

# Slagregn og utforming av fuger i og mellom betongelementer

Wind-driven rain and the forming of joints between concrete elements

Av arkitekt mnal TRYGVE ISAKSEN

Norges byggforskningsinstitut

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



OSLO 1966

sg 624.078 : 620.193.15

]

34

A : 69.002.2

## Slagregn og utforming av fuger i og mellom betongelementer

Wind-driven rain and the forming of joints between concrete elements

### 1. Innledning.

Fugene i store, prefabrikerte fasade-betongelementer skal ikke bare hindre vann og vind i å trenge inn, de skal dessuten være enkle å forme, være holdbare både under transport og etter montasje, og de skal beholde sitt utseende. De skal helst varmeisolerers like godt som vegg for øvrig.

### 2. Slagregn og vind.

Man har hittil skilt mellom slagregn oppfanget i frittstående målere og slagregn oppfanget i målere montert på vegg. Hensikten med frittstående målere

har vært å få en sammenlikning mellom vanlig målt nedbør og slagregn.

I Norge har fritt slagregn vært målt fra de fire hovedretninger ved Meteorologisk institutt's stasjon i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø. Uheldigvis har man hittil bare lest av de oppfangede mengder 2 ganger pr. dag, ikke registrert slagregnmengdene med pluviograf som brukes til nedbørmålingene. Derved har man kun fått gjennomsnittsmengder over 12 timer, og disse viser seg å være forholdsvis små.

Når vi holder fast på vårt krav: Intet vanngjennomslag i fugene uansett vær og vind, er det klart at det er regnskylt sammen med kraftige, kortvarige vindstøt som fugene må dimensjoneres etter.

I de senere år har særlig engelskmennene målt slagregntensitet ( $l/m^2h$ ) på vegger. De har stort sett valgt ut hus som ligger utsatt til i Skottland, de har registrert mengdene og sammenholdt dem med samtidige målinger av vertikal nedbør og vind. Den høyeste intensitet, målt over ca. 1 min. tilsvarte  $100 l/m^2h$ . Mengdene i løpet av 2 timer var imidlertid atskillig mindre, nemlig  $12,4 l/m^2h$ . Samtidig målt nedbør var  $6 l/m^2h$ .

I Norge begynte professor Holmgren ved NTH å måle slagregn på vestveggen i et lite forsøkshus allerede i 1937. I 1949 målte man over 10 min. tilsvarende  $6,6 l/m^2h$ , over 1 time  $4,5 l/m^2h$ . Mengdene var neppe større enn  $3 l/m^2h$  målt over 2 timer.

Fig. 1 viser hvordan forsøkshuset var plassert i forhold til den øvrige bebyggelse på Gløshaugen.

I det nye forsøkshuset på Tyholt i Trondheim har vi i juni 1965 på nordvestveggen målt mengder tilsvarende  $7,7 l/m^2h$  over en 10 min. periode, mens mengdene over 4 timer bare tilsvarte ca.  $0,75 l/m^2h$ . Vindkastene var ikke kraftigere enn tilsv.  $15 m/sek.$ , men den målte nedbør var hele  $2,2 l/m^2h$  jevnt fordelt over 6 timer.

Fig. 2 viser t.v. den engelske måleren vi bruker i forsøkshuset på Tyholt.

Et eksempel på ukemengder er gitt i fig. 3, målt

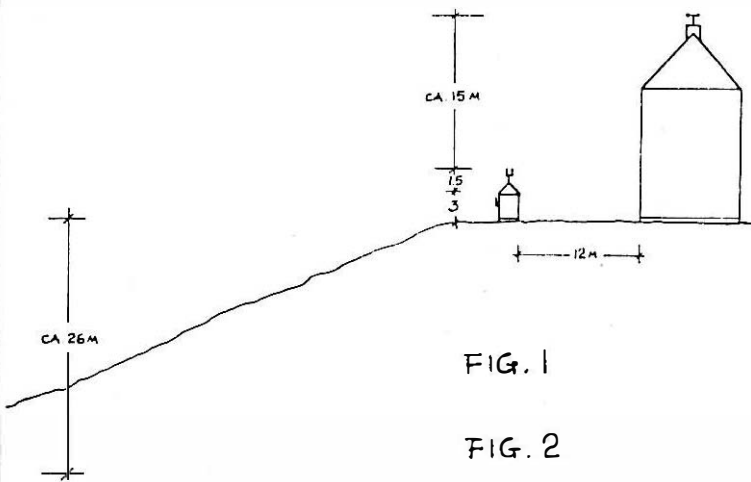
### SUMMARY

Rain showers accompanied by brief, but powerful, bursts of wind are the most dangerous for joints. In exposed regions, from Lista to Tromsø, we ought to dimension the joints for 5—6 liters of driving rain per  $m^2$  for 10 minute periods, whereas the stresses are scarcely greater than 1—2  $l/m^2$  in the course of 10 minutes in other parts of the country. Many years' research and experience from practice have crystallized in three simple principles for the forming of joints which shall be proof against driving rain.

Vertical joints between concrete elements should be closed by a rain barrier as far as possible outwards in the joint, and the rain barrier and air-proof stratum (joint cement or weather strip) should be separated by an aired hollow space. The horizontal joints must as a rule be open on the extreme outside for the sake of drainage. Dimensions of the various parts of the joints are given in the figures.

Recent years' work has shown that the most dangerous enemy of vertical joints are concentrated currents of water which run down the facades in the joints. The point is then either to prevent the water from reaching the joints, viz. by means of projecting ribs and on both sides of the joints, or to form the aired space as a pure drainage chamber.

\* Arkitekt MNAL, Norges byggforskningsinstitutt, Laboratoriet, Trondheim.



på det gamle forsøks huset på NTH. De samlede mengder slagregn fra alle 4 hovedretninger var mer enn dobbelt så store som nedbøren. Gjennomsnittlig vindhastighet var 7,3 m/sec., fra S til N over W. Vestveggen ble truffet av 0,5 l/m<sup>2</sup>h slagregn over hele uken.

Hele kyststrekningen fra Lista til Lofoten har mer slagregn enn Trondheim. For Bergens vedkommende går dette tydelig frem av tabell 1. I dette tilfelle er det nedbørmengdene som er så mye større i Bergen enn i Trondheim. Bergen er best beskyttet mot vind av de to byer.

Tabell 2 viser målte vindstyrker i Gøteborg, Bergen, Trondheim og Kinn sammen med dem vi lager kunstig i NBI's slagregnapparat.

Kinn ligger på en liten øy ytterst på Vestlandet og har hele 1715 mm årlig fri slagregnmengde bare fra syd. Tabellen viser at vår kunstige vind på 33,5 m/sec. konstant er for kraftig selv for Kinn. Stormkastene på Kinn kan kanskje komme opp i 49 m/sec.

Det engelske byggforskningsinstituttet (B.R.S.) har gjort enkelte målinger av slagregnets fordeling over veggene, fig. 4 viser målinger i Skottland. Man får her bekreftet at områder ved hjørnene er hardere utsatt enn veggmidte.

Man vet at de øvre deler av veggen blir truffet av mer slagregn enn de nedre, men måleresultater er ikke offentliggjort ennå.

Engelskmennene har funnet ut at vertikale fuger uten beskyttelse langs utsiden tar inn opptil 4 ganger så mye rennende vann p.g.a. flom fra sidene, som slagregn rett forfra. Det er da sidevind som driver vannet nedover veggen over mot vertikale, inntrukne ledd.

Hvilke maksimale påkjenninger bør vi regne med i uvær? Følgende forslag stilles:

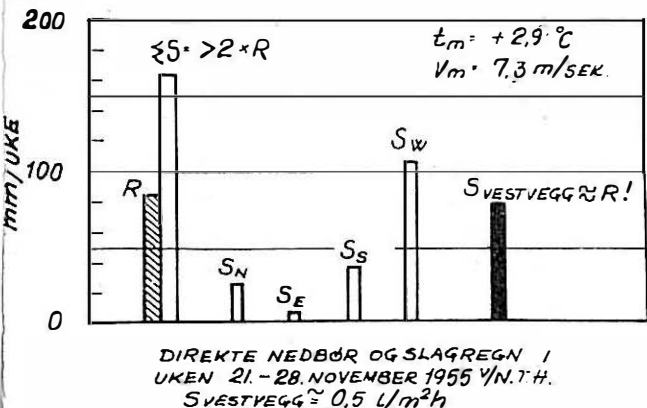
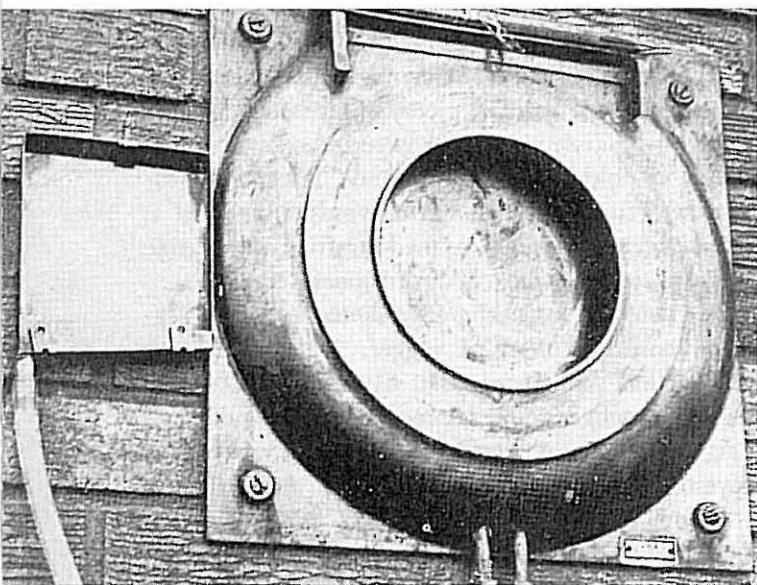
Utsatte kyststrøk fra Lista til Troms:

Maks. slagregn over 10 min. perioder tilsvarende ca. 30 l/m<sup>2</sup>h.

Hele Troms, Finnmark, Østlandet og Trøndelag, unntatt kyststrøk:

Maks. slagregn 10 min.: ca. 8 l/m<sup>2</sup>h.

Et 40 m høyt hus ytterst på Vestlandet vil f. eks. bli truffet av 200 l vann over en bredde av 1 m i løpet av 10 min. Om engelskmennenes målinger av «sideflom» mot fuger også holder stikk for høye hus, skulle det i løpet av disse 10 min. komme 16 l inn i en vertikal fuge som er 2 cm bred. Vi har da forutsatt at fasadene er glatte og at intet vann skvetter ut fra fasaden. Den mest utsatte del for inn-trengning av vann er den nederste meteren av fugen, her er det mest vann på et gitt tidspunkt. Det er dessverre umulig å regne ut nøyaktig hvor stor vannhastigheten kan bli, vinden virker forskjellig på de forskjellige deler av fasaden, noen steder lager den



Tabell 1. Nedbør, slagregn og vind i Bergen, Trondheim (Voll met. st.) og NTH, Trondheim 1962.

Sted	mm Nedbør	N.	Slagregn mm		W.	Slagregn vestvegg l/m <sup>2</sup> år	Anmerkninger
			E.	S.			
Bergen	2044	83,6	484,8 ≅ 1520 l/m <sup>2</sup> år (Mars mangler)	912,6	55,4	Ikke målt	Slagregn total ≅ 76 % av nedbør (11 mndr. slagregn 12 mndr. nedbør)
Trondheim	979	54,4	33,6 ≅ 562 l/m <sup>2</sup> år (April mangler)	226,0	247,3	Ikke målt	Slagregn total ≅ 60 % av nedbør
N.T.H. Trondheim (gml. fors.hus)	641	44,2	41,4 ≅ 475 l/m <sup>2</sup> år	175,6	257,8	135,6	Slagregn total ≅ 74 % av nedbør.  Slagregn på vestvegg i % av slagregn i frittstående måler (veståpning). Max. 90 % nov.) Min. 4,2 % (mai) Midl. 53 %

Tabell 2. Kunstig vind i NBI's slagregnapp. — Målte vindstyrker (10 min. perioder) i Gøteborg, Bergen og Trondheim. (F=iflg. Beaufort-skala.)

Sted	F=0	F=6 og 7 v=10,8—17,1 m/sek.	F=8 v=17,2—20,7 m/sek.	F=9 v=20,8—24,4 m/sek.	F=10 v=24,5—28,4 m/sek.	F=11 v=28,5—32,6 m/sek.	F=12 v=32,7— m/sek.
NBI Lab. Trondheim	Brukes av og til		Som regel stø vind = 20 m/sek		Som regel 14—42 m/sek. i kast 5 gan- ger pr. min.		Som regel stø vind = 33,5 m/sek.
Gøteborg Torslanda (10 års midl.)		79 ganger pr. år	8 g. pr. år	0,5—1 gang pr. år	—	—	—
Bergen		23 g. pr. år I 1962: 82 g.	2 g. i løpet av 10 år I 1962: 4 g.	1 g. i løpet av 10 år I 1962: 2 g.	—	—	—
Trondheim, Voll (10 års midl.)		46 g. pr. år I 1962: 47 g.	2—3 g. pr. år I 1962: 2 g.	1 g. pr. år I 1962: 1 g.	—	—	—
Kinn (10 års midl.)		190 g. pr. år	51 g. pr. år	23 g. pr. år	3 g. pr. år	1—2 g. pr. år	—

overtrykk, andre steder undertrykk samtidig. Men regner vi med at vannfilmen er tykkest nede ved veggen, at hastigheten der er 5 m/sek. og at gjennomsnittshastigheten over veggen er 2 m/sek., får vi at «bekken» rent teoretisk kan bli 8 mm dyp nederst i fugen. Dette gir et begrep om at der må lages god plass til drenering bak en regnskjerm, selv om man regner med bare halve vannmengden.

Det lar seg gjøre å undersøke vannmengdene som renner nedover høye bygg, hittil er dette ikke gjort i Norge. NBI har manglet en nysgjerrig representant på Vestlandet, men vil få en i nærmeste fremtid. For å kompensere denne mangelen, har NBI laget slagregnapparatene hvor «slagregnet» er 8-10 l/m<sup>2</sup>h,

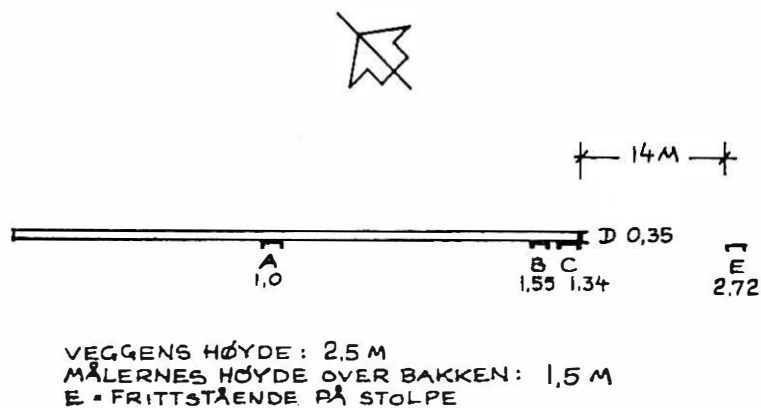


FIG. 4

og nedsilende vann kan reguleres mellom 40 og 100 l/m.h. I fremtiden vil vi prøve å kjøre med vindkast mellom 10 og 40 m/sek., slagregnmengdene er det dessverre umulig å variere med den påsprøytingsanordning vi har nå. En fordel ved å bruke kunstig regn og vind er at vi kan oppdage om en konstruksjon lekker eller ikke for vi bruker den i praksis. En annen fordel er at vi kan gjøre prøvene i løpet av kort tid, og med maksimale påkjenninger vi kanskje måtte vente år på å få utendørs.

### 3. Hovedprinsipper for tetning av fuger mot slagregn.

- Få regnet til å slå an og sile nedover fugeflaten så langt ute som mulig.
- La aldri regnet treffe vindtetningen eller flyte inn til den.
- Få ut vann av fugene med passe mellomrom nedover veggen.

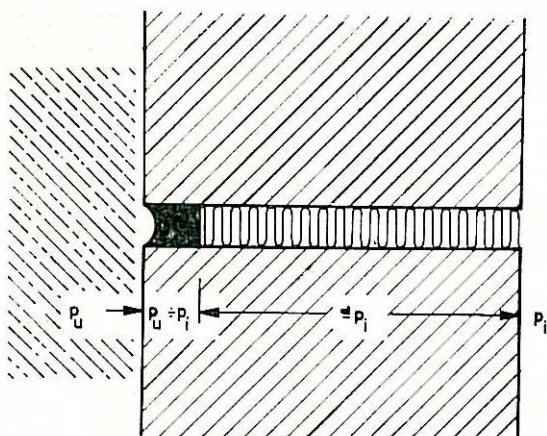


Fig. 5 En-trinns-tetning, vind- og regnsperre kombinert (prinsippskisse).

I fig. 5 er det første prinsipp overholdt, men ikke det andre. I dette tilfelle har vi det meste av trykkfallet (p.g.a. vind) over fugekittet, den minste sprekk mellom kitt og omgivende materiale vil gi vannlekkasjer. Om fugen på fig. 5 er horisontal, strider den mot det tredje prinsipp, vannet slipper ikke ut. Tetningen er helt avhengig av fugekittet som er fullt utsatt for sol, vind, regn, skitt og temperaturbevegelser. Tetningen kan omgås av vann via omliggende porøst materiale, som f. eks. betong. Når kontaktflatene mellom tetning og betong blir våte, vil fugemassen kunne slippe.

I fig. 6, en vertikal fuge, er første hovedprinsipp fulgt, og når luftrommet bak dekklisten står i forbindelse med uteluften, er prinsipp nr. 2 langt på vei gjennomført.

I fig. 7 har vi i prinsipp sørget for å hindre ned-

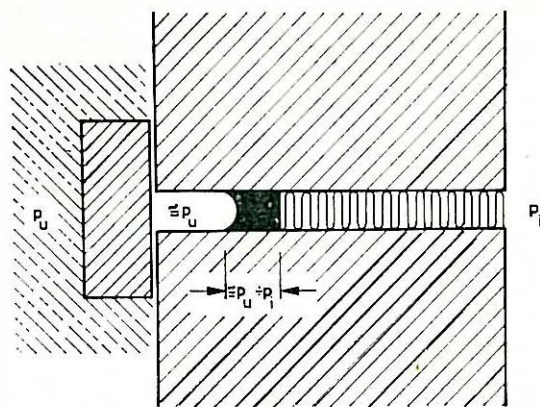


Fig. 6 To-trinns-tetning av vertikal fuge (prinsippskisse)

silende vann i å flyte inn i fugen fra sidene. Fig. 6 og 7 viser begge en totrinns-tetning, regnsperren er helt atskilt fra vindsperren, og lufttetningen er beskyttet mot sol, vind og slagregn og de verste temperaturpåkjenninger.

En-trinns-tetningen setter meget store krav til tette-midlet, to-trinns-tetningen kan opplagt gjøres billigere.

I fig 6 og 7 er regnsperren 100 % effektiv mot slagregn, fugene er lukket utvendig. De horisontale er nødt til å være mer eller mindre åpne om de skal slippe ut vann.

To-trinns-tetningen er egentlig en gammel oppfinnelse, et eksempel er utvendig luftet bordkledning på gamle tømmerhus. Panelet spanderte vanlige folk bare på værveggene. — Ingen skal beskyldte tømmervegger fra 1780 til 1900 for å være vindtette. Novhuggingen ble det slurvet med da panelet først hadde fått innpass, de håndsmidde spikrene fra tykke lekter og panel hindret naturlig, belastet krymping, og pappen var ennå ikke funnet opp. Men regnvannet slår ikke gjennom selve veggen selv om luftlekkasjene er store. Dette kommer av at det aller meste av vannet

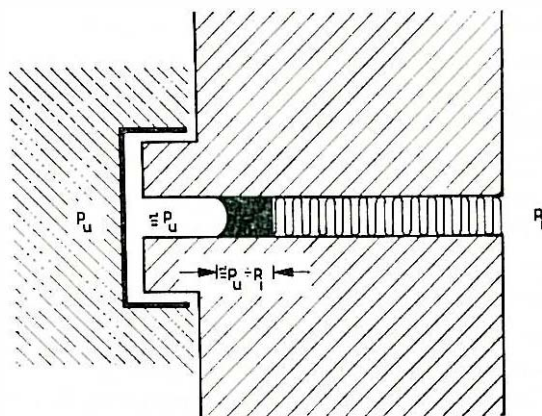


Fig. 7 To-trinns-tetning av vertikal fuge m/ribber (prinsippskisse)

slår an og blir ledet ned på utsiden av panelet, og at det skal meget store vindhastigheter til for å rive løs evt. vann fra baksiden av panelet og føre det tvers over et 2—3" tykt luftrom.

Kommer vannet inn i tømmerveggen, skyldes dette at utlektingen holder på vannet noen steder, lar det flyte inn eller drypper inn, via horisontale ledd. Dette hender særlig over og under dører og vinduer. Det er dreneringen man har slurvet med, ikke regnsperren.

Fig. 8 viser et fugesystem som brukes bl.a. av Ungdomsbygg. Systemet ble utprøvd ved NBI's laboratorium i Trondheim med følgende resultater: Uten regnsperre fikk man gjennomslag selv med vindhastigheter på bare 12—15 m/sek. (frisk bris) og selv om fugen var bare 5 mm bred. Med regnsperren på plass kunne man tette med steinull alene bak dreneringsrillen uten å få regngjennomslag selv i orkan. Sløyfet man dreneringsrillen bak regnsperren, fikk man gjennomslag selv om regnsperren var der, man drenerte ikke godt nok. Nå vil man neppe finne seg i å ha så store luftlekkasjer som gjennom steinull alene, ca. 15 m<sup>3</sup>/h og meter fuge i orkan. Fugen var i dette tilfelle 15 mm bred, men vindhastigheten ble likevel ikke større enn ca. 0,3 m/sek. gjennom steinullen. Med neoprenlist eller fugekitt som lufttetningen kan man komme ned i h.h.v. 3 cm/sek. og 0 cm/sek.

De norske fugene har vært brukt i noen år uten at vi har hørt om regngjennomslag i dem. De følger alle 3 hovedprinsipper: Regnet ledes ned av regnsperren langt ute i fugen, der er god plass og riktige, skarpkantede riller for drenering bak regnsperren. Når regnsperren i toppen av hvert element bøyes innover og dekker drenshullets topp, vil selv ikke vannsprut fra utstikkende kanter (ujevn montasje etc.) kunne treffe vindretningen.

Horisontalfugen er forsynt med dryppnese, horisontalfugens ytre åpning er 20 mm høy, slik at rennende vann aldri greier å overbrygge fugen og hindre drenasje. Terskelen og dryppnesen er godt dimensjonert, skjønt høyden av terskelen vel kan senkes noe av slagregn-tekniske hensyn.

Hvor smal må den ytre åpningen i vertikalfugen gjøres før man kan sløyfe regnsperren? Atskillige prøver med store vinduer og fuger i luftet trepanel viser at åpningen ikke bør være bredere enn 3—4 mm. Så smale fuger er vel vanskelig å få til i betongelementer uten meget presis sliping og meget presis utførelse av råbygget.

Når man lufter ut dreneringsrommet bak regnsperren som her, i bunnen av hvert element, utjevner man trykkforskjellene mellom uteluft og dreneringsluft, og man slipper inn luften på en plass der regnet ikke kommer til.

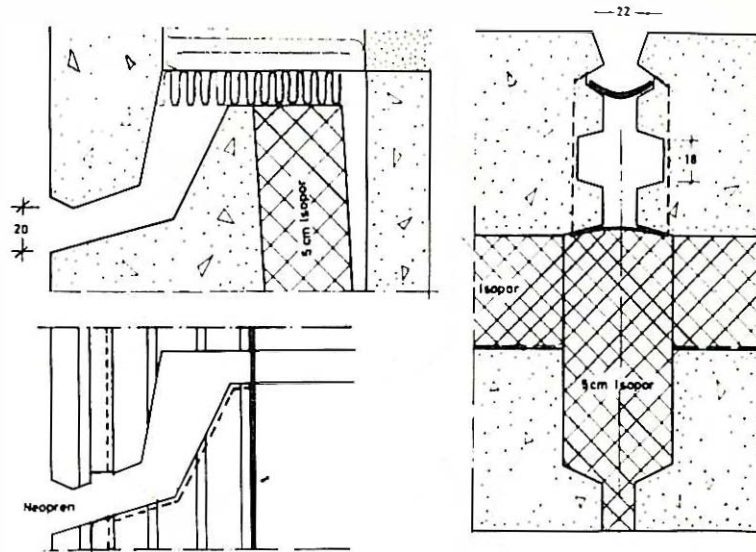


FIG. 8

Sløyfer man regnsperren og fugeåpningen er bred, vil vinden trenge inn i fugen enkelte steder og fyke ut igjen på andre steder, d: vinden har hastighet idet den går inn i fugen og tar også med vann og drivsnø. Det er altså galt å lage store fugeåpninger mot været for trykkutjevningens skyld, mens det er riktig å lage de beskyttede drensåpningene store.

#### Praktiske eksempler.

De norske utredninger om to-trinnsstetningen er nå akseptert og anvendt i de fleste europeiske land og i

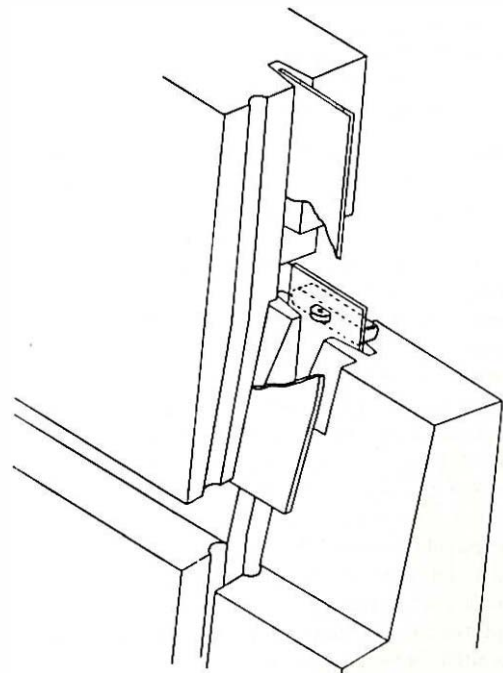


FIG. 9

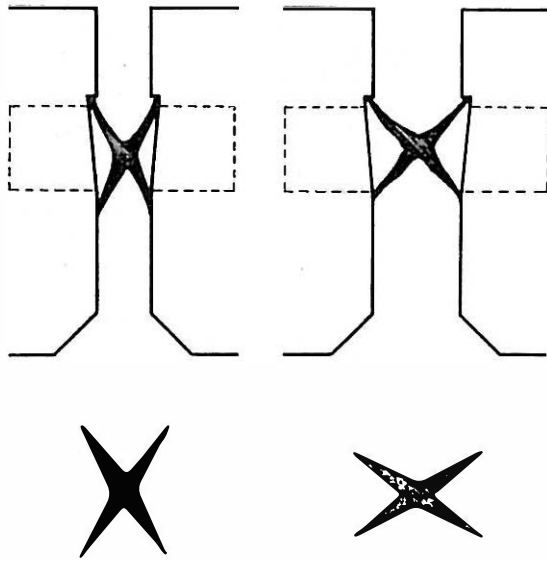


FIG. 10

Canada. De følgende 3 eksempler er hentet fra et engelsk innlegg [2] til CIB-Rilem symposiet om «Fukt i bygninger» i august 1965.

a) Vertikale fuger med løs regnsperre.

Fugetypen er meget brukt i England fordi den kan ta opp alle unøyaktigheter i fugebredde eller andre dimensjoner og kan oppta de sannsynlige bevegelser mellom panelene. Man drar inn regnsperren fra toppen etter at de to tilstøtende elementer er montert. Engelskmennene bruker gjerne metall i regnsperren, men det er intet i veien for å anvende neopren. I fig. 9 har engelskmennene funnet på en fiks liten sak av interesse også for norske produsenter: De har laget en liten lås med en liten tapp som tres inn i et hull nær toppen av hver regnsperre. Man kan sikre opphenget av regnsperren ved å sette inn en splint i hullet i toppen når regnsperren først er tredd innpå. Låsen ligger an på toppen av de to tilstøtende elementer.

Skulle det noen gang bli nødvendig å forsyne sperren eller reparere lufttetningen lenger inne i fugen, kan man ved hjelp av en pinne med stift i dra ut splinten, løfte hele låsen litt og snu den 90° slik at man får den ut via den vertikale fugen. Som man ser av fig. 9, overlapper regnsperren i øvre element sperren nedenfor, og der er ingen fare for regngjennomslag. Ilg. engelsk praksis krever fuger med løs regnsperre en ganske tykk kant mot tilstøtende elementer. 50 mm avstand fra ytre fugeåpning til regnsperren, og minst 25 mm hulrom mellom regnsperren og vindtetningen er normale mål i England. Etter NBI's erfaringer fra rene slagregnprøver, er 50 mm avstand fra fugeåpning til regnsperre unødig mye, i og for seg gjør regnsperren best nytte for seg om den lå utenpå elementene. Rillen som engelskmennene har i fugeflaten utenfor regnsperren, har bare en vannledende hensikt, er fugen  $\geq 3-4$  mm, vil regndråpene fyke usplittede forbi rillen og inn på sperren. Rillen svekker dessuten betongkanten for mye. Etter dette må man kunne flytte regnsperren utover og fortsette å bruke hovedsystemet.

b) Vertikale fuger forseglert med korsformet kunstgummilist, fig. 10.

Kunstgummilisten er brukt mellom tynne elementer som danner det ytre skall i en to-skallsvegg. Listen skal tjene både som regnsperre og luft-tetning når den er montert. Cement & Concrete Association's folk hevder at vann som måtte passere det ytre beinpar i listen, renner nedover mellom beinparene uten å trenge videre innover. Listen stoppes av anslag forment i begge sideflater, og under prøver greidde fugen seg mot regn helt til man åpnet noe på et av de bakre bein, da kom vannet inn. — Etter våre erfaringer er det grunn til å være en smule skeptisk. Sett at man fikk dårlig kontakt mellom et av de ytre bein og betong enkelte steder, ville ikke vannet da renne inn til det indre bein, lufttetningen, langs betongen fordi det mangler en skarpkantet rille i betongflaten? Får man en list på plass med ett bein på hver side av rillen, har man i hvert fall sørget bedre for dreneringen.

Horisontalfugens form er den samme i engelske og norske elementer, se fig. 11, hvor et vertikalsnitt er lagt gjennom fugekrysset. Et beslag dekker toppen av den korsformede listen, og nedre ende av listen ligger an

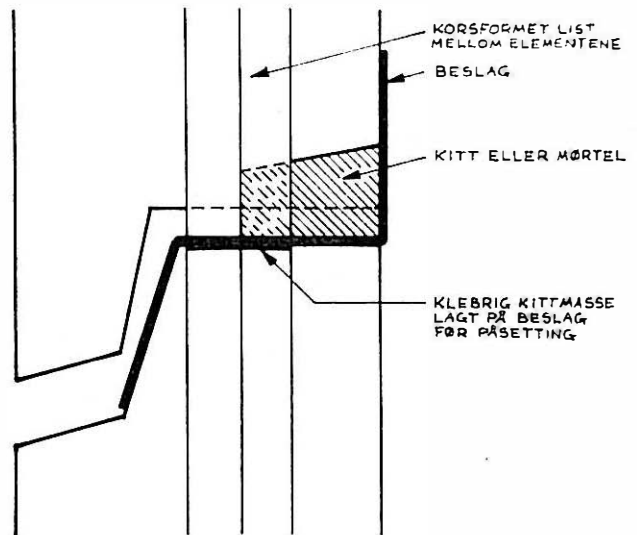


FIG. 11

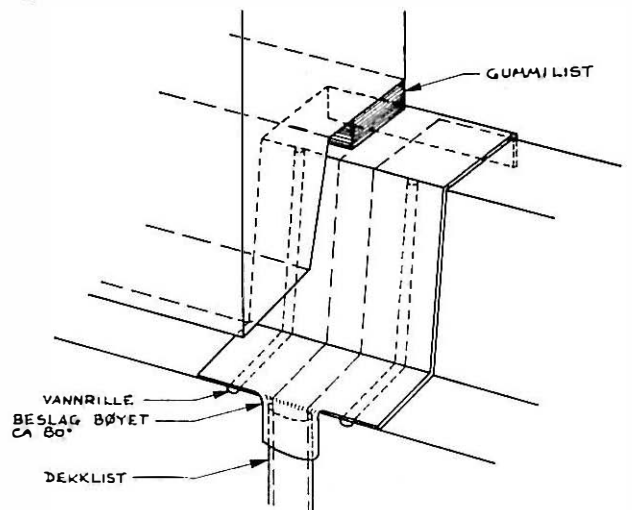


FIG. 12



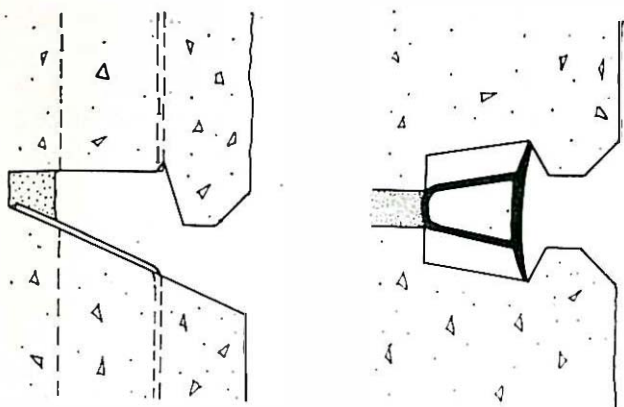


FIG. 13

på oversiden av beslaget. Her er atter et usikkert punkt: Vannet som er trengt inn mellom beinparene vil ikke slippe ut i bunnen med mindre de ytre bein blir kuttet noe over beslaget. Man er videre avhengig av både kitt og beslag og tettelist for å få til en luft-tetning mellom begge ender av list og beslag.

c) Vertikale fuger med dekklist utvendig.

Fig. 12 viser et kort metallbeslag som dekker hele toppen av vertikal-fugen i ytre skall. Dekklisten på nedre element føres opp i et bend på beslaget. Til vindtetningen har engelskmennene tenkt å bruke en asfaltert gummilist, vi ville vel brukt en hul neopren-list. På figuren mangler dreneringsriller i de vertikale fugeflatene, de er like nødvendige som rillene som er formet i betongen under beslaget.

Forsøk synes å vise at en flat dekklist bør ha ca. 2 cm opplegg på hver side av fugene for at vannet ikke skal greie å trenge inn trass i at det siler ned langs listen. Og da fordres det også at listen virkelig ligger an i hele sin lengde. Nå er det ikke farlig om litt vann trenger inn i fugen bare dreneringen er i orden innenfor listen. En dekklist utvendig er altså en bra regnsperre, slagregnteknisk sett, det spørs vel bare om arkitektene liker den.

Så en norsk løsning som avviker det meste av tettesystemet på 8 cm fugedybde. Skjoldet i vertikal-fugen er flensen på en tettelist som presses inn utenfra. Listen er av neopren og kan ta større avvik i fugebredde uten å sige ned. Selve svulsten klippes av og flensen alene føres opp, dekker toppen av dreneringshullet og ender under fugekittet i den horisontale fugen. Det er plass til rennende vann bak flensen, mellom vulsten og betongen. Det er lett å få ut listen om reparasjoner skulle bli nødvendig, se fig. 13.

4. Fuger omkring vinduer.

Fig. 14 viser en dårlig utførelse, vann blir ledet inn mot vinduet. Horisontalfugen mellom elementene må lekke. Fig. 15 er enda et trist eksempel, her vil vann trenge ned bak betongsålbenken og inn i veggen.

I fig. 16 er prinsippene for to-trinnstetningen ikke fulgt helt ut, men vinduet er trukket tilbake slik at elementet kan dreneres utenfor vinduskarmen.

5. Slutford.

To-trinnstetningen, hvor regnsperren og vindtetningen er skilt av et luftet dreneringsrom, har vært prøvd i flere år med gode resultater, mens man har hatt atskillige lekkasjer med fuger hvor regn- og vindtetning er kombinert. Prinsippene kan uten vanskelighet følges både når det gjelder fuger rundt

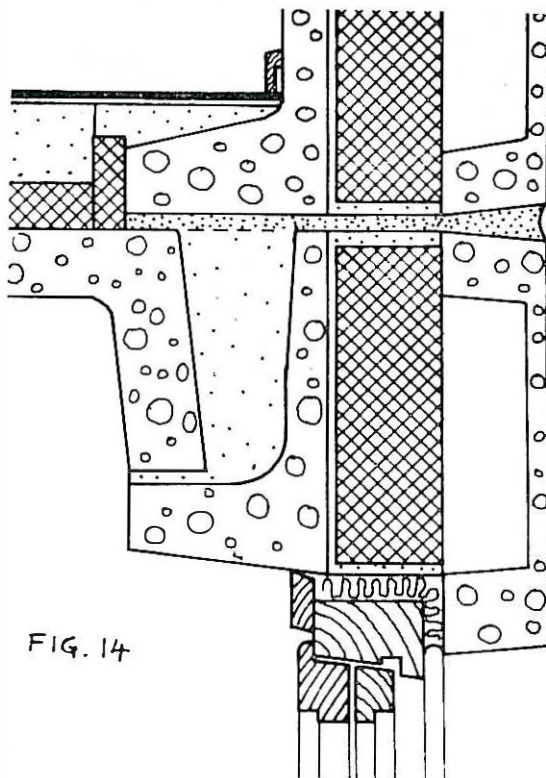


FIG. 14

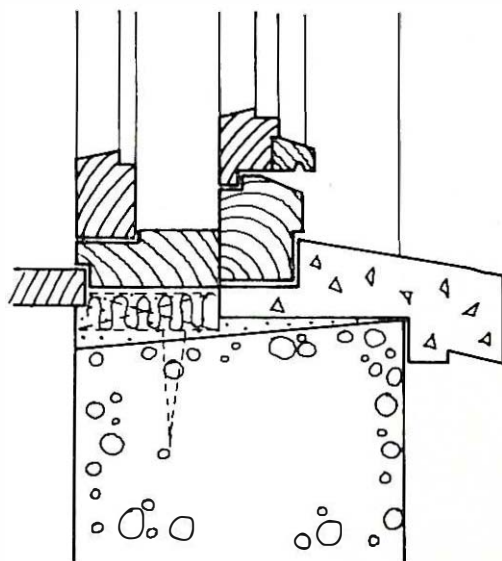
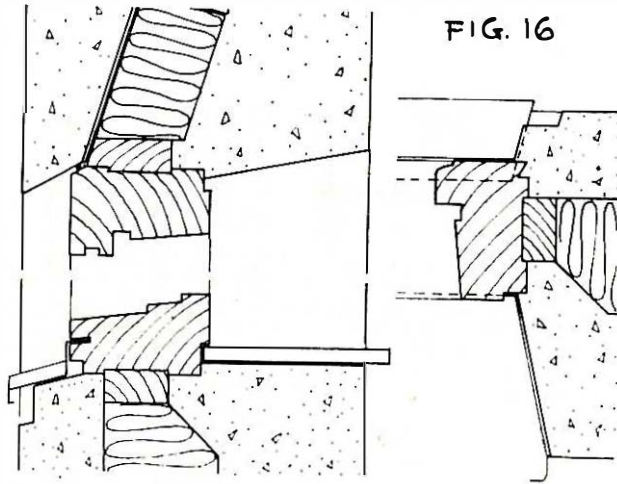


FIG. 15

selve elementene, i elementene og i dører og vinduer som monteres i elementene. Som regel byr fugekryssene de verste problemene, her må vindtetningen være hel.

Vil man unngå fugekryss på høye hus, bør man lage gjennomgående, horisontale inntrukne vindusbånd. Da utgjør elementene brystning og vindusoverdekning, og man får kun vertikalfuger å



tette. Når vinduene trekkes innover i veggen, får man ufarlige avdrupp for vann som har truffet veggens høyere oppe. Den hyppigste årsak til store lekkasjer er nemlig at rennende vann finner huller å smette inn i og fyller eller overbrygger et utilstrekkelig drenasjesystem.

#### LITTERATUR:

- [1] Lacy, R. E.: *Driving rain maps and the onslaught of rain on buildings*. Innlegg i CIB-symposium, Helsinki august 1965. Kan leses i NBI's bibliotek Blindern.
- [2] Murphy, W. E.: *The use of preformed elements to seal joints between large precast concrete panels*. Innlegg i CIB-Rilem symp. s. ovenfor.
- [3] Gjelsvik, T.: *Fugematerialer*. NBI særtrykk nr. 71.
- [4] Gjelsvik, T.: *Tetting med fugekitt*. NBI særtrykk nr. 99.
- [5] Isaksen, T.: *Fugentforming og slagregngjennomgang*. NBI særtrykk 93, Oslo 1964.
- [6] Isaksen, T.: *Fuger og fugelosninger*. Foredrag på N.I.F.-kurs 6.—10. nov. 1961, gjengitt i NBI særtrykk nr. 71.
- [7] Byggdetaljblad NBI Dt 401. Fugemasser

