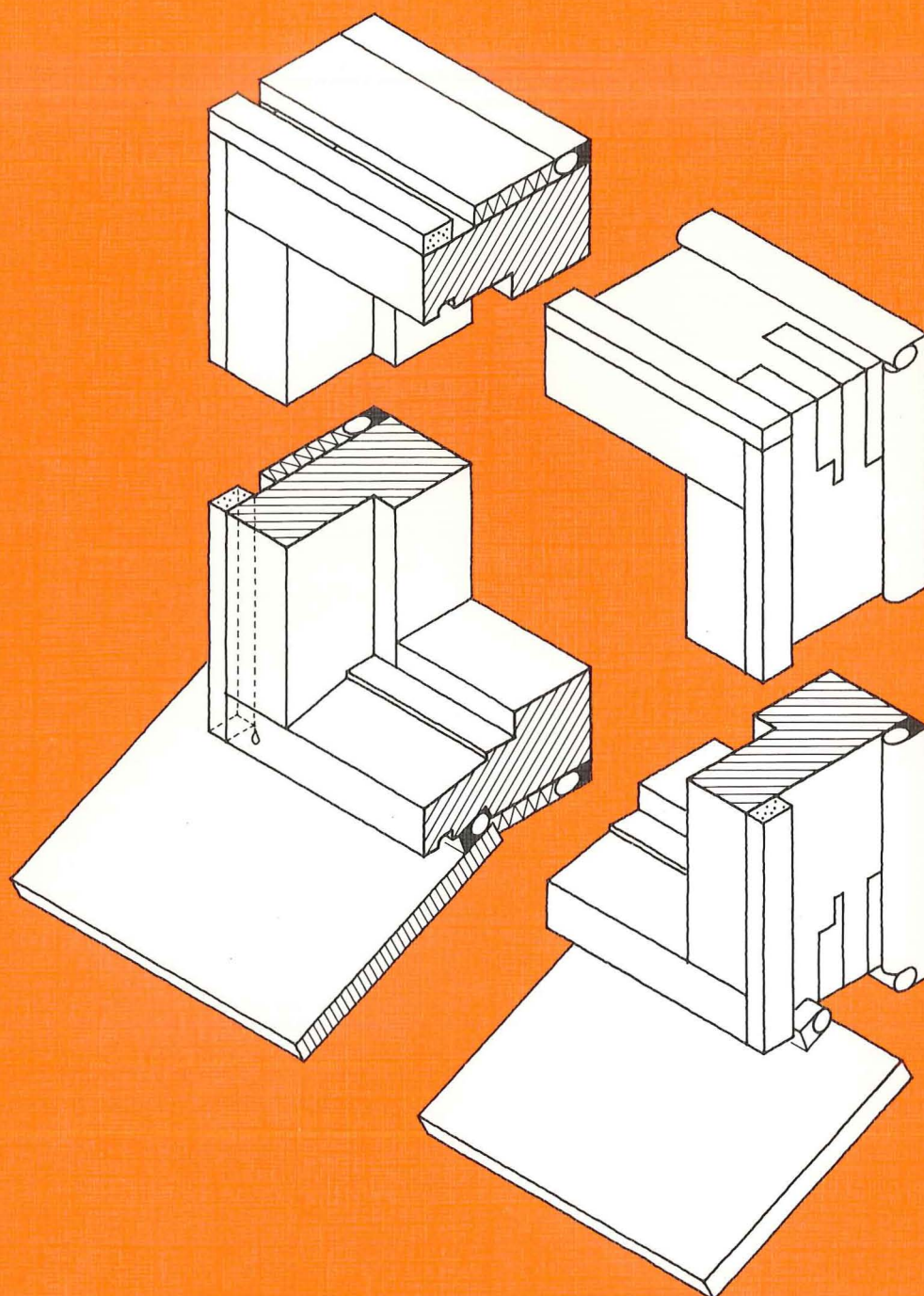


Facadefuger

Udformning og materialer



SBI-ANVISNING 177 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1993



FACADEFUGER

Udformning og materialer

HANS ZACHARIASSEN

ANTHON BRANDT

ALICE KJÆR

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

- 6 JUNI 2006



Den her foreliggende SBI-anvisning 177 »Facadefuger. Udformning og materialer« erstatter SBI-anvisning 108 »Fugemasser og facadefuger«, som udkom i 2. udgave i 1983. Siden da er der imidlertid sket en betydelig udvikling, især hvad angår fugemasser. I publikationen omtales det nyeste klassifikationssystem for fugemasser og de hertil knyttede prøvningsmetoder, hvoraf de første vil foreligge som DS/EN-metoder i foråret 1993. Hvad angår selve principperne for fugeudformning er synspunkterne i den tidligere anvisning fastholdt, idet det stadig fremhæves, at totrins fuger bør foretrækkes frem for ettrins fuger. I anvisningen er der især gjort rede for fugeudformning og valg af fugematerialer i forbindelse med indbygning af vinduer, idet dette emne erfaringsmæssigt har givet anledning til fejltagelser. Hele vejen gennem anvisningens tilblivelse har der været holdt nær kontakt med Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd (FSO), som på væsentlige områder har givet værdifulde oplysninger. Også enkeltmedlemmer af FSO har bidraget med værdifuld information. SBI ønsker hermed at takke alle ovennævnte, som i betydelig grad har været med til at præge indholdet af den foreliggende anvisning. Endelig skal nævnes, at forfatterne har hentet specialviden hos flere SBI-medarbejdere, heriblandt seniorforsker Peter A. Nielsen og nu afdøde civilingeniør Jørgen Kristensen.	Facadefuger 3
	Fugetyper 4
	Fugematerialer og fugeudformning 6
	Fugekryds mellem lagdelte facadekomponenter af beton 8
	Indbygning af vinduer i velisolerede, lagdelte ydervægge 9
	Eksempler på fuger omkring vinduer 10
	Indbygning af nye vinduer i gamle vinduesåbninger med lysningspaneler 12
	Fugebevægelser 13
	Nye fugemasseklasser på vej 16
	Alment om fugemasser og fugemassefuger 17
	Fugemassestyper 18
	Oversigt over de mest anvendte fugemassestyper til bygningsbrug 19
	Fugemasser – emballageformer og redskaber 20
	Udførelse af fugemassefuger 21
	Fugemasser og arbejdsmiljø 24
	Fugemasser og indeklimate 25
	Prøvning og deklarering af fugemasser 26
	Standarder 27
	Litteratur 28
	SBI-publikationer med tilknytning til emnet komponentbyggeri 29
	Summary 30

Statens Byggeforskningsinstitut, februar 1993
Afdelingen for Materialer og Konstruktioner
Georg Christensen

Tilrettelægning, omslag og illustrationer:
Inger og Hans Zachariassen, arkitekter.

ISBN 87-563-0821-3. ISSN 0106-6757.
Pris: Kr. 125,00 inkl. 25 pct. moms.
Oplag: 2500.
Tryk: Dyva Bogtryk, Glostrup.

Statens Byggeforskningsinstitut,
Postboks 119, 2970 Hørsholm. Telefon 42 86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelse: SBI-anvisning 177: Facadefuger. Udformning og materialer. 1993.

SBI-anvisninger er forskningsresultater bearbejdet til brug ved planlægning, projektering, udførelse, drift og vedligeholdelse af bygninger og bebyggelser.

SBI-publikationer udgives i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Byplanlægning og Beton. Publikationerne fås gennem boghandelen eller ved at tegne et SBI-abonnement. Institutets årsberetning og publikationskatalog er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement er en rabatordning med mange fordele for dem, der vil sikre sig løbende orientering om væsentlige udgivelser inden for byggeforskningsområdet. Ring til SBI og hør nærmere.

En facadefuge er samlingen *mellem* to eller flere byggekomponenter i en bygnings facade (se figur 1) eller samlingen *omkring* en byggekomponent, fx et vindue, indbygget i en facadekomponent eller i en mere traditionelt opbygget ydervæg (se figur 1 og 2).

Krav til facadefuger

Facadefugen danner adskillelse mellem ude og inde – på samme måde som den øvrige ydervæg – og vil således blive påvirket både af vejrliget og af indeklimaet. Fugen skal derfor opbygges på en sådan måde, at den så vidt muligt yder den samme beskyttelse mod udeklimaet (varme, kulde, vind, vand, lyd, partikler m.v.) som de komponenter og bygningsdele, der indgår i ydervæggen. Den skal tillige udformes således, at fugtig indeluft hindres i at trænge ud i fugen. Facadefugen skal herudover kunne optage målafvigelses fra facadekomponenternes tilvirkning og montering, ligesom den skal kunne optage de færdigmonterede komponenters bevægelser som følge af temperatur- og fugtændringer.

Fugen skal være enkel at udføre, og den skal udgøre en æstetisk tilfredsstillende forbindelse mellem samme eller forskellige materialer. Den skal fungere problemfrit gennem mange år, dvs. have en lang levetid, og den skal være let at reparere og udskifte.

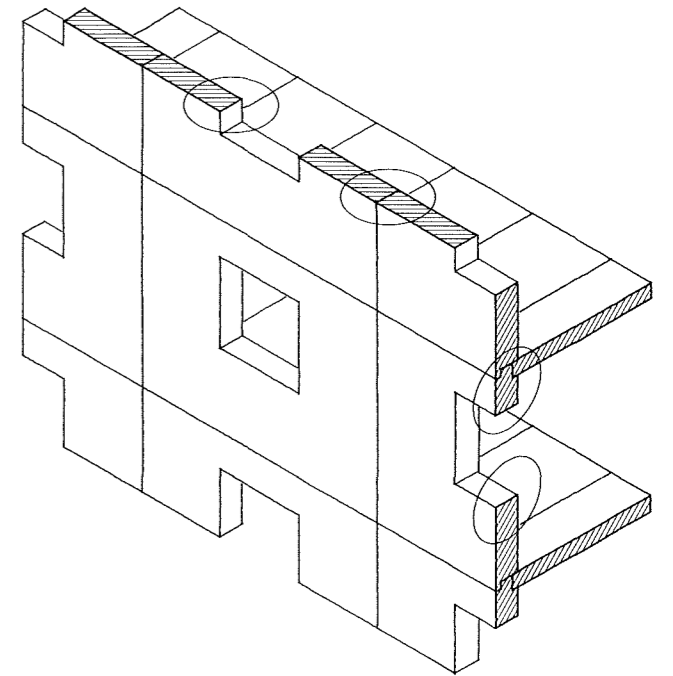
En stor del af ovennævnte krav retter sig især mod fugens udvendige del, som dels kan være påvirket af sol og slagregn (facader mod syd og vest er særlig udsatte), dels er udsat for større og hyppigere fugebevægelser på grund af temperatur- og fugtvariationer end fugens indvendige del. Det betyder, at der må regnes med en kortere levetid for fugens udvendige del end for den indvendige, og det er derfor særlig vigtigt, at fugens udvendige del er nem at udskifte.

Hvilke facadefuger omtales?

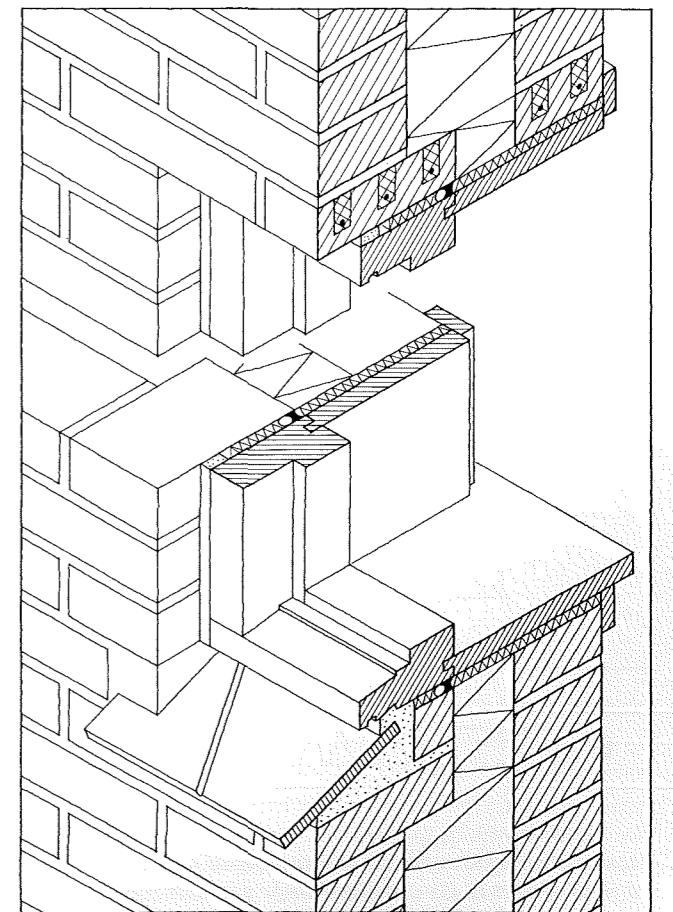
Ved udvælgelsen af eksempler på facadefuger til anvisningen er hovedvægten lagt på fuger omkring vinduer indbygget i velisolerede, tunge ydervægge. Dette skyldes, at der er særlig mange *målmæssige* hensyn at tage, når en almindelig, forholdsvis spinkel vindueskarm med en dybde på 115–120 mm skal indbygges i et vindueshul i en lagdelt, tung ydervæg, der ofte har en tykkelse på 340–410 mm, og hvor isoleringslaget i væggen *altid* er ført frem til vinduesfalsene – om end med nedsat tykkelse – for at undgå kuldebroer. Se figur 2 samt side 9–11.

Fugekryds i facader – fx i betonkomponentbyggeri – rummer et særligt tætningsproblem i sammenskæringen mellem den lodrette og den vandrette fuge, se figurerne på side 8.

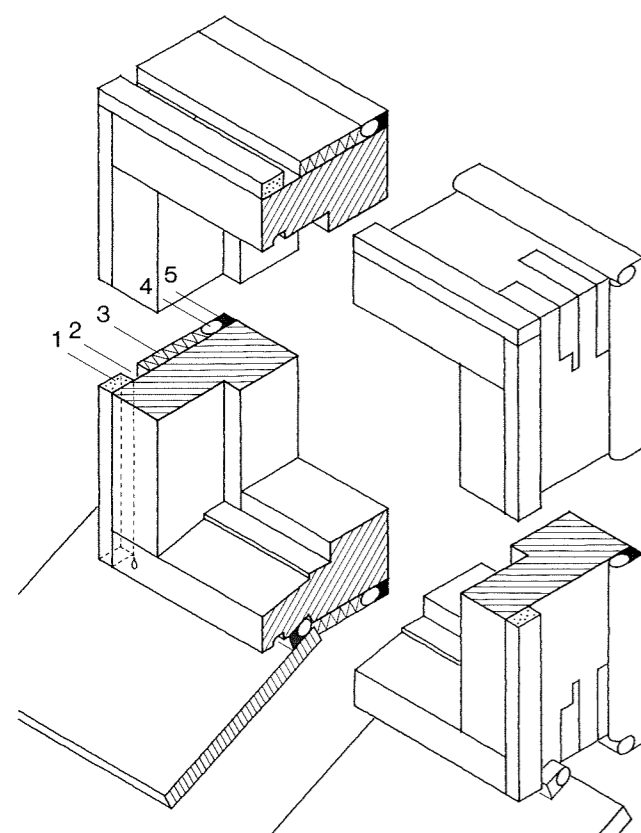
På de følgende 4 sider redegøres der dels for de to hovedprincipper for tætning af facadefuger mod regn og vind: *ettrins tætning* og *totrins tætning*, dels for hvilke muligheder, der er for valg af fugetætningsmateriale og fugeudformning.



Figur 1. Udsnit af facade og to dæk fra en bygning opført af lagdelte facadekomponenter af beton og hule dækkomponenter af beton. På udsnittet er markeret de samlingsdetaljer fra betonkomponentbyggeri, der er behandlet i anvisningen: Se side 8 om fuger mellem facadekomponenter indbyrdes og side 10, eksempel 1, om fuger omkring vinduer.



Figur 2. I murede eller skalmurede ydervægge er de vigtigste samlinger fugerne omkring vinduer og yderdøre.



Figur 3. Totrins fuger mellem vindueskarm og vinduesfalse: 1) Regnskærm yderst i fugen, 2) Trykudligningskammer med afløb til det fri ved underkarm, 3) Stopning med mineraluld, 4) Bundstopliste, 5) Vindtæt fugemassefuge.

Udformning og tætning af facadefuger

Facadefuger skal udformes og tætnes på en sådan måde, at regnvand og vind ikke kan trænge gennem fugen, og sådan, at regnvand, som eventuelt er trængt ind i fugen, hurtigt ledes ud i det fri igen.

Der er sædvanligvis forskel på lufttrykket i det fri og lufttrykket inde i en bygning, dvs. at der sker et trykfald over ydervæggen. Det er især vindbelastningen på ydervæggen, der er afgørende for, hvor stor lufttrykforskellen bliver. Trykforskellen søges udlignet i trykfaldets retning, hvor begrænsningsfladernes tæthed er mindst, fx gennem utætte fuger.

Trykforskellen mellem ude og inde samt utætheder i fuger er de væsentligste årsager til regn- og vindgennemgang i ydervægge og derfor afgørende for, hvordan facadefuger skal udformes for at opnå tæthed mod regn og vind.

Totrins tætning (totrins fuger)

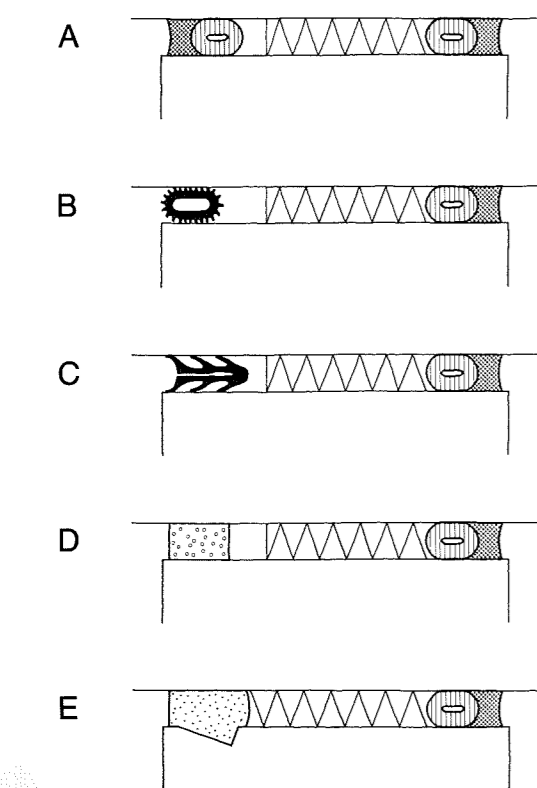
Totrins tætnings princip består i at placere regntætning og vindtætning i to adskilte lag med et trykudligningskammer og en varmeisolerende stopning imellem, se figur 3 og 4.

Yderst i fugen anbringes en regnskærm, som ikke behøver at være vindtæt. Den behøver heller ikke at være fuldstændig regntæt, idet den kun skal afvise hovedparten af den regn, der rammer fugens yderside. Herefter følger trykudligningskammeret, der via utætheder i regnskærmen samt åbninger ved underside af underkarm, se figur 3, står i forbindelse med det fri. Lufttrykket i kammeret vil derfor stort set svare til lufttrykket i det fri. Herved opnås, at de små regnmængder, der måtte trænge igennem regnskærmene ved sidekarme, vil drive ned ad bagsiden af regnskærmen og ud i det fri foran den tilbagerykkede fuger ved underkarmens underside. Bag trykudligningskammeret er der stoppet med mineraluld og inderst i fugen afsluttes med en vindtætning, som normalt består af et bundstop og en vind- og diffusionstæt fugemassefuge anbragt i samme plan karmen rundt.

Ettrins tætning (ettrins fuger)

Ved anvendelse af en ettrins tætning søges der opnået tæthed mod regn og vind ved hjælp af kun ét tætnende lag, sædvanligvis placeret nær facadeflugten, og ofte bestående af blot et enkelt materiale, se figur 5 og 6.

Ved ettrins tætninger sker hele trykfaldet som følge af vindtryk i reglen over fugematerialet, og hvis dette ikke er absolut tæt, vil luft og vand passere igennem. Der må derfor stilles meget store krav til materialer og komponenter, der påtænkes anvendt til ettrins tætninger. Fugematerialet skal i sig selv være tæt over for påvirkninger fra regn og vind, og det samme gælder for dets samlingsflader med de tilstødende komponenter. Materialet skal yderligere være i stand til at optage de tilstødende komponenters bevægelser, uden at tætheden nedsættes. Materialet skal endelig kunne bevare



Figur 4. Fem eksempler på udformning af totrins fugen vist på figur 3. Der er anvendt forskellige regnskærme: A) Fugemassefuge og bundstopliste, B) Rundt gummiprofil, C) Flerfløjet gummiprofil, D) Forkomprimeret, imprægneret fugebånd, E) Mørtelfuge.

sine egenskaber i mange år, selv om det udsættes for vejrligets påvirkninger, herunder ultraviolet bestråling.

En traditionel udførelse af en ettrins tætning har været mørtelfugen omkring vinduer indbygget i murværk af tegl, se figur 6H. Denne løsning har næppe levet op til de krav, der er nævnt ovenfor, men har alligevel fungeret nogenlunde tilfredsstillende, fordi indtrængende vand hurtigt har kunnet diffundere ud igen enten gennem fugemørtlen eller gennem det tilstødende murværk. I visse tilfælde har anvendelsen af lysningspaneler formentlig også haft en vis vindtætnende virkning, således at kun en del af trykfaldet er sket over mørtelfugen, dvs. at den traditionelle løsning delvis har virket som en totrins tætning.

Ved ettrins tætninger udført med fugemasse, er det et problem, at disse fuger er diffusionstætte. Det vand, der måtte trænge ind i en fugemassefuge, fx fordi adhæsionen mellem fugematerialet og de tilstødende komponenter svigter, kan derfor kun ledes bort gennem disse komponenter. Murværk af tegl kan i et vist omfang opsuge og bortlede indtrængende vand, men det kan vægge af fx beton ikke i samme udstrækning. *Ettrins tætning med fugemasse bør derfor aldrig anvendes ved vinduer af træ indbygget i facader af beton.*

Et særligt problem ved alle ettrins tætninger er, at tæthed mod vind kun kan opnås, såfremt tætningen ligger i samme plan vinduet rundt, se figur 5. Ettrins tætning forhindrer derfor, at bundfugen ved et vindue trækkes så meget tilbage fra karmydside, at dryprillen i underkarmens underside bliver frilagt.

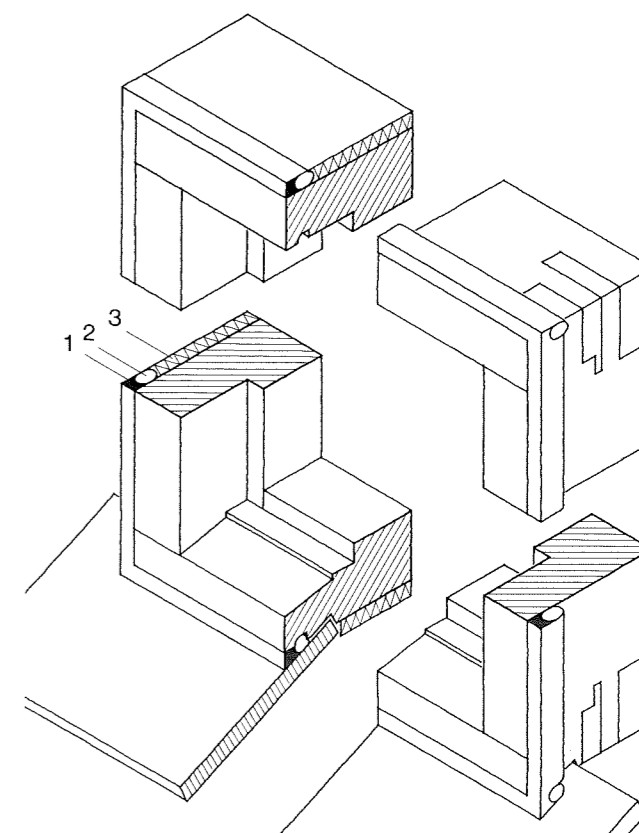
Ettrins fuger bør kun anvendes omkring vinduer af træ under forudsætning af:

- at det drejer sig om renovering eller udskiftning af vinduer,
 - at vinduerne er indbygget i murværk af tegl med gode kapillarsugende egenskaber,
 - at vinduerne sidder mindst 45–50 mm bag facadeflugten,
 - at anvendelse af totrins fuger er vanskeliggjort eller umuliggjort af lysningspaneler ved karminderside.
- Ettrins tætning med fugemasse bør kun anvendes i forbindelse med vakuumimprægnerede karme (vinduer).

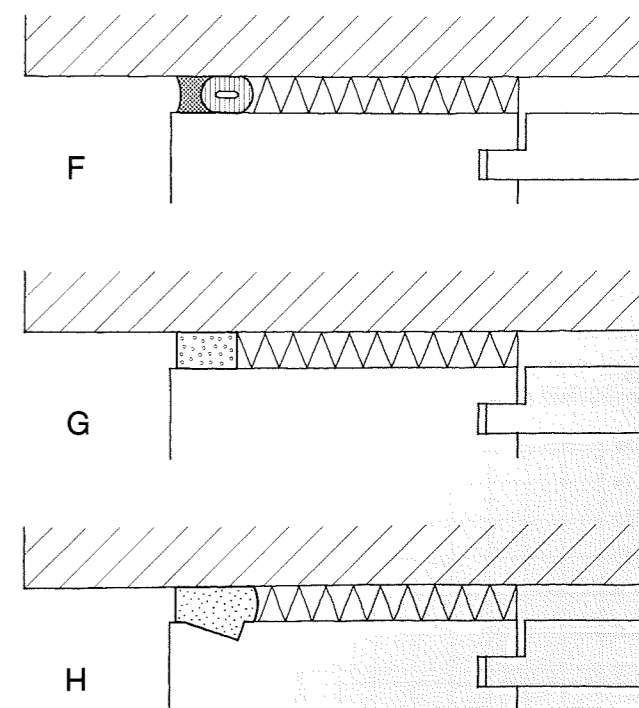
Tolags fuger

En tolags fuger består af to tætnende lag med en varmeisolerende stopning imellem, se side 11, eksempel 4. I hvert af de to lag ligger tætningen i samme plan vinduet/komponenten rundt. Så længe det yderste lag er regn- og vindtæt, fungerer fugen som en ettrins tætning, og det inderste lag tjener alene til at hindre fugtig indeluft i at trænge ud i fugen.

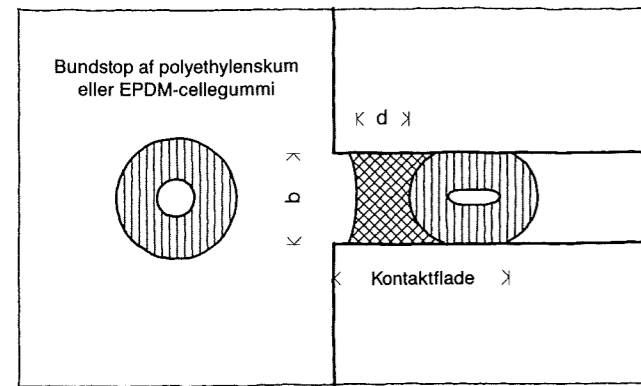
Når/hvis det yderste lag bliver utæt, træder det inderste lag i funktion som vindtætning. Men da der ikke er drænet og ventileret bag det yderste lag, ændrer fugen sig til en dårlig udgave af en totrins tætning.



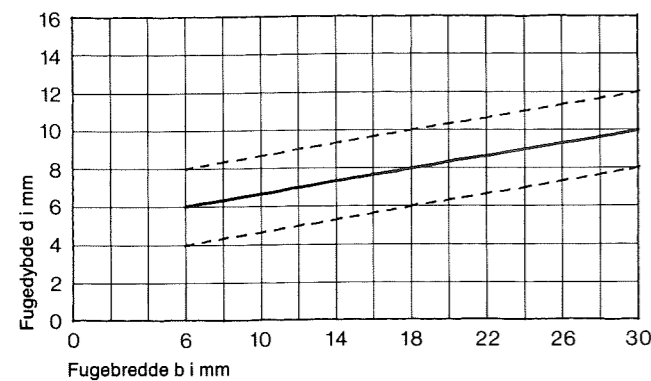
Figur 5. Ettrins fuger mellem vindueskarm og vinduesfalse: 1) Regn- og vindtætnende fugemassefuge placeret ved karmydside vinduet rundt, 2) Bundstopliste, 3) Stopning med mineraluld.



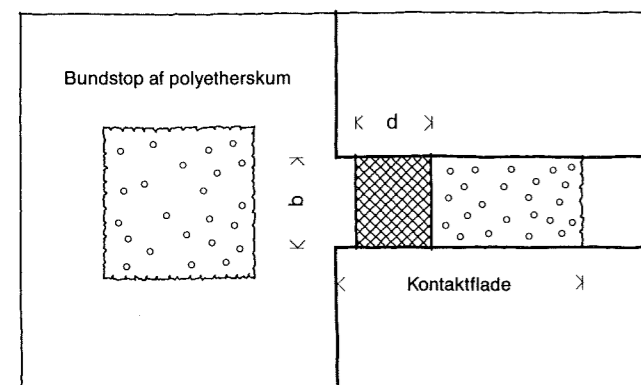
Figur 6. Tre eksempler på udformning af ettrins fugen vist på figur 5. Som tætningsmateriale yderst i fugen er anvendt: F) Fugemassefuge og bundstopliste, G) Forkomprimeret, imprægneret fugebånd, H) Mørtelfuge. *Ettrins fuger bør kun anvendes under bestemte forudsætninger, som er anført i tekstspalten til venstre herfor.*



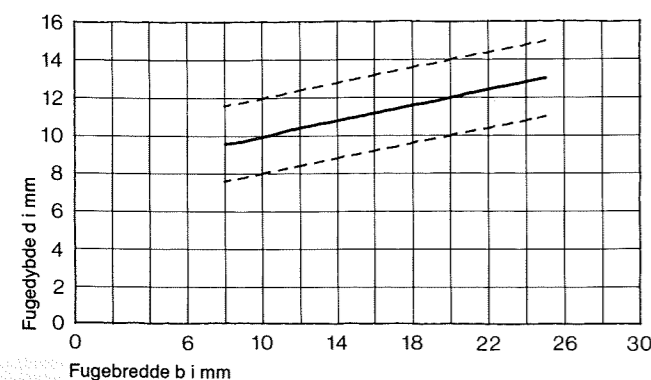
Figur 7. Tværsnit i fuge tætnet med højelastisk, elastisk eller overvejende elastisk (elastoplastisk) fugemasse.



Figur 8. Forholdet mellem fugebredde og fugedybde ved fuger tætnet med fugemasse af elastisk karakter, jævnfør figur 7. De punkterede linier angiver de tilladte afvigelser.



Figur 9. Tværsnit i fuge tætnet med overvejende plastisk (plastoelastisk) eller plastisk fugemasse.



Figur 10. Forholdet mellem fugebredde og fugedybde ved fuger tætnet med fugemasse af plastisk karakter, jævnfør figur 9. De punkterede linier angiver de tilladte afvigelser.

Bundstop i fuger tætnet med fugemasse

I fuger, der ønskes tætnet med fugemasse, skal der indlægges et bundstop, inden fugemassen anbringes i fugen. Bundstopet sikrer, at fugemassestrengen får et hensigtsmæssigt tværsnit, og at den kun hæfter til de to modstående kontaktflader. Der må aldrig forekomme vedhæftning i bunden af fugen, idet tresidig vedhæftning kan medføre, at der opstår langsgående revner i fugemassefugen (kohæsionsbrud). Bundstopet virker endvidere som modhold under påføring og glitning af fugemassen.

Bundstopet indlægges, så det spænder mod fugens sider. Det skal have en sådan hårdhed, at det danner et regelmæssigt og stabilt underlag for fugemassen, men skal dog være blødere end den hærtnede fugemasse.

Det materiale, bundstopet er lavet af, skal være forligneligt med såvel den anvendte fugemasse som det/de materialer, der indgår i kontaktfladerne, således at der ikke sker kemiske reaktioner.

Bundstopet må ikke kunne suge vand, hvorfor de anvendte opskummede materialer så vidt muligt bør have lukkede celler.

Bundstop leveres som lister med cirkulært, rektangulært eller rørformet tværsnit, se figur 7 og 9. Ved variationer i fugebredden kan det være nødvendigt at skifte listedimension undervejs.

Fugemassestrengens tværsnitsdimensioner

Fugebredden kan være fastlagt på grundlag af en beregning af fugebevægelsen, se side 13–15, og et efterfølgende valg af fugemassestype eller på grundlag af erfaringer fra andre byggerier, hvor en bestemt fugeudformning er blevet anvendt. I andre tilfælde kan fugebredden være givet, fx hvor det drejer sig om udskiftning af et nedbrudt fugemateriale.

Fugedybden er afhængig af fugebredden, og af om der anvendes en fugemasse med elastisk karakter eller en fugemasse med plastisk karakter.

For fugemasser med elastisk karakter bestemmes fugedybden ud fra diagrammet i figur 8. Fugemassestrengen skal have et bikonkav tværsnit, som vist på figur 7, hvilket opnås ved at indlægge en bundstopliste af fx polyethylenskum med et cirkulært eller rørformet tværsnit i fugen. Fugedybden d måles på det tyndeste sted, som skal ligge midt for fugebredden. Fugebredden bør aldrig være mindre end 6 mm eller større end 25–30 mm.

For hindedannende fugemasser med plastisk karakter bestemmes fugedybden ud fra diagrammet i figur 10. Fugemassestrengen skal have et kvadratisk eller et rektangulært tværsnit, se figur 9. Fuger udført med disse masser får i løbet af kort tid en overfladehinde, der bremser den videre hærtning; fugerne forbliver derfor plastiske inde i tværsnittet gennem mange år. Der bør anvendes en blød, let deformerbar bundstopliste af fx polyetherskum. Fugebredden bør aldrig være mindre end 8 mm eller større end 20–25 mm.

Materialer til bundstopplister

De mest anvendte materialer til bundstopplister er:

Polyethylenskum. Det opskummede materiale har lukkede celler og overfladehud. Lister i dette materiale fremstilles med cirkulært eller rørformet tværsnit, se figur 7. Listedimensionen vælges således, at listen efter anbringelse i fugen er komprimeret ca. 25%. Der bør altid anvendes lister af en type, der tåler at blive komprimeret uden at give anledning til afgang fra sprængte celler og heraf følgende risiko for blæredannelser i fugemassen. Lister med rørformet tværsnit er erfaringsmæssigt velegnede og kan normalt overfuges umiddelbart efter anbringelsen i fugen, hvorimod massive lister bør afgasse i mindst 24 timer, inden fugning med fugemasse finder sted.

EPDM-cellegummi. Det opskummede materiale har lukkede celler og overfladehud. Lister i dette materiale fremstilles med rørformet tværsnit, er forholdsvis tyndvæggede og kan have riflet eller glat overflade. De større dimensioner har afstivende ribber inden i røret. Lister i dette materiale giver aldrig anledning til afgangsproblemer.

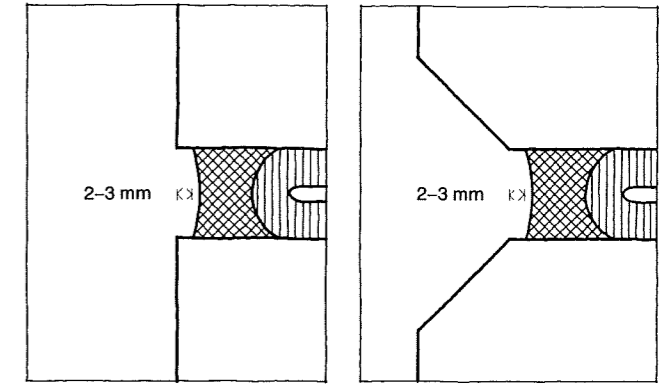
Polyetherskum. Det opskummede materiale har åbne celler og bør derfor normalt kun anvendes i forbindelse med indendørs fuger. Lister i dette materiale fremstilles fortrinsvis med kvadratisk eller rektangulært tværsnit, se figur 9. Listedimensionen vælges således, at listen efter anbringelse i fugen er komprimeret 30–40%. Der bør vælges et materiale med en densitet på mindst 25 kg/m^3 .

Fuger tætnet med profiler af EPDM-gummi

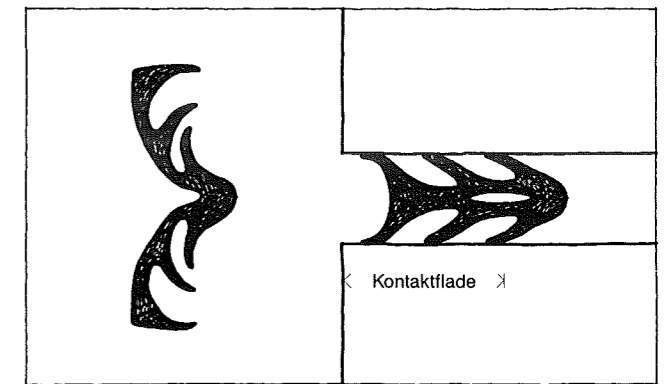
Et flerfliget tætningsprofil af EPDM-gummi er velegnet som regnskærm i en tottrins tætning, se figur 4 og 15. Profilet fås i fire størrelser, der henholdsvis kan tætte fugebredderne 8–13 mm, 13–19 mm, 19–26 mm og 26–34 mm, se figur 13. Det V-formede profil er let at trykke sammen, når det anbringes i fugen, men de modhageformede flige forhindrer, at profilet nemt kan udtages igen. Monteringens foregår hurtigt ved hjælp af et simpelt indsætningsredskab, som desuden sikrer, at profilet bliver placeret i samme dybde overalt. Kontaktfladerne kræver ikke forbehandling, og profilerne kan anbringes i al slags vejr.

Fuger tætnet med forkomprimerede fugebånd

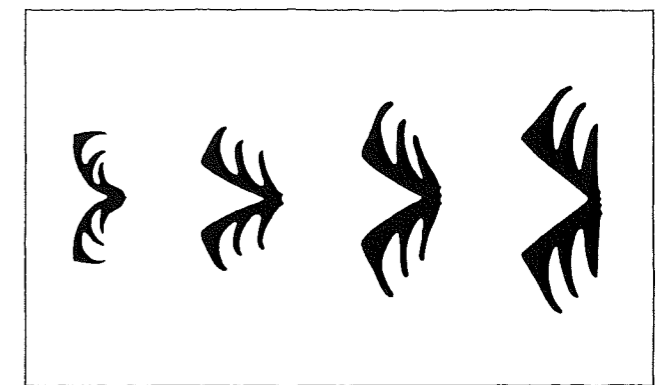
Forkomprimerede, imprægnerede fugebånd må kun anvendes yderst i facadefuger. Et fugebånd er velegnet som regnskærm i en tottrins tætning, se figur 3 og 4 samt eksempel 1 på side 10, eller som yderste lag i en tolags fuge, se eksempel 4 på side 11. Fugebånd fremstilles normalt af polyurethanskum imprægneret med chlorparaffin tilsat syntetisk gummi. Fugebånd leveres forkomprimeret til 1/5 eller 1/7 af båndets oprindelige tykkelse afhængigt af fabrikat. Hvad angår fastlæggelse af bånddimension henvises til leverandørernes anvisninger.



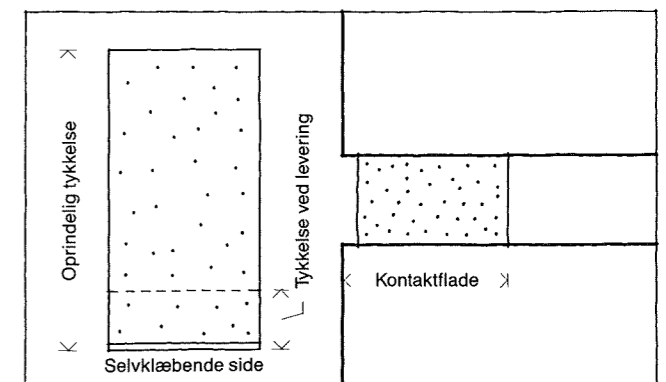
Figur 11. Fugemassefugens forside bør placeres 2–3 mm bag fugeforkanterne, hvorved forurening af kanterne kan undgås.



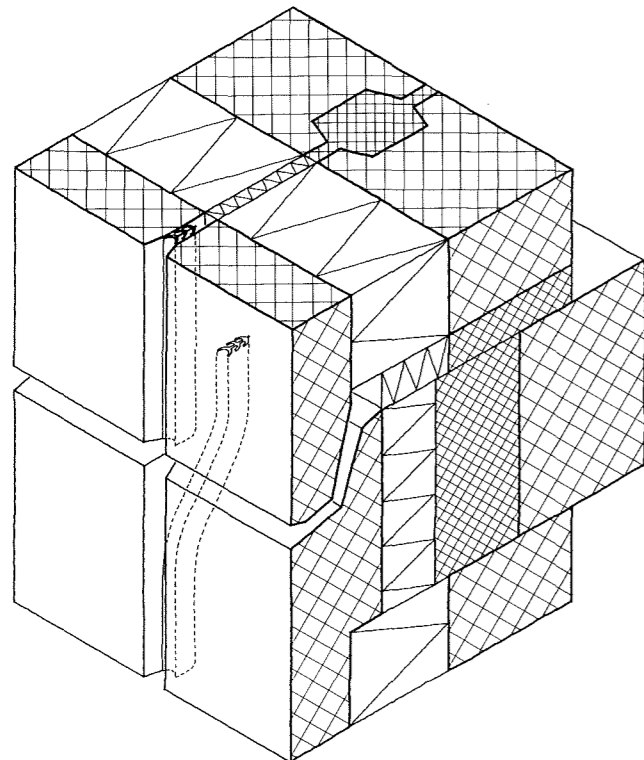
Figur 12. Tværsnit i mål 1:1 i en fuge, hvor der er anvendt flerfliget tætningsprofil af EPDM-gummi som regnskærm.



Figur 13. Flerfligede tætningsprofiler fås i 4 størrelser, hvorved kan tætnes fugebredder fra 8 mm til 34 mm. Mål 1:2.



Figur 14. Tværsnit i fuge tætnet med et forkomprimeret, imprægneret fugebånd, der er selvklebende på én side.

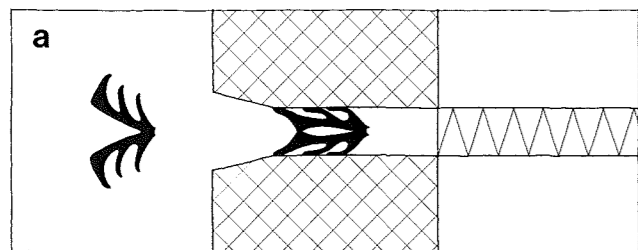


Figur 15. Isometri af samlingen mellem fire lagdelte facadekomponenter af beton ud for dækforkant.

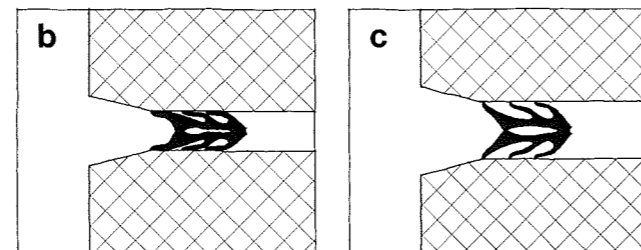
Fugekryds i facader rummer et særligt tætningsproblem i sammenskæringen mellem den lodrette og den vandrette fuge.

Det almindeligst forekommende fugekryds er samlingen mellem fire lagdelte facadekomponenter af beton ud for dækforkant, se figur 15. Tætningen af såvel den lodrette som den vandrette fuge bør altid udføres efter totrins princippet, som her vist.

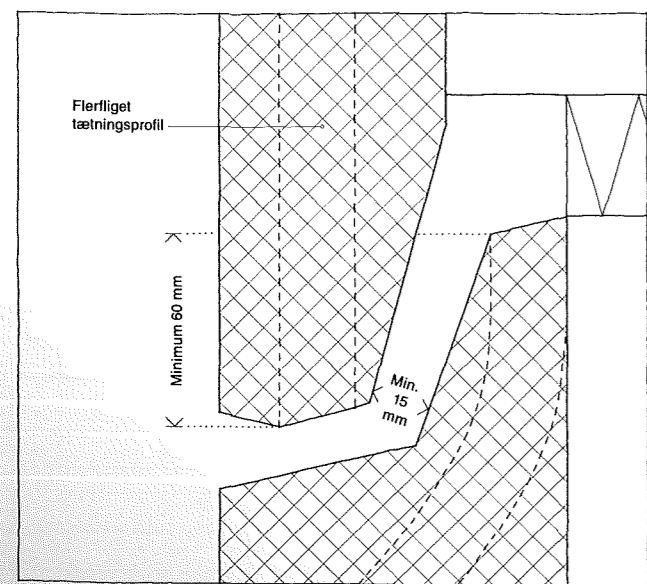
Opbygningen af den lodrette fuge mellem de lagdelte facadekomponenter følger lagene i komponenterne: Yderst i fugen, ud for forpladernes sidekanter, er anbragt et flerfliget tætningsprofil af EPDM-gummi, der fungerer som regnskærm. Profilet holdes på plads ved hjælp af det tryk, det udøver mod kontaktfladerne. Bag ved dette profil er etableret et trykudligningskammer, som sikrer, at eventuelt indtrængende vand bortdrænes til den vandrette fuge. Ud for isoleringslaget i komponenterne er fugen lukket med mineraluld. Inderst i fugen er den kraftoverførende samling mellem bagpladernes sidekanter udstøbt fra oven med en letflydende cementmørtel, der bearbejdes i takt med opfyldningen for at sikre, at udstøbningen bliver komprimeret så omhyggeligt, at den bliver vindtæt.



Figur 16. Vandret snit i mål 1:2,5 i den lodrette fuge mellem to lagdelte facadekomponenter af beton.



Figur 17. Det viste flerfligede tætningsprofil af EPDM-gummi er i stand til at optage fugebevægelser på i alt 6 mm.



Figur 18. Lodret snit i mål 1:2,5 i den vandrette fuge mellem to lagdelte facadekomponenter af beton. Vandafvisningen er opnået ved en simpel overlappning mellem forpladerne.

I den vandrette fuge, se figur 18, er regnskærmsvirkningen opnået ved en simpel overlappning mellem komponenternes forplader. De overlappende flader bør have en hældning på mindst 60° i forhold til vandret, og samlingen bør desuden respektere de på figur 18 anførte minimumsmål. Når den nederste række facadekomponenter og dækkomponenterne er monteret, isoleres den øverste del af forpladen ud for dækforkant, hvorefter mellemrummet armeres og udstøbes i flugt med dækoverside. Inden den øverste række facadekomponenter monteres, udlægges strimler af halvhård mineraluld oven på det førnævnte isoleringslag. Efter monteringen udfyldes den ca. 40 mm høje fuge mellem underkant af komponentbagplade og overside af dæk med en forholdsvis tør cementmørtel. Denne understøtning udføres omhyggeligt, så den kan fungere som vindtætning.

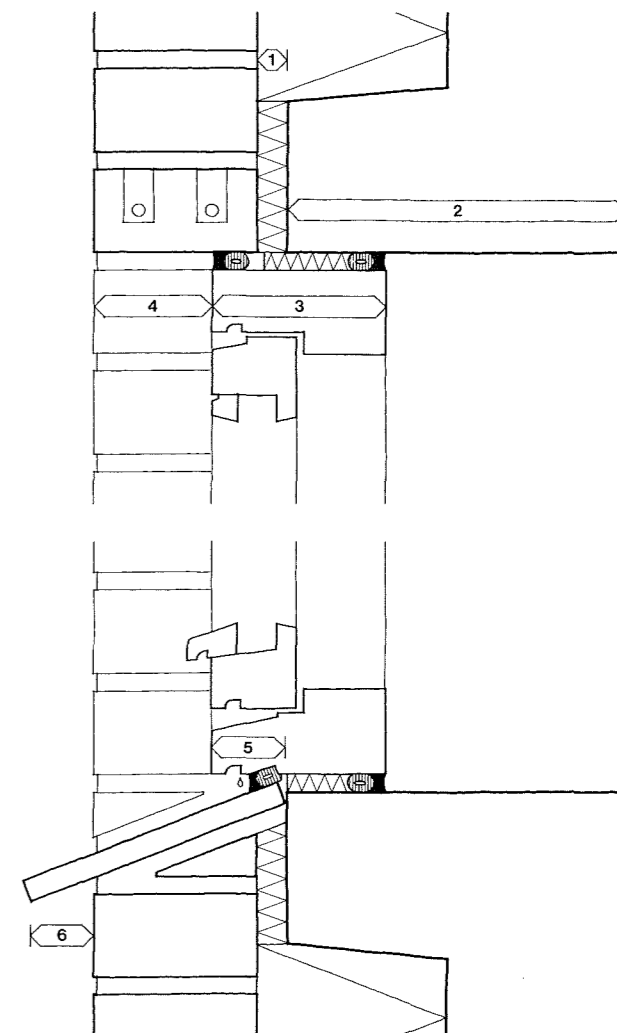
Bemærk på figur 15 og 18, hvorledes det flerfligede tætningsprofil i den lodrette fuge er afbrudt og trukket ind ud for dækforkant, således at der også i fugen dannes en vandstandsende overlappning.

I nutidigt byggeri indbygges vinduer som regel i velisolerede ydervægge, der næsten altid er lagdelte. Tunge ydervægge vil ofte have en tykkelse på 340–410 mm afhængigt af hovedmateriale, konstruktionsprincip, etageantal og krav til isoleringsevne, medens lette, plade- eller bræddebeklædte træ- eller stålskeletydervægge ofte vil have en tykkelse på ca. 250 mm.

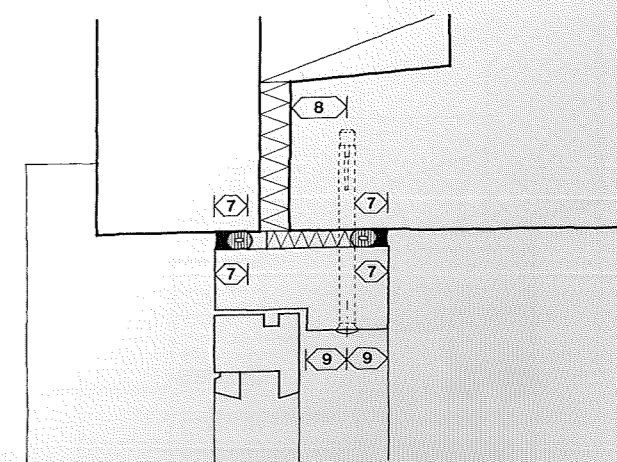
De vinduer, der indbygges i ydervæggene, vil have en beskedne dybde sammenlignet med væggenes tykkelse, og deres placering i forhold til facadeflugten kan derfor varieres inden for vide grænser.

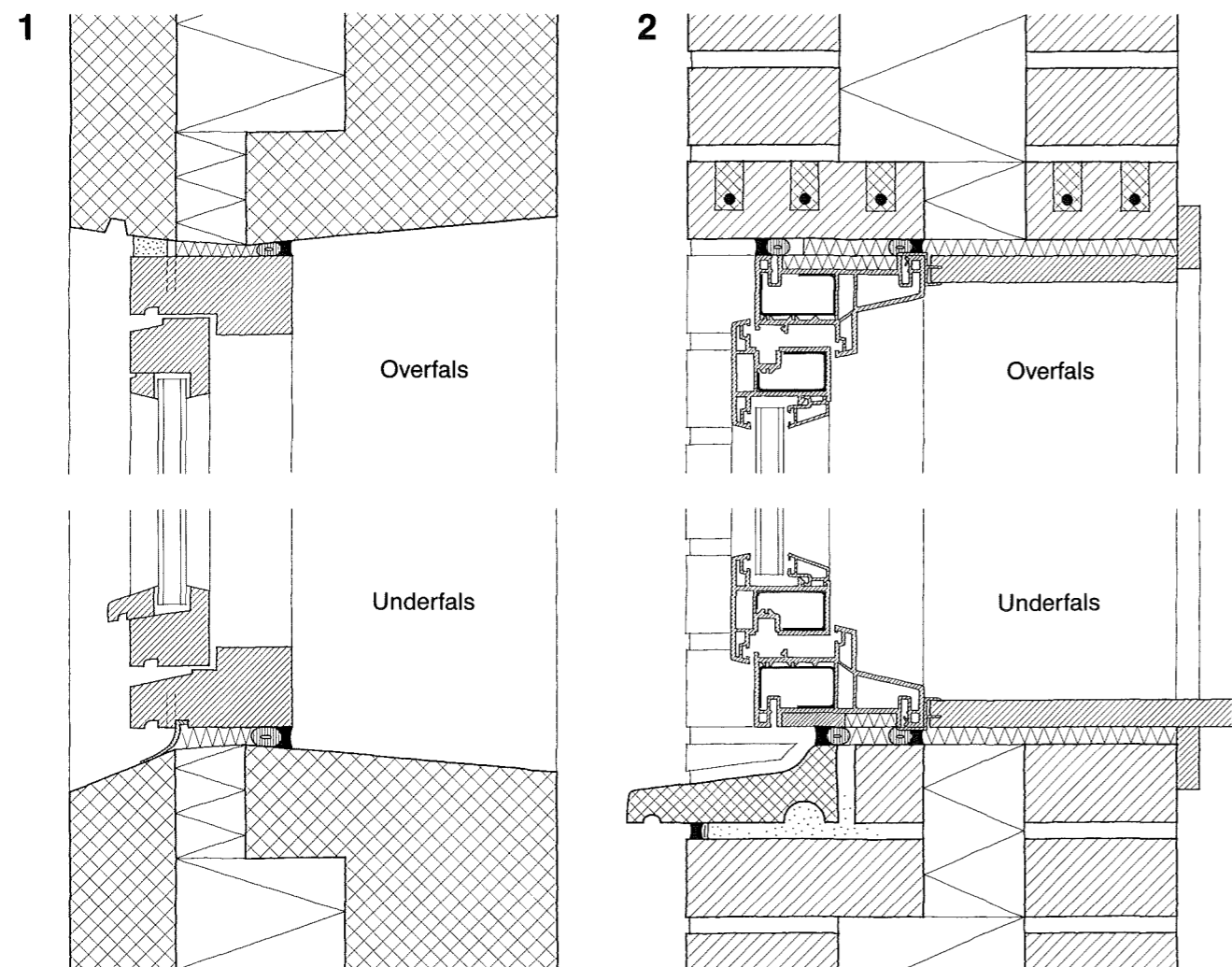
For de tunge ydervægges vedkommende vil isoleringslaget i væggen *altid* blive ført helt frem til vinduesfalsene for at undgå kuldebroer, men tykkelsen vil næsten altid være nedsat lige omkring vinduesåbningen, både af hensyn til vinduets fastgørelse og for at have et fast underlag for fugning omkring vinduet ud- og indvendigt. Indbygning af vinduer i tunge ydervægge rummer derfor særlig mange målmæssige bindinger og hensyn. De vigtigste af disse er beskrevet i det følgende, idet tallet foran hvert tekststykke refererer til det tilsvarende tal anbragt i en målpil på figur 19:

1. Det kuldebrobrydende isoleringslag af fx ekspanderet polystyren skal helst være mindst 30 mm tykt. 10 mm er absolut minimum. Da målafvigelser skal kunne optages på dette sted, er her valgt tilvirkningsmålet 20 ± 5 mm.
2. Vangerne omkring vindueshullet er vist støbt ud i ét med letklinkerbetonkomponenten i bagvæg, hvilket muliggør, at vinduet kan fastgøres til bagvæg, og samtidig overflødiggøres tilsætninger.
3. Karmdybden skal være så stor, at den giver plads til en korrekt udført totrins fuge, dvs. at dybden helst skal være 110–120 mm, jævnfør side 4.
4. Falsdybden. Vinduet bør placeres mindst 45–50 mm bag facadeflugten. Herved opnås en mærkbar beskyttelse mod vejrligets påvirkninger.
5. Indrykning af fuge ved underkarm sikrer, at trykudligningskammeret bliver drænet for regnvand, der måtte trænge ind gennem regnskærmen ved sidekarne.
6. Sålbanken bør have et fremspring på 30–40 mm i forhold til facadeflugten. Summen af målene fastsat under 4–6 er afgørende for valg af sålbank.
7. Kontaktflader for fugning er den del af fugesiderne, der er beregnet til at mødes med fugetætningsmaterialet, og som derfor skal udgøre et fast og plant underlag. Kontaktfladens dybde afhænger dels af det valgte fugemateriale, dels af fugebredden. Hvad angår kontaktfladens dybde ved fugemassefuger af forskellig bredde henvises til figur 28.
8. Fastgørelse af vindueskarm til murfals. Der bør være 35–40 mm fra midte af karmdybel til murværkets eller letklinkerbetonkomponentens frie side for at undgå risiko for flækning/revne.
9. Udseende. Karmdybel med dæknap af plast bør placeres midt for den synlige del af karmsiden.



Figur 19. Lodret snit i over- og underfals samt vandret snit i sidefals i mål 1:5 ved trævindue indbygget i skalmuret ydervæg med rumhøje letklinkerbetonkomponenter i bagmur. Vangerne omkring vindueshullet er støbt ud i ét med bagmuren, hvad der gør dem præcise og stærke og velegnede som underlag for fastgørelse og fugning. De udragende vanger betyder dog, at både fremstilling og transport bliver dyrere end ved den almindelig brugte udførelse, hvor vangerne medleveres som løse stænger, der først pålimes på byggepladsen. Til gengæld forenkles arbejdet på byggepladsen, og efterpudsning af false spares.



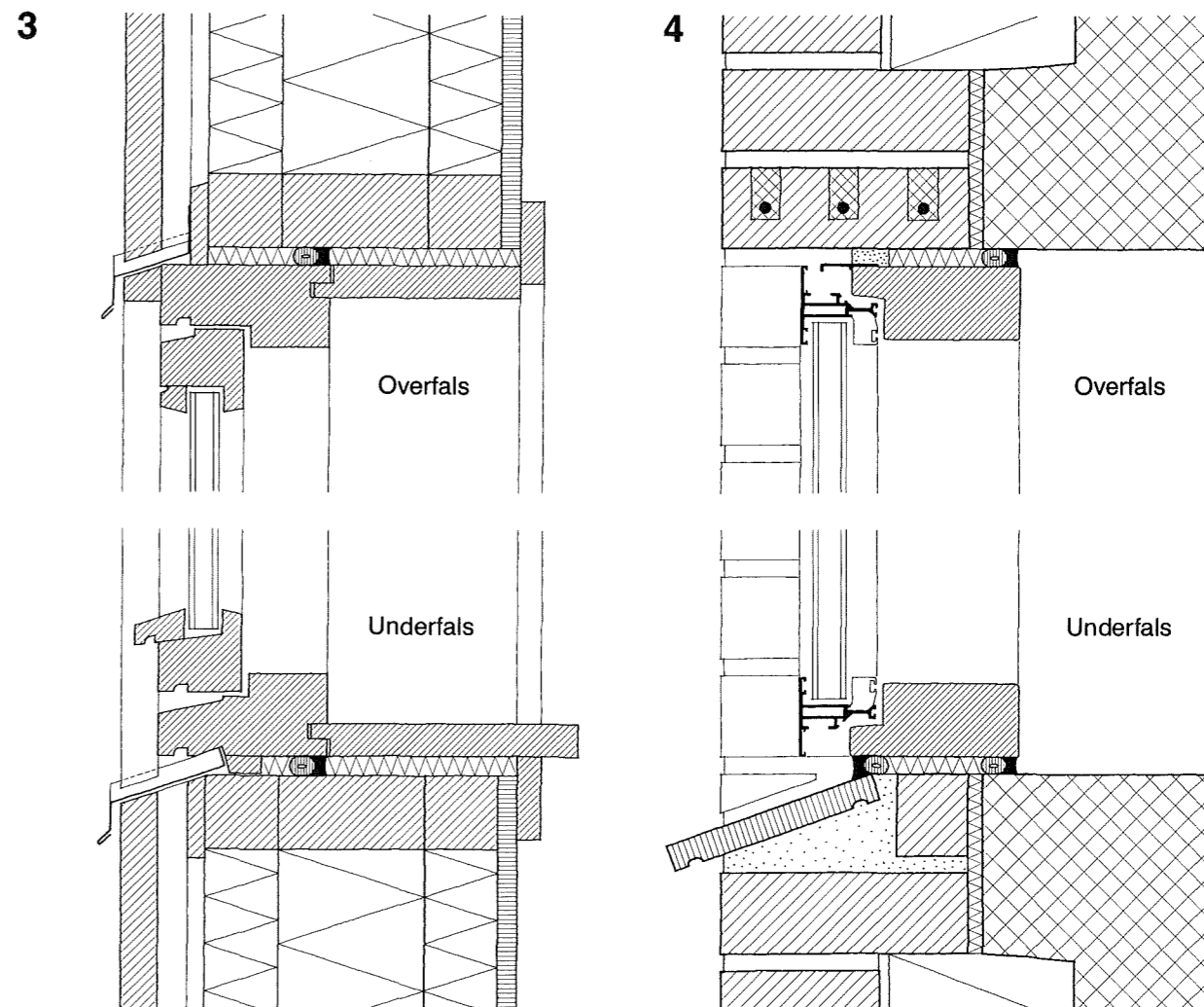
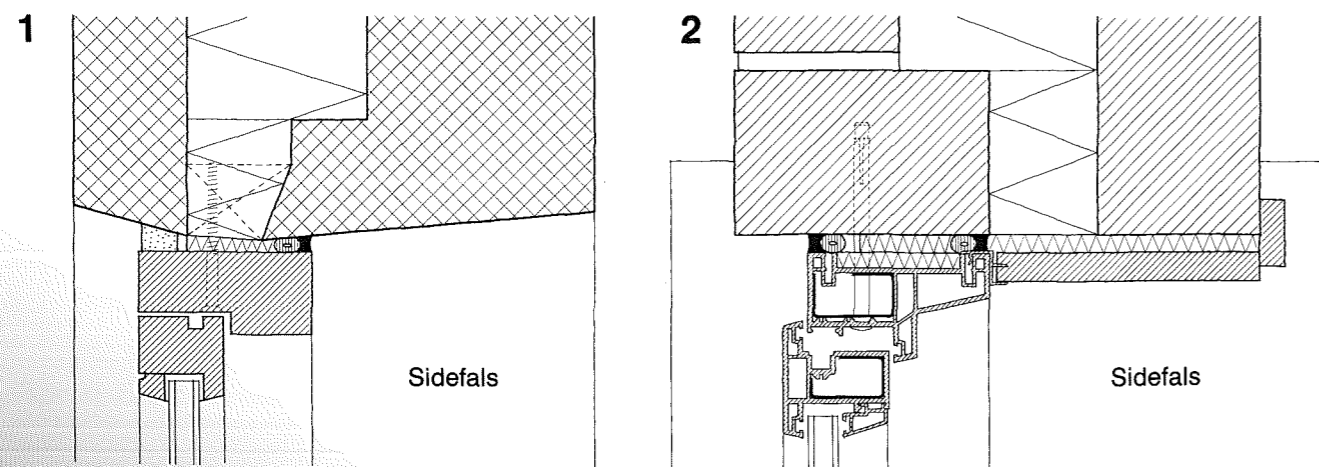


Trævindue i lagdelt facadekomponent af beton

I den lagdelte facadekomponent, der er opbygget af en forplade, et varmeisoleringslag og en bagplade, er der udsparet for et vindue. Alle vindueshullets 4 false er af hensyn til af-formningen udført med smig udad og indad. Isoleringslaget er ført frem til vinduesfalsene i en tykkelse på 50 mm for at undgå kuldebroer. Vinduet er fastgjort til træklodser indstøbt i komponenten. Fugen mellem karm og facadekomponent er udført som en totrins fuge med en regnskærm af ekspanderende fugebånd ved yderside af over- og sidekarme og med en vind- og diffusionstæt fugemassefuge ved karmunderside. Ud-vendigt ved underkarm er anvendt et tætningsprofil af EPDM-gummi fastgjort i not i karmunderside.

Plastvindue i hulmur af tegl

Over vinduet er i formuren anvendt en 168 mm bred tegl-overligger, og også ved sidefals og underfals er formurens tykkelse øget til 168 mm. Herved er opnået gode betingelser for fastgørelse af vinduet, et ensartet godt underlag for fugning mellem karm og murfals samt en sikker understøtning af sålbænken. Isoleringslaget i hulmuren er ført frem til vinduesfalsene i en tykkelse på 70 mm for at undgå kuldebroer og dækkes ved hjælp af vinduesplade og tilsætning. For at give plads til en korrekt udført totrins fuge mellem karm og mur-fals er valgt en 120 mm dyb plastkarm. Det viste fabrikat har en 80 mm bred og 10 mm dyb not i karmens vægside. Denne not foreslås lukket med en strimmel ekspanderet polystyren. (Se i øvrigt kommentaren nederst på side 12)

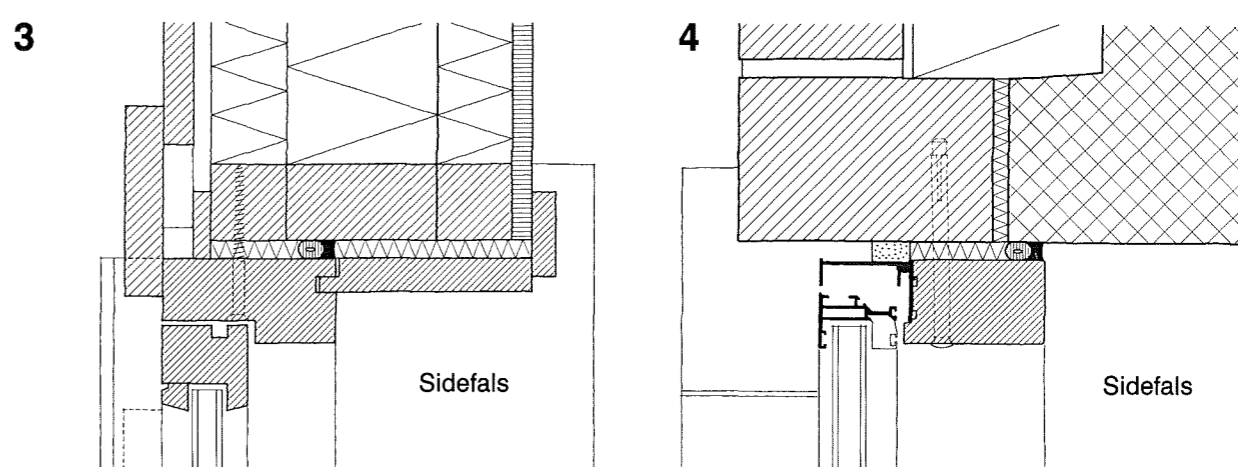


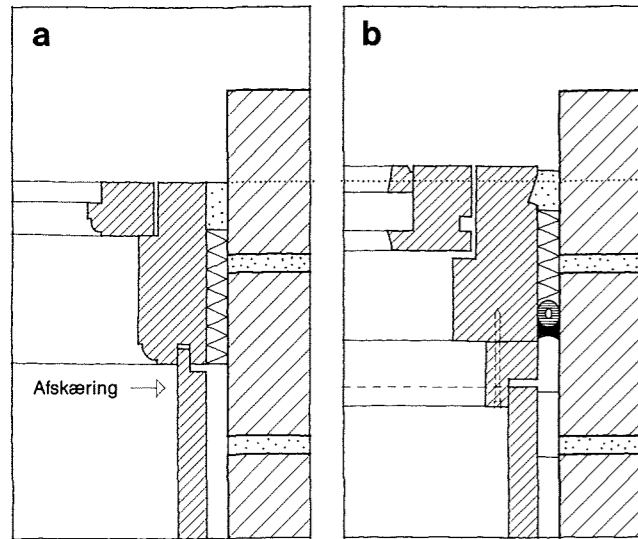
Trævindue i brædebeklædt træskeletydervæg

Træskeletet er opbygget af tre lag: et bærende midterlag med 50 x 100 mm stolper, som på begge sider er forsynet med 50 x 50 mm lægter opsat vandret. Omkring vindueshullet er suppleret med løsholte og lægtestykker for at opnå lukkede false og hermed fastgørelsesmulighed for membraner og beklædninger samt for vindue, tilsætning og smålister. Endvidere er opnået et godt underlag for stopning med mineraluld og fugning med fugemasse mellem vindueskarm og fals. Fugen omkring det færdigindbyggede vindue fungerer som en totrins fuge, hvor den udvendige »en på to« beklædning og metalprofilerne ved over- og underkarm virker som regnskærm, hulrummet bagved som et trykudligningskammer og fugemassefugen inderst som vindtætning.

Træ/alu-vindue i hulmur af tegl og letklinkerbeton

Formurens tykkelse er langs alle vinduesfalsene øget til 168 mm. Herved er opnået gode betingelser for fastgørelse af vinduet samt en sikker understøtning af sålbænken. I den rumhøje letklinkerbetonkomponent (helvæg) i bagmur er vangerne omkring vindueshullet påstøbt fra fabrik og deres placering og bredde er afpasset efter murværket i formuren. Herved dannes 4 gennemgående murfals og dermed et ensartet godt underlag for stopning og fugning mellem karm og fals, og tilsætninger kan undværes. Kuldebroen mellem for- og bagmur er brudt med 10 mm ekspanderet polystyren. Fugen mellem karm og murfals er udformet som en såkaldt tolags fuge og er ikke ventileret og drænet, jævnfør afsnittet om tolags fuger på side 5.





Figur 20. Vandret snit i mål 1:5 i sidefals ved vinduesåbning med lysningspanel, vist før (a) og efter (b) udskiftning af vinduet. I forbindelse med udskiftningen er ettrins tætningen – en mørtelfuge – omkring det gamle vindue her vist ændret til en regulær totrins tætning omkring det nye vindue, hvilket er en sikrere men også en mere kompliceret løsning. Løsningen kræver en betydelig arbejdsindsats og bliver herved væsentlig dyrere end den traditionelle ettrins tætning, som er omtalt på side 4 og vist på figur 5 og 6.

Hvor vinduesåbningerne er forsynede med lysningspaneler, vil det som regel ikke være muligt at udtage de gamle vinduer uden at beskadige feren på panelerne. Den bedste løsning vil derfor ofte være at bortskære feren med en stiksav, inden vinduerne udtages, se figur 20a.

For at undgå, at lysningspanelerne forskubbes under det videre arbejde, anbefales det at anbringe underlagsklodser mellem panelernes bagside og murfalsene og at fastgøre panelerne til murværket med skrue eller karmdybler.

Nye vindueskarme vil ofte have en mindre dybde end de gamle karme. Samtidig kan det være ønskeligt at placere de nye vinduer 5–10 mm længere fremme i murfalsen for at skjule overgangen mellem murværk, der har været udsat for vejrliget, og det, der har været dækket af den gamle mørtelfuge, se figur 20b. Mellem indersiden af den nye karm og kanten af det afskærne lysningspanel vil der derfor nemt kunne etableres en afstand på 25–30 mm, hvilket giver plads til, at der kan udføres en vindtæt fugelukning med bundstop og fugemasse mellem vindueskarm og murværk ved hjælp af en fugepistol med krunt næb. Til den efterfølgende glitning af fugemassefugen må fugeentreprenøren selv til danne et specielt glitterredskab, der tager hensyn til pladsforholdene. Det bliver herved muligt at udføre samlingen mellem vindue og murværk som en *totrins fuge*: fx med en mørtelfuge som regnskærm, herefter varmeisoleringsmateriale og endelig den vindtætte fugemassefuge inderst.

Ved mange gamle vinduesåbninger i murværk er bæringen over åbningerne udført som murede stik med en lille pilhøjde. Denne pilhøjde betyder, at fugen mellem overkarm og overfals midt for vinduesbredden kan få en bredde på 30 mm eller mere. En så bred fuge er vanskelig at tætte tilfredsstillende med fugemasse – jævnfør figur 8 og 10 – og det anbefales derfor i disse tilfælde, at vinduerne inden indbygningen pålimes en buet liste oven på overkarm, således at der efter indbygning opstår en 10–12 mm bred fuge langs overfalsen.

Inden de nye vinduer indbygges, er det ofte nødvendigt at reparere det murværk, der har været skjult af de gamle karme, for at opnå et fast underlag og en ensartet fugebredde ud for den del af den nye karm, hvor der skal stoppes med mineraluld, og hvor der skal indlægges et bundstop og tættes med fugemasse.

Efter indbygning af vinduerne lukkes fugen mellem vindueskarmens inderside og kanten af det gamle lysningspanel med en profileret liste, se figur 20b.

Inden en omfattende udskiftning af vinduer iværksættes på grundlag af den ovenfor beskrevne fremgangsmåde, bør der gennemføres grundige undersøgelser af murværkets tilstand i murfalsene. Det kan også anbefales at udføre og montere *et prøvevindue* og at foretage *en prøvefugning* omkring vinduet.

Fremstillings- og monteringtolerancer

I praksis kan det være vanskeligt at overholde den bestemte fugegeometri, der er nødvendig for at man kan anvende et givet fugeprodukt. Årsagen er, at der findes mange kilder til målafvigelser og bevægelser i fuger.

Således opstår der under fremstilling og montering af komponenter en række målafvigelser, der normalt må optages i fugerne – med ændringer i den tilsigtede fugegeometri til følge.

Grænseværdier for målafvigelser af denne art, der kan accepteres, vil ofte være fastlagt som tolerancekrav, henholdsvis tilvirknings- og monteringtolerancer. Regler vedrørende tolerancer og fugevariationer findes bl.a. i Dansk Standard DS 1050 og DS 1011.3.

I denne forbindelse er det værd at bemærke, at tilvirkningstolerancer ofte refererer til en komponents mål lige efter, at den er færdigproduceret i stedet for – hvad der har større interesse – til de mål, komponenten vil få, når den udsættes for de fugt- og temperaturforhold, der findes i bygningen under opførelse på det tidspunkt, hvor komponenten indbygges.

Til de forannævnte målafvigelser – der stort set er menneskeskabte – må lægges de naturbetingede bevægelser, som kan skyldes svind eller krybning i materialer, sætninger i konstruktioner samt ændringer i fugt- og temperaturforhold.

I nogle pladsstøbte betonkonstruktioner, fx ved altangange, kan svindet være så stort, at det kan anbefales at anvende en midlertidig fuge, som erstattes af den endelige fuge efter 1–2 år.

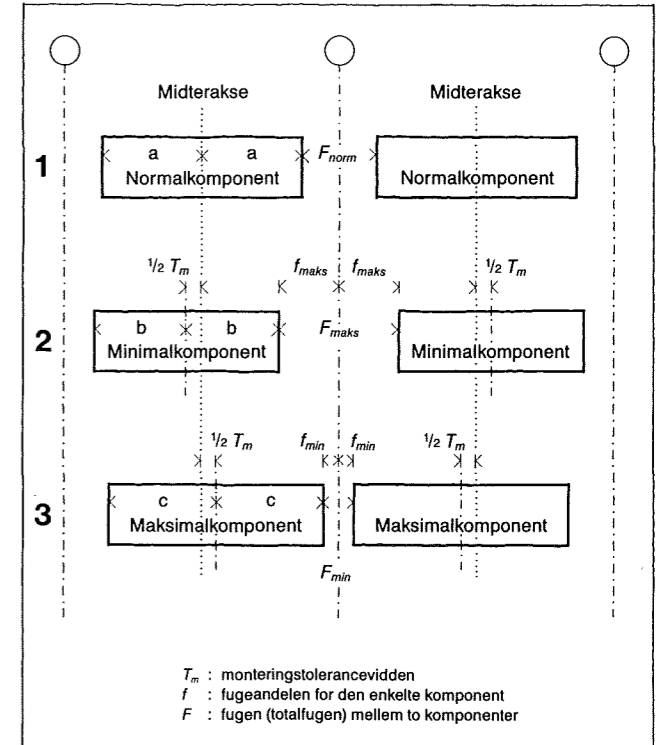
Fugebevægelser

Foruden målafvigelser i forbindelse med fremstilling og montering af facadekomponenter er der som nævnt bevægelser i bygningskomponenter som følge af ændringer i fugt- og temperaturforhold. I de efterfølgende afsnit redegøres der for hvorledes disse forhold kan indgå i beregninger af fugebevægelser og fugestørrelse.

Herudover er der en række påvirkninger, for hvilke der endnu ikke foreligger så sikre data, at der kan foretages beregninger af mulige bevægelser i bygværket på grundlag heraf. Disse påvirkninger er fx sætninger i bygværket samt jordrystelser.

De afvigelser i en fuges tilsigtede geometriske form, der skyldes tekniske egenskaber ved komponenterne – som ikke er forårsaget af fugt- eller temperaturforhold – vil almindeligvis være meget små og i praksis uden væsentlig betydning. Det samme gælder de afvigelser, der fremkommer som følge af normale, forudsatte sætninger i bygværket.

For at sikre at der ikke opstår vanskeligheder i forbindelse med de her nævnte forhold, bør især fugning med fugemasser ske på et så sent tidspunkt i byggeriet, at den væsentligste del af initialbevægelserne i komponenter og af sætningerne i bygværket har fundet sted.



Figur 21. Sammenhængen mellem tilvirknings- og monteringtolerancer. Eksemplet er baseret på sammenbygning af ens komponenter, men de viste principper gælder for en hvilken som helst kombination af komponenter. Komponenternes tilvirkningstolerancevidde (T_t) er lig forskellen mellem $2 \times c$ og $2 \times b$.

De tre situationer viser: 1) Normalkomponenter idealplacerede midt i deres modulområde. Fugen mellem komponenterne er en normalfuge (F_{norm}), 2) Maksimalfuge fremkommer, når minimalkomponenter er forskudt maksimalt fra hinanden, 3) Minimalfuge fremkommer, når maksimalkomponenter er forskudt maksimalt mod hinanden.

Sammenhængen mellem F_{norm} og F_{min} kan udtrykkes i en formel ved at sætte lighedstegn mellem summen af delmål fra midterakse til midterakse i situation 1 og summen af delmål fra midterakse til midterakse i situation 3:

$$2a + F_{norm} = 2c + F_{min} + T_m$$

hvoraf:

$$F_{norm} = F_{min} + (2c - 2a) + T_m$$

hvoraf:

$$F_{norm} = F_{min} + \frac{1}{2} T_t + T_m$$

◀ **Kommentar til eksempel 2 på side 10**

Selv om isoleringslaget i hulmuren er ført helt frem til vinduesfalsene, er der normalt ikke fare for, at luftstrømninger via hulmuren kan trænge igennem samlingerne omkring lysningspaneler og vinduesplade.

Hvor det er nødvendigt at forbedre vindtætheden – fx på grund af arbejdsudførelsens kvalitet – kan dette gøres ved at fugerne mellem vindue og lysningspanel samt mellem ydervæggens inderside og lysningspanel tættes med fugemasse.

Temperaturbetingede bevægelser

Fugebevægelser, der skyldes varierende temperatur, er reversible, hvilket tydeligt viser sig ved facadefuger. Der er dels tale om en årscyklus, hvor fugerne er brede om vinteren og smalle om sommeren, dels om en overlappende døgn-cyklus, der dog giver væsentlig mindre variationer.

For fuger, der i særlig grad er udsat for varierende temperaturer – som fx facadefuger – skal der tages hensyn til de ekstreme temperaturvariationer, som fugerne kan blive udsat for: fra laveste vintertemperatur til højeste sommertemperatur.

I forbindelse med særligt vejrudsatte facadefuger bør der tages hensyn til, at komponenternes temperatur, der er afgørende for fugebevægelsernes størrelse, kan afvige væsentligt fra de minimale og maksimale lufttemperaturer. Dette gælder især mørke facader med stor varmeabsorptionsevne, for hvilke der ved solbestråling er målt overfladetemperaturer indtil 95 °C.

Der er endnu ikke gennemført tilstrækkelige, sammenlignende undersøgelser vedrørende lufttemperatur/overfladetemperatur, til at der kan gives generelle regler. For at give en idé om, hvordan facadens farve i denne sammenhæng kan influere på beregning af fugebevægelser, kan nævnes, at en lys betonfacade kan gennemløbe temperaturintervallet fra -20 °C til 50 °C, medens intervallet for en mørk betonfacade vil være fra -20 °C til 65 °C.

Tabel 1. Varmeudvidelseskoefficienter for byggematerialer.

Byggemateriale	Udvidelse i mm/m/°C	Udvidelse i mm/m ved en temp.forskel på 70 °C
Beton	0,012	0,84
Letbeton	0,007-0,012	0,49-0,84
Glas	0,009-0,011	0,63-0,77
Natursten	0,008-0,016	0,56-1,12
Tegl	0,006	0,42
Glasfiberarmeret beton	0,007-0,012	0,49-0,84
Arm. cementbas. plader	0,008-0,012	0,56-0,84
Fyr, ≠ fiberretning	0,005	0,35
Fyr, ⊥ fiberretning	0,034	2,38
Gran, ≠ fiberretning	0,003	0,21
Gran, ⊥ fiberretning	0,058	4,06
Krydsfiner	0,020	1,40
Akryl	0,075	5,25
Polyester	0,1	7,0
Polycarbonat	0,06-0,07	4,2-4,9
Polyvinylklorid (pvc)	0,05-0,08	3,5-5,6
Glasfiberarmeret plast	0,04-0,08	2,8-5,6
Aluminium	0,024	1,68
Bronze	0,019	1,33
Stål	0,012	0,84

Fugtbedingede bevægelser

Fugtbedingede bevægelser i bygningskomponenter er delvis reversible. Materialerne optager og afgiver fugt, og som følge heraf udvider de sig (kvælder) og svinder.

Fugtoptagelsen kan ske ved direkte regnpåvirkning på en facade, hvorved en del af regnen optages i materialerne ved kapillarsugning. Fugtoptagelse kan også ske fra den fugtighed, der findes i luften, idet porøse materialer vil søge at indstille sig på et ligevægtsvandindhold, der afhænger af den omgivende lufts relative fugtighed.

Tallene i tabel 2 angiver fugtbedingede bevægelser i mm/m for en række gængse byggematerialer ved ændring af den relative luftfugtighed (RF) fra 65 % til 90 %, hvilket svarer til variationen udendørs ved normale danske klimaforhold. Ved materialer som glas, metal og de fleste plastmaterialer regnes der ikke med bevægelser som følge af fugtpåvirkninger.

De temperaturbetingede og de fugtbedingede bevægelser vil normalt være modsat rettede. Ved høj temperatur udvider komponenterne sig, dvs. fugebredden bliver mindre. Samtidig kan der dog ske en vis ud-tørring af komponenterne med deraf følgende svind, som bevirker, at fugebredden alt i alt mindskes noget mindre. På samme måde vil lav temperatur kunne medføre, at fugebredden bliver større, medens en samtidig kraftig fugtpåvirkning af komponenten vil virke i modsat retning. I uheldige tilfælde – fx i varmt og fugtigt vejr – kan det dog ske, at de temperaturbetingede og de fugtbedingede bevægelser skal adderes, hvilket må tages i betragtning ved fuge dimensioneringen.

Tabel 2. Fugtbedingede bevægelser i byggematerialer.

Byggemateriale	Udvidelse i mm/m ved ændring i RF fra 65 % til 90 %
Beton	0,12-0,16
Letbeton	0,3-0,6
Cementmørtel	0,2
Granit	0,10-0,15
Kalksandsten	0,04
Kalksten	0,09-0,16
Sandsten	0,3-0,6
Træ, langs med årringe (tangentialt)	ca. 25
Træ, på tværs af årringe (radialt)	10-12

Beregning af fugebevægelser og fugebredde

Forudsat at ydergrænserne for de anvendte byggematerialers temperatur- og fugtbevægelser er kendt, kan bevægelserne for den enkelte komponent og den deraf følgende indflydelse på bredden af fugen mellem to komponenter beregnes.

Ud fra kendskab til den maksimale tilladelige fugebevægelse for det fugeprodukt, der ønskes anvendt, kan den minimale fugebredde F_{min} beregnes:

$$F_{min} = \frac{B \times 100}{U}$$

hvor:

B er den totale fugebevægelse og

U er den maksimalt tilladelige fugebevægelse i %.

Af F_{min} og de fastlagte tilvirknings- og monterings-tolerancer kan bredden af normalfugen bestemmes.

Fugeproduktets evne til at optage bevægelser afhænger af, om der er tale om træk-/trykpåvirkninger, dvs. ændringer af fugebredden, eller forskydningspåvirkninger, dvs. ændringer vinkelret på træk- og trykretningen. Mange fugeprodukter kan klare betydeligt større fugebevægelser ved forskydningspåvirkninger end ved træk- og trykpåvirkninger.

Spørgsmålet om forskydninger på langs af fugen, dvs. ændringer vinkelret på fugetværsnittet, er hidtil ikke tilstrækkeligt undersøgt. De kendte data tyder imidlertid på, at det for de mere elastiske materialetyper ikke betyder noget væsentligt, om forskydningerne går på langs eller tværs af fugen (forskydninger på langs af fugen beregnes også i % af fugebredden). De plastiske, hindedannende fugemasser tåler derimod betydelig dårligere en forskydning på langs end på tværs af fugen.

Beregningseksempel

Beregning af bredden af en lodret, ubeskyttet fuge mellem to 2,8 m brede facadekomponenter af beton med lys overflade.

Temperaturbetingede bevægelser. Der forudsættes en maksimal temperaturvariation gående fra: -20 °C til 50 °C, dvs. 70 °C.

Betonkomponenternes varmeudvidelseskoefficient er sat til 0,012 mm/m/°C, se tabel 1.

De maksimale temperaturbetingede bevægelser i fugen bliver herefter: $2,8 \times 0,012 \times 70 = 2,35$ mm.

Forudsættes fugningen udført ved en normaltemperatur på 15 °C, betyder dette: ca. 1,2 mm udvidelse og 1,2 mm sammentrykning af fugen.

Fugtbedingede bevægelser. Disse er for beton sat til: 0,12 mm, se tabel 2.

De fugtbedingede bevægelser i fugen bliver herefter i ugunstigste tilfælde: $2,8 \times 0,12 = 0,34$ mm.

Den totale fugebevægelse B bliver herefter:
 $B = 2,35$ mm + $0,34$ mm = $2,69$ mm.

Minimal fugebredde. Der forudsættes anvendt en fugemasse, der kan tåle bevægelser som følge af træk/tryk på i alt 20 % af fugebredden. Den minimale fugebredde bliver herefter:

$$F_{min} = \frac{2,69 \times 100}{20} = 13 \text{ mm.}$$

Bredde af normalfuge. På grundlag af:

den totale fugebevægelse B
den minimale fugebredde F_{min}
komponenternes tilvirkningstolerancevidde T_t og
komponenternes monterings-tolerancevidde T_m
kan den normale fugebredde F_{norm} beregnes, se figur 21:

$$F_{norm} = F_{min} + \frac{1}{2} T_t + T_m + \frac{1}{2} B$$

Beregningen forudsætter, at fugningen udføres ved 15 °C. Sættes $T_t = 6$ mm og $T_m = 6$ mm fås:

$$F_{norm} = 13 + 3 + 6 + 1,3 \text{ mm} = 23,3 \text{ mm.}$$

Som tidligere nævnt er de temperatur- og fugtbedingede bevægelser ofte delvis modsat rettede. Et mere realistisk resultat kan derfor opnås ved at beregne den totale fugebevægelse som kvadratroden af summen af de ovennævnte bevægelser og tolerancevidders kvadrater. Dette medfører følgende ændringer:

Den totale fugebevægelse

$$B = \sqrt{2,35^2 + 0,34^2} = \sqrt{5,64} = 2,4 \text{ mm.}$$

Minimal fugebredde

$$F_{min} = \frac{2,4 \times 100}{20} = 12 \text{ mm.}$$

Bredde af normalfuge

$$F_{norm} = 12 + \sqrt{3^2 + 6^2} + 1,2^2 = 12 + 7 = 19 \text{ mm.}$$

Der markedsføres i dag et meget betydeligt antal fugemasser med vidt forskellige egenskaber og med et stort antal anbefalede anvendelsesområder. Det er derfor svært for projekterende og andre brugere at afgøre, hvilken fugemasse der skal vælges til en bestemt opgave.

For at kunne træffe et kvalificeret valg mellem de mange forskellige fugemassetyper og -fabrikater på markedet er det nødvendigt, at der i øget omfang kommer til at foreligge sikre og sammenlignelige oplysninger om en række væsentlige egenskaber for fugemasseproduktets vedkommende. En sådan udvikling er da også i gang.

Inddeling af fugemasser

Fugemasser har hidtil været inddelt først og fremmest på grundlag af det anvendte bindemiddel, men nu foreligger der en international standard, ISO 11600, med en anden inddeling. Standarden forventes udgivet som Dansk Standard DS/ISO 11600 i efteråret 1993. Det må endvidere forventes, at den europæiske standardiseringsorganisation CEN senere vil foreslå, at ISO-standardens bliver Europæisk Standard.

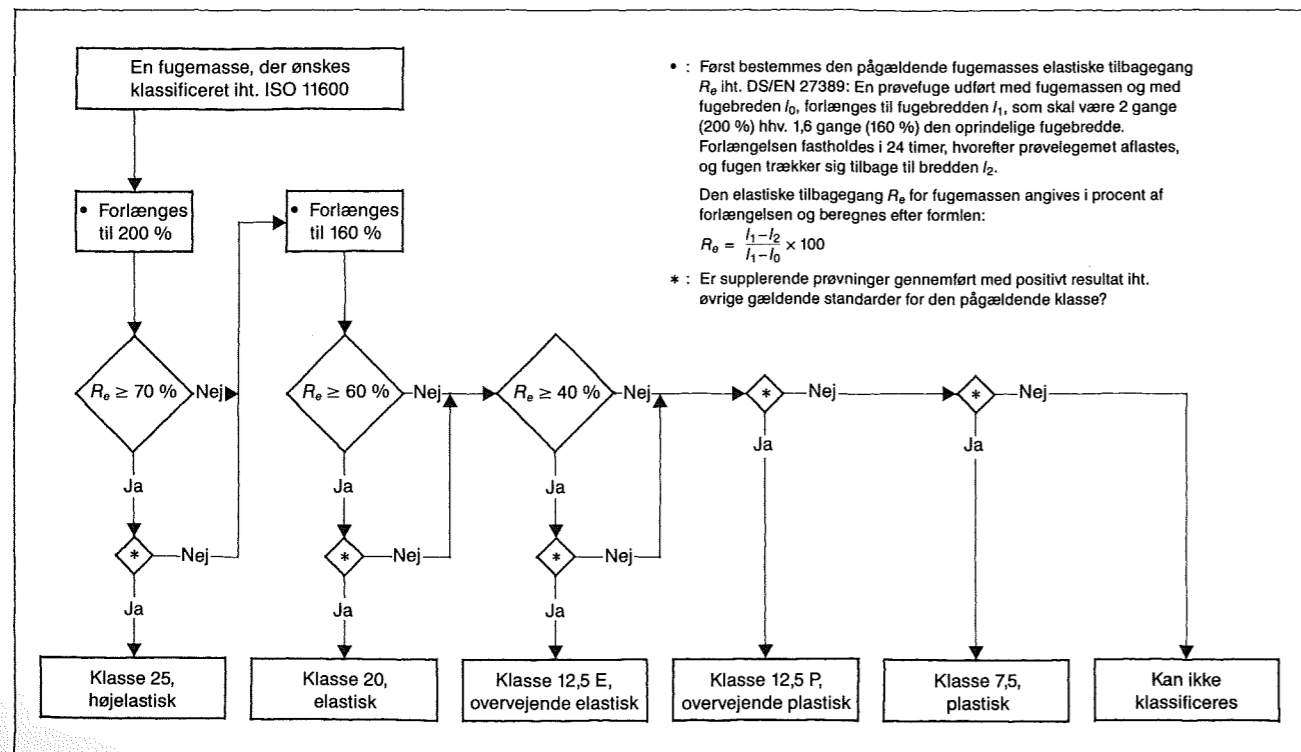
ISO 11600 inddeler fugemasserne i klasser på grundlag af deres evne til at optage fugebevægelser, udtrykt i talmæssige størrelser, som er fastlagt ud fra prøvningsresultater. Klasseinddelingen vedrører fuger i bygningskonstruktioner og fremgår af tabellen i næste spalte:

Tabel 3. Inddeling af fugemasser.

Klasse iht. ISO 11600	Kan maksimalt optage bevægelser i % af den minimale fugebredde på	Navn på klasse	Fremherskende egenskab: Elastisk eller plastisk?
25	25 %	Højelastisk	Elastisk
20	20 %	Elastisk	Elastisk
12,5E	12,5 %	Overvejende elastisk	Elastisk
12,5P	12,5 %	Overvejende plastisk	Plastisk
7,5	7,5 %	Plastisk	Plastisk

Figur 22 viser i skematisk form, hvorledes klasserne fremkommer gennem prøvninger. Fugemasserne inddeles først og fremmest på grundlag af en bestemmelse af den elastiske tilbagegang efter en fastlagt forlængelse af et prøvelegeme (DS/EN 27389) samt en bestemmelse af trækeegenskaber (DS/EN 28339) hos den fugemasse, der ønskes klassificeret i henhold til ISO 11600. Derudover skal en række supplerende prøvninger, der karakteriserer en given klasse, gennemføres med positivt resultat.

Der er dog ikke sket de helt store ændringer ved nu at inddele fugemasserne efter deres evne til at optage bevægelse i stedet for – som hidtil – efter deres elastiske og/eller plastiske egenskaber. Begreberne følges ad, i hvert fald i yderområderne.



Figur 22. Skematisk afbildning af, hvorledes klasserne fremkommer gennem prøvninger udført i henhold til ISO 11600. Prøvningerne gennemføres i henhold til følgende standarder: DS/EN 27389, DS/EN 27390, DS/EN 28339, DS/EN

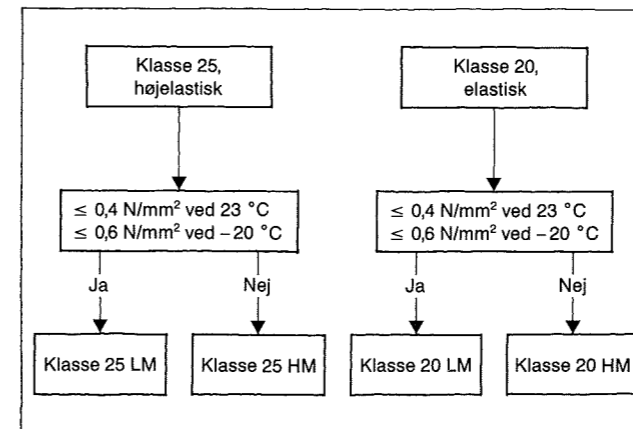
28340, ISO 9047, DS/EN 29046, ISO 10563, ISO 10590 og ISO 10591.

Se oversigten over standarder på side 27.

Tabel 4. Fastlæggelse af fugemasseklasse.

Såfremt der i en fuge er behov for at kunne optage bevægelser i % af den minimale fugebredde i intervallet:	– skal der anvendes en fugemasse i:
0–7,5 %	Klasse 7,5 eller bedre
7,51–12,5 %	Klasse 12,5 eller bedre
12,51–20 %	Klasse 20 eller bedre
20,01–25 %	Klasse 25
Over 25 %	Den minimale fugebredde øges

Fugemasser i klasse 25 (højelastiske) og i klasse 20 (elastiske) underdeles i henhold til ISO 11600 efter deres sekant-elasticitetsmodul ved træk (secant tensile modulus) i klasserne LM (lav E-modul) og HM (høj E-modul), se figur 23. E-modulen for en given fugemassefuge er udtryk for den kraft, der skal til for at forlænge fugen en given procentdel. En fugemasse med klassifikationen LM er en blød fugemasse, der giver et minimalt træk i fugefladerne (kontaktfladerne), medens en fugemasse med klassifikationen HM er en hård fugemasse, der giver et kraftigt træk i fugefladerne.



Figur 23. Fugemasser i klasse 25 og i klasse 20 underdeles – på grundlag af en bestemmelse af trækeegenskaber i henhold til DS/EN 28339 – i klasserne LM (lav E-modul) og HM (høj E-modul). E-modulen for en given fugemassefuge er udtryk for den kraft, der skal til for at forlænge fugen en given procentdel. En fugemasse med klassifikationen LM er en blød fugemasse, der giver et minimalt træk i fugefladerne (kontaktfladerne), medens en fugemasse med klassifikationen HM er en hård fugemasse, der giver et kraftigt træk i fugefladerne. LM-fugemasser er velegnede til facadefuger med store bevægelser.

Generelle krav til fugemasser og fugemassefuger

I det følgende bringes en række generelle krav, som vil være aktuelle for de fleste facadefuger tætnet med fugemasse. Nogle af kravene refererer kun eller især til facadefugens udvendige del:

- Massen skal have en sådan konsistens, at den kan anbringes i fugen uden vanskelighed.
- Massen skal have god hæfteevne til normalt anvendte byggematerialer. Vedhæftningen til disse materialer skal være større end den hærdnede fugemasses trækstyrke, og den må ikke svigte selv ved temperaturer ned til –25 °C.
- Massen må ikke flyde i varmt vejr, hverken umiddelbart efter anbringelsen i fugen eller siden hen.
- Massen må ikke misfarve eller ødelægge tilstødende materialer eller selv blive misfarvet eller ødelagt af disse.
- Den hærdnede fuge skal kunne bevare sine egenskaber inden for et stort temperaturområde, fx fra –25 °C til 75 °C ved udendørs anvendelse.
- Den hærdnede fuge skal kunne tåle hyppige udvidelser og sammentrykninger og have sådanne elastiske egenskaber, at den stort set antager sin oprindelige form, når påvirkningerne ophører. Den må ikke sprække eller krakelere på grund af ovennævnte bevægelser eller på grund af vejrpåvirkning eller andre ydre påvirkninger.
- Den hærdnede fuge skal have en lang levetid.

Elasticitet og plasticitet

Såfremt et materiale er *fuldstændig elastisk*, vil det efter en deformation antage sin oprindelige form, når påvirkningen, der medførte deformationen, ophører. Et *fuldstændig plastisk* materiale vil derimod beholde den form, det har fået ved deformationen.

Kun få fugemassetyper kan henføres til en af ovennævnte to ydergrupper: Det gælder fx for siliconefugemasserne, der praktisk taget er fuldstændig elastiske i hærdnet tilstand. De fleste fugemasser har imidlertid en blanding af elastiske og plastiske egenskaber, hvilket er særligt iøjnefaldende for de elastoplastiske og de plastoelelastiske fugemassers vedkommende.

Både elastiske og plastiske fugemasser har pastakonsistens, når de anbringes i fugen. Det er fugemassens egenskaber efter indbygning og hærdning, der er afgørende for, hvilken klasse den pågældende fugemasse skal henregnes til. Fuger udført med elastisk fugemasse bliver ved hærdningen gummiagtige i hele tværsnittet. Fuger udført med plastisk fugemasse får kort tid efter anbringelsen en hinde i overfladen, men forbliver plastiske inde i tværsnittet gennem få eller mange år afhængig af type. Se i øvrigt oversigten på side 19.

Plastiske fugemasser

Mastiks. Disse fugemasser er enkomponente, hvilket vil sige, at de ikke skal blandes med andre materialer før brugen. Masserne fremstilles på basis af tørrende og ikke-tørrende olier forstærket med fyldstoffer og/eller polymere stoffer og er seje og klæbrige. Nogle af masserne kan optage bevægelser på maksimalt 7,5 % af den minimale fugebredde ved træk-/trykpåvirkninger, resten kan ikke og kan følgelig ikke klassificeres i henhold til ISO 11600, jævnfør figur 22.

Kort tid efter at fugemassen er blevet anbragt i fugen, dannes der en stiv, beskyttende overfladehinde, som med tiden bliver ujævn og nubret, når fugen har været udsat for gentagne udvidelser og sammentrykninger. Fugen bevarer dog en plastisk konsistens indeni.

Syntofugemasser er enkomponente og er en videreudvikling af de ovenfor omtalte mastiks. De er forbedrede i forhold til disse, derved at overfladehinden har fået en noget større fleksibilitet. Det har hidtil været antaget, at disse masser kan optage bevægelser på maksimalt 12,5 % af den minimale fugebredde ved træk-/trykpåvirkninger, men prøvninger udført i henhold til ISO 11600 har vist, at flere af masserne maksimalt kan optage bevægelser på 7,5 % af den minimale fugebredde, og at enkelte endog ikke kan klassificeres efter ISO 11600.

Hinden vokser meget langsomt i tykkelse. Der er eksempler på, at hinden kun har nået en tykkelse på ca. 1,5 mm i løbet af fem år. Fugeoverflader udendørs bliver med tiden ujævne og nubrede, specielt i syd- og vestvendte facader. Det er karakteristisk for disse masser, at der er en jævn overgang fra hinden til den underliggende plastiske masse.

Syntofugemasserne opnår gennemgående en god vedhæftning til de fleste vægmaterialer uden primning.

Overvejende plastiske (plastoelastiske) fugemasser

Opløsningsmiddelholdige polyacrylatfugemasser er enkomponente. Hærdningen sker ved fordampning af opløsningsmidlet. Masserne danner ikke en overfladehinde, men hærdner helt igennem. De afgiver en kraftig, sødligvammel lugt gennem lang tid og er derfor ikke egnede til indendørs fuger.

Overvejende elastiske (elastoplastiske) fugemasser

Vanddispergerede polyacrylatfugemasser er enkomponente. Hærdningen sker ved fordampning af vand, hvilket medfører et ret stort svind. Masserne gennemhærdner til en gummiagtig konsistens i løbet af få dage. Under hærdningen afgives en forholdsvis kraftig lugt, men i så kort tid, at masserne problemfrit kan anvendes indendørs. Der kan derimod være problemer med at bruge dem udendørs, idet de ikke er vandbestandige, førend de har gennemgået en vis hærdning.

Elastiske og højelastiske fugemasser

Elastiske og højelastiske fugemasser er baseret på polysulfider, polyurethaner, siliconer eller MS-polymerer (se sidst i afsnittet). De hærdner alle til elastiske materialer, som kan optage forholdsvis store bevægelser.

Siliconefugemasserne kan betragtes som praktisk taget fuldstændig elastiske, medens polysulfid- og polyurethanfugemasserne normalt udviser en vis grad af plasticitet eller koldflydning, når de udsættes for mekaniske påvirkninger.

Masserne kan generelt anvendes til bygningsbrug i forbindelse med næsten alle materialer. I mange tilfælde er det dog nødvendigt at forbehandle kontaktfladerne med en primer for at forbedre vedhæftningen.

Siliconefugemasser til bygningsbrug er normalt enkomponente. Tokomponente siliconefugemasser anvendes især til fabriksfremstillede facadekomponenter, fx i form af structural glazing, hvor der kræves en udvidet kvalitetskontrol. Polysulfid- og polyurethanfugemasser findes både enkomponente og tokomponente.

For tokomponente massers vedkommende starter hærdningen, så snart base og hærdere er blandet. For enkomponente fugemasser foregår hærdningen under påvirkning af luftens fugtighed. Høj relativ luftfugtighed og høj temperatur fremskynder hærdningen. Hvis fugningen udføres ved lav temperatur, og luftfugtigheden også er lav, kan der gå flere måneder, førend en fuge udført med enkomponent polysulfidfugemasse er gennemhærdnet.

Polysulfidfugemasser har været på markedet i mange år og har gennemgående vist god holdbarhed.

Polyurethanfugemasser bruges i et ret stort omfang. Deres egenskaber minder meget om de polysulfidbaseredes. På et enkelt punkt er de bedre, nemlig ved deres evne til at kunne modstå punktering med spidse genstande.

Siliconefugemasser inddeles efter det spaltningssprodukt, der frigøres ved reaktionen med luftens fugtighed. De ældste siliconefugemasser er de syrehærdende (acetoxy og octoattyperne). Disse fugemasser bør ikke anvendes på byggematerialer, der er alkaliske eller på metaller. Gennem de senere år er de såkaldte byggesiliconer blevet markedsført. De er enten neutrale (benzamid-, oxim- og alkoxytyperne) eller alkaliske (aminhærdende). Sidstnævnte udskiller amin, som er meget ildelugtende, hvorfor denne fugemassetype er meget lidt anvendt.

En ny fugemassetype på markedet er baseret på MS-polymer, hvor MS står for silan-modificeret polyether. Denne fugemassetype kombinerer polyurethan- og siliconefugemassernes egenskaber.

Type	Typiske bestanddele	Hærdning og afgasning	Egenskaber og anvendelse
Oliebaseret, plastisk	Tørrende olie Ikke-tørrende olie Polybuten Organiske opløsningsmidler, fx terpentin eller xylen, <5%	Fugemassen hærdner dels ved fordampning af opløsningsmidlerne, dels ved iltning og polymerisering. I løbet af få dage dannes en overfladehinde, der bremser såvel afgasning som iltning. Fugen forbliver plastisk indeni i nogle år.	<ul style="list-style-type: none"> Nogle af masserne kan optage bevægelser på maksimalt 7,5% af den minimale fugebredde. Især egnet til indendørs fuger. Bør kun anvendes udendørs, hvor bevægelserne er små. Er ikke pillesikker. Dækliste anbefales indendørs.
Oliebaseret, plastisk (Syntofugemasse)	Tørrende olie Ikke-tørrende olie Polybuten Chlorparaffin Organiske opløsningsmidler, fx terpentin eller xylen, <5%	Fugemassen hærdner dels ved fordampning af opløsningsmidlerne, dels ved iltning og polymerisering. I løbet af få dage dannes en overfladehinde, der bremser såvel afgasning som iltning. Hindetykkelsen vokser meget langsomt, og fugen forbliver derfor plastisk indeni i mange år.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 7,5% af den minimale fugebredde; se dog side 18. Egnet til både udendørs og indendørs fuger. Er ikke pillesikker. Dækliste anbefales indendørs.
Acryl, opløsningsmiddelholdig, plastoelastisk	Polyacrylatharpiks Copolymerisat Organiske opløsningsmidler, fx ethylacetat eller xylen, 10-30%	Fugemassen hærdner ved fordampning af opløsningsmidlerne. Massen hærdner helt igennem. Afgiver en kraftig, sødligvammel lugt gennem lang tid.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 12,5% af den minimale fugebredde. Kun egnet til udendørs fuger. Termoplastisk. Kan flyde ved ekstremt høje temperaturer.
Acryl, vanddispergeret, elastoplastisk	Polyacrylat-latex Glycolethere og blødgørere Konserveringsmiddel Ammoniak Organiske opløsningsmidler, fx terpentin, <5%	Fugemassen hærdner ved at vand, ammoniak og opløsningsmidler fordampes (tørring). Gennemhærdner til en gummiagtig konsistens i løbet af få dage. Afgiver en forholdsvis kraftig lugt under hærdningen, men kun i kort tid.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 12,5% af den minimale fugebredde. Især egnet til indendørs fuger. Må ikke anvendes i vådrum. Svinder meget under hærdningen.
Polysulfid, enkomponent, elastisk eller højelastisk	Polysulfid Bariumforbindelse Organiske katalysatorer Blødgørere Organiske opløsningsmidler, fx xylen, <5%	Fugemassen hærdner ved at bestanddelene reagerer med luftens fugtighed. Opløsningsmidlerne indgår ikke i reaktionerne og begynder at fordampe. Fugemassen hærdner hurtigt i overfladen, hvorved såvel fordampningen af opløsningsmidler fra massen som optagelsen af fugt fra luften bremses. Kan afgive en ubehagelig lugt gennem lang tid.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Kun egnet til udendørs fuger, medmindre producenten dokumenterer, at massen ikke giver lugtgener ved indendørs brug.
Polysulfid, tokomponent, elastisk eller højelastisk	Polysulfid Metaloxid Blødgørere Organiske opløsningsmidler, fx toluen, <5%	Fugemassen hærdner ved kemiske reaktioner mellem bestanddelene. Hærdningen foregår jævnt fordelt i hele fugemassen. Kan afgive en ubehagelig lugt, men som regel kun i kortere tid.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Kun egnet til udendørs fuger, medmindre producenten dokumenterer, at massen ikke giver lugtgener ved indendørs brug.
Polyurethan, enkomponent, elastisk eller højelastisk	Polyisocyanat præpolymer Organosilaner Blødgørere Hærdere og katalysatorer Organiske opløsningsmidler, fx xylen, <5%	Fugemassen hærdner ved at bestanddelene reagerer med luftens fugtighed. Opløsningsmidlerne indgår ikke i reaktionerne og begynder at fordampe. Fugemassen hærdner hurtigt i overfladen, hvorved såvel fordampningen af opløsningsmidler fra massen som optagelsen af fugt fra luften bremses.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Egnet til både udendørs og indendørs fuger.
Polyurethan, tokomponent, elastisk eller højelastisk	Polyisocyanat Aminhærdere Katalysatorer Organiske opløsningsmidler, fx xylen, <5%	Fugemassen hærdner ved kemiske reaktioner mellem bestanddelene. Hærdningen foregår jævnt fordelt i hele fugemassen.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Egnet til både udendørs og indendørs fuger.
MS-polymer, elastisk eller højelastisk	Silan-modificeret polyether Organosilaner Blødgørere Katalysatorer	Fugemassen hærdner ved at bestanddelene reagerer med luftens fugtighed.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Egnet til både udendørs og indendørs fuger.
Silicone, surt hærdende, elastisk eller højelastisk	Polysiloxanpolymer Siliconeolie Organosilaner, der fraspaltes eddikesyre Katalysatorer	Fugemassen hærdner ved at bestanddelene reagerer med luftens fugtighed; herved fraspaltes flygtige reaktionsprodukter, fx eddikesyre, som giver en sur lugt, men kun i kort tid.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Egnet til både udendørs og indendørs fuger.
Silicone, neutralt hærdende (Byggesilicone), elastisk eller højelastisk	Polysiloxanpolymer Siliconeolie og katalysatorer Organosilaner, der fraspaltes alkohol-, oxim- eller benzamidforbindelser	Fugemassen hærdner ved at bestanddelene reagerer med luftens fugtighed; herved fraspaltes flygtige reaktionsprodukter, fx methylethylketoxim eller methanol.	<ul style="list-style-type: none"> Kan optage bevægelser på maksimalt 20 eller 25% af den minimale fugebredde. Egnet til både udendørs og indendørs fuger.

Emballageformer

Enkomponente fugemasser leveres i spande, patroner eller poser. Spandene er af metal, patronerne af pap eller plast og poserne af metal- eller plastfolie, se figur 24. Enkomponente fugemasser er færdige til brug ved leveringen; opvarmning kan dog være nødvendig for visse fugemassetypers vedkommende.

Tokomponente fugemasser består af en hærder og en base. Hærderen leveres normalt i samme emballage som basen og kan enten være indeholdt i et dobbeltlåg, se figur 24, eller i en selvstændig, lille beholder lagt oven i metalspanden med base. Der findes endvidere fabrikater, hvor hærderen er lagt direkte oven på basen, klar til blanding.

Tokomponente fugemasser må først blandes umiddelbart før brug, idet hærningen starter straks efter blandingen.

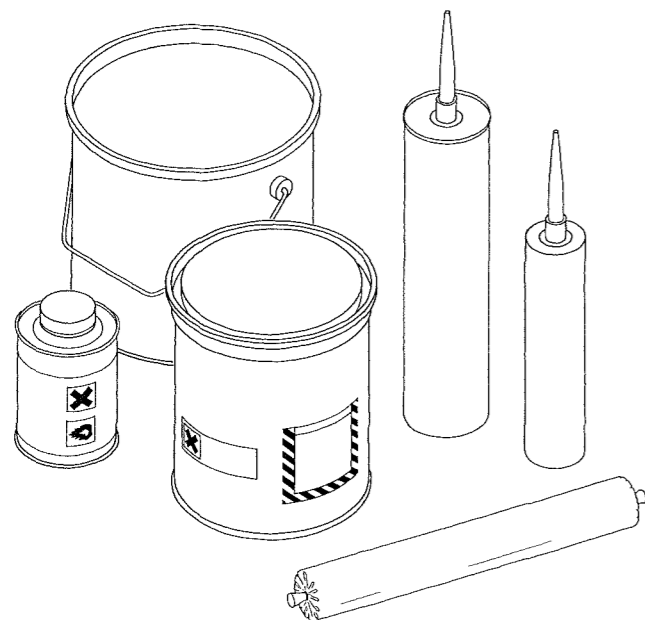
Redskaber

Boremaskine, blandespiral og sugeskive. Til blanding af tokomponente fugemasser anvendes en langsomtgående boremaskine med blandespiral, se figur 26, hvor der også er vist en sugeskive af stål. Sugeskiven er et praktisk hjælpemiddel til brug ved opslugning af fugemasse fra spand til fugepistol med lukket beholder, se figur 25 nederst. Den kan anvendes til alle fugemasser, der leveres i spande, dvs. til både enkomponente og tokomponente fugemasser. Sugeskiver produceres i mange størrelser for at kunne passe til de almindelig forekommende pistolstørrelser samt til de mange forskellige spandediametre på markedet.

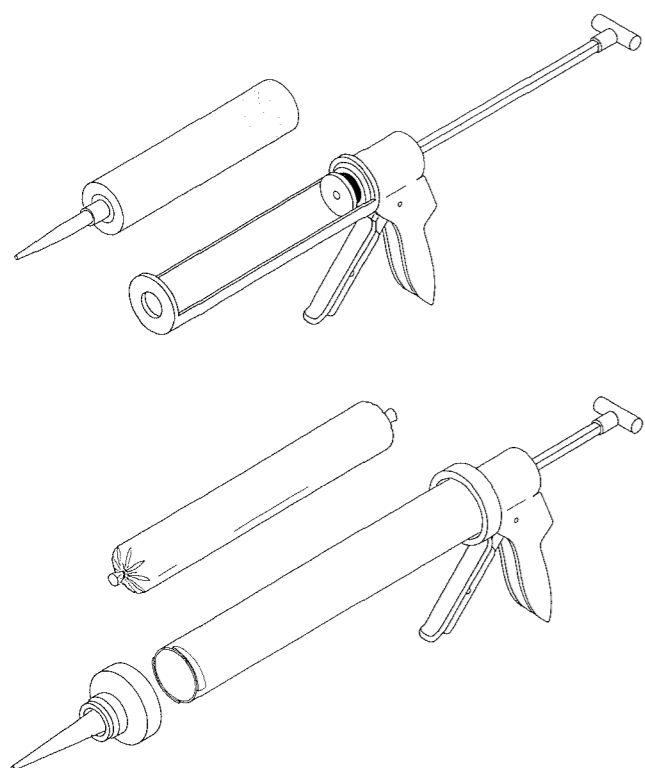
Varmekasse. For nogle fugemassetypers vedkommende er det ved lave temperaturer nødvendigt at opvarme fugemassen for at opnå en let sprøjtningskonsistens. Til opvarmningen bør anvendes en elektrisk varmekasse med termostatstyring.

Fugepistol. Til anbringelse af fugemasse i en fuge anvendes i langt de fleste tilfælde en fugepistol. Kun i sjældne tilfælde anvendes en specialkniv. Fugepistoler kan enten være håndbetjente, se figur 25, eller trykluftdrevne. Såvel de håndbetjente pistoler som trykluftpistolerne fås i to udgaver: *En åben model* beregnet til patroner med enkomponent fugemasse og *en lukket model* beregnet enten til poser med enkomponent fugemasse eller til en- og tokomponente fugemasser leveret i spande, hvorfra massen suges op i en pistol med påmonteret sugeskive, se figur 26.

Patroner med fugemasse leveres med kegleformede plastmundstykker, der ved afskæringen tilpasses den aktuelle fugebredde. Til fugepistoler med lukket beholder fås udskiftelige mundstykker i stål og plast.



Figur 24. Eksempler på typiske emballageformer og størrelser som fugemasser og primere forhandles i. Fra venstre mod højre: 500 ml metaldunk med skruelåg beregnet til primer, 5 l metalspand med enkomponent fugemasse, 2,5 l metalspand med tokomponent fugemasse (hærderen er indeholdt i et dobbeltlåg). Endvidere 500-600 ml plastpose, 925-1000 ml pappatron og 300-330 ml plastpatron, alle beregnet til enkomponent fugemasse.



Figur 25. To eksempler på håndbetjente fugepistoler. Øverst, pistol beregnet til 300-330 ml plastpatron med fugemasse. Nederst, pistol beregnet til 500-600 ml plastpose med fugemasse eller – med påmonteret sugeskive – til fyldning med fugemasse direkte fra spand. Pistolens cylindriske midterdel samles med såvel mundstykke som bagstykke (stempel og håndtag) ved hjælp af bajonetfatninger.

Arbejdsgang

Opnåelse af en holdbar tætning med fugemasse er afhængig af en gennemarbejdet udformning, et nøjagtigt projektmateriale, et gennemtænkt valg af fugemassetype og en omhyggelig arbejdsudførelse. Det er derfor vigtigt, at fugearbejdet altid udføres af specialuddannede personer.

Udførelsen følger normalt nedennævnte arbejdsgang:

1. Forberedelse af kontaktflader
2. Tørring af kontaktflader
3. Afmaskning med tape
4. Priming af kontaktflader
5. Anbringelse af bundstop
6. Forberedelse af fugemasse
7. Anbringelse af fugemasse
8. Glitning af fugemasse
9. Rensning af værktøj m.v.

1. Forberedelse af kontaktflader

Beton. Beton i facader forekommer først og fremmest i forbindelse med fabriksfremstillede facadekomponenter af beton. Facadekomponenternes kontaktflader for fugning skal være hele og rene med jævn overfladestruktur uden mørtelstænk og grater og må ikke fremtræde med frilagt overflade.

Kontaktflader, som er blevet beskadiget under transport eller montage, skal repareres, inden fugearbejdet påbegyndes. Reparationerne kan udføres ved filtsning med cementmørtel og efterfølgende fjernelse af cementslam fra overfladen eller med epoxymørtel. Ved reparationer udført med cementmørtel skal hærningen af reparationsmørtlen være så fremskredet, inden fugearbejdet påbegyndes, at overfladen højst er svagt alkalisk, idet fugemassen i kontaktfladen ellers kan blive nedbrudt, hvorved vedhæftningen ødelægges.

Fugeentreprenøren må ved forespørgsel til bygherrens tilsynsførende søge oplyst, om betonen umiddelbart efter udstøbning er blevet oversprøjtet med et tyndt vokslag («curing»-membran) for at forsinke udtørringen, eller om den efter hærning er blevet behandlet med smuds- og vandafvisende produkter. Han må endvidere søge oplyst, hvilken type formolie, der er anvendt i støbeformen ved fremstillingen af komponenten, idet alle de nævnte behandlinger kan nedsætte fugemassens vedhæftning til betonen. Når fugeentreprenøren har fået klarhed over, hvilke overfladebehandlinger m.v. betonen har været udsat for, bør han hos fugemasseleverandøren søge oplysning om, hvilke foranstaltninger der skal iværksættes for at opnå en tilfredsstillende vedhæftning.

Murværk af tegl. Overflader, der skal fungere som kontaktflader for fugning, kan udføres som blank mur med skræbefuge, som pudset murværk eller som sække- eller vandskuret murværk. Overfladebehandlingen skal mindst strække sig fra 5 mm foran fugeforside til 45 mm bag fugeforside.

Kontaktfladerne skal være hele og rene uden mørtelgrater, mørtelstænk og slam. Dette gælder også for eventuelle reparationer, der skal udføres så tidligt, at de er udtørret, inden fugearbejdet påbegyndes.

Træ. Træoverflader, der skal fungere som kontaktflader for fugning, skal være hele og rene. Eventuelle løse knaster skal fastlimes og knasthuller skal udproppes.

Overfladebehandling af træ skal foretages med malevarer baseret på alkyd eller akryl. Der bør foretages en prøvefugning for at undersøge forlideligheden mellem overfladebehandling og primer/fugemasse.

Aluminium. Beskyttelsesfilm på aluminium skal fjernes totalt fra flader, der skal fungere som kontaktflader for fugning. For at sikre mod at beskyttelsesfilmen bliver glemt, er den som regel udført i en kraftigt afvigende farve. Leverandøren af aluminiumskomponenten bør i en medfølgende brugsanvisning oplyse om, hvorledes en eventuel beskyttelsesolie kan fjernes, således at fugemassens vedhæftning til metaloverfladen ikke forringes.

Kontaktflader for fugning bør være plane, og eventuelle noter og lignende skal derfor af hensyn til placeringen af bundstop og fugemasse udfyldes med påclipsede dækprofiler, så der opstår plane kontaktflader i en dybde på mindst 35 mm.

Plast (pvc). Plastoverflader, der skal fungere som kontaktflader for fugning, skal affedtes. Leverandøren af plastkomponenten bør i en medfølgende brugsanvisning oplyse om, hvilke opløsningsmidler der er egnede.

Ligesom ved aluminiumskomponenter, se ovenfor, skal eventuelle noter og lignende udfyldes med påclipsede dækprofiler, så der opstår plane kontaktflader i en dybde på mindst 35 mm.

Glas, porcelæn og keramik. Overflader, der skal fungere som kontaktflader for fugning, skal renses med rene klude vædet med en flygtig rensesvæske, der ikke efterlader fedtstoffer eller stoffer, der angriber primer eller fugemasse.

Fugemasseleverandøren kan normalt oplyse om, hvilken rensesvæske og primer der er egnet til opgaven.

Indendørs overflader; der skal fungere som kontaktflader for fugning, må ikke behandles med smuds- og vandafvisende produkter, spartelmasser, maling m.v. eller beklædes med tapet, hessian, glasfiber o.l.

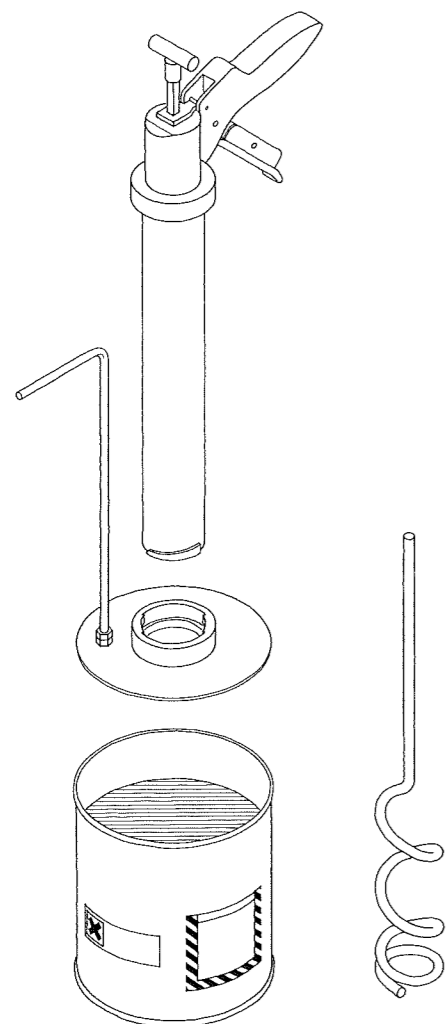
2. Tørring af kontaktflader

Fuger skal være fri for vand, dug og is, inden fugningen påbegyndes. Udendørs fugearbejde må derfor ikke foregå i regnvej.

I fugemasseleverandørernes datablade angives som regel, at fugearbejde ikke bør udføres ved en lavere

temperatur end 5 °C. Det kan dog godt lade sig gøre at arbejde ved en lavere temperatur, såfremt der iværksættes særlige vejrligsforanstaltninger.

Tørring af kontaktflader bør ske med en varmluftsblæser. Ved brug af åben flamme må der ikke efterlades sod på kontaktfladerne, og varmen må ikke være så stærk, at den kan skade fugekanterne.



Figur 26. Tokomponente fugemasser består af en hærder og en base, som først må blandes umiddelbart før brug. Hærderen leveres normalt i samme emballage som basen og kan enten være indeholdt i et dobbeltlåg, se figur 24, eller i en selvstændig, lille beholder lagt oven i metalspanen med base. Hærderen tilsættes basen og iblandes med en langsomtgående boremaskine påsat den viste blandespiral. Efter blanding kan fugemassen suges op i en fugepistol påmonteret den viste sugeskive af stål.

3. Afmaskning med tape

Afmaskning med tape kan være nødvendig i de tilfælde, hvor der anvendes en primer med en anden farve end den, fugens nærmeste omgivelser har. Afmaskning kan dog ofte være en fordel under alle omstændigheder, fordi rengøringen efter fugearbejdets afslutning herved kan spares. Tapen bør imidlertid ikke sidde for længe, og kanterne på fugemassen må ikke beskadiges ved afrivningen.

4. Priming af kontaktflader

For at en fugemasse kan bevare sine tætnende egenskaber i lang tid, må bestanddele som blødgørere og bindemiddel hindres i at blive suget ind i kontaktfladerne. Porerne i disse skal derfor lukkes, hvilket i øvrigt også kan være nødvendigt for at undgå misfarvning af kontaktfladerne, forbedre adhæsionen og hindre vand i at trænge ind til fugemassefugen gennem kontaktfladerne.

Forbehandling med primer er ofte afgørende for tætningskvaliteten. Hvilken primer, der skal anvendes, afhænger af kontaktfladernes materiale og struktur samt af fugemassetypen.

Enkelte fugemassetyper behøver i sig selv ingen priming for at opnå tilstrækkelig vedhæftning, men det kan som nævnt af andre grunde være tilrådeligt alligevel at anvende primer. Man skal dog være opmærksom på, at fejlagtigt valg af primer kan medføre, at vedhæftningen ødelægges.

Primeren bør have en farve, der gør det muligt at kontrollere, om alle dele af kontaktfladen er behandlet. Har leverandøren anbefalet en bestemt primer til fugemassen, bør denne benyttes, ligesom fugningen skal foregå inden for det af leverandøren angivne tidsrum regnet fra påføringstidspunktet for primeren.

5. Anbringelse af bundstop

Bundstoppet skal dimensioneres og placeres således, at det giver tilstrækkeligt modhold og ikke bliver presset ud af stilling, selv i de tilfælde, hvor der kræves et hårdt pres ved anbringelsen af fugemassen i fugen, dvs. når fugemassen har stor viskositet.

Bundstoppet skal placeres så omhyggeligt, at det ikke dækker nogen del af de kontaktflader, som fugemassen skal hæfte til.

Der bør altid anvendes bundstopplister af en type, der ikke giver problemer med afgasning og heraf følgende risiko for blæredannelser i fugemassen. Læs nærmere herom på side 7.

6. Forberedelse af fugemasse

Enkomponente fugemasser er færdige til brug ved levering. Opvarmning kan dog være nødvendig for visse fugemassetypers vedkommende. Fugemasseleverandørernes tekniske datablade giver oplysning herom, samt om, inden for hvilket temperaturinterval de forskellige fugemassetyper kan anvendes. Hvis ikke al fugemassen benyttes umiddelbart, skal beholderen lukkes tæt for at undgå, at fugemassen hærder.

Tokomponente fugemasser må først blandes umiddelbart før brug, idet hærden starter straks efter blandingen. Der bør ikke blandes større mængder, end der kan anvendes inden for den for produktet oplyste brugstid (pot-life). Brugstiden er det tidsrum efter blandingen, hvor den tokomponente fugemasse vil have en passende konsistens for anbringelse i fugen. Efter dette tidsrum vil fugemassen være vanskelig eller umu-

lig at arbejde med og kvaliteten af det færdige arbejde være usikker.

Hærder og base skal doseres nøjagtigt efter brugsanvisningen, idet både for meget og for lidt hærder medfører et ringere resultat. Hærderen tilsættes basen og iblandes med en langsomtgående boremaskine med blandespiral for at holde gnidningsmodstanden og dermed varmeudviklingen nede på et minimum. Der må ikke indpiskes luft ved blandingen. Blandetiden, der i reglen er angivet på emballagen, skal overholdes. Da base og hærder ofte har forskellig farve, kan det i disse tilfælde umiddelbart ses, om blandingen er fuldstændig, idet det færdigblandede produkt skal fremtræde ensartet i farven og uden striber.

7. Anbringelse af fugemasse

Fugemassen skal presses på plads, således at den opnår en god vedhæftning til kontaktfladerne. Der kræves særlig stor omhu ved fugning mod ujævne kontaktflader. Ved meget brede fuger kan det være nødvendigt at anbringe fugemassen i flere omgange.

Massen skal være let at anbringe i fugen og må derfor ikke være for tykflydende. På den anden side må den heller ikke være så tynd, at den flyder ud af fugen. Fugemassefugens forside bør placeres 2–3 mm bag fugeforkanterne, se figur 11, hvorved forurening af forkanterne lettere kan undgås.

8. Glitning af fugemasse

Glitning af fugemassens overflade foretages for at opnå:

- at fugen udfyldes helt, så luftlommer fjernes,
- at vedhæftningen til kontaktfladerne forbedres, og
- at overfladen på fugemassen fremtræder glat og pæn.

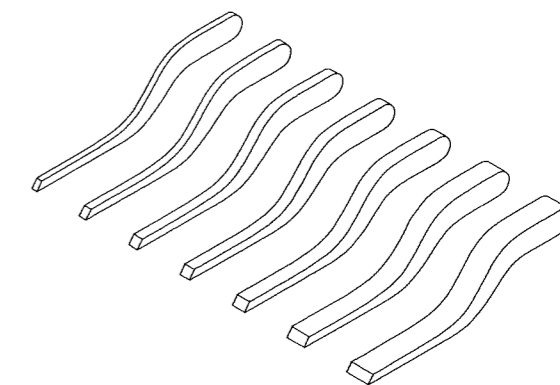
Glitning foretages med en såkaldt fuge- eller glittepind dyppet i en glittevæske, som regel vand. Ved glitning af fx akrylfugemasser kræves dog en speciel glittevæske, som vil fremgå af fugemasseleverandørens anvisninger eller af emballagen.

9. Rensning af værktøj m.v.

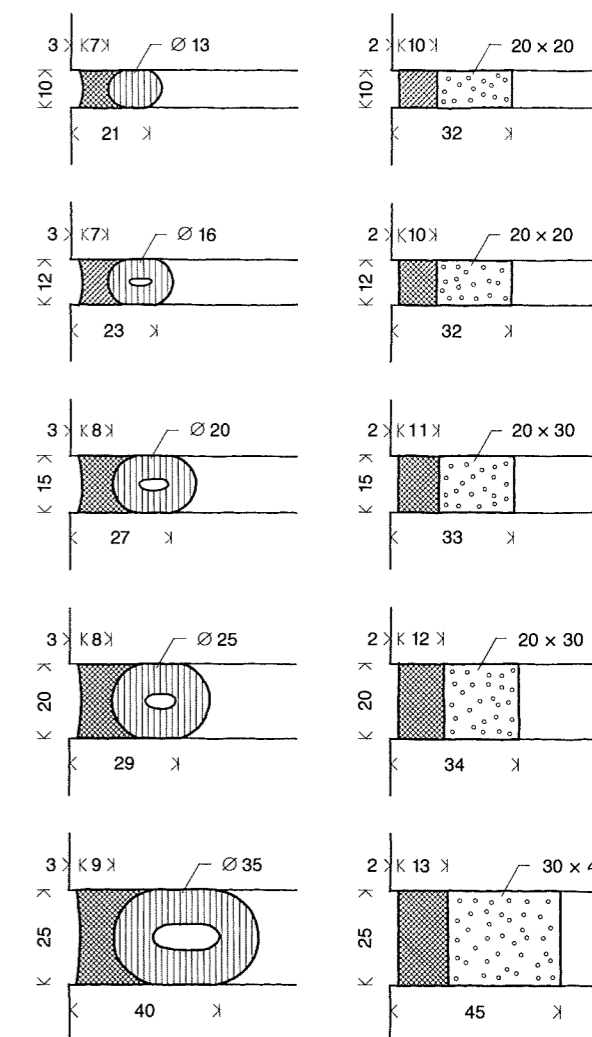
Udstyr, værktøj og apparater, der ikke er beregnet til at blive smidt væk efter endt brug, skal renses omhyggeligt umiddelbart efter fugearbejdets afslutning. Hertil anvendes pensler eller klude vædet med rensesæbe. Samtlige arbejdsredskaber skal efter rensningen være fuldstændig rene og tørre.

Eventuel overmaling af fugemassefuger

Det må som hovedregel frarådes at overmale fugemassefuger. Specielt ved udvendige fuger med store bevægelser vil der hurtigt kunne opstå revner i den tynde, uelastiske malingsfilm, hvad der vil være ødelæggende for fugens udseende. Maling kan i øvrigt ikke hæfte på siliconefuger.



Figur 27. Fuge- eller glittepinde er normalt tildannet af træ og fås i mange bredder, fx 6, 8, 10, 12, 15, 20 og 25 mm, som vist her. De anvendes ved glitning af fugemassens overflade, efter at fugemassen er anbragt i fugen. Den udførende har normalt et udvalg af glittepinde med i en spand vand under udførelsen af fugearbejdet, idet fugebredden i praksis kan variere meget både inden for samme fuge og fra fuge til fuge.



Figur 28. Tværsnit i mål 1:2 i fem fuger tætnet med fugemasse af elastisk karakter (til venstre) og fem fuger tætnet med fugemasse af plastisk karakter (til højre). Det ses, at kontaktfladens dybde varierer dels med fugetætningsmaterialet, dels med fugebredden.

Ved fugning med fugemasse arbejdes der ofte med produkter, der kan være brandfarlige og/eller sundhedsfarlige. Det er derfor vigtigt på forhånd nøje at vurdere de brandmæssige og sundhedsmæssige risici, der vil være forbundet med arbejdet og at træffe de fornødne sikkerhedsforanstaltninger.

Miljøministeriet, Arbejdsministeriet og Arbejdstilsynet har lovgivet samt udarbejdet bekendtgørelser, anvisninger m.v. på området, se næste spalte.

Blandt de nævnte dokumenter er Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 540 af 2. september 1982 formentlig det vigtigste i denne sammenhæng. Det fremgår af denne bekendtgørelse, at farlige stoffer og materialer ikke må anvendes, hvis de kan erstattes af ufarlige, mindre farlige eller mindre generende stoffer og materialer. Der kan dog afviges fra denne regel efter en samlet afvejning af de tekniske og økonomiske konsekvenser over for de sikkerheds- og sundhedsmæssige hensyn.

For hvert sundhedsfarligt produkt skal leverandøren udarbejde en arbejdshygiejnisk brugsanvisning.

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982 indeholder regler for fastsættelse af kodenummer for produkter beregnet til erhvervmæssigt malearbejde. For hvert produkt skal fastsættes et kodenummer, som er udtryk for den sundhedsfare, som anvendelsen af det pågældende produkt kan medføre. Kodenummeret består af to tal – med hver sin betydning – forbundet med en bindestreg. Jo højere disse tal er, jo mere sundhedsfarligt er produktet. Der findes ikke tilsvarende krav om fastsættelse af kodenummer for fugemasser. De fleste fugemasseproducenter og -leverandører har imidlertid valgt frivilligt at følge reglerne for malevarer. Det har også den fordel at diskussioner på byggepladsen om et materiales eventuelle farlighed kan undgås. Det bør altid tilstræbes at anvende fugemasser med så lave tal i kodenummeret som muligt.

Ved fugearbejde i det fri volder de afgivne dampe fra fugemasserne normalt ikke problemer. Ved fugearbejde indendørs er det derimod vigtigt at træffe forholdsregler for at begrænse sundhedsrisikoen. Der bør således altid sørges for rigelig ventilation under arbejdet.

De fleste fugemasser har så lave tal i kodenummeret, at forholdsregler ud over ventilation ikke er påkrævet. Primere har derimod væsentligt højere tal i kodenummeret, så ved primning er særlige forholdsregler som oftest påkrævet. Der bør under alle omstændigheder anvendes beskyttelseshandsker under arbejdet.

Både af hensyn til de øvrige bygningsarbejdere, der måtte færdes i rummene, og af hensyn til indeklimaet i den færdige bygning bør der ventileres godt i en periode på fx mindst en uge regnet fra fugearbejdets ophør.

Love og bekendtgørelser m.v.

Bekendtgørelse om erhvervmæssigt malearbejde. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 463 af 3. august 1982. Arbejdstilsynet. København, 1982.

Bekendtgørelse om fastsættelse af kodenummer for produkter omfattet af arbejdstilsynets bekendtgørelse om erhvervmæssigt malearbejde. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982. Arbejdstilsynet. København, 1982.

Bekendtgørelse om stoffer og materialer. Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 540 af 2. september 1982. Arbejdsministeriet. København, 1982.

Lov om arbejdsmiljø. Arbejdsministeriets love bekendtgørelse nr. 646 af 18. december 1985, som ændret ved lov nr. 220 af 22. april 1987, § 12 i lov nr. 196 af 29. marts 1989, lov nr. 380 af 13. juni 1990 og lov nr. 273 af 8. maj 1991. Arbejdsministeriet. København, 1991.

Bekendtgørelse om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 586 af 8. august 1991. Miljøministeriet. København, 1991.

Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 589 af 8. august 1991. Miljøministeriet. København, 1991.

Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 134 af 24. februar 1992. Miljøministeriet. København, 1992.

Epoxyharpikser og isocyanater. At-meddelelse nr. 3.01.3, juni 1988. Arbejdstilsynet. København, 1988.

Vejledning om stoffer og materialer. At-meddelelse nr. 3.02.1, juni 1989. Arbejdstilsynet. København, 1989.

Brugsanvisning for stoffer og materialer. At-meddelelse nr. 3.02.2, juni 1989. Arbejdstilsynet. København, 1989.

Anmeldelse af stoffer og materialer. At-meddelelse nr. 3.02.3, januar 1989. Arbejdstilsynet. København, 1989.

Grænseværdier for stoffer og materialer. At-anvisning nr. 3.1.0.2, januar 1992. Arbejdstilsynet. København, 1992.

Kilder til luftforurening indendørs

Luftforureninger indendørs i form af gasser og dampe stammer normalt fra en række væsensforskellige kilder.

En betydelig del af luftforureningen i et rum hidrører fra bygningen selv, herunder især fra bygningens indvendige overflader, og er karakteristisk ved at blive afgivet fra bygningen døgnet rundt gennem en lang periode og med en langsomt aftagende størrelse. En anden del af forureningen stammer fra møbler, tæpper, gardiner og andre langvarige forbrugsvarer og afgives også uafbrudt over lang tid og med en langsomt aftagende størrelse.

Aktiviteter i rummene, fx i form af madlavning, rygning eller anvendelse af rengøringsmidler, bidrager også til forureningen, ofte kortvarigt men til gengæld forholdsvis kraftigt. Luftforureningen indendørs kan endelig stamme fra udeluften.

Det fremgår af ovenstående, at luftforureningen i et rum ikke er en konstant størrelse, og at den som regel består af bidrag fra flere af ovennævnte kilder.

Afgasning fra fugemasser

Fugemassernes bidrag til den indendørs luftforurening vil især bestå af irriterende og lugtende stoffer, fx organiske opløsningsmidler.

De fleste fugemasser vil afgasse til indeklimaet med en eksponentielt faldende hastighed. For nogle fugemassers vedkommende vil afgasningen fortsætte i et år eller mere. Dette kan skyldes dels de anvendte stoffer, dels at fugemasserne anvendes i relativt tykke lag, samt at fugematerialet ofte har en så tæt struktur, at diffusionshastigheden bliver lille.

Der kan dog også være andre årsager til, at afgasningen kommer til at strække sig over lang tid: Det gælder fx for de fleste enkomponente polysulfidfugemasser, der i meget lang tid kan afgive en meget ubehagelig luft af merkaptan (har lugt som rådne æg). Denne type fugemasse hærder ved hjælp af luftens fugtighed. Fugemassen hærder først i overfladen, hvorved såvel fordampningen af opløsningsmidler fra fugemassen som optagelsen af fugt fra luften bremses. Hærdningen kan derfor komme til at strække sig over måneder, og i al den tid vil der være en kraftig lugtafgivelse fra fugemassen. De enkomponente polysulfidfugemasser bør derfor ikke anvendes indendørs, medmindre producenten dokumenterer, at hans produkt er egnet til indendørs brug.

Der findes andre fugemassetyper med en ubehagelig lugt, fx eddikesyrehærdende siliconer, men her er lugtproblemet så kortvarigt, at det ikke gør fugemassen uegnet til anvendelse indendørs. Der henvises i øvrigt til oversigten over de mest anvendte fugemassetyper på side 19.

Selv om overfladearealet af fuger tætnet med fugemasse som regel udgør langt under en procent af et rums samlede, behandlede overflader, så kan fugemassen alligevel på et senere tidspunkt (efter få måneder) –

på grund af at afgasningen fra fugerne normalt strækker sig over forholdsvis lang tid – blive dominerende med hensyn til afgasning, fordi de øvrige overfladematerialer på dette tidspunkt stort set er holdt op med at afgasse.

Da afgasningshastigheden er bestemt af diffusionshastigheden i fugematerialet, vil det ikke afkorte afgasningstiden væsentligt at øge ventilationen.

Hvordan undgås lugtgener fra fugemasser?

Fugemasser tillægges ofte en del af skylden, når der i en nyopført bygning konstateres uheldige indeklimaforhold. Årsagen hertil er formentlig, at nogle fugemasser afgiver en ubehagelig lugt gennem forholdsvis lang tid.

Bygningsreglementerne indeholder imidlertid ikke indeklimabestemmelser, der regulerer brugen af fugemassefuger indendørs, og det er derfor op til den projekterende selv at håndtere problemet. For at undgå at komme til at foreskrive en fugemasse, der siden hen vil give lugtgener, må den projekterende gennem brochurastudier eller ved henvendelse til leverandøren sikre sig, at den fugemassetype og det fabrikat, der er påtænkt anvendt, er egnet til indendørs brug.

Kan der ikke fremskaffes fyldestgørende oplysninger, eller er den projekterende af andre grunde i tvivl, kan det anbefales at gennemføre den såkaldte syltetøjsglasprøve, som er en enkel metode alle kan anvende til på forhånd at afprøve, om et fugemateriale efter indbygning vil afgive irriterende eller lugtende gasser og dampe: En lille portion af fugematerialet, der ønskes undersøgt, lægges i et rent syltetøjsglas, og låget skrues på. Efter et døgn forløb fjernes låget og med lugtesansen afgøres, om fugematerialet har afgivet irriterende eller lugtende gasser. Hvis dette er tilfældet, kan man foretage en udbagning af fugematerialet i en ventileret ovn, fx ved 50 °C i 1–2 uger afhængig af tykkelsen og tætheden af materialet. Hvis materialet efter en sådan udbagning fortsat afgiver gasser og dampe i generende omfang, bør et andet fugemateriale foretrakkes.

Selv om syltetøjsglasprøven lyder primitiv, er den alligevel velegnet til at fastslå, om en fugemasse efter indbygning indendørs vil give lugtgener eller ej. Det vil dog på lidt længere sigt være ønskeligt at få udviklet normerede og standardiserede prøvningsmetoder til bestemmelse af fugemassers afgasning, bl.a. af hensyn til de bygherrer, projekterende eller brugere, der måtte ønske en egentlig dokumentation. Et sådant arbejde er da også igangsat, men det kan i øjeblikket ikke siges, hvornår prøvningsmetoderne vil kunne foreligge.

En frivillig indeklimamærkningsordning for byggevarer forventes i øvrigt at ville foreligge som prototype i maj 1993 efter at være afprøvet på tre typer byggevarer, heriblandt fugemasser.

Prøvning af fugemasser kan her i landet udføres af Dansk Teknologisk Institut i Århus.

Fugemasser bør være varedeklarerede, og der bør foreligge fyldestgørende oplysninger om det enkelte fugemasseprodukt samlet i et datablad. Det er fugemasseleverandørens ansvar, at produktets egenskaber svarer til databladets oplysninger.

Det er ønskeligt, at disse datablade, så snart det er praktisk muligt, kommer til at indeholde oplysning om, hvilken klasse det enkelte fugemasseprodukt tilhører i henhold til den netop udgivne ISO 11600.

De vigtigste oplysninger til brug ved arbejdsudførelsen bør være angivet på emballagen.

Prøvningsmetoder

Fugemasser har her i landet indtil for få år siden udelukkende været prøvet efter NORDTEST-metoderne, der blev samlet og bearbejdet af Norges byggforskningsinstitut for mere end 20 år siden. De DS/INSTA-metoder, der er nævnt på side 27, er udvalgte, opdaterede NORDTEST-metoder. Prøvning af fugemasser vil imidlertid fremover i voksende omfang ske på grundlag af ISO-metoder, at hvilke der per dato allerede foreligger et stort antal, se listen side 27.

Den europæiske standardiseringsorganisation CEN har vedtaget, at den indtil videre ikke vil påbegynde et selvstændigt standardiseringsarbejde på området men vil acceptere ISO-metoderne, efterhånden som de bliver endeligt vedtaget.

Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd har for flere år siden vedtaget, at det vil acceptere ISO-standarderne, efterhånden som de bliver godkendt som Dansk Standard, dvs. bliver udsendt som DS/EN-standarder. De otte første DS/EN-standarder om prøvning af fugemasser vil foreligge i foråret 1993, se listen på side 27.

Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd

Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd (FSO) er en organisation bestående af fugeentreprenører og leverandører af fugematerialer (omfatter både producenter og importører).

Organisationens formål er »gennem sagligt informationsarbejde at medvirke til, at fugematerialer finder rigtig anvendelse, hvad angår såvel materialekvalitet som arbejdsudførelse«.

FSO har udgivet et ringbind med informationsmateriale (FSO-mappen), som dels er rettet mod FSO's medlemmer, dels mod fugebranchens kunder. Ringbindet indeholder omfattende oplysninger om fuger og deres udførelse, og indholdet suppleres og ajourføres periodisk. Informationsmaterialet udarbejdes af medlemmer af FSO i samarbejde med repræsentanter for Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Dansk Teknologisk Institut (DTI), Byggecentrum (BC) og Praktiserende Arkitekters Råd (PAR).

I lighed med andre af byggeriets organisationer har FSO udsendt en kvalitetshåndbog: »Kvalitetshåndbog for fugeentreprenører«, som danner grundlag for fugeentreprenørernes kvalitetsstyring.

Standarder om prøvning af fugemasser

Forkortelsen (IDT), anført mellem nummeret på en DS/EN-standard og nummeret på en ISO-standard, betyder, at de to standarder er identiske bortset fra, at DS/EN-standarder har et selvstændigt, nyt titelblad.

DS/EN 26 927:1993 (IDT ISO 6927:1981)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser. Ordliste.

DS/EN 27 389:1993 (IDT ISO 7389:1987)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser.
Bestemmelse af elastisk tilbagegang.

DS/EN 27 390:1993 (IDT ISO 7390:1987)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser.
Bestemmelse af modstandsevne over for flydning.

DS/EN 28 339:1993 (IDT ISO 8339:1984)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser.
Bestemmelse af trækeegenskaber.

DS/EN 28 340:1993 (IDT ISO 8340:1984)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser. Bestemmelse af trækeegenskaber ved konstant forlængelse.

DS/EN 28 394:1993 (IDT ISO 8394:1988)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser. Bestemmelse af ekstruderbarheden af enkomponente fugemasser.

DS/EN 29 046:1993 (IDT ISO 9046:1987)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser. Bestemmelse af adhæsion/kohæsion ved konstant temperatur.

DS/EN 29 048:1993 (IDT ISO 9048:1987)
Samlinger i byggeriet. Fugemasser. Bestemmelse af ekstruderbarheden af fugemasser ved brug af standardapparat.

ISO 9047:1989
Building construction – Sealants – Determination of adhesion/cohesion properties at variable temperatures.

ISO 10563:1991
Building construction – Sealants for joints – Determination of change in mass and volume.

ISO 10590:1991
Building construction – Sealants – Determination of adhesion/cohesion properties at maintained extension after immersion in water.

ISO 10591:1991
Building construction – Sealants – Determination of adhesion/cohesion properties after immersion in water.

ISO 11600:1993
Building construction – Sealants – Classification and requirements.

DS/INSTA 173:1989
Fugemasser til byggebrug. Bestemmelse af hårdhed.

DS/INSTA 174:1989
Fugemasser til byggebrug.
Bestemmelse af modstandsevne over for afskrælning.

DS/INSTA 175:1989
Fugemasser til byggebrug. Bestemmelse af alkalibestandighed.

DS/INSTA 176:1989
Fugemasser til byggebrug. Bestemmelse af skinddannelse.

DS/INSTA 177:1990
Fugemasser til byggebrug. Bestemmelse af udsivning af væske til porøse materialer.

DS/INSTA 178:1990
Fugemasser til byggebrug.
Bestemmelse af volumensvind og vægttab efter ældning.

DS/INSTA 179:1990
Fugemasser til byggebrug.
Bestemmelse af overfladetørring. Ballotinis metode.

Standarder om modulkoordinering og byggetolerancer

DS 1011.3:1984, 2. udgave
Modulkoordinering for byggeriet.
Dimensioner på modulære komponenter.

DS 1050:1982
Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer.

DS 1100:1983
Tolerancer i byggeriet. Præferencetal for tolerancer.

DS 1124:1983
Tolerancer i byggeriet. Terminologi.

Standarder om samlinger i byggeriet

DS 1126.1:1983
Samlinger i byggeriet. Terminologi.

DS 1126.2:1983
Samlinger i byggeriet.
Regler for klassifikation ud fra geometrisk ydeevne.

DS 1126.3:1983
Samlinger i byggeriet.
Optagelse af målafvigelser. Klassifikation.

DS 1126.4:1983
Samlinger i byggeriet. Placering af fastgørelsespunkter.

DS 1126.5:1983
Samlinger i byggeriet. Funktionskriterier, generel checkliste.

DS 1126.7:1985
Samlinger i byggeriet.
Laboratorieprøvning af samlingers lufttæthed.

Standard om kontaktflader for fugning

DS 1134:1987
Karmsider ved vinduer og yderdøre. Kontaktflader for fugning.

Slagregn på facader

Slagregn på facader. Knud Prebensen. Byggeindustrien nr. 1, 1980, s. 12-17.

Luftede kledninger og fuger. Påkjenninger, prinsipper og virkemåter. NBI-byggedetaljblad A 542.003. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1989.

Facadefuger

Fuger og fugetetning. Tore Gjelsvik. Anvisning 9. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1973.

Samlinger. Sammenbygningsprinsipper for byggekomponenter. Klaus Blach og Børge Kjær. SBI-anvisning 99. Statens Byggeforskningsinstitutt. København, 1975.

Facadelementer. 3. udgave. Johs. F. Munch-Petersen. Forelæsningsnotat nr. 55. Danmarks tekniske Højskole. Institut for Husbygning. København, 1979.

Fogars beständighet. Fogar i ytterväggar. Alf Jergling og Bernt Schechinger. Rapport R89:1983. Statens råd för byggnadsforskning. Stockholm, 1983.

Laboratorieforsøg med samlinger mellem vinduer og højisolerede hulmure. Undersøgelse af tæthed mod regn og vind. Alice Kjær. SBI-rapport 151. Statens Byggeforskningsinstitutt. Hørsholm, 1983.

Laboratorieforsøg med fuger omkring trævinduer. Udvedigt anbragte fugemassers indflydelse på fugtindhold i karmtræ. Uwe Lohse. SBI-rapport 176. Statens Byggeforskningsinstitutt. Hørsholm, 1986.

Vinduer med tre lag glas - med eksempler på enkle vinduer af træ. Klaus Blach og Børge Kjær. SBI-anvisning 154. Statens Byggeforskningsinstitutt. Hørsholm, 1986.

Fogar i byggnaders ytterväggar. Alf G. Jergling, Björn Nylander og Per G. Burström. Rapport R41:1988. Statens råd för byggnadsforskning. Stockholm, 1988.

Skalmure ved udvendig efterisolering. Henry Høffding Knutsson. SBI-anvisning 156. Statens Byggeforskningsinstitutt. Hørsholm, 1988. Side 34: Dilatationsfuger, og side 39: Murhjørner (Hjørne med dilatationsfuge).

Typiske beskrivelsesafsnit - fugearbejde. BPS-publikation 77. BPS. Hørsholm, 1989.

1-trinsfuger og 2-lagsfuger omkring trævinduer i teglstensmure. Alice Kjær. SBI-rapport 209. Statens Byggeforskningsinstitutt. Hørsholm, 1990.

Fasader av glass og metall. Konstruksjoner og løsninger for nordiske forhold. Trygve Isaksen m.fl. Håndbok 41. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1990.

Fasadelementer av betong. Feltundersøkelse. Trond Bøhlerengen, Helge Juul og Svein Erik Torgersen. Rapport 107. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1990.

Fugemasser · Fugemassefuger · Tætningslister

Beständighet och åldring hos fogmasser. Per Gunnar Burström. Rapport TVBM-3001. Lunds Tekniska Högskola. Lund, 1976.

Lebenserwartung von Dichtstoffen im Hochbau. Edvard B. Grunau. Das Baugewerbe nr. 5, 1976, s. 31-40.

UEAtc Directive for the Assessment of Building Sealants. 1976.

Test methods for the movement capability of building sealants. J. C. Beech. Matériaux et constructions. Vol. 18, nr. 108, s. 473-481.

Silikonkautschuke für Abdichtungen. Edvard B. Grunau. Das Baugewerbe nr. 12, 1979, s. 25-31.

Fugensanierung. Mario Friedmann. DBZ nr. 9, 1986, s. 1155-1156 og 1161-1162.

Dichtstoffe. Haften in der Bewegung, nach aussen sperren. Andreas Wolf. Glaswelt nr. 2, 1987, s. 10-12 og Glaswelt nr. 3, 1987, s. 25-34.

Fugeforsegling med fugemasse. NBI-byggedetaljblad A 520.406. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1987.

Facadefugemassers levetid - et omdiskuteret emne. Anthon Brandt. Byggeindustrien nr. 12, 1987, s. 30-31.

Repair and Replacement of Sealed Joints in Exterior Claddings. W. R. Sharman, BRANZ Study Report SR12. Building Research Association of New Zealand. 1988.

Tettematerialer for fuger. Gruppering og terminologi. NBI-byggedetaljblad A 573.102. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1990.

Kitt og fugemasser. Egenskaber, materialvalg. NBI-byggedetaljblad A 573.104. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1990.

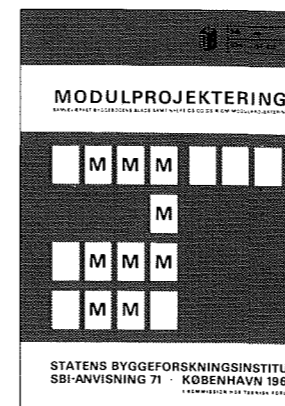
Tettelister. Egenskaber, materialvalg. NBI-byggedetaljblad A 573.105. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1990.

Fuger. Ringbind med informationsmateriale udgivet af Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd (FSO). Ringbindets indhold ajourføres periodisk. Ny udgave forventes udsendt i 1993.

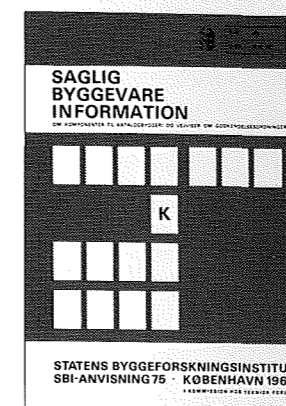
Fugemasser og indeklime

Indeklimatets påvirkninger. Temperatur, lyd, lys, støv, gasser, fugtighed, radioaktivitet, elektricitet og ventilation. Redigeret af Ole Valbjørn. SBI-rapport 230, Statens Byggeforskningsinstitutt. Hørsholm, 1993.

Fugemassers bidrag til det kemiske indeklime. Udarbejdet for Bygge- og Boligstyrelsen af Dansk Toksikologi Center. 1990. Rapporten kan bestilles skriftligt hos Bygge- og Boligstyrelsens 4. kontor, Stormgade 10, 1470 København K, og tilsendes gratis.



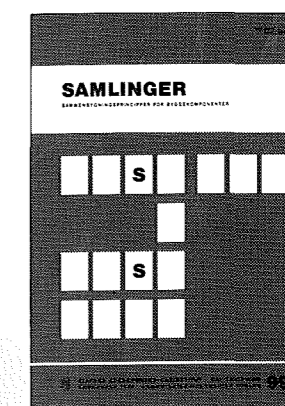
SBI-anvisning 71. Udsolgt. Opstiller grundreglerne for modulprojektering: Målanvisninger (målafvisninger, byggemål, målaf-sætning). Målenhed (præferencemålsystemet). Metodik (projekteringsarbejde).



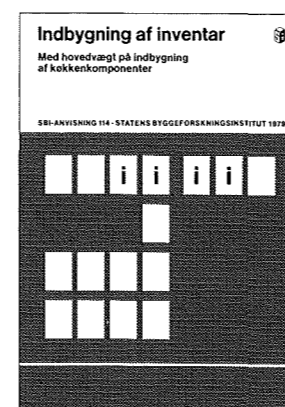
SBI-anvisning 75. Udsolgt. Redegør for de særlige krav, som anvendelsen af målkoordinerede komponenter stiller til den trykte byggevarerinformation. Kan være til støtte ved produktudvikling.



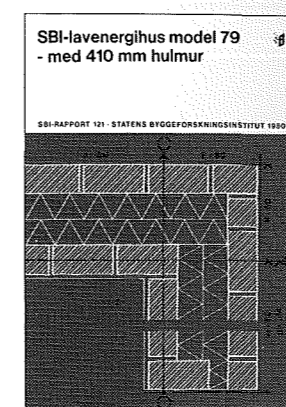
SBI-anvisning 94. Kr. 42,50. Forklarer hvordan produkters ydeevne - herunder også krav til geometri - beskrives uden referencer til materialer og konstruktioner.



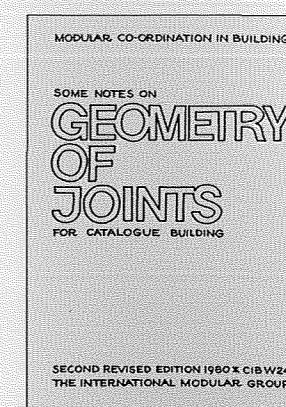
SBI-anvisning 99. Kr. 31,25. Systematisk præsentation af de sammenbygningsprincipper, der bør følges ved projektering af og med byggekomponenter. 90 figurer viser princippernes anvendelse i praksis.



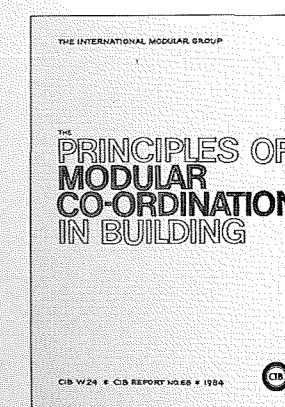
SBI-anvisning 114. Kr. 25,00. Anviser principper for, hvordan skabs- og køkkenkomponenter udformes og sammenbygges. Detaljerne kan anvendes både ved nybyggeri og ved modernisering af ældre bygninger.



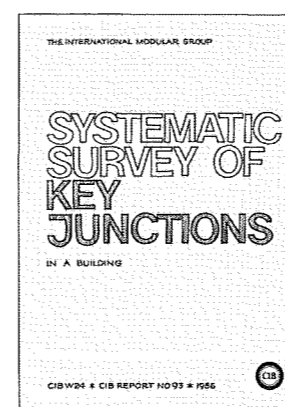
SBI-rapport 121. Kr. 40,50. Indeholder over 50 detailtegninger til højisoleret, lavt byggeri. Som eksempel vises et modulprojekteret enfamiliehus i 1½ etage. De statiske forhold beskrives.



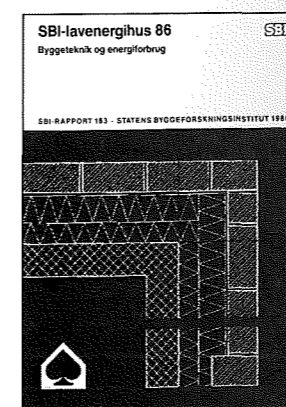
CIB Report No. 36. Kr. 67,50. Viser hvordan præfabrikerede byggekomponenter kan sammenbygges ukompliceret og uden tilføjelse på byggepladsen. Svarer i alt væsentligt til SBI-anvisning 99: Samlinger.



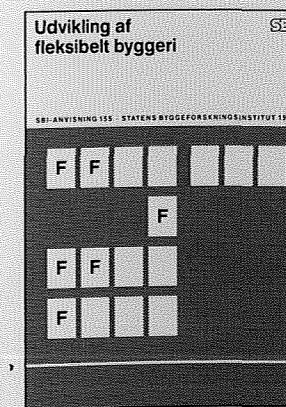
CIB Report No. 68. Kr. 67,50. Udmønter modulkordineringens grundregler i en opdateret, internationalt godkendt publikation, der i udstrakt grad bygger på den danske modulprojekteringspraksis.



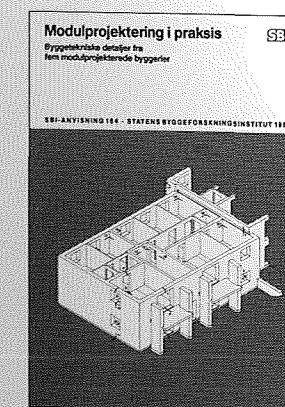
CIB Report No. 93. Kr. 67,50. Systematik for identifikation/præsentation af alle vigtige knudepunkter i en bygning eller et byggesystem, således at et systems anvendelsesområde kan fastlægges/afæses.



SBI-rapport 183. Kr. 69,25. Forsøgsbyggeri af højisolerede småhuse med boliger i varierende størrelse og i forskellige sammenbygninger. Indeholder detailtegninger af ydervægge og fremføring af gas.



SBI-anvisning 155. Kr. 72,00. Sammenfatter og systematiserer den nuværende viden om bygningers og byggesystemers fleksibilitet med henblik på at opnå mere fleksibilitet i praksis.



SBI-anvisning 164. Kr. 109,50. Fem eksempler på modulprojekterede byggerier, der anvender forskellige hovedmaterialer og konstruktionssystemer, vises i isometri og i et stort antal knudepunkter i mål 1:10.

SBI Direction 177: Facade Joints. Design and Materials.

This SBI Direction deals with the geometrical design of facade joints as they are used in modern building with components. Further, different kinds of jointing materials and their fields of application are described.

As also stated in previous SBI Directions and Reports the two-stage joint principle is to be preferred to the one-stage joint principle. Special emphasis is placed on the design of joints around windows.

A new classification system for sealants is presented and references are given to a great number of international testing methods.

Anvisningen beskriver udformningen af forskellige typer facadefuger samt de i dag anvendte fugematerialer. Det understreges, at der stadig er god grund til at foretrække totrins tætninger frem for ettrins tætninger. Der er endvidere redegjort for, hvordan fugemasser kan have betydning for indeklimaet. Endelig er et nyt klassifikations-system for fugemasser beskrevet, og referencer er givet til en række nye internationale DS/EN-prøvningsmetoder.

