

Det murede hus

Anvisning i god byggeskik



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

1. juli 2015

Titel:

Det murede hus

Udført for:

Kalk- og Teglværksforeningen af 1893
Vestergade 11
1456 København K

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut, Murværk
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C

Kvalitetssikring:

Sagsansvarlig: Poul Christiansen, tlf. 7220 3820, pdc@teknologisk.dk
Godkendt af: Jørgen Nymark Klavsén, tlf. 7220 3828, jnk@teknologisk.dk

Ordre nr.: 0107/579116

Dato: 1. juli 2016

Indhold

0. Forord	5
1. Projektering	6
1.1. Rådgivende ingeniører	6
1.2. Arkitekter	6
1.3. Support undervejs	6
2. Soklen (indtil fugtspærren)	7
2.1. Pudsede sokler	7
2.2. Murværk som sokkel	8
2.3. Niveaufri adgang	9
2.4. Forankringer fra fundament	9
3. Kælder	14
4. Sockelpuds/Fugtspærre ved soklen	16
4.1. Sockelpuds	16
4.2. Fugtspærre	16
4.3. Første skifte. Udkradsede studsfiger	17
5. Dilatationsfiger	18
5.1. Generelt	18
5.2. Normen	20
5.3. Nødvendigt tilsyn ifm. dilatationsfiger	22
6. Opmuring af bagmuren og isolering	23
6.1. Valg af sten og mørtel	23
6.2. Bindere	23
6.3. Isolering	24
6.4. Indvendig overfladebehandling	25
6.5. Dimensioner på vægelter	25
7. Opmuring af formuren	26
7.1. Valg af sten	26
7.2. Valg af mørtel	28
7.3. Opmuring	29
8. Murværk og lufttæthed	32
9. Udvendig puds og tyndpuds	33
10. Lejlighedsskel	34
11. Afstivninger	37
11.1. EPS-søjler	37
11.2. Stålsøjler	41

11.3.	Efterspændt murværk	43
12.	Vinduer og døre.....	45
13.	Tegloverligger/bjælker.....	46
14.	Sålbænke	50
15.	Skorsten.....	52
16.	Fals	53
16.1.	Normal fals	53
16.2.	Præfab. energifals.....	55
17.	Fugtspærre	57
17.1.	Ved sokkel	57
17.1.1.	Dørfals.....	57
17.2.	Bjælker over muråbninger	57
17.2.1.	Kompositbjælker	57
17.2.2.	Selvstændige teglbjælker	59
17.2.3.	Konsoller.....	60
18.	Konsoller	64
18.1.	Hjørneproblematik for konsoller	64
18.2.	Generelle foranstaltninger for at undgå revner i flugter.....	71
18.2.1.	Armering i stød	71
18.2.2.	Armering over svækket tværsnit	72
18.3.	Konsoltype som funktion af vægfeltets længde	73
18.4.	Andre udførelsesmæssige forhold	74
18.5.	Afstande mellem konsoller (uden midlertidige understøtninger ifm. opmuringen).....	74
18.6.	Dilatationsfuge ved enderne af konsolrækken.....	74
19.	Etagedæk/beton.....	76
20.	Gavltrekanter.....	78
21.	Tagrem	81
22.	Tagudhæng	83
23.	Tag. Lægning af tagsten	84
24.	Fritstående vægge	90
25.	Referencer	93

0. Forord

Formålet med denne lille bog er at udgive et simpelt og enkelt skrift, hvor "gode løsninger" angives og hvor områder, der typisk giver skader, beskrives grundigt.

Skriftet indeholder en række tegninger og repræsenterer typisk "en god løsning" på diverse problemstillinger. Dette betyder naturligvis ikke, at der ikke findes flere gode løsninger, men her er kun valgt enkelte eksempler, der viser principperne. Eksemplerne er hovedsagligt vist for 408 mm ydermur, men gælder selvfølgelig også andre vægtykkelser.

Skriftet forsøger at dække alle typer murede byggerier lige fra parcelhuse til fleretagers boligbyggeri. Der er dog en række specialløsninger, som sjældent anvendes, der ikke beskrives.

Løsningerne og anbefalinger er søgt valgt ud fra en økonomisk vurdering: Dvs. billigst muligt i det lange løb, når indregnes opførelsesudgifter, vedligehold, energi og levetid. I mindre grad, hvad der er moderne lige nu.

Målgruppen er hovedsageligt bygherrer, entreprenører og professionelle rådgivere. Det vil sige alle med teknisk interesse for murværk.

Opdelingen i bogen svarer til byggeprocessen. Dvs. fundamentet først, taget sidst.

1. Projektering

1.1. Rådgivende ingeniører

Ifm. et byggeprojekt skal der altid udføres statiske beregninger. Disse godkendes af kommunen ifm. byggetilladelsen. De statiske beregninger udføres af en rådgivende ingeniør eller af entreprenøren. Omkostningerne for de statiske beregninger kan for parcelhuse og tilsvarende småhuse synes høje ift. byggesummen, men dette skyldes, at den rådgivende ingeniør skal igennem stort set samme procedurer uafhængig af størrelsen af byggeriet.

1.2. Arkitekter

Det er i princippet ikke påbudt, at der skal tilknyttes en arkitekt til et nybyggeri, men observeres byggerier, hvor der ikke har været arkitekter tilknyttet, må nok konkluderes, at det kan være en god idé at bruge en arkitekt.

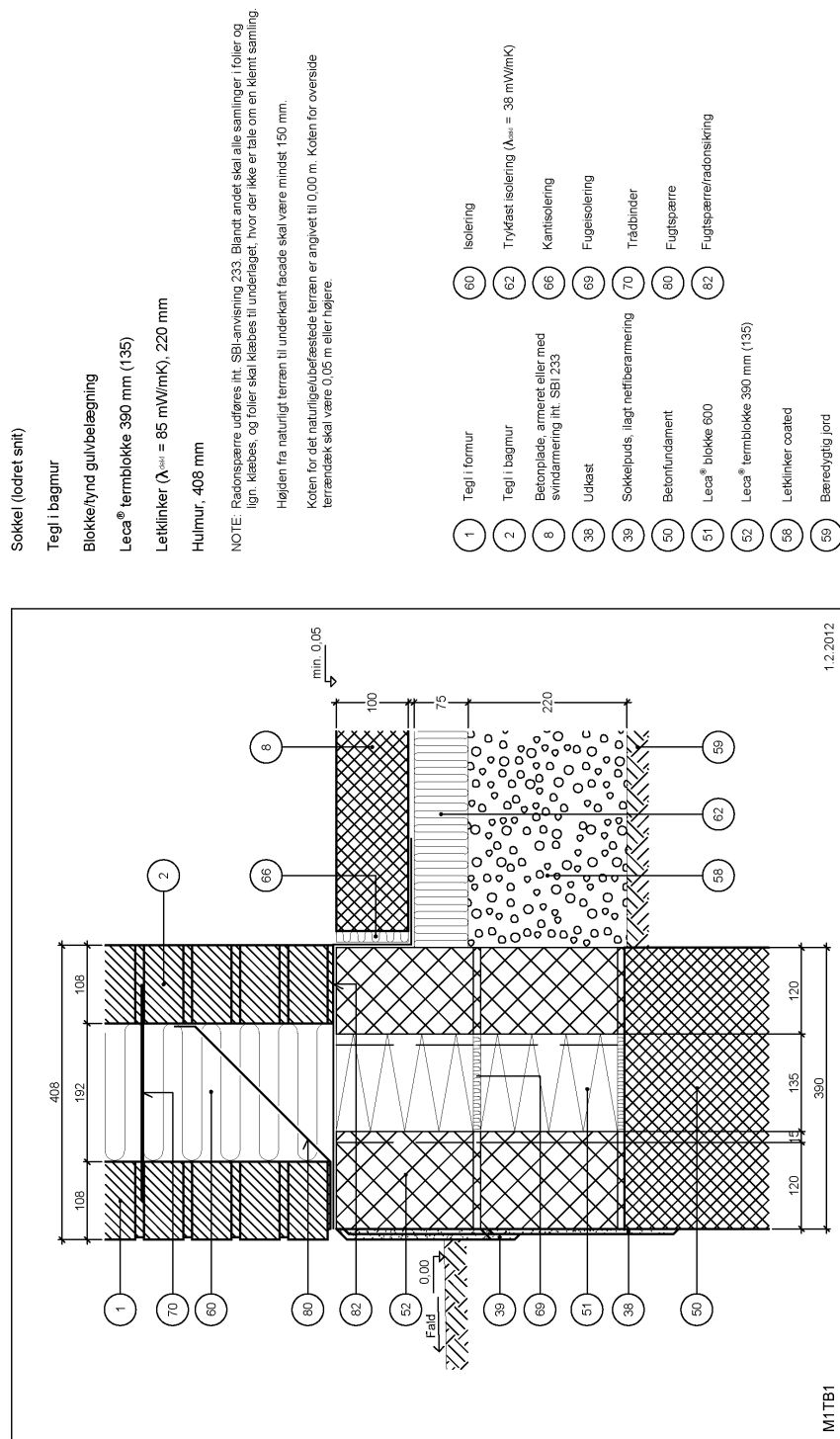
1.3. Support undervejs

Kalk- og Teglværksforeningen af 1893, som er en sammenslutning af producenter, finansierer en supportlinje for tekniske spørgsmål vedrørende murværk. Ring/mail til Teknologisk Institut/Murværk: 72 20 38 00 / klimaskaerm@teknologisk.dk

2. Soklen (indtil fugtspærren)

2.1. Pudsede sokler

Udføres som vist på fig 2.1.

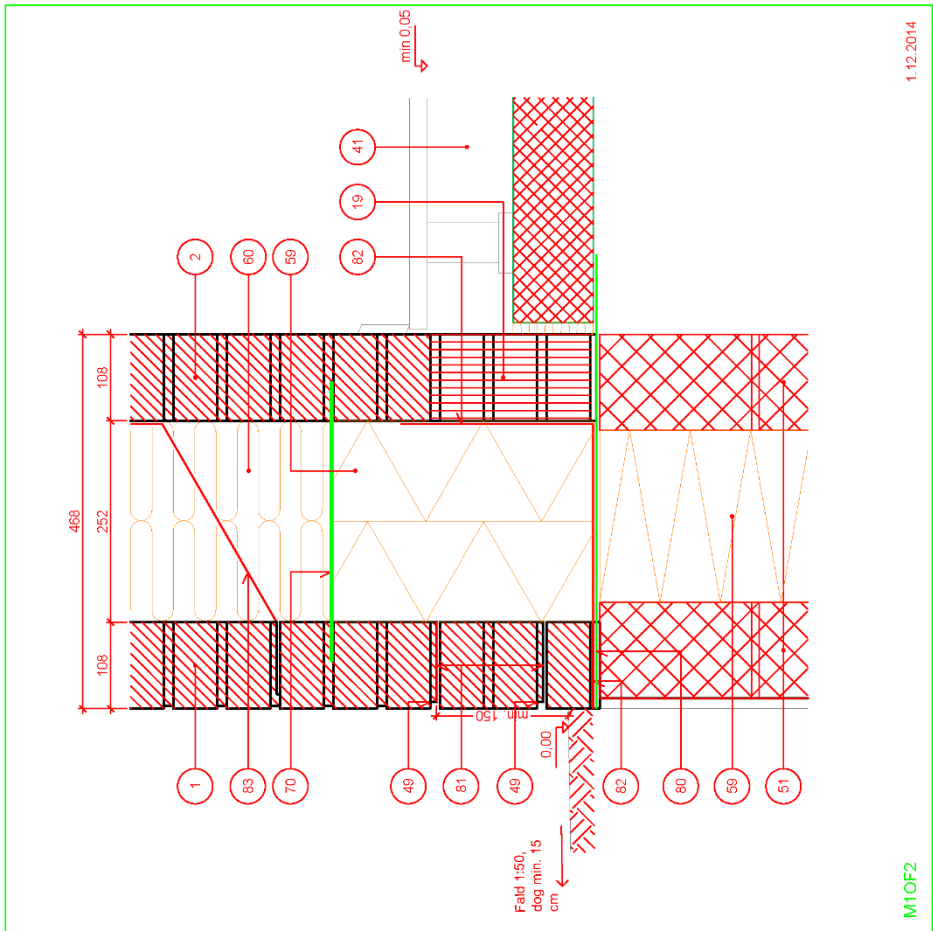


Figur 2.1. Traditionel sokkel

Soklen udføres altid med fald som vist på ovenstående skitse.

2.2. Murværk som sokkel

Udføres som vist på figur 2.2.



Figur 2.2. Murværk under terræn

Murværk under terræn defineres som værende i eksponeringsklasse MX4-MX5. På teglproducenternes hjemmeside kan det dog være vanskeligt at finde teglsten, der er deklareret til MX5. Det er derfor nødvendigt at kontakte teglværkerne direkte, da forholdene omkring MX5 kan afhænge af lokale jordbundsforhold, og i mange tilfælde kan stenene deklareres højere end angivet på deklarationsbladene.

Der må ved denne løsning forventes nogen vedligeholdelse af murværksskifterne under fugtspærren.

Det anbefales at anvende sten, der er svagtsugende (dvs. vandoptagelse mindre end 10 vægt%)

Ved murværk under terræn må forventes, at der kan opstå opfugtning, der medfører misfarvninger af murværket under fugtspærren. Der bør anvendes tegltyper, som ikke er følsomme for gipsmisfarvninger. Løsningen frarådes anvendt i områder, hvor der tøsøltes med risiko for, at salte ledes til murværket.

For at murværk under terræn får den fornødne vandtæthed, vurderes det som minimum nødvendigt, at der mures med et kontaktareal på 95 % under fugtspærren samt at der mures med slående studser (hvor hele stenens kopende påføres mørtel).

Ved denne løsning skal fugtspærren være synlig i den vandrette fuge, så denne med sikkerhed gennembryder hele formurens tværsnit. På afstand ses fugtspærren dog ikke og synligheden heraf nedtones ved at fugen, hvori fugtspærren er indlagt, er tilbagetrukket.

Under fugtspærre foreslås der anvendt en delvis vandafvisende isolering, som eksempelvis EPS. Fugtspærren bør på bagmuren føres mindst 150 mm over det omkringliggende terræn.

2.3. Niveaufri adgang

Ifølge bygningsreglementet skal der etableres niveaufri adgang.

Som følge af de senere års erfaring med kraftige skybrud og stormflod, anbefales det, at bygningens sokkel er mindst 150 mm og terrændækket mindst 50 mm over det omkringliggende terræn.

Den niveaufri adgang etableres ved hjælp af ramper, hvor der lægges en rist mellem dør og rampe. Alternativet til at lave ramper kan være at etablere:

- En voldgravsløsning
- Et linjeafløb

Disse løsninger anses dog ikke for værende så fugtteknisk sikre, som rampeløsningen.

For yderligere information henvises til BYG-ERFA erfaringsblad Niveaufri adgang og terrændæk, (19) 13 12 31.

2.4. Forankringer fra fundament

Taget skal altid forankres i fundamentet og ikke kun et stykke nede i væggen. Dvs. når fundamentet støbes, skal forankringerne indstøbes.

Forankringer er typisk Ø10 gevindstænger eller hulbånd. I betonen forankres Ø10 stangen med en møtrik og spændeskive i enden og hulbåndet med bolt/møtrik gennem hul.

Maksimal afstand mellem forankringer er 3,0 m + en ekstra forankring ved udadgående hjørner.

Forankringer placeres på den varme side af pappen (fx som vist på efterfølgende figur 2.5). Herved undgås at forankringsbånd/-stænger skal være rustfaste, som det aggressive miljø i hulmuren normalt kræver. Samtidig sikres det, at 2. lag fugtspærre ikke gennembrydes.

Bemærk: Mange skader opstår fordi – specielt bånd –:

- ikke er tilstrækkeligt opspændte og retlinede. Bånd og gevindstænger skal altid monteres med opspændingsmulighed, fx som vist på efterfølgende figur:



Figur 2.3. Opspændingsmekanisme til bånd

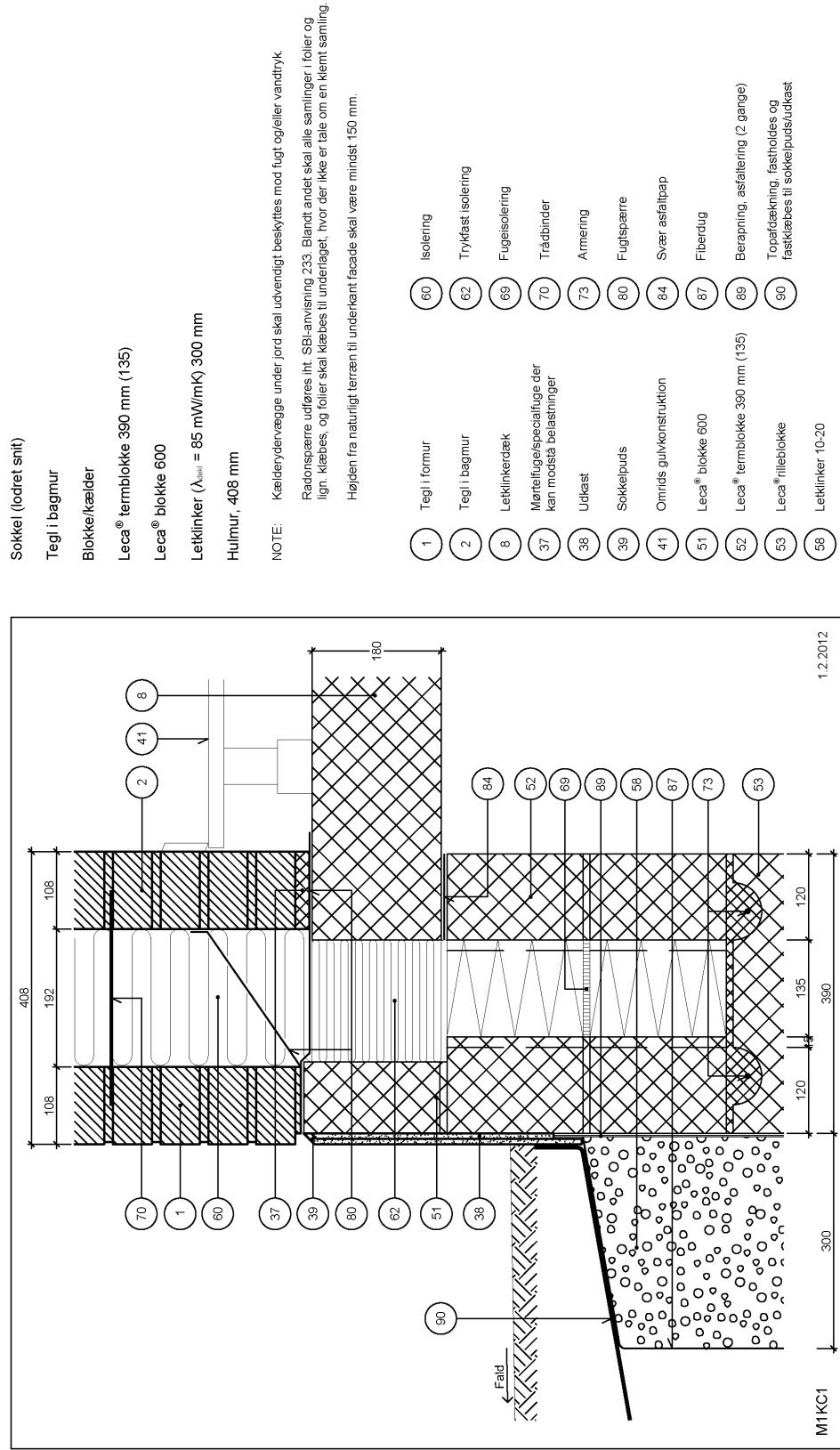
- ikke forankres i tagkonstruktionen i forlængelse (i en ret linje) af forankringens forløb i hulrummet. Ofte er båndet drejet under en vinkel, før det forankres i tagkonstruktionen, hvilket medfører, at tagkonstruktionen undergår en bevægelse, før der kommer træk i båndet.



Figur 2.4. Forankringsbånd undergår en utilsigtet drejning

3. Kælder

Kælderkonstruktion udføres som vist på efterfølgende figur.



Figur 3.1. Kælderkonstruktion

Som alternativt isoleringsmateriale til letklinker uden på kældervæg kan der anvendes:

- Impermeable polystyrendrænplader af EPS eller XPS
- Permeable, makroporøse EPS-plader
- Hård mineraluld.

Effektiv fugt- og varmeisolering forudsætter, at der samtidig udføres effektiv dræning efter retningslinjerne i drænnormen DS 436. Der drænes ved kælderydervægge, hvor jorden har ringe permeabilitet, dvs. leret jord med jordbunds-og grundvandsforhold i klasse 2 eller 3.

Hvis der er risiko for, at kældervæggen påføres et vandtryk, bør denne fugtisoleres, eventuelt med bitumenmembran eller asfaltering.

For mere information henvises til BYG-ERFA erfaringsblad Kældre og krybekældre – fugtsikring og varmeisolering, (19) 12 11 08.

4. Sökkelpuds/Fugtspærre ved soklen

4.1. Sökkelpuds

Fundamentsblokkene pudses med en vandtættende sökkelpuds ilagt fiberarmering.

Som vandtættende sökkelpuds kan der anvendes en C100/400 mørtel tilsat et additiv, der forbedrer mørtlens vandtæthed, eller en tørmørtel, der er deklareret til anvendelse i eksponeringsklasse MX4-5 og er tilsat vandtættende additiv.

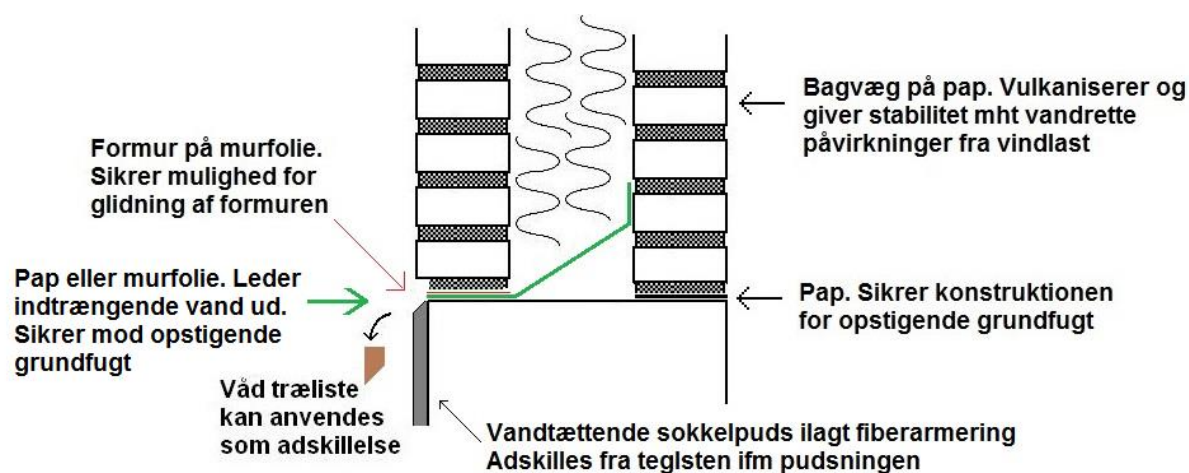
Sökkelpudsen afbrydes før teglstene således, at der ikke skabes en stiv forbindelse til formuren, der fastholder denne mod bevægelser. Afbrydelse forhindrer tillige, at der tilføres murværket fugt via sökkelpudsen. Se efterfølgende figur.

4.2. Fugtspærre

Som fugtspærre vælges normalt PF 2000 pap eller Murfolie.

Typisk vil pap vulkanisere over tid, når det bliver belastet med en lodret last gennem vægelterne. En vulkanisering betyder, at der opstår en sammenklæbning mellem sokkel og væg på hver side af pappen. Dette er gunstigt for bagmuren, som skal fastholde konstruktionen over for vandrette bevægelser, men formuren skal helst kunne undergå temperaturbetingede bevægelser og derfor er det optimalt at have folie under formuren og en glat flade under folien.

Murfolien kan være noget levende at arbejde med, men efterfølgende løsning vurderes som værende optimal.



Figur 4.1. Fugtspærre ved sokkel

Bemærk. Tidligere blev øverste lag fugtspærre indmuret i 2. eller 3. skifte i bagmuren. Dette giver blot en adskillelse i bagmuren og bør undgås.

Soklen kan med fordel pudses, inden formuren opmures, hvorved det sikres, at der ikke pudses omkring fugtspærren.

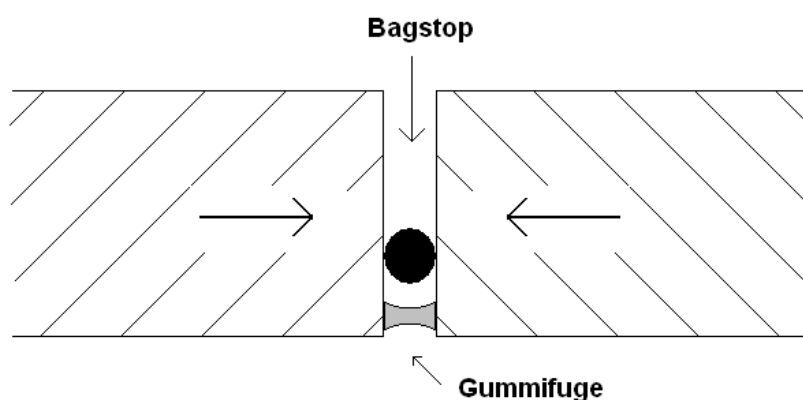
4.3. Første skifte. Udkradsede studsfiger

Tidligere blev hver 3. eller 4. studsfige i bund mod soklen udkradset, således at indtrængende vand kunne ledes ud. Dette skyldes, at sokkelpudsen dækkede fugtspærren og på den måde blokerede for evt. vandudtrængning. Som konstruktioner (bør) laves nu (med synlig fugtspærre), kan eventuelt indtrængende vand trænge ud gennem sten og fige (og det er derfor ikke nødvendigt at udkradse figer i 1. skifte mod soklen).

5. Dilatationsfuger

5.1. Generelt

Dilatationsfuger kan være nødvendige for at optage formurens temperaturbetingede bevægelser, når væggene er længere end 10 m. Dilatationsfuger kan være lodrette eller løbe zigzag i fugerne. Disse zigzag dilatationsfuger kan bestrøs med sand af tilsvarende farve som mørtlen, hvorved de ikke syner af så meget (i hvert fald ved afleveringen af byggeriet).



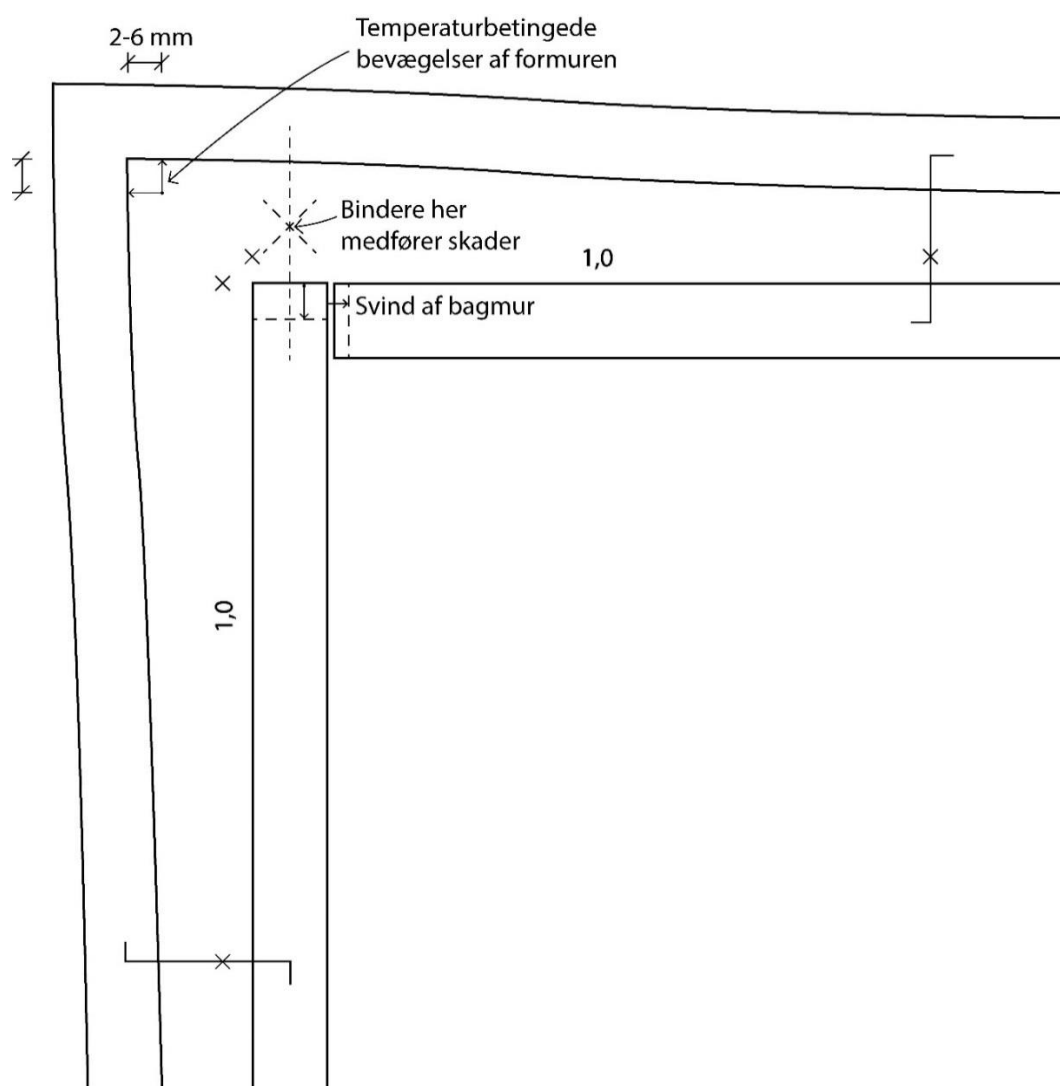
Figur 5.1. Vandret snit af dilatationsfuge

Bemærk: Dilatationsfugen består kun af bagstop og gummifuge. Dvs. EPS strimler som har været anvendt som stop ifm opmuringen, skal fjernes inden montage af dilatationsfuge, således at tilsynet kan tjekke, at der ikke er mørtelklatter i dilatationsfugen inden montage af gummifugen og fordi EPS'en i sig selv kan overføre kræfter, der fremkalder revner.

Bevægelserne af et vægfelt mellem 10-30 m kan regnes at være ca. $\pm 2-6$ mm.

Såfremt der opstår revner, kan bevægelserne blive større, da revnerne har en tendens til at blive fyldt eller undergå en vis forskydning, som ikke muliggør en sammentrækning. Ved en senere påvirkning vil bevægelsen dermed fortsætte fra et "udvidet" niveau. Murværket har således en tendens til at "vokse" indtil alle revner er udviklet. Kunsten er naturligvis at udforme murværket således, at der ikke kommer revner.

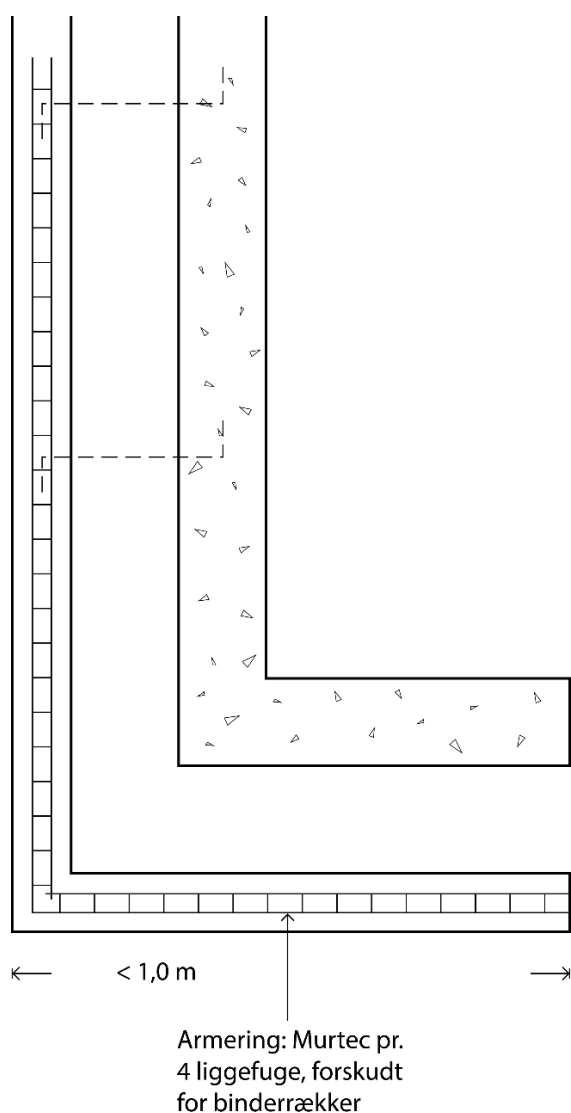
Hjørnerne kan laves elastiske således, at bevægelserne ikke forårsager skader omkring hjørnet. Elastiske hjørner udformes ved at placere binderne 1,0 m fra hjørnet af bagvæggen. Anvendes meget stærke mørtler, kan det godt lade sig gøre at fremkalde revner i hjørnet alligevel, selvom binderne er placeret korrekt. I sådanne tilfælde bør der etableres dilatationsfuge i hjørnerne.



Figur 5.2. Placering af bindere ved hjørner

Et elastisk hjørne kan regnes som værende en dilatationsfuge.

Såfremt der er placeret vinduer i det binderfri område omkring hjørnet, kommer de sædvanlig bindere (pr. 400 mm) omkring vinduer lidt i konflikt med ovenstående løsning. Det kan derfor være nødvendigt at indlægge armering rundt hjørnet som alternativ forstærkning ved åbninger.



Figur 5.3. Forstærkning af hjørne, hvor vindue er placeret tæt ved hjørne og hvor der ikke kan placeres bindere langs vinduets kant

Stabiliteten af denne løsning skal dog beregnes, specielt for vinduer, der er gennemgående i højden.

5.2. Normen

De danske normer angiver at afstanden mellem dilatationsfuger kan sættes til 15-30 m for byggesten med større trækstyrke og 10-20 m for byggesten med lille trækstyrke. Mindste afstande benyttes, når der mures med stærke mørtler.

Normalt betragtes værdier angivet i normen som konservative, der ydermere divideres med en sikkerhedskoefficient for alle eventualiteters skyld. Sådan er det ikke med de angivne afstande mellem dilatationsfuger. Disse skal betragtes som realistiske værdier uden nogen form for sikkerhedsmargin.

Det vil sige, at anvendes f.eks.:

- En teglsten med $f_b > 20\text{-}25\text{ MPa}$ i kombination med en (svag) KC 60/40/850 vådmørtel, kan afstanden mellem dilatationsfuger komme op på 30 m.
- En teglsten med $f_b > 8\text{-}12\text{ MPa}$ i kombination med en stærk mørtel $f_m > 5\text{ MPa}$, kan afstanden mellem dilatationsfuger sættes til 10 m.

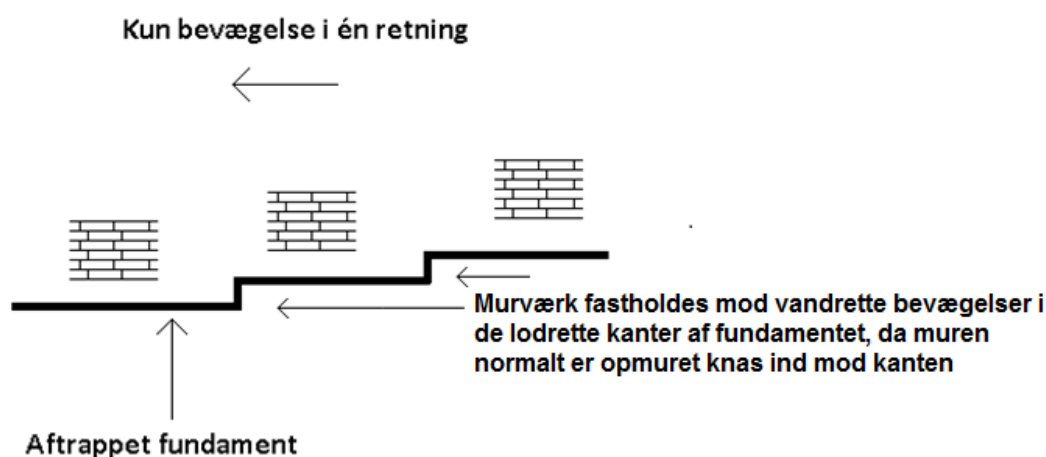
I alle tilfælde bør sokkel og væg adskilles med et glidelag som vist på figur 4.1.

Såfremt formuren blot er en skalmur på en bærende betonbagvæg og miljøet ikke er aggressivt, er det ofte ikke nødvendigt at anvende en stærk mørtel. En stærk mørtel vil blot kræve mindre afstand mellem dilatationsfugerne.

Afstandene kan differentieres med hensyn til kompasretningen. Giver en vurdering ud fra ovenstående normregler, at afstanden mellem dilatationsfuger/elastiske hjørner f.eks. skal være 22 m, kan der i praksis regnes med 25 m for nordvendte facader og 20 m for sydvendte facader.

Tilsvarende kan der tages hensyn til farverne, således at afstanden mellem dilatationsfuger/elastiske hjørner reduceres for mørke farver og forøges for lyse farver.

For fundamenter, der er aftrappet pga. terrænet, skal der normalt regnes med en reduceret afstand mellem dilatationsfugerne, da aftrapningen fikserer murværket og tvinger det i én retning. Reduktionen er afhængig af placeringen af aftrapningen. Mekanismen er vist på efterfølgende figur.

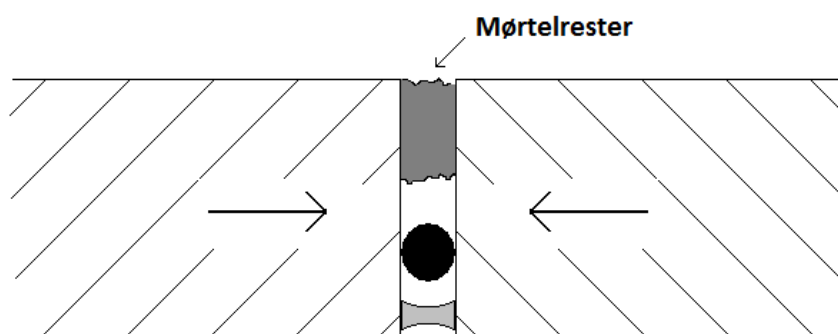


Figur 5.4. Illustration af terrænaftapningens betydning for bevægelsesmulighederne

5.3. Nødvendigt tilsyn ifm. dilatationsfuger

Bemærk, at mørtelrester på størrelse med én studsfuge kan overføre kræfter på ca. 5 tons, så der skal ikke være mange mørtelklatter glemt for at skabe revner i 2 tilstødende vægdele.

I forbindelse med tilsynet kan en enkel procedure eliminere ovenstående problem: En stålstang, skruetrækker eller lignende, f.eks. med en fri længde på 120 mm og en diameter på 5 mm, føres ned gennem dilatationsfugen (før gummifuge og bagstop er monteret forstås). Denne skal kunne føres uhindret igennem hele væghøjden til sikring af nødvendig bevægelsesmulighed.



Figur 5.5. **Fejlagtig løsning.** Ikke gennemgående dilatationsfuge. Små mørtelrester på 25 cm² kan skabe revner i murværket.

6. Opmuring af bagmuren og isolering

6.1. Valg af sten og mørtel

Normalt bliver bagmuren tyndpudset (Se afsnit 6.5) og her er udseendet af stenen ret underordnet. Man kan dog ved tyndpudsede skille vægge se forskel på forside og bagside af de fleste sten, hvorfor der her ofte vælges blødstrøgne sten med 4 facader.

Skal muren stå blank, vælges stenen efter smag.

Normalt er bagmuren bærende og det enkleste er at vælge sten/mørtel-kombination, hvor styrkeparametrene er deklarerede (send mail: pdc@teknologisk.dk for opdaterede links til relevante producenter). I modsat fald vil mørtlen ofte vælges for stærk, da styrkeparametre er deklareret konservativt. Er mørtlen for stærk, vil der i bagmuren kunne fremkomme svindrevner.

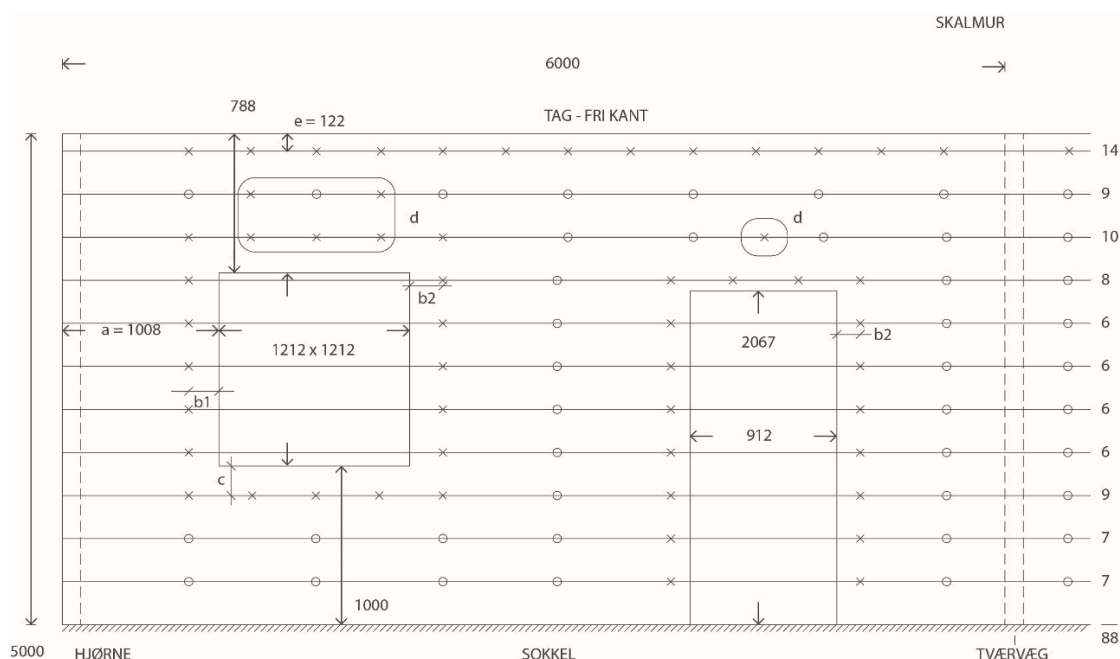
6.2. Bindere

Antallet af bindere skal beregnes. Normalt er 4 Ø4 rustfri stålbindere pr. kvm tilstrækkeligt. Langs dilatationsfuger, åbninger og ved toppen af væggen placeres en række med en maksimal afstand på 400 mm.

Bindere placeres f.eks. i hvert 4. skifte, svarende til højden på isoleringen. Husk:

- Binderne skal være rette ved indmuringen
- Bindere må ikke have bagfald mod bagmuren (vand)
- Den fri længde (dvs. tykkelse af hulmuren) af Ø4 binderne bør være minimum 100 mm. Den optimale lastkapacitet af binderen optræder ved en fri længde på 200 mm (pga. søjlevirkning, differensbevægelser, etc.)

Eksempel på placering af bindere ses på efterfølgende figur.



Figur 6.1. Eksempel på placering af bindere

Kommentarer til binderplaceringen:

a: Såfremt den vandrette afstand til første åbning er mindre end 1,0 m undlades binderkolonne ved siden af vindue i hele højden (for at undgå bindere for tæt på hjørnet). I stedet indlægges armering i højden $h_{\text{åbn}}$ (her 1212 mm), f.eks. Murtec Dista pr. 4 skiftes som vist i figur 5.3.

b1, b2: $\approx$ 120 mm dog maksimalt 200 mm

c: Afstanden til binderrække ved nedre fals bør maksimalt være 4 skifter (267 mm).

d: Da bindere kan komme i karambolage med fugtspærre ved teglbjælken, indlægges på tegningen bindere med en vandret afstand på mindst 400 mm i 2 rækker over øverste fals. Herved kan mureren evt. undlade at bruge den ene af binderrækkerne.

e: Ved toppen indlægges bindere i 2. eller 3. øverste fuge (ikke i øverste fuge) pr. 400 mm. Dvs. minimum afstand til top er 122 mm

6.3. Isolering

Ved anvendelse af fleksible isoleringsmaterialer (f.eks. mineraluld) isoleres der i murede ydervægge helt ud til formurens bagside. For hårde skumisoleringsmaterialer anbefaler nogle isoleringsproducenter en luftspalte mellem isolering og formurens bagside på 25 mm ved facadehøjder under 12 meter. Ved facadehøjder i intervallet 12-25 m anbefales en luftspalte på 50 mm.

Hvis der mures med en luftspalte, skal der anvendes et mørtelspildsbræt eller på anden vis sikres, at der ikke falder mørtel ned i luftspalten.

Indbygningen af fleksible isoleringsmaterialer går som regel hurtigere ift. anvendelse af hårde isoleringsmaterialer. Ved anvendelse af hårde isoleringsmaterialer bør der monteres isolering i 2 lag med forskudte samlinger, som skal udføres omhyggeligt for at undgå større mellemrum/åbninger imellem isoleringsbattsene.

Med mindre at der anvendes hård isolering med mineraluld på den side, der sættes ind mod bagmuren, skal der, iflg. DS 418, tillægges $0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$, direkte til U-værdien som følge af konvention omkring det hårde isoleringsmateriale. Tilsvarende tillæg foretages, såfremt der føres installationer i hulmuren, hvor isoleringsmaterialet ikke slutter direkte til bagmuren. Derfor anbefales det, at elinstallationer etc. rilles ind i bagmuren. Der kan normalt udføres lodrette riller med en maksimal dybde på 25 mm og bredde på 50 mm, uden der skal foretages nærmere undersøgelser ift. murværkets styrke.

Ved anvendelse af nogle skumisoleringsmaterialer (f.eks. EPS) skal der typisk brandisoleret langs kanterne med eksempelvis 60 mm mineraluld.

Ved anvendelse af hård isolering der dyvles og hvor bindere monteres i selve dyvlerne, kræves der stor præcision ved montering af dyvler og isoleringsmateriale, for at bindere kommer til at passe i formurens skiftegang.

Alternativt kan der anvendes en kombination af hård og blød isolering således, at f.eks. de yderste 50 mm mod formurens bagside er fleksibel isolering. På denne måde kan hulmuren isoleres i den fulde dybde.

6.4. Indvendig overfladebehandling

Der opleves ofte begrebsforvirring omkring tynde overfladelag af puds. Indvendigt bliver der typisk anvendt en tyndpudsning eller en filtsning, som ofte foretages på maskin- eller blødstrøgne sten.

Tyndpuds er et heldækkende lag på ca. 1-2 mm der alene tillader, at stenenes konturer bliver synlige. Ved filtsning fremtræder stenenes overflade i et vist omfang blotlagte og lagtykkelsen er 0-1 mm. Ved begge metoder anvendes der et filtsebræt med vand på. Ovenstående metoder må ikke forveksles med vandskuring, hvor pudsen skures med en våd mursten. Denne metode anvendes sjældent i praksis.

Inden der tyndpudses, foretages der en moderat forvanding af bagmuren. Der anvendes en forstøverpumpe og ikke en vandslange eller lignende (hvor der tilføres unødigt meget vand, som forlænger udtørningsprocessen af både bagmur og betondæk og dermed forsinker tidsrummet til, at der kan lægges gulve, malerbehandles og opsættes inventar, uden risiko for fugtskader).

6.5. Dimensioner på vægfelter

Vægfelter er understøttet i en vandret linje:

- Ved sokkel
- I toppen ved tagremmen eller dæk

og understøttet i en lodret linje:

- Ved tværvægge/indvendige vægge (og hvor der ikke er tilstrækkelige afstivende vægge ved lodrette afstivninger (se afsnit 11)).

Vægfelter skal altid projekteres ud fra den aktuelle regningsmæssige vindlast. For murværk opført med 108 + 108 mm teglsten i kombination med veldefinerede mørtler, bliver størrelsen af vægfelterne typisk på 15-20 kvm. For svage mørtler eller mørtler blandet på byggepladsen bliver størrelsen af vægfelterne typisk på 10-15 kvm.

7. Opmuring af formuren

7.1. Valg af sten

Valg af mursten beror typisk på æstetiske forhold. Priserne varierer alt efter produktionsmetode.

For sten på basis af eller indeholdende gulbrændende ler er der risiko for at der kommer gipsmisfarvninger, hvis murværket udsættes for kraftig nedbør. Ud over gule sten indeholder også rosé og typisk grådæmpede sten gulbrændende ler. Gipsmisfarvninger bevirker, at overfladen kommer til at fremstå mørkere og det opfattes typisk af lægmand, som murværket er opfugtet, men det behøver det ikke at være. Gips er vandopløselig og flyttes af vand.

De fleste stentyper må afsyres, men der findes også sten, hvor syre ikke må anvendes. Ved anvendelse af stentyper, som ikke må afsyres, må der i et eller andet omfang forventes, at der forekommer mørtelspild på murstenene. De udstillingstavler man ser er derfor ikke altid retningsvisende for, hvad der kan forventes for det murede byggeri. Der henvises til afrensningmetoder fra producenten eller videosekvenser som vist på www.mur-tag.dk.

Mursten produceres i forskellige formater og deres tilladte målafvigelse fra de deklarede basismål fremgår af efterfølgende tabel.

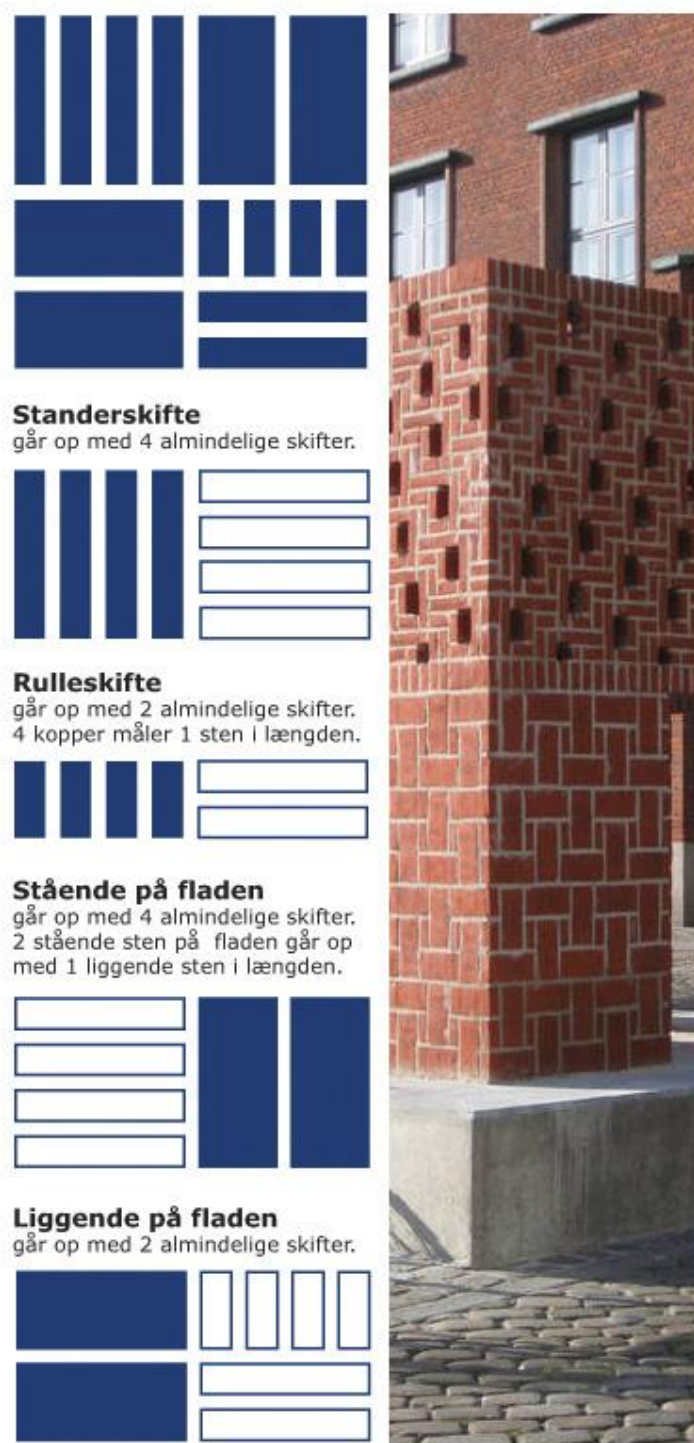
Tabel 7.1. Murstens formater

Mål		Tolerancer på middelværdi	
		EN 771-1	
		T1	T2
Længde	228 mm	± 6 mm	± 4 mm
	528 mm	± 9 mm	± 6 mm
Bredde	108 mm	± 4 mm	± 3 mm
	168 mm	± 5 mm	± 3 mm
Højde	37 mm	± 3 mm	± 2 mm
	48 mm	± 3 mm	± 2 mm
	54 mm	± 3 mm	± 2 mm

Tolerancerne er gennemsnitsværdier af 10 tilfældigt udvalgte mursten fra det leverede parti.

Teglværksbranchen har i de senere år arbejdet med at optimere ydervægskonstruktionen således, at den bliver slankere, uden at isoleringsevnen nedsættes. Derfor findes der i dag et udvalg af facademursten med en bredde på 78 mm, i stedet for de gængse 108 mm.

Der er desuden udviklet et specielt format med handelsbetegnelsen Flex Stone, hvor stenes højde er 6 mm mindre, og uanset hvordan de vendes og drejes, går de op i murmål.



Figur 7.1. Flex Stone format

Det er vanskeligt at måle teglstens frostfasthed, men der er en sammenhæng med stenenes brændingstemperatur samt hvor lang tid toptemperaturen holdes under brændingen. Desuden er erfaringen for teglstens produceret af dansk ler, at gule maskinsten er mere frostfølsomme end røde – og maskinsten mere frostfølsomme end blødstrøgne.

7.2. Valg af mørtel

Diverse relevant omkring valg af mørtler er samlet i efterfølgende tabeller:

Tabel 7.2. Vejledningsskema

Mørtel-type	MX1	MX2 til MX3.1	MX 3.2	MX4	MX5	Minutsug klasse (kg/m ²)	Fuge-finish ²⁾
KC våd	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	Klasser: Middel, Høj og Meget høj (Fra 2,0 kg/m ² og opad)	Ru finish ²⁾
	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾			
	KC 50/50/700	KC 50/50/700	KC 50/50/700 ⁴⁾				
	KC 60/40/850	KC 60/40/850					
	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475				
	KK _h 35/65/500	KK _h 35/65/500					
KC tør	K100/750-1000 ³⁾	K100/750-1000 ³⁾				Klasser: Lav, Middel og Høj (intervallet 1,0 til 4,0 kg/m ²)	Ru finish ²⁾
	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾		
	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾			
	KC 50/50/700	KC 50/50/700	KC 50/50/700				
	KC 60/40/850	KC 60/40/850					
	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾			
	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475				
M/CM	MC5 ¹⁾	MC5 ¹⁾	MC5 ¹⁾	5)	5)	Iht. mørtelleverandørens anvisning	Iht. mørtelleverandørens anvisning ²⁾
	MC2½	MC2½	MC2½				

Tabel 7.3. Noter til vejledningsskema

Afgrænsning og forudsætninger Vejledningen gælder for muremørtler iht. EN 998-2, type G, og teglbyggesten iht. EN 771-1, type HD, med en maksimal højde på 60 mm. Krav i DS/INF vedr. delmaterialer og muremørtel som helhed skal være overholdt. Vejledningen gælder for murværk iht. EC6 ifm. nybyggeri, og er kun begrænset gældende for renoveringsopgaver. Det forudsættes, at gældende regler for projektering og udførelse i øvrigt er overholdt, herunder mørtelleverandørernes blandaanvisninger. Leverandørernes anvisninger om, hvilke mørtler der skal anvendes til hvilke byggesten, går forud for denne vejledning.	Definition af mørteltyper KC-våd: Receptvådmørtler (KC- og KK _h -mørtler), byggepladsfremstillet ud fra en kalktilpasset vådmørtel, herunder også K-mørtler. Cement eller hydraulisk kalk tilsættes på byggepladsen. KC-tør: Recepttørmørtler (KC- og KK _h -mørtler) leveret som færdig tørmørtel, hvor der kun tilsættes vand på byggepladsen. M/CM: Tørmørtel, med cement eller hydraulisk kalk som eneste bindemiddel, eksempelvis deklareret som funktionsmørtel, C 100/400 eller murcementmørtel.
¹⁾ Disse mørtler er relativt stærke mørtler. Såfremt de anvendes sammen med byggesten, som har en trykstyrke mindre end 20 MPa, skal man være opmærksom på, at der er en forøget risiko for revner og at en eventuel revnedannelse i murværket erfaringsmæssigt vil forårsage revner i murstenene, og ikke blot i fugerne.	
²⁾ Anbefaling vedr. fugefinish er kun gældende, når der opmures med færdig fuge, og vedrører kun selve fugens overflade. KC våd og KC tør bør helst afsluttes med en ru fugeoverflade, f.eks. skrabet med en træpind, og ikke glattet med fugejern eller kugle. For mange funktionsmørtler med luftblanding og/eller plastificerende stoffer, bør færdiggørelsen ske hurtigt og typisk inden for 5 minutter efter opmuring. Når der efterfuges ved udkradsning af opmuringsmørtlen, anvendes normalt samme mørtel som ved opmuring, se dog pkt. 3) nedenfor.	
³⁾ Denne mørtel anvendes ikke til efterfugning ved udkradsning af opmuring. Mørtlen kan anvendes i andre eksponeringsklasser, når der efterfuges med en mørtel som anbefales til den pågældende eksponeringsklasse	
⁴⁾ Ved anvendelse af KC 50/50/700 som KC-våd i MX3.2, skal man være særligt opmærksom på, at denne klasse omfatter kraftig vandpåvirkning, hvilket betyder en højere risiko for, at murværket opfuges kraftigt i en kritisk periode efter opmuring. Derfor bør KC 50/50/700 som KC-våd kun anvendes, hvis der er tale om sten med høj eller meget høj minutsugning, i denne eksponeringsklasse, eller der skal være særligt fokus på afdækning af murværket mod nedbør.	
⁵⁾ Iht. mørtelproducentens deklaration om eksponeringsklasse.	

7.3. Opmuring

Der opmures altid med "slåede studser over hele kopenden", da murværket bliver markant mere tæt med denne fremgangsmåde ift. andre. Opmuring med slåede studser betyder, at der placeres en "klat" mørtel på kop-enden inden stenen lægges, hvilket skaber en komprimeret og fyldt studsuge.



Figur 7.1. Studserne slås over hele kopenden ved opmuringen

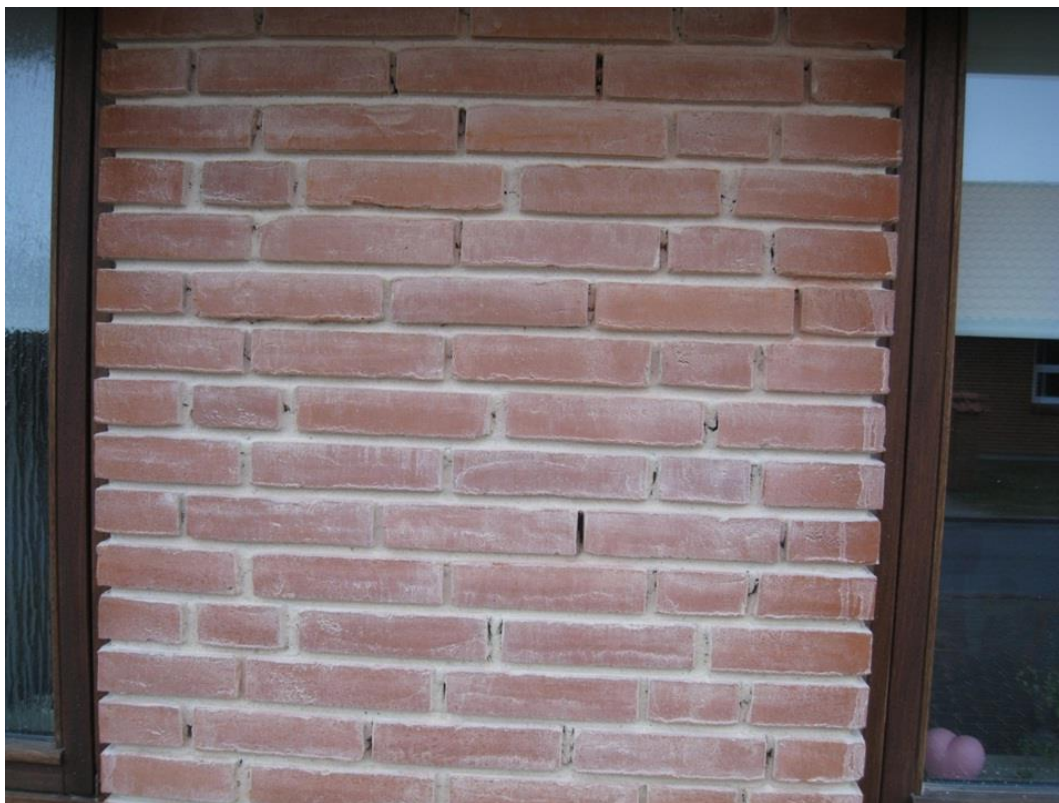
Forskellen på tætheden for "slåede studsuger over hele kopenden" og "ikke-slåede" studsuger er illustreret på figur 7.2. Her er opmuret en prøvevæg, hvor alle studsuger på nær én er "slåede over hele kopenden". Vand er hældt ned til fugtspærren i hulmuren (ca. 1 liter/meter væg). Efter 1 time er der tydeligt trængt vand igennem den ene studsuge, der ikke er blevet slået.

Utæthederne kan ikke observeres via revner eller andet. I tør tilstand ser fugerne fuldstændig ens ud.



Figur 7.2. Murværk opført med "slåede studser over hele kopenden" undtagen én, hvor vand i fugtspærren ses at løbe igennem denne ene ikke-slåede studsfulge

Kradses fugerne ud, f.eks. ifm. en efterfugning, hvor der ikke er muret med slåede studser, ses ofte studsfulger med manglende fugefyldning. Dette er vist på efterfølgende figur, hvor hullerne er rimeligt gennemgående. Det siger sig selv, at normens krav om fugefyldning ikke er opfyldt for denne væg.



Figur 7.3. Efter 15 mm udkradsning af mørtelfugerne ses gennemgående huller i dette murværk, der ikke er muret med "slåede studser over hele kopenden".

8. Murværk og lufttæthed

Hvor en bagmur indgår i murværkets luft- og damp-tæthedsplan, beror tætheden erfaringsmæssigt på følgende:

- For blokmurværk af letklinkerblokke er det alene det 10-15 mm tykke pudslag der udgør tætheden, da selve blokkene er makroporøse.
- For teglstensmurværk gælder følgende forhold for tætheden:
 - For blankt murværk skal der mures med et kontaktareal på minimum 95 % og mørtelfugerne skal komprimeres. Desuden skal mørtel og mursten være forenelige og opnå en vis vedhæftningsstyrke. Kontaktareal på 95 % forudsætter, at der opmures med "slåede studser over hele kopenden".
 - For murværk overfladebehandlet med et tyndt pudslag (0-3 mm) skal der mures med et kontaktareal på minimum 85 %. Det anbefales, at fugerne på bagmurens indvendige synsflade komprimeres. For at opnå et kontaktareal på 85 %, er det normalt nødvendigt at mure med "slåede studser over hele kopenden". Tætheden kan altså ikke etableres alene i tyndpudsen.
 - For murværk med tykke pudslag på 10-15 mm etableres tætheden hovedsagelig i pudsen.

Bemærk, at bag fastmonterede skabe, ved gavle i varme skunkrum og bag spær etc., der placeres tæt på bagmuren, skal murværket også udføres tæt, selvom vægoverfladen ikke bliver synlig.

Ved tætning mellem murværk og andre materialer, eksempelvis folier, der indgår i tæthedsplanet, skal murværksoverfladen være enten tyndpudset, tykpudset eller for blankt murværk være udført med komprimerede fuger. Herved opnås et jævnt underlag, der kan klæbes på.

For blankt og tyndpudset murværk anbefales det at anvende et fugejern til komprimering.

9. Udvendig puds og tyndpuds

Udvendig (tyk)puds udføres som 10-15 mm puds ad flere omgange og giver i modsætning til tynde pudslag (0-3 mm) beskyttelse af det underliggende murværk.

Påføring af tynde pudslag på bygninger, der kan henføres til eksponeringsklasse MX3.2, frarådes, med mindre der kan accepteres løbende vedligeholdelse.

Levetiden for tynde pudslag må forventes at være kortere end tykpuds opbygget ad flere omgange.

Da løsningerne kræver mere løbende vedligehold end blankt murværk, er de ikke beskrevet yderligere her.

10. Lejlighedsskel

Luft-/lydisolationen, $R'w$, mellem boliger skal være mindst 55 dB. Dette krav kan opfyldes af teglvægge efter følgende 2 konstruktionsprincipper:

1. En massiv $1\frac{1}{2}$ -stens teglvæg som har en bredde på 35 cm. Murværket skal udføres med mursten med en rumvægt på mindst 1600 kg/m^3 , mures i forbandt og udføres med fyldte fuger.
I ydervæggen ud for den boligadskillende væg skal en lodret zone med en bredde på mindst 800 mm friholdes for bindere eller formuren skal være afbrudt med dilatationsfuge ud for væggen.
2. En dobbeltvæg udført med 108 mm teglvægge uden bindere. Afstanden mellem vægterne skal være mindst 60 mm, og i hulmuren skal monteres isoleringsmateriale som er ca. 5 mm tyndere end hulrummets bredde. Murværket skal udføres med mursten med en rumvægt på mindst 1600 kg/m^3 , mures i forbandt og udføres med fyldte fuger. En dobbeltmur med en samlet bredde på 29 cm vil således være tilstrækkelig. Den øverste del af fundamentet under dobbeltvægge skal udføres med adskilt fundament under de to væghalvdele og have isolerende mellemrum.
Dobbeltvægge, der planlægges og udføres optimalt, kan opnå en luft-/lydisolation, der er væsentligt bedre end kravet i bygningsreglementet på 55 dB.

Lodret skel (vandret snit)

Tegl i bagmur

Lejlighedsskel, udvendig

Rækkehus

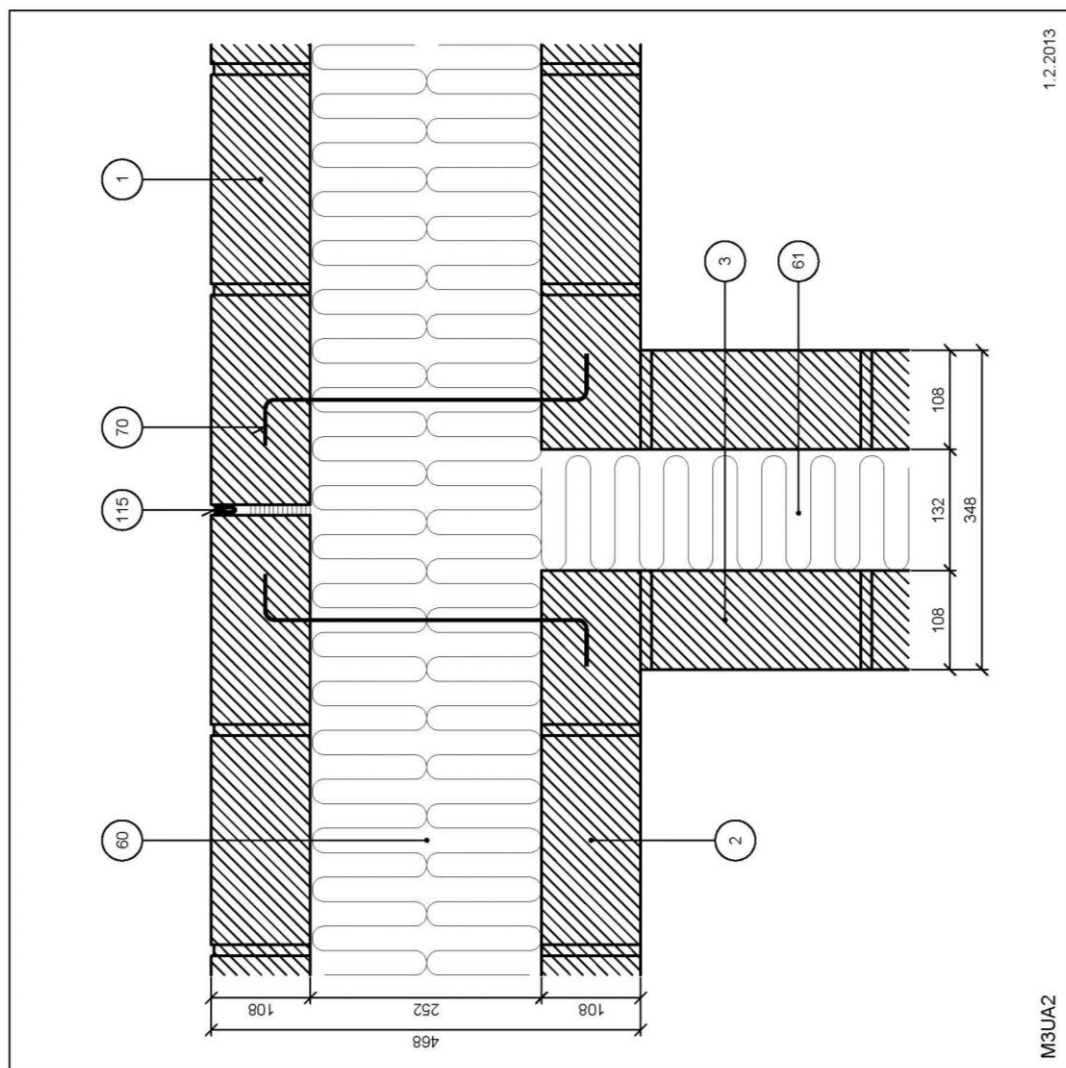
Hulmur, 468 mm

NOTE: Det sikres, at den lodrette dilatationsfuge er fri for mørtel i hele formurens tykkelse.

Der må ikke anvendes bindere, ledere eller andre faste forbindelser mellem dobbeltvæggens vægdele.

Udsparinger for vand- og elinstallationer bør udelades i lejlighedsskel, eller begrænses mest muligt.

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 3 Tegl i lejlighedsskel
- 60 Isolering
- 61 Isolering. Minimum tykkelse: 125mm
- 70 Trådbinder
- 115 Dilatationsfuge. 2-trinsfuge. Trykudlignes i bunden



Figur 10.1. Typisk Lejlighedsskel

Sokkel/lodret skel (lodret snit)

Tegl i skillevæg

Indvendig

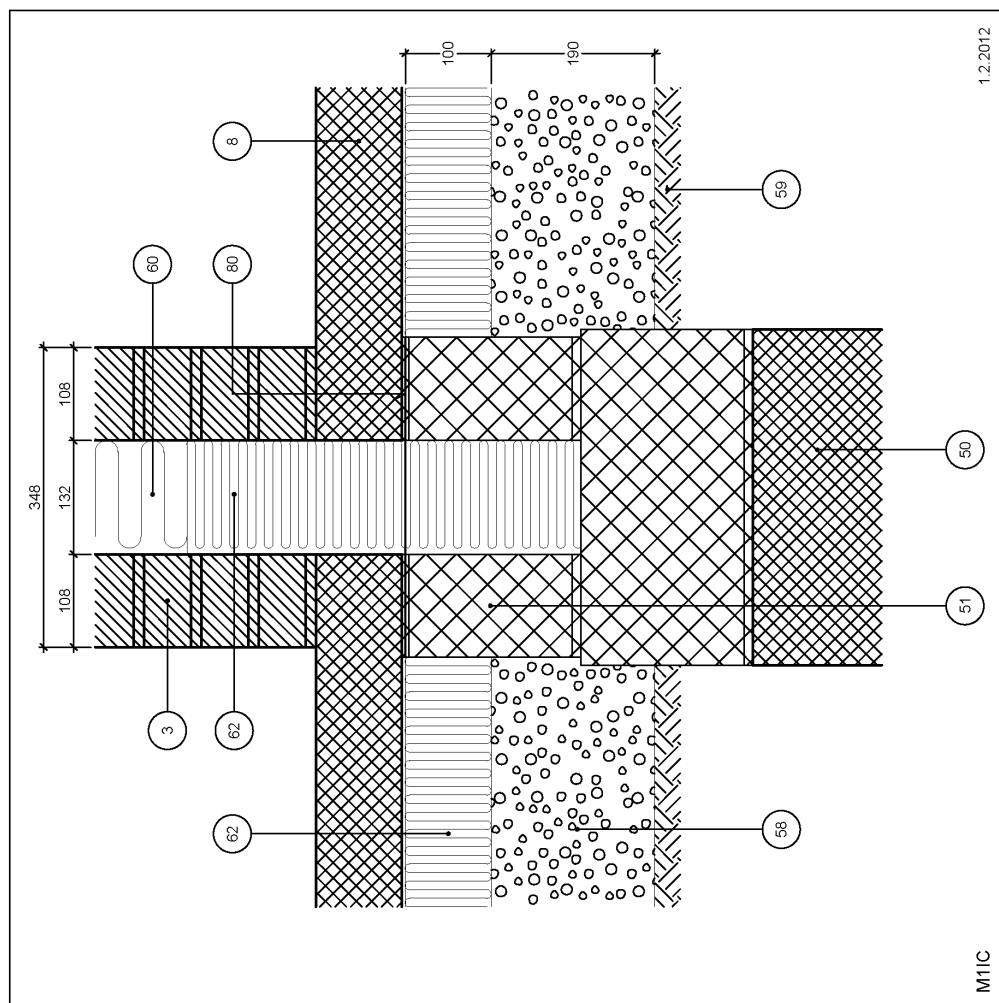
Lejlighedsskel

Lefkinkerblokke/betonfundament

NOTE: Der må ikke anvendes bindere, ledere eller andre faste forbindelser mellem dobbeltvæggens vægdele.

Udsparringer for vand- og elinstallationer bør begrænses mest muligt.

Radonspærre udføres iht. SBI-anvisning 233. Blandt andet skal alle samlinger i foler og lign. klæbes, og foler skal klæbes til underlaget, hvor der ikke er tale om en klemt samling.



Figur 10.2. Typisk Lejlighedsskel

Tilslutning (vandret snit)

Tegl i bagmur

EPS-søjle

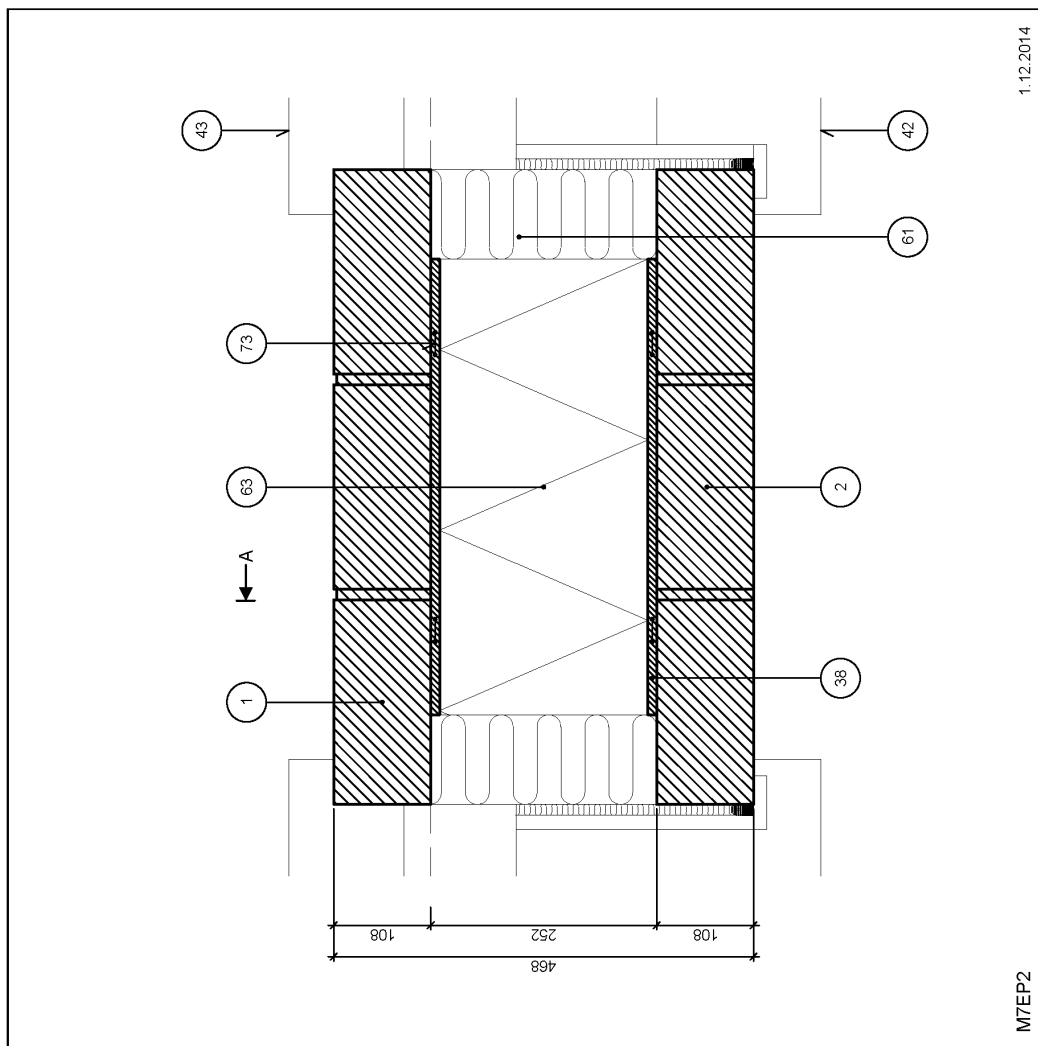
Snit B-B

Hulmur, 468 mm

NOTE: Lodret snit A-A, se M7EN2.

Ved hulrum ≤ 6 mm anvendes kun multiklæb (evt. både på sten og EPS). Ved hulrum mellem 6-20 mm fyldes løbende op med mørtel (100% fyldningsgrad) og komprimeres løbende.

- | | |
|----|---|
| 1 | Tegl i formur |
| 2 | Tegl i bagmur |
| 38 | Multiklæb + evt. mørtel. Se note |
| 42 | Omrids vinduesplade |
| 43 | Omrids sølbænk |
| 61 | Brandisolering (f.eks. 60 mm mineraluld) |
| 63 | Hård isolering, EPS (C30 eller S80). Højde på blokke: f.eks. 600 mm |
| 73 | Armering (Murtec Dista) |



Figur 11.2. EPS-søjle. Vandret snit

Tabel 11.1. EPS-søjlels dele

Materiale	Krav
Lodret armering ved for- og bagmur	Murtec Dista (rustfast)
Fleksibel hård isolering i hulrummet	EPS: C80 eller S80 (ekspanderet polystyren)
Klæb til armering og isolering	Lip Multiklæb grå CE: C2E S1
Muremørtel	KC 50/50/700 eller stærkere
Sten i for- og bagmur	Trykstyrke mindst $f_b > 18$ MPa

Når bøjningstyrken og stivheden er forøget så meget, kan det svage led være forankringen af muren i top og bund, der for hårdt belastede vægfeltter skal udføres stærkere end vanligt.

Ved væggens top kan f.eks. anvendes indlimerede gevindstænger, som bruges til at bolte tagremmen til muren (se afsnit 21).

En mere detaljeret beskrivelse af udførelse af EPS-søjler er angivet i referencelisten (Udførelse af EPS-søjler).



Figur 11.3. Udførelse af EPS søjle

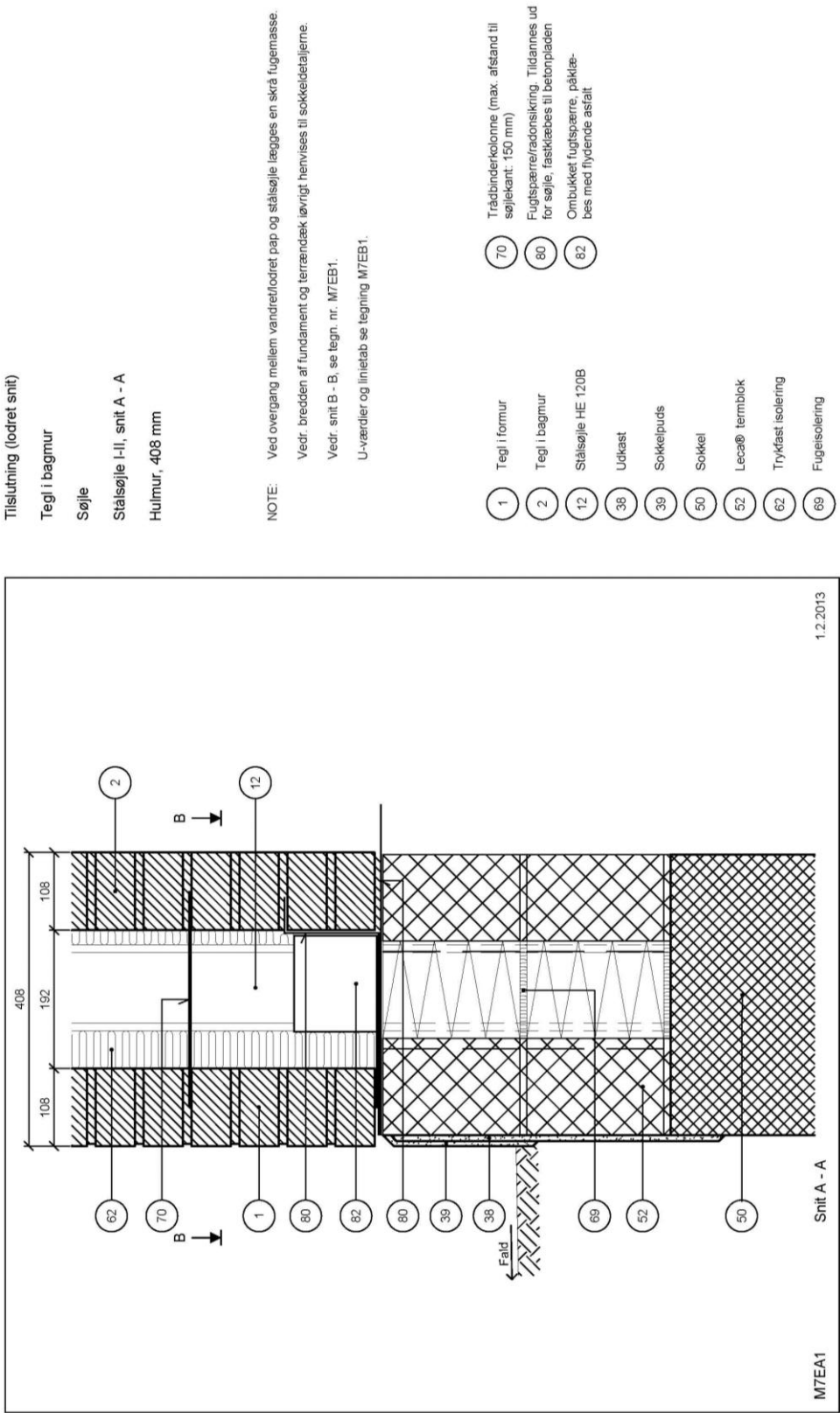
Kvalitetssikring af udførelsen

Det sikres ved løbende stikprøvekontrol, at:

- Limbaner, armering og EPS mod bagmuren monteres indenfor Multiklæbens lukketid.
- Limbaner, armering og formuren mod EPS monteres indenfor Multiklæbens lukketid.
- Tykkelsen af den lodrette limfuge mellem EPS og formur/bagmur maksimalt er 6-8 mm (Er hulrummet større end 8 mm monteres EPS i stedet med en supplerende mørtelfuge, således at der laves en: lim-mørtel-lim-samling mod bagmur og en lim-mørtel-samling mod formur).
- Fladerne skal generelt være fuldklæbet.
- Alle byggesten og EPS-blokke trykkes omhyggeligt således, at fugerne bliver aktive over hele fladen.

11.2. Stålsøjler

Stålsøjler udføres som vist på efterfølgende figurer:



Figur 11.4. Stålsøjle. Lodret snit

Tilslutning (vandret snit)

Tegl i bagmur

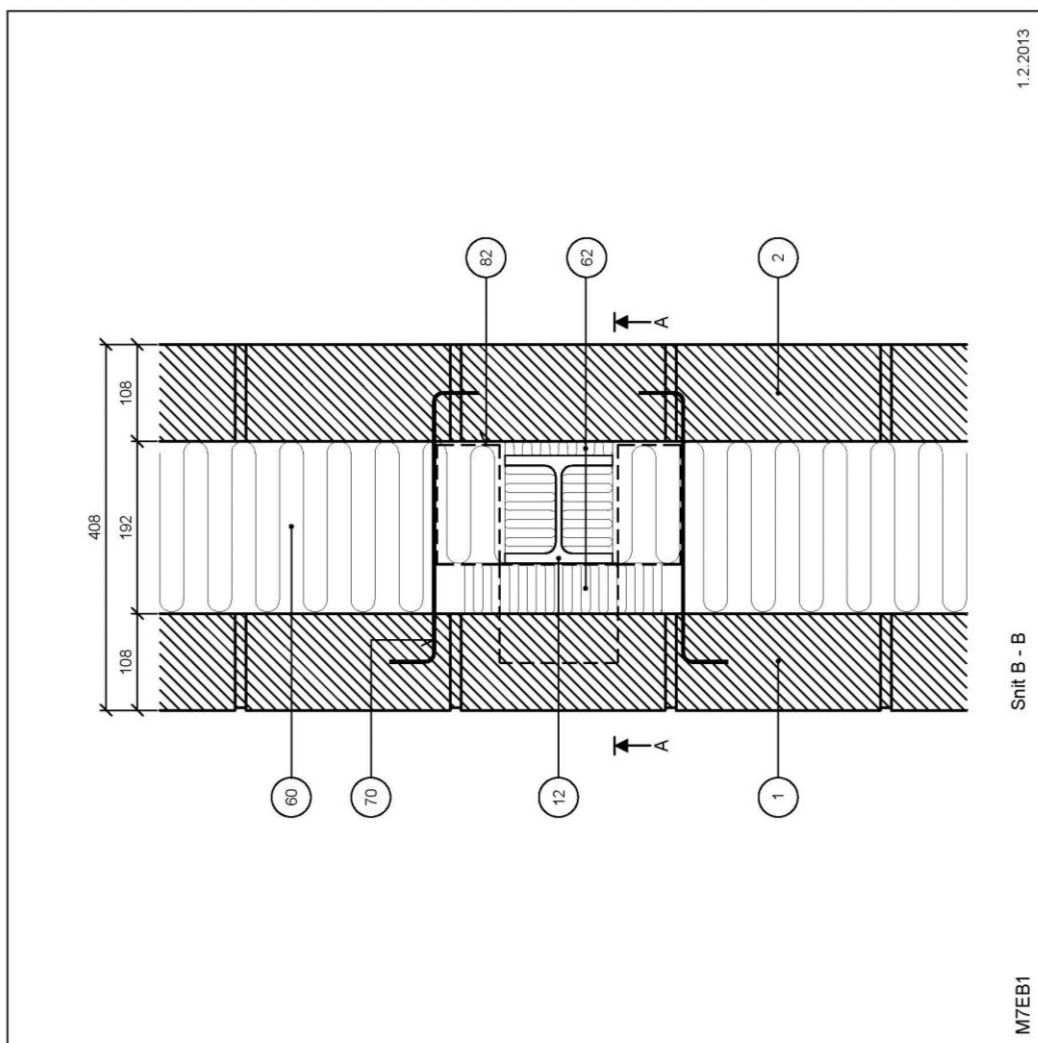
Søjle

Stålsøjle I, snit B - B

Hulmur, 408 mm

NOTE: Ved overgang mellem vandret/ lodret pap og stålsøjle lægges en skrå fugemasse.
Vedr. snit A - A, se tegn. nr. M7EA1.

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 12 Stålsøjle HE 120B
- 60 Isolering
- 62 Trykfast isolering
- 70 Trådbinderkolonne (max. afstand til søjlekant: 150 mm)
- 82 Ombukket fugtspærre, påklæbes med flydende asfalt



Figur 11.5. Stålsøjler. Vandret snit

Korrosionsbeskyttelse er afhængig af en række parametre. Se f.eks. inspiration på www.mur-tag.dk til vurderingen af korrosionsbeskyttelsen. Tidligere, da stålsøjlen lå umiddelbart op ad formuren, var forholdene langt mere kritiske end nu, hvor stålsøjlen typisk er placeret langt fra formuren.

Ved statisk beregning af stålsøjlen er stivheden mere afgørende end styrken, hvilket i praksis betyder, at der skal anvendes minimum HE100B til murværk i normal etagehøjde (dvs. 3,0 m). For murværk i dobbelt etagehøjde anvendes normalt mindst et HE 160 B.

Beregnes udbøjningen kan anvendes følgende tommelfingerregel: For etagehøjt murværk må udbøjningen maksimalt være:

$$u/L = 1/1000$$

For murværk i dobbelt etagehøjde må udbøjningen maksimalt være:

$$u/L = 1/500$$

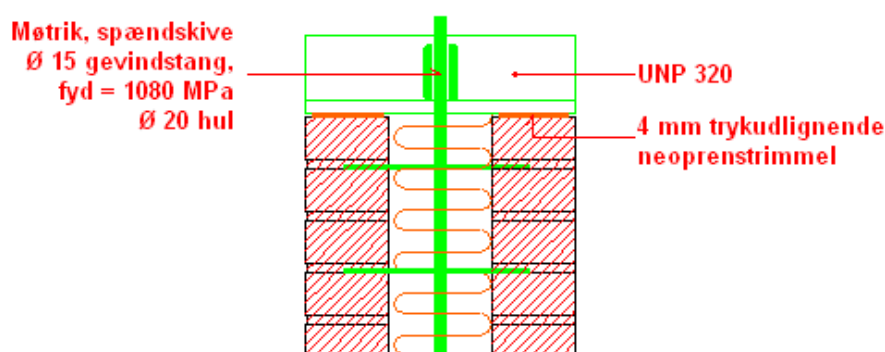
11.3. Efterspændt murværk

Som alternativ til stålsøjlen er udviklet det efterspændte murværk, hvor murværkets egen stivhed og styrke udnyttes til optagelse af de vandrette belastninger.

Systemet består af en Ø15 mm stang, der placeres midt i hulmuren og efterspændes, når formuren er opmuret. Kræfterne overføres som trykkræfter gennem fundamentet og gennem et UNP-profil med en anlægsbredde på 320 mm.

Herved dannes en trykpåvirket "skjult" pille i for- og bagmuren, der kan:

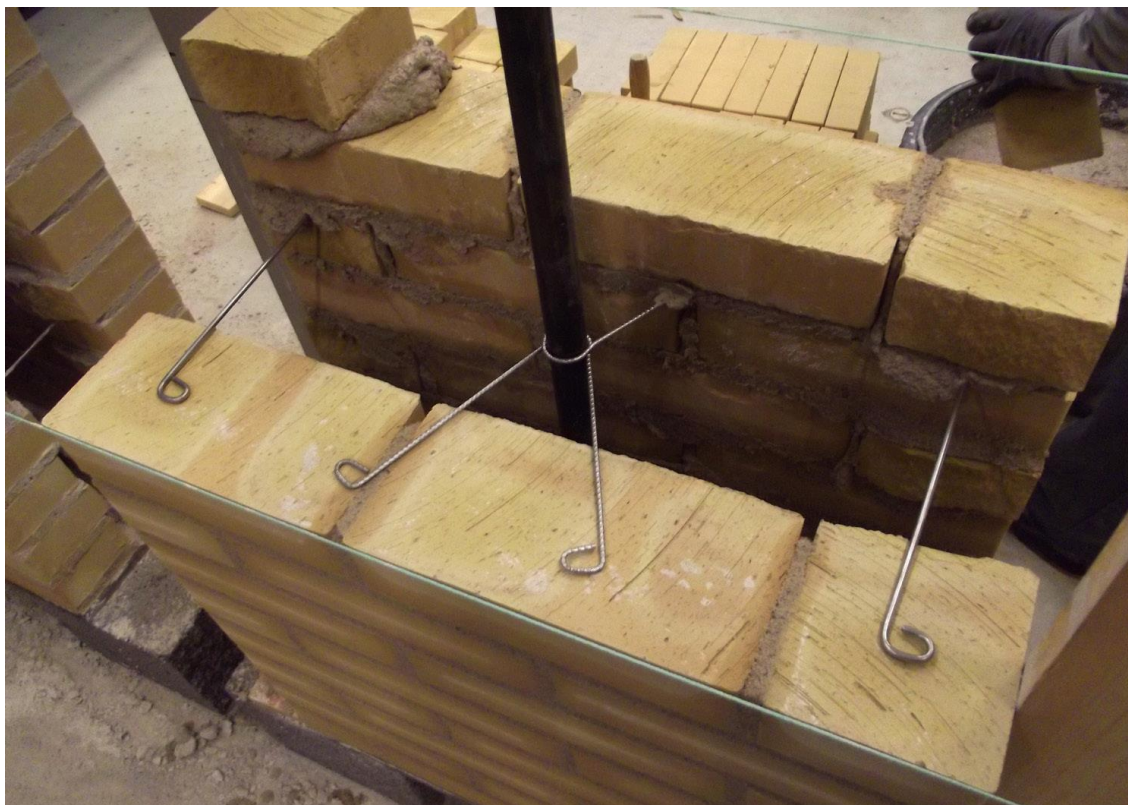
- Optage vandrette kræfter fra de tilstødende vægfelter eller sikre stabiliteten mellem 2 muråbninger.
- Forankre tagkonstruktionen vha. huller i fligen af UNP-profilet.
- Forøge kapaciteten mht. vandrette påvirkninger i væggen i eget plan (skivevirkning).



Figur 11.6. Efterspændt murværk

- På UNP-profilet er pålimet trykudlignende neoprenstrimler med en bredde på 90 mm.
- Systemet kan anvendes på vægfelter med en minimumslængde på 2 sten.
- Opspændingen skal foregå efter minimum 3 dage, således at murværket har opnået minimum den halve styrke.
- Opspændingen foretages med en lille hydraulisk donkraft.

Systemet kan etableres uden at skabe søjlevirkning i væggen, såfremt V-bindere anvendes til fastholdelse af stangen. I den forbindelse bliver beregningen af væggen meget simpel, idet $f_{xd1,app}$ kan sættes lig $f_{xd1} + \sigma$, hvor σ er den fra efterspændingen introducerede spænding.



Figur 11.7. Specialbindere, der sikrer, at der ikke kommer søjlevirkning i væggen

12. Vinduer og døre

Gående vinduer og døre skal normalvis iht. producentens monteringsvisninger fastgøres i formuren.

Såfremt der anvendes ekspanderende fugebånd, skal der ved valg fugebånd tages hensyn til, at der kan forekomme så store tolerancer imellem vindue og murværk, at det kan blive nødvendigt at anvende fugebånd med forskellige dimensioner for at opnå den fornødne tæthed. Under døre og vinduer fra terræn foreslås det, at der etableres en elastisk fuge.

Vinduet skal placeres så tætningen mellem vindue og murværk ligger mindst 30 mm fra formurens bagside.

Hvis vinduer og døre trækkes for langt tilbage ses det, at der kan trænge vand igennem falsen i formuren. Den energimæssige bedste indbygning opnås ved, at vinduet placeres tættest på hulmursisoleringen.

Ved anvendelse af energifalse (se afsnit 16) monteres vinduer/døre i specialbeslag.

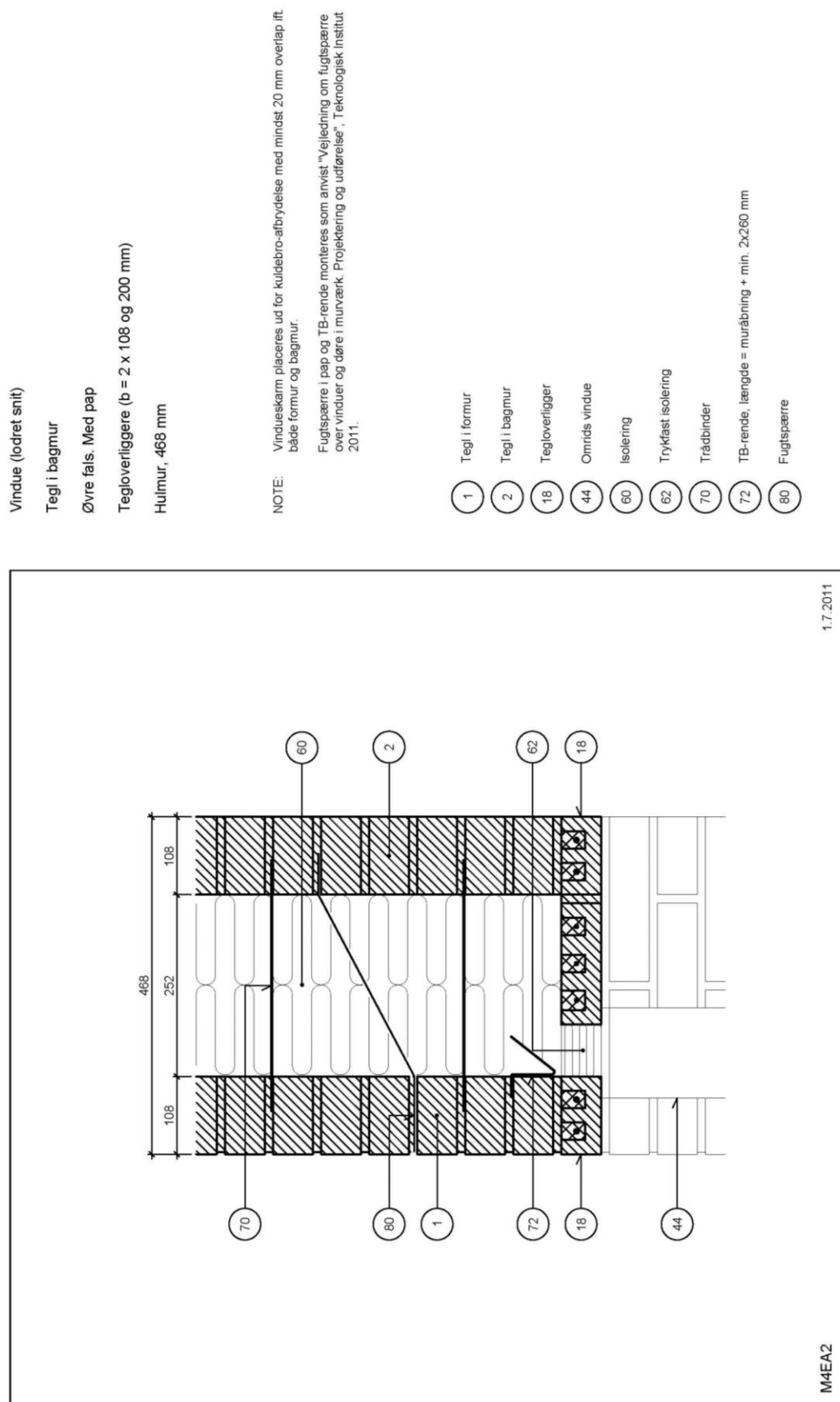
Såfremt vinduerne monteres i bagmuren, kan der for lange og høje vægfelter komme så kraftige temperaturbetingede bevægelser af formuren, at en 12 mm blød fuge mellem vindue og formur ikke er tilstrækkelig. I disse tilfælde anvendes 16 mm fuge eller større.

13. Tegloverligger/bjælker

En teglbjælke kan bestå af en tegloverligger med en række påmurede skifter (benævnt in-situ opmuret teglbjælke eller kompositteglbjælke) eller være en præfab. teglbjælke.

Tegloverliggeren

- kan være 1 eller 2 skifter og er slapt armeret eller forspændt. Max længde for hhv. 1 og 2 skiftes overligger: 2,40 / 4,0 m
- bliver kun bærende i kraft af de påmurede skifter og vedhæftningen i fugerne
- optager trækkræfter i den bjælke som opbygges, når de øvrige skifter påmures.

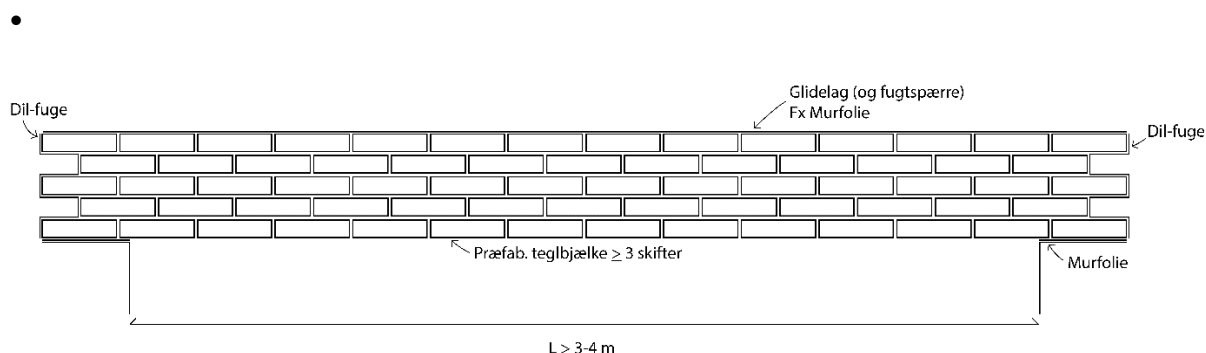


Figur 13.1. Snit af in-situ opmuret teglbjælke

Præfab. teglbjælke

- kan være 3 eller flere skifter og er normalt forspændt
- er selvbærende og skal ikke understøttes midlertidigt under opmuring af eventuelt ovenliggende skifter.

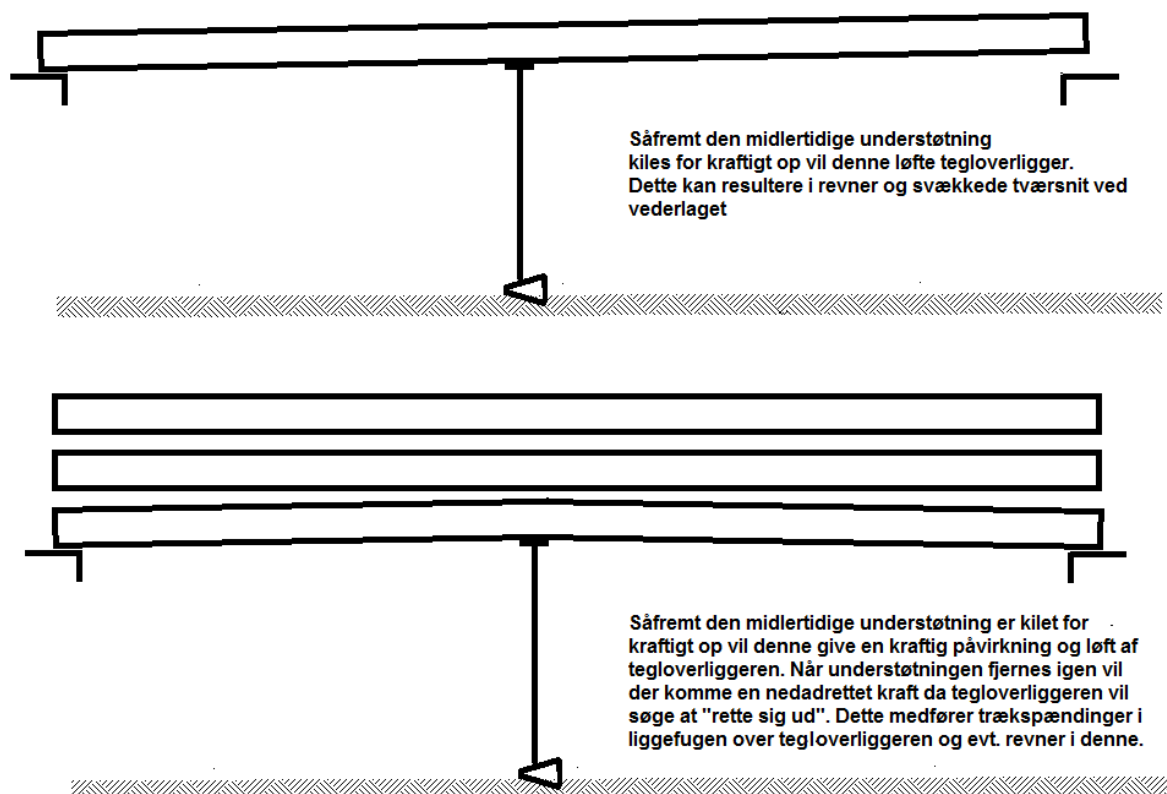
Såfremt teglbjælken er lang ($> 3-4$ m) og har egenskaber som en betonbjælke (dvs hovedparten af tværsnittet er udstøbt) kan den med fordel monteres med dilatationsfuge og glidningslag omkring bjælken, da bjælken undergår svind og krybning (afhængig af montagetidspunkt ift. støbning) samt har større temperaturudvidelseskoefficient end det resterende murværk. Se efterfølgende figur. Såfremt bjælken har egenskaber som det øvrige tegl og har undergået svind og krybning (dvs lagret før indmuring. Gerne i 28 døgn) kan den udføres væsentlig længere og indmures.



Figur 13.2. Etablering af dilatationsmuligheder for lange præfab. teglbjælker. Betontværsnit....TB kommentarer

Midlertidig understøtning

- Foretages kun i forbindelse med montage af tegloverligger.
- Skal ikke medføre overhøjde på konstruktionen (se efterfølgende figur).
- Skal fjernes efter 28 døgn, således at mørtlen kan hærde op og den samlede konstruktion forblive én enhed (Husk: 28 døgn er ikke det samme som 1 nat, heller ikke selvom vinduerne er parat til at blive monteret).



Figur 13.3. Opklodsning af tegloverligger

Fugtspærre, afvanding, mm. Se afsnit 17 om emnet.

Teglbjælker skal beregnes ud fra den givne last, materialeparametre, etc. For sædvanlige laster vil højde/længde-forholdet typisk mindst være: 1/15 for præfab. teglbjælker og 1/10 for in-situ opbyggede bjælker på tegloverligger.

14. Sålbenke

Der må generelt forventes en vis form for vedligeholdelse af mørtelfuger i murede sålbænke. Ved anvendelse af sten på basis af gulbrændende ler ses der ofte gipsmisfarvninger omkring sålbænke som følge af den øgede vandbelastning under vinduer.

Som følge af at murede sålbænke er udsatte, kan de ofte henføres til eksponeringsklasse MX3.2 svarende til aggressivt miljø og derfor skal både mørtel og mursten være deklareret hertil.

Hældningen på murede sålbænke bør være 15 % dvs. ca. 1:7.

Murede sålbænke er ikke vandtætte. Derfor skal der fugtisoleres mellem sålbænk og det underliggende murværk ved udlægning af pap, som føres over til og op ad bagmur.

Vindue (lodret snit)

Tegl i bagmur

Rulskiftesålbænk

Fremskudt vindue med lysningspanel

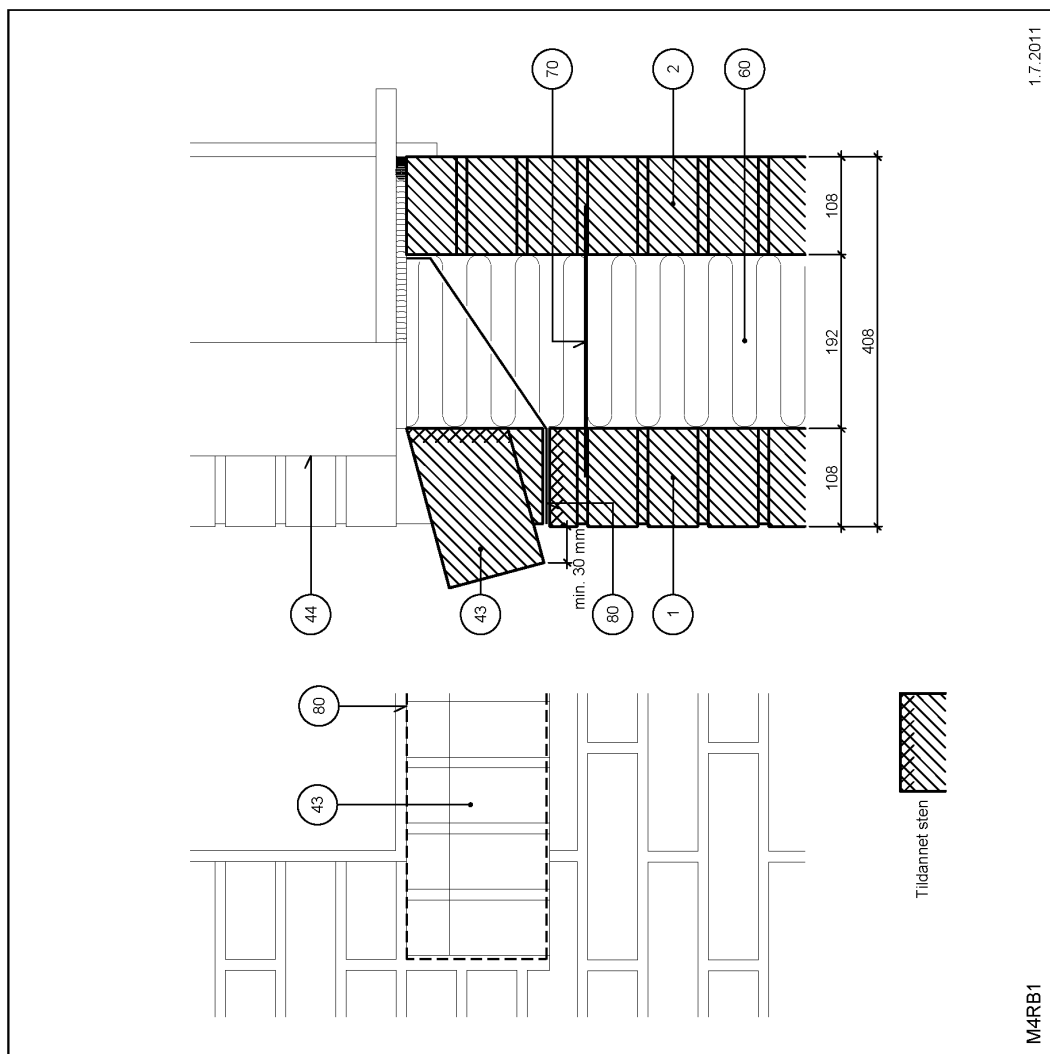
Hulmur, 408 mm

NOTE: Vinduets ramme er kun vist som et omrids. For korrekt montage og tætning, henvises til vinduesleverandørens anvisninger.

Sålbænk skal udføres med et fald på 15%, svarende til 1,5 cm pr. 10 cm, og gerne mere (tegningerne er vist med et fald på ca. 25%).

Sålbænken skal føres mindst 30 mm ind i falsen.

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 43 Rulskiftesålbænk
- 44 Omrids vindue
- 60 Isolering
- 70 Trådbinder
- 80 Fugtpærre



Figur 14.1. Sålbænke

15. Skorsten

Såfremt det er muligt i forhold til skorstenshøjde foreslås det, at skorstene opmures på en præfabrikeret betonkonsol. Herved kan skorstene opmures i eksempelvis en lagerhal, hvor hærdningsbetingelser er mere optimale end under åben himmel.

Fugtspærren i form af PF 2000 placeres så langt ned mod inddækningen som muligt og klæbes i murværket med en hæftemørtel, efter samme princip som vist i videosekvens på www.mur-tag.dk. Det er vigtigt at fugtspærren ved de udvendige hjørner udføres som angivet i videosekvensen.

Skorstene er udsatte konstruktioner, og vil altid skulle henføres til mindst eksponeringsklasse MX 3.2, og derfor skal både mørtel og mursten være deklareret dertil. Herudover anbefales det at der altid anvendes blødstrøgne mursten til skorstenskonstruktioner.

16. Fals

16.1. Normal fals

Det er vigtigt, at det ifm. opmuringen af facademuren ved falsen sikres, at der ikke kan føres fugt fra formur til den indvendige fals. Der skal indgå en trykfast isolering på fx 70 mm (passer i murmålet 72 mm). Den trykfaste isolering skal samtidig virke som fugtspærre. Under opmuringen skal formuren mures med helt fyldte fuger, og der må ikke efterlades spildmørtel omkring falsen.

Vindue (vandret snit)

Tegl i bagmur

Sidefals

Fremskudt vindue uden lysningspanel

Hulmur, 408 mm

NOTE: Ved lange flugter anbringes ikke bindere i hulmuren tæt på hjørnet.
Vindues ramme er kun vist som et omrids. For korrekt montage og tætning, henvises til vinduesleverandørens anvisninger.
Vindues karm placeres ud for kuldebroafbrydelse med mindst 30 mm overlap ift. både formur og bagmur.

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 42 Omrids vinduesplade
- 43 Omrids sålbænk
- 44 Omrids vindue
- 60 Isolering
- 62 Trykfast isolering
- 70 Trådbinder

skiftegang, se nedenfor

44

43

70

1

60

108

192

408

2

62

42

1

2

Skiftegang, halv størrelse

192	384	192
384	192	192
192	384	192
384	192	192

M4SA1

1.7.2011

Figur 16.1. Normal fals

Det murede hus – anvisning i god byggeskik

54

16.2. Præfab. energifals

Den normale murede fals med en halvstensudmuring i falsen synes ikke længere at være fornuftig i forhold til de stramninger, der er indført i Bygningsreglementets energibestemmelser.

Murværksbranchen har derfor udviklet et energifalssystem, bestående af sidefals- og bundstykkeelementer. Fordelen herved er, at varme- og linjetabet reduceres i forhold til den normale fals.

Vindue (vandret snit)

Tegl i bagmur

Forskudt sidefals

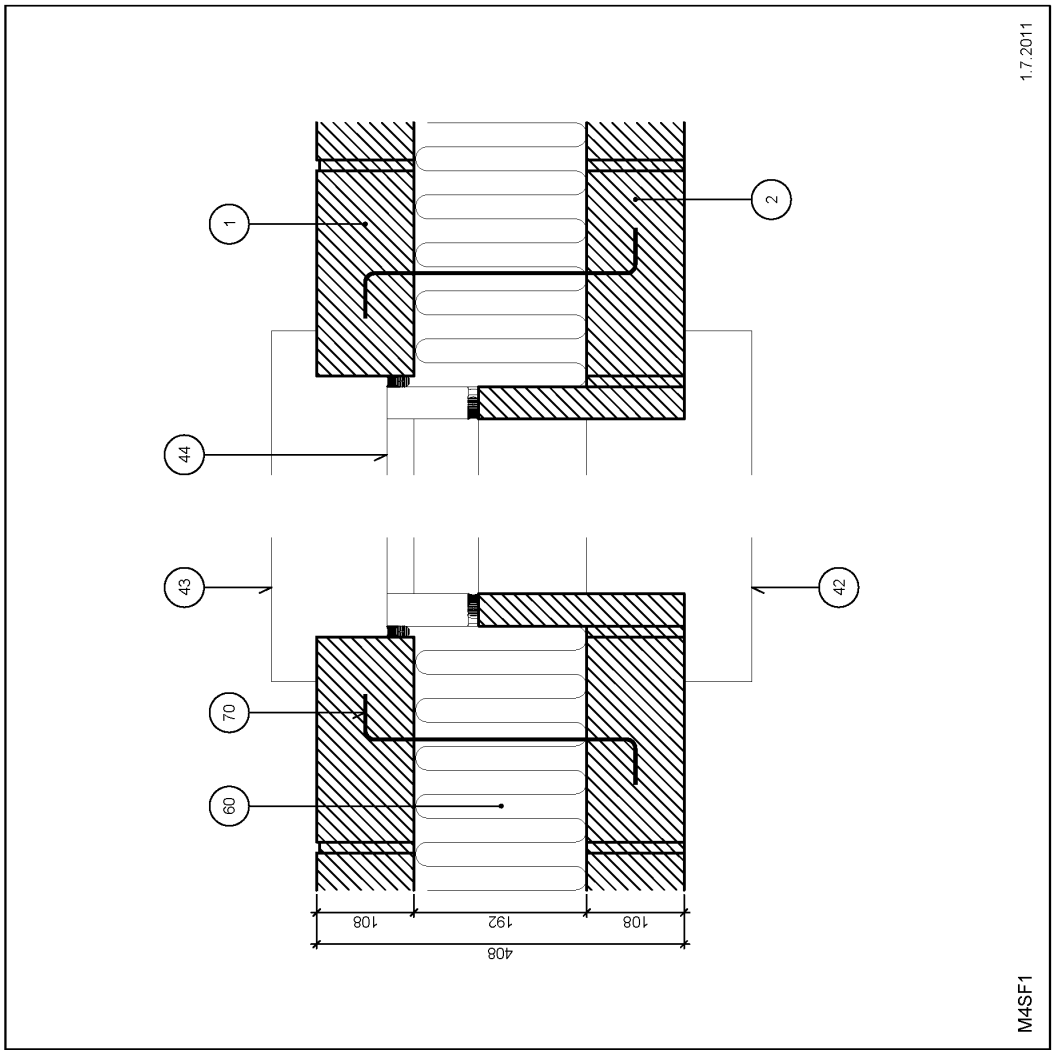
Fremskudt vindue med teglement i fals

Hulmur, 408 mm

NOTE: Vinduets rammer er kun vist som et omrids. For korrekt montage og tætning, henvises til vinduesleverandørens anvisninger.

For montage af teglement, følg leverandørens anvisninger.

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 42 Omrids vinduesplade
- 43 Omrids sølbænk
- 44 Omrids vindue
- 60 Isolering
- 70 Trådbinder



Figur 16.2. Energifals

17. Fugtspærre

I alle murværkskonstruktioner skal det sikres, f.eks. ved indlæggelse af fugtstandsende membraner, at fugtopsugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele, hvor fugt kan forekomme, forhindres. Endvidere skal der etableres en fugtspærre over åbninger i hulmur, således at eventuelt indtrængende vand fra f.eks. slagregn ledes bort.

Neden for gennemgås principperne i korthed. Efterfølgende er angivet en liste over kilder til vejledning om korrekt udførelse af fugtisolering.

17.1. Ved sokkel

Mellem fundament og murværk indlægges en fugtstandsende membran i fundamentets fulde bredde og længde. Membranen kan med fordel indlægges i større bredde end fundamentet og klæbes til terrændækket. Herved etableres en effektiv tætning mod opstigende radioaktiv gas (Radon), se nærmere herom i pjecen Radon i boliger fra Bygge- og Boligstyrelsen. I nogle tilfælde kan fugtspærre ved bagmur undværes, når murværket placeres på betondæk, der i sig selv er spærre mod fugt og radon.

Ved hulmure, der danner ydervægge, indlægges tillige en ekstra membran oven på den første membran. Denne sidste membran føres skråt mod bagmurens bagside (side mod hulrummet) og op ad denne.

Det er vigtigt, at byggeriet planlægges således, at der ikke bliver gennembrydninger af membranen f.eks. ved trækbånd til tagkonstruktionen og el-ledninger, men at disse placeres i hulmuren på den indvendige side mod bagmuren. Hvis fugtspærren gennembrydes skal det sikres, at gennembrydning er tæt, se f.eks. detalje i fig. 11.4 omkring gennembrydning af stålsøjle.

17.1.1. Dørfals

Ved enden af væggen mod dørfalse (og vinduesfalse startende fra gulv) skal der etableres endeluk for fugtspærren således, at det vand i bunden af fugtspærren, der løber langs væggen ikke ender ved dørfalsen. Endelukket kan være vanskeligt at montere, hvis det skal være tæt og bør efter udførelse testes ved at hælde vand i den færdige fugtspærre.

17.2. Bjælker over muråbninger

17.2.1. Kompositbjælker

Hvor murværket fortsætter over muråbningen og det overliggende murværk udsættes for slagregn, skal der indlægges en fugtspærre.

For murværk belastet af kraftig slagregn, bør der normalt laves en 2-trins tætning.

Om murværket er kraftigt slagregnsbelastet vurderes ud fra følgende (kritiske forhold nævnt først i parentes):

- Lastkategori (ved hav ... by)
- Bygningens udhæng ift. overkant vindue (0 ... 1 m)
- Bygningens højde (høj....lav)
- Kompasretning (vest og syd ... øst og nord)

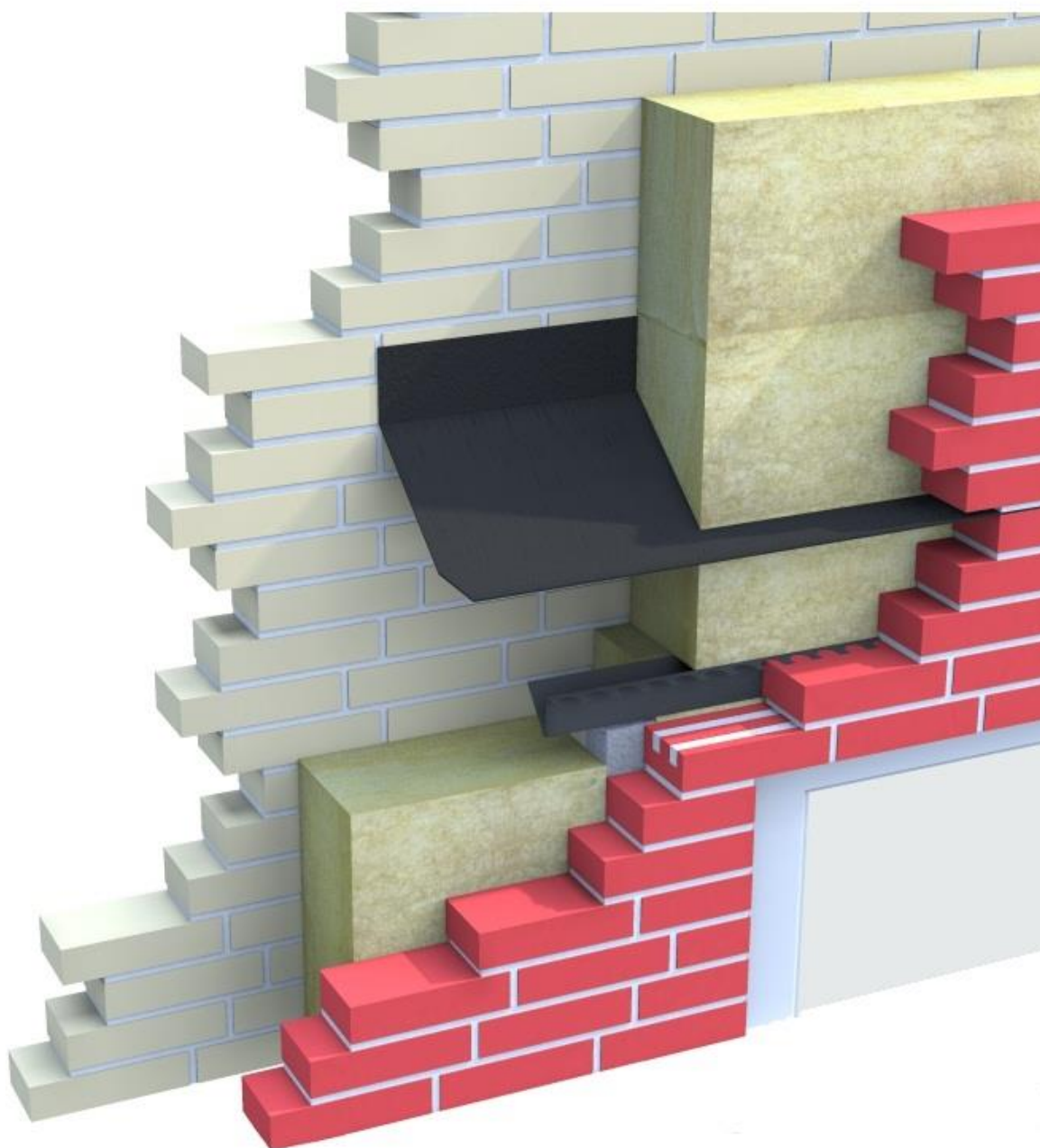
- Højde af murværk over åbningen (4 m ... 4 skifter)
- Beliggenhed i landet (v. Vesterhavet ... parcelhuskvarter).

Ved kompositbjælker placeres den fugtstandsende membran umiddelbart over bjælkens højde (tegloverligger og antal påmurede skifter). Den fugtstandsende membran føres fra formurens forside til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og fastgøres her. Membranen skal altid gives et fald mod formuren og skal føres mindst 150 mm forbi falsen ind i hulrummet. Hvis murværket er kraftigt slagregnsbelastet, bør der laves en ekstra sikring med f.eks. TB-rende i den 2. liggefuge over åbningen eller et rustfrit stålprofil, der indlægges umiddelbart under tegloverliggeren/bjælken.

Ved anvendelse af dobbeltsikringen føres øverste membran 250 mm forbi falsen ind i hulrummet og nederste fugtsikring 150 mm forbi falsen ind i hulrummet. Se efterfølgende figur.

Den fugtstandsende membran kan med fordel (for at undgå en vandret revne i formurens liggefuge, hvor fugtmembranen er indlagt) limes fast med en hæftemørtel til både tegl og mørtel. Såfremt man vælger at lime membranen, anbefales det at bruge en PF2000 pap eller tilsvarende sandbestrøet pap.

Såfremt placering af underliggende åbninger, stålkonstruktioner etc. i murværket ikke tillader en afvanding til formurens bagside, anbefales en løsning med membran, der er opskottet i enderne, hvor afvandingen sker gennem åbne studsfigurer til murværkets forside. Membranen limes fast til både tegl og mørtel med hæftemørtel således, at der ikke kan presses vand ind under membranen. Løsningen er illustreret i *Vejledning om fugtspærre i murværk*, Teknologisk Institut, 2011, som kan hentes på www.mur-tag.dk.



Figur 17.2. Eksempel på 2-trins løsning for kompositbjælker

17.2.2. Selvstændige teglbjælker

Ved selvstændige teglbjælker kan fugtspærren indlægges umiddelbart over bjælken.

Mere detaljerede anvisninger om fugtspærrer kan findes under afsnit 25 – Referencer.

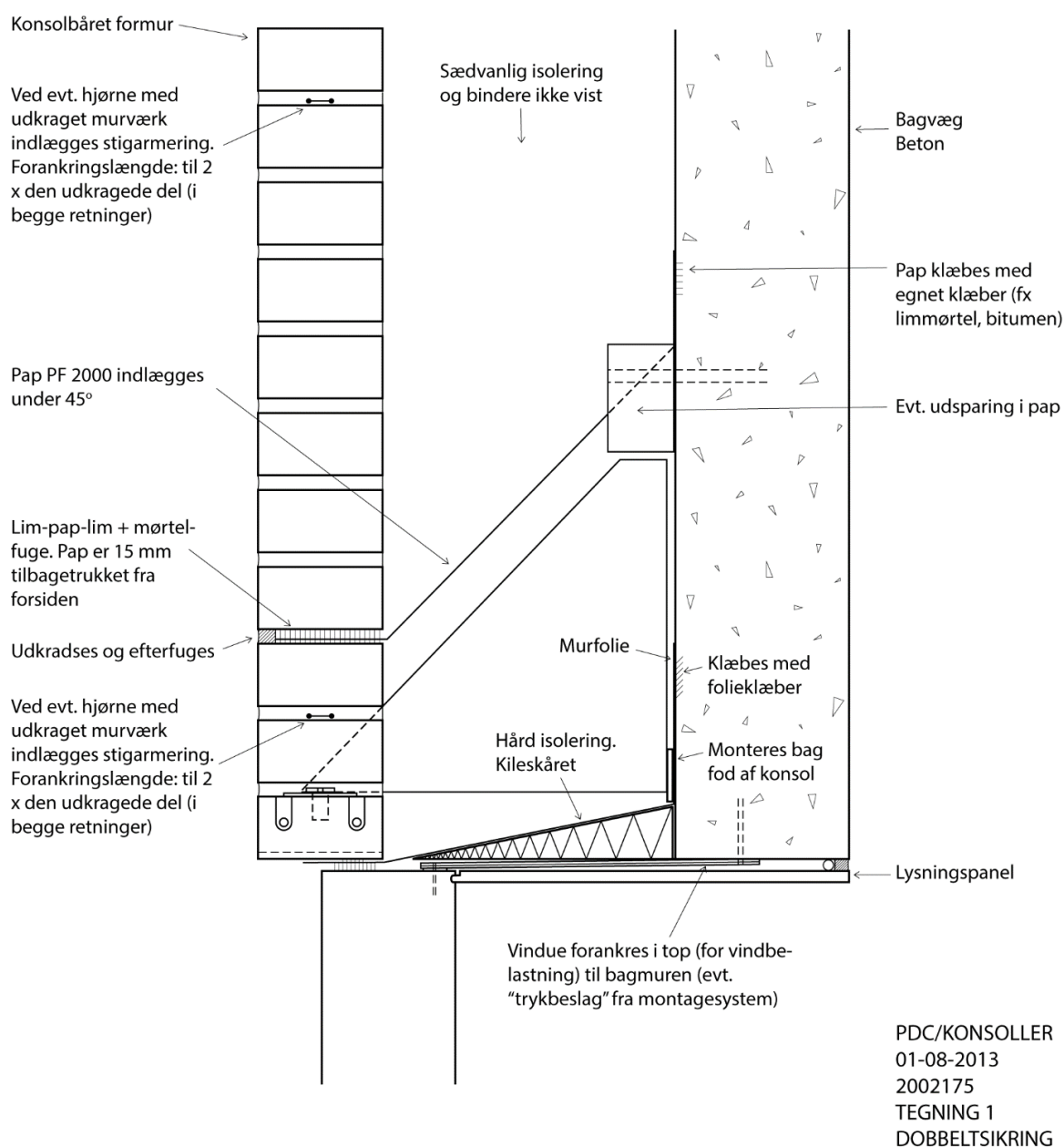
17.2.3. Konsoller

Fugtisoleringen for konsoller udføres normalt som en 2-trins tætning, medmindre murværket er opført i et beskyttet miljø mht. slagregn (se afsnit 17.2.1 for miljøbelastning).

2-trins løsningen er vist på efterfølgende figurer:

I figur 17.3 er vist en løsning, hvor der er monteret folie i 0'te skifte som 2. fugtsikring. Folien kan fæstnes bag konsolfoden, hvilket letter montagen. For at sikre fald bør der placeres hård kileskåret isolering under folien. Husk: Folie klæbes med "Folieklæber" (andre typer klæb fungerer ikke nødvendigvis).

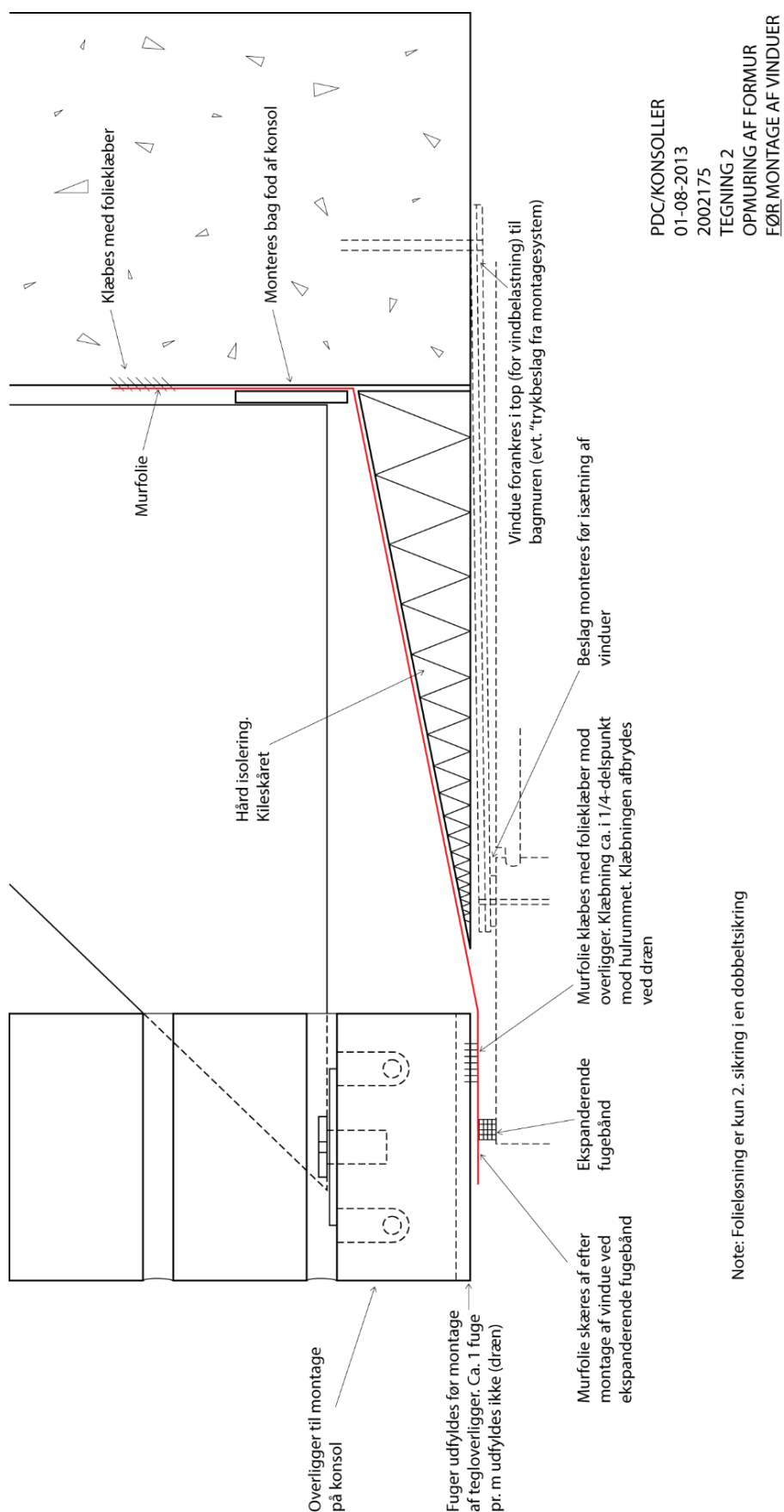
Udkradsning og efterfugning foretages for at undgå farveforskelle i lim-mørtelfugen, der udføres "vådt i vådt".



Figur 17.3. "2-trins løsning"

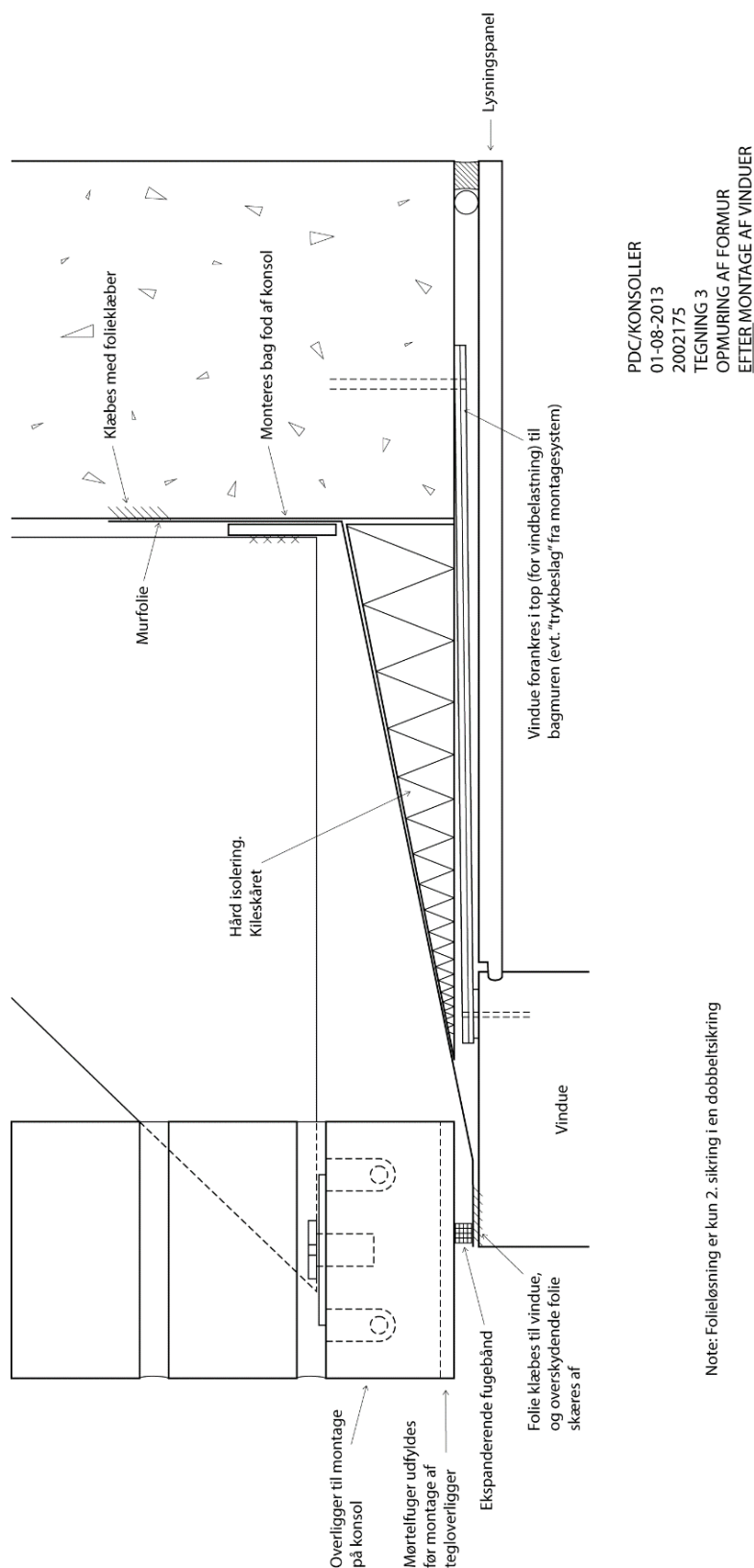
17.2.3.1 Løsning afhængig af montage af vindue

Når vinduet monteres til sidst, klæbes folien på murværket/overliggeren. Eventuel vandudledning fra folien vil blive suget op i murværket. Samling mellem folie/murværk og vindue foretages med ekspanderende fugebånd (se efterfølgende figur).



Figur 17.4. Løsning når vindue monteres til sidst

Er vinduet monteret først med beslag til bagvæg, klæbes folien blot til vindueskarmen og ekspanderende fugebånd indsættes efterfølgende mellem folie og murværk. Er vinduet langt (>1,2 m), kan det være nødvendigt at lave drænhul i fugebånd pr. 0,5-1,0 m.

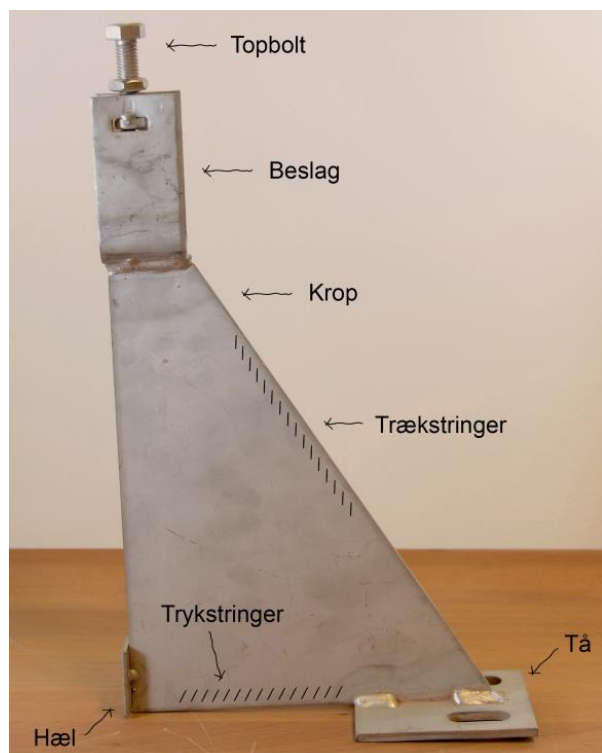


Figur 17.5. Løsning, når vindue er monteret først

18. Konsoller

Fugtspærre, afvanding, mm. Se afsnit 17 om emnet.

En typisk konsol er vist på efterfølgende figur.



Figur 18.1. Eksempel på konsoltype

I hullerne ved tåen monteres tegloverligger med ankerskinner.

Hullerne i tåen er aflange således, at der er etableret nogen montagetolerance. Hullerne medfører ikke, at murværket efterfølgende kan bevæge sig vinkelret på vægplanen, da tegloverliggeren typisk bliver fikseret via sammenspænding med bolte, mørtel i hullerne, etc.

Dette forhold medfører en problemstilling, svarende til binderkolonner nær hjørner, hvor binderne fastlåser murværket og medfører lodrette revner nær hjørnet. Da disse binderkolonner nær hjørnet blev beskrevet i BYG-ERFA erfaringsblad (21) 98 05 25, og dermed fjernet i nybyggeri, blev dette problem så nogenlunde løst (over nogle få årtier).

18.1. Hjørneproblematik for konsoller

Konsollen fastholder således murværket ved hjørnet (dog kun i bunden af murværket, hvor bindere i byggeri før 1998 fastholdt hjørnet i hele højden). Herved kommer der ofte og ikke overraskende revner i bunden af væggen, når den hosliggende væg undergår temperaturbetingede bevægelser (eller der optræder svind i den bagvedliggende beton-bagvæg). Se efterfølgende figur.



Figur 18.2. Revner i hjørner ved konsolophæng

Dette problem løses ved at

1. placere 1. konsol minimum 1,0 m fra hjørnet af bagmuren (Obs: giver kraftig last på 1. konsol ved høje vægfelter)
2. anvende konsoller der ikke fikserer murværket eller
3. armere hjørnet (eller en kombination af 1, 2 og 3).

De forskellige løsninger er vist efterfølgende.

Anvendelse af indspændt bjælke (Løsning 1):

Når første konsol placeres 1,0 m fra hjørnet af bagvæggen medfører dette, at væggen skal være udkraget ca. 1,3 m, hvilket normalt ikke volder de store problemer for den ikke belastede formur.



Figur 18.3. Fra forsøgsserie på Teknologisk Institut

Væggen beregnes som en sædvanlig udkraget bjælke.

Overside armeringen placeres umiddelbart under fugtspærren og i de øverste skifter af bjælken (for meget høje bjælker også pr. 1,0 m).

Overside armeringen føres forbi første konsol til mindste værdi af:

- 2 × den udkragede del
- 600 mm
- Til 2. konsol

Husk ved beregningen:

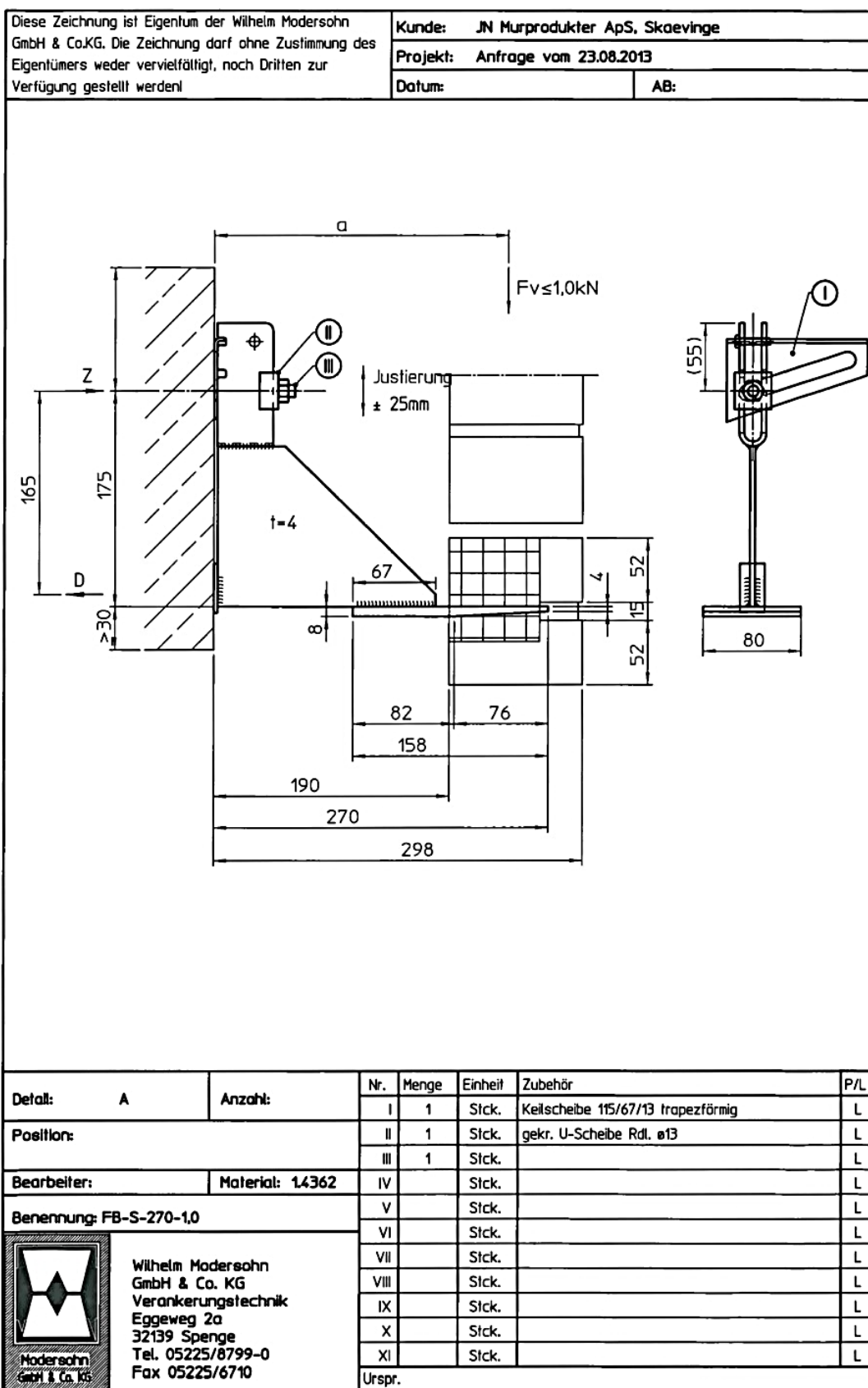
- Medregnes armering over den gennemgående fugtspærre, regnes maksimalt med $f_{vk0} = f_{vk0, \text{fugtspærre}}$, som normalt kan sættes til 0,20 MPa, såfremt fugtspærren (Pap PF2000) er fuldlimet på over- og underside med hæftemørtel.
- Den udkragede bjælke kan beregnes via programmet EC6design.com som simpel understøttet bjælke med $L = 2 \times L_{\text{indspændt}}$.
- Bjælken bør gennemregnes i SLS (anvendelsesgrænsetilstanden), dvs. med karakteristiske last- og styrkeparametre for at sikre, at der her ikke opstår revner. Her medregnes armeringen ikke, men bøjningstrækstyrken sættes lig f_{xk2} .

Konsoller der ikke fikserer murværket (løsning 2):

En konsol, der ikke fikserer murværket kan udformes på flere måder. En mulighed er vist efterfølgende (denne er benævnt glidekonsol):

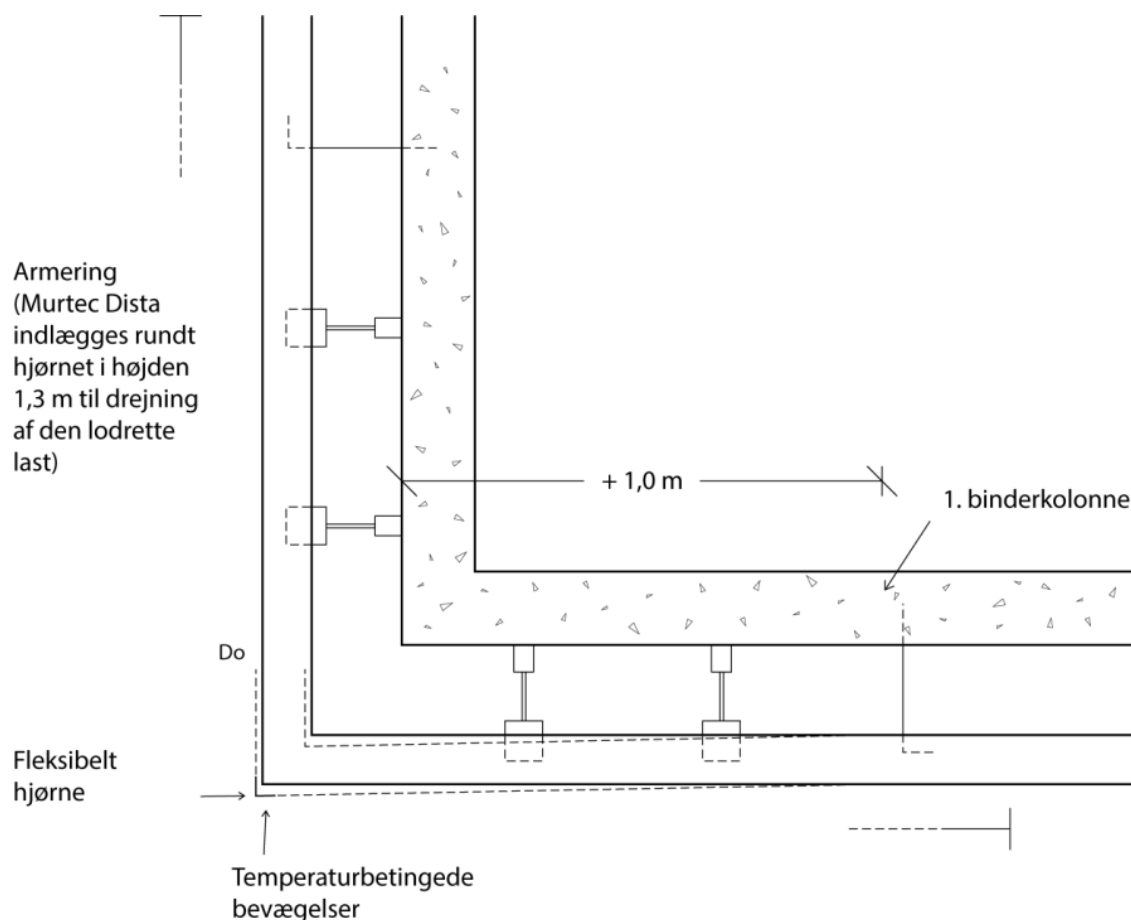


Figur 18.4. Glidekonsol med bevægelsesmulighed i alle retninger



Figur 18.5. Arbejdstegning af glidekonsol. Leveres sammen med dobbeltskifteoverligger med præfab. huller og tynd RF-metalplade i kanten af hullet

Konsollen indbygges som vist på efterfølgende figur:



Figur 18.6. Indbygning af ny konsoltype. Efter 1. binderkolonne kan traditionelle konsoller anvendes

Selve hjørnet og binderne, som er placeret +1,0 m fra bagvæggens hjørne, sikrer:

- Stabiliteten af vægfeltet som helhed (dvs. at det ikke "glider" ud).
- At kræfterne på glidekonsollen afleveres helt henne ved konsolkroppen, således at belastningen på konsolpladen minimeres.

Armering i hjørnet (løsning 3):

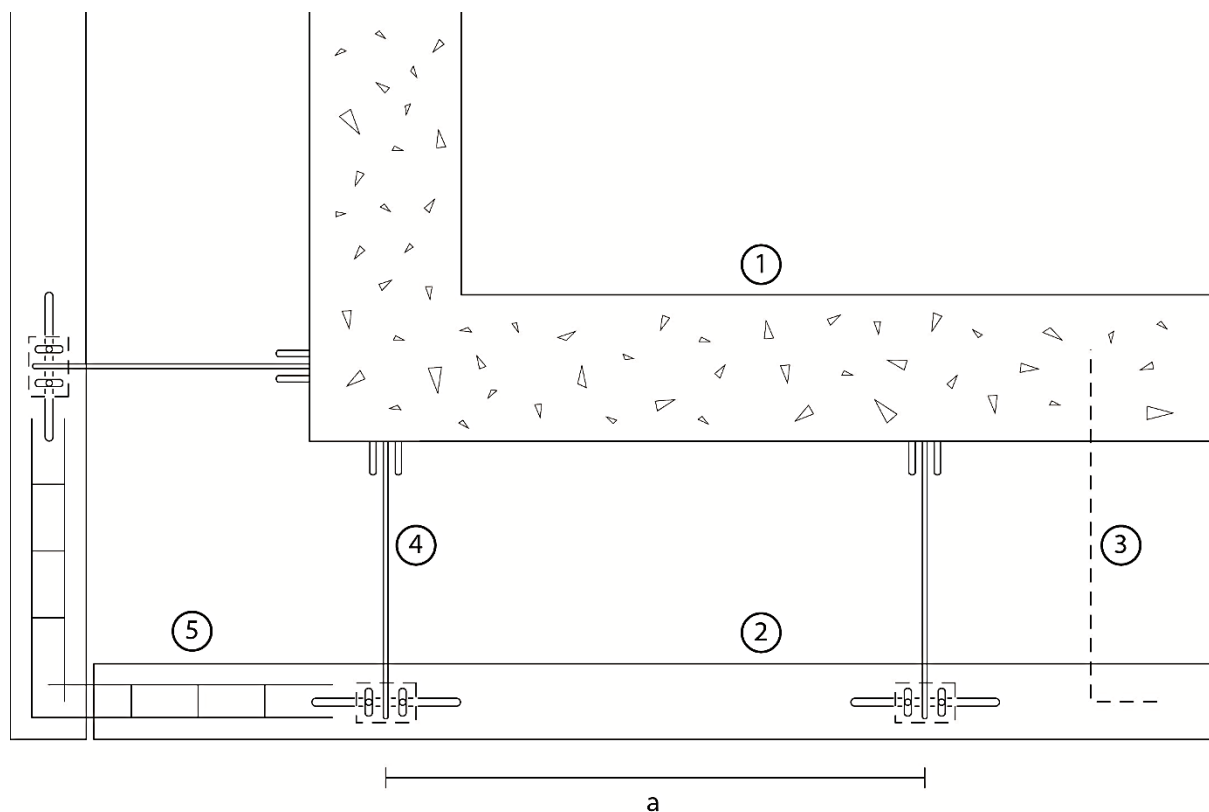
Såfremt konsollerne placeres tæt på hjørnet, bliver spændingerne pga. de temperaturbetingede bevægelser større end bøjningstrækstyrken af det uarmerede murværk, hvilket betyder, at murværket bør armeres som vist efterfølgende.

Der indlægges ca. 4 stykker hjørnearmering (som vist i figur 18.7 og 18.8) til en højde af cirka 1,3-1,4 m og konsollerne placeres som normalt, tæt ved hjørnet.

Bemærk: Ved betragtning af dilatationsfuger/bevægelser kan der ikke forudsættes et bevægelsesmæssigt 0-punkt ved de 2 "stive" konsoller i hosliggende væg.

Dette skyldes, at konsollerne er monteret ca. 0,5 m fra væggen og vil ikke være stive/stærke nok til at agere modhold. Bevægelsesmæssige "0-punkter" i murværket kan ikke

styres via tilsyneladende stive konsoller. Bevægelsen vil altid forekomme, og det eneste forsvarlige ved anvendelse af denne løsning er således at indlægge hjørnearmering som beskrevet.



- ① Bagvæg af beton
- ② Formur af tegl/overligger m. halftenbeslag
- ③ 1. binderkolonne (1 m fra hjørnet)
- ④ Konsol. Møtrikker mod overligger fingerspændes
- ⑤ Murtec stigarmoring rundt hjørnet

Figur 18.7. Armering i nederste skifte



Figur 18.8. Armering i de overliggende skifter

Denne hjørnearmering er langt hen af vejen opbygget på samme måde som ved de udkragede bjælker. Dog indlægges armeringen her "kun" op til højden 1,3-1,4 m, da det er i dette område, der kommer kraftige tvangsspændinger pga. konsollen i bunden af murværket (for udkragede bjælker med en højde på f.eks. 2,5 m vil man indlægge stigarmring i toppen af bjælken).

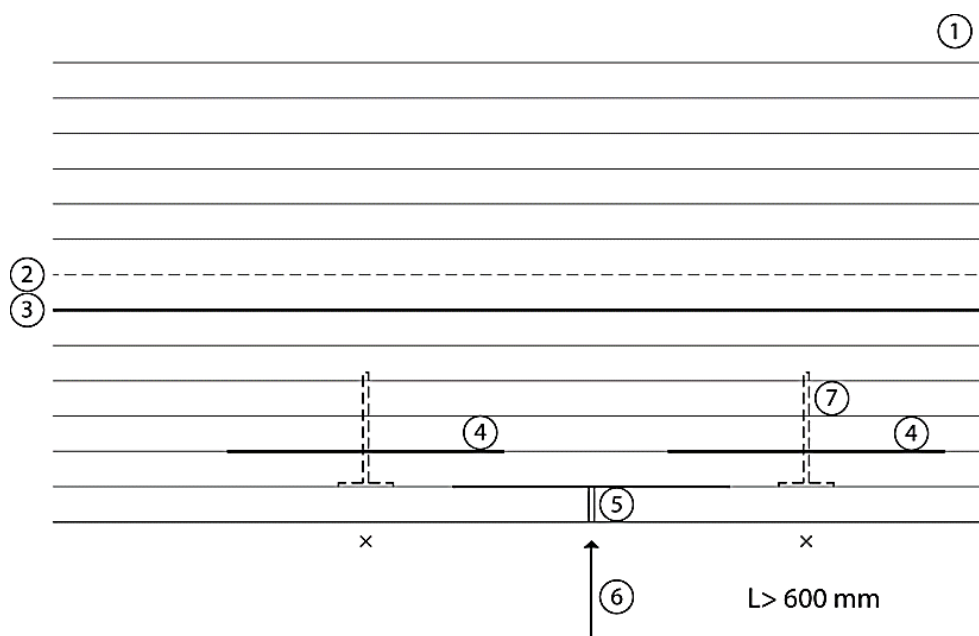
18.2. Generelle foranstaltninger for at undgå revner i flugter

18.2.1. Armering i stød

Stød i tegloverliggere bør armeres, da stødene kun har ringe styrke, da sammenhængen kun er en lodret studsuge med ringe vedhæftning. Såfremt stødet ikke er armeret, initieres revner, da tværsnittet reelt er reduceret ved stødet. For at undgå disse revner indlægges der armering, som binder de 2 overliggere sammen. For illustration, se efterfølgende figur 18.8, hvor ⑤ er den aktuelt beskrevne armering i stødet.

I figuren er endvidere vist armering ③ til optagelse af det udkragende moment, i fald der er langt ($L > 600$ mm) imellem konsollerne, og vægdelene ved stødet ønskes båret som udkragede vægge for ikke at belaste selve stødet med trækspændinger.

Anvendelsen af armering ③ foretages ved en ingeniørmæssig vurdering i de enkelte tilfælde. Dimensionering af udkragede vægelter er beskrevet i foregående afsnit.



- ① Formur af tegl
- ② Øverste fugtspærre/pap
- ③ Murtec stigarmøring. Forankringslængde = 1,5 x udkrægning
- ④ Murtec stigarmøring over svækket tværsnit
- ⑤ Murtec stigarmøring over stød
- ⑥ Midlertidig understøtning
- ⑦ Konsol. Møtrikker mod overligger fingerspændes

Figur 18.9. Lokal forstærkning ifm. murværk på konsoller

18.2.2. Armering over svækket tværsnit

I praksis ses nogle gange revner omkring konsollen, da sten er slidset op og/eller konsolkroppen går ind i en studsuge og dermed svækker tværsnittet.

Murværket omkring konsollen kan forstærkes ved at indlægge et stykke stigarmøring som vist på efterfølgende figur. Armeringen kan endvidere ses på foregående figur som ④.



Figur 18.10. Enkel forstærkning af det svækkede tværsnit, hvor konsolkroppen "skærer" sig ind i murværket

18.3. Konsoltype som funktion af vægfeltets længde

Ved valg af konsoltype bør der tages hensyn til typen, når vægfeltene er større end 10 m, da ikke alle konsoller er fleksible i væggens plan.

I efterfølgende tabel er angivet forslag til konsoltype og mulig vægfeltslængder.

Tabel 18.1. anbefalinger til maksimale væglængder for konsoller fastmonterede på tegloverligger

Konsoltype (hulrum min. 200 mm)	Maks. differensbevægelse (mm)	Maks. vægfeltslængde (m)
t = 4 mm krop	12	30
t = 5 mm krop	6	20
Ø15 gevindstang i bund	3	10
L-forstærket i bund	3	10

18.4. Andre udførelsesmæssige forhold

- For konsoller fastmonteret på tegloverligger må boltene i ankerskinen "ikke spændes hårdt".
- Pap og murfolie kan bukes op under konsolfod, hvis dette er nødvendigt.
- Ved montage af konsoller kan, for fuldt udnyttede konsoller, regnes med en overhøjde på 3-5 mm i forhold til den endelige placering i højden.
- Rundt om konsolkroppen, hvor denne går "igennem" murværket, enten i en studs-fuge eller en fræset slids, opfyldes og komprimeres omhyggeligt med mørtel.

18.5. Afstande mellem konsoller (uden midlertidige understøtninger ifm. opmuringen)

Bæreevne af selve konsollen og bæreevnen af teglbjælkerne mellem konsollerne skal bestemmes.

Såfremt opmuringen ønskes foretaget uden midlertidige understøtninger gælder følgende regler (for de uhærdnede teglbjælker):

Tabel 18.2. Hensyntagen til den uhærdnede tilstand

Tegloverligger	Murværkets højde inkl. overligger		
	4 skifter	15 skifter	+45 skifter
1 skifte	1,0	0,9	0,8
2 skifte	2,0	1,6	1,2
3 skifter (selvbærende)	2,6	2,2	1,6

Bemærk: Ovenstående er således ikke en dimensioneringstabel. Teglbjælken og konsollerne skal naturligvis beregnes på sædvanlig vis, såfremt der påføres yderligere last efter hærdning.

Tabellen er gældende for:

KC 50/50/700 eller stærkere.

Forspændte overligger og bjælker. Forspænding iht. Dansk Murstenskontrols bestemmelser.

Såfremt afstanden mellem konsollerne er større end ovenstående værdier, bør teglbjælken opmures med midlertidige understøtninger.

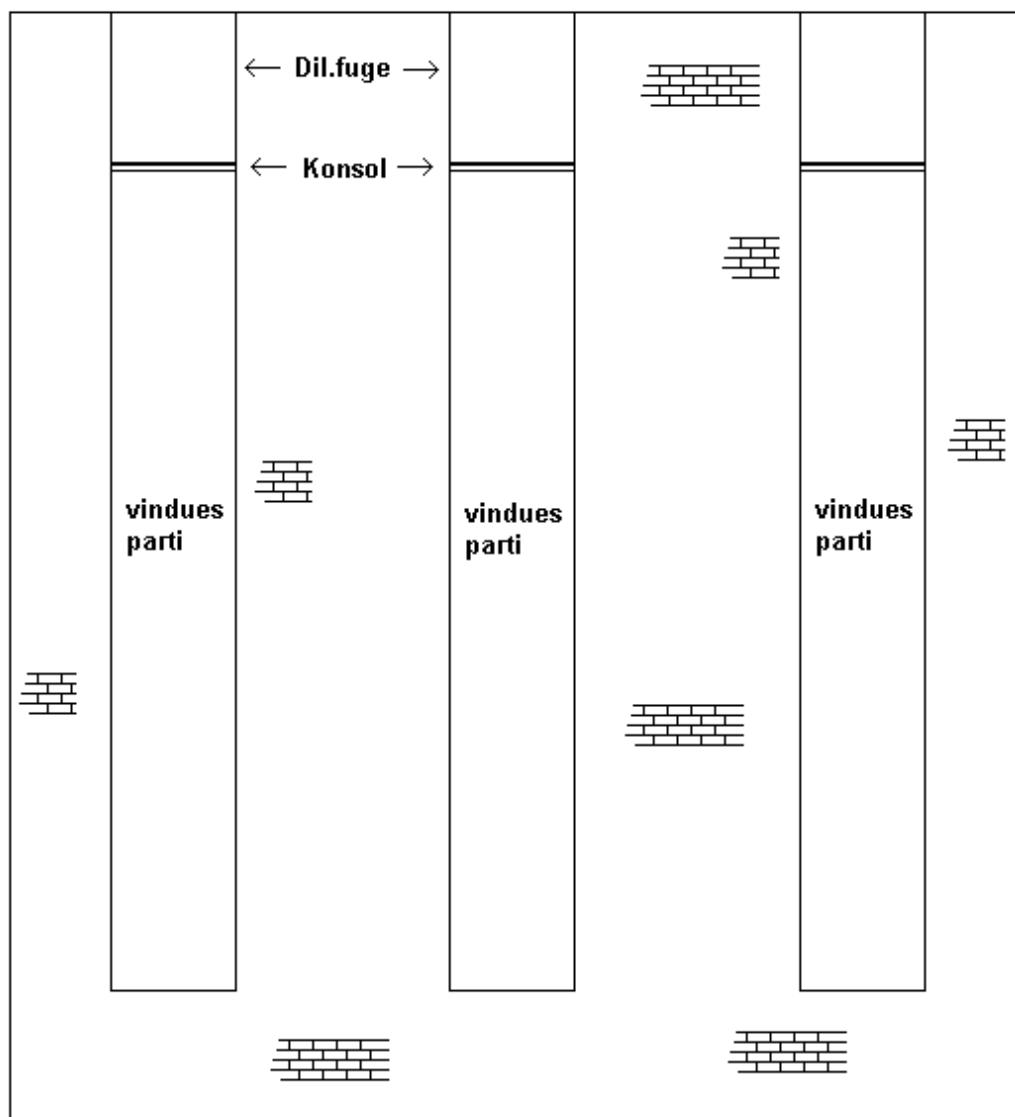
De selvbærende bjælker må ikke mellemunderstøttes, og de aktuelle længder for selvbærende bjælker er således maksimallængder.

18.6. Dilatationsfuge ved enderne af konsolrækken

Området over konsollen skal adskilles fra det øvrige murværk, hvor bevægelserne er større, idet disse "starter" ved fundamentet, mens for murværket over konsollen "starter" bevægelserne ved konsollen. Dvs. på grund af temperaturbetingede bevægelser kan det murværk, der starter ved fundamentet, have bevægelser på 2-3 mm i forhold til det murværk lige ved siden af, der starter ved konsollen.

Adskillelsen foretages med en dilatationsfuge.

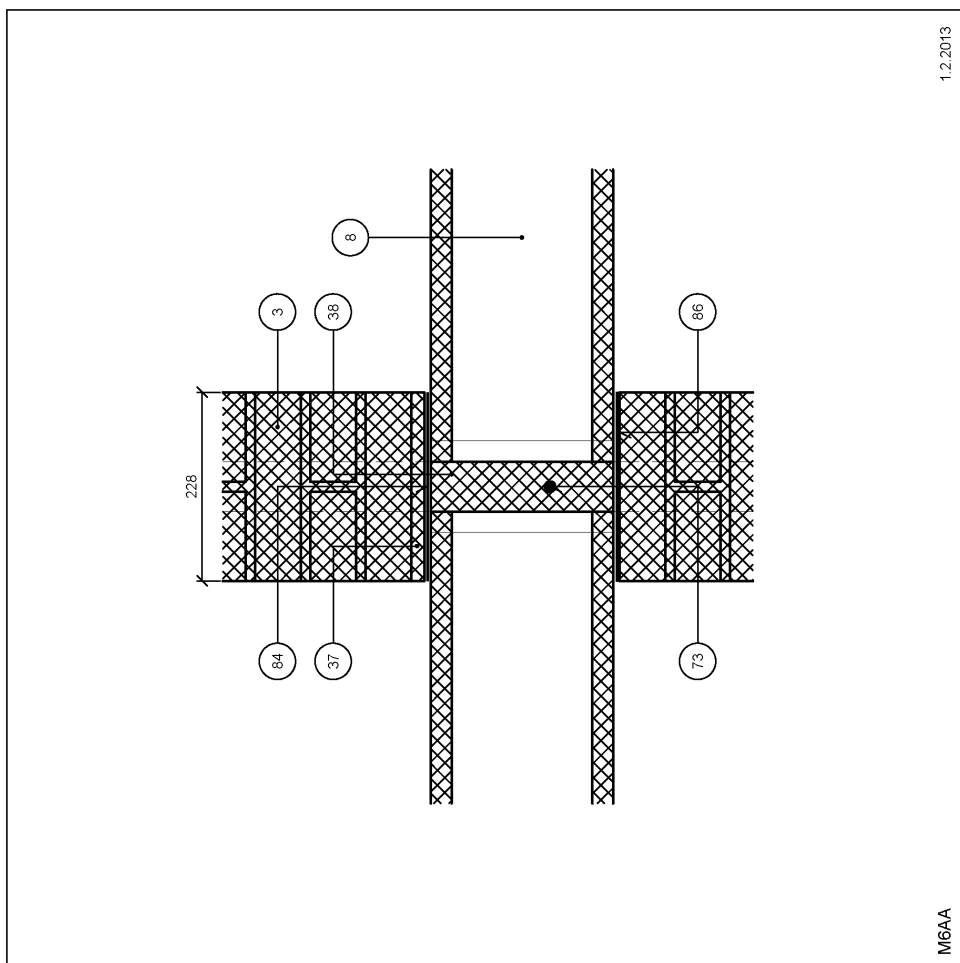
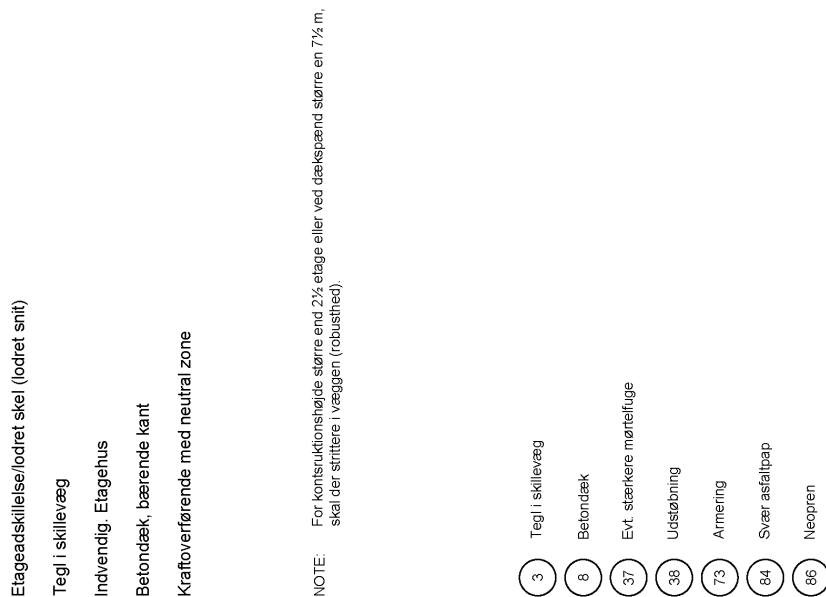
Dilatationsfugen kan også placeres vandret under konsollerne, såfremt der monteres konsoller i hele væglængden. Disse vandrette dilatationsfuger syner ikke så kraftigt.



Figur 18.11. Dilatationsfuger ifm. konsoller

19. Etagedæk/beton

Etagedæk på murede vægge udføres som vist på efterfølgende figur.

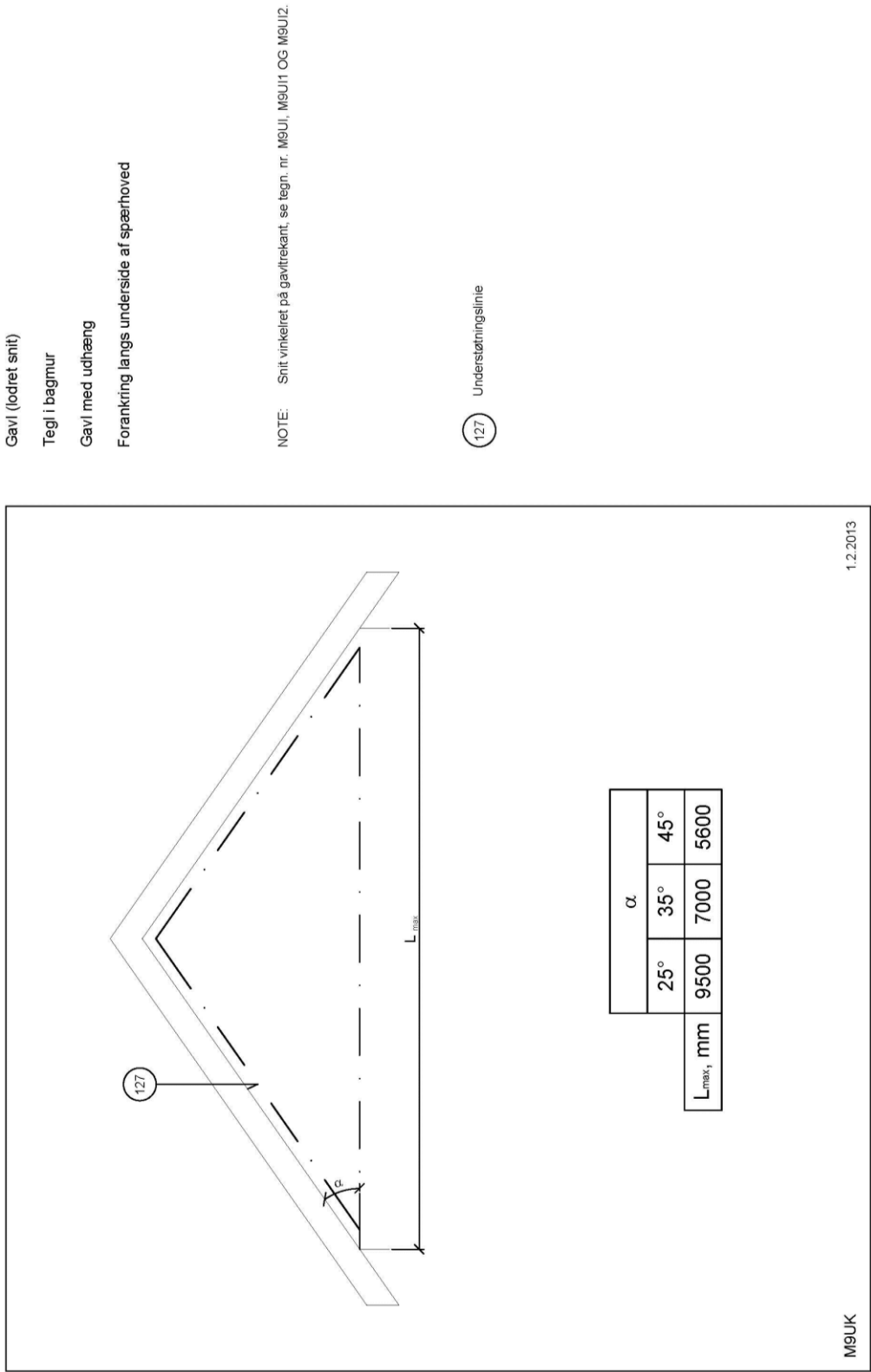


Figur 19.1. Etagedæk

Som trykudlignende lag kan benyttes svær asfaltpap, neopren eller lignende. Bemærk, at bredden af det trykudlignende lag bør være ca. 10 mm mindre end væggen således, at trykket overføres på den centrale del af væggen. Herved reduceres risikoen for revner/kantafskalninger mm. markant, da dækket undergår andre bevægelsesmønstre end væggen. Dækket vil typisk få en mindre rotation ved vederlaget og kan undergå svindbevægelser i starten, som kan optages af den aktuelle løsning.

20. Gavltrekanter

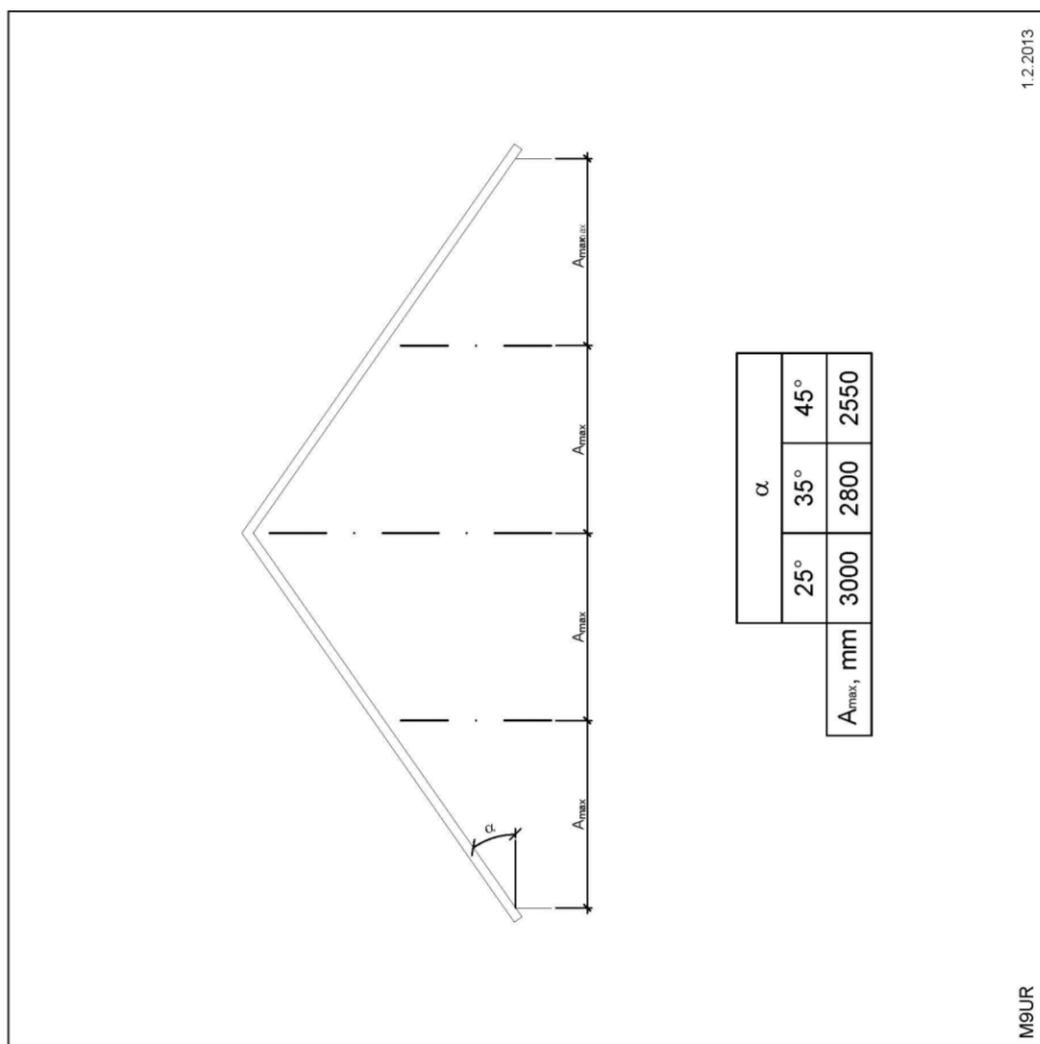
Gavltrekanter skal forankres langs de skrå kanter eller gennem lodrette stolper, som vist efterfølgende.



Figur 20.1. Gavltrekant forankret langs kanten

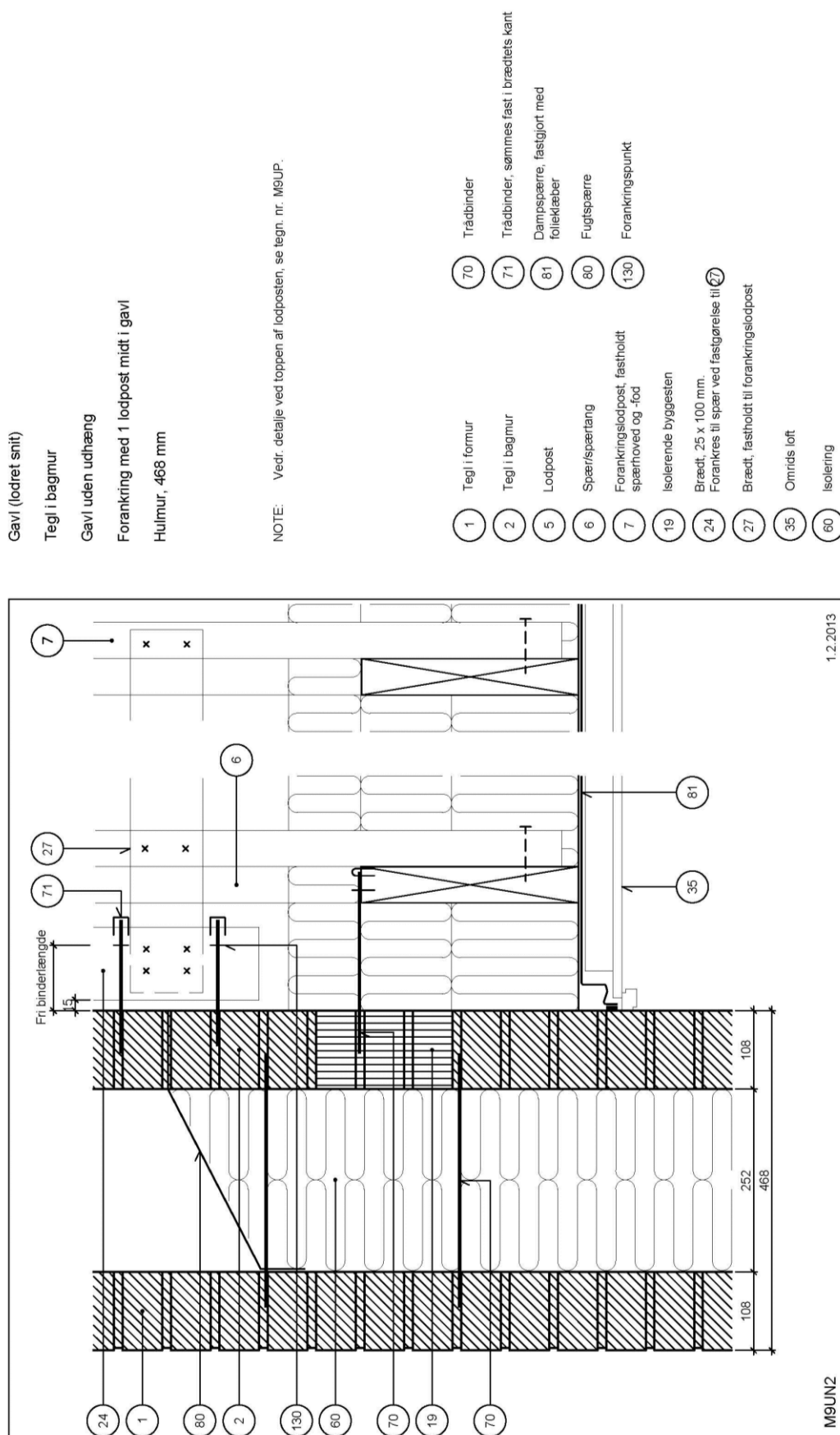
Gavl (lodret snit)
Tegl i bagmur
Forankring med 3 lodposter

NOTE: Vedr. detalje ved bunden af lodposten, se tegn. nr. M9UN2.
Vedr. detalje ved toppen af lodposten, se tegn. nr. M9UP2.



Figur 20.2. Gavltrekan forankret til lodrette stolper

Selve forankringen foretages således, at Ø4-binderen får en vis længde (100-250 mm) mellem forankringen i gavlen og i tagkonstruktionen. Som f.eks. vist på efterfølgende figur.



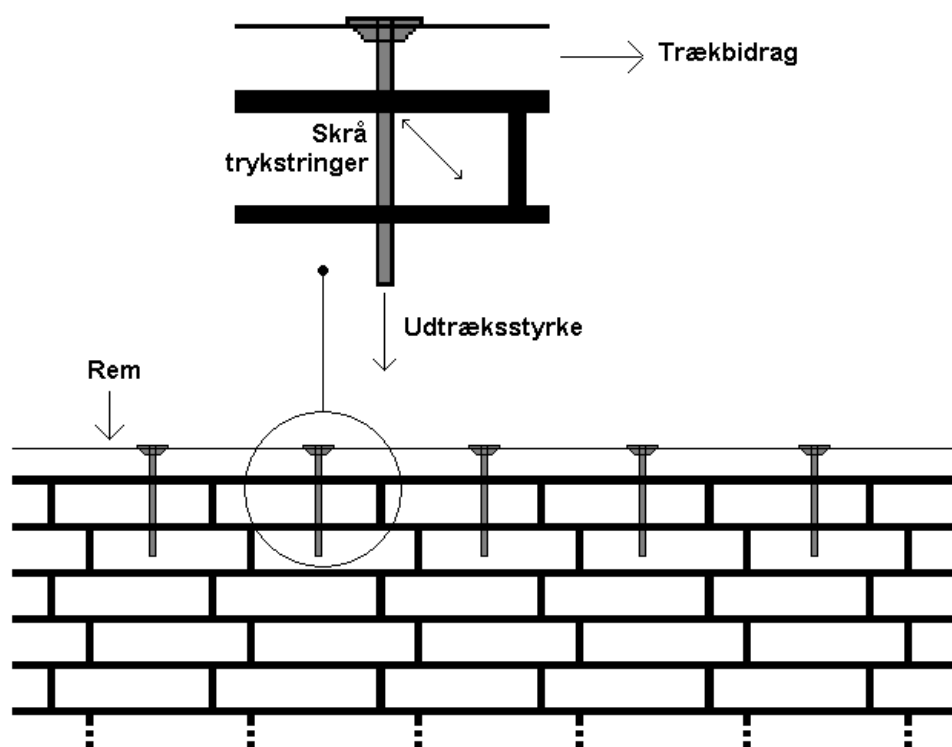
Figur 20.3. Forankring med fleksibilitet

21. Tagrem

Tagremmen bør ikke være tyndere end 38 mm og bredden lidt mindre end murens bredde. For en normal 108 mm væg anvendes typisk 45 × 95 mm konstruktionstræ som tagrem.

Tagremmens funktion er at fordele den lodrette last fra spærene på murværket. Et eventuelt opadrettet sug i tagkonstruktionen må ikke forplante sig til murværket gennem remmen. Det opadrettede sug skal alene optages gennem forankringer (se afsnit 2.3) og overføres til betonfundamentet.

Derimod udveksles der vandrette kræfter mellem tagrem og murværk ifm. optagelse og fordeling af de vandrette kræfter fra vindlast på tag (skivevirkning). Dette medfører, at tagremmen skal forankres til 2. eller 3. skifte med dyvler, indlimede gevindstænger eller tilsvarende. Se efterfølgende figur.



Figur 21.1. Tagrem/Tagfod



Figur 21.2. Forankring med Ø10 indlimede gevindstænger

22. Tagudhæng

Tagudhæng beskytter konstruktionen, murværket og specielt mørtelfugerne. Selv et lille tagudhæng på 40 cm, reducerer vandbelastningen på facaderne kraftigt. Det anbefales derfor at udføre murede konstruktioner med tagudhæng.

Et altandæk, der leder vandet frem til forkant altan, hele vejen rundt om en fleretagers bygning, kan give samme konstruktive beskyttelse som et tagudhæng.

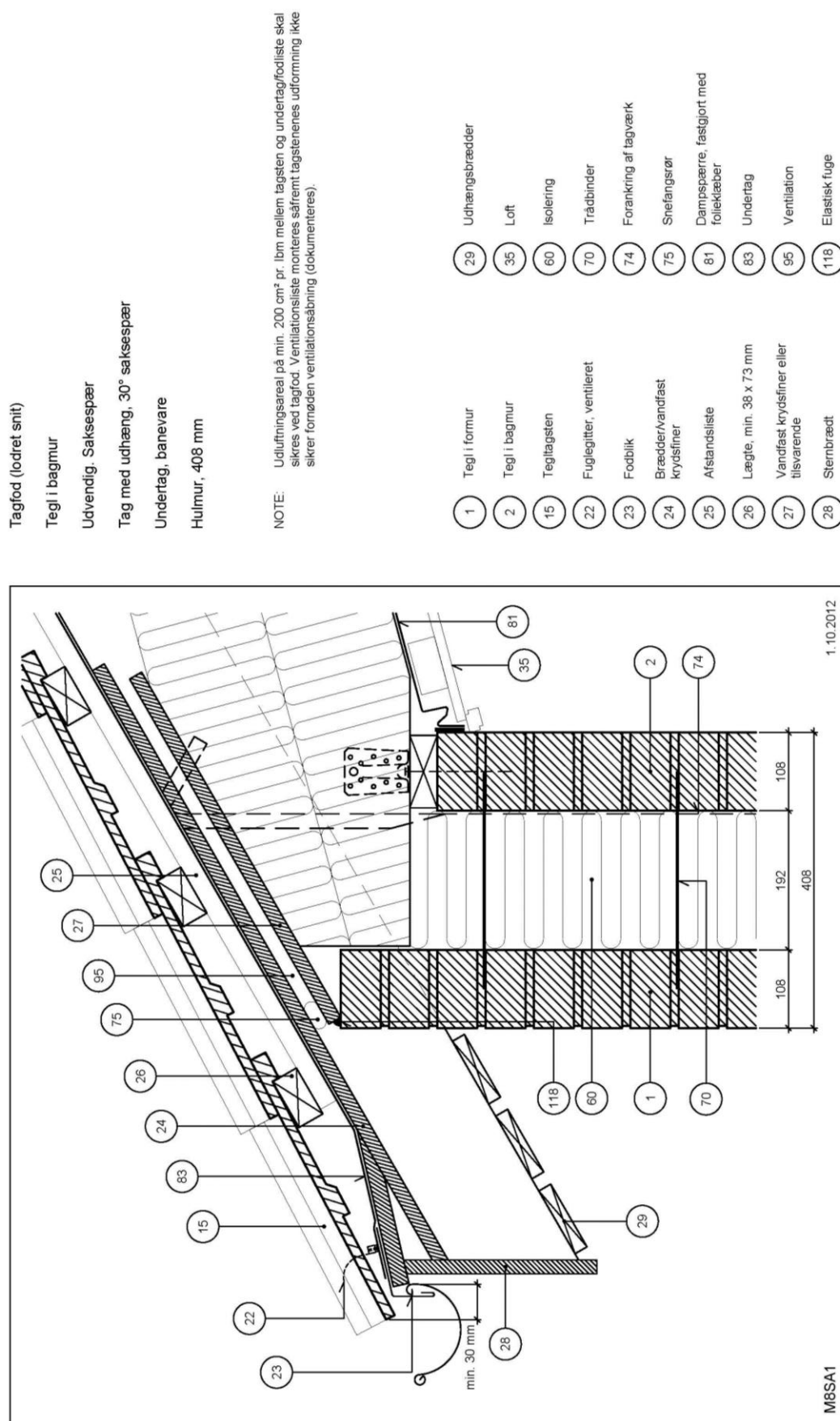
23. Tag. Lægning af tagsten

For valg af undertag henvises der til www.doku.dk. Der vælges et undertag, som har mindst ligeså lang levetid som selve tegltaget.

Selve oplægningen af tegltaget skal, hvis der ikke findes en oplægningsvejledning fra leverandøren, som udgangspunkt udføres som angivet i vejledningen "TEGL 36 – Oplægning af Tegltage". Seneste udgave af vejledningen er fra november 2005.

Der skal generelt iagttages følgende:

- Undertaget skal opfylde kravene angivet på hjemmesiden www.duko.dk.
- Det skal sikres, at der etableres den af tagstensleverandøren krævede ventilation under tagstenene.
- Der skal generelt etableres en 25 mm luftspalte mellem undertag og underside lægter. Herudover skal det ved tagfod, kip, skotrende og grater sikres en ventilationsspalte på mindst 200 cm²/lbm.



Figur 23.1. Tagfod

- Oplægningen udføres håndværksmæssigt bedst ved forinden lægningen at udføre en prøveoplægning af de leverede tagsten, således at lægteafstanden kan blive optimal. Inden oplægningen opstartes, skal den optimale dækbredde findes, igen ved prøveoplægning.
- Ved at sikre den helt korrekte lægteafstand og dækbredde vil tagstenene ligge plant og "tæt" pakket, hvilket betyder, at åbningerne ved de skrå hjørneafskæringer bliver mindst mulige.
- Alle tagsten skal bindes langs alle frie kanter og åbninger, og på fladerne skal hver anden tagsten bindes diagonalt.
- Ved udsat beliggenhed, skal alle tagsten bindes.
- Rygninger og grater skal udføres således, at rygningstenene netop rører ved tagstenene. Dette forhindrer at de kan dreje sig, hvis de udføres mørtelfrit.

Tag (lodret snit)

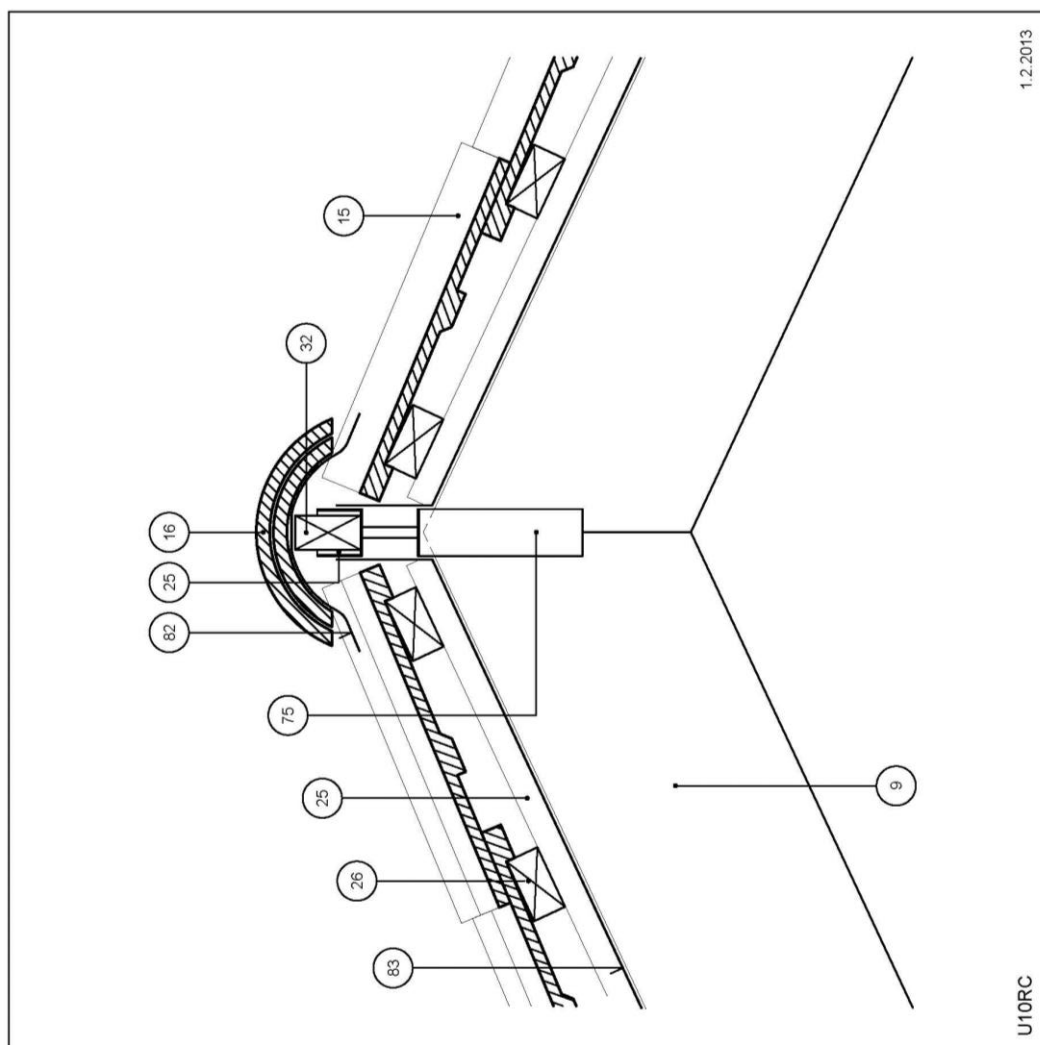
Rygning

Mørtelfri, 25° taghældning, ventileret rygning

NOTE: Løsningen kan anvendes for falsstagsten, såfremt tudtagsten eller lign. placeres i umiddelbar nærhed af ventilationsstuds i undertag.

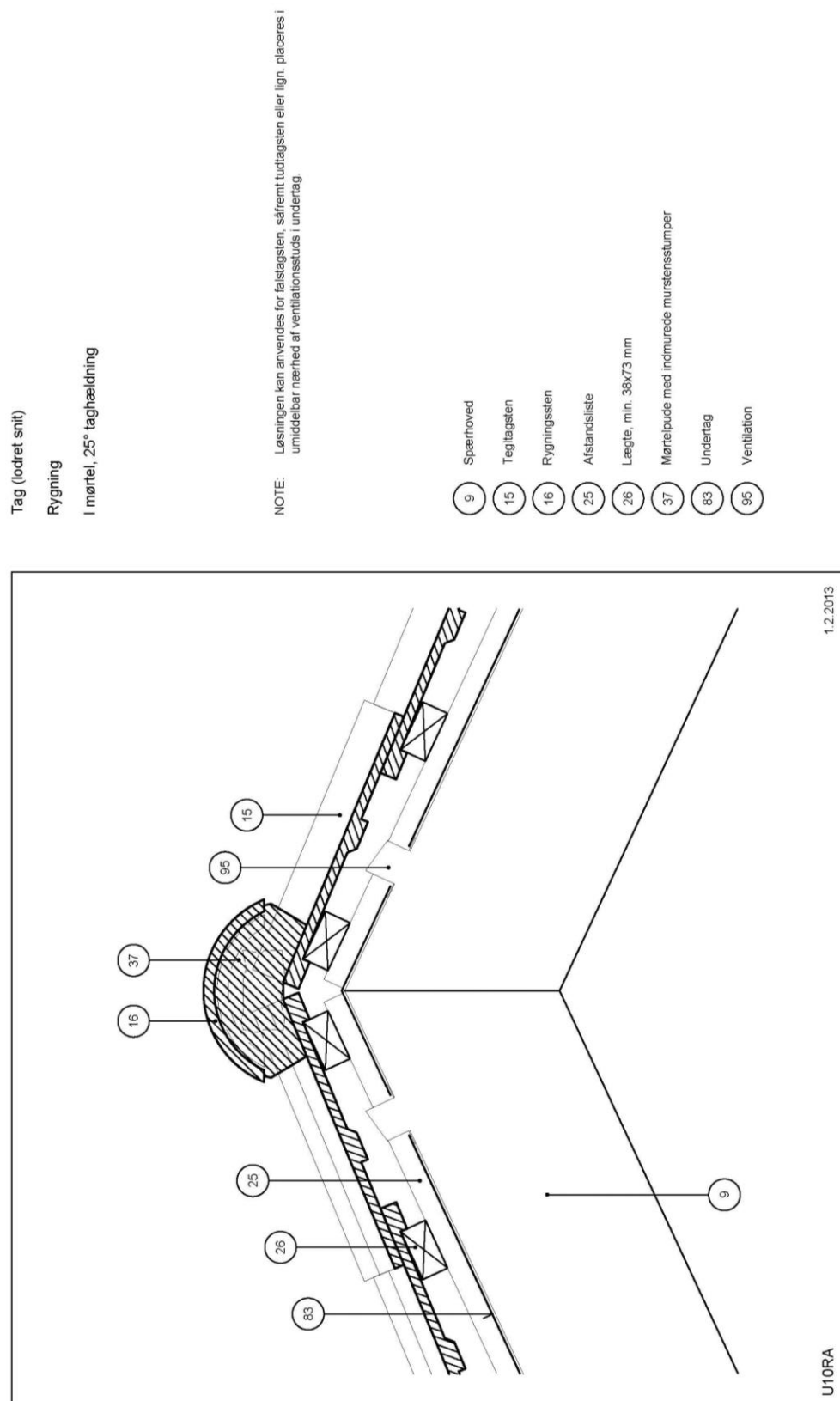
Udluftningsareal mellem øverste række tagsten og rygningsssten på min. 200 cm² pr. lbm. skal sikres. Krævet ventilationsareal gælder også for gratbånd, hvor udluftningsareal på min. 200 cm² pr. lbm. skal være til stede.

- 9 Spærhoved
- 15 Tegllagsten, øverste tegllagsten er en topsten
- 16 Rygningssten
- 25 Afstandsliste
- 26 Lægte, min 38x73 mm
- 32 Toplægte
- 75 Toplægteholder
- 82 Gratbånd
- 83 Undertag



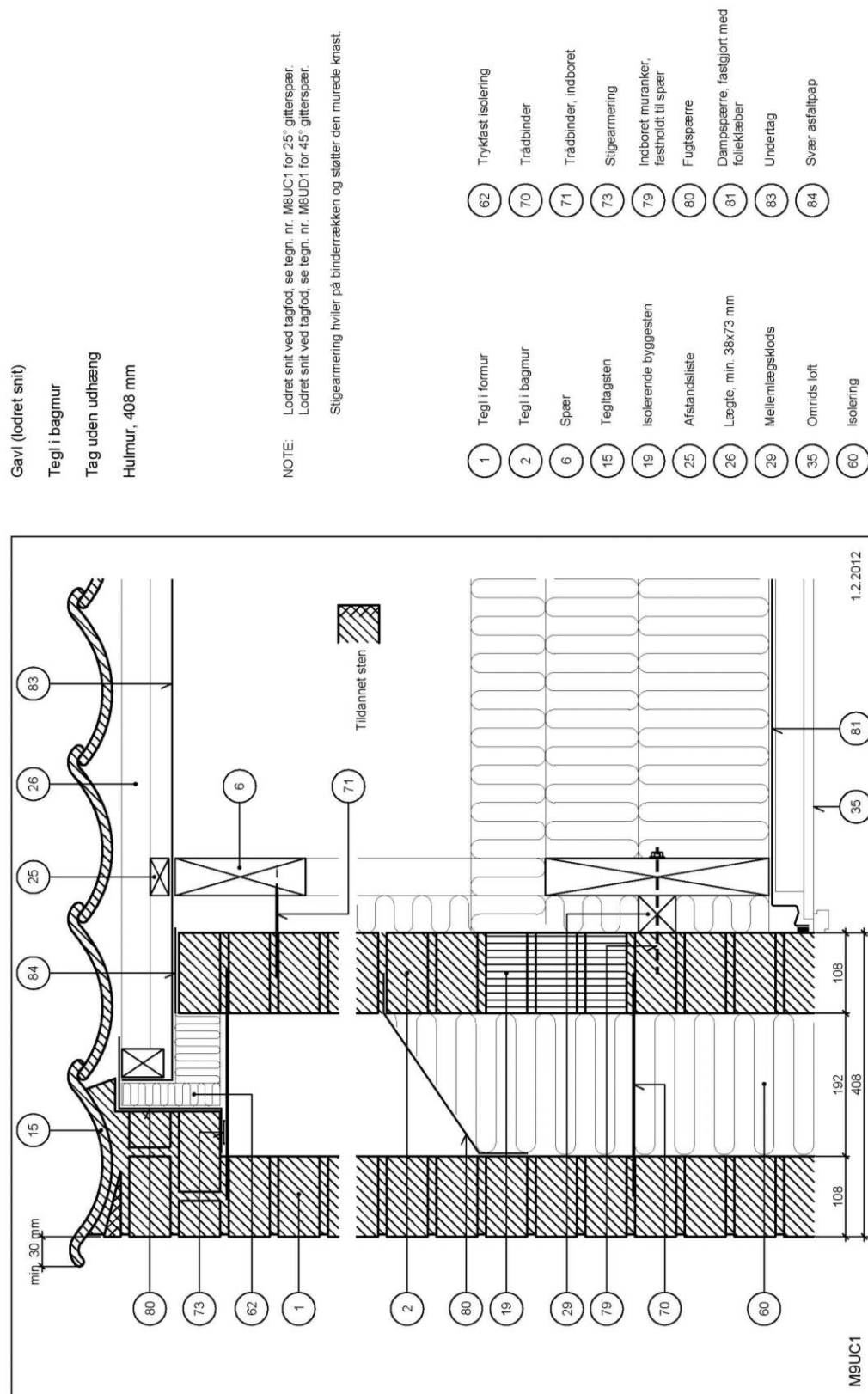
Figur 23.2. Rygning. Mørtelfri løsning

Udføres rygninger i mørtel, skal de forvandes og svummes inden oplægningen. Det skal sikres at der er 100 % kontakt mellem mørtel og rygningsssten, og mørtlen må ikke være svagere end en KC 35/65/650.



Figur 23.3. Rygning. I mørtel

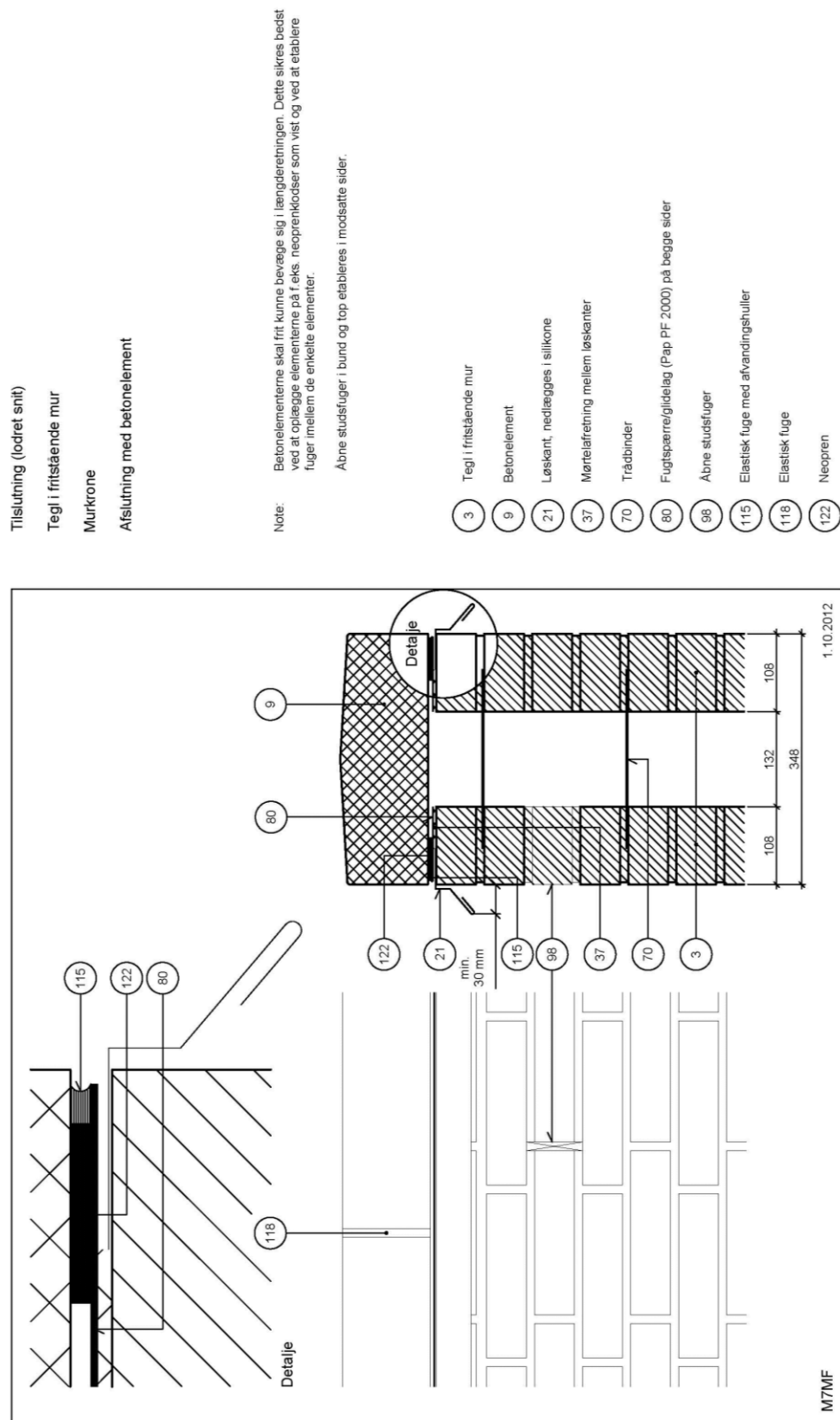
- Hvis taget afsluttes ved gavle med tagsten monteret i mørtel skal underlaget for tagstenene være mindst en bredsten eller 17 cm, og der skal være kontakt mellem mursten/mørtel/tagsten på hele arealet. Arbejdet skal i øvrigt udføres som ved rygninger.



Figur 23.4. Rygning. Gavl

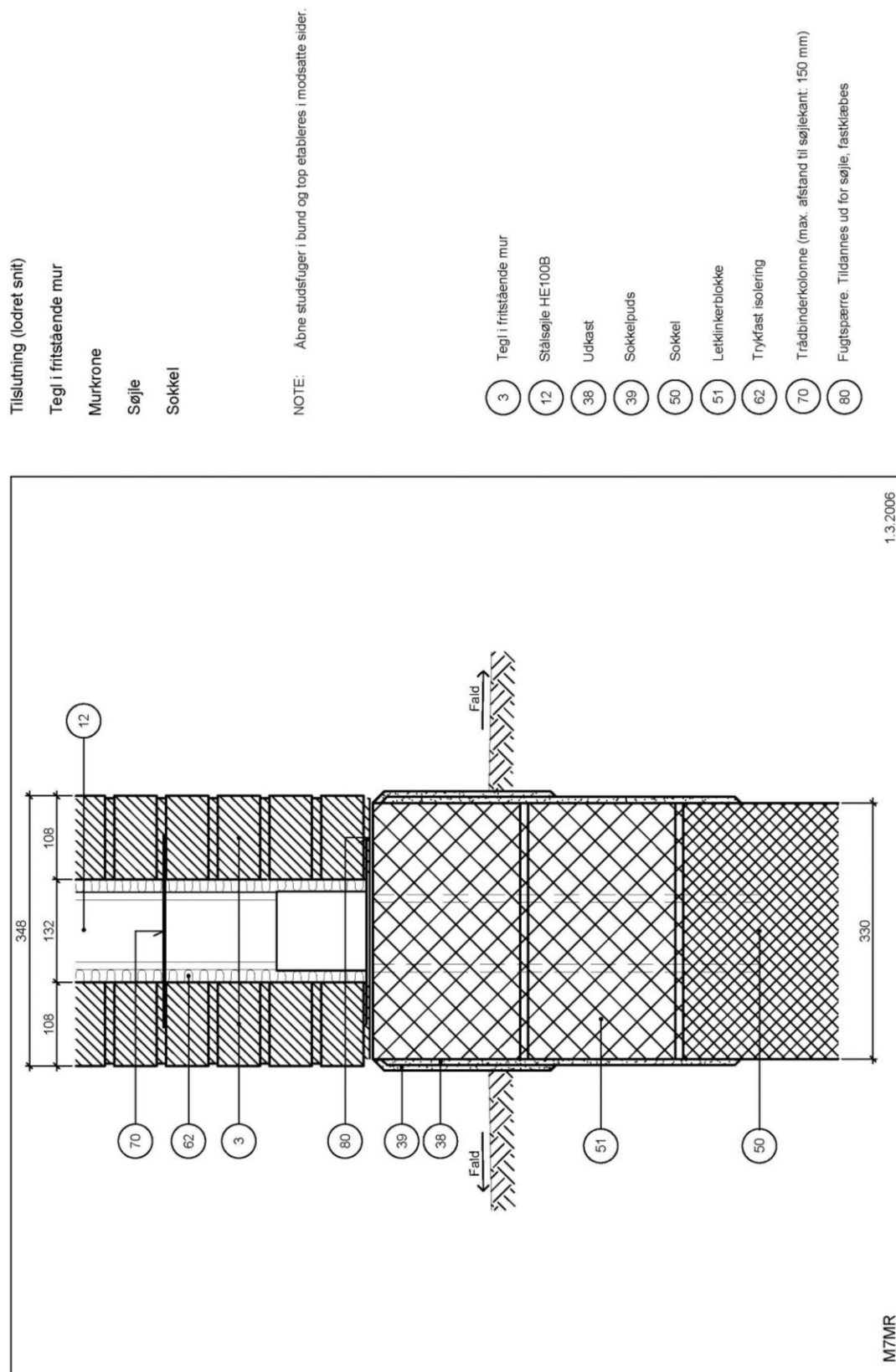
24. Fritstående vægge

Fritstående vægge udføres som vist på efterfølgende figurer.



Figur 24.1. Læmur. Øverste del

Ovenstående løsning tager hensyn til såvel vandrette, som lodrette temperaturbetingede differensbevægelser, som følge af, at læmure typisk har en skygge og solside.



Figur 24.2. Læmur. Nederste del

Såfremt læmuren udføres i Z-forløb, kan muren afstive "sig selv".

Er den fritstående mur lige, afstives denne med f.eks. stålsøjler. Afstanden mellem stålsøjlerne skal beregnes, men vil typisk give vægfeltet omkring 6-8 kvm.

Normalt udføres dilatationsfuge mellem hus og fritstående mur, da der typisk er differensbevægelser mellem de 2 konstruktioner pga. den forskelligartede belastning på fundamentet. Alternativt kan der indlægges bindere/armering mellem de 2 konstruktionsdele, hvilket dog er en nødløsning.

Som følge af at fritstående mure har en sol- og skyggeside, bør der ved væglængder på over 6 meter udføres dilatationsfuge i enden på fritstående vægge, som vist på efterfølgende figur.



Figur 24.3. Dilatationsfuger i læmure større end 6 m

I fritstående mure bør hulrummet ventileres for at skabe muligheder for vandafgivelse ved fordampning fra de indvendige murflader. Det gøres ved at lade et antal studsfiger stå tomme foroven og forneden i begge sider.

Afstanden mellem de tomme studsfiger kan f.eks. være 1/2 m (2 løbere). I nederste skifte skal fugerne være tomme helt ned til paplaget på fundamentet, og der må ikke ligge "spildmørtel" på paplaget. For at undgå dette kan der anvendes slæbebatts eller mørtelspildsbræt.

25. Referencer

- Generel videndatabase omkring murværk:
www.mur-tag.dk
- Mur- og tagdetaljer til fri anvendelse:
www.mucdesign.dk/murtag
- Projekteringsværktøj for rådgivende ingeniører til murværk:
www.EC6design.com
- Artikel omkring dilatationsfuger:
http://www.mur-tag.dk/fileadmin/filer/Artikler/Dilatationsfuger_-_Artikel_2011_maj.pdf
- Niveaufri adgang og terrændæk:
BYG-ERFA erfaringsblad (19) 13 12 31
- Kældre og krybekældre – fugtsikring og varmeisolering:
BYG-ERFA Erfaringsblad (19) 12 11 08
- Revner i skal- og formure fra temperaturbetingede bevægelser:
BYG-ERFA Erfaringsblad (21) 98 05 25
- Artikel omkring indlæggelse af fugtspærre:
http://www.mur-tag.dk/fileadmin/filer/Teknik_diverse/Vejledning_fugtspærre_2_udg_aug-2013.pdf
- Dimensionering af EPS-søjler:
<http://www.mur-tag.dk/index.php?id=587>
- Udførelse af EPS-søjler:
http://www.mur-tag.dk/fileadmin/filer/Teknik_diverse/Udfoerelse_EPS_soejler_pdf.pdf
- Pjecen Radon i boliger fra Bygge- og Boligstyrelsen:
http://erhvervsstyrelsen.dk/file/7663/radon_i_enfamiliehuse.pdf
http://erhvervsstyrelsen.dk/file/1953/radon_nybyggeri.pdf
- DS 418:2011 – Beregning af bygningers varmetab
- Vejledning om fugtspærre i murværk, Teknologisk Institut, 2011:
http://www.mur-tag.dk/fileadmin/filer/Teknik_diverse/Vejledning_fugtspærre_2_udg_aug-2013.pdf
- Tegl 37, Forlaget Tegl, 2010:
http://www.mur-tag.dk/fileadmin/filer/Pjecer/tegl_37_2010.pdf
- Videoklip om udførelse fugtspærre ved sokkel og over åbninger, i alt 5 stk. link??
- Murpappens funktion og Indlæggelse af murpap, artikler i videndatabasen
- Vejledning om materialer, Murpap og TB-rende, artikler i videndatabasen
- TB-rende, montering mv. Artikel i videndatabasen
- Murerhåndbogen, Forlaget Tegl, ny udgave hvert år
- Tegl 36, Oplægning af Tegltage, Forlaget Tegl