

**52 | PROSJEKT
RAPPORT**



BYGGFORSK
Norges byggeforskningsinstitutt

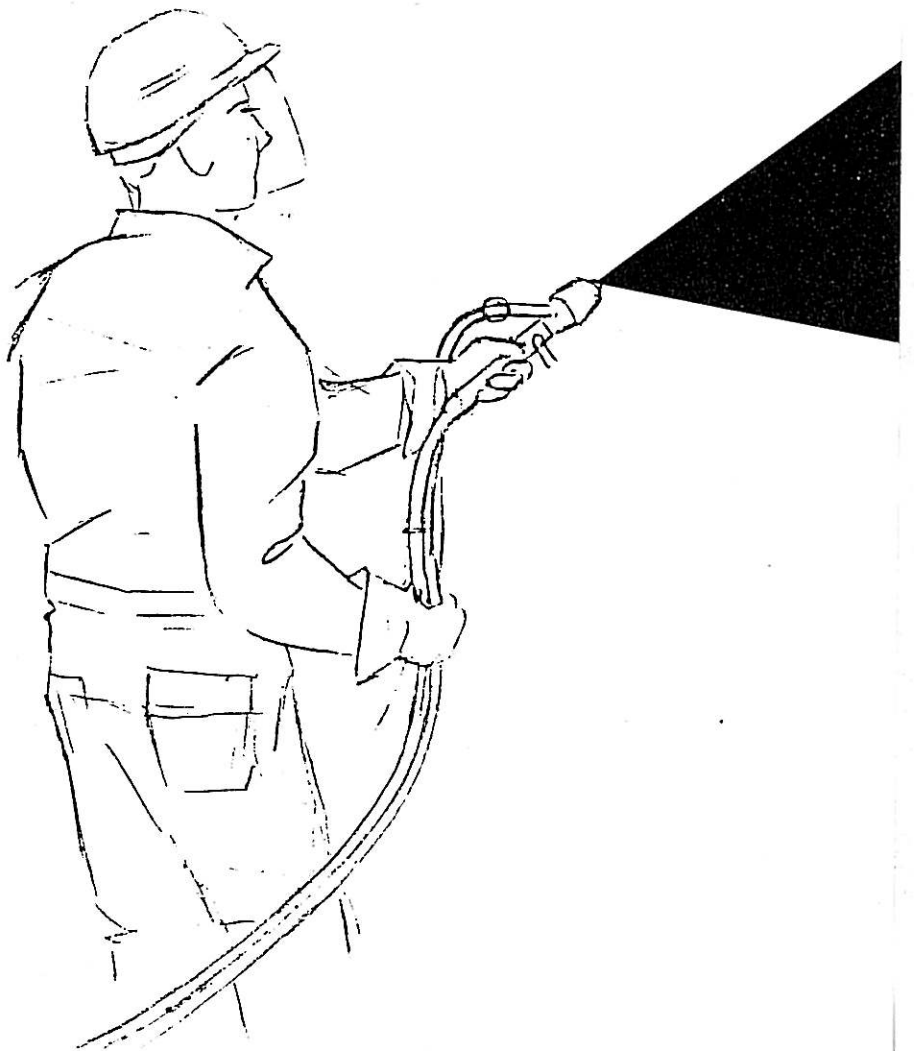
Konstruksjonsdetaljer

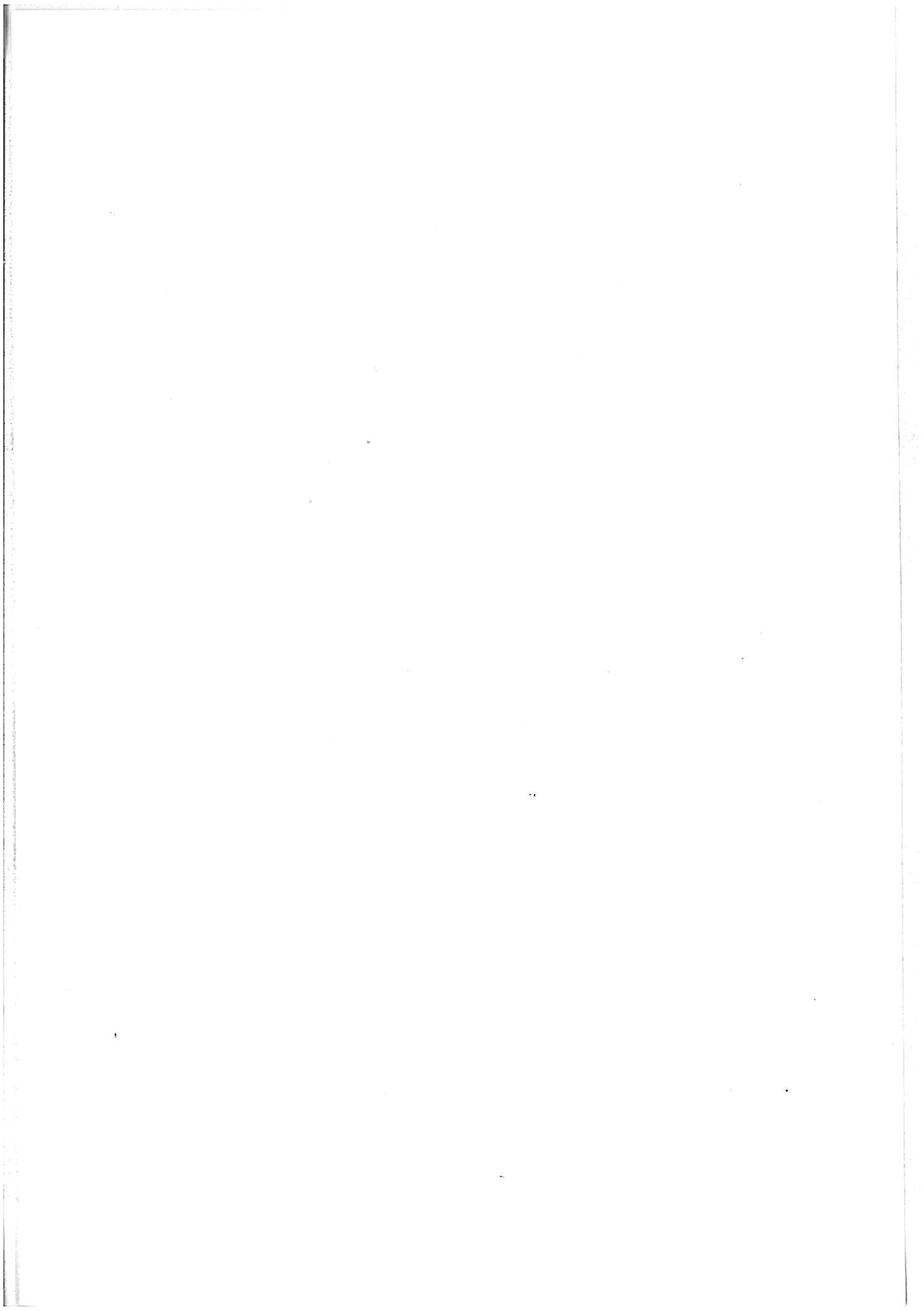
Prosjekt fasader - fornyet overflatebehandling

Av Tore Gjelsvik (NBI), Trygve Isaksen (NBI),
Bjørn Marteinson (Rb) og Juho Saarimaa (VTT)

NBS-MK

NORDIC RESEARCH PROGRAMME
Materials and Components - Ageing and Service Life
NBI NILU Rb SBI SIB SP VTT





Tore Gjelsvik (NBI), Trygve Isaksen (NBI),
Bjørn Marteinson (Rb) og Juho Saarimaa (VTT)

Konstruksjonsdetaljer:

Prosjekt fasader - fornyhet overflatebehandling

Norges byggforskningsinstitutt 1989

Prosjektrapport 52

Konstruksjonsdetaljer: Prosjekt fasader - fornyet overflatebehandling

av

Tore Gjelsvik (NBI), Trygve Isaksen (NBI),
Bjørn Marteinson (Rb) og Juho Saarimaa (VTT)

UDK 699.82 : 692.23

ISBN 82-536-0318-5

Opplag: 600 x
Strindheim Trykkeri A/L, Trondheim

© Norges byggforskningsinstitutt

Norges byggforskningsinstitutt
Forskningsveien 3b, Postboks 123 Blindern
0314 Oslo 3, tlf. (02) 46 98 80

Norges byggforskningsinstitutt
Trondheimsavdelingen
Høgskoleringen 7
7034 Trondheim - NTH, tlf. (07) 59 33 90

Innhold

Forord	5	2.3.3 Dryppnese under vinduet, vindusbeslag	14
Sammendrag	6	2.4 Støpeskjøter	14
Summary	6	2.5 Fuger mellom elementer	15
Innledning	7	3 Murverk og puss	17
1 Prinsipper for riktig konstruktiv utforming rent generelt	9	3.1 Generelt	17
1.1 Hovedprinsipper	9	3.2 Den ytre overflaten	17
1.1.1 Sakens kjerne	9	3.3 Takfot	18
1.1.2 Selvfølgeligheter	9	3.4 Lufting og drenering	19
1.1.3 Avledning av regnvann	9	3.5 Vinduer og dører	20
1.1.4 Tetting av fuger	9	3.6 Fuger	21
1.1.5 Lufting/ventilering	9	3.7 Balkonger	21
1.1.6 Utførelse av kritiske detaljer	9	3.8 Brystninger og tilslutninger mellom yttervegg og tak	21
1.2 Luftede kledninger og fuger	9	3.9 Sokkel	22
1.2.1 Generelt	9	4 Tre	23
1.2.2 Luftet kledning	10	4.1 Generelt	23
1.2.3 Fuger	11	4.2 Kledninger av tre	23
2 Betong	13	4.3 Vinduer av tre	26
2.1 Generelt	13	4.4 Vindusomramninger	27
2.2 Detaljer	13	5 Plater	29
2.2.1 Fasadeoverflaten	13	5.1 Generelt	29
2.2.2 Betongoverflater med lite fall	14	5.2 Stålkledninger	29
2.3 Vinduer	14	5.3 Aluminiumskledninger	29
2.3.1 Dryppnese over vinduet	14	6 Litteraturreferanser	31
2.3.2 Tilslutning mellom karm og vegg	14		

Forord

Den nordiske samarbeidsgruppen NBS-MK har i en tiårsperiode spilt en betydelig rolle når det gjelder studier av materialer og konstruksjoners aldring og levetid under våre klimatiske forhold. Gruppen har koordinert mye av virksomheten på området, fremmet utveksling av tilgjengelig informasjon gjennom å arrangere seminarer og selv tatt initiativ til nye nordiske prosjekter.

Prosjektet "Fasader - fornyet overflatebehandling" er det hittil største prosjektet i NBS-MK-regi. Det har omfattet en serie på fem seminarer, men har ellers basert seg på arbeid som er utført hos de deltakende institusjoner og firmaer. Prosjektet er gjennomført med midler fra Nordisk Industrifond.

Resultatene presenteres som en hovedrapport og en serie delrapporter for ulike områder. Rapporten om konstruksjonsdetaljenes betydning for overflatebehandlingen er en av disse delrapportene. I prosjektgruppen som har laget denne rapporten, har Norges byggforskningsinstitutt vært representert av siv.ing. Tore Gjelsvik og siv.ark. Trygve Isaksen fra instituttets Trondheimsavdeling. Denne avdelingen har stått sentralt i mange arbeider som har hatt med uteklimaets innflytelse på materialer og konstruksjoner å gjøre, så valget var her helt naturlig.

Mange av eksemplene i rapporten er naturligvis hentet fra Byggforskseriens *Byggdetaljblader*.

Oslo/Trondheim, November 1989



Åge Hallquist

Sammendrag

Riktige konstruktive detaljer er av stor betydning for hvor lenge en overflatebehandling vil vare på en fasade. Dette gjelder såvel for den første overflatebehandlingen som for en senere vedlikeholdsbehandling eller for fullstendig ny overflatebehandling. Alle former for overflatebehandling av fasader er nemlig avhengig av at fuktforholdene i underlaget er de riktige, både når overflatebehandlingen blir påført og under senere naturlig eksponering. Det gjelder derfor å holde fukten borte.

Fukt i fasader kan komme såvel innenfra som utenfra. Konstruktive detaljer må følgelig utformes slik at man unngår uønsket nedfukting, både innenfra og utenfra. Vann/fukt som måtte komme inn, må også få anledning til å komme ut igjen.

I rapporten blir først en del prinsipper gjennomgått for riktig konstruktiv utforming rent generelt, illustrert med eksempler fra luftede kledninger og fuger. Deretter følger fire kapitler med detaljer for konstruksjoner i henholdsvis betong, tre, murverk og puss samt plater.

Rapporten avsluttes med en litteraturoversikt.

Summary

Correct details in the building design is a matter of major importance for the durability of a surface treatment on a facade. This is true for the first treatment as well as for the later maintenance work or completely new surface treatment. Any kind of surface treatment of facades is influenced by the moisture conditions in the substrate, when the surface treatment is applied as well as during the subsequent natural exposure. It is consequently of utmost importance to take measures to keep the moisture away.

Moisture in a facade may come from the inside as well as from the outside. All the details in the construction have consequently to be designed to avoid unwanted wetting, from the inside as well as the outside. Water/moisture that has managed to get in, must also be given the possibility to get out again.

The present report gives first a brief presentation of the general principles for correct design of details in a facade, explained by examples from ventilated claddings and joints. The following four chapters cover details in constructions of concrete, wood, masonry and renderings as well as metal claddings.

A list of appropriate literature concludes the report.

Innledning

Det nordiske samarbeidsprosjektet "Fasadytor-förnyad ytbehandling" ble gjennomført i årene 1985 - 1988 som prosjekt nr. 642 med støtte av Nordisk Industrifond. Arbeidet ble utført i en rekke prosjektgrupper/redaksjonsgrupper som hver for seg har laget sin rapport.

Redaksjonsgruppen **Konstruksjonsdetaljer** har beskjeftiget seg med hvilken betydning konstruksjonsdetaljene har for fornyet overflatebehandling av fasader. Gruppen har bestått av følgende personer:

Tore Gjelsvik, Norges byggforskningsinstitutt
Trygve Isaksen, Norges byggforskningsinstitutt
Dick Karlsson, OY Partek AB
Torborg von Konow, Insinööri-toimisto Sulin
Bengt Lindberg, Nordiska Institutet för Färg-forskning
Björn Marteinson, Rannsóknastofnun Bygginga-ridnadarins
Eirik Raknes, Norsk Treteknisk Institutt
Juho Saarimaa, Statens Tekniska Forsknings-central

Gruppen har funnet det hensiktsmessig å dele sin rapport i fem ulike deler og fordele arbeidet. Dette er blitt utført på følgende måte:

- Del 1: Prinsipper for riktig konstruktiv utforming rent generelt. Tore Gjelsvik og Trygve Isaksen
- Del 2: Betong. Björn Marteinson
- Del 3: Murverk og puss. Juho Saarimaa
- Del 4: Tre. Trygve Isaksen og Tore Gjelsvik
- Del 5: Plater. Trygve Isaksen

I denne rapporten er de ulike delene satt sammen til et hele i riktig rekkefølge som kapittel nr. 1 til og med 5. Delrapportene forelå opprinnelig delvis på norsk og delvis på svensk. Det hele er nå utskrevet på norsk. Oversettelse, bearbeiding, redigering og lay-out er foretatt av Tore Gjelsvik. Utskriving på tekstbehandling har Oddveig Krabsetsve tatt seg av.

1 Prinsipper for riktig konstruktiv utforming rent generelt

1.1 Hovedprinsipper

1.1.1 Sakens kjerne

Alle former for overflatebehandling av fasader er avhengig av at fuktforholdene i underlaget er riktige når overflatebehandlingen anbringes, ellers kan resultatet bli dårlig. Dette gjelder såvel for den første overflatebehandlingen som for senere vedlikeholdsbehandling eller fullstendig ny overflatebehandling.

Fukt i fasader kan komme såvel innenfra som utenfra. Konstruktive detaljer må derfor utformes slik at man unngår uønsket nedfukting, såvel innenfra som utenfra, og slik at vann/fukt som måtte være kommet inn, får anledning til å komme ut igjen.

1.1.2 Selvfølgeligheter

En del detaljer i denne forbindelse er temmelig selvfølgelige:

- Det må være en dampspærre i veggen som hindrer uønsket nedfukting på grunn av vann-dampdiffusjon. Dette er spesielt viktig ved våte og varme rom.
- Det må være et lufttett sjikt som hindrer nedfukting ved lufteksfiltrasjon.
- Det må være riktig balanse mellom tettheten i de ulike sjikt.
- Det må være drenerende og kapillarbrytende sjikt ved overgang til konstruksjoner i grunnen.

1.1.3 Avledning av regnvann

Alle flater må utformes med fall slik at vann lett renner av. Det er meget viktig at det ikke blir noen konstruktive feller hvor vann kan samle seg og bli stående.

Man må bruke beslag på kritiske steder, både for å hindre nedfukting og for å lede vann ut/bort fra fasaden.

De konstruktive detaljene må utformes slik at regnvann ikke renner i konsentrerte strømmer på fasaden, men blir spredt best mulig eller kastet ut igjen. Alle former for nedløpsrør må være tette, slik at regnvann går i rørene og ikke spruter ut på fasaden.

1.1.4 Tetting av fuger

Alle konstruksjoner må være laget med riktig utformede fuger, med passende bredde og dybde, overlapping, avdrypp, drenering osv. Alle detaljer må samvirke for å hindre at regnvann trenger inn i konstruksjonene. Skulle det allikevel komme inn vann, må det kunne ledes ut igjen.

1.1.5 Lufting/ventilering

Fukt som måtte samle seg i de ytre deler av sammensatte konstruksjoner, må kunne fjernes gjennom lufting/ventilering av luftrom/hulrom i de ytre deler av veggene.

1.1.6 Utførelse av kritiske detaljer

Alle kritiske detaljer må bli utført på riktig måte. Dette gjelder spesielt alle former for hjørnesammensøyninger, overganger og gjennomføringer. Man må velge metallfester med omtanke slik at de ikke korroderer.

1.2 Luftede kledninger og fuger

Hovedprinsippene gjelder for alle typer av konstruksjoner. For å kunne illustrere det vesentligste noe bedre, gjengis i det følgende en noe forkortet utgave av byggdetaljblad NBI A 542.003: Luftede kledninger og fuger. Påkjenninger, prinsipper og virkemåter. Oslo, våren 1989.

1.2.1 Generelt

Dette bladet tar for seg prinsippene for utforming og oppbygging av fuger og luftede kledninger på yttervegg. Hensikten er å gi prosjekterende en

forståelse for hvilke hensyn man må ta for å hindre lekkasjer gjennom yttervegger på grunn av nedbør og vind. Prinsippene må tilpasses den enkelte kledningstypen, den aktuelle bygningen og værforholdene på stedet. Bladet behandler ikke detaljutforming av fuger og materialvalg.

Slagregn skaper de største problemene i forbindelse med yttervegger. Vann trenger inn på grunn av trykkforskjeller, tyngdekraften, bevegelsesenergi og kapillær suging. Ved sterk vind skapes det et overtrykk på fasaden som kan bli meget høyt.

Luftede kledninger i form av utlektet trepanel har vært brukt her i landet i mange hundre år. I en slik konstruksjon skiller man regnskjermer (kledningen) fra vindspærren (bakveggen) med et luftrom som har til oppgave:

- drenere bort vann som har trengt forbi regnskjermer og føre det ut av veggen
- slippe ut fukt som finnes i den indre delen av veggen slik at fukten kan fordampe til uteluften
- gi mulighet til å tørke ut fukt fra baksiden av kledningen
- bidra til trykkutjevning

Prinsippet om å skille regn- og vindtetningen på denne måten kalles to-trinns tetning. Prinsippet bør danne grunnlaget for utformingen av alle fasader som ikke ligger spesielt skjermet til for slagregn. Se fig. 1.

1.2.2 Luftet kledning

I vegger med luftet kledning, vil vann som trenger gjennom åpninger, renne ned langs kledningens bakside og ledes ut igjen. Se fig. 1. Yttersjiktet på bakveggen (vindspærren) kan på den måten holdes fri for vann. Det er viktig at det er noe luftveksling mellom uteluften og luftrommet bak

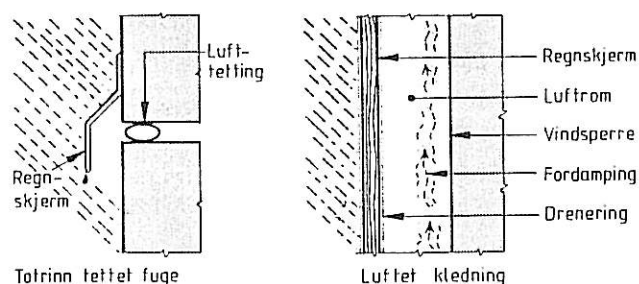


Fig. 1
Prinsippet for to-trinns tetning

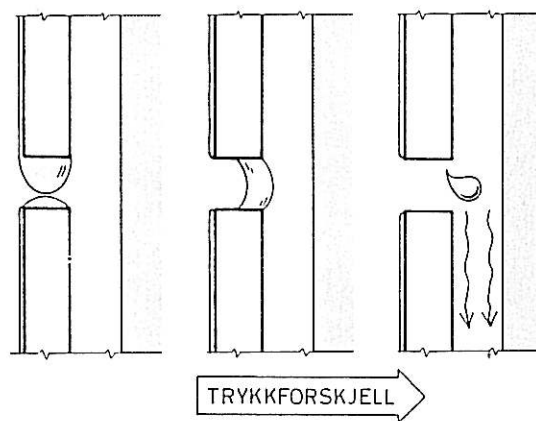


Fig. 2
Vanninntrengning i små åpninger og spalter forårsaket av trykkforskjell mot kledningen

kledningen. Denne luftingen må skje der hvor vann ikke kommer til, f.eks. nederst i veggen, over vinduer og under takutstikk. Etasjehøye eller enda høyere kledninger må luftes både i bunn og topp, mens lave luftrom kan luftes bare i underkant. På slagregnrike steder bør man utforme vindusveggene slik at vann kan ledes ut en gang for hver etasje. Hvis det blir brukt trepanel eller tilsvarende som kledning, gjelder dette også for vindusløse fasader.

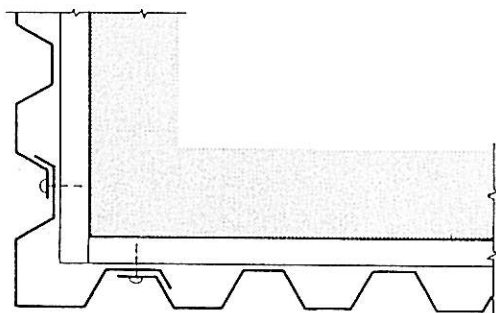
Regnvann som ikke bli sugd inn i veggen, vil renne nedover fasaden i mer eller mindre konsentrerte vannstrømmer. Over sprekker, hull eller spalter vil dråper som henger, danne en bro eller en hinne av vann som kan bli blåst inn mot bakveggen.

Årsaken er trykkforskjellen på kledningen og luftbevegelsen gjennom åpningen når hinnen brister. Se fig. 2.

Under forutsetning av at det er tatt hensyn til nødvendig lufting og drenering, er det en fordel at kledningen er tettest mulig. Fuger mellom forskjellige elementer i kledningen bør være overdekket slik at påkjenningene på bakveggen blir minst mulig. Se fig. 3.

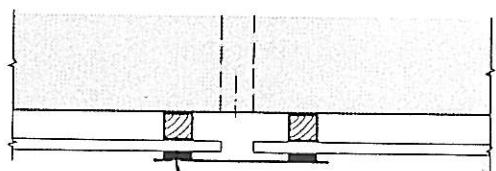
Bakveggen, eventuelt det ytre sjikt av den, skal være vindtett. Utettheter kan føre til kraftige, lokale luftstrømmer inn i veggen slik at vannlekkasjer kan oppstå. Konsentrerte luftlekkasjer fører oftere til lekkasjer enn samme luftgjennomgang fordelt over et større område. Vindspærren må kunne tåle vann som under ekstreme forhold driver eller renner inn. Man må montere den på en slik måte at dette vannet ikke trenger videre inn i veggen.

Vind gir alltid ujevne trykkforhold på en fasade. Vind langs veggen kan skape livlige luft-



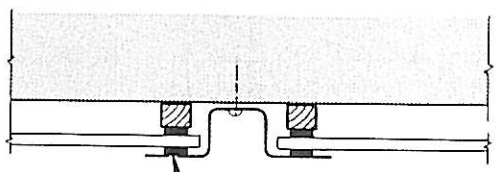
Vanlige vertikale omlegg

b



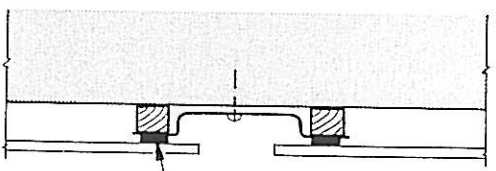
c

Tettelist



d

Tettelist



e

Tettelist

Fig. 3
Eksempler på tetting av vertikale åpninger mellom kledningselementer

- b. Omlegg mellom korrugerte plater
- c. Utvendig dekklist
- d. U-profil med utvendig tetting
- e. Bakenforliggende U-profil

bevegelser bak kledningen. Se fig. 4 a og b. Luftstrømmer gjennom kledningen kan trekke vann inn. På store fasader bør luftrommet deles opp i felter. Spesielt viktig er det å avgrense luftrommet ved hjørnene, se fig. 4 c og d.

1.2.3 Fuger

Ytterst bør fugene ha en regnskjerm, deretter en ventilert og drenert kanal og så vindspærre. Følgende regler bør følges:

- Man må få regnet til å slå an og sile nedover fugeflatene så langt ute som mulig.

- Regnet må ikke treffe vindspærren eller flyte inn til den.
- Vannet må ledes ut av fugene med passe mellomrom nedover veggen.

Forsøk viser at åpne, vertikale fuger ikke bør være bredere enn 3 mm hvis man skal hindre at regndråper slår inn til vindspærren når den ligger 45 mm inn fra den ytre fugeåpningen. Bredere fuger mellom elementer må derfor ha en regnskjerm ytterst, se fig. 5. En del vann vil som regel trenge forbi regnskjermen. Det gjelder spesielt der skjermen er trukket inn i fugen slik at den ytre delen av fugen danner en kanal på fasadeflaten.

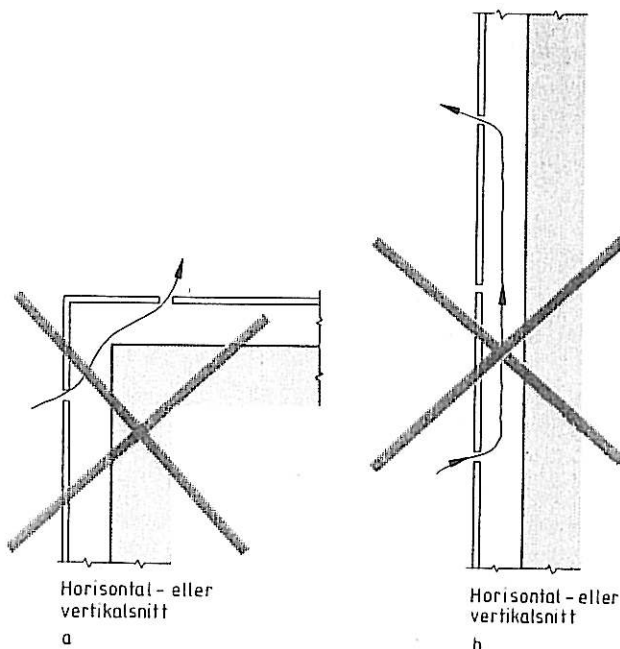
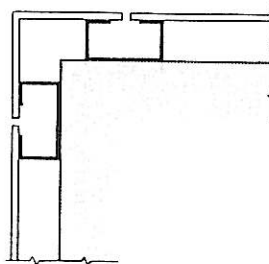


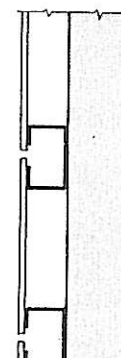
Fig. 4 a og b
Luftstrømmer bak kledningen

- a. Ved hjørne
- b. Horisontalt eller vertikalt mellom spalter i veggfelt



Horisontalsnitt

c



Horisontalsnitt

d

RIKTIG UTFØRELSE

Fig. 4 c og d
Begrensning av luftrommet bak kledningen

- c. Ved hjørne
- d. Bak spalte i veggfelt

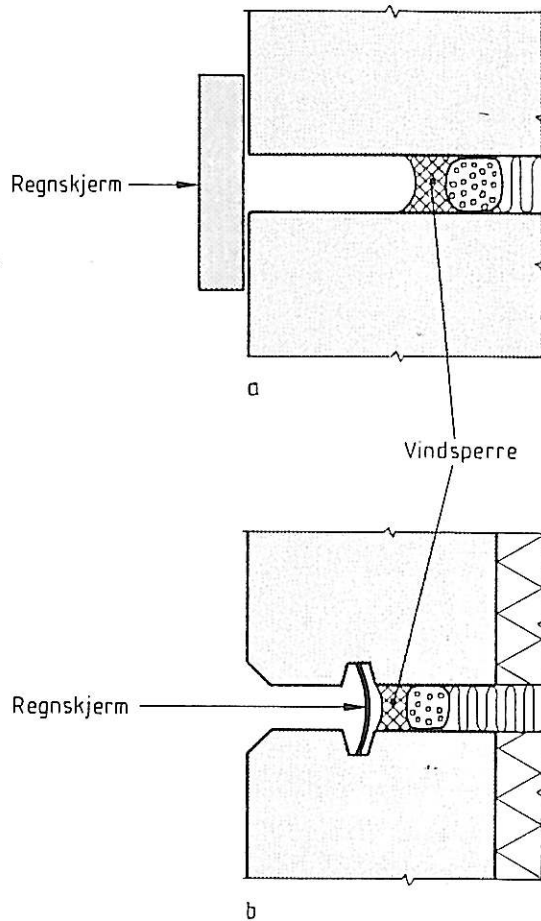


Fig. 5
Prinsipp for utforming av vertikale fuger
a. Med utvendig regnskjerm (dekkprofil)
b. Med inntrukket regnskjerm

Regnskjermen kan i slike tilfeller bli fullstendig dekket av vann. Det er derfor viktig at dreneringskanalen er rommelig og utformet slik at vannet blir transportert ut og ikke ledet inn mot vindsperren. Lufttrykket i dreneringskanalen bør veksle mest mulig i takt med vindtrykket på utsiden (trykkutjevning). Lufttilgangen må ordnes slik at regnvannet ikke samtidig slipper til. Dette gjør man enklest ved å ha full åpning i den nedre enden av kanalen mot horisontalfugen eller i bunnen av veggen. Dersom vannet dekker alle åpninger inn til kanalen, vil lufttrykket virke slik at vannet spruter inn og forbi dreneringskanalen.

Horisontalfuger må også bygges opp slik at vindtettingen ikke blir våt ved slagregn. Fig. 6 a og b viser hvordan man kan gjøre dette. Regnskjermen trekkes godt ned forbi vindtettingen og skjermer denne, samtidig som en får godt avdrapp. Fugen bør ha en høyde på min. 6 mm slik at vandrdåper ikke forbinder fugeflatene. Den bør ha et godt fall utover slik at vannet renner av. Ved å legge inn en terskel, kan man hindre at småsprut og hardt slagregn når tettesjiktet. Høyden på terskelen er avhengig av hvor langt ned nesen på det over-

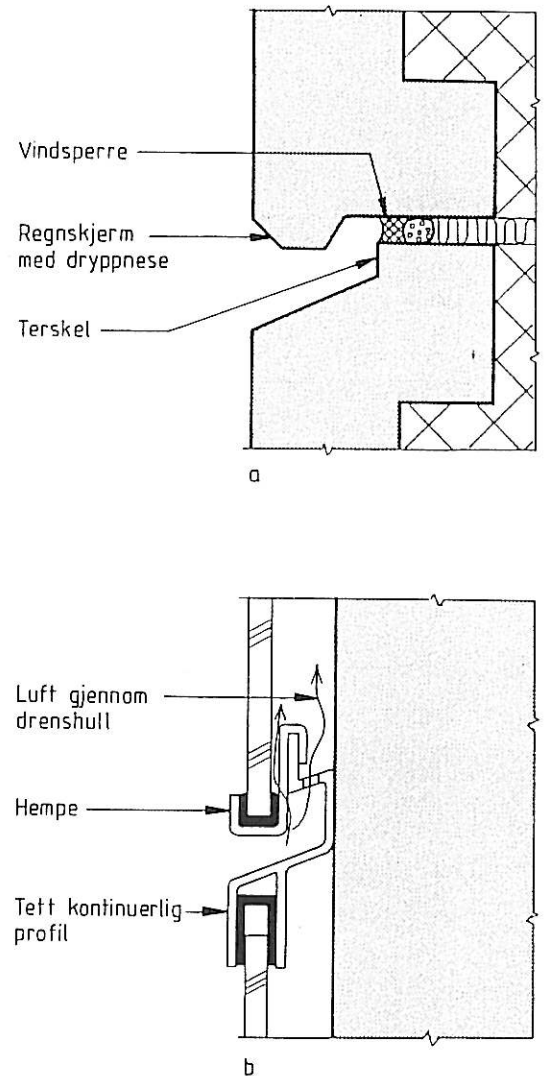


Fig. 6
Prinsipiell utforming av horisontalfuge
a. I kompakt vegg
b. I lettvegg

liggende elementet stikker. På værharde steder bør nesen være lenger enn det som er vist på fig. 6 a.

Av hensyn til tettheten mot regn, er det en fordel å gjøre avstanden mellom den ytre overflaten og tetningen størst mulig. Den bør imidlertid ikke være mindre enn 35 - 40 mm. Når fugene går innover i isolasjonssjiktet, f.eks. fuger mellom isolerte metallkassetter, kan fugene føre til betydelig varmetap. I slike vegger bør fugedybden ikke være større enn nødvendig.

De horisontale og vertikale fugene i fugekryssene må vies spesiell oppmerksomhet. Som regel bør man utforme fugekryssene slik at man får det vannet som siler ned, ut av vertikalfugen der hvor den møter horisontalfugen. Det er spesielt viktig at vindtettingen er kontinuerlig (møtes) i fugekryssene, og at den er utformet slik at vann ikke kan bli ledet inn i konstruksjonen.

2 Betong

2.1 Generelt

Dette kapittel handler først og fremst om betong i overflaten av fasaden, men også til dels om tilslutninger rundt vinduer.

Betong er et porøst materiale, men relativt lufttett. Porøsiteten er avhengig av sammen-setningen av betongen og måten den er produsert på. Porenes størrelse, fordeling og innbyrdes forbindelser vil i høy grad innvirke på betongens vannabsorberende egenskaper. Om tilslagsmaterialet er vannabsorberende, påvirker dette selvsagt komposittmaterialets endelige vannabsorpsjon. Betongens cementinnhold og vann/cement-faktor innvirker også på vannabsorpsjonen, idet høyere cementinnhold og lavere vann/cement-faktor gir lavere vannabsorpsjon.

Vannabsorpsjonen kan være meget forskjellig for forskjellige betongkvaliteter (og ulike tilslagsmaterialer), men øker i hvert fall betydelig om det finnes sprekker i materialet.

En del betongskader er direkte avhengig av materialets fuktkvot, så som skader som forårsakes av fryse/tine-sykluser samt alkali/kiselreaksjoner.

Fukt i betong kan selvsagt også påvirke fuktinnholdet i andre materialer som er i berøring med betongen direkte eller indirekte. Det sistnevnte gjelder for eksempel materialer som grenser mot en felles uventilert luftspalte.

Om betong absorberer vann kapillært, går dette mye fortere enn om vannopptaket skyldes fuktig luft. Av samme grunn skjer uttørking av betong mye langsommere enn en oppfukning gjennom absorpsjon av vann. Den vannmengden som betongen kan absorbere direkte i løpet av noen få timer, kan det ta flere døgn å få bort igjen gjennom vanlig uttørking.

Fukt i fasader kan komme fra tre forskjellige kilder:

- byggefukt
- fukt utenfra
- fukt innenfra

For betong vil den førstnevnte kilden resultere i en høyere fuktkvot enn materialet noen sinne senere vil nå opp i.

I fuktig klima er det ønskelig og ofte direkte nødvendig å redusere mulighetene for vannopptak i betongen. Dette kan skje gjennom overflatebehandling samt ved å utforme detaljene på en sådan måte at vannet ikke blir stående på horisontale flater, og slik at mengden av vann som renner nedover fasaden, ikke blir for stor eller forekommer i for konsentrerte strømmer. Dilatasjonsfuger må plasseres slik at de i størst mulig grad hindrer at betongen sprekker opp. Andre fuger i materialet må utformes slik at de hindrer vannet i å passere fritt inn i materialet/bygningsdelen.

2.2 Detaljer

Bare detaljer som er direkte knyttet til en fasade, behandles her, ikke tilslutningsdetaljer som takutstikk, selv om disse også spiller en stor rolle.

2.2.1 Fasadeoverflaten

Det er viktig at regnvann som flyter på overflaten, blir fordelt jevnest mulig. Konsentrerte vannstrømmer kan resultere i store forskjeller i fuktkvoten i betongen og også føre til smussansamlinger. I denne sammenhengen spiller detaljutformingen av fasadeflatten en meget stor rolle, både når det gjelder å spre vannet og å dekke eventuell misfarging.

Betongoverflaten kan formes eller behandles for å minske vannabsorpsjonen. Det vanligste er en eller annen form for overflatebehandling eller impregnering, men løsninger basert på konstruksjonsdetaljer finnes også.

Cementpastaen i betongen absorberer alltid vann, mens det for tilslagsmaterialet finnes muligheter for å velge ikke absorberende materiale. Med frilagt ballast (knust stein 10 - 12 mm) kan den vannabsorberende delen av overflaten reduseres. Med frilagt ballast med skarpe korn er det også mulig at en del av overflatevannet ikke kommer inn til den mer beskyttede cementpastaen.

Gjennom støping mot en profilert form kan overflaten varieres. Dette gjør det mulig å forutbestemme hvordan overflatevannet skal renne på fasaden. Denne muligheten er spesielt interessant under vinduer og andre åpninger i fasaden hvor misfarging ellers er vanlig.

2.2.2 Betongoverflater med lite fall

Alle betongoverflater skal utformes med tilstrekkelig fall til at overflatevann kan ledes bort.

Flater med svakt fall må gjøres så glatte som mulig for å gjøre det lettere for vannet å renne bort. I fuktig klima, og spesielt om betongens evne til å absorbere vann er høy, er det fordelaktig at slike flater behandles for å redusere vannabsorpsjonen, eller eventuelt beskyttes med en ventilert kledning.

2.3 Vinduer

Tilslutningen mellom betong og vindu er ofte problematisk på grunn av forskjeller i fuktbevegelser og varmeutvidelseskoeffisienter. Kryp og krymp i betongen vil lett føre til sprekkdannelser ved vinduer som støpes direkte inn i betongen. Ved utforming av vindusåpning og tilslutning mellom vindu og vegg bør man ta hensyn til følgende, se fig. 7.

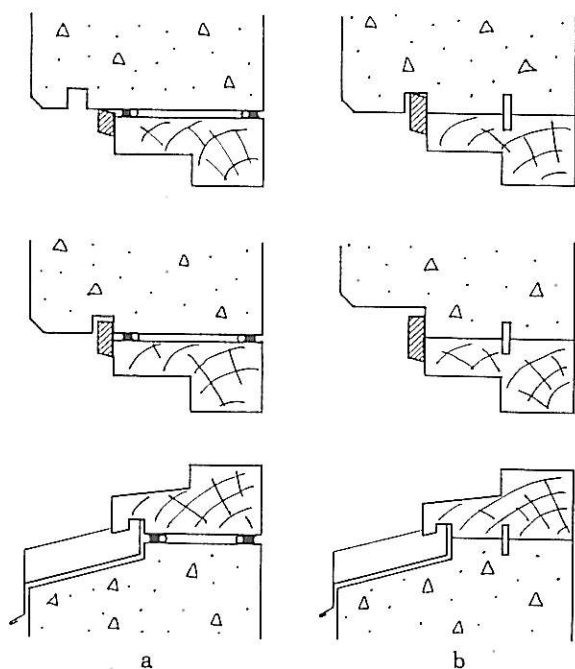


Fig. 7
Tilslutningsdetaljer mellom vindu og betongvegg
a. Vinduskarm montert inn i veggen og fuget
b. Vinduskarm innstøpt i veggen

2.3.1 Dryppnese over vinduet

Den mengden av regnvann som renner direkte fra veggen ovenfor vinduet og ned over vinduet må reduseres mest mulig. Slike vannstrømmer vil øke vedlikeholdsbehovet for vinduene, og vil også gjøre tilslutningen mellom karm og vegg unødvendig vanskelig å løse.

2.3.2 Tilslutning mellom karm og vegg

Ved vinduskarm som støpes direkte i vegg bør tilslutningsfugen på sidene lages slik at det ikke blir noen vinkel eller krok. Regnvann som renner nedover karmen og betongkanten vil nemlig kunne føres inn i kroken via vindtrykket.

Ved vinduskarm som fuges inn i vegg bør fugene beskyttes best mulig mot klimapåkjenningene. Tilslutningsfugen må kunne ta opp de forekommende bevegelser uten å bli utett. Om man bruker fugemasse som lufttetting utvendig, må det også være en tetning på innsiden for å hindre fuktvandring innenfra og utover.

2.3.3 Dryppnese under vinduet, vindusbeslag

Fuktpåkjenningene på veggen under vinduet og den medfølgende risiko for nedfukting kan minskes om det anbringes en dryppnese under vinduet, for eksempel i form av et sålbenkbeslag.

2.4 Støpeskjøter

I plasstøpt betong forekommer det ofte horisontale støpeskjøter, for eksempel ved etasjeskillere, mens vertikale støpeskjøter stort sett bare forekommer i større bygg.

Støpeskjøter i plasstøpt betong må utformes slik at vann ikke ledes inn i veggen om skjøten blir utett.

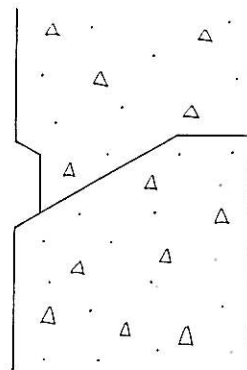


Fig. 8
Horisontal støpeskjøt

Som tetning anvendes ofte forskjellige typer spesielle tetningslister eller fugebånd som støpes inn under støpeprosessen. Ved horisontale skjøter kan betongen formes slik at sannsynligheten for at skjøten blir tett, kan økes betydelig.

Om det brukes lister til å markere fugene, bør de horisontale støpeskjøtene utformes slik at de får fall utover, se fig. 8.

2.5 Fuger mellom elementer

Til en fuge mellom betongelementer stilles det tre hovedkrav:

- Den skal tette mellom elementene på en tilfredsstillende måte, og være estetisk tiltalende.
- Den skal kunne ta opp de bevegelser som forekommer på grunn av setninger, temperaturforandringer og fuktendringer.
- Den skal kunne ta opp alle toleransene i produksjonen.

Dette innebærer at fugen må kunne ta opp fuktbevegelser og hindre at regn og vind trenger inn utenfra, samtidig som den tilfredsstiller en del andre krav som skyldes inneklimate og andre påkjenninger.

Man kan utføre fugetetningen i henhold til to forskjellige prinsipper:

- Ett-trinns tetning med kombinert vind- og regntetning plassert ytterst i fugen.
- To-trinns tetning med separat vind- og regntetning. Man plasserer da regntetningen ytterst som en skjerm mot nedbøren mens vindtetningen ligger lenger inne. Mellom de to tetningene er det et ventilert luftrom som også dreneres utover.

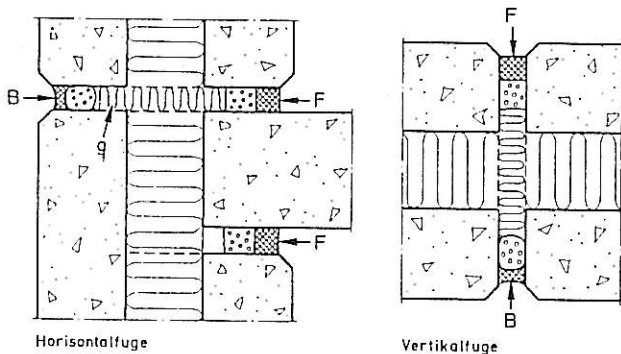


Fig. 9
Ett-trinns tetning mellom betongelementer

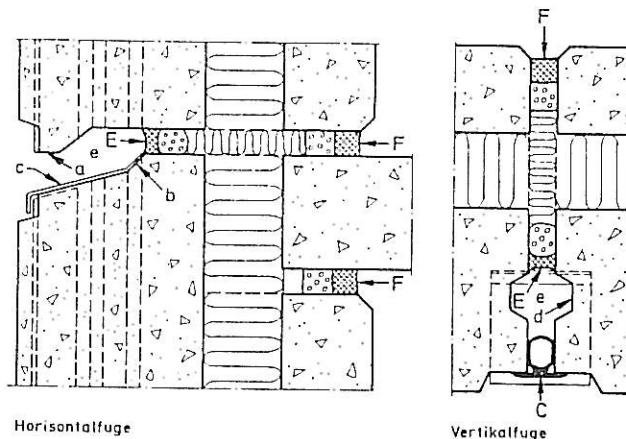


Fig. 10
To-trinns tetning mellom betongelementer

To-trinns tetning er den beste metoden, ettersom klimapåkjenningene på den innenforliggende lufttetningen blir sterkt redusert. Sannsynligheten for et vellykket fugearbeide blir større, og vedlikeholdsbehovet vanligvis mindre. Metoden er imidlertid mer komplisert enn ett-trinnsmetoden. Hvilken metode man skal anvende, avhenger først og fremst av klimapåkjenningene på stedet, samt på hvilke krav som stilles til tetthet og vedlikehold. Fig. 9 og 10 viser eksempler på ett- og to-trinns tetninger mellom betongelementer.

Bokstavene på disse figurene refererer seg til følgende terminologi:

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

System A: Kombinert vann, luft og damptetning i samme punkt

System B: Kombinert vann og lufttetning i samme punkt

System C: Regnskjerm med bakenforliggende, ventilert og drenert luftrom

System D: Kombinert luft og damptetning

System E: Lufttetning

System F: Damptetning

Man skal være spesielt oppmerksom på at elementfuger kan deles opp i tre kategorier som

hver for seg har sine spesielle problemer og løsninger:

- vertikalfuger
- horisontalfuger
- fugekryss

Av disse tre fugetypene er fugekryssene de mest kompliserte, og også de hvor det oftest forekommer feil ved planlegging og utførelse.

For fugene gjelder det rent generelt at vann skal ledes utover ifra tetningssjiktene, og dette er også noe som må gjøres gjentatte ganger i vertikale fuger i fleretasjers hus.

3. Murverk og puss

3.1 Generelt

Eksempler på aktuelle konstruksjoner fremgår av fig. 11 og 12.

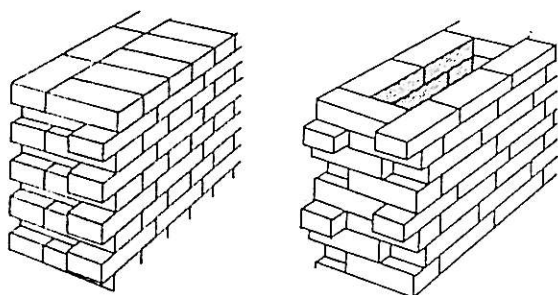
Konstruksjonene kan deles i to hovedgrupper:

- massive vegger
- fleresjiktts vegger med separat varmeisolering

På grunnlag av hva som er den bærende delen av konstruksjonene, kan veggene også deles i følgende typer:

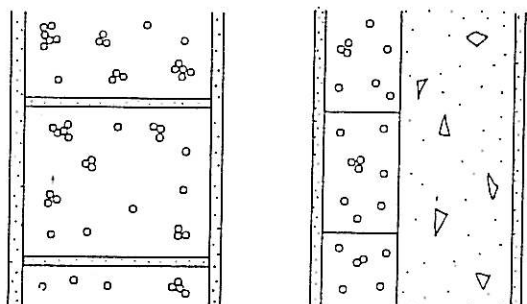
- teglsteinsvegger
- lettbetongvegger av gassbetong eller lett-klinkerbetong

Tegl som ytterflate kan også forekomme i betong-sandwich-konstruksjoner. Lettbetongvegger kan



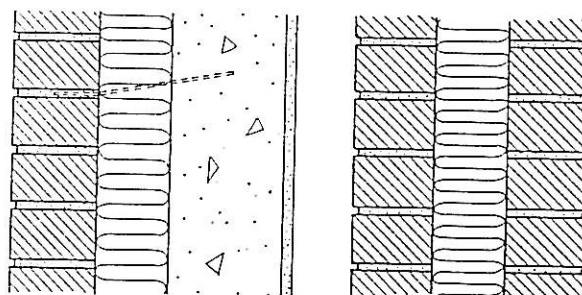
Massiv teglvegg

Kanalvegg i tegl



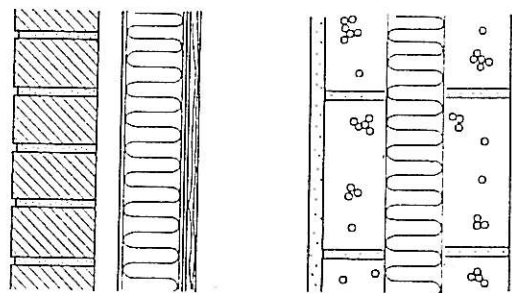
Pusset lettbetongvegg

Pusset vegg av betong og lettbetong



Skallmurvegg hvor indre vange er av betong

Skallmurvegg i tegl



Skallmurvegg hvor indre vange er av tre

Lettbetongvegg med kjerne av polyuretanskum

Fig. 12
Murte vegger med separat varmeisolering

lages av forskjellige typer av komponenter som blokker, plank osv.

Puss kan forekomme som overflatebehandling på de fleste av de forannevnte konstruksjonstyper.

3.2 Den ytre overflaten

Ytterflaten i de foran nevnte konstruksjoner kan deles opp i følgende grupper:

- murverk
- puss
- maling eller tynnpuss på murt vegg eller puss

Utformingen av konstruksjonsdetaljene i de ulike typer av yttervegger vil være avhengig av hvor de er plassert i veggkonstruksjonene.

Fig. 11
Murte vegger uten separat varmeisolering

3.3 Takfot

Utformingen av takfoten, og da spesielt takutstikkets størrelse, vil ha en stor betydning for luftstrømningene langs ytterveggen, ikke minst den øverste delen av vegg. Et stort takutstikk kan føre til at slagregnet som treffer veggflaten, vil bli

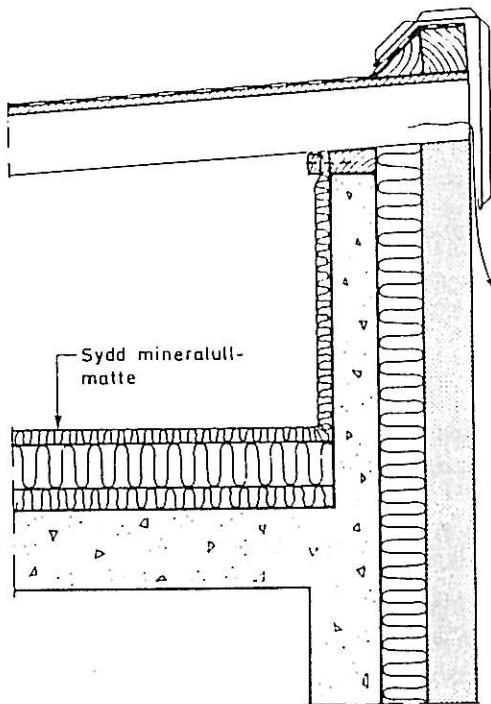
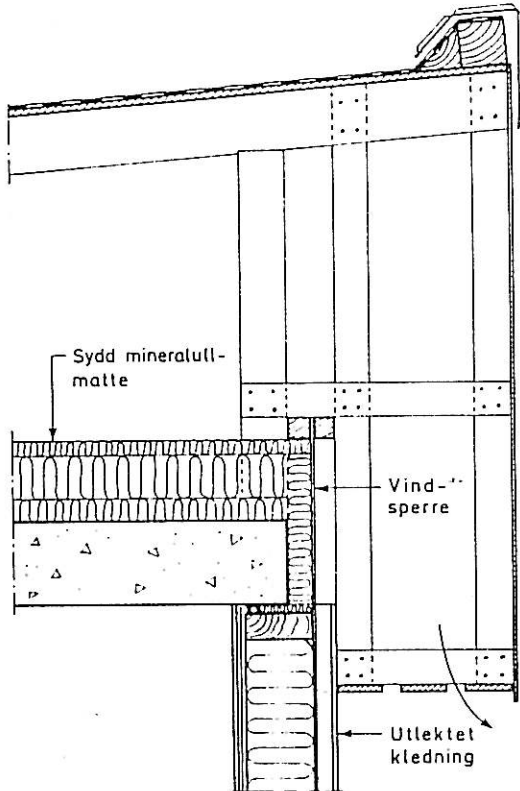


Fig. 13
Eksempler på utførelse av gesimsavslutning

kraftig redusert. Dette kan resultere i betydelig lavere påkjenninger på ytterflaten, spesielt på de øvre deler av ytterveggen.

Ved flate tak kan feilaktige detaljer ved utførelsen av takfoten lett føre til at det trenger inn regnvann i tak- og/eller ytterveggkonstruksjonene. Takfoten bør utformes slik at regnvann som følger med en luftstrøm oppover langs en fasade ikke trenger inn i tak eller vegg, fig. 13.

Takrenner som er utette eller går fulle og flyter over, kan lett føre til misfarging og nedfukting av ytterveggenes overflate. Det samme gjelder ved feil festing av rennene. Det kan også bli lekkasje på rennene om de enkelte deler er festet slik at man ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til endringer ved vekslende temperaturer. Løv og lignende som samler seg i rennene, kan lett føre til oversvømmelser. Bare bratte kalde tak med utvendig avløp fungerer uten fare for skadelige isdannelse.

Takrenner kan ha en halvrund eller mere rektangulær profil. Fallet i lengderetningen skal være minst 1:200. To eksempler på riktige utformede takrenner er vist i fig. 14 og 15. Detaljene er naturligvis avhengig av taktekkingsens art.

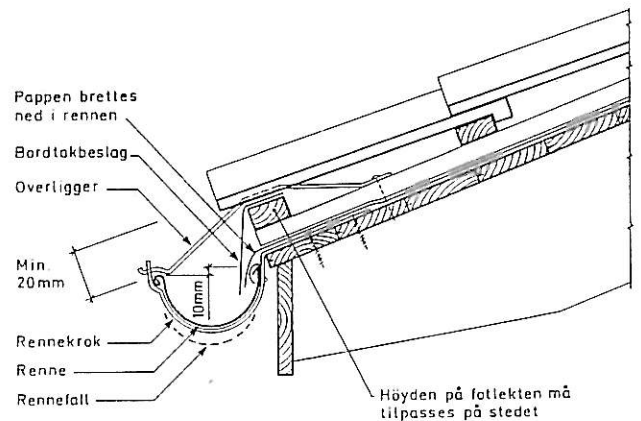


Fig. 14
Eksempel på montering av renne og bordtakbeslag ved opplekket taktekking

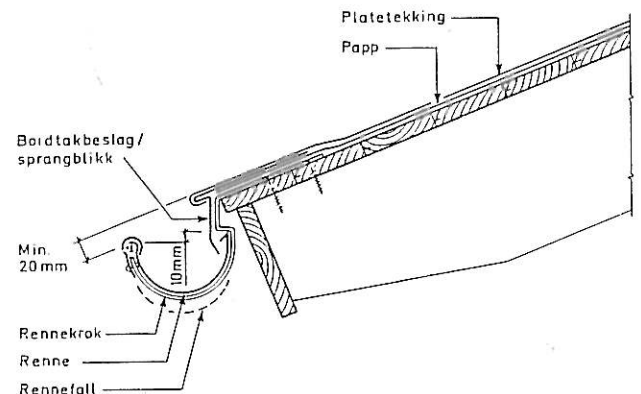


Fig. 15
Eksempel på montering av renne og bordtakbeslag på platetekket tak. Sprangblikk og bordtakbeslag er i ett stykke og falset i tekkingen

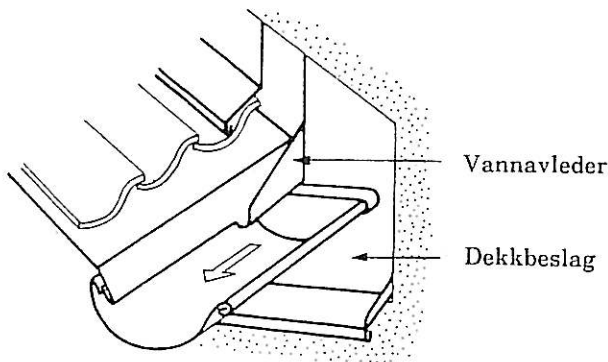


Fig. 16
Renne med tilstøtende flater

Rennenes avslutning mot tverrsgående bygningsdeler må utformes slik at vannet ikke trenger inn i veggen. Et eksempel er vist i fig. 16.

Nedløpsrør er i prinsipp utsatt for de samme problemer som takrennene. En eventuell isdannelse i nedløpsrøret kan føre til at røret sprenges, med vannlekkasje inn på veggen som resultat. Vannet kan for eksempel renne inn til veggflaten langs rørfester med fall inn mot veggen, med misfarging og nedfukning som resultat. Fester må følgelig ha fall utover, se fig. 17.

Spesielt problematiske er nedløpsrør som er montert inn i selve ytterveggen slik at nedløpsrørets ytre flate ligger i samme plan som veggens ytre flate. Metallfester inne i veggen må også beskyttes mot korrosjon.

3.4 Lufting og drenering

Yttervegger må konstrueres slik at fukt som måtte

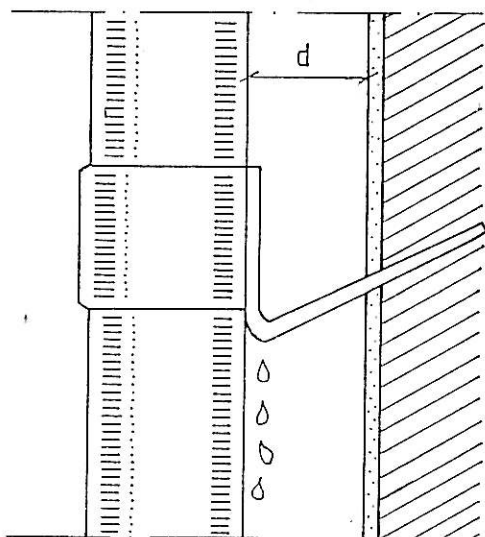


Fig. 17
Festing av nedløpsrør

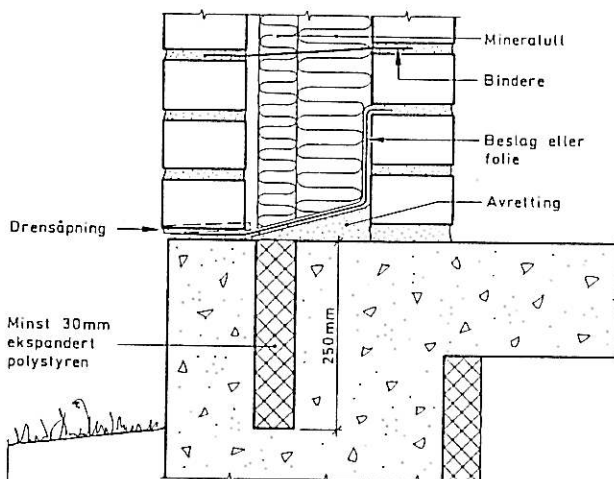


Fig. 18
Drenering av skallmur ved grunnmurkrona

komme inn i konstruksjonene, kan dreneres ut igjen eller luftes bort. Fukt kan for eksempel komme inn gjennom slagregnelekkasje. Den kan også komme fra fuktig inneluft som trenger ut i konstruksjonene. Endelig kan det være byggefukt fra byggeperioden.

I murte vegger bør det innenfor den ytre vangen være en minst 30 mm bred luftspalte, slik at vann kan renne ned på innsiden av vangen og dreneres ut, se fig. 18. I praksis vil luftspaltens nedre del lett kunne fylles med mørtel. Det stilles derfor store krav til arbeidsutførelsen ved slike konstruksjoner.

Også ved vinduer, dører og andre åpninger i veggene må konstruksjonsdetaljene utføres slik at vann ledes ut igjen. Trådbindere i skallmurer må plasseres med fall utover, se fig. 19.

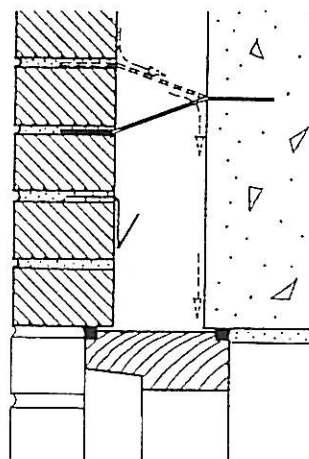


Fig. 19
Binderne skal ha fall utover.
Den prikkede linjen viser en binder som er lagt galt.

3.5 Vinduer og dører

Veggen over vinduet må utformes slik at vann hindres i å renne ned på vinduskarmen. Under vinduet må det være beslag som bringer ned-

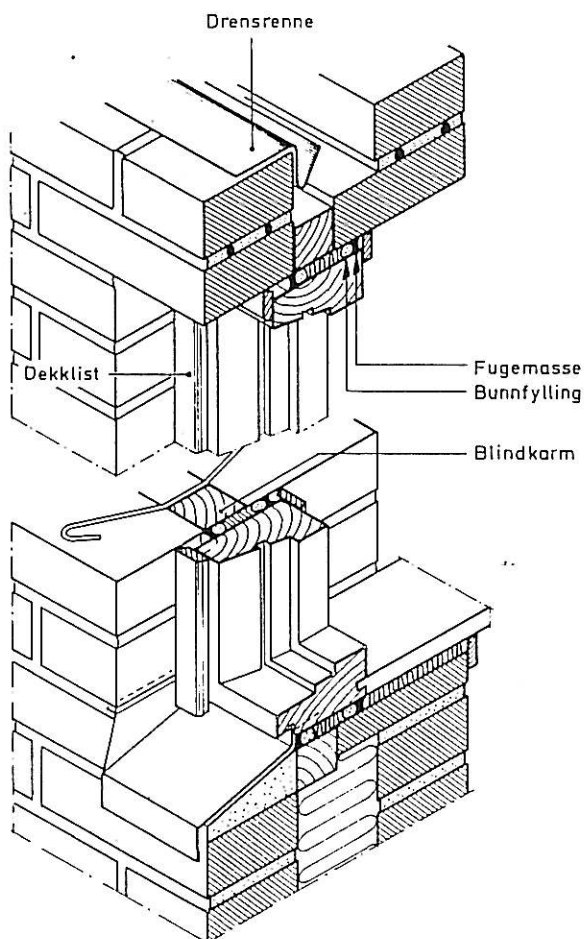


Fig. 20
Vindu av tre i fuget eller spekket skallmurvegg av tegl

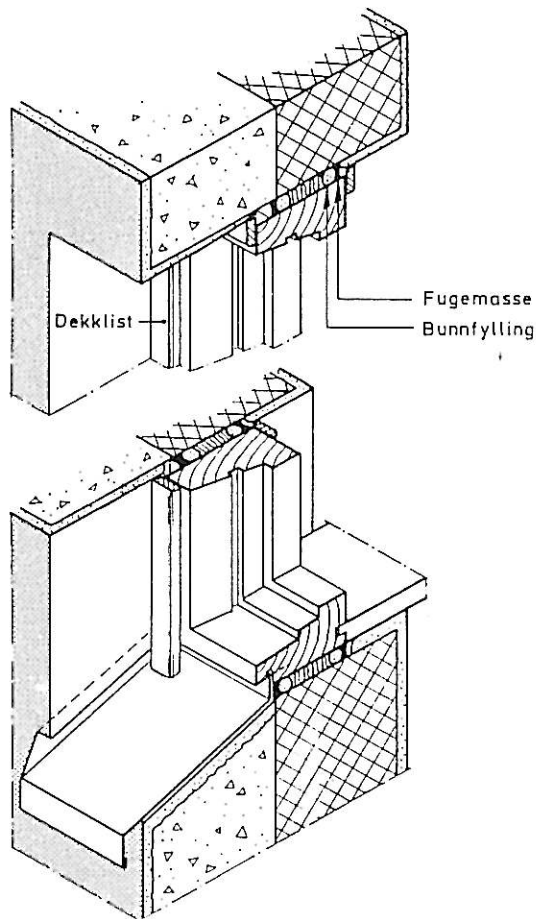


Fig. 22
Trevindu i pusset vegg av lettbetong

silende regnvann ut fra veggen. For detaljer i murt vegg, se fig. 20 og 21.

Ved pussede fasader må sålbenkbeslag og andre detaljer utformes slik at det ikke oppstår skader ved dimensjonsendringer, se fig. 22 og 23.

Sålbenkbeslag som i hele sin bredde avsluttes mot en pussert flate, må utføres med gavler med pusskant og vannavledere som vist i fig. 24. Vannavlederen må trekkes 5 mm ned under avdryppet på beslaget.

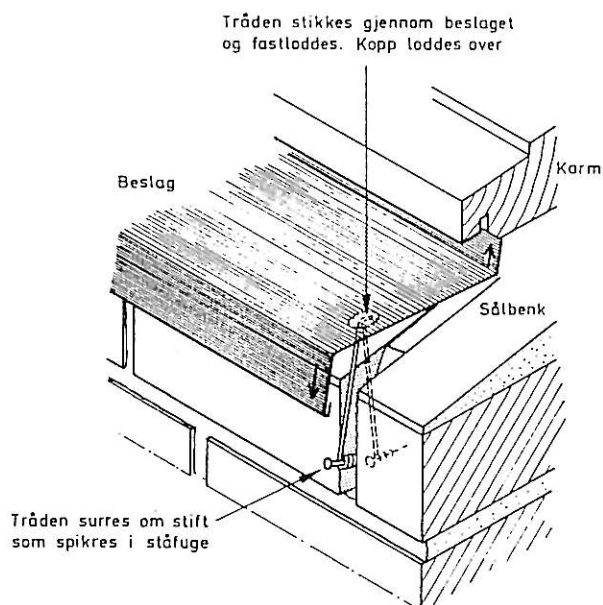


Fig. 21
Feste av sålbenkbeslag

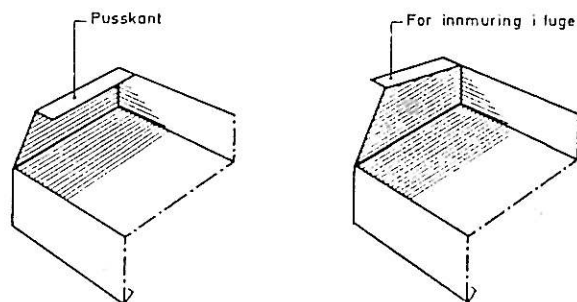


Fig. 23
Sålbenkbeslag for murvegg
Hjørnene skal være vanntette

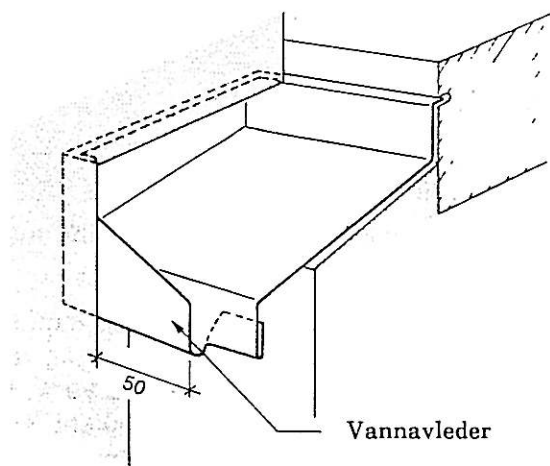


Fig. 24
Sålbenkbeslag med vannavleder

3.6 Fuger

Større yttervegger bør ha dilatasjonsfuger. Avstanden mellom fugene bestemmes av byggets konstruktør. For detaljprosjektering av fugemassetetninger henvises til spesiallitteraturen.

Ved senere overflatebehandling blir ofte fugemassen overstrøket med maling. Ved senere fugebevegelser vil både malingen og fugemassen kunne skades. Overmaling av fugemasser bør derfor unngås.

3.7 Balkonger

Også beslag på balkonger må utføres med skikkelig avdrypp, fig. 25. Det samme gjelder beslag under balkongdører.

3.8 Brystninger og tilslutninger mellom yttervegg og tak

Både brystninger og tilslutninger mellom yttervegg og tak må dekkes av riktig utformede beslag. Eksempler er vist i fig. 26, 27, 28, 29 og 30.

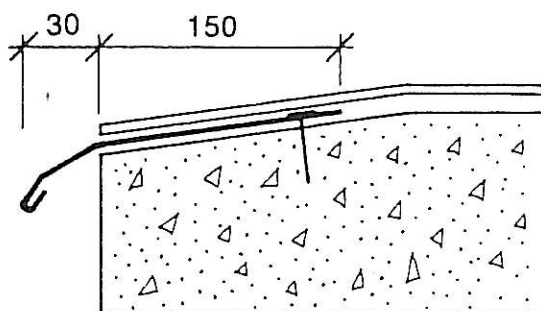


Fig. 25
Beslag med avdrypp

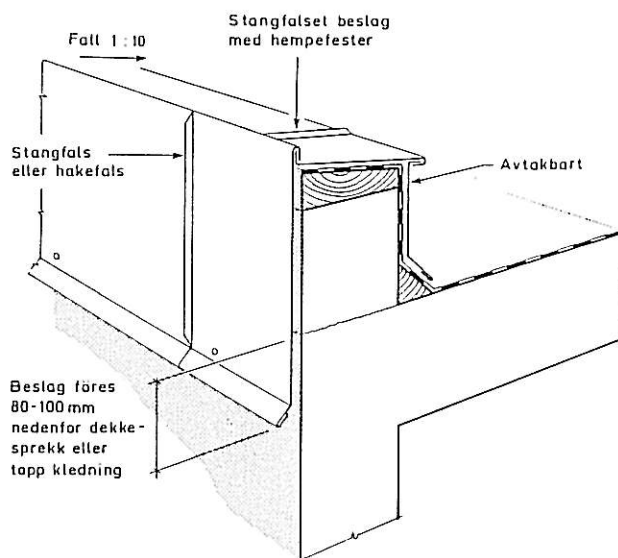


Fig. 26
Tekning og beslag på gesims e.l.

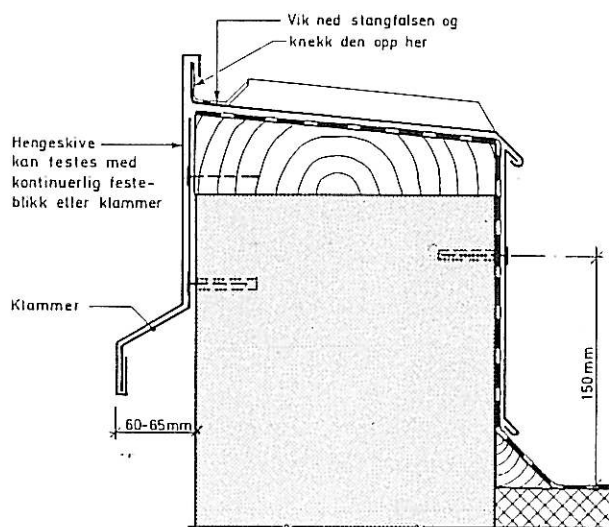


Fig. 27
Skjørtutstikk 60-65 mm hindrer vann i å væte veggflaten

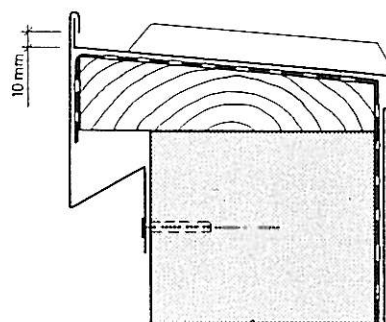


Fig. 28
Utkraget beslag hindrer skittstriper på vegg

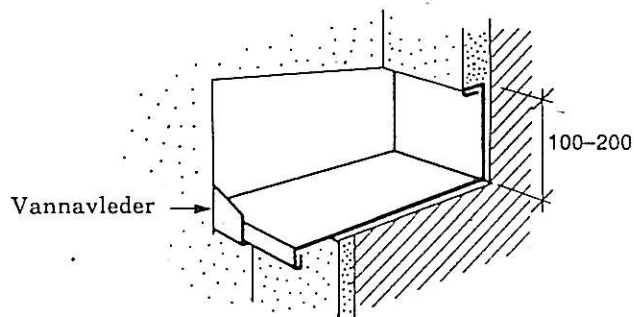


Fig. 29
Beslag med vannavleder

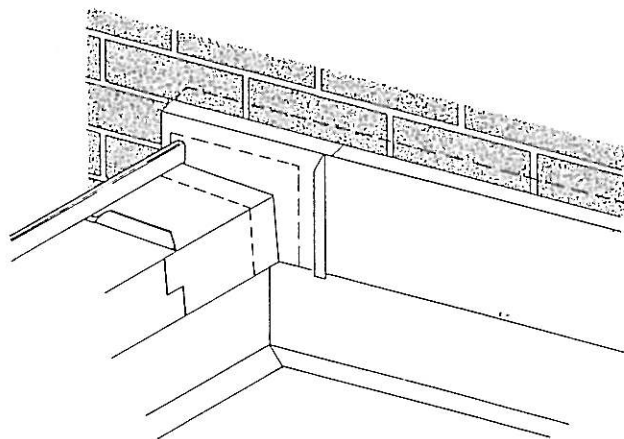


Fig. 30
Brystning mot teglvegg

3.9 Sokkel

Sokler må ha en så stor høyde over omgivende terreng at det aldri vil bli noe vanntrykk mot ytterveggs nedre del. Terrenget planeres med fall ut fra veggen, se fig. 31.

Tilslutningen mellom yttervegg og golvkonstruksjon må utformes slik at inntrengende vann ledes ut av veggen, fig. 32. Ved bindingsverksvegger må konstruksjonene utføres slik at trevirket blir liggende i en tørr sone, uten å være i direkte kontakt med betong i sokkel eller grunnmur.

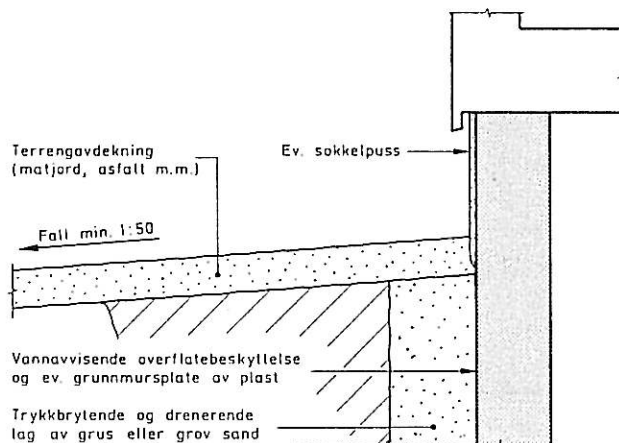


Fig. 31
Sokkel og terreng

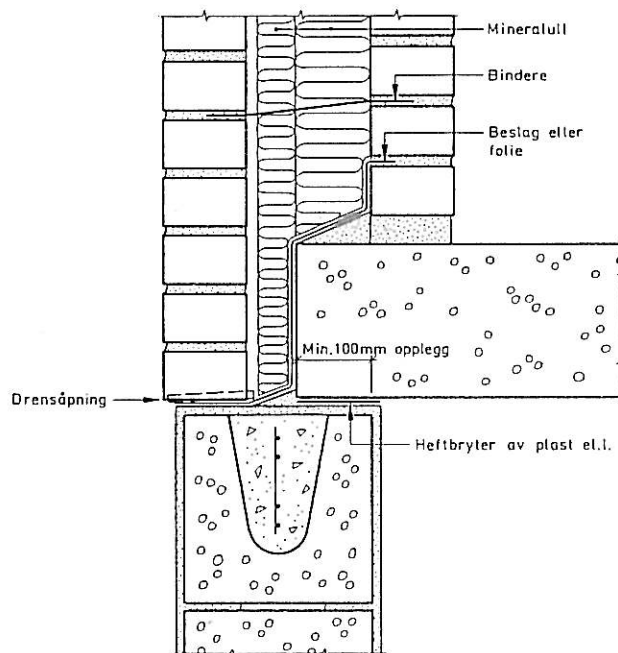


Fig. 32
Drenering ved grunnmurkronen og elementdekke av lett-betong

4 Tre

4.1 Generelt

Tre i yttervegger omfatter først og fremst utvendige kledninger, trepanel, men også vinduer av tre og vindusomramninger hører med.

4.2 Kledninger av tre

Kledningens oppgaver er å beskytte resten av veggene mot vind, sol og regn og mot mekaniske påkjenninger som spark, støt, hærverk. Kledningens funksjoner er vist i fig. 33.

Kledninger av tre er ingen god vindtetning. Vinden trenger inn og ut gjennom mer eller mindre utette omlegg mellom panelbordene. Man kan tette omlegg med maling for en tid. Men fuktbetingede bevegelser i bordene får snart malingsforbindelsen mellom bordene til å sprekke opp. Vanlige omlegg er da som regel ikke vanntette. Vann kan trenge inn bak panelet.

I Norge er to paneltyper dominerende:

- Tømmermannspanel med vertikale bord lagt med omlegg 20 - 25 mm, se fig. 34.
- Vestlandspanel med horisontale bord lagt med omlegg. Dette har flere varianter. Vi anbefaler utførelse som vist på fig. 35, med varianter som vist i fig. 36 a, b og c.

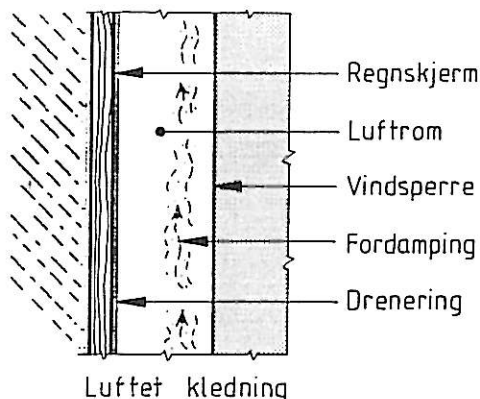


Fig. 33
Prinsipiell utforming av lufttet kledning på yttervegg

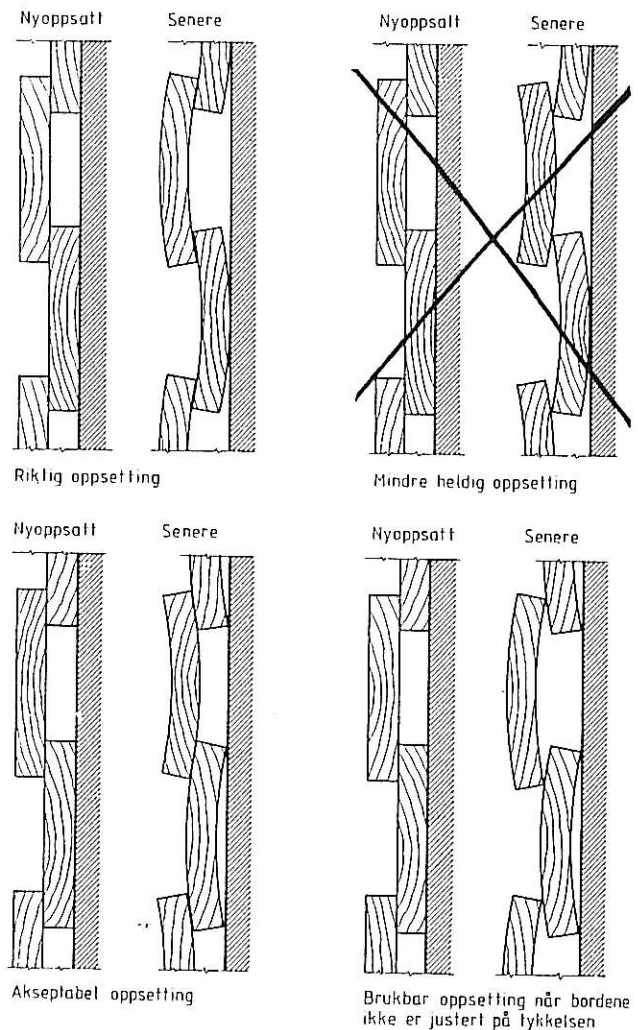


Fig. 34
Oppsetting av tømmermannspanel

Den første typen, tømmermannspanelet, brukes først og fremst i tørre strøk av landet - Østlandet, indre deler av Trøndelag, Troms og Finnmark.

Den andre er utviklet på Vestlandet, hvor påkjenninger fra slagregn er 4 - 5 ganger så store som på Østlandet.

Forskjellen mellom dem er følgende:

Vind driver regndråper mot vertikale sideomlegg, og nedrennende vann finner selv mer eller mindre tilfeldig veien til sideomlegget, uten vindens hjelp.

Vinden må være kraftigere om den skal løfte vann opp gjennom et horisontalomlegg, og mye nedrennende vann drypper av uten å komme inn i omlegget.

Vann renner ut av et horisontalt omlegg og ned på en beiset eller malt overflate. I et vertikalt omlegg er vannet fra topp til nedre kant av veggen i kontakt med ubehandlede treoverflater. Det vertikale omlegget holder derved lenger på fukten enn det horisontale.

Vann som trenger inn gjennom panelet, må dreneres ut igjen. I slagregnstrøk lektes derfor panelet ut, drenering koples sammen med lufting, og begge deler hjelper til med å holde panelet tørt. Vestlandspanelet, på enkel, vertikal lekting, er tømmermannspanelet overlegent, selv om det siste er dobbelt utlektet. Vann blir ikke stående på horisontale lekter bak Vestlandspanelet. I våte kyststrøk med gjennomsnittlig relativ luftfukt på

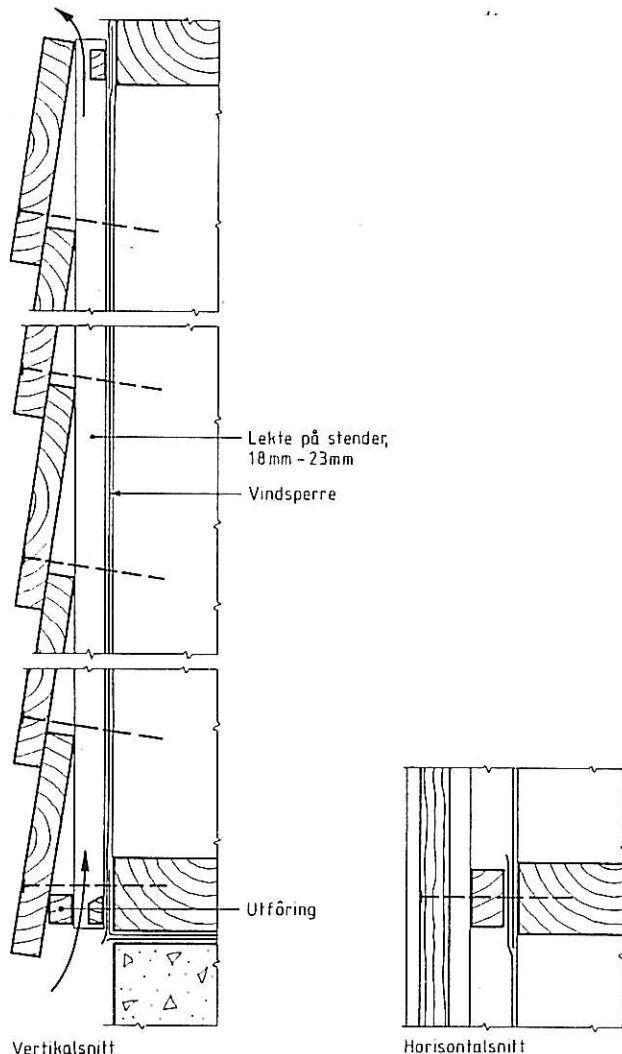


Fig. 35
Utlektet enkelt, liggende panel
Nederste bord må fores ut for å oppnå feste i riktig vinkel

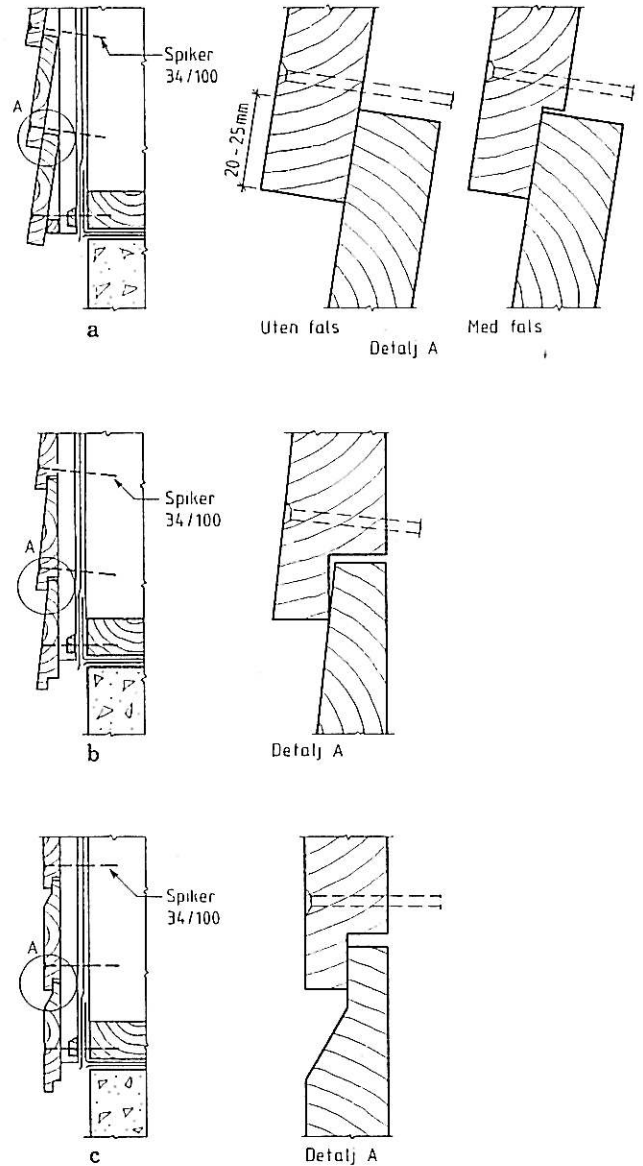


Fig. 36
Spikring av utlektet, liggende panel
a. Liggende panel med og uten fals
b. Weatherboards
c. Utlektet dobbelt falspanel

ca. 80 % og nedbør 2671 mm (Bergen 1983) og T_m mellom 1,2 og 14,4 °C, er det tvingende nødvendig å holde luften i hulrommet bak panelet tørrest mulig slik at panelet kan avgi fuktighet her. For Østlandet, Fornebu i 1983, er RF ca. 73,8 %, nedbør 620 mm og T_m mellom -4,8 og 18,5 °C. Tømmermannspanelet muligheter for å tørke ut er derfor her vesentlig bedre. Det er ønskelig at fuktinnholdet i trevirket ligger under 20 vekt-%, og ihvertfall bare overstiger dette i kortere perioder.

Anslutning til hjørner og vinduer er for Vestlandspanelet løst ved hjelp av "krabbelister", - lister profilert etter panelet, se fig. 37. Legg merke til at sålbenkbeslag har oppkant i spor på undersiden av

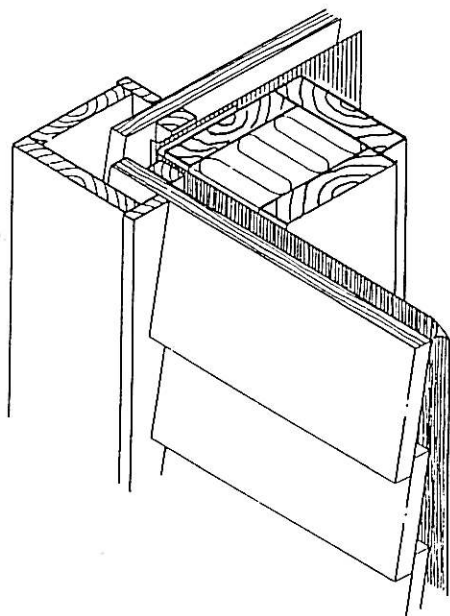


Fig. 37
Hjørnekrasse med krabbelist

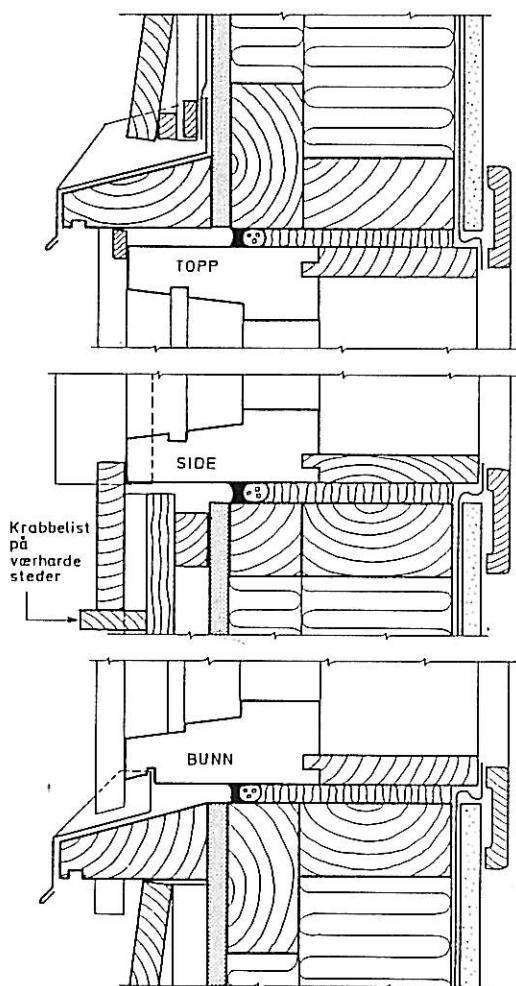


Fig. 38
Vindu innsatt i vegg med utlektet, liggende kledning

underkarmen i vinduet, og lufttetningen ikke ligger utenpå vinduskarmen, men på sidene, se fig. 38.

Utvendige kledninger av tre bør utføres med sagede bord. Den første overflatebehandlingen bør foretas snarest mulig etter at kledningen er satt opp, og senere vedlikeholdsbehandling innen den tidligere behandling er for sterkt nedbrutt.

Underkant av alle vertikale stående kledningsbord må ha dryppnese, se fig. 39. Avstand mellom dryppnese og nedenforliggende beslag må være minst 6 mm. Tilsvarende avstand til fri mark må være minst 250 mm, ellers vil sprut fra bakken kunne holde trevirket nedfuktet i så lange perioder at råte vil kunne oppstå.

Ventilasjonsåpningene må dekkes til med et finmasket nett (maskevidde 6 - 10 mm) eller lignende for å holde mus ute fra konstruksjonen. Insekter er i praksis vanskelig å holde ute.

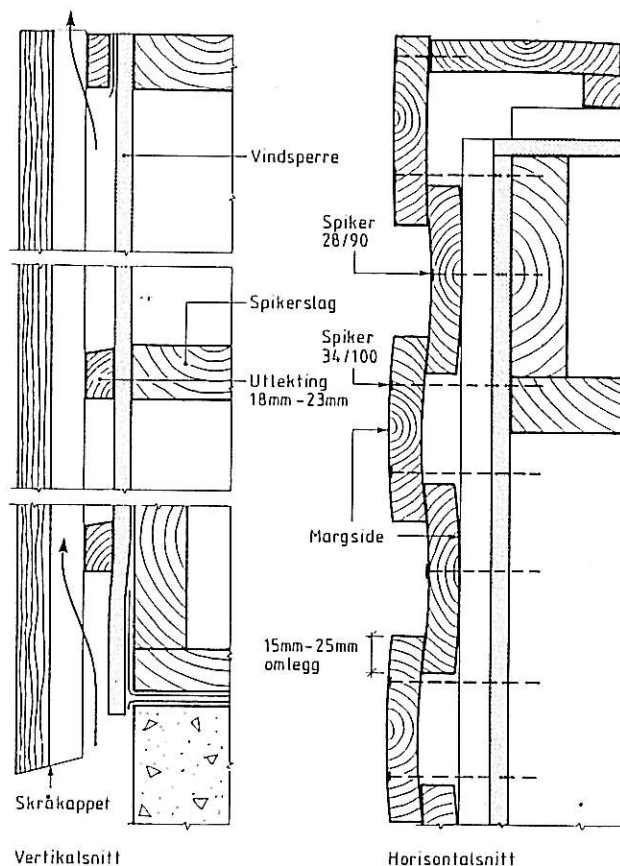


Fig. 39
Utlektet tømmermannspanel
Panelet spikres gjennom lektene til losholter og sviller i bindingsverket

4.3 Vinduer av tre

For vinduer av tre gjelder først og fremst kravet om tilstrekkelig fall på alle flater slik at vann renner lett av, samt riktig utforming av alle fuger, slik at vanninntrengning unngås. I vinduer vil det imidlertid også lett kunne bli kritiske punkter, hvorav følgende skal fremheves:

- Hjørneforbindelser må være luft- og vanntette. Vanligvis brukes vannfast lim til å holde slisstappene sammen. Tettemasser og pakninger sammen med mekaniske festemidler benyttes også.

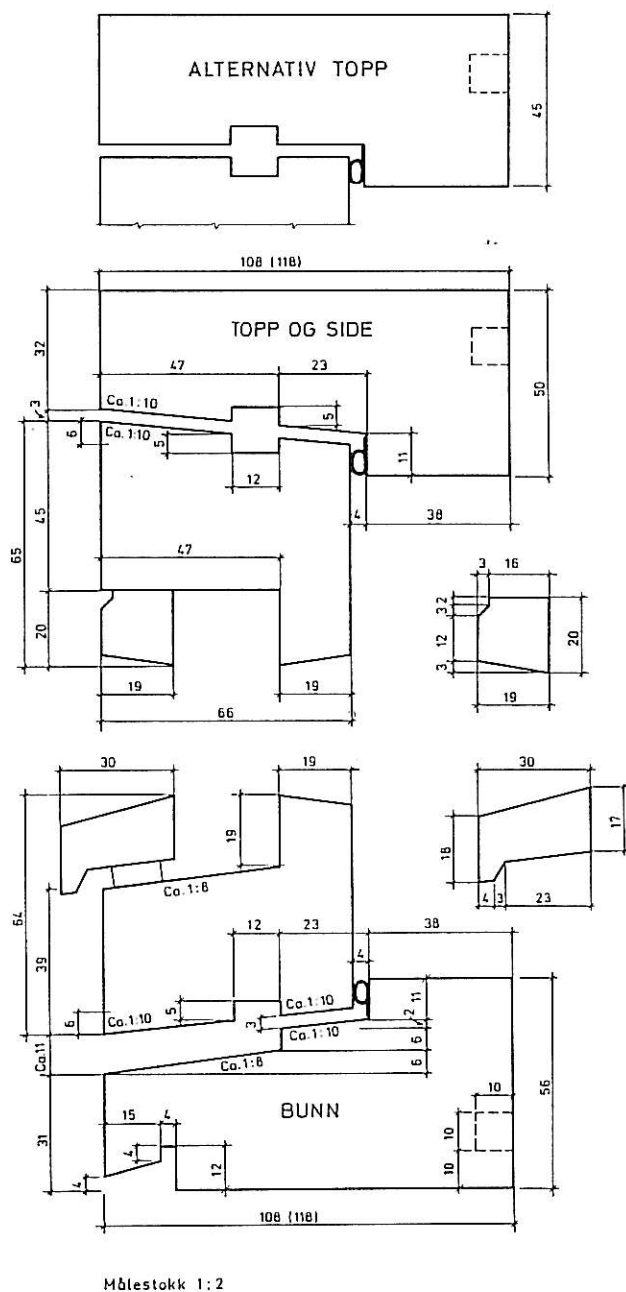


Fig. 40
Utadslående side- og topphengslet vindu for forseglert rute

Fugeutformingen må være riktig. For åpne fuger utvendig er de viktigste mål vist i fig. 40. I tillegg bør nevnes at avstand mellom ytre overflate og lufttetningen bør være minst 30 - 40 mm. For lukkede fuger utvendig gir fig. 41 de nødvendige minimumsmål. For faste vinduer (vinduer uten ramme) kan bunnkarmen i prinsipp utformes som vist på fig. 42.

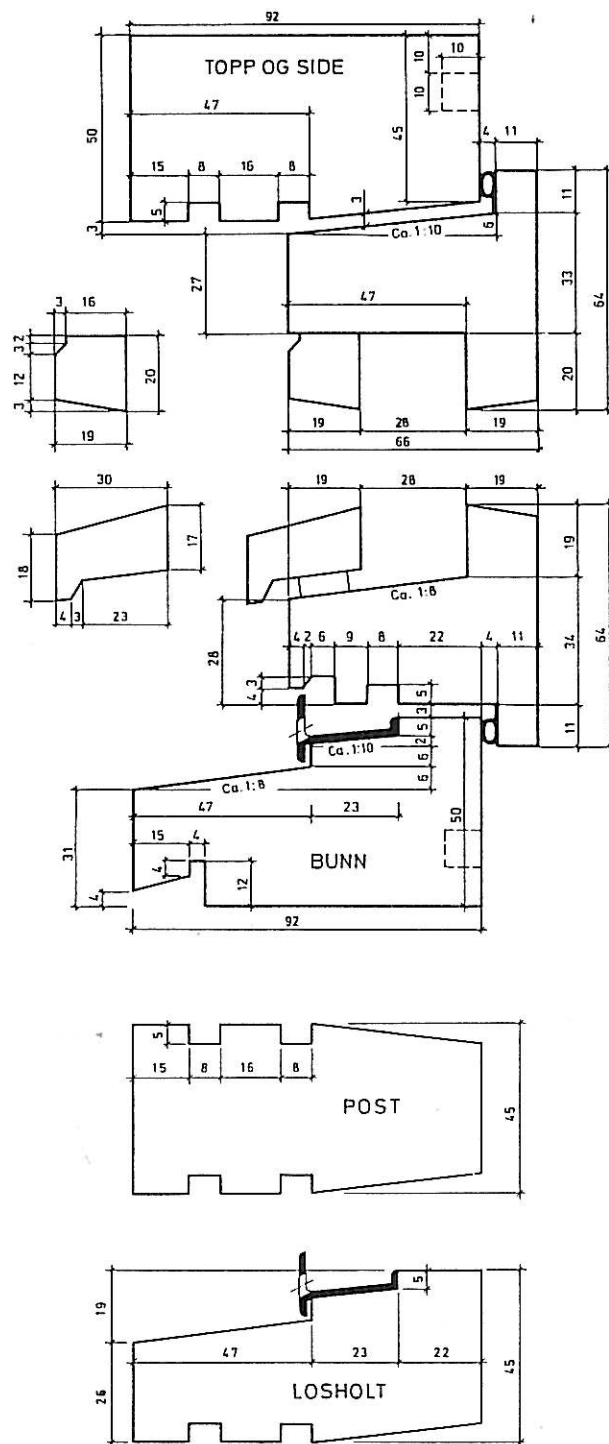


Fig. 41
Innadslående side- og topphengslet vindu for forseglert rute

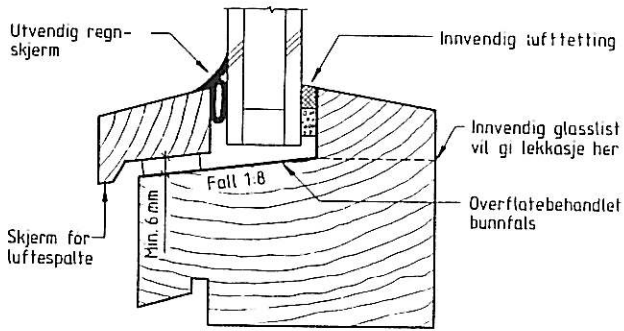


Fig. 42
Eksempel på riktig innsetting av forseglert rute i ramme eller karm

4.4 Vindusomramninger

De viktigste punkter er:

- Innføring av sålbenkbeslag i spor i undersiden av karmen, se fig. 43. Beslaget skal ha oppbrett i begge ender, og hjørnene skal være vanntette.
- Lufttetningen skal ligge på sidene av karmen, ikke utvendig hvor regnvann kan nå inn til den.

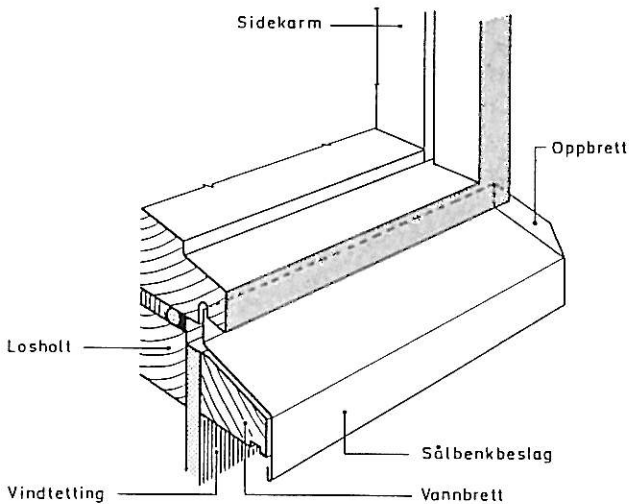


Fig. 43
Vindu med sålbenkbeslag ført opp i spor under bunnkarmen. Lufttetting mellom bindingsverk og karm utført med fugemasse

Omramning av Vestlandspanel er vist i fig. 38. Dekkbord på sidene av vinduet og mellom krabbelister danner et luftet, drenert hulrom utenfor lufttetningen i fuge mellom karm og vegg.

En omramning for enkelt utlektet tømmermannspanel er vist i fig. 44. Når panelet ikke lektes ut, er det overliggeren som dekker karmen på utsiden.

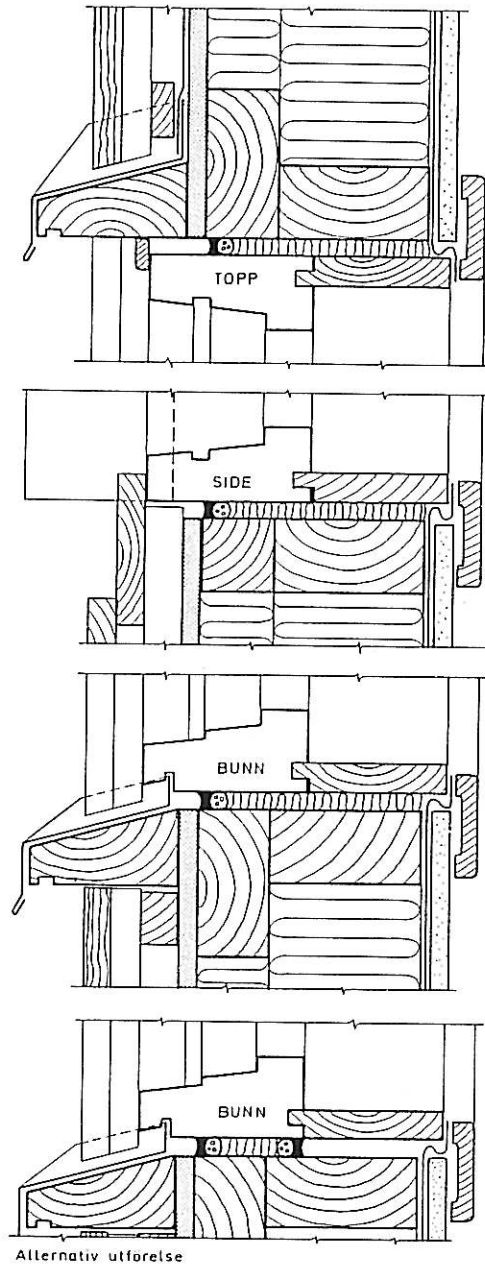


Fig. 44
Vindu innsatt i vegg med utlektet tømmermannspanel. Vinduet kan eventuelt settes lengre ut i veggen slik at overliggeren danner sideliste. Se også fig. 38

5 Plater

5.1 Generelt

Til plater i fasader regnes i denne sammenheng kledninger av stål og aluminium.

5.2 Stålkledninger

I kystklima er korrosjon på ender og endeomlegg på platene det største problemet. Endene mangler forsinking, og de tynne sinksjiktene på flatene hindrer ikke korrosjon. "Rusten" sprenger løs overflatebehandlinger av ymse slag. Å utbedre skadene er svært vanskelig uten å demontere platene. En del av platene leveres uten beskyttelsessjikt på baksiden hvor kondensvann, destillert vann, forekommer, noe som er omtrent like farlig som salt i nedbør.

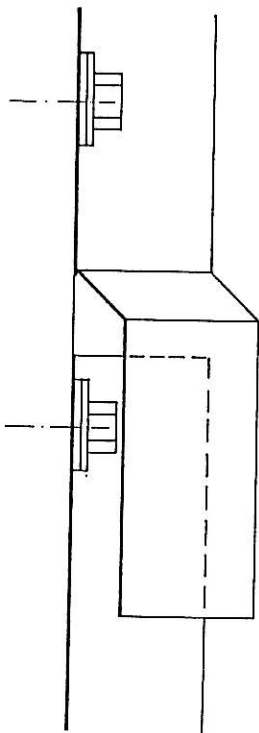


Fig. 45
Endeomlegg mellom stålplater. Prinsippkisse

Kommer man unna en forsinking i endene? Burde ikke endeomleggene vært utformet mer fugeteknisk riktig, dvs. med avstand mellom platene i prinsipp som på fig. 45? Hensikten må være å hindre vann i å bli stående mellom platene.

Det samme hensyn gjør seg gjeldende også der panel ender i horisontale ledd. Like så lite som for treverk kan stålplatene settes rett ned på horisontalene, se fig. 46.

En stor ulempe med ferdig overflatebehandlede plater er at de ikke kan loddes i oppbretthjørnene, f.eks. i indre ender av sålbenkbeslaget. Dette fører til bruk av mye fugemasse. Kledningen ser gjerne sjusket ut allerede fra starten av.

5.3 Aluminiumskledninger

Disse bør brukes i kyststrøk hvor salt i luften er et problem for stålplater. Vi har sett aluminiumplater som har beholdt sin lakkfarge intakt i 20 år, men det finnes dessverre også plater hvor hele fargesjiktet ramler av etter 5 - 6 år.

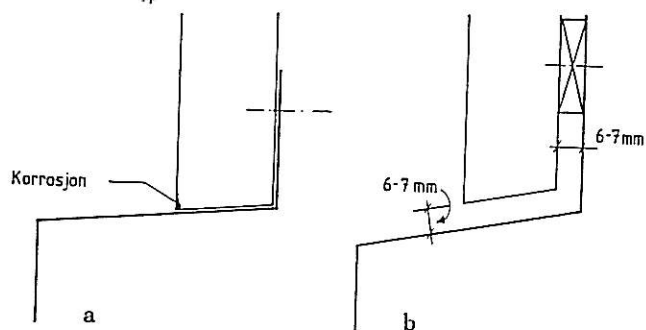


Fig. 46

- Korrosjon i plate-ende på horisontalt beslag. For dårlig helning på sålbenk
- Avstand mellom plate-ende og beslag hindrer vann i å bli stående. Bedre helning på sålbenk

6. Litteraturreferanser

- Norges byggforskningsinstitutt. Byggforskserien. Byggdetaljer.
- A514.221 Drenering. Fuktsikring av bygninger (1986)
- A523.231 Skallmurvegg med vanger av teglstein og betongmurstein (1984)
- A523.242 Murte vegger av lettklinkerblokker (1984)
- A523.601 Fuger. Typer, funksjoner og problemer (1977)
- A523.621 Fuger mellom fasadeelementer av betong (1988)
- A523.701 Innsetting av vindu i bindingsverk av tre (1984)
- A523.702 Innsetting av vindu i mur- og betongvegger (1979)
- A523.703 Innsetting av metall- og plastvinduer (1980)
- A525.105 Oppforet tretak på dekke av betong eller lettbetong (1980)
- A533.132 Vindu av tre. Generelt (1988)
- A533.133 Vindu av tre. Karm- og rammeprofiler for vindu med to glass (1982)
- A535.403 Takrenner og nedløpsrør (1983)
- A542.003 Luftede kledninger og fuger. Påkjenninger, prinsipper og virkemåter (1989)
- A542.101 Stående trepanel (1987)
- A542.102 Liggende trepanel (1987)
- Handboken BYGG, del H. Stockholm : Liber Förlag, 1982.
- Beton-Bogen. Ålborg : Portlandcementfabrikkernes Oplysningskontor, 1979.
- Betongens yta: Stockholm : Byggforskningsrådet, 1984.
- Steypuskemmdir - Ástadskönnun. Reykjavik, 1979 (Rb-33, Rannsóknastofnun Byggingaridnadarins).
- Utsatte betonkonstruktionernes Holdbarhet. Tåstrup : Byggeteknikk - Teknologisk Institut, 1981.
- Dührskop, H., Saretok, V., Sneek, T. og Svendsen, S.D. : Mörtel - Mur - Puss. Oslo, 1966 (Norges byggforskningsinstitutt, Håndbok 20).
- Hus AMA 83 : Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten. Stockholm : AB Svensk Byggtjänst, 1983.
- Isaksen, Trygve : Beslag på tak. Oslo, 1986 (Norges byggforskningsinstitutt, Anvisning 30).

