

# Vejledning vedrørende skalmuring i forbindelse med udvendig tillægsisolering

## Ledeord

Tillægsisolering	Opmuring
Skalmur	Dilatationsfuger
Sokkeltyper	Projektering
Murbindere	



De eksperter, der beskæftiger sig med forbedring af eksisterende ydervægges varmeisolering, er som regel enige om, at de bedste resultater opnås, når isoleringen placeres på den udvendige side af væggene.

Når der skal vælges materiale til beskyttelse af den udvendige isolering, er der flere muligheder; men både af pris-mæssige, æstetiske og vedligeholdelsesmæssige årsager vil en skalmur normalt være en god løsning.

En skalmur er en mur, der udover sin egenlast ikke bærer andre væsentlige lodrette laster. Den skal derfor altid med bindere fastholdes til en bagved liggende konstruktion (væg), som alene kan optage såvel lodrette som vandrette kræfter (herunder vindkræfter).

Figur 1 og 2. Billede af en gavl før og efter skalmuring.

## Murerfagets byggeblade

Udarbejdet af Kalk- og Teglværkslaboratoriet  
Teglbækvej 20 · 8361 Hasselager · Telefon 06-28 38 11

Murerfagets Oplysningsråd  
Peblinge Dossering 36 · 2200 København N · Telefon 01-37 25 00

## Nr. 28

September 1983



## SOKKELTYPER

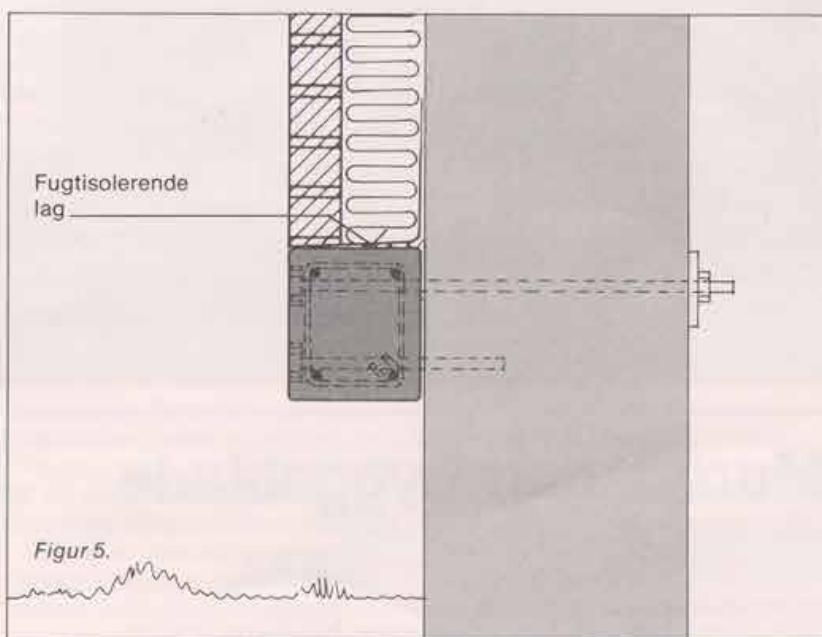
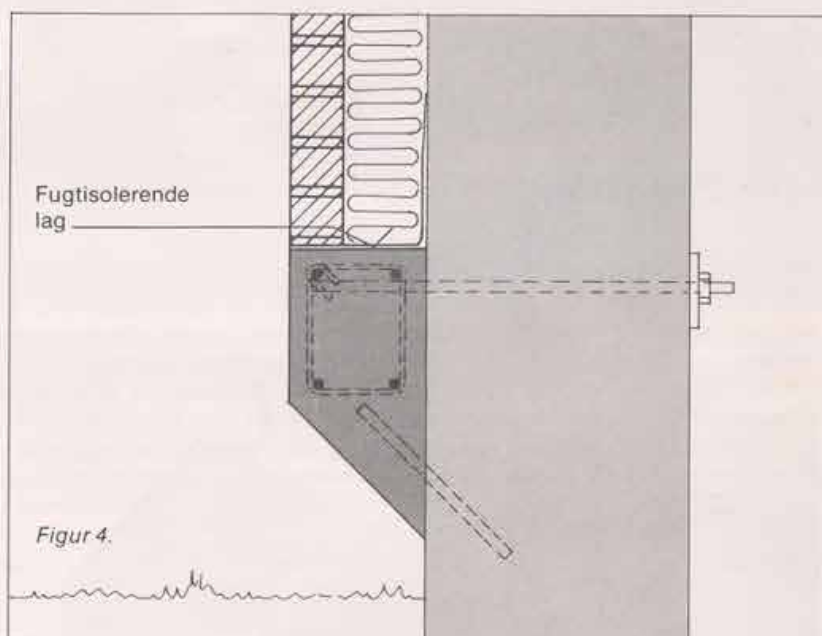
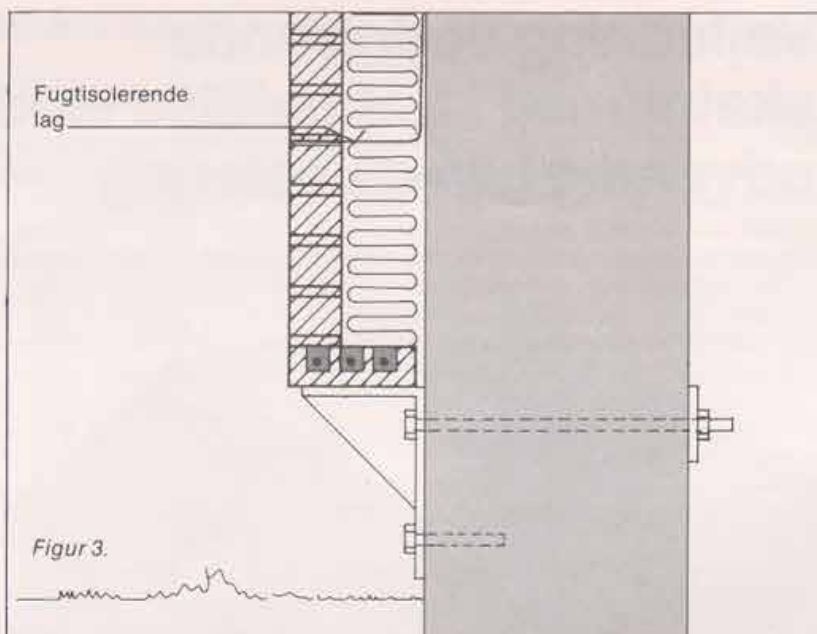
Når der skal opføres en ny skalmur, bør der først foretages en vurdering af det eksisterende fundament bæreevne. Hvis en beregning viser, at fundamentet har en sådan bæreevne, at det også kan bære den ny skalmur, kan denne understøttes ved en af de i figur 3-6 skitserede ophængningsformer.

Dimensionering af bolte, beslag og bjælker må udføres i hvert enkelt tilfælde. De anvendte beslag og bolte skal være korrosionsfaste.

Hvis det eksisterende fundament ikke har tilstrækkelig bæreevne, eller af andre årsager ikke kan anvendes ved understøtning af skalmuren, kan denne som regel opføres på et almindeligt stribefundament, som det er vist på figur 7. Fundamentet kan udføres helt af letklinkerbetonblokke, helt af beton eller af en kombination af beton og overliggende letklinkerbetonblokke.

De specielle forhold, der måtte være i de enkelte projekter, skal tages i betragtning ved valg af fundamentsløsning, idet nogle løsninger lettere kan tilpasses konkrete forhold end andre.

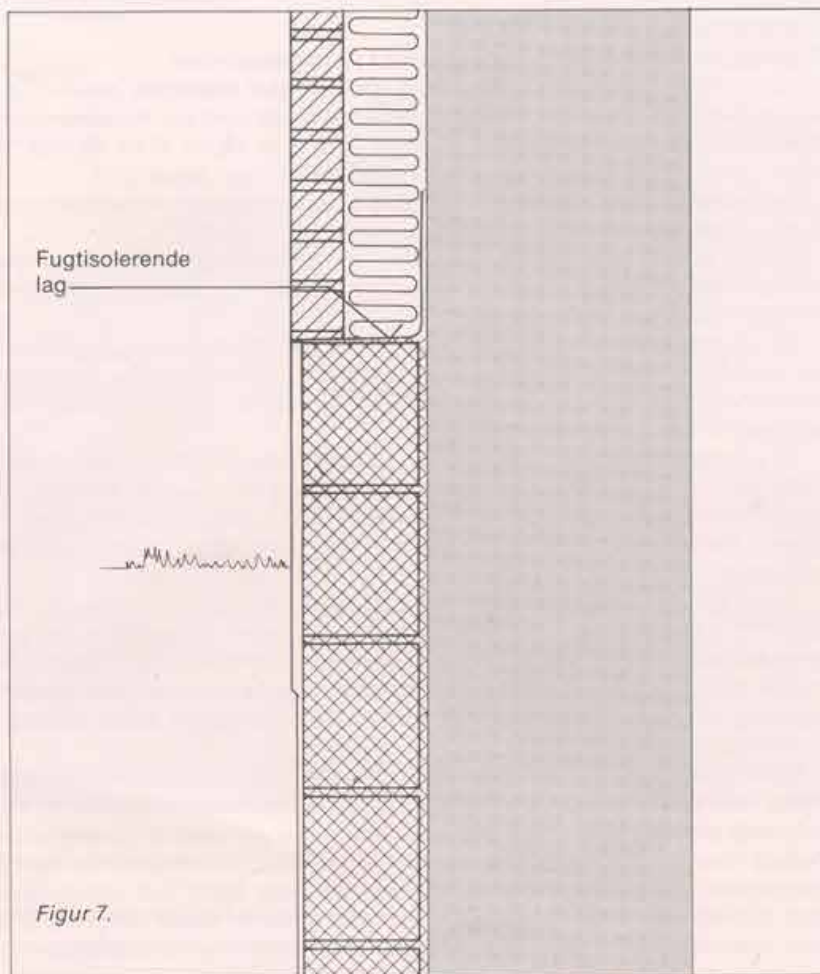
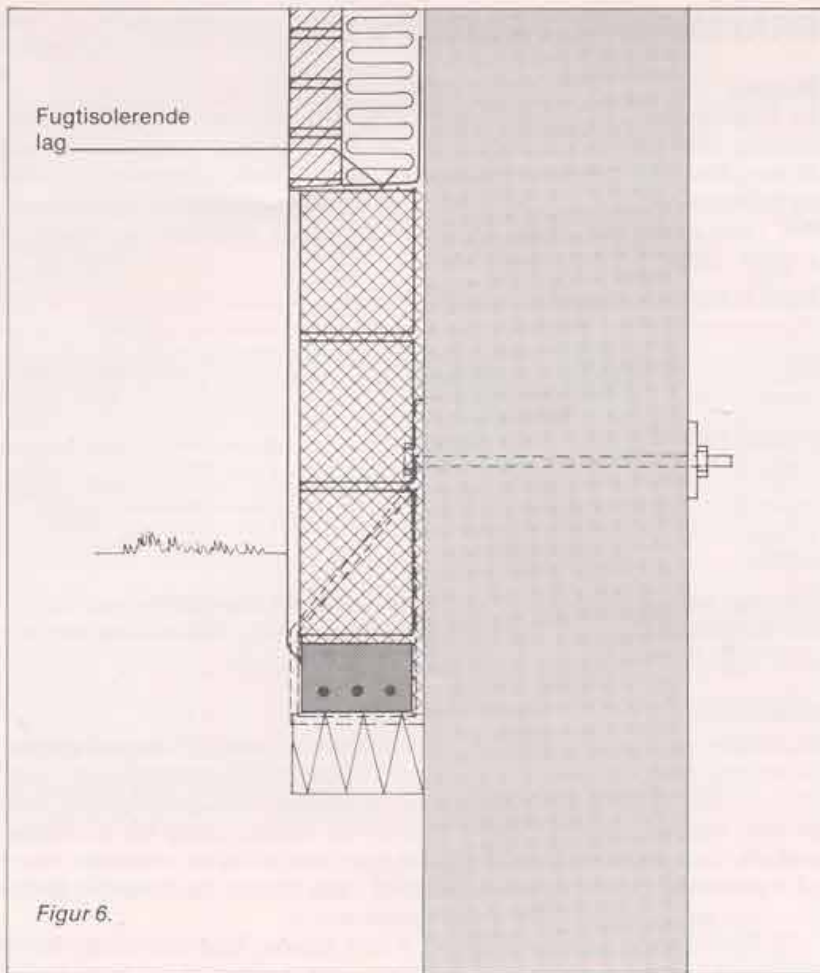
De i figur 3-7 viste skalmure er opmuret af 70 mm brede sten; men i de fleste tilfælde må det antages, at en ½-stens skalmur vil blive anvendt.



Figur 3. Tegloverliggende, armeret med rustfast stål, oplagt på specialbeslag.

Figur 4. Betonbjælke støbt på stedet.

Figur 5. Præfabrikeret betonbjælke.



Figur 6. Præfabrikeret betonbjælke, der er ophængt ved hjælp af et specielt beslag. Under bjælken mod jord udlægges en mineraluldsplade.

Figur 7. Stribefundament af letklinkerbetonblokke.

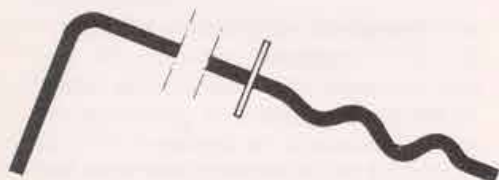
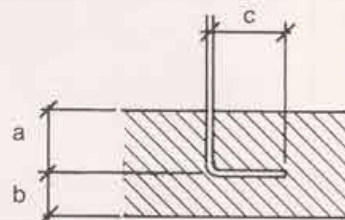
## SKALMURENS FASTGØRELSE

### Skalmur

En skalmur kan som tidligere nævnt ikke stå alene, men må fastholdes til en bagvæg ved hjælp af murbindere. Skalmuren skal have en tykkelse på mindst 70 mm. Binderne forankres i skalmuren ved indmuring af et ombukket stykke, og indmuringen skal udføres således, at indmuringens længde og dæklaget for den ombukkede del, d.v.s. afstanden til fugens overflade, er mindst som angivet i tabel 1.

Tabel 1. Indmurlængde og dæklag i mm

Indmurlængde a	≥ 40
Dæklag for det ombukkede stykke b	≥ 25
Længde af ombukket stykke c	≥ 50



Figur 8. 4 mm bølgeformet binder med skive.



Figur 9. Rensning og forvanding af hul til murbinder.



Figur 10. Udstøbning af hul til murbinder.



Figur 11. Indpresning af murbinder.

Som det ses af tabellen, skal den ombukkede del af en binder ved en 70 mm tyk skalmur anbringes meget nøjagtig. En så tynd skalmur bør derfor kun anvendes, hvor særlige forhold gør sig gældende.

### Murbindere

Murbinderne skal være korrosionsfaste. Typen af murbindere skal vælges ud fra opbygningen af den væg, som skal tillægsisoleres og skalmures. Hvis der f.eks. er tale om en betonvæg vil klæbeankre eller ekspansionsankre komme på tale, hvorimod der, når der er tale om en murstensvæg, bør anvendes en metode, hvor binderne faststøbes, idet man ikke ud fra de erfaringer, man har på nuværende tidspunkt, med sikkerhed i alle tilfælde kan forankre bindere i murværk ved en klæbe- eller ekspansionsmetode.

Til faststøbning kan benyttes en 4 mm binder, hvor den ende, der skal placeres i den eksisterende mur, er bølgeformet (se figur 8).

### Faststøbning af bindere

Faststøbningen kan foretages med mørtel på følgende måde:

Hullerne i den eksisterende mur, hvori binderne skal indstøbes, bores med en slagboremaskine med et 25 mm bor. Hullerne bores med den foreskrevne indbyrdes afstand med anslag på boremaskinen til en dybde af ca. 80 mm. Ved skalmuring af en blank mur skal hullerne normalt bores i liggefugen.

Selve fastgørelsen af binderne skal foretages umiddelbart før opmuringen af skalmursskiftet lige over murbinderrækken.

Til arbejdet i forbindelse med fastgørelsen kan benyttes en almindelig cykelpumpe (diameter på 23 mm). Cykelpumpens ventilende saves af, og stemplet forstærkes med en ekstra pakning.

Den således tildannede pumpe fyldes med vand ved opsugning fra en spand, og vandet sprøjtes ind i hvert hul. Herved bliver hullerne dels rensede for boremøl, dels forvandet (se figur 9). En almindelig sprøjteflaske af plastmateriale er også velegnet til rensning og forvanding.

Til udstøbning af huller benyttes en cementmørtel, C 100/400 (fabriksfremstillet tørtmørtel). Mørtlen røres først op med vand til en passende konsistens (tyndtflydende) umiddelbart før brug. Dette kan foretages på stilladset i en spand. Der skal laves en frisk blanding, hver gang en ny række huller skal udstøbes.

Selve fyldningen af hullerne foretages også med den oversavede cykelpumpe (se figur 10), idet mørtlen presses op i pumpen ved at stikke den ned i spanden med mørtel samtidig med, at stemplet trækkes tilbage. Pumpen med mørtel føres herefter ind i hullet og ved at trække pumpecylindren tilbage og samtidig skyde stemplet frem presses mørtlen ud, og det sikres herved, at hullet fyldes helt.

Umiddelbart efter, at der er fyldt mørtel i hullet, placeres murbinderen midt i dette. Hver binder skal presses lige ind, og det er ikke nødvendigt med en efterfølgende drejning af binderen. På alle bindere skal der være en plastskive med hullets diameter (binderfabrikanten kan på bestilling levere binderne med påmonterede skiver). Denne skive fungerer dels som hjælp ved komprimering dels til fastholdelse af mørtel og binder. Når sådanne skiver benyttes, er det ikke nødvendigt med yderligere forholdsregler med hensyn til understøtning af binderne og hindring af udflydning af mørtel (se figur 11).

Tabel 2. Minimumsafstand mellem skalmur og bagvæg ved anvendelse af mindst 4 stk. 4 mm bindere pr. m<sup>2</sup>.

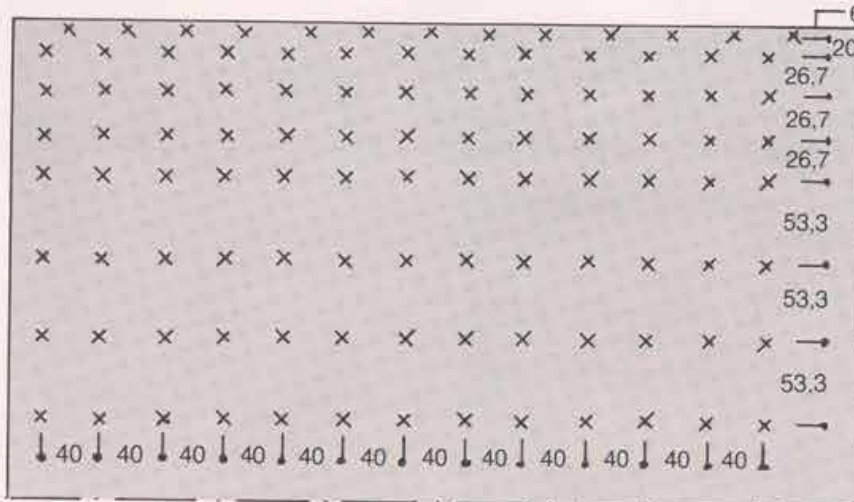
Bindermateriale	Karakteristisk trækstyrke $\sigma_{0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	Minimumsafstand i mm ved skalmurshøjde		
		7 m	15 m	25 m
Rustfast stål	600	132	160	195
Tinbronce	720	93	113	138

### Placering af bindere

Da der bl.a. som følge af temperaturpåvirkning vil ske en differensbevægelse mellem skalmur og bagvæg, er det nødvendigt, at binderne og da især binderne i toppen af skalmuren kan optage disse bevægelser uden at beskadiges. Der skal regnes med en temperaturforskel mellem skalmur og bagvæg på 35°C, og da den regningsmæssige længdeudvidelseskoefficient pr. °C for murværk af teglsten kan sættes til  $5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , vil differensbevægelsen kunne blive ca. 0,2 mm/m. Jo højere skalmuren er, og jo mindre afstanden mellem skalmur og bagvæg er, desto større deformation vil der ske af binderen. Da bindermateriale kan være mere eller mindre elastisk, er der på grundlag af regler angivet i SBI-anvisning nr. 101, Trådbindere til forankring af skalmure, i tabel 2 angivet minimumsafstande mellem skalmur og bagvæg som funktion af skalmurshøjden for de to mest anvendte bindermaterialer, når der anvendes 4 mm trådbindere. Der er dog udover de lodrette bevægelser også taget hensyn til eventuelle vandrette bevægelser. Der er samtidig taget hensyn til de maksimale trækkræfter, der skal optages af binderen, når der anvendes 4 bindere pr. m<sup>2</sup>, og skalmuren har den mest udsatte beliggenhed, der er mulig her i landet.

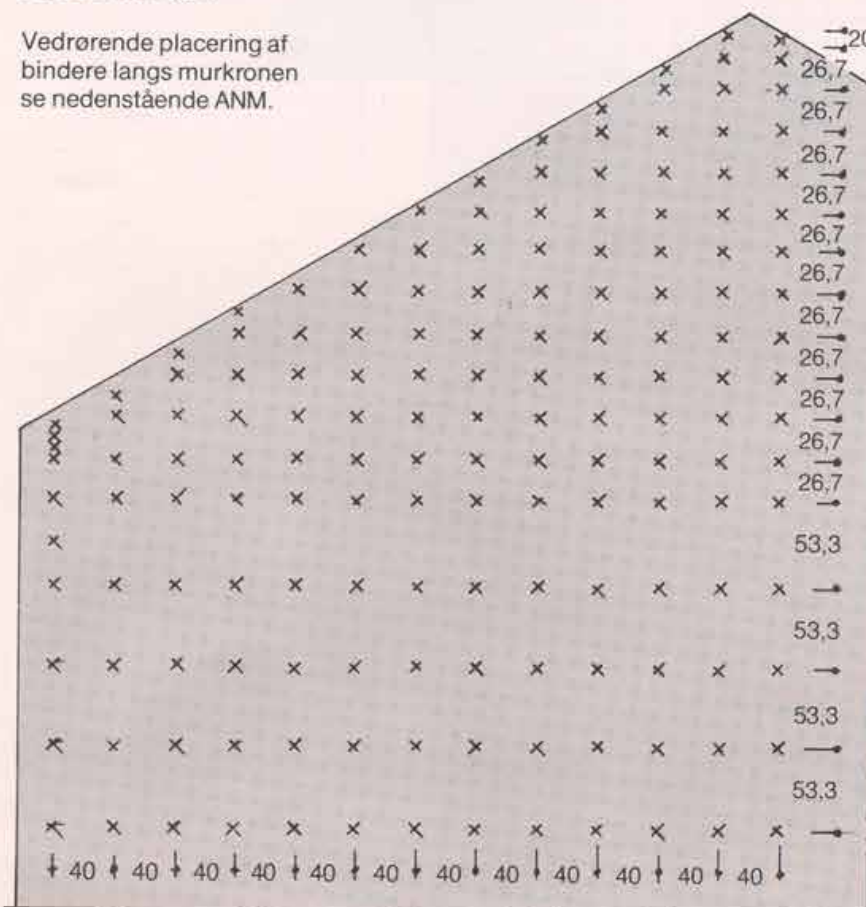
Når man kender højden af skalmuren og afstanden mellem denne og bagvæggen, kan man ud af tabellerne se, hvilket bindermateriale, der skal anvendes.

Hvis der er tale om et grænseområde, kan en beregning i det konkrete tilfælde afgøre, om man f.eks. kan tillade sig at anvende bindere af rustfast stål, som er billigere end tinbroncebindere. Det er endvidere muligt ud fra reglerne i SBI-anvisning 101 at beregne afstanden mellem binderkolonnerne for en skalmur. Da vindbelastningen er størst ved toppen af skalmuren, hvor egenvægten af muren er mindst, og da egenvægten er det eneste stabiliserende for murværket mellem binderne, skal disse sidde tættere ved skalmurens top end i den øvrige murflade. Hvis man ikke vil foretage en beregning af afstanden mellem binderkolonnerne, kan man anvende de i figur 12 angivne afstande, når man anvender sten mindst af stenklasse 10 og mindst af 70 mm tykkelse og opmuringsmørtel mindst svarende til KC 60/40/850. Det er i beregningerne forudsat, at der anvendes 4 mm trådbindere, og at den karakteristiske udtrækningsstyrke for den indstøbte del af binderen er 4,0 kN. Beregninger i det aktuelle tilfælde kan give større afstand mellem binderne.



### Facade eller gavl

Vedrørende placering af bindere langs murkronen se nedenstående ANM.



Figur 12. Forslag til placering af bindere.

Gavl

**ANM:** Udover de viste bindere skal der indstøbes en binderrække i liggefuger under andet skifte under murkronen, og i øverste binderrække skal afstanden mellem de enkelte bindere være mindre end 30 cm.

## OPMURING OG DILATATIONSFUGER

### Opmuring

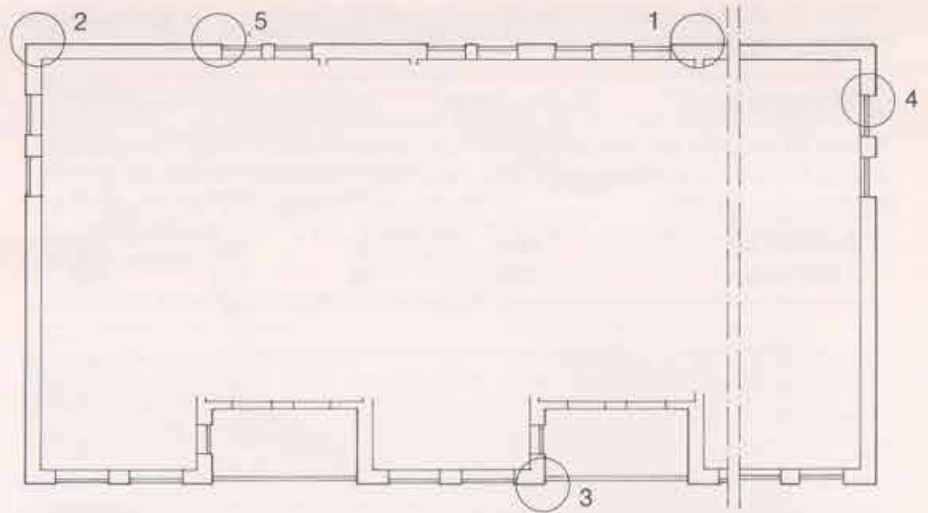
Murearbejdet skal foretages efter de i murværksnormen angivne retningslinier.

Såvel ved muråbninger som ved sokkel skal der indlægges fugtisolierende lag på tilsvarende måde som ellers ved skalmure. Der kan anvendes rustfast armerede tegloverligger over åbninger, og det fugtisolierende lag skal da lægges et bestemt antal skifter over overliggeren. Antallet skal dimensioneres i hvert enkelt tilfælde.

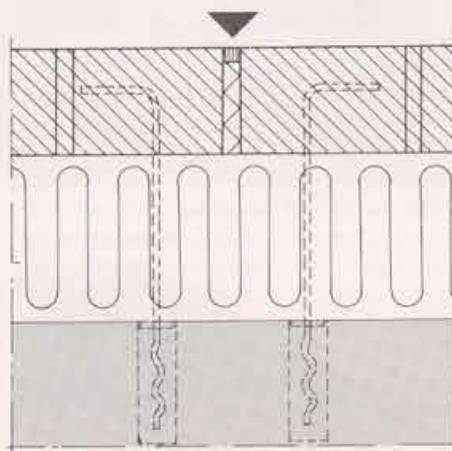
Ved udregning af de i tabel 3 nævnte længder, er der regnet med 10 mm større hulrum end isoleringens tykkelse.

Tabel 3.

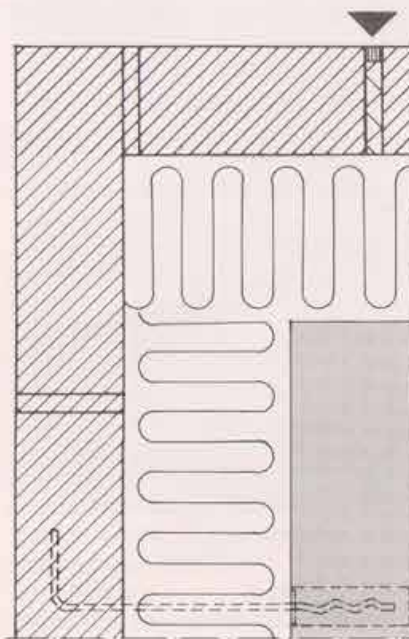
Tykkelse af skalmur	Anbefalet længde på bølgeformede murbindere i mm	
	Tykkelse af isolering 100	Tykkelse af isolering 125
70	230	255
108	248	273



Figur 13. Placering af dilatationsfuger.

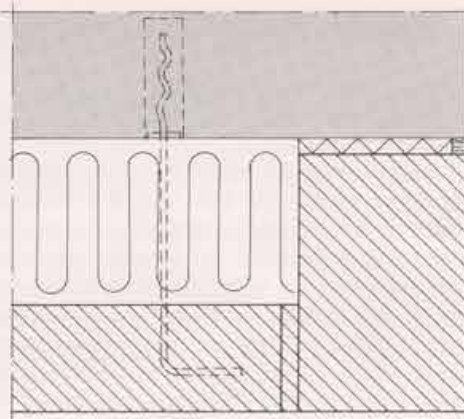


Detalje 1. Dilatationsfuge midt i »lang« facade.

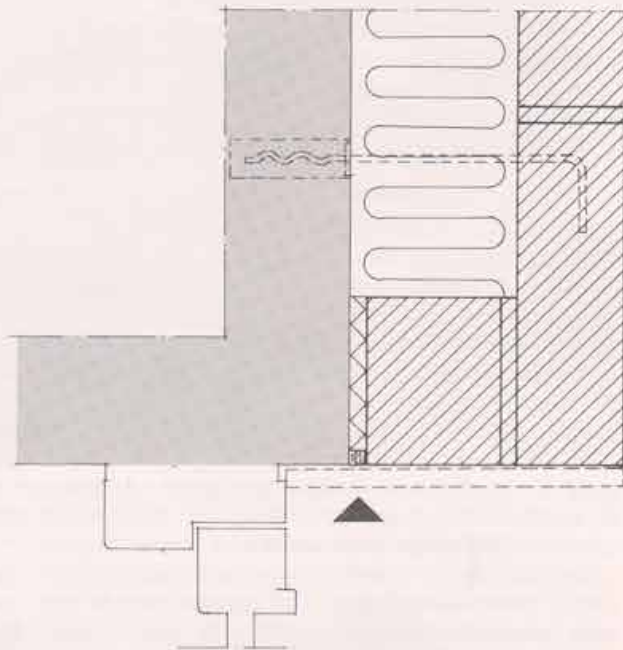


Detalje 2. Dilatationsfuge ved hjørne.

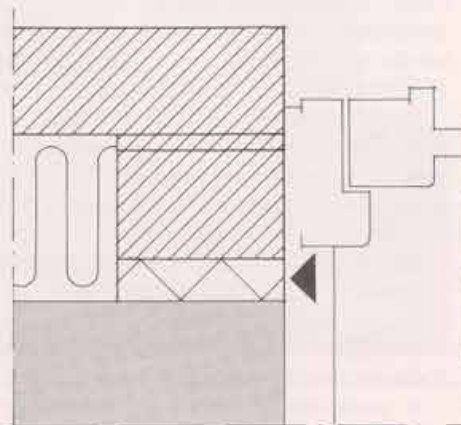
Ved dilatationsfuger som vist på detalje 1 og 2 kan fugen enten tildannes løbende under opmuringen, eller den kan skæres, når opmuringen er færdig.



Detalje 3. Dilatationsfuge ved tilslutning til eksisterende væg.



Detalje 4. Dilatationsfuge ved vindue, hvor vinduets oprindelige placering er bibeholdt (med lysmalede tilsætninger i falsene mindskes en del af det tilbagetrukne indtryk af vinduerne).



Detalje 5. Dilatationsfuge ved vindue, hvor vinduet er flyttet frem i skalmuren. Kuldebroen mellem bagvæg og skalmur er her brudt ved, at der er benyttet 30 mm tyk trykfast isolering i dilatationsfugen.

### Dilatationsfuger

Som tidligere nævnt vil en skalmur udvide sig og trække sig sammen i takt med, at temperaturen stiger og falder. Hvis en væg ikke har de nødvendige bevægelsesmuligheder vil der på grund af temperaturændringerne opstå store lokale spændingskoncentrationer, som kan fremkalde revner.

Der vil specielt i ydervægge være mulighed for store temperaturvariationer, og der vil derfor kunne opstå problemer, hvor dele af skalmuren mures i kontakt med bagvæggen, og hvor der er tale om lange facader.

For at optage de nævnte temperaturbevægelser skal der indlægges dilatationsfuger i murværket. En dilatationsfuge kan udføres som en lodret fuge uden mørtel mellem de to vægskiver, der skal kunne bevæge sig uafhængigt af hinanden. I denne fuge kan der indlægges en polystyrenplade, således at yderkanten af pladen er 10-20 mm fra ydersiden af vægfladen, og i den herved fremkomne not fuges der til sidst med elastisk fugemasse.

Lange facader bør opdeles af dilatationsfuger med en indbyrdes afstand på 15-30 m. Jo mere cementrig mørtlen er, desto tættere skal fugerne ligge.

På figur 13 med tilhørende detaljetegninger er de steder vist, hvor det normalt vil være relevant at have dilatationsfuger.

Ved dilatationsfuger som vist på detalje 3, 4 og 5 skal fugen løbende tildannes under opmuringen.

## PROJEKTERING

### Valg af sten- og mørteltype

Valg af sten- og mørteltype skal foretages i overensstemmelse med den gældende udgave af DS 414 (murværksnormen).

Baggrunden for, at det er muligt at anvende 70 mm brede sten til skalmuring, er nogle forsøg, der er foretaget af Kalk- og Teglværkslaboratoriet dels i laboratoriet dels i praksis. I laboratoriet er der foretaget en bestemmelse både af udtrækningsstyrken for bindere indmuret i en 70 mm tyk mur og af udtrækningsstyrken for indstøbte bindere, hvor såvel stentype som mørteltype varierede. Ved forsøgene i praksis, som omfattede skalmuring af 8 gavle i 3-etages boligblokke (100 m<sup>2</sup> pr. gavl), er der foretaget en opsamling af de ved selve udførelsen gjorde erfaringer. Ligeledes er der foretaget udtrækningsforsøg med frihuggede bindere indstøbt i fuger i de pågældende gavle. Udtrækningsforsøgene gav som resultat, at den karakteristiske udtrækningsstyrke blev 4,1 kN.

- Anvendelsen af de 70 mm brede sten kan komme på tale
- hvor byggelinier sætter snævre grænser for tykkelse af isolering + skalmur.
  - hvor der kun er et forholdsvis lille tagudhæng, således at det ikke kan lade sig gøre at tildække skalmur og isolering uden større ændringer ved tagkonstruktionen.
  - hvor skalmuren skal bæres af en form for »ophængning«, og der på det eksisterende fundament kun kan tillades en forholdsvis lille ekstrabelastning.

### Dimensionering af skalmurens understøttelse

Hvis der benyttes direkte fundering af skalmuren med sribefundamenter, og disse føres helt ned til underkant af eksisterende fundament, vil der normalt ikke være problemer, der kræver særlige undersøgelser.

Hvis skalmuren derimod »skal hænges op«, må bolte, beslag og bjælker dimensioneres i hvert enkelt tilfælde, og samtidig må de eksisterende fundamenter bæreevne undersøges. I de på figur 3 og 6 viste løsninger kan skifterne over understøtningen regnes som trykhoved. De førnævnte forsøg i praksis viste, at der altid uanset valg af beslagtype bør foretages en nøje vurdering (evt. forsøgsbelastning) ved fastgørelse i den eksisterende væg med f.eks. gennemgående bolte, ekspansionsankre eller klæbeankre.

Den umiddelbart mest sikre fastgørelsesmetode er – med det kendskab, man har til materialerne i dag – en gennemgående bolt med trykfordelingsplade som modhold på væggenes inderside. Specielt ved fastgørelse i en bagvæg af mursten bør man være opmærksom på, at der kun foreligger et ganske ringe erfaringsmateriale, så det her ofte vil være på sin plads med et orienterende forsøg.

### Dimensionering af murbindere

Generelt må det fremhæves, at der til fastholdelse af udvendige skalmure skal anvendes korrosionsfaste bindere. Ud over den tidligere omtalte bølgeformede binder er der på markedet flere typer, hvis fastholdelse i den eksisterende væg sker ved hjælp af limstof eller en ekspansionsbøsning.

Både »klæbebindere« og »ekspansionsbindere« giver forholdsvis veldefinerede udtrækningsstyrker, hvis væggen er af beton. Hvis disse bindertyper ønskes anvendt ved fastgørelse i en murstensvæg må det forudsættes, at dette sker midt i en sten. Der haves imidlertid kun ganske lidt materiale til belysning af, hvilke styrker der egentlig kan forventes specielt, hvis der er tale om hulsten.

Det er muligt, at løsninger med ekspansions- eller klæbeforankring på grund af mindre nødvendig hulstørrelse, vil være konkurrencedygtige, når den eksisterende væg er af beton.

Hvis den er af mursten, er der næppe tvivl om, at metoden med den bølgeformede binder faststøbt i liggefuger må betragtes som særdeles velegnet.

Af æstetiske grunde vil det endvidere normalt være ønskværdigt, at skifterne i den eksisterende mur og i skalmuren kommer til at ligge i samme højde.

Før en skalmuring påbegyndes, bør der i øvrigt udføres udtrækningsforsøg med bindere fastgjort i den oprindelige ydervæg. Ved statiske beregninger skal det eftervises, dels at binderne har tilstrækkelig styrke til at optage både differensbevægelser mellem skalmur og bagvæg og vindpåvirkninger, dels at skalmuren kan optage vindpåvirkningen ved at spænde mellem binderkolonnerne. Dette er detaljeret gennemgået i SBI-anvisning 101.