



0 GENERELT

- 01 Bladet behandler prinsippene for utforming av fuger i yttervegg. Det gir en oversikt over forhold man må ta hensyn til ved utformingen av en fuge, bl.a. påkjenninger og funksjonskrav.
- 02 Bladet er utarbeidet som rettleiing ved utforming av fuger og i den hensikt å oppnå en vel gjennomtenkt fugeløsning allerede på prosjekteringsstadiet.
- 03 For å finne den rette fugeutforming må man kjenne de påkjenninger fugen blir utsatt for og hvordan disse opptrer i fugen. Påkjenningene kan være klimatiske utenfra eller innenfra, mekaniske, kjemiske, akustiske osv. Videre må man kjenne egenskapene til de tetningsmaterialer for fuger som man har til disposisjon. Slike materialer er omtalt i byggdetaljblad om tetningsmaterialer for fuger, gruppering og terminologi. De viktigste typer er fugemasser og tetningslister. Den førstnevnte typen kleber til begge sider av fugen og har samtidig tilstrekkelig kohesjon til å holde fugen kontinuerlig lukket. Den sistnevnte typen er lister av gummi eller plast som klemmes på plass i fugen og som deretter fortsetter å spenne utover til begge sider. Andre tetningsmaterialer kan være papp, folier o.l. Regnsperre og dekklistor kan være av plast, gummi, metall, tre osv. Mineralulldytt kan brukes for å gi varmeisolasjon i fugene samt som tilleggsetning mot luftgjennomgang.
- 04 Fugeutforming, fugematerialer og metoder for anbringelse må utarbeides i sammenheng, som en egen gjennomtenkt del av prosjekteringsarbeidet og på et tidlig tidspunkt. Enhver detalj er viktig og må nøyaktig angis på tegninger og i beskrivelse. Det gjelder både utforming og valg av materialer.
- 05 Det vises til følgende byggdetaljblad:
- Tettematerialer for fuger. Gruppering og terminologi
 - Kitt og fugemasser. Egenskaper, materialvalg
 - Fugeforsegling. Arbeidsutførelse
- A 523.621 Fuger i yttervegg. Mellom massive elementer

1 FUNKSJONSKRAV

- 11 Fugen skal tilfredsstillere tre hovedfunksjoner:
- .1 Den må danne en estetisk, praktisk og teknisk tilfredsstillende forbindelse mellom like og ulike materialer.

- .2 Den må tillate bevegelser forårsaket av temperatur-svingninger, fuktighetsendringer og deformasjoner.
- .3 Den må korrigere dimensjons- og sammenføynings-variasjoner mellom ferdigprodukter og bygningsdeler laget på plassen, og mellom ferdigproduserte elementer.

For å tilfredsstillere disse funksjoner fullstendig, må fugen permanent hindre regnvann, vaskevann i forbindelse med fasaderengjøring og vind utenfra i å trenge inn og hindre damp og fuktig luft fra rommene innenfor i å trenge ut.

Fugen må være lett sammenføybar, og forseglingen må kunne tåle bevegelser, være varig og må kunne fornyes om nødvendig.

I tillegg til dette må den ideelle fuge være lett å blottlegge slik at ettersyn, vedlikehold og reparasjon av sammenføyningsdelene kan utføres på en enkel måte. Det er vanskelig å finne fugekombinasjoner og fugeforseglinger som tilfredsstiller alle disse meget strenge betingelser.

2 TETNINGSSYSTEMER

- 21 Det er i prinsippet to vidt forskjellige tetningsprinsipper:

Ett-trinns tetning: En enkelt tetning som fungerer som en kombinert vind- og regntetning. Denne plasseres da i bygningens ytre skall slik at den ligger helt fremme i dagen.

To-trinns tetning: Separate vind- og regntetninger. Ifølge dette prinsippet plasseres regntetningen ytterst som en utvendig regnskjerm. Et stykke innenfor denne plasseres så lufttetningen. Mellom disse to tetningene lages det et luftrom som ventileres og dreneres til det fri. På denne måten oppnår man at lufttetningen blir stående tørr.

I tillegg til de nevnte luft- og regntetninger må man i en fuge vanligvis også ha en dampetning som hindrer vandampinntrengning fra romsiden. Dette gjelder fuger med såvel ett-trinns som to-trinns tetninger. Dampetningen kan være en separat tetning, men kan i noen tilfeller også kombineres med lufttetningen. Man kan derved stille opp følgende klassifisering av de enkelte deler av tetningssystemene for fuger, avhengig av de funksjoner de skal utføre:

- .1 System A:
Kombinert vann-, luft- og dampetning i samme punkt

- 2. System B:
Kombinert vann- og lufttetning i samme punkt
- 3. System C:
Regnskjerm med bakenforliggende, ventilert og drenert luftrom
- 4. System D:
Kombinert luft- og damptetning
- 5. System E:
Lufttetning
- 6. System F:
Damptetning

Noen eksempler på ett- og to-trinns tetninger samt de ulike tetningssystemer A til F er vist i figurene 211 til 216.

Ett-trinns-tetningene i fig. 211, 213 og 215 er ikke anbefalt av NBI.

Fig. 211 viser snitt gjennom nedre del av et foreldet vindu med enkelt glass. Kittet som er brukt til glassinnsettingen, utgjør her en typisk ett-trinns tetning idet det må fungere som en kombinert vann-, luft- og damptetning i samme punkt, system A.

I fig. 212 er derimot den forseglede dobbeltruten innsett med en to-trinns tetning idet glassnoten er luftet og drenert under bunnglasslisten. Den ytre tetningen fungerer som regnskjerm, system C, mens den indre tetningen er en kombinert luft- og damptetning, system D.

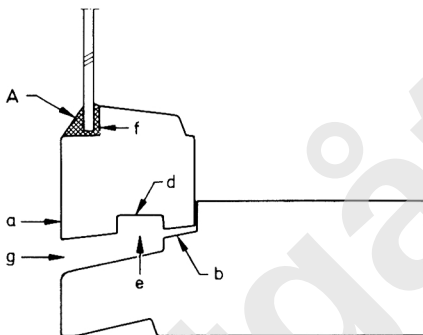


Fig. 211
Snitt gjennom nedre del av et norsk enkeltglassvindu av eldre type i henhold til den utgåtte Norsk Standard NS 766
Glassinnsetting som ett-trinns tetning, system A.

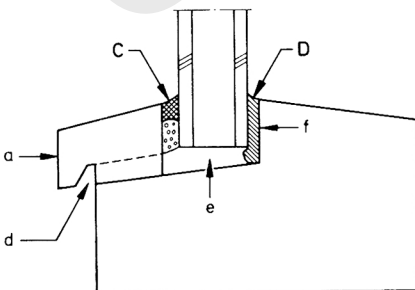


Fig. 212
Snitt gjennom nedre del av et fast vindu med forseglede dobbeltrute
To-trinns tetning med luftet og drenert glassnot.

Fig. 213 viser en ett-trinns tetning mellom betongelementer. Den utvendige fugemassetetningen må fungere som kombinert vann- og lufttetning, system B, og den innvendige tetningen som damptetning, system F. I praksis blir den indre tetningen i slike tilfeller ofte sløffet, og dette har i en del tilfeller ført til alvorlige kondensskader.

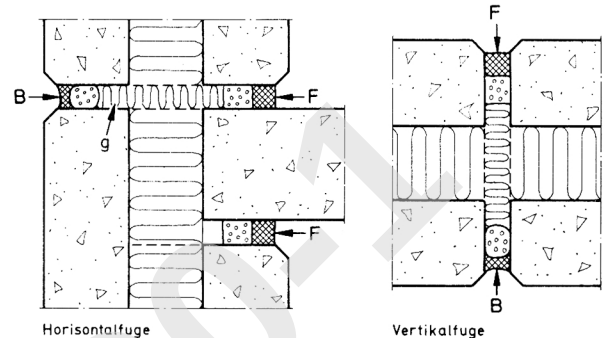


Fig. 213
Ett-trinns tetning mellom betongelementer

Fig. 214 viser den alternative to-trinns-løsning. Tetningslisten i vertikalfugen fungerer her som en regnskjerm, system C. I horisontalfugen utfører den åpne fugen samme funksjon ved hjelp av en dryppnese a, en terskel b og et deksel c. Den ytre fugemassetetningen er her bare en lufttetning, system E, mens den indre tetningen fortsatt er en damptetning, system F.

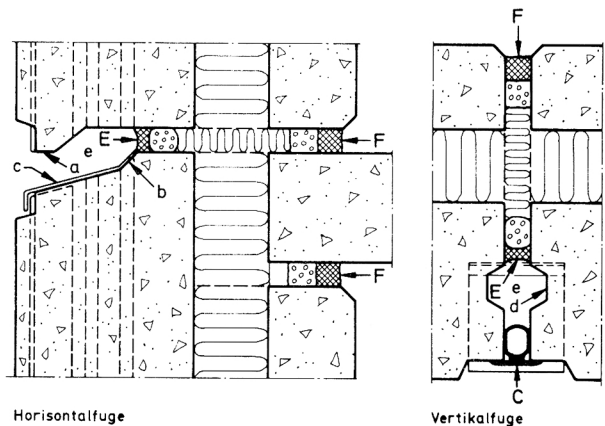


Fig. 214
To-trinns tetning mellom betongelementer
I utvendige vegger er to-trinns tetninger den eneste løsning som bør brukes. Dette gjelder forøvrig for alle typer veggkledninger, ikke bare betongvegger.

Fig. 215 viser en ett-trinns tetning i en lettmetallvegg. Her må den ytre tetningslisten fungere som en kombinert vann- og lufttetning, system B, og den indre tetningslisten som damptetning, system F.

I den alternative to-trinns-løsningen i fig. 216 har glasskledningen overtatt funksjonen som regnskjerm, system C. Den ytre tetningslisten fungerer dermed bare som lufttetning, system E, mens den indre tetningslisten fortsatt må være damptetning, system F.

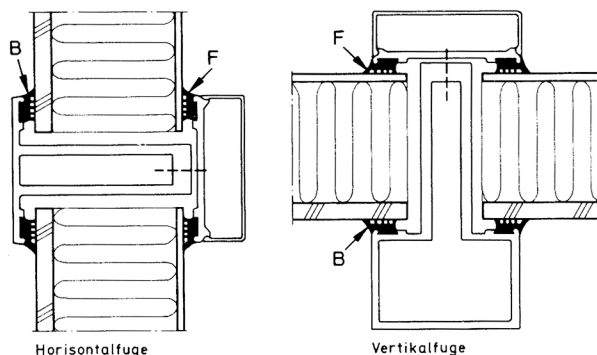


Fig. 215
Ett-trinns tetning i en lettmetallvegg

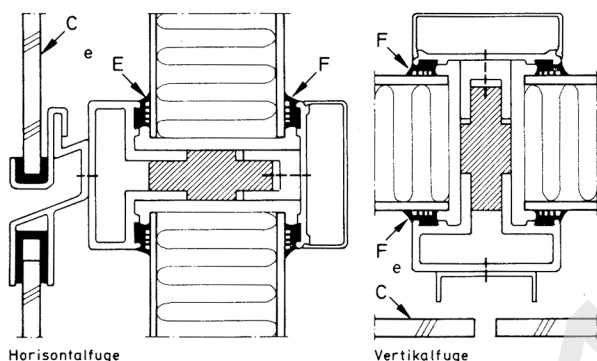


Fig. 216
To-trinns tetning i en lettmetallvegg

På fig. 211 til 216 er det også satt på en del små bokstaver for å klarlegge en del av de uttrykk som brukes innenfor fuge teknologien:

- a dryppnese
- b terskel
- c deksel
- d rille
- e trykkutjevningsskammer
- f fals
- g åpning

3 PÅKJENNINGER OG DETALJER

31 Slagregn

Når det regner og blåser, vil regnets fordeling over en vegg være ujevn. Erfaring og målinger viser at områdene nær hjørner og høyt oppe på vegg er mest utsatt. Høye hus er mer utsatt enn lavere. Vannet har en tendens til å samle seg langs vertikale ledd i fasaden. Kraftige regnskyll i korte, harde vindstøt gir de største lekkasjer.

Man kan regne med følgende maksimale påkjenninger fra slagregn:

Meget værharde steder 5–6 l/m² pr. 10 min.

Værharde steder 1–2 l/m² pr. 10 min.

På høye hus bør man bruke vannledende ribber eller riller (og avdrypp) utenfor fugene.

Ifølge NBI's prøvingsmetode NBI 93/70 skal fugene tåle:

Slagregn jevnt fordelt over hele den utvendige flaten med en intensitet av 17 l/m²h ved pulserende vindtrykk i foreskrevet tid uten vanngjennomslag i eller forbi vindtetningen. Noen få dråper på vindtetningens utside tåles.

Nedsilende vannmengde, jevnt fordelt: avhengig av husets høyde og av mengde slagregn som angitt ovenfor, vanligvis 100 l/m h.

Nedsilende vann, konsentrert, hvis fugene i praksis blir utsatt for slik påkjenning: 30–70 l/h i eller langs vertikalfugen (avhengig av husets høyde).

Mellom elementer i yttervegg har man som regel tre forskjellige fugeproblemer som må løses på forskjellig måte. Det er vertikale og horisontale fuger og fugekryss. Værpåkjenningene vil virke forskjellig på disse, og de må derfor behandles hver for seg.

311 Vertikale fuger

- 1 Vann som renner nedover vegg blir gjerne drevet over mot vertikale ledd, hvor mer eller mindre konsentrerte vannstrømmer danner seg. Disse vannstrømmene er farlige når de følger vertikale fuger eller finner huller i kledninger, eventuelt passerer horisontale fuger. Vannmengden i bunnen av en 40 m lang og 20 mm bred vertikal fuge kan på meget værharde steder antakelig bli så stor som 16 l i en 10 min. periode.
- 2 Forsøk viser at åpne vertikale fuger ikke bør være bredere enn 3 mm om de skal hindre regndråper i å slå inn til tettemidlet når dette ligger 45 mm bak ytre fugeåpning. Av dette følger at bredere fuger mellom elementer må ha en regnsperre ytterst.
- 3 Regnsperren kan dekkes fullstendig av vann når den ligger inntrukket i en vertikalfuge. Vannmengder som nevnt i pkt. 1 vil da kunne renne inn forbi regnsperren og må dreneres vekk innenfor denne i en rommelig dreneringskanal. Man kan hindre vann i å bli drevet inn i fugen ved hjelp av ribber etc. langs ytre fugeåpning, se fig. 315 b.
- 4 Lufttrykket i dreneringskanalen bør veksle mest mulig i takt med vindtrykket på utsiden, kanalen må ha lufttilgang hvor regnvannet ikke slipper til. Dette ordnes enklest ved at kanalen har full åpning i nedre ende mot horisontalfugen. Dersom vannet dekker alle åpninger inn til kanalen, vil lufttrykket virke over vannet i åpningene slik at vannet vil sprute inn i og forbi dreneringskanalen.

312 Horisontale fuger

Forsøk viser at horisontale fuger kan gis en enkel utforming når de ikke tar inn vann fra vertikalfugen. Ytre fugebredde på horisontalfugene må være større enn 4 mm. Som regel er fuger i elementer atskillig bredere, f.eks. i betong fra ca. 8 mm til ca. 22 mm. Forsøk viser at regnvann som når vindtetningen ofte trenger igjennom. En må derfor hindre at vann når tetningen.

313 Fugekryss

Fugekryssene må vies særskilt omtanke ved utformingen av de vertikale og horisontale fuger. I fuger mellom kompakte elementer bør man sørge for å få det nedslidende vannet ut av vertikalfugen der den møter horisontalfugen.

Det beste er om man kan unngå fugekryss, f.eks. ved å bruke bare horisontale, inntrukne vindusbånd. Da får man bare vertikalfuger mellom vindusbåndene.

314 Følgende hovedprinsipper for utforming må følges:

- 1 Man må få regnet til å slå an og sile nedover fugeflatene så langt ute som mulig
- 2 Regnet må ikke treffe vindtetningen eller flyte inn til den
- 3 Vannet må ut av fugene med passende mellomrom nedover veggen

315 Prinsipiell oppbygging av den vertikale fugen

Ytterst en regnskjerm, deretter et ventilert dreneringsrom, og så vindtetningen. Fig. 315 a og c passer best for fuger mellom betongelementer og 315 b for metallkledning.

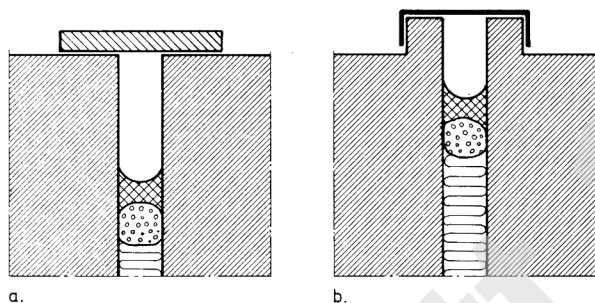


Fig. 315

Prinsippsskisser

a. To-trinnsstetning av vertikal fuge

b. To-trinnsstetning av vertikal fuge m/ribber

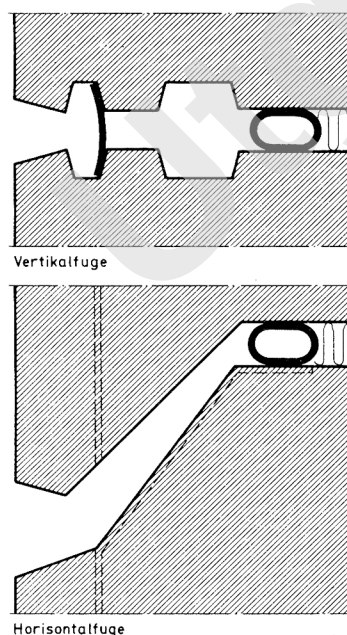


Fig. 315 c

Fuger mellom betongelementer

316 Prinsipiell oppbygging av den horisontale fugen

Fig. 316 a og b viser i prinsipp hvordan horisontalfugen kan utføres i betong. Fugen i fig. 316 b er sikrest mot oppadrettet regn. Imidlertid er lufttetningen så godt beskyttet av regnsperre I i vertikalfugen, avdrypp II og godt hellende fugeflater at også fugen i fig. 316 a skulle være god nok. Sløyfes regnsperren i vertikalfugen, er begge de viste horisontalfuger ubrukbare. Regnsperre I finnes bare i den vertikale fugen. III er en hindring mot flytende vann. Fugen i fig. 316 b kan ikke tettes med fugemasse. Tettelist må anbringes på forhånd.

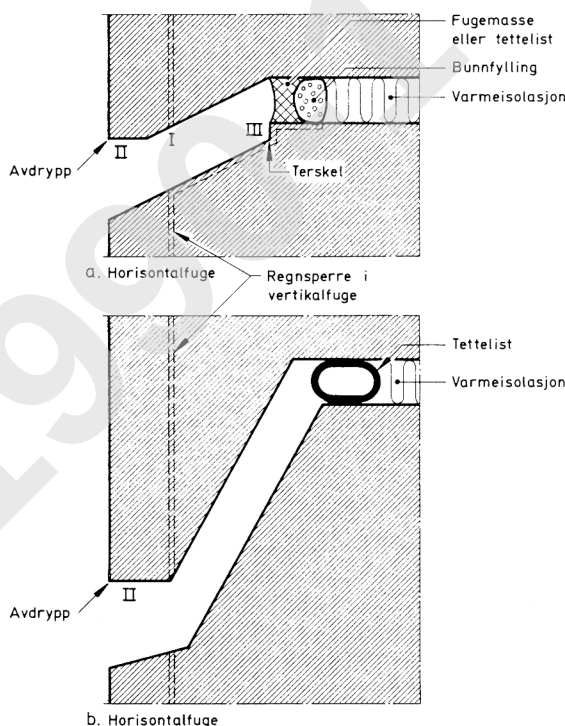


Fig. 316 a, b

Viser i prinsipp hvordan horisontalfugen kan utføres i betong.

I er regnsperre, II er avdrypp, III er terskel.

Fugen i b er sikrest mot oppadrettet regn.

Regnsperren må ikke sløyfes.

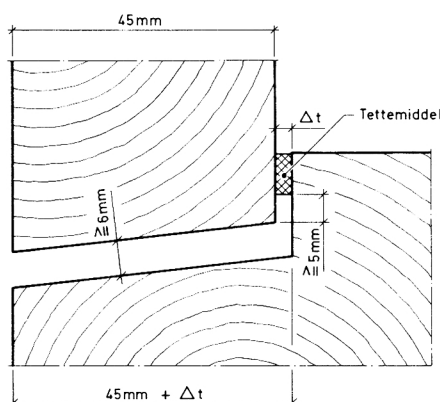


Fig. 316 c

Horisontalfuge i treverk antas å klare maksimale værpåkjenninger når den er utformet som vist i figuren og når hellingen ikke er mindre enn ca. 7°.

32 Vind

- 321 Under laboratorieprøver er kravet til tetthet: I orkan ($v = 33,5$ m/sek. og $p = 70$ mm VS) skal luftlekkasjene være mindre enn kurven i fig. 121 viser, og lekkasjene skal ikke være konsentrert i punkter. Fugenes tetthet er i høy grad avhengig av tetningsmiddel og også materiale i elementene.

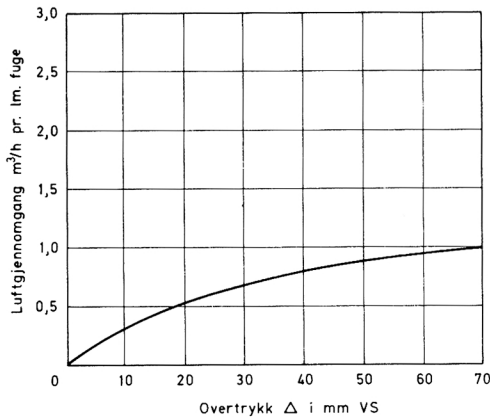


Fig. 321

I orkan ($v = 33,5$ m/sek. og $p = 70$ mm VS) skal luftlekkasjene være mindre enn kurven viser, og lekkasjene skal ikke være konsentrert i punkter.

33 Bevegelse og målavvik (toleranser)

- 331 Bevegelser p.g.a. temperatur- og fuktvariasjoner

Alle byggematerialer endrer dimensjoner ved temperaturendringer. Mange endrer også dimensjoner ved forandringer i fuktinnholdet (f.eks. tre). Ved konstruksjonen av fugen må man sørge for at disse bevegelser kan foregå uten at forseglingsmaterialene i fugen blir utsatt for påkjenninger de ikke tåler. Det må tas hensyn til dimensjonsendringene både i elementene som danner fugen og i selve forseglingsmaterialene. Variasjonene vil arte seg som øking eller minsking, avhengig av de fukt- og temperaturforhold som rå under montering og forsegling. Dimensjonsendringenes størrelse vil avhenge av de lokale temperatur- og fuktforhold. Om vinteren kan utvendig overflatetemperatur i klare netter synke til litt under lufttemperaturen. Om sommeren kan temperaturen ved mørke, varmeabsorberende materialer stige til $+80$ °C. Ved innspringende nisjer o.l. er det observert enda høyere temperaturer. Man må også være oppmerksom på temperatursjokk som kan forekomme, f.eks. når solen i kaldt, skyet vær bryter gjennom skydekket.

- 322 Bevegelser forårsaket av vindkrefter, nyttelast i bygninger, setninger o.a. må det tas hensyn til. Det er i de fleste tilfeller vanskelig å bestemme størrelsen av slike bevegelser. Dersom en tar hensyn til dette under den konstruktive utforming av bygningen og plassering og utforming av fugene, kan disse vanskeligheter i noen grad reduseres.

333 Målavvik (toleranser)

En bør være oppmerksom på at den fugebredde som vanligvis blir angitt på tegninger, ikke kan legges til grunn for valg av fugetetningsmaterialer fordi den angitte bredden ofte er større enn minimum fugebredde. En må derfor også kjenne de variasjoner i fugebredden som skyldes ujevne fugekanter, ujevn form og størrelse på bygningsdeler, vanskeligheter med eksakt montering etc. Toleransene bør derfor være angitt på tegningene.

334 Solstråler og atmosfæriske forurensninger

Forseglingmaterialer bør plasseres slik at de ikke blir utsatt for slike påkjenninger. Dette kan gjøres som vist i figurene 315 a, b og c og fig. 316.

34 Andre detaljer

341 Dampgjennomgang

Selve fugene er ofte åpne for vanddampinntrenging fra romsiden, mens fugemasse eller hardt klemte neoprenlister vil hindre dampen i å slippe ut. Det bør være en selvfølge at man lager fugene minst like dampette på romsiden som på utsiden. En fuge mellom treelementer er som regel riktig oppbygd, den har et diffusjonstett sperresjikt på romsiden og en vindtett, dampåpen papp på utsiden av varmeisolasjonen.

342 Varmegjennomgang

Fugene bør varmeisolerers så mye at det ikke oppstår kondens på innsiden. Isolasjonen er ofte remser av mineralull, styroporflak eller dyttestry.

343 Lydgjennomgang

En funksjonsriktig fuge vil i alminnelighet være tilstrekkelig lydisolerende. Ved plassering av fugen må uheldige forhold som lydtransmisjon unngås. Ved bevegelse mellom materialene kan sjenerende lyd oppstå (gjelder spesielt metallkledning). Det bør tas forholdsregler mot dette.

344 Fugeforseglingens varighet

Fugematerialene varer sjelden så lenge som veggen forøvrig. Fugene bør derfor utformes og tettes slik at man kan skifte ut forseglingsmaterialet på en enkel måte uten å ødelegge kledningsmaterialer m.v. Ved riktig plassering av forseglingsmaterialet vil dets levetid forlenges vesentlig.

4 REFERANSER

- 41 Bladet er utarbeidet av Tore Gjelsvik, Trygve Isaksen og Ivar Størseth.
Redaksjonen avsluttet april 1977.

42 LITTERATUR

- 421 Trygve Isaksen: Rain Penetration in Joints. Influence of Dimensions and Shape of Joints on Rain Penetration. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 119, Oslo 1966.
- 422 Trygve Isaksen: Slagregn og utforming av fuger i og mellom betongelementer. «Betongen i dag», nr. 3, 1966. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 131, Oslo 1966.
- 423 Tore Gjelsvik: Classification of Building Sealants. CIB Symposium on Weathertight Joints for Walls, Oslo 1967, Paper 33 B. Inngår som del av Norges byggforskningsinstituts rapport 51 C, Oslo 1968.
- 424 Trygve Isaksen: Rain leakage tests on open joints in ventilated claddings. CIB Symposium on Weathertight Joints for Walls, Oslo 1967, Paper 31 D. Inngår som del av Norges byggforskningsinstituts rapport 51 C, Oslo 1968.
- 425 Trygve Isaksen: Rain leakage tests on through joints. CIB Symposium on Weathertight Joints for Walls, Oslo 1967, Paper 32 D. Inngår som del av Norges byggforskningsinstituts rapport 51 C, Oslo 1968.
- 426 Tore Gjelsvik: Fuger og fugetetning. Norges byggforskningsinstitutt, Anvisning nr 9, Oslo 1973.