskärma fukt i ett hygroskopiskt och kapillärsugande material från fogmassan. Det är mycket viktigt att resp. fogmasse-tillverkares rekommendationer betr. primerval följs. Samma fogmassa kan t ex kräva olika typer av primer beroende på fogkantens egenskaper. Primer från en tillverkare kan ej ersättas av en primer från annan tillverkare.

Primning medför ett extra arbete som gör att fogkostnaden stiger. I en missriktad ambition att göra produkten mer lättsåld händer det att fogmassor deklarerar som primerfria. Erfarenheten har emellertid visat att de flesta elastiska fogmassor behöver en primer för att uppnå den vidhäftning som behövs i en fog med rörelser.

Ju större töjningsmotstånd som fogmassan uppvisar desto större krav måste man ställa på fullgod vidhäftning.

5.2.6 *Provningsmetoder*

Det finns ett stort antal nordiska och internationella provningsmetoder för provning av fogmassors olika egenskaper. I Norden gäller ett 20-tal olika Nordtestmetoder (NT Build). För att harmonisera provningsmetoder från olika länder pågår f n arbete inom den internationella standardiseringsorganisation ISO på fogmasseområdet.

För att erhålla en hygglig bild av en fogmassas egenskaper behöver ej alla NT Build-metoderna användas. I HusAMA 83 har ett antal metoder valts ut. Beroende på typ av fogmassa ställs där krav på provning enligt följande tabell 5.7.

Tabell 5.7 Relevanta egenskaper för olika grupper, enligt HusAMA Tabell Z/2

Egenskap	Provnings metoder	Grupper					
		53	54	55	556	56	58
Vidhäftning	NT Build 007						x
Töjbarhet	NT Build 004	x	x	x	x	x	x
Hårdhet	NT Build 005				x		x
Förmåga att tåla cykliska rörelser	ASTM C920-79.7.8						x
Förmåga att tåla cykliska rörelser, utomhusprovning	BML 1982:01	x	x	x	x		x
Blödning	NT Build 013	x	x	x	x	x	x
Sjunkning	NT Build 008	x	x	x	x		x
Fri krympning	NT Build 015	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x
Alkaliehårdighet	NT Build 011	x	x	x	x	x	x
Missfärgning av porosa material	NT Build 014	x		x	x	x	x
Skinntjocklek	NT Build 019	x					

x = Egenskapen skall redovisas för fogmassa ur angiven grupp vid alla rekommenderade användningsområden.

(x) = Redovisning av egenskapen är inte obligatorisk.

Resultaten från dessa provningar skall uppfylla de krav som redovisas i nedanstående tabell 5.8:

Tabell 5.8 Gränsvärden för egenskapsdata, enligt HusAMA 80 tabell Z/3

Egenskap	Provnings metod	Krav för aktuell grupp
Vidhäftning	NT Build 007	Mer än 30 N. Kohesions brott
Töjbarhet (10 mm)	NT Build 004	Grupp 53: Töjning $\geq 15\%$ Grupp 54: Töjning $\geq 15\%$ Grupp 55: Töjning $\geq 20\%$ Grupp 556:Töjning $\geq 50\%$ Grupp 56: Töjning $\geq 15\%$ Grupp 58: Töjning i vatten (+2°C) $\geq 150\%$ i kyla (-25°C) $\geq 150\%$
Hårdhet	NT Build 005	≥ 10 Shore A-grader < 40 Shore A-grader eller °IRH
Förmåga att tåla cykliska rörelser	ASTM C920-79.7.8	Totala brottytan vid adhesivt och/eller kohesivt brott skall vara $\leq 9 \text{ cm}^2$
Förmåga att tåla cykliska rörelser	BML 1982:01	Totala brottytan vid adhesivt och/eller kohesivt brott skall vara $\leq 6 \text{ cm}^2$
Blödning	NT Build 013	Blödningstal $u < 30$
Sjunkning	NT Build 008	Sjunkning eller nedhäng i kanalpar nr 1 $< 1 \text{ mm}$ och i kanalpar nr 6 $< 5 \text{ mm}$. Utbulning i kanalpar nr 8 $< 2 \text{ mm}$
Fri krympning	NT Build 015	Inget krav, värdet anges
Alkalie-härdighet	NT Build 011	Grupp 53: Töjning $\geq 10\%$ Grupp 54: Töjning $\geq 10\%$ Grupp 55: Töjning $\geq 15\%$ Grupp 556:Töjning $\geq 20\%$ Grupp 56: Töjning $\geq 15\%$ Grupp 58:Töjning $\geq 150\%$

forts....

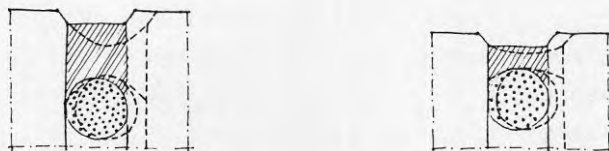
Missfärgning av porösa material	NT Build 014	Missfärgningens utbredning < 1 mm
Skinntjocklek	NT Build 019	Efter 7 dygns värme- åldring: $0,7 \pm 0,1$ mm Efter 56 dygns värme- åldring: $1,2 \pm 0,1$ mm

För fogmassor som används vid montering av isolerrutor och glasning av träfönster gäller svensk standard SS 81 81 34 resp. 81 81 35.

5.3 Bottningslistor

Bottningslistens viktigaste funktion är att ge fogmassan avsett tvärsnitt, d v s ett riktigt bredd/djupförhållande. För elastiska fogmassor gäller t ex att dessa skall utformas med ett mindre djup jämfört med de plastiska materialens. Orsaken till detta är följande:

Då en elastisk fogmassa töjs uppstår dragkrafter i massan. Med ett plankonkavt eller bikonkavt tvärsnitt med större vidhäftningsytor än tvärsnitt i mitten kommer de dragspänningar som uppstår i vidhäftningsytorna att bli mindre än de dragspänningar som uppstår i mitten på fogprofilen. Detta minskar risken för vidhäftningsbrott. Om samtidigt djupet är väsentligt mindre än bredden kommer de spänningar som uppstår vid fogmassans yta att minimeras, figur 5.13.



Litet bredd/djup-
förhållande →
stora dragspänningar

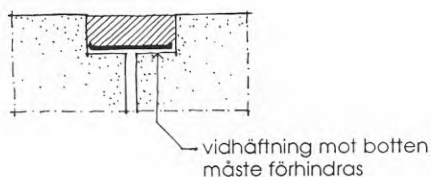
Stort bredd/djup-
förhållande →
små dragspänningar

Figur 5.13 Olika bredd/djup-förhållanden i fogtvärsnittet ger upphov till högst varierande dragpåkänningar i fogen.

De minsta spänningarna erhålles om fogmassan endast utföres mm-tunn. Emellertid måste man av beständighets-skäl och utförandemässiga skäl göra profiler djupare. För de plastiska materialen, vilka deformeras med måttliga eller inga spänningar alls behövs däremot ett större djup för att förhindra att den veckbildning som uppstår ej skall medföra kohesionsbrott alltför snart i fogmassan.

I HusAMA 83, avsnitt 6.1, ställs krav på bredd/djupförhållandet för de olika grupperna av fogmassor. Enligt HusAMA 83 skall vidare bottenlist vara rund och ha porfri yta. Listen skall vara mjukare än den elastiska fogmassan i härdat tillstånd. Den får ej heller missfärga fogmassa eller fogsidor. Den får ej bilda gasblåsor i fogmassan. I ytterväggsfog får list ha en fuktabsorption av högst 5 volymprocent efter 1 veckas vattenlagring vid + 20°C.

De material som kommer till användning är skummad polyeten, EPDM- och kloropren-gummi i slangprofil. I vissa fall där det ej finns plats för en bottenlist användes en tape av polyeten eller PTFR, figur 5.14.



vidhäftning mot botten
måste förhindras

Figur 5.14

Vid fogar med begränsat utrymme kan istället för en bottenlist en tape användas för att förhindra vidhäftning mellan botten och fogmassa

Ibland har billigare bottenlistor använts, exempelvis polyeter med en öppen cellstruktur. Om vatten ansamlas i en sådan fog, t ex på grund av läckage utifrån eller kondensation inifrån, suger dessa material upp fukt. Detta innebär att fogmassan under långa perioder utsätts för fuktbelastning vilket i sin tur ofta snabbt leder till skador i fogtätningen.

Emellertid kan denna typ av bottningslist ibland ha vissa fördelar. Dels kan härdningen även ske "bakifrån" i en enkomponent kemiskt härdande fogmassa, dels finns ingen risk för gasbildning i den icke härdade fogmassan.

Om bottningslistor med huvudsakligen slutna celler och en "hud" på mantelytan monteras oförsiktigt kan nämligen huden och cellstrukturen skadas. Efter det att fogmassan applicerats kan det då inträffa att den gas som finns i listan vid en temperaturhöjning (t ex vid solbelysning) tränger ut genom fogmassan och orsakar blåsbildning i denna.

Det förekommer även att mjukgörare i bottningslistor migrerar in i och genom fogmassan och på så sätt missfärgar ytan. Exempel på sådana olämpliga materialkombinationer är kloroprengummi och ättiksyrahärdande silikonfogmassa.

5.4 Drevningsmaterial

Som värmeisolering i fogen men ibland även för luft- och diffusionstättning används olika typer av drevningsmaterial.

De material som här kan komma ifråga är mineralull (glasull och stenull), polyuretanskum och otjärat drev av t.ex. jute.

Mineralull finns i form av färdigskurna remsor. För att förbättra luft- och diffusionstätheten är vissa remsor inklädda i en polyetenfolie. Remsorna används tillsammans på så sätt att det oklädda materialet först trycks in i fogen. På rumssidan monteras slutligen den klädda remsan.

Fogskum utgörs normalt av enkomponent polyuretan som appliceras direkt från tryckbehållare. Materialet ökar sin volym c:a 25-30 ggr. Det används för tätning mot luftläckage och i någon mån mot ångdiffusion mellan karm och vägg, mellan prefabricerade byggnadselement o.d. Vidhäftningen är bra mot t.ex. trä, plåt och betong. Efter härdningen blir skummet relativt styvt. Skummet skall därför inte användas i rörliga fogar. Materialet är känsligt för UV-ljus och måste därför skyddas mot solbestralning. För polyuretan gäller speciella skydds-föreskrifter (bilaga 4).

6 UTFÖRANDETEKNIK VID NYPRODUKTION

6.1 Utförande med fogmassa

6.1.1 Arbetsmetoder vid användning av fogmassa

Fogmassan måste under hela sin brukstid ha en vidhäftning mot sidorna som är högre än de spänningar som uppstår i fogtvärsnittet vid töjning. För att åstadkomma För att åstadkomma detta skall fogsidor vara släta, rena, torra och fria från för fogmaterialet eller för vidhäftningen skadliga ämnen såsom olja, vax eller skyddslack. Primning skall utföras enligt fogmasse-tillverkarens anvisningar och med rekommenderat (primer) grundringsmedel. Bottningslisten skall ge fogmassan stöd och avsett tvärsnitt vilket innebär att den skall ligga på rätt djup. Bottningslist får inte sträckas vid inläggningen. Vid skarvar skall bottningslistens ändrar ligga ihop.

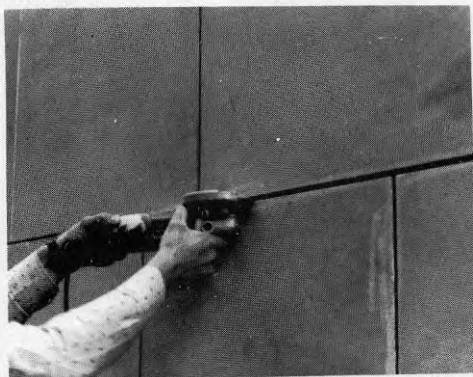
Primning har flera olika funktioner. Vissa fogmassor innehåller bindemedel som kan sugas in i de porösa fogsidorna om inte dessa först grundas. Primningen kan också isolera fogmassan från vatten som sugas in i fasadmaterialen. Grundningen kan vidare ha till uppgift att isolera fogmassan från underlaget, t ex från kemisk påverkan. Exempelvis bör vissa silikonbaserade fogmassor ej användas mot betong eller cementbundna byggnadsmaterial. Kontrollera därför att fogmassan är alkalisäker. Slutligen kan primningen ha till uppgift att i någon mån stärka och/eller rengöra underlaget.

Vad beträffar lagring av materialen före fogningens utförande ställs inga normkrav för närvarande. På förpackningar och i datablad bör tillverkare ange temperaturintervall inom vilket materialtemperaturen bör ligga och på vilket sätt fogmassan skall förvaras.

I allmänhet förkortas fogmassans hållbarhet i sin förpackning med ökande temperatur och luftfuktighet. Vattendispergerade fogmassor förstörs om temperaturen understiger fryspunkten. Lämplig lagringstemperatur är därför 5-20°C med relativa fuktigheten under c:a 50-60% .

Vid användning av 2-komponentmaterial blandas härdare och basmassa noggrant före appliceringen. Blandningen bör samtidigt ske på ett sådant sätt att så lite luft som möjligt blandas in i massan samt att av tillverkare angivna blandningsproportioner används.

Själva fogningsarbetet inleds med att fogytorna grundligt rengörs. Olja, vax och damm avlägsnas. Eventuell slipning eller utspackling utförs. Bottningslisten monteras till rätt fogdjup. Vid inläggningen av bottningslisten inträffar det lätt att denna omedvetet sträcks något. Eftersom listen drar sig samman igen efter viss tid, kan detta innebära att skarvar öppnar sig. Detta leder ibland till brott i fogmassan. Eventuellt förbehandlas fogsidorna med en primer. Temperaturförhållanden i samband med fogning med fogmassa har betydelse vid val av fogbredd och typ av fogmassa. Arbetsförloppet framgår av figur 6.1a-f.



Figur 6.1a Fogytorna rengörs grundligt. Fukt, olja och damm avlägsnas. Eventuell slipning eller uppspackling görs



Figur 6.1b Bottningslist monteras så att rätt fogdjup erhålls.



Figur 6.1c Fogytor grundas (eventuellt). Grundningen väljs enligt fogmasselieferantörs föreskrifter för aktuell fogmassa och byggnadsmaterial.



Figur 6.1d Fogmassan blandas.



Figur 6.1e Fogmassan appliceras med spruta till den profil som föreskrivs för fogmassan.



Figur 6.1f Fogmassan trycks till och fogytan glättas med fogpinne (11).

Enligt HusAMA 83 skall måtten fogbredd och fogdjup stå i vissa förhållanden till varandra beroende på typ av fogmassa, tabell 6.1, 6.2.

Tabell 6.1 Lämpliga fogdimensioner vid plastiska fogmassor, enligt HusAMA, grupp 53, 54 och 55

fogbredd (mm)	fogdjup (mm)
8 - 12	7 - 10
13 - 20	9 - 12
21 - 25	11 - 14
> 25	15 - 20

Tabell 6.2 Lämpliga fogdimensioner
vid elastiska fogmassor,
enligt HusAMA, grupp
556 och 58

b. (mm)	k (mm)
5 - 7	3 - 5
8 - 12	4 - 7
13 - 20	5 - 8
21 - 30	6 - 9
> 30	10 - 12

Orsaken till dessa krav på tvärsnittet är följande: Då en elastisk fogmassa töjs uppstår dragkrafter i massan. Med ett plankonkavt eller bikonkavt tvärsnitt med större vidhäftningsytor än tvärsnittsytan i mitten kommer de dragspänningar som uppstår i vidhäftningsytorna att bli mindre än de dragspänningar som uppstår i mitten på fogprofilen. Detta minskar risken för vidhäftningsbrott. Om samtidigt djupet är väsentligt mindre än bredden kommer de spänningar som uppstår vid fogmassans yta att minimeras. De minsta spänningarna erhålles om fogmassan endast utföres millimetertunn. Emellertid måste man av beständighetsskäl och utförandemässiga skäl göra profilen djupare, dvs enligt tabell 6.1 och 6.2. För de plastiska materialen, vilka deformeras med måttliga eller inga spänningar alls behövs däremot ett större djup för att förhindra att den veckbildning som uppstår ej skall medföra kohesionsbrott alltför snart i fogmassan.

6.1.2 Arbetsredskap

Appliceringen av fogmassan sker normalt antingen med handdrivna eller tryckluftsdrivna sprutor. Efter appliceringen bearbetas fogmassan med en fogpinne så att fogmassan dels trycks mot bottningslisten och dels erhåller en plan eller konkav yta. De vattendispergerade fogmassorna kräver en något annorlunda teknik påminnande om spackling.

De vanligaste förpackningsstorlekarna för enkomponentmassor är numera 0.3 l i patron samt c:a 0.6 och 1.0 l i patron eller plastpåse. Dessa förpackningar passar till de flesta hand- och tryckluftsdrivna sprutor.

För massor av 2-komponenttyp innehåller förpackningarna dels basmassa och dels härdare. Dessa blandas normalt med blandarspiral och en långsamgående bormaskin. Därefter suggs massan upp i fogsprutan.

Sedan fogmassan har applicerats sker efterslätningen med hjälp av en fogpinne, ofta av bok, som doppats i vatten eller svag såplösning.

Normalt behövs någon typ av ställning eller lyft för att kunna utföra fogningsarbetet. De alternativ som kan vara aktuella är fast ställning, saxlift, rullställning, någon typ av hängställning och sky-lift.

6.1.3 Arbetarskydd

Olika krav måste ställas angående materialens hälsovådlighet, luktavgivning och skyddsåtgärder på bygget.

Hälsovådlighet: I livsmedelsbutiker och livsmedelsindustrier samt i bostäder, kontor och djurstallar och över huvud taget i utrymmen där människor eller djur skall uppehålla sig längre tid, är det rimligt att ställa krav på giftfrihet hos fogmassor som kommer till användning.

Vid val av fogmassa bör också arbetarskyddssynpunkter beaktas. En förteckning över gällande föreskrifter som kan vara aktuella redovisas i bilaga 4.

Bestämmelser om hantering av hälsofarliga produkter finns i lagen och kungörelsen om hälso- och miljöfarliga varor och i arbetsmiljölagen samt i tillämpningsföreskrifter till dessa lagar. Hälsofarlig vara skall vara märkt med uppgifter av betydelse från hälso-synpunkt. Närmare bestämmelser rörande märkning finns i kungörelsen om hälso- och miljöfarliga varor §18. Svensk text på förpackningarna är ett krav.

Luktavgivning: Det är rimligt att kräva att fogmassa som är avsedd för inomhusbruk inte får avge besvärande lukt. Det är mycket svårt att utan ingående prov på förhand fastställa vilka lukter som i enskilt fall framkallar allergisk reaktion eller annat obehag. I allmänhet är fogmassor med stark luktavgivning besvärande för överkänsliga personer, särskilt om lukten är långvarig. De flesta fogmassor avger lukt under härdningen.

Efter härdningen kan å andra sidan de flesta fogmassor anses vara luktfria. Att så verkligen torde vara fallet bestyrks av att inget fall av konstaterad luktallergi satts i samband med lukt från fogmassor. För säkerhets skull uppmanas dock överkänsliga personer att inte flytta in i lägenheter eller att ta utrymmen i anspråk innan använda fogmassor härdat. I samband med installationer kan emellanåt fogmassor av odeklarerad sammansättning komma till användning, särskilt i sekundärutrymmen. Lösningssmedlen i dessa fogmassor kan t ex genom ventilationsanläggningen komma att sprida besvärande lukt långt utanför det sekundärutrymme där de troddes inte ställa till besvär. Efter härdningen brukar lukten avta och småningom helt försvinna.

I fogmassor förekommande flyktiga ämnen kan utgöras av rester av monomerer, lösningssmedel och härdare som använts vid tillverkningen eller vid tillredningen på byggsplatsen. Tillräckliga koncentrationer kan uppnås i utrymmen med låg ventilation för att obehag i form av dålig lukt eller irritationssymtom och i värsta fall i form av förgiftningssymtom skall uppstå. Det är därför viktigt att kunna konstatera vilka flyktiga ämnen som avges från fogmassor i aktuell miljö samt att kunna konstatera dessa flyktiga ämnens kemiska och eventuella giftiga egenskaper.

I gränsvärdesförteckning från arbetarskyddsstyrelsen anges nivågräns- och takgränsvärden, om ämnet i avsevärd grad kan upptas genom huden och vilka åtgärder som då kan behöva vidtas samt ämnens cancerframkallande och allergiframkallande egenskaper. Gränsvärden anges i ppm eller mg/m^3 . Om båda värdena anges avser mg/m^3 förekomst i gas- eller ångfas.

Skyddsåtgärder på byggarbetsplatsen: Arbete med fogmassor kräver utbildad arbetskraft. Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 32 Bygganvisningar skall i tillämpliga delar följas. Vid fogning inomhus skall lokalerna ha tillfredsställande luftväxling, jfr arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 78 (limningsanvisningar), nr 126 (organiska lösningsmedel) och nr 127 (epoxiprodukter). Från arbetarskyddssynpunkt sett är det viktigt att - utöver vad som framgår av varningstexten på förpackningen - ytterligare produktinformation ges från tillverkare och importörer. Sådan information kan innehålla rekommendationer för eliminering av hälsorisker, lämplig arbetsmetod, erforderliga skyddsåtgärder osv.

Arbetarskyddsstyrelsens meddelande 1976:7 förbjuder användning av fogmassor som innehåller asbest. Vid rivning av konstruktioner som innehåller asbest gäller arbetarskyddsstyrelsens asbestanvisningar.

6.1.4 *Kontroll av fogningsarbete med fogmassa.
Checklista.*

Kontroll av fogningsarbetet måste utföras. Beroende på typ av kontroll utförs den av fogentreprenören och/eller av platskontrollanten. Kontrollen skall ske före fogning, under fogning och efter fogning. Besiktningsprotokoll upprättas.

Före fogning kontrolleras att

elementsidorna är av föreskriven kvalitet

elementsidorna är rena och torra

fogbredden är den rätta.

Under fogning kontrolleras att

väderförhållandena är lämpliga, samt att dessa noteras i dagbok

föreskrivna material används (primer, bottningslist, fogmassa)

rengöringen av fogsidorna är utförd

rätt dimension av bottningslist används

bottningslistan ej sträcks vid inläggningen

bottningslistan placeras på rätt djup

föreskriven dränerings- och ventilationskanal utföres

eventuell primer appliceras noggrant och på tillräckligt stor yta

primerns torktid varken är för lång eller för kort

2-komponentmassor blandas på föreskrivet sätt.

Efter fogning kontrolleras att

fogmassans bredd/djup-förhållande är riktigt

fogens utseende är godtagbart

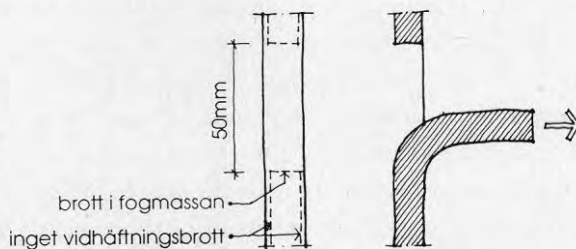
fogmassan har härdats på avsett sätt

fogmassan har god vidhäftning mot fogsidorna

När det gäller kontrollen av bredd/djupförhållandet anger HusAMA RA 83 lämplig provtäthet till ett prov per påbörjad 1000 m fog.

Kontroll av vidhäftningen bör enligt metod angiven i RA 83 Hus utföras på den färdiga fogen.

Metoden är tillämplig för elastisk fogmassa. (Metod föreligger ej för plastisk fogmassa.) En c:a 50 mm lång remsa av fogmaterialet skärs ut så nära fogkanten som möjligt. Den ena ändan skärs av, varefter remsan dras loss med en kraft vinkelrätt mot den fogade ytan. Brottet skall då ske i massan utan att vidhäftningen får släppa i någon punkt. Entreprenören avgör tidpunkt och draghastighet, medan beställaren avgör provtagningsställen. Lämplig provtäthet är även här ett prov per påbörjad 1000 m fog. En skiss över provningen visas i figur 6.2.



Figur 6.2 Vidhäftningsprovning av fogmassa

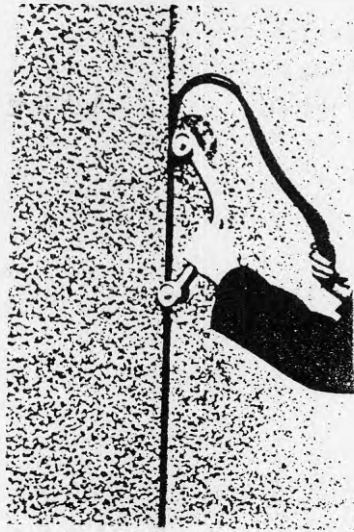
Efter utförd provning är det viktigt att provstället lagas och återställas i funktionssäkert skick. Provets värde och detaljer i själva provningen har diskuterats. Klart är att t ex hastigheten vid provningen påverkar resultatet och fogmassans rivhållfasthet. Nordtest har föreslagit nya provningsmetoder för bestämning av vidhäftning, vilka icke är fastställda f.n.

6.2 Utförande med foglister

6.2.1 Arbetsmetoder vid användning av foglister

Fogningsarbeten med tätningslister utföres normalt i fasadväggens yttre sida, men tätningslister kan även förekomma vid den invändiga fogningen. I avsnitt 4.1 redovisas olika profiltyper och materialslag som användes. Tätningslistens funktion kan vara både regnvattenavvisande och lufttätande alternativt enbart vattenavvisande. I de fall tätningar skall vara lufttäta är en grundförutsättning att fogsidorna är tillräckligt släta. Ojämna ytor kan ge otillfredsställande tätning vid flertalet profiltyper och bör bearbetas genom slipning eller avjämning. Vid användning av självhäftande tätningslister måste fogsidorna vara rena, torra och fria från material som förhindrar att limskiktet på de självhäftande listerna fastnar. För klämlister rekommenderas att fogsidorna är rena från löst stoft och partiklar eller annat främmande material. I de fall listen enbart skall vara regnskärm placeras listbandet ofta i ett spår i fogsidorna eller monteras på väggens utsida. I senare fallet är listen av metall eller trä. Någon tätande effekt behöver ej åstadkommas i dessa fall.

Montering av tätningslister av gummi eller plast utföres i regel med specialverktyg som användes för att trycka in listen i fogmellanrummet, figur 6.3.

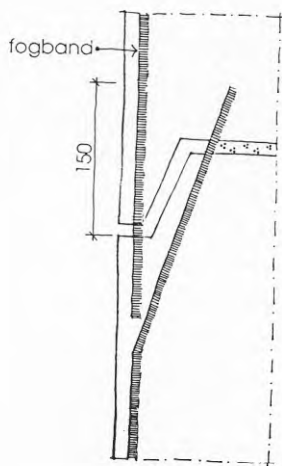


Figur 6.3 Montering av foglist

Vid vertikala fogar kvarhålls en klämlist av friktionskrafterna mellan tätningslist och fogsidor. Det är därför viktigt att observera vid val av profildimension att tätningslistens tvärmått är så stort att tillräcklig klämkraft mellan list och fogsida erhålles. I annat fall kommer listen att glida ner, vilket tyvärr ibland inträffar då fogentreprenören ej använt en till fogbredden och fogrörelserna anpassad profildimension.

Varje tillverkare anger i vilken grad tätningslisten skall sammantryckas för att erhålla önskad lufttäthet eller slagregnstäthet. Uppgifterna som erhållas från tillverkare bör dokumenteras med provningsresultat från officiell provningsmyndighet. I avsnitt 4 anges ungefärliga riktvärden för lämpligt val av profildimension.

Tätningsslister kan levereras i längder upp till c:a 20 m. Detta innebär att skarvning kan ske på ur funktionssynpunkt lämpliga ställen. Lister i vertikalfogar skarvas vid horisontalfog genom omlottning c:a 150 mm, enligt figur 6.4. Skarvning av lister i horisontalfog kan vara mera problematisk eftersom horisontalfogen är utsatt för väsentligt större belastning av ytvattenström än vertikalfogen. I regel är det inte möjligt att med enbart tätningsslister (eller fogmassor) som spärr åstadkomma en slagregnssäker horisontalfog. Fogutformningen måste vara anpassad till önskade egenskaper, se kapitel 3.



Figur 6.4 Skarvar i vertikalfog, principfigur

Monteringsarbete med tätningsslister ställer inga speciella krav på väderlek då klämlister användes, men limning av lister kräver torr yta.

6.2.2 *Lagring och hantering av material*

Tätningsslister bör levereras i förpackningar av hanterlig storlek. Tätningsslister bör förvaras i torra lokaler vid temperaturer mellan +5°C och 25°C. På förpackningarna bör redovisas innehållsdeklaratin och användarinstruktion.

Gällande föreskrifter för lagring av brännbart material samt arbetarskyddsföreskrifter bör beaktas.

6.2.3 *Arbetsredskap*

Fogningsarbeten med tätningsslister är typiska hantverk med ringa del maskinella hjälpmedel. Vid nyproduktion är arbetet enklare än vid reparation och renovering. Det innebär att i förra fallet användes spatel eller specialverktyg vid fogning med list. Vid rengöring av fogsidor användes kniv, slipmaskiner o dyl.

6.2.4 *Arbetarskydd*

Till skillnad från hantering av fogmassor innebär användning av foglister i regel ej några restriktioner ur arbetarskyddssynpunkt. Vissa krav kan dock anges.

Hälsovådlighet: Om tätningslister innehåller och under användningstiden kan komma att avge giftiga beståndsdelar skall enligt lagen om hälso- och miljöfarliga varor tydlig deklaration härom finnas på förpackningen.

Luktavgivning: Det är rimligt att kräva att tätningslister som är avsedda för inomhusbruk inte får avge lukt. Det är mycket svårt att utan ingående prov på förhand fastställa vilka lukter som i enskilt fall framkallar allergisk reaktion eller annat obehag.

De luktämnen som avges från tätningslister kan utgöras av mjukningsmedel, rester av monomerer, lösningsmedel och vulkmedel eller härdare som använts vid tillverkningen. Tillräckliga koncentrationer av luktframkallande ämnen kan uppnås i utrymmen med låg ventilation för att obehag i form av dålig lukt eller irritationssymtom och i värsta fall förgiftningssymtom skall uppstå. I de flesta fall försvinner emellertid lukten efter någon tid, i synnerhet vid lämplig ventilation, och i allmänhet orsakar tätningslister inte några stora luktavgivningsproblem.

Skyddsåtgärder på byggarbetsplats: Arbete med tätningslister kräver utbildad arbetskraft. Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar skall i tillämpliga delar följas. Vid fogning inomhus skall lokalerna ha tillfredsställande luftväxling, i synnerhet vid rengöring med organiska lösningsmedel samt vid limning, jfr arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 78 (limningsanvisningar) och nr 126 (organiska lösningsmedel).

I bilaga 4 finns en förteckning över de föreskrifter som kan vara aktuella vid hantering av foglister.

6.2.5 *Kontroll av fogningsarbete med foglister.
Checklista.*

Kontroll av fogningsarbetet måste utföras. Beroende på typ av kontroll utföres den av fogentreprenören och/eller platskontrollanten. Kontrollen skall ske före fogning, under fogning och efter fogning. Besiktningsprotokoll upprättas.

Före fogning kontrolleras att

elementsidorna är av föreskrivna kvalitet
elementsidorna är plana, jämna, rena och torra
fogbredden är den rätta.

Under fogning kontrolleras att

väderförhållandena är lämpliga, samt att dessa noteras i dagbok

föreskriven foglist används

rätt dimension av foglist används så att
erforderlig friktion och komprimering erhålles

foglisten placeras i rätt djupläge

föreskriven dränerings- och ventilationskanal
utföres.

Efter fogning kontrolleras att

foglistens läge i fogen är enligt föreskrift

fogens utseende är godtagbart

erforderliga överlapp har utförts

erforderlig förbindelse med tryckutjämnande spalt
har utförts.

6.3 Ekonomi

6.3.1 Kalkylmetoder

Kostnaderna för fogtätning varierar från fall till fall. I första hand är det fogens utformning som bidrager till att kostnaderna varierar. Andra faktorer som påverkar kostnaden är arbetets omfattning, objektets läge, tidpunkt för arbetet, behov av ställningar och hjälpmedel osv. Genom att fogningskostnaden påverkas av så många faktorer kan man inte kalkylera med a-priser för färdig fog. För att få fram ett så rätt kalkylpris som möjligt får man i stället prissätta de påverkande faktorerna var för sig för att få fram en totalkostnad. För att möjliggöra denna beräkningsgång skall förfrågningsunderlaget utformas så att den som kalkylerar av detta kan utläsa vad som skall beräknas.

6.3.2 Förfrågningsunderlag

Det första som bör framgå är vad som skall göras dvs omfattningen av arbetet. Omfattningen anges i m fog av olika typer. En annan viktig uppgift är en beskrivning av objektet var det är beläget och vilken typ av byggnad arbetet skall utföras i.

Hur arbetet skall utföras bör framgå av skisser som visar fogarnas utseende. Dessa skisser skall kompletteras med uppgifter om speciella krav på utförandet och kvalitetskrav på de i fogen ingående komponenterna.

Tidpunkten dvs när och under vilken period arbetet skall utföras skall också framgå av förfrågningsunderlaget.

Förutom dessa uppgifter skall det framgå vilka hjälpmedel som skall ingå och vad som tillhandahållas. Som exempel på hjälpmedel kan nämnas bodar, förråd, el, ställningar, lyft etc.

Utöver dessa kostnadspåverkande uppgifter skall förfrågningsunderlaget innehålla de övriga AF relaterade upphandlings- och entreprenadföreskrifterna.

Sammanfattningsvis betyder detta att förfrågningsunderlaget bör innehålla uppgifter om

Byggnadens utformning och läge

Fogutformning

Omfattning av fogarbete

Antal m fog av olika typ, vertikala, horisontella, etc

Materialkrav och normkrav

Speciella krav på utförande

Kvalitetskrav

Tidpunkt för arbetets utförande

Erforderliga hjälpmedel

Övriga allmänna föreskrifter.

6.3.3 *Kostnader i nyproduktion*

För att ungefärligt visa vilka kostnader en viss fogtyp kan betingna redovisas i nedanstående tabell exempel på arbets- och materialkostnader för de olika delarbetena. Prisläget gäller för Göteborgsområdet hösten 1986. Timkostnaden för arbete är satt till 145:- vilket motsvarar kostnader för lön, semester, sociala avgifter, arbetsledning, centraladministration, risk och vinst.

Tabell 6.3 Delkostnader fogning vid nyproduktion.
Kostnader per m fog om inget annat anges.

Delarbete	Arbets- kostnad kr/m	Material- kostnad kr/m	Total- kostnad kr/m
<u>Rengöring</u>	Ev. rengöring är timtidsarbete	-	
<u>Drevning</u>	5,00	3,00	8,00
<u>Mont. bottenlist inv.</u>			
18-35 mm	3-4,00	2-5,00	5-9,00
50 mm	5,00	9,00	14,00
<u>Mont. bottenlist utv</u>			
10-20 mm	2-3,00	1-2,00	3-5,00
24-35 mm	5,00	2-4,00	7-11,00
50 mm	6,00	6-7,00	12-13,00
<u>Primning</u>			
2 sidor	2,00	0,50	2,50

forts...

Fogning med fogmassor

Silikonfog 0,6 mm (kakelfog o liknande)	9,00	2,00	11,00
--	------	------	-------

Fogn grupp 58 0-15 mm Metallpartier mm	14-15,00	7-8,00	21-23,00
---	----------	--------	----------

Dilationsfog i fasad	17-20,00	8-10,00	25-30,00
----------------------	----------	---------	----------

Fasadfogning 0-15 mm inkl. bottenlist	17-18,00	8-9,00	25-27,00
--	----------	--------	----------

Fogn grupp 55 0-15 mm Täckt fog t ex fönster insida inkl bottenlist	6-7,00	6-7,00	12-14,00
--	--------	--------	----------

Fogning med foglister vid vanliga fasad- fogar	7-8,00	12-22,00	20-30,00
vid dilations- fogar	11-12,00	14-28,00	25-40,00
vid fogar runt fönster	8-9,00	12-16,00	20-25,00

Hjälpmedel

Fasadställning per m ² bruttofasadyta	30:-
---	------

Hängställning per arbetsdag	200:-
--------------------------------	-------

Skylift 12 m på vagn per arbetsdag	500:-
---------------------------------------	-------

Skylift 16 m på lastbil per arbetsdag	1.200:-
--	---------

Skylift 40 m med förare per timma	700:-
--------------------------------------	-------

Anm. Arbetskostnad räknad efter 145:-/tim.

Vid prissättning av hjälpmedlen kan dessa omräknas till kostnad per m fog. För fasadställning räknas foglängd per m² fasadyta.

Löpmeterpriset för en speciell fog i ett speciellt objekt kan beräknas av projektören genom att summera kostnaderna för de olika delkostnaderna och hjälpmedlen. Detta meterpris kommer vid jämförelse med ett anbud från en fogentreprenör ofta att visa sig ligga något högre. Anledning till att summan av delarna ej är lika med det hela beror på att entreprenören kalkylerar på ett annat sätt. I stället för att räkna kostnaden per m fog beräknar entreprenören objektkostnaden. Genom studier av objektet på plats fås underlag för bedömning av den totala tidåtgången, material- och hjälpmedelsbehovet. P.g.a. marginaleffekterna resulterar detta som regel i en något lägre kostnad än om man a-prissätter per m fog.

Utan att hänföra kostnaderna till något speciellt objekt framgår av tabellen över delkostnaderna att kostnaderna för hjälpmedel är högst följt av arbetskostnaderna medan materialkostnaden är lägst. Bäst ekonomi vid fogning erhålles alltså genom att satsa på fogmaterial av hög kvalitet med lång livslängd och välja rätt metod vid genomförandet så att kostnaderna för hjälpmedel och arbete blir så låga som möjligt.

7 UNDERHÅLL

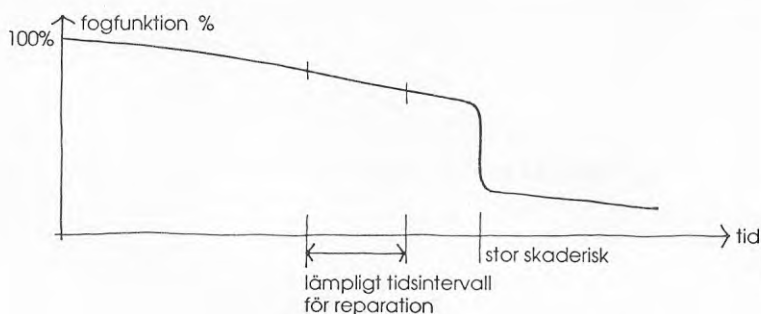
Vid dimensionering och utformning av fogar är det viktigt att även underhållsaspekten beaktas. En del i ett sådant arbete är att göra ett omsorgsfullt materialval samt utforma fogen så att den är åtkomlig för underhållsarbeten. Med underhåll avses smärre åtgärder för att bibehålla befintliga fogars funktion. Omfattande åtgärder och utbyte av befintligt fogmaterial hänförs till kapitel 8, Renovering.

7.1 Besiktning

Vid studier rörande fogskador har problemet att klarlägga skadeorsak ofta varit stort. I de fall fukt-, vatten- eller mögelskador påvisats kan detta vara ett tecken på att fogens vatten- och lufttäthet varit mindre god, men andra byggnadsskador ger liknande fenomen. Det är därför angeläget att använda besiktningsmetoder som ger tillfredsställande information om såväl fogarnas tillstånd som skadornas orsaker.

Sambandet mellan fogfunktionens nivå och tiden kan illustrera fogfunktionens "nedbrytningskurva". Denna kurva har princip ett utseende enligt figur 7.1 (12).

Fogars täthet mot slagregn minskar med ökad möjlighet till luftströmning genom väggkonstruktion (8). En sådan ökning kan erhållas vid sprickbildning i tätningsmaterialet eller vid uppkomst av springor mellan fasad-element och fogtätning.



Figur 7.1 *Principiellt samband mellan fogfunktion och tid*

Vid fogar tätade enligt enstegsprincipen är som tidigare nämnts fogfunktioner helt beroende av förekomst av sprickor eller springor. Det torde dock vara relativt enkelt att undersöka sådana fogars lufttäthet.

Provningsapparat har utvecklats och använts för detta ändamål som gett tillfredsställande resultat (13), (14). Det är praktiskt och ekonomiskt omöjligt att kontrollera fogarna i hela deras längd varför endast ett urval av fogar kan provas. De mest klimatpåverkade fogarna är i regel belägna i fasadernas övre del. Detta ökar besiktningskostnaderna.

Vid fogar utförda enligt tvåstegsprincipen inträder komplikationen att vindtätningen är placerad i väggens inre del. Bestämning av dess lufttätande funktion måste därför göras med borttagen yttre regnskärm. Den för enstegsfogar ovan nämnda provningsmetodiken och utrustningen kan inte utan ändring användas utan måste anpassas till tvåstegsfogens konstruktion. Yttre regnskärm samt bakomliggande dränerings- och ventilation-

spalt bör också kontrolleras. Dräneringsfunktionen i såväl horisontal- som vertikalfogar bör bestämmas. Möjlig ventilation och tryckutjämning i luftspalten bakom regnskärmen kan bestämmas genom mätning av strömningshastighet och tryckfall.

Fasadfogar skall förutom ovannämnda täthetskrav även uppfylla krav på bl a värmeisolering och kondensskydd. Brister i fogens värmeisolerande förmåga, kan observeras om fukt eller rimfrost förekommer på fasadväggens insida. Bestämning av värmeisoleringsförmågan kan ske med hjälp av värmeflödesmätning eller termografering.

En underhållsbesiktning bör utföras regelbundet, förslagvis vartannat år till vart tredje år. Byggnadens övre delar, fasadhörn, anslutningar till fönster och andra utsatta detaljer bör speciellt uppmärksammas. Besiktningen kan lämpligen till vissa delar följa schema enligt Fig.8.1.

7.2 Underhållsåtgärder

De vid besiktningen funna bristerna i fogmaterial bör åtgärdas snarast möjligt. Vid användning av fogtätning- lister bör vid svårare brister i material befintliga lister bytas mot nya. Vid renovering av byggnaden i övrigt bör observeras att gummilister ej bör övermålas.

Underhåll av fogar tätade med fogmassa innebär i regel att man lokalt lägger ny fogmassa utanpå den befintliga skadade fogmassan. Man bör därvid noggrant kontrollera att tillräcklig plats finns så att den nya fogmassan får tillräcklig djup och bredd och annat vidhäftning mellan ny och gammal fogmassa förhindras med, t ex tape. I annat fall är underhållsåtgärden utan positiv verkan.

I alla typer av fogar måste, innan nya fogmaterial användes, de omgivande byggnadskomponenterna kontrolleras, ev. lagas och justeras.

7.3 Kostnader för underhåll

För fogar är det svårt att definiera gränsen mellan underhåll och reovering. Det som i dagligt tal kallas underhåll är egentligen reovering som inte är generell utan endast sporadiskt förekommande.

En metod som kan hänföras till underhåll är försegling av fogar dvs man lägger en ny fog utanpå den befintliga efter en viss metod. Meterpriset för denna metod ligger mellan 30-35 kronor. Till detta kommer kostnad för ställningar.

Vid underhåll i form av sporadiskt förekommande reoveringar brukar löpande räkningsförfarandet tillämpas. Man betalar för verkligt nedlagda arbets-, material- och hjälpmedelskostnader med ett visst procentuellt tillägg. Det är saknad av kontinuitet som gör att arbete av denna art är svåra att upphandla till fasta priser. Storleksordningen av kostnaderna för det egentliga underhållsarbetet framgår av avsnitten 6.3 och 8.5. Vad som inte framgår av dessa avsnitt är omfattningen av flyttningar, transporter och ställtider mellan de olika momenten och det är denna osäkerhet som gör att underhåll som regel utförs på löpande räkning.

Vid arbete av mindre omfattning på olika ställen på en fasad kan det vara ekonomiskt fördelaktigare att använda sig av skylift istället för fasadställning. Speciellt för höga byggnader är det bättre ekonomi att göra snabba insatser till hög kostnad istället för att klä in hela fasaden med ställning.

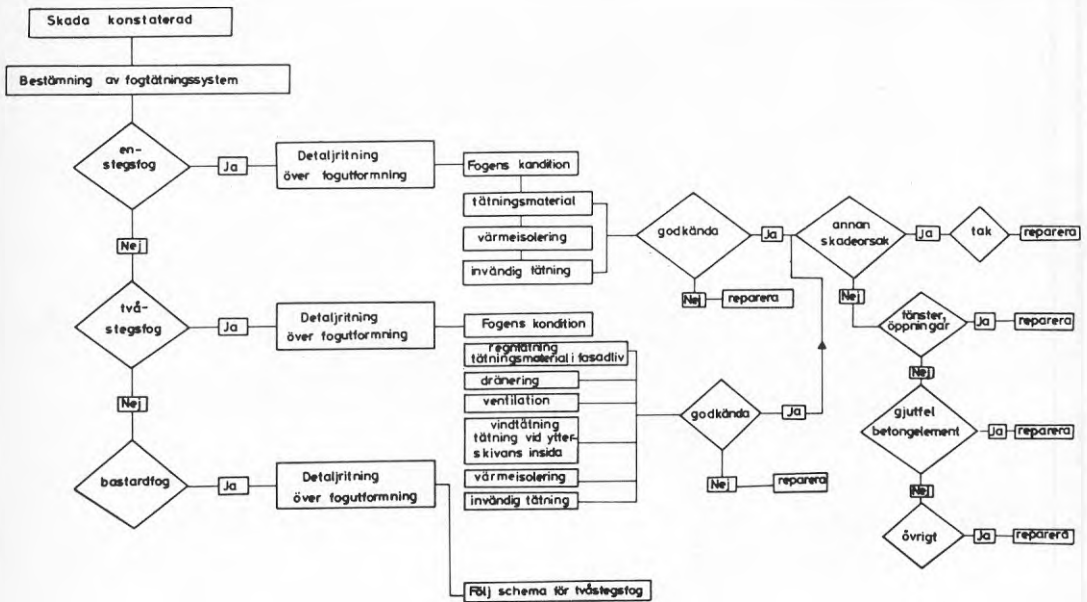
8 RENOVERINGSTEKNIK

Val av reparationsåtgärd erfordrar kunskap om ingående materials beständighet ur teknisk och estetisk synpunkt. I flera fall är fogens grundkonstruktion sådan att funktionsduglighet ej kan erhållas med enkla medel. Detta gäller speciellt horisontalfogar mellan element med horisontella fogsidor. Problem uppstår även vid förbättring av vindtätningen i en tvåstegsfog. Det kan vara problematiskt att enkelt åstadkomma en tillfredsställande vindtätning i fasadelementets inre del utan att förstora ventilations- och dräneringsspalten.

Med renovering avses översyn av fogens samtliga funktioner och därav föranledda åtgärder t ex utbyte av fogtätningmaterial.

8.1 Besiktning

Det är viktigt att besiktningen och skadeutredningen verkligen klargör de primära orsakerna till uppkomna fogproblem i fasaden. Erfarenheten visar tyvärr att fukt- och vattenproblem ibland kvarstår efter vidtagen reparationsåtgärd. För att klargöra systematiken vid utredningen av inträffad skada presenteras därför i figur 8.1 ett förslag till besiktnings- och åtgärdschema.



Figur 8.1 Förslag till besiktningsprocedur

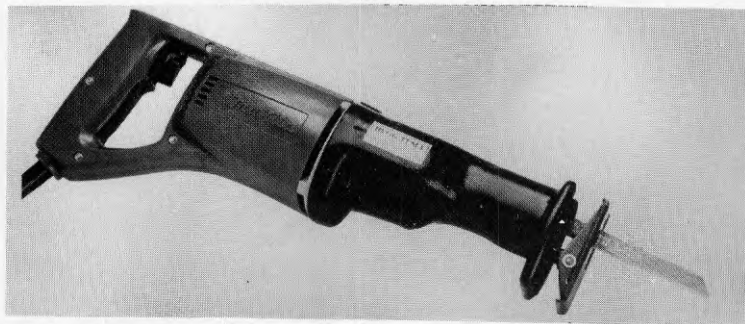
Utför gärna besiktningen en kall dag. Fogarna har då normalt sin största bredd. Vidhäftningsbrott eller brott i fogmassan syns tydligt. Eventuell foglist eller fogband har då sin sämsta passning i fogen. Brister i fogens värmisolerande funktion kan observeras om fukt eller rimfrost förekommer på fasadväggens insida.

För att kunna bedöma huruvida föreslagna åtgärder endast skall utföras i form av enklare punktinsatser, underhåll, eller om mer genomgripande renoveringar skall utföras måste omfattningen av skadade partiers förhållande till fortfarande fungerande partier bestämmas. Livslängden i renoveringsalternativ måste bedömas och renoverings- och årskostnaden beräknas, jfr kap.8.5.

8.2 Borttagning av befintligt fogmaterial

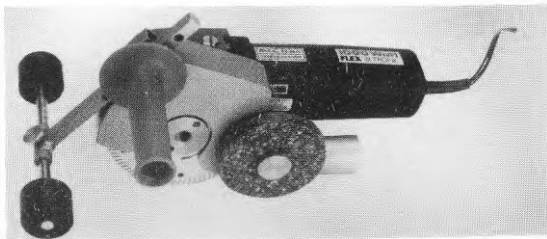
En mycket omständlig åtgärd är att avlägsna befintlig fogmassa och rengöra fogsidorna. Idag används ofta relativt enkla handverktyg som t ex kniv och vinkelslip. Slitage av verktyg är stort. Vid användning av maskinverktyg finns dessutom risk för nedsmutsning av fasaden då damm och varm fogmassa yr omkring.

Praktiska försök med några "enkla" metoder för renovering av befintliga fogar har gjorts (14). Olika typer av knivar, skrapor och vinkelslipmaskiner har använts. En metod som trots sin enkelhet har givit bra resultat omfattar urskärning med "läderkniv" och renslipning med slipmaskin som försetts med karborundumskiva för kapning av sten. Under senare tid har även andra verktyg kommit till användning som kan göra arbetet mer rationellt. Elektriska s k "fogknivar" (svärdknivar) är ett sådant exempel, figur 8.2.



Figur 8.2 Exempel på s k "fogkniv"

I många fall där bindemedel, t ex olja från oljebaserade fogmassor, har sugits in i ett poröst sidomaterial räcker inte ovan nämnda verktyg. I sådana fall kan en bortsågning av en del av fogsidan erfordras. Andra fall där bortsågning av befintliga fogsidor kan erfordras är där betongmaterialet är kraftigt nedbrutet. På så sätt erhålles dels en helt ny kant att foga mot, dels en bredare fog vilket är gynnsamt då den minskar den procentuella deformationen i fogen. Ett exempel på en sådan s k "fogsåg", som kan förses med en eller två dimantklingor, visas i figur 8.3.



Figur 8.3 Exempel på en s k "fogsåg" med diamantklinga

Efter renslipning eller ursågning av fogen är det viktigt att slip- och sågdamm noggrant avlägsnas. Detta utförs företrädesvis med tryckluft. Omfogningen kan därefter ske med fogmassa eller foglist.

8.3 Åtgärder vid enstegsfogar

I tidigare avsnitt har påpekats svårigheten att bibehålla tätheten hos enstegsfogar, framför allt horisontalfogar. Vid tätning med fogmassa erhålles förr eller senare otätheter i fogen som möjliggör för vatten att tränga in utan att kunna dräneras ut. Motsvarande svagheter erhållas vid fogar tätade med gummiprofiler orsakade av brister i anläggningen mellan tätningslist och fogsidor.

Vid en renovering bör följande beaktas:

- a) Utforma den nya fogtätningen om möjligt så att en tvåstegsfog bildas.
- b) Är befintlig elementutformning sådan att en fungerande tvåstegsfog ej kan utformas bör fogarna (eller hela byggnaden) täckas med plåtar som fungerar som vattenavvisare. Vindtätningen placeras i själva fogen mellan betongelementens ytterskivor. I de fall att enstegsprincipen måste bibehållas anges alternativa renoveringsförslag i följande avsnitt.
- c) Risk för vatteninträngning i fogar och anslutningar mellan fönsteröppningar och element måste beaktas, t ex erforderliga plåtbleck (vattenavvisare) över fönster insättas.
- d) Värmeisolering i fog kontrolleras.
- e) Fog på ytterväggens insida kontrolleras, tätas och justeras.

I många fall är det mycket svårt, för att inte säga omöjligt, att konvertera fogen till en tvåstegsfog. Med omfattande förändringar av fasadens utseendet, jfr punkt b) ovan, är det dock möjligt.

I de fall att enstegsprincipen kan ej undvikas och måste behållas kan en förbättring av fogfunktionen erhållas på olika sätt. Om den primära orsaken till fogskadan är att fogbredden har varit för liten kan nedanstående alternativ övervägas. (Övriga funktionskrav måste även tillfredsställas.)

alt.1:

Borttagning av befintlig fogmassa

Rengöring

Ny bottningslist

Ev. primerbehandling

Applicering av fogmassa med högre rörelseupptagande förmåga och bättre beständighet

Ventilation av utrymmet bakom fogmassan anordnas i erforderlig omfattning.

alt.2:

Borttagning av befintlig fogmassa

Uppsågning på den ena eller båda fogsidorna

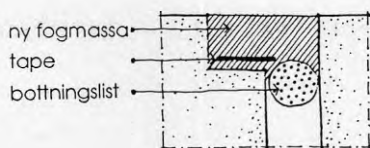
Rengöring

Ny bottningslist plus vidhäftningsförhindrande tape i botten, se figur 8.4.

Ev. primerbehandling

Applicering av ny fogmassa

Ventilation av utrymmet bakom fogmassan anordnas i erforderlig omfattning.



Figur 8.4 Ökning av fogbredden före omfogning

alt.3:

Låt befintlig, skadad fogmassa sitta kvar

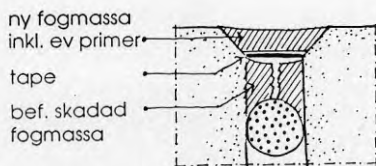
Rengör ytorna runt fogmassan

Applicera en vidhäftningsförhindrande tape på befintlig fogmassa

Ev. primerbehandling

Applicera ny fogmassa mot de gamla fasade kanterna, se figur 8.5. Tillräckligt utrymme måste finnas så att den nya fogmassan får tillräcklig höjd och bredd, jfr HusAMA.

Ventilation av utrymmet bakom fogmassan anordnas i erforderlig omfattning.



Figur 8.5 Fogning utanpå befintlig, skadad fogmassa

alt.4:

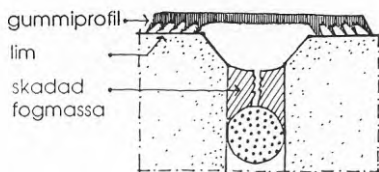
Låt befintlig, skadad fogmassa sitta kvar.

Rengör ytorna runt fogmassan.

Applicera lim på dessa ytor

Tryck fast gummiprofil på fogen, figur 8.6.

Denna metod ställer mycket höga krav på fasadens utseende och betongens kvalitet på ytlagret. Metoden kan påtagligt förändra fasadens utseende. Grov ytstruktur t ex vid frilage ballast kan försvåra fastsättningen av gummiprofilen.



Figur 8.6 Renovering av fog med hjälp av gummiprofil

8.4 Åtgärder vid tvåstegsfogar

Som tidigare framgått bör fogar i ytterväggar tätas enligt tvåstegsprincipen, eftersom dessa ger en väsentligt större säkerhet mot skador. Skador har påvisats där orsaken varit för liten eller obefintlig ventilation och dränering bakom yttre tätning. Det är således icke någon fördel att omsorgsfullt täta den yttre delen i fogen. Avgörande för fogens tätande funktion är att luftströmning från väggens yttre till dess inre elimineras. Detta innebär som tidigare nämnts att tätningen i

steg 2, d v s lufttätningen, måste placeras på inre delen av ytterskivan så att luftströmning ej erhålles i springor eller spalter mellan isolerskivor.

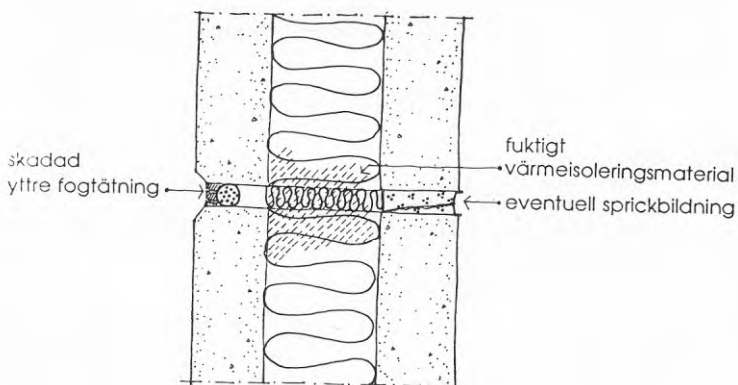
Reparation av tvåstegsfogar bör utföras enligt följande:

- a) Kontrollera och ev. justera yttre tätningen (regn-skärmen) så att ventilation och dränering av utrym-
met bakom denna tätning erhålles.
- b) Den inre lufttätningen placeras vid den yttre
skivans inre del. Tätningen måste utföras
omsorgsfullt.
- c) Dränering och vattenavledning över fasadöppningar
kontrolleras och justeras.
- d) Värmeisolering i fog kontrolleras.
- e) Fog på ytterväggens insida kontrolleras, tätas och
justeras.

8.5 Exempel på renovering av fogar

Exempel 1. Enstegsfog mellan sandwichelement av betong

En typisk horisontalfog framgår av figur 8.7. Denna fogtyp är mycket svår att förbättra eller ge lång beständighet med enbart ny fogmassetätning.



Figur 8.7 Olämplig utformning av horisontalfog med stor skaderisk

Renovering vid användning av fogmassa

Bedöm orsaken till uppkomna skador.

Kontrollera och komplettera eventuellt den invändiga tätningen så att denna blir säkert luft- och diffusions-tät.

Avlägsna befintlig, otillräcklig yttre fogtätning (betr metoder se kapitel 8.2).

Om fogbredden är alltför liten kan uppsägning av fogen och borttagning av fogmaterialet ske i ett moment.

Laga eventuella trasiga hörn och sprickor i betong-elementen.

Ersätt befintligt, fuktigt värmeisoleringsmaterial i fogen med nytt material. Detta stoppas ända in mot den invändiga tätningen. Mot den yttre tätningen lämnas en luftspalt, ca 30 mm.

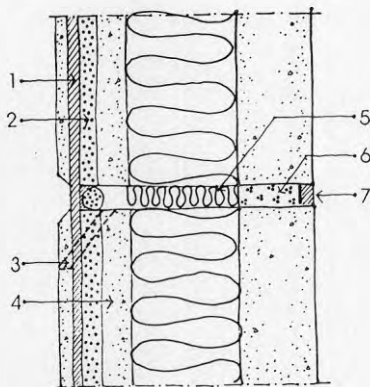
Placera en bottningslist av polyetencellplast på lämpligt djup i fogen.

Placera rör, $\phi_{inv} \approx 10$ mm, för tryckutjämning, dränering och ventilation (TDV-öppningar) åtminstone i varje fogkryss.

Applicera eventuell primer på fogkanterna.

Applicera en lämplig fogmassa med dokumenterat god beständighet och tillräcklig rörelseupptagande förmåga.

Den slutliga foglösningen framgår av följande figur.



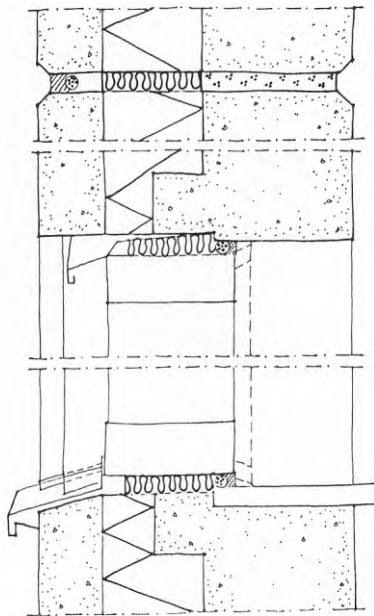
Figur 8.8 Renoveringsförslag. Säkerheten mot skador är fortfarande liten.

1. Ny fogmassa grupp 58 eller 53 (skydd mot nederbörd). För en säkrare lösning bör horisontalfogen täckas med plåt.
2. Bottningslist.
3. Plast-rör, $\phi_{inv} \approx 8-10$ mm (tryckutjämning, dränering och ventilation).
4. Luftspalt, djup ≥ 15 mm (dränering och ventilation).

5. Ny mineralull (värmeisolering).
6. Befintligt cementbruk.
7. Ev fogmassa (grupp 556 eller 58) på vidhäftningsförhindrande tape.

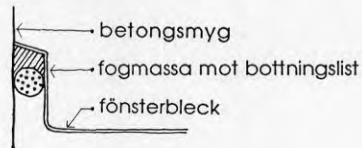
Exempel 2. Fog mellan sandwichelement av betong och fönsterkarm

Många rötskador har uppstått på grund av att fönstren har monterats på ett olämpligt sätt. Ett sådant exempel där karmen har gjutits fast i ett sandwichelement av betong och därefter utvändigt fogats framgår av nedanstående figurer.



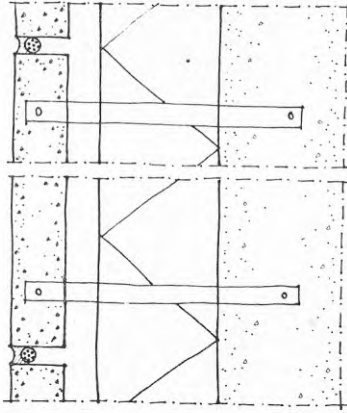
Figur 8.9 Vertikalfog och horisontalfog efter renovering

1. Ankantat sidobleck (skydd mot nederbörd).
2. Dränerad och ventilerad kanal, djup ca 15 mm, bredd ca 20 mm (p g a urtagningen i betongen där den gamla fönsterkarmen har suttit).
3. Mineralull (värmeisolering).
4. Fogmassa med bottningslist av polyetencellplast med slutna celler (luft- och diffusionstätning). Fogmassa grupp 58 med dimensionen ca 10 x 5 mm (bredd x djup).
5. Ev täcklist av trä (estetik).
6. Fönsterkarm av trä.
7. Fönsterbleck, lutning $\geq 14^{\circ}$ (1:4).
8. Tätning mellan fönsterbleck och betong med fogmassa grupp 58 mot bottningslist.
9. Tätning mellan fönsterbleck och betong med fogmassa grupp 58 mot bottningslist.

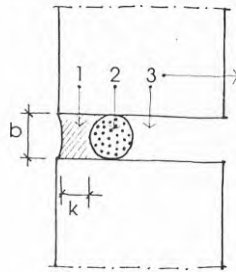


Exempel 3. Fog mellan beklädnadsskiivor av natursten

Det vanligaste utförandet av en fasad med naturstensbeklädnad framgår av nedanstående figur. Förutom en fogtätning med fogmassa förekommer även öppna fogar eller tätning med fogbruk. Öppna fogar ger ett dåligt klimatskydd, medan tätning med fogbruk ej medger rörelser i fogarna.



Figur 8.10 Fogutformning vid naturstensbeklädning



b (mm)	k (mm)
5 - 7	3 - 5
8 - 12	4 - 7
13 - 20	5 - 8

Figur 8.11 Måttsamband mellan fogbredd och fogdjup

1. Fogmassa grupp 58 (skydd mot nederbörd). Bredden b bestäms av naturstensskivornas storlek och fogmassans rörelseupptagande förmåga.
2. Bottningslist av polyetencellplast.
3. Luftspalt (dränering och ventilerings).

8.6 Kostnader för renovering

8.6.1 Kalkylmetoder för fogrenovering

Vid renovering av fogar tillkommer några delarbeten utöver de som gäller vid nyproduktion nämligen borttagning av befintlig material, rengöring, förbehandling och lagning.

Förfrågningsunderlaget kan ha samma innehåll som redovisas under avsnitt 6.3.2. Istället för att visa fogens konstruktion skall istället påpekas vilken del av fogen som skall borttagas och hur rengöring förbehandling och eventuell lagning skall utföras.

Liksom vid nyproduktion kalkylerar fogentreprenören hela objektet som en enhet. Det är viktigare vid renoveringsarbete än vid nyproduktion att förhållandena på platsen studeras. Det är i första hand den befintliga fogens kondition som bör undersökas för att kunna bedöma kapaciteten för arbetet med borttagningen av denna.

När denna bedömning är klar så att den totala kapaciteten kan fastställas prissättes kostnaderna för arbete, maskiner, material och hjälpmedel i vanlig ordning.

Hur den ungefärliga fördelningen av kostnaderna för de olika delarbetena fördelar sig visas i följande tabell (prisnivå november 1986).

8.6.2 Delkostnader vid renovering av fogar

Tabell 8.1 Renoveringskostnader per m fog med fogmassa

Delarbete	Arb.kostn. a 145:-/tim	Material- kostnad	Totalt
Ursågn. gammal fog	20-22,00	4-7,00	24-29,00
Delvis ursågning och skrapning gammal fog	24-28,00	2-4,00	26-32,00
Rengöring	3-4,00	1-2,00	4-5,00
Förbehandling (primning)	2-3,00	0,50-1,00	2,50-4,00
Bottenlist	2-3,00	1-2,00	33,00-500
Fogning 0-15 mm	14-15,00	77-8,00	21-23,00

Anm. Kostnader för hjälpmedel se tabell 6.8.3.

Tabell 8.2 Renoveringskostnader per m for med foglist

Delarbete			
Borttagning gammal list	2	-	2,00
Rengöring och förbehandling	2-3	1	3-4
Ny list	enligt tabell		

Den ungefärliga kostnaden för renovering av en utvändig fog med fogmassa kostar 60-80:- per m fog exkl. ställning.

Kostnaden för renovering av fogar med fogmassa är ungefär dubbelt så stor som kostnaden för fogning vid nyproduktion.

8.6.3 Årskostnader, beräkningsexempel

Förutsättningar

En byggnad med 3000 m² bruttofasadyta har en fasadbeklädnad av betongelement. Fogarna mellan betongelementen har en sammanlagd längd av 2000 m.

Under byggnadens livslängd som beräknas till 60 år renoveras fogarna 2 gånger d v s år 20 och år 40. Realräntan för perioden beräknas till 4%.

Kostnaderna för fogningen:

Nyproduktion

Fogning inkl drevning	2.000 m	·	35:-	=	70.000:-
Fasadställning	3.000 m ²	·	30:-	=	<u>90.000:-</u>
					160.000:-

Renovering

Borttagn.bef.fog + omfogning	2.000 m	·	60:-	=	120.000:-
Fasadställning	3.000 m ²	·	30:-	=	<u>90.000:-</u>
					210.000:-

ÅrskostnadsberäkningNuvärde av reovering

Kostnad	Intervall	Disk.faktor	Nuvärde
210.000	20	0,4564	95.844:-
210.000	40	0,2083	<u>43.743:-</u>
			<u>139:587:-</u>

Livslängdskostnad

Nuinvestering + reovering	=	Livslängdskostnad
160.000 + 139.587	=	299.587:-

Årskostnad

Livslängdskostnad	x	annuitetsfaktor	=	årskostnad
299.587	x	0,0442	=	13.242:-

Årskostnaden för 1m fog blir i exemplet 6,62 kr.

9 SKADOR PÅ FOGAR I YTTERVÄGGAR

9.1 Allmän översikt

Som tidigare nämnts påverkas en fog av ett flertal faktorer som ställer krav på dess vatten- och vindtäthet. En undersökning utförd 1977 visar att av sammanlagt 56.000 lägenheter i elementbyggda hus har i c:a 6.500 (11,6%) förekommit vattenläckage vid betong-elementfasader. Även förvaltare av andra byggnadstyper än bostadshus har redovisat problem med vatteninträngning vid fogar mellan betongelement. Skador förekommer såväl i kustområden som i inlandet.

I en annan studie som gäller tyska förhållanden, refererad i Grunau (1976), har mer än 2.6 milj. löpmeter fogar i fasader undersökts. Fogarna var dels av typ fogar mellan byggnadselement och dels fogar runt fönster. Skadefrekvensen i fogar från olika tidsperioder framgår av tabell 9.1.

Tabell 9.1 Skadefrekvens (%) i fasadfogar (15)

Fog	Tidsperiod	
	1958-65	1970-75
Mellan byggn.element	31	11
Runt fönster	15	6

Skadeorsakerna har uppdelats i konstruktionsfel, utförandefel och monteringsfel vid stommens uppförande. En uppdelning av skadorna utifrån skadeorsak ger värdena enligt tabell 9.2.

Tabell 9.2 Uppdelning av skador i skadeorsaker, (15)

Skadeorsak	1958-1965 i %		1970-1975 i %	
	mellan element	fönster	mellan element	fönster
Konstruktionsfel	31	30	20	13
Materialfel	24	39	18	14
Utförandefel	32	31	54	73
Monteringsfel (stomme)	13	-	8	-

Från tabell 9.1-2 kan vissa slutsatser dras. Det är helt uppenbart att den totala skadefrekvensen har minskat (tabell 9.1). Eftersom undersökningen publicerades under första halvåret 1976 innebär detta emellertid att en stor del av fogarna från tidsperioden 1970-75 endast har ett fåtal år på nacken. Detta bidrar högst sannolikt till att skadefrekvensen har minskat så kraftigt jämfört med fogarna från perioden 1958-1965.

Från tabell 9.2 kan konstateras att både konstruktioner och material har förbättrats, medan utförandet har blivit klart sämre.

Redan under tidiga år rekommenderades i olika rapporter att fogar i ytterväggar skall utföras som tvåstegsfogar. I rapporten Ytterväggar, KBS (1971), anges att fogar tätade enligt 1-stegsprincipen lätt erhåller nedsatt funktion med allvarliga skador som följd. Liknande och andra rekommendationer kan hämtas från ett stort antal rapporter från tiden 1960-75. Fogar uppbyggda enligt tvåstegsprincipen har använts i flera hundra år inom träbyggnadstekniken med gott resultat.

9.2 Orsaker till fogskador

I kapitel 9.1 omnämndes kortfattat olika orsaker till skador i fogar. Här nedan skall dessa orsaker utvecklas närmare.

9.2.1 Konstruktionsfel

Konstruktionsfelen kan vara av olika slag. I nedanstående förteckning anges några vanligt förekommande typer.

Ej fullständigt genomförd fogtätning: I en byggnads yttervägg skall i skiktet mot rumssidan finnas ett luft- och ångtätt skikt. Om detta ej är konsekvent genomfört utan saknas någonstans (vid genomföringar, pelare osv) kan lokalt luft- och fuktläckage ske. Felaktiga dimensioner på tätningen medför risk för sprickor.

Olämplig fogutformning: En enstegsfog medför i regel större risk för skador och är därför en olämplig fogutformning. Om fogbredden har gjorts för liten i förhållande till fogrörelserna uppkommer skador.

Avsaknad av dränering och luftning av fogen: Varje fog skall konstrueras på ett sådant sätt att dränering och luftning av fogen kan ske.

Sättningar eller deformationer i stommen: Deformationerna i stommen orsakas framför allt av uttorkning (krympning) och krypning. Om onormala sättningar eller deformationer sker kan lätt en god funktion sättas ur spel.

9.2.2 Materialfel

Exempel på materialfel:

Fogmaterial med dålig beständighet: Detta fel kan vara av två olika slag: Antingen har materialet i sig dåliga egenskaper (stor krympning, förlust av mjukgörare osv) eller också har materialet just i den givna miljön dålig beständighet, figur 9.1. Här innefattas även skadegörelse av människor som "petar ut" fogmassa eller drar bort foglisten.

Olämpligt fogmaterial i förhållande till fogbredden: Den procentuella deformationen i en fog bestäms av rörelsernas storlek och den valda fogbredden, figur 9.2, 9.3. Om den procentuella deformationen överstiger fogmaterialets rörelseupptagande förmåga uppstår en skada i någon form i fogen.

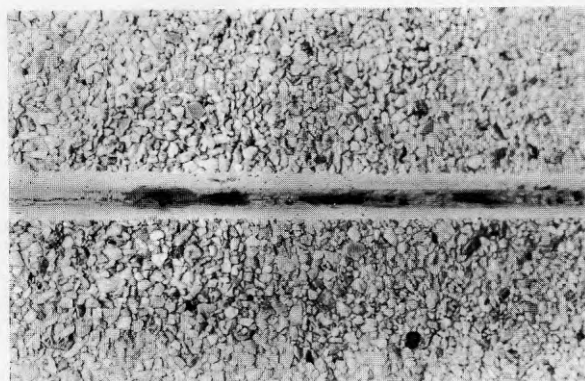
Fuktabsorberande bottningslist: En fuktabsorberande bottningslist kan t ex förorsaka frostsador eller hydrolys av fogmassan.

9.2.3 Utförandefel

Felaktigt arbetsutförande kan vara t.ex.

- Trasiga, porösa eller dåligt rengjorda fogytor
- Ej förbehandlade fogytor (grundning)
- Fogning vid för låg temperatur
- Våta fogytor vid fogning
- Frilagd ballast i fogsidor (betongelementsidor)
- För litet täckskikt på armering.

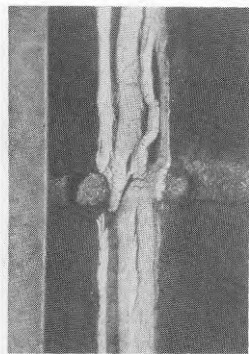
jfr. figur 9.4-9.5



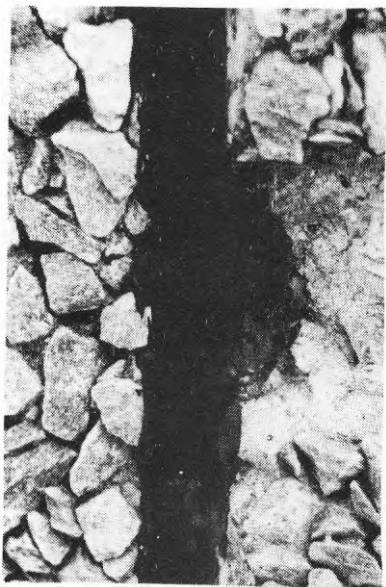
Figur 9.1 Fogmassan har spruckit upp helt och vatteninträngning sker obehindrat



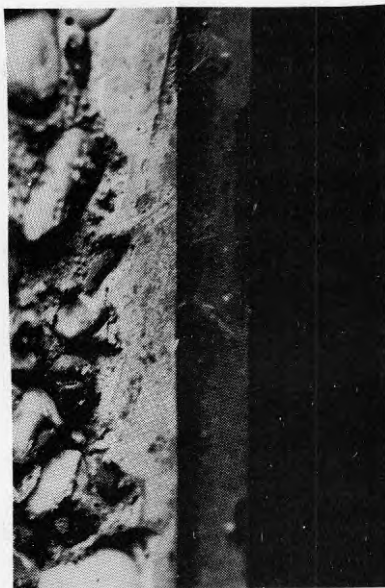
Figur 9.2 Fogningslisten har glidit ur fogen. Felaktig listdimension i förhållande till fogbredd har använts



Figur 9.3 Rörelsefog i en tegelvägg. Rörelserna har givit upphov till kraftiga sprickbildningar i fogmassan.



Figur 9.4 Betongelementet är skadat. Försök har gjorts att fylla ut skadan med fogmassa.



Figur 9.5 Vidhäftningsbrott mellan fogmassa och metallparti

9.2.4 *Monteringsfel*

Stom- och fasadelement monteras ibland ej exakt i rätt läge. Detta kan medföra både för smala, för breda eller kilformade fogar. Monteringens bör ske med korrekta fogbredder och fogdimensioner.

9.3 Skador i fogar med enstegstätning

Enstegstätningen har använts i Sverige i stor utsträckning. Orsaken härtill är det något enklare formsättnings- och gjutningsarbetet. Funktionen är tyvärr icke tillräcklig säker.

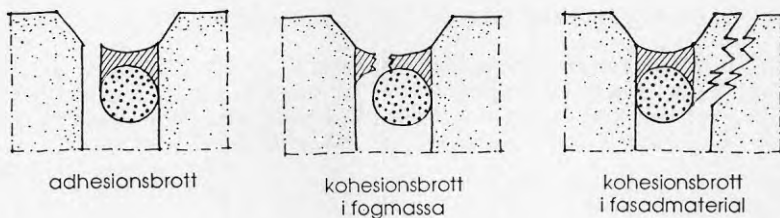
I vertikalfogar har skadorna i allmänhet orsakats av att vid fogar tätade med fogmassa denna spruckit eller av att vidhäftningsbrott mellan massa och betongelement erhållits. Vatten har p.g.a. tryckskillnaden över främre fogdelen pumpats in i väggen och eftersom en enstegsfog saknar dränering och ventilation erhålles fuktskador, risk för frostsprängning eller bildande av istappar, försämrad värmeisolering etc. I enstegsfogar försedda med gummiprofiler erhålles vatteninträngning vid dålig anläggning mellan list och element eller då gummiprofilen förskjutits ur sitt läge. Orsaken är ofta felaktigt vald profildimension i förhållande till aktuell fogbredd.

Vatteninträngning observeras dock mycket sällan vid vertikalfogen utan vid eller i närheten av anslutningen mellan vertikal- och horisontalfog. P.g.a. försämrad värmeisolering har i vissa fall kondens erhållits på väggens insida längs delar av den vertikala foglinjen.

Horisontalfogarna är mera utsatta för regnpåverkan än vertikalfogarna och uppvisar därför fler skador. Horisontalfogar med horisontella sidor är helt olämpligt. Vatten leds vid sådana fogar in i väggkonstruktionen med skador som följd. Att i dessa fall i efterhand få en väl fungerande fog synes vara näst intill omöjligt. Skador vid horisontalfogar utformade med tröskel är mera sällan förekommande och orsakas i de fall de uppträder av otillräcklig tröskelhöjd i kombination med otillräcklig lufttätning.

Skadorna ökar med ökad lufttäthet. Otätheter, som möjliggör luftströmmar, kan även bildas av spalter (springor) mellan isoleringsskivor som i någon väggdel är förbunden med byggnadens inre. En lufttätning bör därför anbringas vid ytterskivans insida och vara beständig.

Vid enstegstätningar användes ofta fogmassa som tätningsmaterial. Brott i en sådan fog kan uppträ på tre olika sätt, figur 9.6.



Figur 9.6 Olika brottyper

Orsaker till brotttyp 1:

dåligt utförd förbehandling,

högelastisk fogmassa medför stora vidhäftningspåkänningar,

alltför stora procentuella fogrörelser,

fuktpåverkan efter härdning om primning ej utförts,

alltför stort djup på fogmassan,

en efterhärdning eller åldring har ökat fogmassans deformationsmotstånd

Orsaker till brottyp 2:

alltför stora procentuella fogrörelser,
fogmassan har åldrats, krackelerat, försprödats,
fogmassan innehåller luftblåsor. I dessa blåsor kan
brott uppstå.

alltför litet djup på fogmassan,
fogmassan har kemiskt blivit förstörd av miljön i fogen,
t ex alkali.

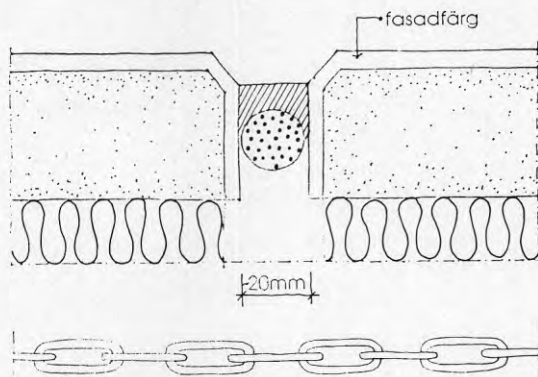
Orsaker till brottyp 3:

alltför höglastisk fogmassa har använts,
alltför stora procentuella rörelser,
alltför stort djup på fogmassan,
fogmassan har efterhärdat eller åldrat så att dess
deformationsmotstånd vid töjning har blivit större än
fasadmaterialets draghållfasthet (t ex autoklaverad
lättbetong, puts eller målning).

9.3.1 *Exempel på skador i enstegsfogar*

Stommen till en stor byggnad består av prefabricerad
betong samt med ytterväggar av sandwichtyp bestående av
en yttre skiva av betong, mineralull och en inre,
bärande betongskiva. Innan fasadelementen monterades
sprutades den yttre betongskivan med en fasadskyddsfärg.

Betongfasaden fogades enligt figur 9.7.

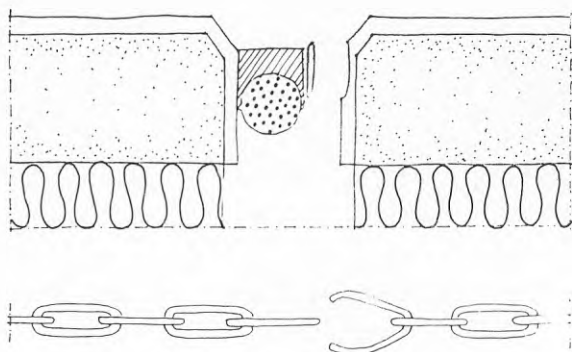


Figur 9.7 Principiell utformning av den yttre fogtätningen

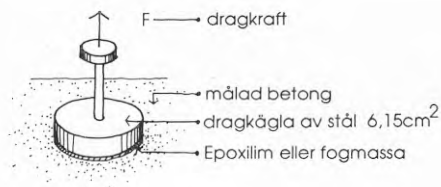
Fogen kan sägas bestå av flera länkar i en sammanhållen kedja. Länkarna är betongens hållfasthet, vidhäftningen mellan ytbehandling och betong, ytbehandlingens hållfasthet, vidhäftningen mellan fogmassa och ytbehandling, fogmassans hållfasthet osv.

C:a 1 år efter fogningens utförande visade sig de första brotten i fogarna. Mängden brott fortsatte kontinuerligt att öka och kom så småningom att omfatta nästan alla fogar i fasaderna. Vid besiktningar på platsen kunde konstateras att den svaga länken var ytbehandlingens hållfasthet, dvs skadorna såg i princip ut enligt figur 9.8.

Mätningar utfördes i laboratorium av hållfasthet hos ytbehandlingsmaterial och dettas vidhäftning mot betongunderlag enligt figur 9.9. Samma typ av mätningar utfördes även direkt på fasaden.



Figur 9.8 Principiell skadebild



Figur 9.9 Bestämning av draghållsfastheten

Resultaten från dessa mätningar visade att färgskiktens hållfasthet var kraftigt fuktberoende. Vid viss fuktbelastning sjönk hållfastheten till ungefär samma nivå som fogmassans töjningsmotstånd. Vid den breddökning av fogarna som sker på vintern töjs fogmassan. Ju större töjning, desto större dragspänning uppstår i den elastiska fogmassan. Denna spänning kommer alltså att påverka de övriga länkarna i "fogkedjan". På grund av den ökade fuktbelastningen är ytbehandlingsmaterialets hållfasthet under vinterhalvåret den svagaste länken. Detta leder

till brott i färgskiktet. Hur skulle dessa problem ha kunnat undvikas? Den mest näraliggande lösningen är naturligtvis att undvika fogning mot målad betong. Fogkanterna borde alltså ha skyddats vid appliceringen av färgen. Alternativt kunde färgen ha slipats bort från kanterna innan fogmassan applicerades. Eftersom konstruktionen och dimensionerna i övrigt i huvudsak var riktiga åtgärdades skadorna på följande sätt: Den befintliga fogmassan skars ut och avlägsnades. Fogkanterna slipades rena från ytbehandlingen. Ny bottenlist, primer och samma fogmassa applicerades. Fogarna har därefter fungerat utan anmärkning.

9.4 Skador i fogar med tvåstegstätning

Fogar tätade enligt tvåstegsprincipen uppvisar ett mindre antal skador än enstegsfogar. Skadorna har orsakats i huvudsak av för liten eller obefintlig tröskel i horisontalfogen och/eller otillräcklig dränering och ventilation. Vid intervjuer och besiktningar har även framkommit att ren okunskap har förelegat (eller föreligger) om tvåstegsfogens rätta uppbyggnad. Detta innebär att fogutformningen motsvarar någon mellanform. T.ex har flera fall kunna konstateras där man omsorgsfullt tätat fogen och därigenom förhindrat möjligheten till dränering eller ventilation. Ett annat problem som kunnat påvisas är att utrymmet för den vertikala dränerings- och ventilationskanalen tagits till så stor att värmeisoleringen av fogen blivit för dålig med i vissa fall kondens på innerväggen som följd. I de fall fogmassa har använts kan skadeorsaken vara den samma som vid enstegstätning, se avsnitt 9.3. Vid fogtätning med lister är den väsentligaste skadeorsaken att fogrörelserna ej kan upptas av tätningslistan.

Andra fel som förekommer är:

fogytor otillräckligt rengjorda så att listerna har förstörts av kvarvarande olja, fett o d;

listerna inte blivit fästade på rätt sätt;

att skarvarna inte utförts på rätt sätt.

9.5 Övriga skador

Det är väsentligt att påpeka att vatteninträngning och -läckage kan erhållas av andra skäl än av dåliga fogar, som t ex olämpligt utformad anslutning mellan vägg och fönsterkarm eller andra öppningsanslutningar, olämpliga anslutningar mellan betongelement och lättväggar med plåt- eller träbeklädnad, eller olämplig anslutning mellan fasadvägg och yttertak. I flera fall har täckplåtar endast dragits ned från takkrönet en kort sträcka (< 50 mm).

Vid besiktningar har ibland framförts att vatten trängt direkt igenom ospruckna fasadytterskivor. Vid laboratoriekontroll av element utförda på samma sätt har dessa dock befunnits helt täta. Otäthet kan dock troligen uppkomma vid element med frilagd ballast och tunn skivtjocklek.

I något fall har konstaterats att fuktskador orsakats av att ytter- och innerskivan blivit sammangjutna, vilket medfört nedsatt värmeisolering med kondens som följd. Sker sammangjutningen nära fogområdet kan sådana skador vara svårbedömda.

10 LITTERATUR

- [1] Taesler, R: KLIMATDATA FÖR SVERIGE. - Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut i samarbete med Statens institut för byggnadsforskning, 1972.
- [2] Nevander, L E & Elmarsson, B.: FUKTHANDBOK. Teori. Dimensionering. Konstruktion. - Svensk Byggtjänst, 1981.
- [3] Jergling, A: LUFTLÄCKAGE GENOM SPRICKOR I BETONG-ELEMENT. - Chalmers tekniska högskola. Avd för byggnadskonstruktion 1981:7.
- [4] BETONGELEMENT. Handbok i rationellt byggade. - Betongelementföreningen, 1984.
- [5] VVS-HANDBOKEN. - VVS-tekniska föreningen, 1974.
- [6] Nylund, P O: TEMPERATURRÖRELSER HOS FASADSKIVOR. - Statens råd för byggnadsforskning Rapport R1975:60.
- [7] Holm, A, Lindberg, Å & Lorentsen, M: PROJEKTERA OCH BYGGA MED TOLERANSER, 1, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm 1987.
- [8] Jergling, A & Schechinger, B: FOGAR I YTTERVÄGGAR VID BETONGELEMENTFASADER. Byggnadskonst 1981 nr 8-9, s 43-45. 47-48.
- [9] Gjelsvik, T: TÄTNINGSLISTER. - Svensk Byggtjänst Rapport 11, 1983.
- [10] BETONGHANDBOK. - Red av Inge Karlsson. - Svensk Byggtjänst, 1980.
- [11] Agri, O & Holmlund, U: FOGAR I YTTERVÄGG. - Statens institut för byggnadsforskning. - Informationsblad 1973:12.
- [12] Jergling, A: FOGREPARATIONER, METODUTVECKLING OCH KONSEKVENSANALYS. (Forskningsprogram). - Chalmers tekniska högskola. Avd. för byggnadskonstruktion Rapport 1982:11.
- [13] Hasselblad, V & Andersson, K A: FOGAR I BETONG-ELEMENTFASADER. - Statens råd för byggnadskonstruktion 1983:1.

- [14] Jergling, A & Schechinger, B: FOGAR MELLAN FASAD-ELEMENT AV TYP BEKLÄDNADSSKIVOR. - Chalmers tekniska högskola. Avd för byggnadskonstruktion 1983:1.
- [15] Grunau, E B: LEBENSERWARTUNG VON DICHTSTOFFEN IM HOCHBAU. - Das Baugewebe 1976, nr 5, s 31-40.
- [16] YTTERVÄGGAR. - Byggnadsstyrelsen Rapport nr 58 (1971).
- [17] BYGGKATALOGEN. - Häfte 24 Teknisk översikt: Fogmassor.
Häfte 25 Teknisk översikt: Tätningsslistor i byggfogar.
- [18] Höjfors, R & Palmgren, H: POLYMERTEKNIK-MATERIALLÄRA - 2 uppl. Ingenjörsköpet, 1983.
- [19] Fors, B: FOGMASSOR FÖR TÄTNING OCH Fyllning. - Svensk Byggtjänst Rapport 4, 1978.
- [20] Gjelsvik, T: TÄTNINGSLISTER. - Svensk Byggtjänst Rapport 11, 1983.
- [21] HusAMA 83
RA 83 Hus Råd och anvisningar till HusAMA 83.
- [22] SBN 80, Svensk Byggnorm, utg.2.
- [23] Järnmark, T: SLAGREGN - SLAGREGNSFÖRDELNING I SVERIGE. - Statens institut för byggnadsforskning - informationsblad 1968:40.
- [24] Kärrholm, G et al: MIKROKLIMAT OCH LUFTVÄXLING. - Statens råd för byggnadsforskning T3:1979.
- [25] Holmgren, O: SNOW LOADS, DRIVING RAIN AND BUILDING DESIGN, - Statens institut för byggnadsforskning, Contr.35.
- [26] Sandin, K: PUTSENS INVERKAN PÅ FASADENS LUFT-BALANS, - Lunds tekniska högskola, Rapport TvBM-1005.

INTERNATIONAL STANDARD



3447

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Joists in building — General check-list of joint functions

Joists dans le bâtiment — Liste générale aide-mémoire des fonctions des joints

First edition — 1975-11-01

UDC 72.011

Ref. No. ISO 3447-1975 (E)

Descriptors : buildings, construction, joints, specification, design, selection.

Price based on 2 pages

FOREWORD

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards institutes (ISO Member Bodies). The work of developing International Standards is carried out through ISO Technical Committees. Every Member Body interested in a subject for which a Technical Committee has been set up has the right to be represented on that Committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work.

Draft International Standards adopted by the Technical Committees are circulated to the Member Bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council.

International Standard ISO 3447 was drawn up by Technical Committee ISO/TC 59, *Building construction*, and circulated to the Member Bodies in June 1974.

It has been approved by the Member Bodies of the following countries :

Austria	Germany	Norway
Belgium	Hungary	Romania
Brazil	Iran	South Africa, Rep. of
Canada	Ireland	Thailand
Denmark	Israel	United Kingdom
Egypt, Arab Rep. of	Italy	Yugoslavia
Finland	Netherlands	
France	New Zealand	

The Member Body of the following country expressed disapproval of the document on technical grounds :

Switzerland

This International Standard forms one of a series concerning joints in building. The series includes the following International Standards :

ISO 2444, *Joints in building — Vocabulary*.

ISO 2445, *Joints in building — Fundamental principles for design*.

Joints in building — General check-list of joint functions

1 SCOPE AND FIELD OF APPLICATION

This International Standard gives a general check-list of functions of joints¹⁾ in building for use in their design.

2 METHOD OF USE OF THE CHECK-LIST

The initial stage in the design of a joint is to determine the conditions applying to it. The next stage is to identify the functions it has in consequence to perform, both those relating to the functions of the joined components and those resulting from the presence of the joint as such. While some functions will be obviously relevant in any particular situation in a building, it is necessary for all criteria to be considered if the design is to be complete. Failure in the performance of only one required function may produce a failure of the joint.

The identification of the range of functions that must be satisfied is simplified if the designer can check against a general list covering the great majority of considerations in the selection of a jointing technique. This International Standard provides such a general list in which functions are grouped under design aspects. Any one joint will be required to satisfy a selection of functions only. However, as the list cannot be comprehensive, the designer may have to identify additional functions applying in a specific situation.

It is in the synthesis of a design for a joint that the interrelationship between joint functions becomes apparent, as one part of the joint may have to perform several functions and, moreover, may impede or prevent the achievement of others.

3 GENERAL CHECK-LIST OF JOINT FUNCTIONS, GROUPED UNDER DESIGN ASPECTS

3.1 Environmental factors

- A1 To control passage of insects and vermin
- A2 To control passage of plants, leaves, roots, seeds and pollen

- A3 To control passage of dust and inorganic particles
- A4 To control passage of heat
- A5 To control passage of sound
- A6 To control passage of light
- A7 To control passage of radiation
- A8 To control passage of air and other gases
- A9 To control passage of odours
- A10 To control passage of water, snow and ice
- A11 To control passage of water vapour
- A12 To control condensation
- A13 To control generation of sound
- A14 To control generation of odours

3.2 Capacity to withstand stress²⁾

To resist stress in one or more directions due to :

- B1 compression
- B2 tension
- B3 bending
- B4 shear
- B5 torsion
- B6 vibrations (or any other type of stress which may induce fatigue)
- B7 impact
- B8 abrasion (indicate, for each particular case, the type of wear)
- B9 shrinkage or expansion
- B10 creep
- B11 dilation or contraction due to temperature variations

1) See ISO 2444, first part of the definition :

The construction formed by the adjacent parts of two or more building products, components or assemblies, when these are put together, fixed or united with or without the use of a jointing product.

2) Either during or after assembly.

ISO 3447-1975 (E)

3.3 Safety

- C1 To control passage of fire, smoke, gases, radiation and radioactive materials
- C2 To control sudden positive or negative pressures due to explosion or atmospheric factors
- C3 To avoid generation of toxic gases and fumes in case of fire
- C4 To avoid harbouring or proliferation of dangerous micro-organisms

3.4 Accommodation of dimensional deviations

- D1 To accommodate variations in the sizes of the joint at assembly due to deviations in the sizes and positions of the joined components (induced deviations)
- D2 To accommodate continuing changes in the sizes of the joint due to thermal, moisture and structural movement, vibration and creep (inherent deviations)

3.5 Fixing of components

- E1 To support joined components in one or more directions
- E2 To resist differential deformation of joined components
- E3 To permit operation of movable components

3.6 Appearance

- F1 To have acceptable appearance
- F2 To avoid promotion of plant growth
- F3 To avoid discoloration due to biological, physical or chemical action
- F4 To avoid all or part of the internal structure showing
- F5 To avoid dust collection

3.7 Economics

- G1 To have known first cost
- G2 To have known depreciation
- G3 To have known maintenance and/or replacement costs

3.8 Durability

- H1 To have specified minimum life, taking into account cyclic factors
- H2 To resist damage or unauthorized dismantling by man

H3 To resist action of animals and insects

H4 To resist action of plants and micro-organisms

H5 To resist action of water, water vapour or aqueous solutions or suspensions

H6 To resist action of polluted air

H7 To resist action of light

H8 To resist action of radiation (other than radiation of light)

H9 To resist action of freezing of water

H10 To resist action of extremes of temperatures

H11 To resist action of airborne or structure-borne vibration, shock waves or high-intensity sound

H12 To resist action of acids, alkalis, oils, fats and solvents

H13 To resist abrasive action

3.9 Maintenance

- J1 To permit partial or complete dismantling and reassembly
- J2 To permit replacement of decayed jointing products

3.10 Ambient conditions

- K1 To perform required functions over a specified range of temperatures
- K2 To perform required functions over a specified range of atmospheric humidity
- K3 To perform required functions over a specified range of air or liquid pressure differentials
- K4 To perform required functions over a specified range of joint clearance variations
- K5 } To exclude from the joint if performance would be impaired :
 - a) insects
 - b) plants
 - c) micro-organisms
 - d) water
 - e) ice
 - f) snow
 - g) polluted air
 - h) solid matter
- K6 To perform required functions over a specified range of driving rain volume

BILAGA 2 MATERIALDATA

Följande data för de vanligaste byggnadsmaterialen kan vara till hjälp vid användningen av denna bok. För en mer omfattande redovisning hänvisas till handboken "Bygg"

Material	Densitet (torrt) kg/m ³	Längd- utvecklings- koefficient Mult 10 ⁻⁶	Värme- lednings- förmåga W/mk)
Aluminium	2700	24	209
Järn	2860	11	70
Koppar	8930	17	
Betong	2300	14	1,75
Lättbetong, armerade element	510		0,15
Kalksandsten	1800	7,8	0,92
Tegelsten	1300-1700	3,6-5,8	0,52-0,70
Trä, furu	500		0,14
Spånskivor	400-600		0,12-0,14
Minerallull A	20-200		0,04
Minerallull B	19-50		0,046
Minerallull C	12		0,052
Cellplast	12-145		0,046
Cellplast	150-300		0,041
Glas	2600	8,5	0,81
Granit	2700	8-12	3,48
Kalksten	2700	8-12	2,9
Marmor	2700	4-16	2,9
Sandsten	2700	7-12	2,32

**BILAGA 3 FAKTORER FÖR BESTÄMNING AV
STRÅLNINGSINVERKAN**

Tabell 1 Absorptionsfaktor för
solstrålning mot olika ytor

Ytans egenskaper	Absorptions- faktor a
Ljusa färger, gult och ljusrött tegel	0,50
Ny betong, asbestcement, mörkrött tegel	0,70
Äldre betong	0,75
Sand, makadam	0,80
Asfaltbeläggning, skiffer	0,90

Tabell 2 Exempel på yttre och inre
värmeövergångskoefficienten

Yttre värmeövergångskoefficient	16	[W/m ² , °C]
Inre värmeövergångskoefficient	9	[W/m ² , °C]

Tabell 3 Medelvärde I_{med} och maximivärde I_{max} av kortvågig strålning [W/m^2] vid fasader mot syd, sydväst och väst under olika månader och olika latituder. Baserad på Höglund & Stephenson (1968)

lat ^o N	syd I_{med}/I_{max}							sydväst I_{med}/I_{max}							väst I_{med}/I_{max}						
	56	58	60	62	64	66	68	56	58	60	62	64	66	68	56	58	60	62	64	66	68
jan.	173/808	150/760	121/693	94/603	65/473	31/294	4/71	122/675	105/628	84/563	65/474	46/352	22/208	2/48	40/319	31/279	21/229	14/161	9/84	3/44	0/3
febr.	241/913	234/902	225/885	213/862	198/832	179/790	158/736	147/779	171/832	163/810	154/774	142/730	127/672	111/618	81/568	76/539	70/505	63/463	55/413	46/350	38/299
mars	253/884	255/893	255/898	255/900	253/899	250/894	245/882	217/885	216/883	215/880	212/876	208/865	205/853	199/838	136/741	132/723	128/705	124/682	119/662	114/635	108/605
apr.	221/782	228/803	235/822	241/837	246/850	251/862	255/871	227/858	231/864	235/869	239/870	242/872	246/879	248/876	179/831	179/825	181/818	183/811	185/803	186/795	187/782
maj	188/674	197/699	206/723	215/748	223/768	231/787	239/804	221/780	227/792	233/804	239/815	244/823	251/835	256/842	215/854	218/854	221/853	225/852	228/852	232/850	239/846
juni	173/620	182/646	192/674	201/699	211/723	220/743	229/765	212/735	218/750	224/765	231/779	237/789	243/799	250/812	223/844	226/844	229/847	234/845	241/844	247/843	253/840
juli	183/658	192/683	201/709	209/730	218/752	226/772	234/788	216/763	222/776	228/788	234/799	239/807	245/805	251/827	212/837	215/836	218/836	221/836	224/835	229/834	236/829
aug.	211/754	218/773	225/792	230/805	235/818	240/830	244/839	217/819	221/823	225/830	228/835	232/837	235/839	238/841	172/789	173/789	175/784	176/777	177/770	178/760	179/749
sept.	242/855	242/859	242/863	241/863	238/858	234/849	229/838	206/849	196/851	201/842	199/832	195/821	190/805	183/786	126/690	123/672	119/651	114/628	109/604	104/575	98/544
okt.	226/870	218/854	209/837	197/811	181/775	163/732	141/671	166/809	160/784	152/754	142/719	130/670	116/630	100/564	75/527	70/497	64/461	57/420	50/369	42/308	34/269
nov.	166/781	143/730	115/662	88/569	61/445	29/274	4/70	117/652	100/602	80/537	62/450	43/331	21/195	3/50	38/305	29/266	20/215	13/151	8/78	3/40	0/3
dec.	123/711	99/629	72/513	39/350	9/131	0/0	0/0	86/579	69/497	50/384	27/245	6/90	0/0	0/0	21/299	14/164	10/90	4/52	1/9	0/0	0/0

KLIMATPARAMETRAR

Normaltemp °C för mån och år 1931 - 1960

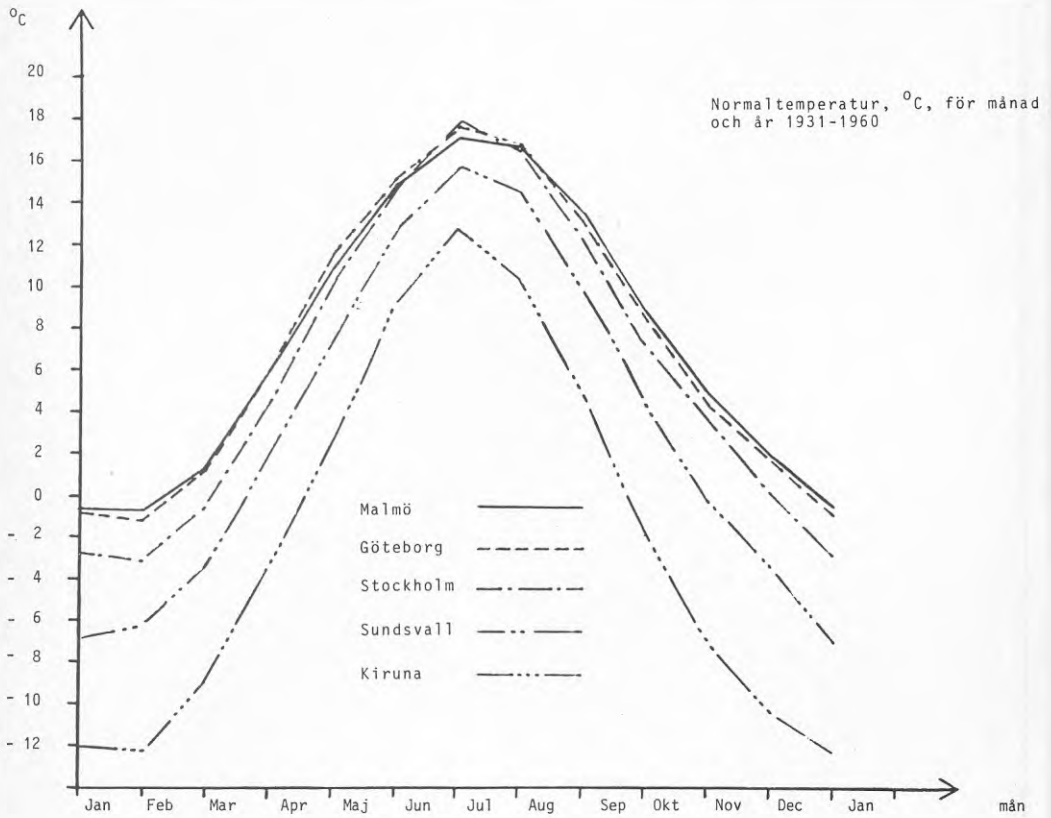
Ort	Året	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Malmö Flp	8,0	- 0,5	- 0,7	1,4	6,0	11,0	15,0	17,2	16,7	13,5	8,9	4,9	2,0
Göteborg	7,9	- 0,9	- 1,2	1,3	6,0	11,5	15,2	17,5	16,8	13,1	8,6	4,5	1,8
Stockholm	6,6	- 2,9	- 3,1	-0,7	4,4	10,1	14,9	17,8	16,6	12,2	7,1	2,8	0,1
Sundsvall Flp	3,9	- 6,9	- 6,3	-3,0	2,1	7,5	12,7	15,8	14,5	9,9	4,3	0,0	- 3,4
Kiruna	-1,2	-12,2	-12,4	-8,9	-3,5	2,7	9,2	12,9	10,5	5,1	-1,5	-6,8	-10,1

Månadsmedelvärde av dygnets maximitemperatur °C 1931-1960

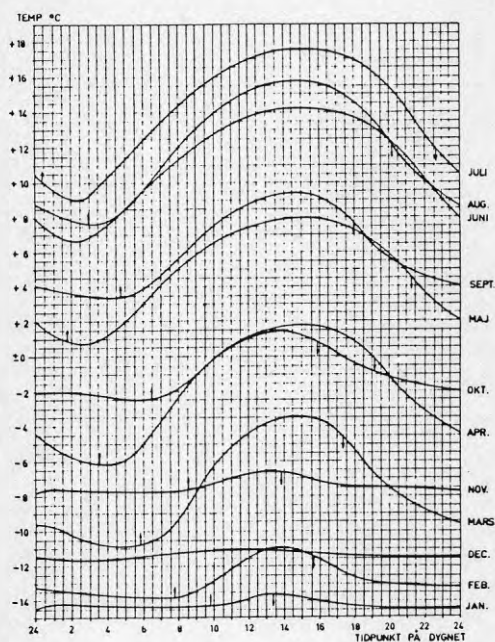
Ort	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Malmö	1,6	1,6	4,7	10,4	16,1	19,7	21,7	21,0	17,4	11,9	7,0	3,9
Göteborg	1,0	0,9	4,1	9,2	15,5	18,9	21,1	20,1	16,1	10,8	6,1	3,5
Stockholm	-1,0	-1,2	1,9	8,3	14,6	19,2	21,8	20,2	15,3	9,0	4,5	1,9
Sundsvall Flp	-2,6	-1,7	2,0	6,9	13,1	17,9	21,5	20,0	14,9	8,5	3,1	0,1
Kiruna	-8,2	-8,3	-4,3	0,5	6,7	13,7	17,6	14,9	8,7	1,5	-3,6	-6,4

Månadsmedelvärde av dygnets minimitemperatur °C 1931-1960

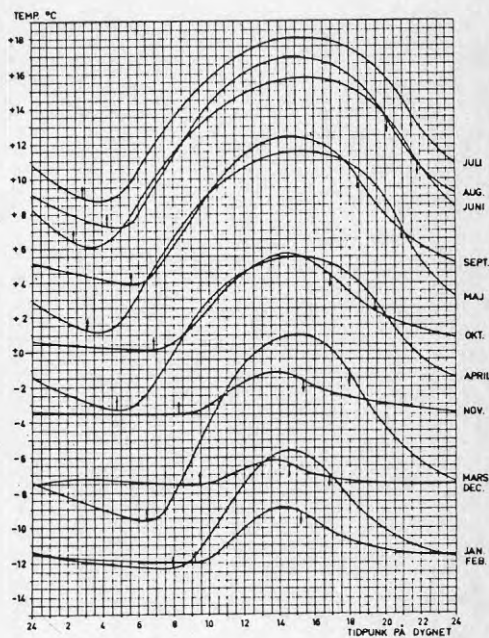
Ort	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Malmö Flp	- 3,0	- 3,3	- 1,7	2,2	6,1	10,2	12,7	12,3	9,6	5,5	2,5	- 0,1
Göteborg	- 3,1	- 4,0	- 1,7	2,5	7,2	11,5	14,0	13,4	10,1	6,1	2,5	- 0,1
Stockholm	- 4,7	- 5,5	- 3,6	0,7	5,7	10,4	14,0	13,3	9,4	4,8	1,0	- 1,9
Sundsvall Flp	- 9,9	- 9,9	- 7,3	-2,1	2,7	7,8	11,5	10,4	6,1	1,6	-2,0	- 5,7
Kiruna	-17,1	-17,0	-14,4	-8,5	-1,4	4,7	8,4	6,2	1,9	-4,6	-10,7	-14,6



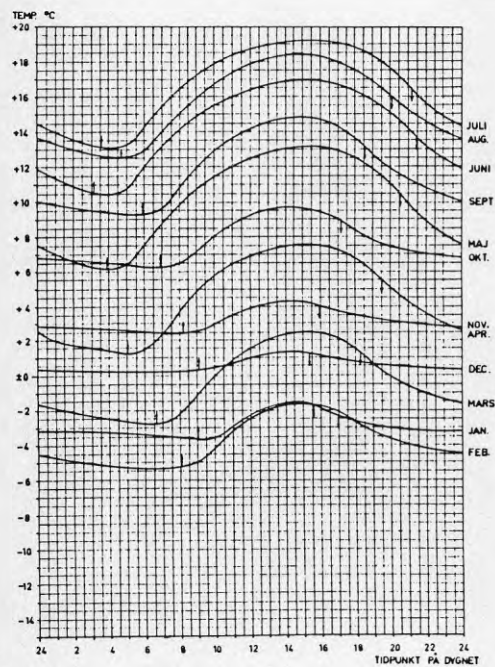
II:1.5 Temperatursens genomsnittliga dygnsförlopp under olika månader, 1951-1960



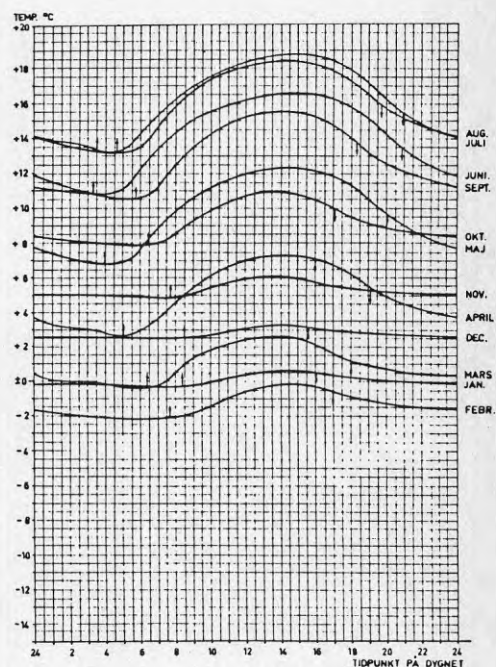
Pajala



Sveg



Strömstad



Ystad

| Soluppgång sen 15 a i resp. månad
| Solnedgång sen 15 a i resp. månad

ANVISNINGAR FRÅN ARBETARSKYDDSTYRELSEN
(läget 1987-06-01)

1. Anvisningar 78 Limningsanvisningar, juni 1971
 - anvisningarna gäller för arbete med brandfarliga eller skadliga lim, klister och liknande material.

2. AFS 1984:3 Spikpistoler, febr 1984
 - föreskrifterna gäller handhållna spikpistoler för manuell manövrering.

3. Anvisningar 124 Organiska lösningsmedel, april 1978
 - anvisningarna avser åtgärder till skydd mot brand, explosion, förgiftnings- eller annan hälsofara eller besvär vid arbete med lösningsmedel. Anvisningarna gäller både lösningsmedel som utgör råvara, tekniska produkter o d och lösningsmedel som utgör del av produkt.

4. Anvisningar 127 Epoxiprodukter, maj 1978
AFS 1979:7 Epoxiprodukter, 26 nov 1979 (ändr)
 - föreskrifterna och anvisningarna avser åtgärder för att motverka uppkomst av hudirritation, allergiskt kontakteksem eller annan ohälsa vid användning av epoxiprodukter på tillfälliga arbetsplatser.

5. AFS 1980:11 Åtgärder mot luftföroreningar, 19 aug 1980
 - föreskrifterna gäller all verksamhet där luftförorening i form av damm, rök, dimma, gas eller ånga kan förekomma.

6. AFS 1980:13 Minderåriga i arbetslivet, 19 aug 1980
AFS 1982:16 Minderåriga i arbetslivet, 29 okt 1982 (ändr)
 - föreskrifterna gäller arbete som utförs av dem som inte fyllt 18 år.

7. AFS 1981:6 Isocyanater, 19 febr 1981
AFS 1981:2 Isocyanater, 10 dec 1981 (ändr)
 - föreskrifterna gäller för all verksamhet, där isocyanater framställs, används eller på annat sätt hanteras.

8. Anvisningar nr 45:0 Personlig skyddsutrustning
Allm anvisningar, juni 1961
rev 1971

- anv avser personlig skyddsutrustning som av arbetstagare bärs under arbetet som skydd mot ohälsa eller olycksfall.

9. Anvisning nr 45:1 Personlig skyddsutrustning
Huvudskydd, juni 1961

- anvisningen gäller skyddshjälm och härskydd..

10. Anvisning nr 45:2 Personlig skyddsutrustning
Hörselskydd, juni 1961 rev 1972

- anvisningen avser öronproppar och kåpa eller hjälm.

11. Anvisning nr 45:3 Personlig skyddsutrustning
Öronskydd, juni 1966

- anvisningen avser skyddsglasögon, skärm som bärs på huvudet eller hålles med handen samt huva som omsluter huvud, hals och skuldror.

12. Anvisning nr 45:4 Personlig skyddsutrustning
Ändringsskydd, mars 1967

- anvisningen avser andningsskydd med filter, andningsskydd med tillförsel av luft från en från bäraren skild luftkälla samt andningsskydd med tillförsel av luft eller syrgas från en av bäraren buren anordning.

13. Anvisning nr 45:5 Personlig skyddsutrustning
Användning av andningsskydd, juni 1975
AFS 1982:2 Personlig skyddsutrustning
Användning av andningsskydd, (ändring)

- anvisningen behandlar frågor om val av andningsskydd, utprovning av ansiktsmask och skötsel m m av andningsskydd.

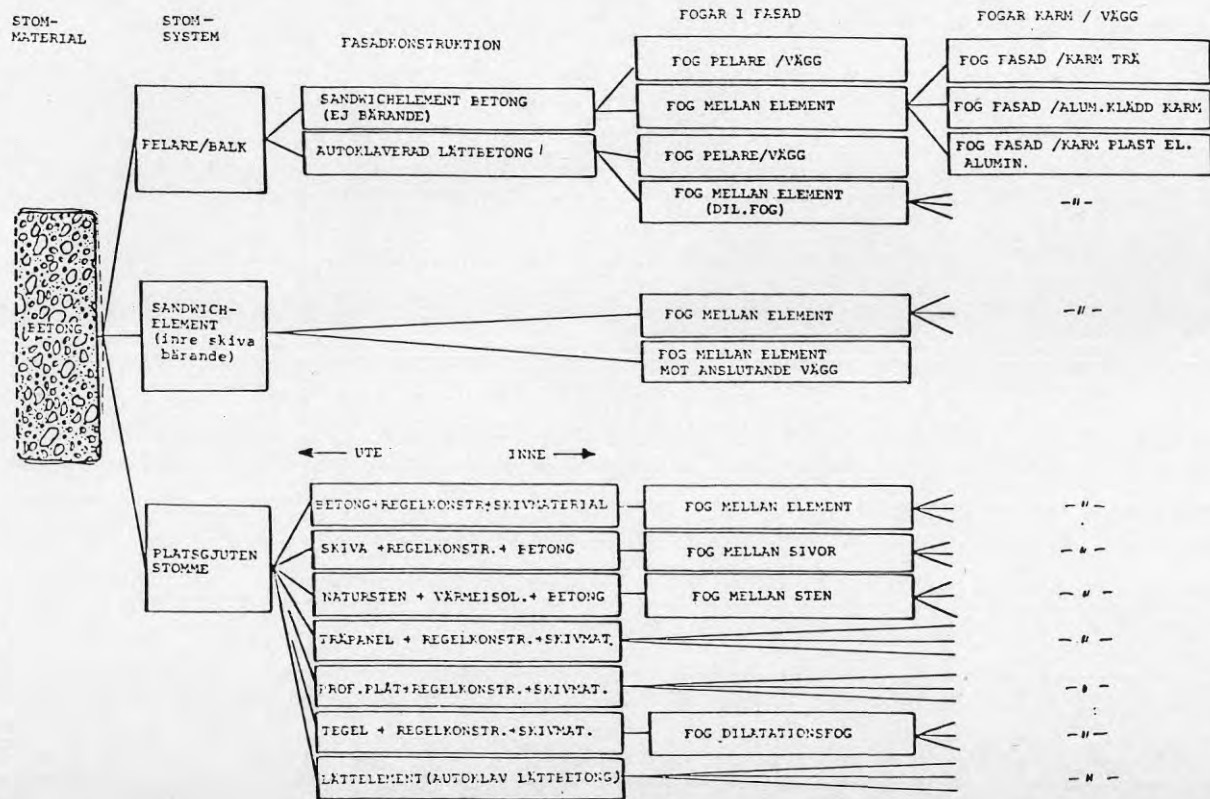
14. Anvisning nr 45:6 Personlig skyddsutrustning
Fot- och benskydd, juni 1966

- anvisningen avser skyddsskodon, damasker och knäskydd.

15. Anvisning nr 45:8 Personlig skyddsutrustning
Säkerhetsbälte med lina, juni 1961
- anvisningen avser lyftbälte i stödbälte och fångbälte.
16. AFS 1982:13 Personlig skyddsutrustning, allm föreskrifter
22 juni 1982
- föreskrifterna gäller särskild utrustning och klädsel till skydd mot ohälsa eller olycksfall
17. AFS 1982:4 Syntetiska oorganiska fibrer, 18 mars 1982
- föreskrifterna gäller all verksamhet där syntetiska oorganiska fibrer eller material, som innehåller mer än fem viktprocent sådana fibrer framställs, används eller på annat sätt hanteras.
18. AFS 1983:6 Arbetsställningar o d arbetsrörelser, 25 mars 1983
- föreskrifterna gäller allmänna bestämmelser om arbetsställningar, arbetsrörelser o d fysisk belastning.
19. AFS 1983:14 Kvarts, 31 maj 1983
AFS 1983:22 Kvarts, 15 dec 1983 (ändr)
- föreskrifterna gäller för all verksamhet där kvarts eller kvartshaltigt material bryts, bearbetas, används eller på annat sätt hanteras.
20. AFS 1984:5 Hygieniska gränsvärden, 7 maj 1984
- föreskrifterna gäller för all verksamhet, där ämnen, som är angivna i författningen eller produkter som innehåller sådana ämnen bildas eller framställs, används eller på annat sätt hanteras. Hygieniska gränsvärden anges som högsta godtagbara genomsnittshalt av ett ämne eller i vissa fall en blandning av ämnen i inandningsluften.
21. AFS 1986:2 Asbest, 23 jan 1986
- föreskrifterna gäller all verksamhet där asbest eller asbesthaltiga material hanteras.

22. AFS 1986:3 Byggnads- och anläggningsarbete, 23 jan 1986
- föreskrifterna gäller på arbetsställe för byggnads- och anläggningsarbete och avser samordningsansvar, planering, anordnande av arbetsställelse m m.
23. Anvisningar nr 32:1 Byggnadsställningar av stålrör, juni 1975
- anvisningarna gäller utförande och förankring av byggnadsställningar av stålrör.
24. Anvisningar nr 32 Bygganvisningar, juni 1972
- anvisningarna gäller skydd mot yrkesfara vid byggnadsarbete.
25. Anvisningar nr 101 Personlyft med truck, sept 1974
- anvisningarna gäller skyddsåtgärder vid lyft av personer med hjälp av gaffeltruck.
26. Anvisningar nr 114 Radiostyrda lyftinrättningar, nov 1976
- anvisningarna gäller utförande, kontroll och användning av radiostyrda lyftinrättningar.
27. AFS 1985:15 Stegar och arbetsbockar, 28 nov 1985
- föreskrifterna gäller bärbara stegar och arbetsbockar. De gäller inte stegar som är fast monterade eller som förflyttas med hjälp av hjulförsett underrede.
28. AFS 1985:17 Farliga ämnen, 20 dec 1985
- föreskrifterna gäller sådana farliga ämnen som genom kemiska eller fysikaliska - kemiska egenskaper kan föranleda ohälsa eller olycksfall.

29. AFS 1984:2 Bultpistoler, 24 febr 1984
- föreskrifterna gäller handhållna bultpistoler för manuell manövrering.
30. AFS 1983:5 Personlyft med kranar, 25 mars 1983
- föreskrifterna gäller lyft av personer med kranar och andra lyftinrättningar.
31. Anvisningar 58 Bygghissar o d byggkranar, jan 1968
- anvisningarna gäller utförande, användning, besiktning och tillsyn av lyftanordningar och lyftredskap för byggnads- och anläggningsarbete.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850313-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Avdelningen
för byggnadskonstruktion, Chalmers Tekniska Högskola,
Göteborg**

R41: 1988

ISBN 91-540-4898-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708041

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

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

Cirka pris: 66 kr exkl moms