

# Teknisk brosjyre

## TEGLMURVERK



Foto: Marko Huttunen - Arkkitekt: K2S Architects Ltd

<b>INNHold</b>	<b>SIDE</b>
Kap. 1. Materialer	
Teglstein	1.1 3
Murmørtel	1.2 4
Hulromsisolasjon	1.3 4
Fugearming	1.4 5
Beslag og tilbehør	1.5 6
Kap. 2. Krav til utførelse	
Muring	2.1 6
Fuger	2.2 7
Forband	2.3 8
Toleranser	2.4 9
Murverksklasser - Krav til kontroll	2.5 9
Beskyttelse og temperaturforhold	2.6 9
Rengjøring og syrevask	2.7 10
Saltutslag	2.8 10
Kap. 3. Forankring	
Vegghøyde og fri binderlengde	3.1 11
BI-forankringssystemer	3.2 11
Plassering av bindere	3.3 12
Etterforankring	3.4 13
Kap. 4. Teglforglending	
Konstruksjonsprinsipp	4.1 14
Teglens bæreevne	4.2 14
Fundament	4.3 15
Fuktsperre og glidesjikt	4.4 15
Bevegelsesfuger	4.5 15
Selvbærende, rette overdekninger	4.6 16
Konstruksjonsdetaljer	4.7 19
Beskrivelse ihht NS 3420-N:2012	4.8 24
Kap. 5. Skallmurvegg	
Konstruksjonsprinsipp	5.1 25
Indre vange	5.2 25
Lastbærende elementer	5.3 25
Konstruksjonsdetaljer	5.4 26
Beskrivelse ihht NS 3420-N:2012	5.5 27
Kap. 6. Diafragmavegg	
Konstruksjonsprinsipp	6.1 28
Ribbeforsterket skallmurvegg	6.2 28
Spesielle utførelseskrav	6.3 29
Kap. 7. Murte innervegger	
Brann- og lydskillevegg mot takkonstruksjon	7.1 29
Skillevegg mot yttervegg	7.2 30
Overgang vegg og dekke for ikke-bærende vegger	7.3 30
Kap. 8. Skorsteiner i tegl	
Materialvalg	8.1 31
Utførelse	8.2 31
Oppstillingsvilkår	8.3 31
Brannmur	8.4 31
Ildsted	8.5 31
Beslag	8.6 32
Kap. 9. Puss og overflatebehandling	
Tegl som underlag for puss	9.1 33
Tilrettelegging av pussarbeid	9.2 33
Spesielle pussbehandlinger	9.3 33
Maling	9.4 33
Antigraffiti-behandling og impregnering	9.5 34
Innvendig puss	9.6 34
Anbefalte pussløsninger	9.7 34
Kap. 10 Tekniske data	
Varmeisolasjonsevne	10.1 35
Lydisolasjonsevne	10.2 36
Brannmotstandsevne	10.3 36

Anvisningene i teknisk brosjyre er gjeldene for produkter levert av Wienerberger as.

## 1. MATERIALER

### 1.1 TEGLSTEIN

Teglstein skal tilfredsstillende kravene i gjeldende produktstandard NS-EN 771-1 Murprodukter av tegl. Produktstandarden definerer hvilke egenskaper som skal deklarerer i henhold til spesifisert prøvemåte.

#### Formater

Format på teglstein er forbundet med tradisjoner og varierer fra land til land. Eksempler på de mest benyttede formatene i Norge:

- Norsk Normalformat NF:  
228 x 108 x 62 mm
- Dansk format DF:  
228 x 108 x 54 mm
- Modulformat MRT75 / MRT 60:  
285 x 85 x 75 mm og MRT60 285 x 85 x 60 mm
- WF-format:  
210 x 100 x 50 mm
- WDF-format / EF-format:  
210x 100 x 65 mm / 215 x 100 x 65 mm

Tillatte toleranseavvik i forhold til de nominelle produksjonsmålene deklarerer av produsent for hver tegltype i henhold til EN 771-1.

#### Klima og kvalitet

Det norske klima preges av mye nedbør og mange fryse-tinesyklus i løpet av en vinter, noe som gir stor klimapåkjenning på alle fasadematerialer. Det er derfor svært viktig at det benyttes tegl som tåler det norske klima. I henhold til produktstandard skal teglsteinens frostmotstandsevne evalueres og deklarerer etter bestemmelsene som gjelder på stedet der produktene er beregnet brukt.

Alle tegltypene Wienerberger AS selger på det norske markedet er deklarerert i den strengeste frostmotstandsklassen, Klasse F2. Det er viktig å benytte riktig tegl til ulike bruksområder, basert på erfaring vil vi kunne stille særskilte krav til teglmateriale i utsatte konstruksjoner.

#### Betegnelser

##### • Fasadetegl

Teglstein til fuget murverk, der det stilles spesielle krav til teglens utseende, målnøyaktighet, klimabestandighet og frostmotstandsevne. Fasadetegl skal ha tilfredsstillende egenskaper til bruk i ubeskyttet, utvendig murverk. Fasadetegl betegnes ofte etter produksjonsmetode, f.eks. ekstrudert, bløtstrøken eller håndbanket tegl.

##### • Murtegl

Teglstein til bruk i murverk som skal pusses, og det ikke stilles krav til teglens utseende og målnøyaktighet. Murtegl som utsettes for klimatiske påkjenninger skal ha tilfredsstillende frostbestandighet.

##### • Hulltegl

Teglstein med gjennomgående hull vinkelrett på steinens liggeflate. Hullareal deklarerer i henhold til produktstandard, grupperes i henhold til NS-EN 1996-1-1. Ekstrudert teglstein / maskintegl produseres i all hovedsak som hulltegl, dette er produksjonsøkonomisk, energibesparende og gir ofte bedre teknisk kvalitet.

##### • Massivtegl

Teglstein uten gjennomgående hull, men kan ha fordypninger i liggeflaten. Bløtstrøken og håndbanket tegl produseres som massivstein. Ekstrudert tegl kan også produseres som massivstein og benyttes ofte i konstruksjoner der det stilles spesielle krav til brannmotstand og lydisolasjonsevne.

##### • Konstruksjonstegl

Teglstein med store hull for vertikalarmering og utstøping. Hullene kan prefabrikeres eller kjerneborres på byggeplass.

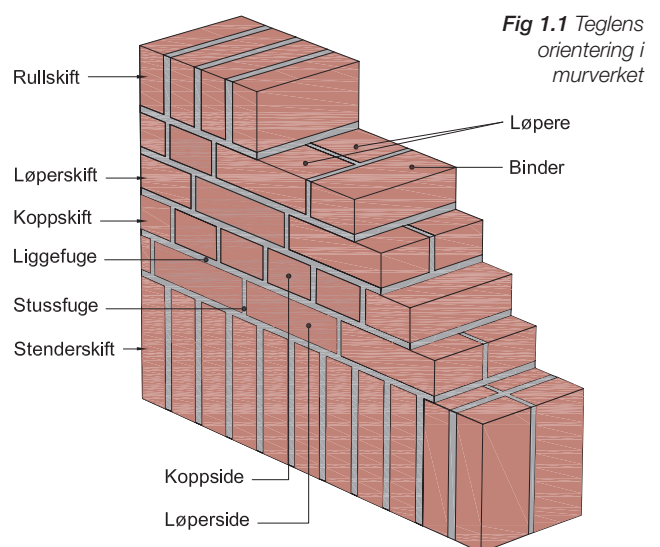
##### • Formtegl / Smittegl

Formtegl kan produseres i et utvalg farger etter målsatt skisse. Formtegl / smittegl med skrått eller buet hjørne kan være standardprodukt for noen tegltyper.

#### Teglsteinens orientering i murverket

Teglsteinen blir ofte betegnet etter hvordan den blir brukt i murverket. Teglstein som ligger med sin lengderetning parallelt med murverkets lengderetning kalles en løper. Et løperskift består således av stein med løpere. Ligger teglen på tvers kalles den for binder eller kopp. Et skift med bare kopper betegnes følgelig som koppskift. Ved vanlig muring legges steinen på flasken, dvs på sin største flate.

Et skift består av et lag stein inklusiv fuge. Rullskift er skift med stein på tvers, vanligvis stående på sin løperside. Stenderskift er betegnelsen på parallelle løpere som normalt står vertikalt på sin koppside.



## 1.2 MURMØRTLER

Fabrikkframstilte tørrmørtler skal være i overenstemmelse med NS-EN 998 – 2 Krav til mørtel til murverk. Standarden deler inn mørtlene på ulike måter:

**Funksjonsmørtel:** Mørtel med sammensetning som skal gi bestemte egenskaper.

**Reseptmørtel:** Mørtel med bestemt blandingsforhold som gir antatte egenskaper.

Murmørtler kan være sementbasert eller kalk-sementbasert, normalt benyttes kvalitet M5 - M10 til muring av innvendig og utvendig, ikke-bærende teglkonstruksjoner. For bærende konstruksjoner kan det være nødvendig med høyere mørtelfasthet.

Til rehabilitering av eldre murverk skal murmørtel i større grad tilpasses eksisterende mørtel.

Murmørtler skal ha en sammensetning som er tilpasset teglsteinens sugegenskaper for å oppnå tilsiktet samvirke mellom mørtel og tegl. Mørtelegenskaper og samvirke mellom mørtel og valgt teglprodukt skal dokumenteres av mørtelprodusent.

Samvirkeegenskapene kan dokumenteres ihht NS-EN 1052-3. Dersom dette ikke prøves særskilt deklarerer en tabulert verdi ihht NS-EN 998-2, annex C. NS-EN 998-2, Annex C angir at karakteristisk opprinnelig skjærheftfasthet for funksjonsmørtler sammen med murprodukt i overenstemmelse med NS-EN 771-1 skal være minst 0,15 N/mm<sup>2</sup>. (0, 30 N/mm<sup>2</sup> for tynnfugemørtel).

**Tabell 1.2** Veiledende mørtelforbruk ved 15 mm fuge

Format	Mørtelforbruk
NF / DF - format	ca. 70 kg tørr mørtel / m <sup>2</sup>
MRT85 - format	ca. 50 kg tørr mørtel / m <sup>2</sup>
MRT60 - format	ca. 60 kg tørr mørtel / m <sup>2</sup>
WDF / EF - format	ca. 70 kg tørr mørtel / m <sup>2</sup>

## 1.3 HULROMSISOLASJON

Murplaten er spesielt utviklet til varmeisolasjon i hulrom i skallmurvegger eller vegger som skal forblendes med tegl. Murplaten har spesielle drenerende, og/ eller vannavvisende egenskaper som hindrer vann i å trenge gjennom platen og inn i bakvegg.

Platen festes med bindere og isolasjonsholder med dryppnese, mot bakvegg i veggkonstruksjonens hulrom. Det skal benyttes minst 2 bindere pr. plate.

**Tabell 1.3** Egenskaper og dimensjoner for Glava og Rockwool murplate

	Glava Murplate 32	Rockwool Murplate 32
Deklarert varmekonduktivitet	0,032 W/mK	0,034 W/mK
Brannklasse	A2-s1,d0	A1
Bredde mm	600	600
Lengde mm	1200	1200
Tykkelser mm	50, 70, 100, 150	50, 100, 150

## 1.4 FUGEARMERING

Eventuell fugearmering skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 845-3.

Det skal benyttes minimum rustfritt stål kvalitet,

- kamstål, min  $\phi$  5 mm,
- eller armeringsstiger

Fugetykkelsen skal være minst 1,5 x stangdiametere.

Armeringen skal fullstendig omhylleres av mørtel.

Armering bør ha en mørteloverdekning på minst 15 mm (senter armering).

Avstand mellom to armeringsjern i samme fuge er min 20 mm, maks. 2 jern i hver fuge, ett jern for steinbredde under 100 mm.

Armering skjøtes med omfaringslengde 300 mm.

Generelle anbefalinger for bruk av horisontalarmering i teglmurverk;

- Som fordelingsarmering i topp og bunn av teglfasaden
- Hjørnearmering ca 1,3 m til hver side, 0,5 m forbi ytterste binder, 2 stk pr. høydemeter i ommurte hjørner.
- Spenningsfordeling i kritiske snitt
- I overdekninger med lysåpning større enn 1,5 m
- For å øke murverkets bøyestrekfasthet der det er nødvendig
- Teglmurverk har normalt ikke behov for svinnarmering

Fugearmering levert av Wienerberger AS:

### BI murverksarmering

Kamstål, rustfritt      Dimensjon: Diameter  $\phi$  6 mm, lengde 6 m  
 Dimensjon: Diameter  $\phi$  8 mm, lengde 8 m

### BI-Fagverksarmering

Rustfritt stål      Dimensjon: 2 x  $\phi$  3,0 mm, lengde 4,0 m

**Tabell 1.4** Krav til korrosjonsbeskyttelse av fugearmering og trådbindere av stål i de ulike eksponeringsklasser. (NS-EN 1996-1-1:2005 + NA 2010, tabell NA 910)

Eksponerings-klasse <sup>a</sup>	Fugearmering <sup>b</sup> / (Armering)		Trådbindere <sup>a</sup>
	Stålkvalitet / overflatebehandling	Mørteloverdekning <sup>c</sup> C <sub>nom</sub> (mm)	Krav til stålkvalitet
MX 1	Ubehandlet stål	25 mm	Rustfritt stål <sup>f</sup>
MX 2	Overflatebehandlet stål <sup>d, e</sup>	25 mm	
	Ubehandlet stål	25 mm + puss <sup>h</sup>	
MX 3	Rustfritt stål <sup>f</sup>	25 mm	
	Overflatebehandlet stål <sup>d, e</sup>	40 mm	
MX 4	Ubehandlet stål	40 mm + puss <sup>h</sup>	
	Rustfritt stål <sup>f</sup>	25 mm	
MX 5	Overflatebehandlet stål <sup>d, e</sup>	40 mm + puss <sup>h</sup>	
	Syrefast stål <sup>g</sup>	25 mm	Syrefast stål <sup>g</sup>

<sup>a</sup> se EN 1996-2, tabell A.1.

<sup>b</sup> denne anvisning gjelder for;

- Armeringsstål med diameter større enn eller lik 6 mm og som følger NS-EN 10080
  - Fugearmering med diameter større eller lik 3 mm og som følger NS-EN 845-3
  - Trådbindere med diameter større eller lik 4 mm og som følger NS-EN 845-1
- Armering, fugearmering og trådbindere skal ha en karakteristisk øvre flytegrense på min 500 N/mm<sup>2</sup>.

<sup>c</sup> Verdien for minste mørteloverdekning er angitt som prosjekterte verdier, der det er tatt hensyn til posisjonsavvik på +/- 10 mm ved utlegging og innmuring av armeringen.

<sup>d</sup> Stålet skal være varmgalvanisert med et sinkbelegg på minst 60 g/m<sup>2</sup> (8  $\mu$ m tykkelse) og påført et minst 100  $\mu$ m tykt epoksybelegg ihht NS-EN 845-3. Alternativt kan benyttes tykkgalvanisering alene med et sinkbelegg på minst 265 g/m<sup>2</sup> (37  $\mu$ m tykkelse) ihht NS-EN 845-3.

Annen korrosjonsbeskyttelse kan benyttes dersom produsent etter særskilt utredning kan dokumentere at murverkets funksjonsdyktighet og bestandighet ikke blir redusert. Dersom korrosjonsbeskyttelsen blir skadet skal skadet parti gis ny, tilsvarende beskyttelse.

<sup>e</sup> Ved overflatebehandlet armeringsstål skal stålet varmforsinkes etter at det er bøyd.

<sup>f</sup> Rustfritt stål skal inneholde 17 – 19 % krom og 8 – 11 % nikkel.

<sup>g</sup> Syrefast stål skal inneholde 16 - 18,5 % krom, 10,5 – 14 % nikkel og 2,5 – 3,0 % molybden.

<sup>h</sup> Pusslag skal utføres som en tre-sjikts behandling ihht NS 3420 – del N5 og angitt eksponeringsklasse.



## 1.5 BESLAG OG TILBEHØR

Murfolie, EDPM membran: 375 x 25000 mm  
533 x 25000 mm

BI-Glidesjiktbeslag, rustfritt stål  
Dimensjon: 0,5x100x18x2500 mm

BI-Glidesjiktbeslag, rustfritt stål, Innvendig / utvendig hjørne  
Dimensjon: 0,5x100x (350+350) mm

### BI-Overdekningsbeslag OVB

OVB-100: For teglbredde 85 – 90 mm  
OVB-120: For teglbredde 100 – 110 mm  
Kvalitet Lakkert aluminium  
Lengde 6 m  
Standard farger Hvit RAL 9010 og Grå RAL 7030

Funksjon:

- Ivaretar drenering av inntrengt fukt
- Forenkler oppstempling
- Dekker evt hull underkant tegl

Beslaget er ikke bærende, men fungerer som katastrofesikring.  
Beslaget legges i mørtel på murte sidevanger, 100 mm inn på hver side. Avstivning i midtsnitt ved behov.

### BI- Gesimsbeslagsfeste

Kvalitet Rustfritt stål  
Lengde 2,5 m

Funksjon:

- Sikrer god utlufting
- Sikrer en optimal, teknisk og estetisk, beslagsløsning for gesims

Fig 1.5a  
Glidesjikt og membran

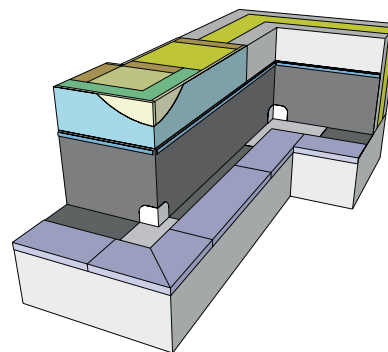


Fig. 1.5b  
BI-Overdekningsbeslag OVB

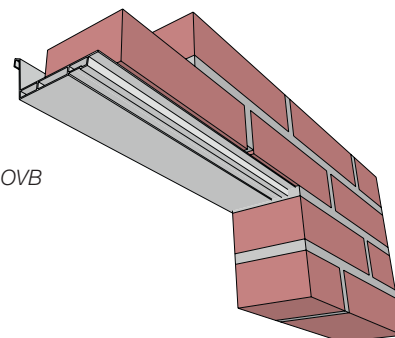
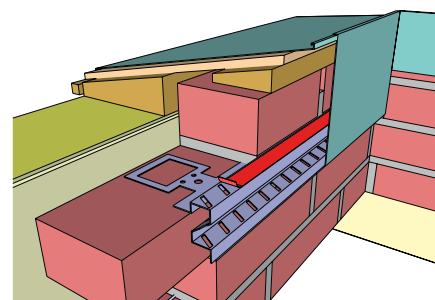


Fig. 1.5c  
Gesimsbeslagsfeste



## 2.1 KRAV TIL UTFØRELSE

### 2.1 MURING

- Anleggsflaten skal være avrettet, horisontal, rengjort og fri for is og snø.
- Det skal velges materialer og mures på en slik måte at det oppnås tilstrekkelig god heft mellom stein og mørtel. Teglstainen skal ikke forskyves etter den har satt seg, alternativt må steinen settes på nytt.
- Teglmuring utføres normalt med godt fylte, komprimerte fuger. Det kan mures uten stussfuger om konstruksjonen tillater det med hensyn på bæreevne, fuktinntrenging, lyd- og brannkrav.
- Unngå nedfall av mørtel i hulrom mellom teglvange og bakvegg. Sett av renskehull i bunn og fjern mørtel jevnlig.
- Unngå tilsøling av tegl med overskuddsmørtel og sprut fra stillas.
- Ikke bruk delstein som er mindre enn ¼-stein, og ikke mindre enn koppers bredde mot hjørner og åpninger.
- Armering og forankring skal være fri for rust, is, fett og andre forurensing som kan redusere vedheft.
- I bærende murverk skal mørtelfugen fylles med mørtel helt ut til vegglivet på begge sider og komprimeres.

## 2.2 FUGER

Etabler gode blandedprosedyrer for blanding og utførelse for å sikre jevn farge og kvalitet.

For å oppnå ensartet fugefarge og kvalitet er det viktig å følge mørtelprodusentens blandedanvisning med hensyn på vannmengde og blandetid. Mørtelen skal ikke menges opp med vann.

Eventuell fuging skal utføres mens mørtelen er formbar.

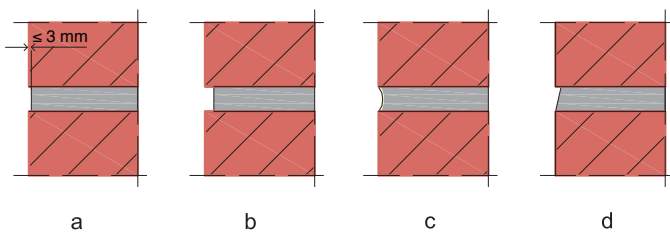
Fugetidspunkt må planlegges og det bør tilstrebes å fuge fugen ved lik herdetid, dette varierer med temperatur og klimaforhold.

Fuging bør utføres på en slik måte at mørtelsøl på steinen unngås.

Ved utkrassing av fuger for senere spekking skal utkrassingsdybden være minst lik fugetykkelsen.

Fugetype og fugeklasse spesifiseres iht NS 3420 –N:2012

Fig 2.2 Vertikalsnitt av forskjellige fugetyper



a) Rett fuge i plan b) Intrukket rett fuge c) Konkav fuge d) Skyggefuge

Fugetykkelsen bør normalt ligge i intervallet 12 – 18 mm; Fuger mindre enn 10 mm og større enn 18 mm gir økt vanngjennomgang.

Fuger mindre enn 12 mm vanskeliggjør tilpasning av lokale målavvik i teglsteinen i forbandet.

Fuger større enn 18 mm kan være utfordrende ved vintermuring med hensyn til fremdrift og reduserer murverksfastheten.

Intrukket rett fuge bør ikke benyttes utvendig i værharde strøk.

Murte fuger i murverk som skal pusses skal fylles godt ut til overflaten og trekkes rett av. Ved tynne pussbehandlinger bør det tilstrebes en komprimering.

### Fugetoleranser:

Fugetykkelse for ulike fugeklasser skal ligge innenfor de grenser som er angitt i tabell 2.2. Dersom fugetykkelsen ikke er spesifisert skal gjennomsnittlig fugetykkelse  $t$  ligge mellom 10 – 15 mm med vanlige mørtelfuger.

Lokale avvik i stein regnes ikke med ved kontrollmåling av fugetykkelsen.

Tabell 2.2

Fugeklasser med tillatt avvik (i henhold til tabell N1, NS 3420-N: 2012)

Fuge-klasse	Type murverk	Ligge-fuger	Stuss-fuger
F1	Murverk med mørtelfuger der det stilles spesielle krav til nøyaktighet og utseende.	$t \pm 0,15t$	$t \pm 0,25t$
F2	Murverk med mørtelfuger der det stilles normalt strenge krav til nøyaktighet og utseende.	$t \pm 0,25t$	$t \pm 0,35t$
F3	Murverk med mørtelfuger der det ikke stilles krav, eller kun begrenset krav til nøyaktighet og utseende.	$t \pm 0,35t$	$t \pm 0,45t$
F4	Murverk uten mørtel i stussfugene, og som skal påføres en heldekkende puss.	$t \pm 0,35t$	0 <sup>a</sup>
F5	Murverk med mørtelfuger.	Spesielle krav til ligge- og stussfuger. Må spesifiseres særskilt.	
F6	Murverk med limfuger.	Tykkelse i henhold til limprodusentens anvisning.	

MERKNAD  $t$  er angitt fugetykkelse (gjennomsnittlig fugetykkelse)

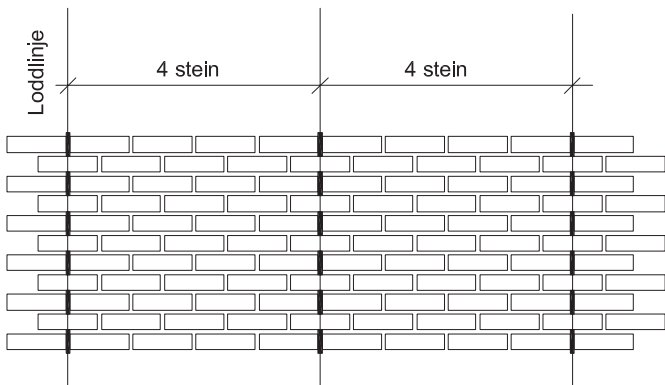
Ved modulprosjektering må det tas spesielle hensyn til murproduktets tilvirkningsmål.

<sup>a</sup> Murproduktene settes tett inn til hverandre; eventuelle. glipper i vertikalfuger fylles med mørtel.

## 2.3 FORBAND

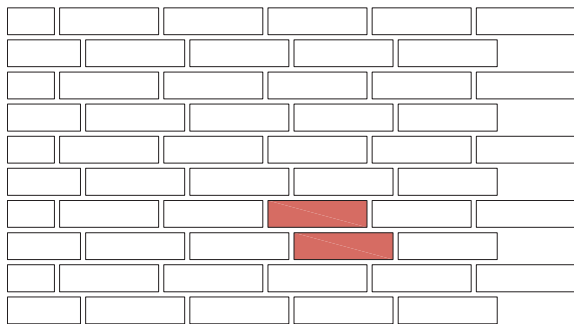
Murverk utføres normalt i forband, overlapp mellom påfølgende skift skal minst være  $\frac{1}{4}$  av steinenes lengde, eller minst 60 mm. I murverk uten forband, f.eks elementforband, må murverksfastheten ivaretas med rustfri horisontalarming. Ved fuget murverk skal forbandet følge vertikale linjer (opplodding av karakteristiske vertikalfuger). For  $\frac{1}{2}$ -steins forband ansees opplodding av hver 4. stussfuge i horisontalretning å være håndverksmessig god praksis.

**Fig 2.3a** Opplodding av stussfuger i  $\frac{1}{2}$ -steins løperforband

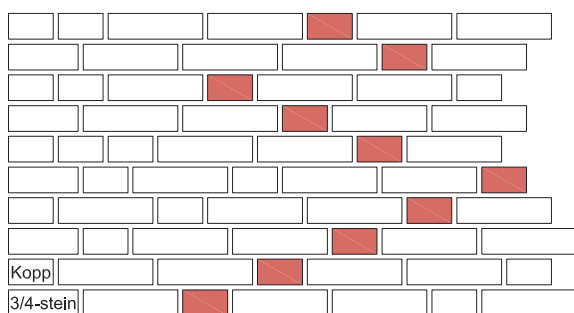


**Fig 2.3c**  $\frac{1}{4}$  steins blokkforband.

Dette forbandet har samme vertikalitet som ordinært blokkforband med gjentakende stussfuger i annethvert skift. Forbandet består imidlertid av bare løpere med skiftvis  $\frac{1}{4}$  stein forskyvning (vist mot venstre), og gjentakelse etter to skift.



**Fig 2.3e** 4-skifts munkeforband



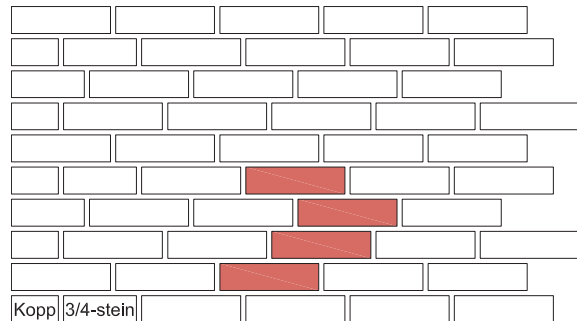
Kopp  
3/4-stein

Ved muring av teglstein med store toleranssmål kan det oppstå praktiske problemer med å få vertikalfugen til å passe med vertikale loddlinjer uten store variasjoner i stussfugen. Flere tiltak kan vurderes;

- Utsortering av tegl med store lengdeavvik
- Øke fugebredden
- Akseptere feltvis forskyvning av karakteristiske loddlinjer, f.eks i smale veggfelt og søyler
- Benytte forband uten karakteristiske loddlinjer som f.eks vilt forband

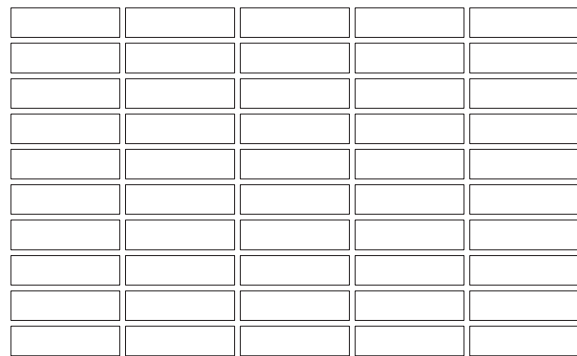
**Fig 2.3b**  $\frac{1}{4}$  steins løperforband med varierte sprang.

Dette forbandet består av bare løpere i alle skift. Steinene er skiftvis plassert med varierende innbyrdes forskyvning i horisontalretning og gjentar seg etter fire skift. Et forband som gir en helhetlig flate der forbandmønsteret er lite synlig.

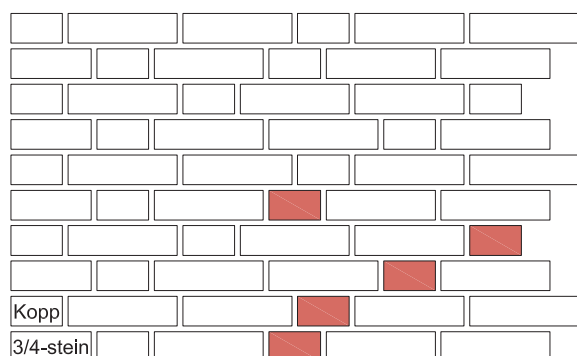


**Fig 2.3d** Elementforband.

Dette forbandet brukes ofte ved innmuring av teglstein i prefabrikerte betongelementer og består av bare løpere med eller uten forband. Bæreevne må sikres ved horisontal og evt. vertikal armering.



**Fig 2.3f** Knut Hansens 10-skifts munkeforband



Kopp  
3/4-stein



## 2.4 TOLERANSER

Toleranser skal tilfredsstille relevante krav i NS 3420 – 1 Fellesbestemmelser punkt 4.d.

For retnings- og planhetstoleranser benytter standarden toleranseklasser. Det er innført normalkrav dersom ikke annet er spesifisert. Normalkrav for retningstoleranseklasse for utvendig kledning yttervegg er RD.

Krav til plantoleranseklasse for utvendig flate for yttervegg er PC, i henhold til NS3420 – N Mur- og flisarbeid.

Kontroll av toleranser gjøres ihht NS 3420-1 Tillegg B.

Tabell 2.4a

Type retningstoleranse	Målelengder	Toleranseklasser			
		RA	RB	RC	RD
Helning/loddavvik, parallelitet, vinkel-/hjørneavvik Retn. i horisontalplan	>5,0 m	5 mm	7,5 mm	15 mm	25 mm
	2,0 – 5,0 m	1,0 ‰	1,5 ‰	3 ‰	5 ‰
	< 2,0 m	2 mm	3 mm	6 mm	10 mm

Tabell 2.4b

Type planhetstoleranse		RA	RB	RC	RD
Lokal planhet (svanker og bulninger)	2,0 m	+ 2 mm	+ 3 mm	+ 5 mm	+ 8 mm
	1,0 m	+ 1 mm	+ 2 mm	+ 3 mm	+ 5 mm
	0,25 m		+ 1 mm	+ 2 mm	+ 3 mm
Total planhet	Hele delprodukt	+ 5 mm	+ 10 mm	+ 15 mm	+ 25 mm
Sprang		0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm

## 2.5 MURVERKSKLASSER - KRAV TIL KONTROLL

Murarbeider deles inn i kontrollklasser avhengig av kontrollomfanget som skal finne sted under utførelse og inndeles i:

- Begrenset kontroll
- Normal kontroll
- Utvidet kontroll
- Krav til kontrollomfang i de ulike klassene spesifiseres i NS 3420 – N, e) Prøving, kontroll.

Vanligvis beskrives murte fasader som Normal kontroll, mens murarbeider med betydning for konstruksjonens bæreevne og bestandighet, bærende murverkskonstruksjoner, beskrives med Utvidet kontroll. Utvidet kontroll innebærer uavhengig 3-partskontroll.

## 2.6 BESKYTTELSE OG TEMPERATURFORHOLD

Det skal gjøres nødvendige tiltak, f.eks. tildekking og oppvarming, for å sikre gunstige klimaforhold under utførelse og herding, i henhold til NS 3420-N.

Murverk under utførelse skal beskyttes mot skadelig nedfukting. Murte avslutninger som sålbek og murkrone skal holdes tildekket inntil nødvendig beskyttelse / beslag er utført.

Allt murverk som ikke skal overflatebehandles skal beskyttes mot nedsmussing i byggetiden.

### Vintermuring

Med vintermuring menes murarbeid under + 5° C.

For å sikre kvaliteten på murverk ved vintermuring bør anbefalte tiltak følges:

Teglstein og andre komponenter for innmuring, som bindere og armering, skal være fri for is og ha en temperatur på min 0° C. Murmørtel bør ha en temperatur på minimum +5° C. Nyoppført murverk skal ikke fryse før tilfredsstillende fasthet er oppnådd.

### Aktuelle tiltak kan være:

- Tørr lagring av materialer
- Oppvarming av materialer. Isolerte mørteldunker og varmt vann, mørteltemperaturen skal ikke overstige + 50° C
- Mer sementrik mørtel, redusert vannmengde og frysepunktnedsettende tilsetningsstoffer
- Tildekking av blandestasjon og nyoppført murverk
- Tildekking og oppvarming av murverk under oppføring inntil tilstrekkelig murverksfasthet er oppnådd.

## 2.7 RENGJØRING OG SYREVASK

Ferdig murverk skal være rent og uten flekker. Ved hensiktsmessig tildekking og klimabeskyttelse, kombinert med rengjøring av mørtelspill med kost, svamp, evt. med rent vann når mørtelen har herdet noe, vil behovet for senere rengjøring bli minimalt.

Dersom det likevel er behov for rengjøring, skal dette tilpasses materialene og utføres på en slik måte at det ikke forringer materialenes tekniske eller estetiske kvalitet.

Syrevask for å fjerne mørtelsøl skal i utgangspunktet unngås. Eventuell syrevask må tilpasses tegltype og skal avklares med Wienerberger. Det skal foreligge en godkjent arbeidsbeskrivelse som inkluderer tildekking, forvanning, syretype og -konsentrasjon, nøytralisering og skylling, oppsamling av syrerester.

## 2.8 SALTUTSLAG

Tegl, mørtel og vann inneholder små mengder vannløselige salter. Mørtelvann og tilført fukt utenfra suges opp i teglen og løser opp tilgjengelige salter. Når murverket tørker ut transporteres saltene utover med vannet og avsettes på fasadens overflate. Det er i hovedsak de 2-3 første årene av byggets levetid at omfanget av saltutslag er størst. På grunn av klimatiske forhold, med stor fukttilgang og økt uttørkingshastighet, er våren den årstiden da saltutslag blomstrer opp.

Vannløselige salter som normalt oppstår på nyoppført murverk vil normalt vaskes bort av regn og vind i løpet av få år. Saltutslag på innvendig murverk kan børstes vegg med en litt stiv kost etter at murverket er tørket ut. Saltutslag som ikke forsvinner eller kommer tilbake tyder på uheldige detaljløsninger, som f.eks manglende lufting av teglkledningen eller stor lokal fukttilførsel og bør undersøkes.

De lyse tegltypene som produseres av Wienerberger Finland tilvirkes av engelsk Ball Clay-leire. Denne leiren inneholder en viss mengde vanadium, samt noen vektprosent steinkull. Under brenning kan det dannes vannløselige vanadiumsalter i teglgodset. Basisk kalsiumhydroksid i mørtelvannet reagerer med vanadiumsaltene og kan føre til grønnlige / brunlige saltutslag på teglens overflate. Store mengder fukt som uhindret trenger inn i konstruksjonen forverrer situasjonen. Saltene er vannløselige og vil naturlig vaskes vekk ved nedbør, vanligvis i løpet av 2 –3 år. Det er mulig å benytte spesielle syreløsninger etter nærmere avtale med Wienerberger.

### **Kalkutfelling / Lime run**

Herdeprosessen i mørtelen danner i kalsiumhydroksid. Når kalsiumhydroksid løses i vann kan den transporteres til overflaten, der den krystalliserer og kan reagere med CO<sub>2</sub> i lufta til kalsiumkarbonat. Slike utfellinger kalles også «lime run», og fremstår som kraftige hvite renner fra mørtelfugen. Erfaring viser at omfanget av slike utfellinger ofte kan knyttes til stor fuktpåkjenning under utførelse.

Lim run kan fjernes, så raskt som mulig, ved hjelp av vann / damp over 95°C, eller egnet kjemisk produkt.

### 3. FORANKRING

Murt forblending skal forankres til bakenforliggende, avstivende veggkonstruksjon. Forankringen må være utformet slik at den uten skade kan tillate forskyvning mellom forblending og bakvegg som oppstår pga fukt- og temperaturbevegelser. Bakvegg må ha tilstrekkelig stivhet og bæreevne.

Type forankring velges på bakgrunn av bakenforliggende konstruksjon og fasadehøyde.

Antall bindere og plassering av bindere skal dimensjoneres, avhengig av bakvegg, bindersystem og kapasitet, samt opptredende vindlast. I henhold til NS-EN 1996-1-1: NA :2010 skal antall bindere /m<sup>2</sup> beregnes iht pkt 6.5, der det er aktuelt, men minimum 4 bindere/m<sup>2</sup> for skallmurvegger og 2 bindere /m<sup>2</sup> for forblendinger.

For teglforblending er 4 bindere /m<sup>2</sup> er ofte tilstrekkelig, men spesielt slanke konstruksjoner kan kreve tettere forankring. Smale søyler forankres ofte med 2 bindere i hver 4. liggefuge i hele søylehøyden.

Det anbefales å utarbeide en forankringsplan.

Antall binderer må ofte økes i praksis utover det som er nødvendig konstruktivt for å sikre stabilitet under oppføring.

For fastholding av isolasjonsplater, binder med isolasjonsholder, kreves normalt 2 bindere pr. plate.

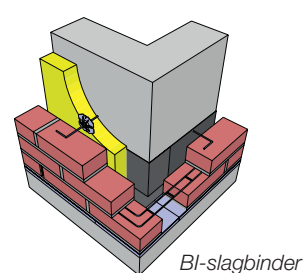
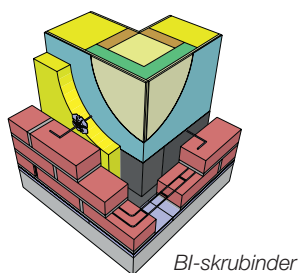
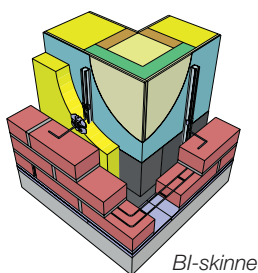
### 3.2 BI-FORANKRINGSSYSTEMER

#### Kvalitet:

All forankring skal ha minimum kvalitet A2 Rustfritt stål. Binderen skal minimum ha diameter 4 mm, flytegrense min 500 N/mm<sup>2</sup>.

Tabell 3.2 BI- Forankringssystemer.

Forankringstype	Bakvegg	Lengder binder
BI-skinne	Betong, stål / stålstender, tegl / lettegl, lettklinker, porebetong, tre	80 – 320 mm
BI-slagbinder 4 mm 5 mm	Betong / betongblokk, massivtegl	210 – 500 mm 400 – 600 mm
BI-skrubinder 4 mm 5 mm	Treverk (stender / svill)	200 – 400 mm 400 – 600 mm
BI-skrubinder 4.2	Lettklinker, porebetong	200 – 500 mm
BI- Z-binder / L-binder 4 mm 5 mm	Skallmurvegg med murte vanger	150 – 500 mm
Bi-isolasjonsbrikke	For 4 og 5 mm bindertråd	



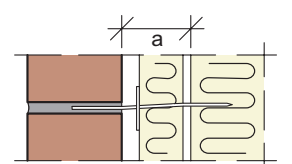
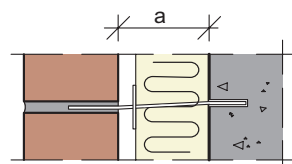
### 3.1 VEGGHØYDE OG FRI BINDERLENGDE

For at fukt- og temperaturbevegelser i murverket skal kunne opptre uten at binderne rives løs eller murverket sprekker opp, må binderne ha en viss fri binderlengde (a) i forhold til vegg høyde (H). Forutsetning for tabell er at bygget deles opp med vertikale bevegelersfuger ihht anbefalinger.

Dersom det benyttes vertikale forankringsskinner er det i prinsippet ingen begrensning i vegg høyde.

Tabell 3.1 Maksimal vegg høyde i forhold til fri binderlengde ved fast forankring.

Fri binderlengde (a)	Max høyde på forblending (H)
30 mm	1,6 m
50 mm	4,8 m
80 mm	12,7 m
100 mm	20 m
130 mm	35 m
150 mm	45 m



### 3.3 PLASSERING AV BINDERE

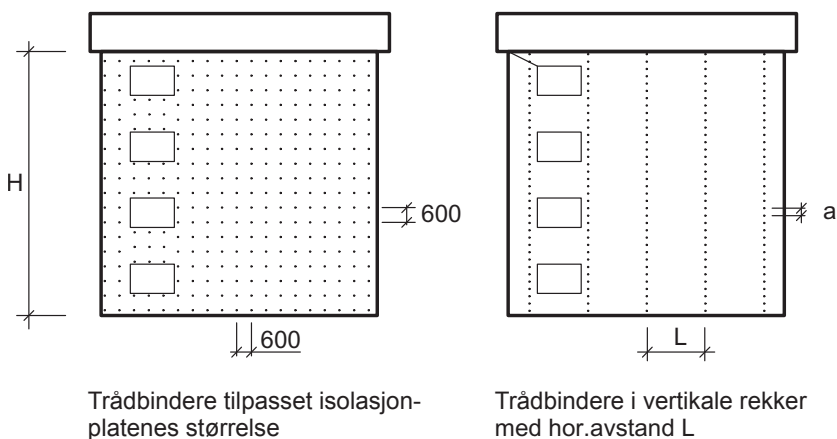
Binderne skal monteres slik at vann ikke ledes inn mot bakvegg. Dette krever svakt fall utover og isolasjonsholder med dryppnese montert på binderen. Ved bøying av den delen av binderen som skal mures inn må det sørges for at binderen i hulrommet forblir rett. Til bøying anbefales det å benytte spesielt bøyeverktøy. Innmuringsdybden skal være minst 35 mm og den bøyde innmurte enden minst 50 mm lang.

#### Bakvegg av betong

Det benyttes normalt fast innspente bindere, f.eks BI-slagbinder.

- Antall bindere må dimensjoneres med hensyn på fri binderlengde, binderdiameter og opptredende vindlast.
- Binderne kan i prinsippet fordeles fritt utover vegg.
- Det er hensiktsmessig å plassere binderne i et rutenett 60 x 60 cm. Dette tilsvarer 2,9 bindere /m<sup>2</sup> og gir normalt tilstrekkelig forankring mot vindkrefter.

Fig 3.3a Forankringsprinsipp betongvegg



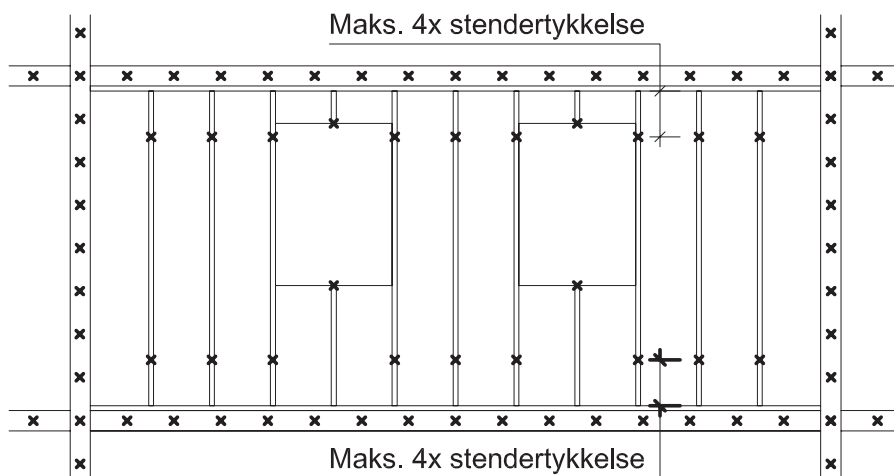
#### Skjelettbygg av betong eller stål med utfyllende bindingsverk

- Forblendingen bør primært forankres til byggets uforskyvelige hovedbæresystem, med innfesting i søyler / skillevegger og dekkeforkant i hver etasje, eller til fastboltet bunn- og toppsvill.
- Ofte blir avstanden mellom søyler / dekker for stor slik at murverkets kapasitet overskrides. Dersom bindingsverket gis en viss stivhet, maks innbøyning  $H/400$ , kan bindingsverket

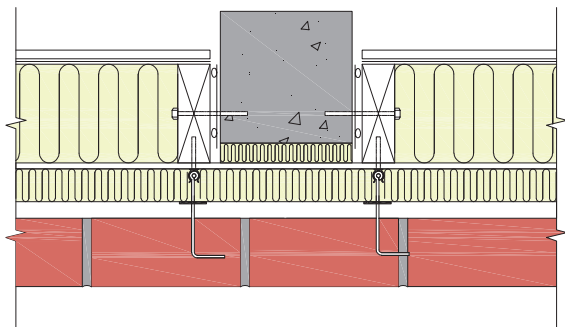
benyttes for tilleggsforankring. Maksimal avstand for forankring fra topp- bunnsvill er 4 x stendertykkelse. Det må påses at svill og stendere er tilstrekkelig festet til hovedbæresystemet.

- Forankring som plasseres i større avstand fra svill kan normalt ikke regnes å ha annen funksjon enn montasjeforankring for murverket og fastholding av isolasjonsplater.

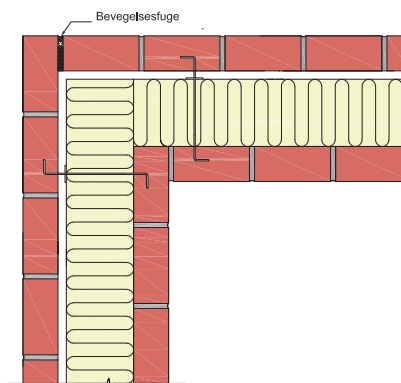
Fig 3.3b Skjelettbygg med bindingsverk, forankringsprinsipp



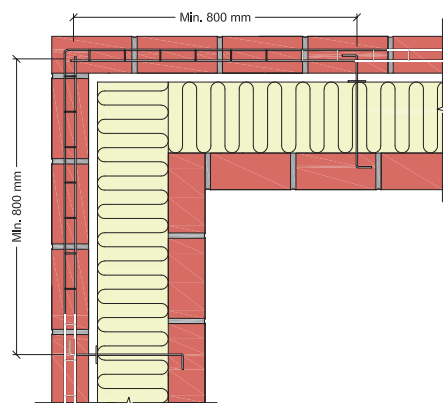
**Fig 3.3c** Forankring ved søyle med BI Universalskinne



**Fig 3.3d** Forankring ved bevegelsesfuge i hjørne

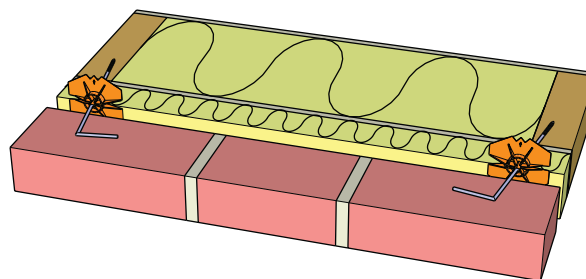


**Fig 3.3e** Forankring ved ommurt hjørne



Fugearmering føres ca 0,5 m forbi ytterste binder, slik at hjørnet armeres 1,3 m ut til hver side. Det er hensiktsmessig å ikke legge armering i samme skift som forankring, 2 armerte fuger per høydemeter.

**Fig 3.3f** Forankring av smale søyler

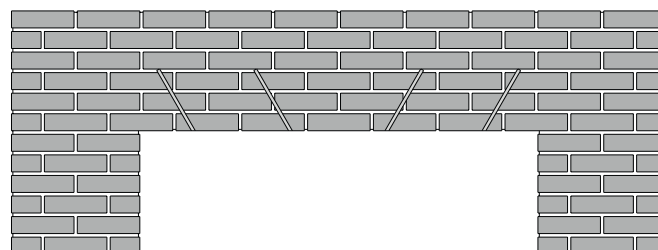


### 3.4 ETTERFORANKRING

#### BI-Fix

BI-Fix er et rustfritt system for etterforankring eller tilleggsforankring av teglvanger. BI-Fix benyttes til etterforankring av teglforblending der tidligere forankringsystem ikke er lenger fungerer tilfredsstillende. BI-Fix benyttes også som vertikalarmering for å sikre eksisterende overdekninger, som vist i Fig. 3.4.

**Fig 3.4** Prinsipp for sikring av overdekninger



## 4 TEGLFORBLENDING

### 4.1 KONSTRUKSJONSPRINSIPP

Konstruksjonen består av en murt forblending som er fastholdt mot og effektivt adskilt fra avstivende bakvegg.

- Utvendig teglforblending skal utføres slik at bakenforliggende konstruksjon ikke skades av inntrengt lekkasjevann gjennom teglvangen. Lekkasjevann ledes ut via fuktbeslag / membran i bunnen av hulrommet samt ved hjelp av beslag over åpninger.
- Luftspalten bak forblending skal være svakt ventilert og sørge for god drenering av lekkasjevann, bidra til trykkutjevning og bedre uttørkingsforholdene.
- Åpne stussfuger i bunn ivaretar drenering og lufting.
- Lufting i topp må ivaretas
- Forblendingen skal forankres mot avstivende bakvegg med egnet forankringssystem

Fig 4.1a Prinsipp 1: Forblending med isolasjon (murplate)

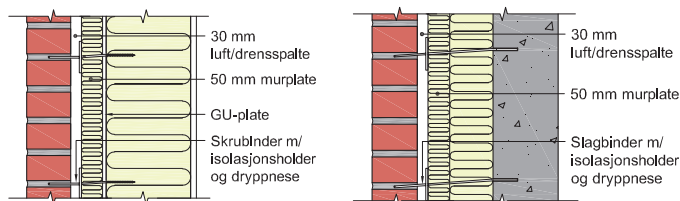
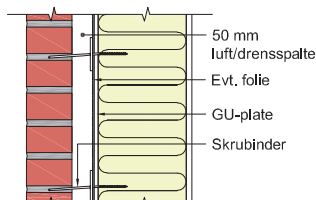


Fig 4.1b Prinsipp 2: Forblending uten isolasjon



#### Forblending med isolasjon er å anbefale:

- Dette gir en mer fuktteknisk sikrere løsning
- Veggen er mindre ømfintlig for mørtelpølser mot bakvegg og spillmørtel i drensspalten.
- Binderne får større fri binderlengde og enklere forankringssystem, særlig for bygg i flere etasjer.
- Gir mindre kuldebroer og bedre U-verdi.

### 4.2 TEGLENS BÆREEVNE

Karakteristisk for murverk er at fasthetsegenskapene og dermed murverksfastheten varierer i de ulike akseretningene. Trykkfastheten er langt større enn bøyestrekfastheten.

#### Murverksfastheten er bl.a. avhengig av:

- Trykkfasthet til tegl og mørtel
- Samvirke / skjærheftfasthet mellom tegl og mørtel
- Teglvangens bredde

Teglmurverk har stor trykkfasthet og teglens trykkfasthet er sjelden en begrensning selv på høye fasader, men fasadens utforming har stor betydning. Smale søyler, store åpninger og konsentrerte laster kan være retningsgivende for nødvendig tegl kvalitet og krav til samvirke mellom tegl og mørtel. Det må foreligge statiske beregninger som viser at forblendingens bæreevne og stabilitet er ivarettatt for opptredende belastning.

I henhold til konstruksjonsstandarden EN 1996-1-1 skal en lastbærende vegg ha et minimum areal på minimum 0,04 m<sup>2</sup>. Teknisk brosjyre er gjeldene for vangetykkelser på minimum 80 mm.

Forblending med smalere vangetykkelser må vurderes spesielt. Dette kan medføre begrensning i etasjehøyder og behov for større stivhet i avstivende bakvegg.



### 4.3 FUNDAMENT

Teglvangen skal settes på en horisontal flate med tilstrekkelig anlegg for å bære lasten som kommer ned.

- Det bør prosjekteres med maksimalt 15 mm utstikkende teglvange i forhold til fundament, og oppleggsflaten skal ikke være mindre enn 4/5 av teglvangens bredde.
- Fundamentet må ha tilstrekkelig kapasitet til å tåle opptrepende belastning, dette må avklares med leverandøren av fundament eller byggets RIB.
- Ved opplegg på stålbejelker, konsoller eller punktvis innfesting er det viktig at stålbæring og bakenforliggende konstruksjon har bærekapasitet og tilstrekkelig stivhet til å bære teglvangen uten at det oppstår skadelige deformasjoner. Vurdering av nødvendig stivhet gjøres ut i fra fasadens utforming av RIB.
- Det anbefales å legge inn horisontalarmering i første eller andre skift over fundament som spenningsfordeling.

### 4.4 FUKTSPERRE OG GLIDESJIKT

Fukt som trenger gjennom forblendingen skal dreneres ned i hulrommet. Fuktsperre monteres mellom fundament og teglvange og føres 15 – 20 cm opp på bakvegg.

#### Fuktsperren skal:

- Lede fukten ut av veggen gjennom åpne stussfuger.
- Hindre vann i å trenge innover i konstruksjonen.
- Hindre kapillært oppsug fra fundament.

Fuktsperren kan være en membran, f.eks EDPM, butyl, gummi-asfalt med stamme av glassfiber. Alle skjøter skal sveises eller limes.

Glidesjikt legges mellom membranen og teglvange for å redusere friksjonen mot fundament og gi murverket anledning til horisontale fukt- og temperaturbevegelser slik at faren for oppsprekking reduseres. Som glidesjikt anbefales et korrosjonsbestandig beslag, 0,5- 0,7 mm rustfritt stål. For produktsortiment se pkt 1.5.

### 4.5 BEVEGELSESFUGER

Murverket må deles opp med bevegelersfuger for å kunne oppta fukt- og temperaturbevegelser i selve murverket og eventuelle differansebevegelser mellom murverk og tilstøtende konstruksjoner. Bevegelersfuger skal utføres ihht NS 3420 – SF3.1.

#### Vurderingskriterier for plassering av bevegelersfuger:

- Plassering av bevegelersfuger prosjekteres for hvert bygg, i forkant av muring.
- Plassering av bevegelersfuger må sees i sammenheng med bæresystem, åpninger og forankringssystem.
- Anbefalt avstand mellom fuger i tabell 4.5a. Halv avstand ved ommurte hjørner. Tabellen gjelder for uarmert, ikke-bærende murverk. Avstanden kan økes noe med bruk av fugearmering. Det anbefales et velfungerende glidesjikt.
- Mot utstikkende bygningsdeler som balkonger skal det legges myke fuger slik at murverket kan bevege seg uten å fastholdes.
- Fasader som har forskjellig fundament kan ha behov for oppdeling med bevegelersfuge.
- Der det er bevegelersfuge i bakenforliggende konstruksjon skal denne også korrespondere med bevegelersfuge i murverket.
- Fasader med store sprang eller høye fasader kan ha behov for kortere avstand mellom fugene eller horisontale bevegelersfuger.
- Normalt sett er det byggets hjørner som får størst klimabelastning, det bør derfor tilstrebes å unngå å plassere bevegelersfuger her om mulig.

**Tabell 4.5a** Anbefalte veiledende avstander mellom vertikale bevegelersfuger ihht 1996-2.NA 901

Murverk	Veiledende avstand mellom bevegelersfuger, uarmert murverk	
	Uten glidesjikt	Med glidesjikt
Tegl og Lett-tegl	16 m	21 m

## 4.6 SELVBÆRENDE, RETTE OVERDEKNINGER

Åpninger i murverk bør ut i fra materialenes premisser utføres som buer, der murverket over bæres på rent trykk i konstruksjonen. For å kunne bære seg selv som rette overdekninger må det sikres at murverket kan oppta noe strekkpåkjenning.

Dette kan løses ved horisontalarming i fugene, vertikalarmring i utstøpte kanalhulltegl, eller prefabrikkerte tegldragere.

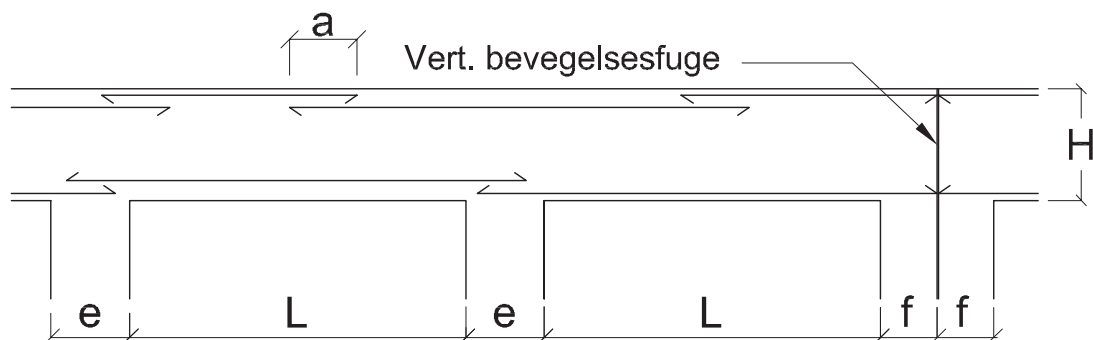
For å sikre at overdekninger har tilstrekkelig og varig bæreevne, må det vises stor omtanke ved prosjektering og utførelse. Det er svært viktig å sørge for at de nederste skiftene får god heft og samvirke med murverket over.

Tabell 4.6a og 4.6b gir anbefalte løsninger, avhengig av overdekningens spennvidde, utførelse av bunnskift og kontroll av utførelse. Det forutsettes at anbefalte konstruksjonsregler i pkt 4.6 ligger til grunn for prosjekteringen og at overdekningens bæreevne, inklusiv nødvendig armering, blir dokumentert i hvert enkelt tilfelle.

### Anbefalte retningslinjer for selvbærende, rette overdekninger:

- Det forutsettes jevnt fordelt last over åpningen.
- Det forutsettes et forband med minst  $\frac{1}{4}$  stiens overlapp, eller minst 60 mm.
- Konstruksjonshøyden  $H$  bør normalt være minst  $\frac{1}{6}$  av spennvidden  $L$  (lysåpning). Eventuelle rull- eller stenderskift medregnes ikke i konstruksjonshøyden. For horisontal- og vertikalarmert murverk kan konstruksjonshøyden reduseres noe,  $H \geq L/10$ .
- Forskalingen bør gis en overhøyde på minst  $L/400$  eller 10 mm.
- Midtsøyler bør ha en bredde ( $e$ ) på minst 470 mm (2 stein)
- I uarmerte overdekninger bør endesøyle mot hjørne eller bevegesfuge ha en bredde ( $f$ ) på  $L/4$  eller minst 470 mm.
- I armerte overdekninger bør endesøyle mot hjørne eller bevegesfuge ha en bredde ( $f$ ) på minst 350 mm.
- Fasaden skal deles opp med bevegesfuger.
- Fugearmering skjøtes som angitt i fig. 7.4a
- Legg aldri mer enn 2 armeringsjern i samme fuge, kun ett jern om steinbredden er mindre enn 100 mm.
- Ved vintermuring skal herdetiden vurderes før riving av forskaling.

Fig 4.6a Murt overdekning, prinsipiell armeringsføring og konstruksjonsregler.



### Overdekninger med rull- og stenderskift

For rette, uarmerte bjelker er det mulig å regne med kapasiteten i rull- eller stenderskiftet alene. Det må ivaretas at murte sidefelt har tilstrekkelig stabilitet til å oppta horisontale reaksjonskrefter fra hvelvet. Sidefeltene bør minst ha en bredde på  $L/4$ .

Tabell 4.6a Veiledende anbefalinger for utførelse av bunnskift i rull- eller stenderskift.

Fri spennvidde $L$ (m)	Utførelse bunnskift	Kontrollklasse for utførelse	
		Normal kontroll	Utvidet kontroll
0 – 2,4	Stenderskift	P	P
	Rullskift	P	P
2,4 – 3,6	Stenderskift	P	P
	Rullskift	-	-
3,6 – 4,8	Stenderskift	-	P
	Rullskift	-	-

## Overdekninger med løperskift

Tabell 4.6b Veiledende anbefalinger for overdekninger med bunnskift i løperskift.

Fri spennvidde L (m)	Utførelse bunnskift	Kontrollklasse for utførelse	
		Normal kontroll	Utvidet kontroll
0 – 2,0	Løperskift	P	P
2,0 – 2,4	Løperskift	E eller V	P
2,4 – 4,8	Løperskift	E eller V	E eller V
>4,8	Løperskift	-	E eller V

P: Normalprosedyre for plassmurte overdekninger.

V: Normalprosedyre P, men i tillegg vertikalarmert og utstøpt i min. nedre L/10 parti av overdekningen. Senteravstand C < 500 mm for L < 4,8 m, C < 360 mm for L > 4,8 m. Eventuelt rull- og stenderskift forankres punktvis opp i de vertikalarmerte hullkanalene.

E: Slakk- eller spennarmerte prefabrikkerte teglelementer, utført iht anvisning fra leverandør. For lengre spenn forankres den prefabrikkerte bjelken opp i murverket over vha gjengestag.

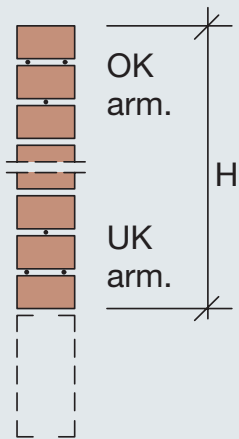
### Normalprosedyre «P»

Plassmurte overdekninger med tilpasset mørtel og nødvendig fugearmering. Se tabell 4.6c for anbefalt armeringsmengde.

- Tegl i de tre nederste skiftene skal forvannes ved min 1 min neddykk i vann og dryptørres i 10 min. For tegl med lavt til moderat sug og ved vintermuring kan forvanning erstattes med grunning med flislim og påmuring vått i vått.
- Rull- og stenderskift skal alltid grunnes og påmures vått i vått.
- Det skal benyttes tilpasset mørtel for å oppnå god vedheft mellom tegl og mørtel, samvirkeegenskapene bør kontrolleres og dokumenteres før oppstart av murarbeidet. Samvirkeegenskaper kan dokumenteres i samarbeid med mørtelleverandør.
- Ved utvidet kontroll bør samvirke dokumenteres med en utvidet systematisk, uavhengig kontroll. Samvirkeegenskaper kan dokumenteres i samarbeid med mørtelleverandør.
- Samvirkeegenskapene kan dokumenteres etter NS-EN 1052-3. For plassmurte overdekninger bør midlere initialskjærfastheten  $F_{V_{ok}}$  være minst 0,2 N/mm<sup>2</sup>. Strengere krav kan være nødvendig og defineres av byggets RIB.

Tabell 4.6c Anbefalt minimum horisontalarmering i overkant og underkant overdekning.

Fri spennvidde L	Bjelkehøyde H mm					
	L/6; min 4 skift*	450 mm	600 mm	900 mm	1200 mm	1500 mm
0 - 1,5	uarmert	uarmert	uarmert	uarmert	uarmert	uarmert
1,5 – 2,4	-	2	2	2	2	2
2,4 – 3,6	-	-	2	2	2	2
3,6 – 4,8				2 + 1	2 + 1	2 + 1



\* Minimum bjelkehøyde L/6, dersom dette er mindre enn 4 skifts høyde skal minimum 4 skift benyttes. Dersom bjelken ikke kan forankres til bakenforliggende konstruksjon skal det kontrolleres for horisontal vindlast.

Rustfritt kamstål  $\phi$  6 mm

### Vertikalarmering av bjelkens nedre del «V»

Bruk av vertikalarmering i bjelkens nedre del gir stor sikkerhet mot avspilting og mulighet for store spennvidder. Vertikalarmeringen fungerer som kombinert skjær- og opphengsarmering og sikrer sammen med tiltakene i «P» varig heft og samvirke i konstruksjonen.

- Vertikalarmeringen bør ha en høyde på minst  $L/10$  av åpningens lengde,  $L$ .
- Senteravstand  $C$  mellom vertikalarmering bør være:  
 $C < \text{annenhver stein for } L \geq 4,8 \text{ m}$   
 $C < 360 \text{ mm for } L \geq 4,8 \text{ m}$
- Det benyttes tegl med store hull med plass til vertikalarmering, dette kan leveres ferdig fra teglprodusent eller kan produseres på byggeplass ved kjerneboring eller skjæring /hugging.
- Det benyttes kamstål  $\phi 6$  eller bøyer av  $\phi 4$  bindertråd. For utstøping benyttes en egnet flytbetong/mørtel, maks. kornstørrelse 6 mm.
- Vertikalarmerert parti bør i tillegg til statisk nødvendig strekkarmering i underkant, sikres med en horisontal fugearmering, minimum  $1 \phi 6 \text{ mm}$ , i forankringssonen for vertikalarmeringen, se Fig 4.6b. Armeringsmengden kan om nødvendig økes og benyttes som statisk nødvendig overkantarmoring.
- Dersom det benyttes rull- eller stenderskift må disse forankres opp i det vertikalarmererte partiet, se Fig 4.6.c.
- Nødvendig vertikal- og horisontalarmering skal dimensjoneres i hvert enkelt tilfelle.

### Prefabrikkerte teglbejelker «E»

Prefabrikkerte teglbejelker som bunnskift er et sikkert og rasjonelt alternativ til plassmurte, vertikalarmererte overdekninger, forutsatt tilrettelegging på byggeplass.

Wienerberger med samarbeidspartnere leverer spennarmerte eller slakkarmerte teglbejelker som er dimensjonert og prosjektert for hvert prosjekt.

De prefabrikkerte teglbejelkene dimensjoneres for å kunne oppta opptredende laster, enten det er jevnt fordelt last eller mer konsentrerte laster. Det vil være åpningens lengde samt lastsituasjonen som avgjør nødvendig høyde på bjelken.

Fig 4.6b 1/2 steins forband, vertikalarmerert med  $\phi 6 \text{ mm}$  i boret kanaltegl.

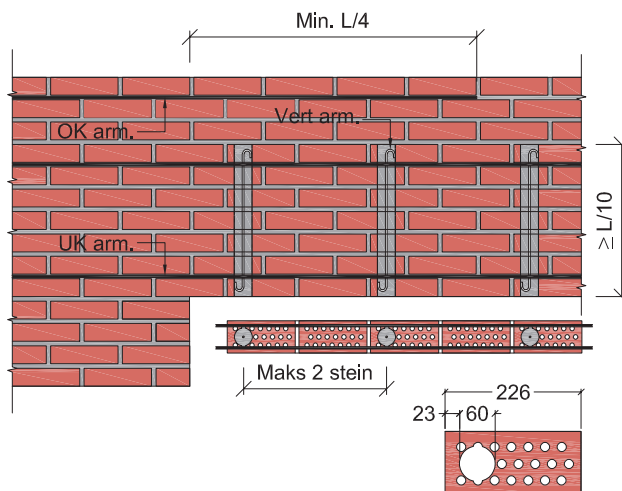
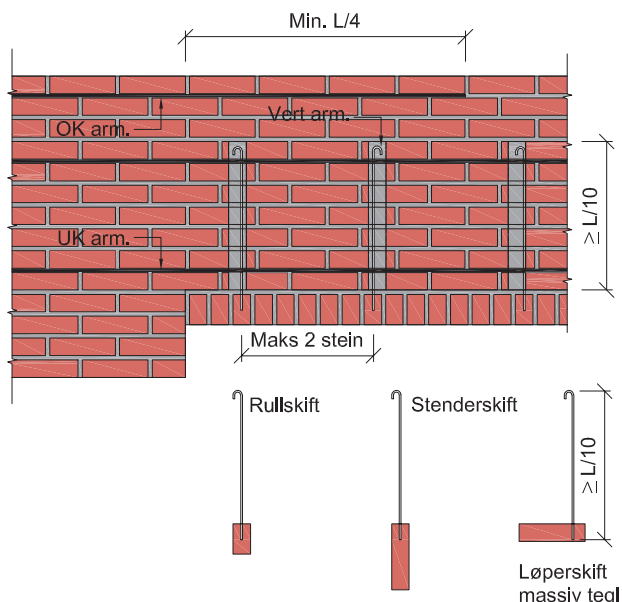


Fig 4.6c 1/2 steins forband med passmurt rull-, stender- eller massivt løperskift, vertikalarmerert i boret kanaltegl.



- Slakkarmerte teglbejelker over 10 steins lengde sikres i tillegg med gjengestag og wemohylser opp i trykksone i murverket over, og sikrer samvirke slik at murverket over inngår i den virksomme bjelkehøyden. Gjengestagene føres 3- 5 skift opp i murverket. Utføres i henhold til anvisning fra bjelkeleverandør. Det benyttes minimum horisontalarmering i henhold til tabell 4.6c.
- Det sikres fullt samvirke mellom teglbejelken og påfølgende murverk ved grunnes med flislim og påmuring vått i vått.
- Minimum oppleggsbredde er normalt  $1/2$  stein, men dette må tilpasses i forhold til forband og antall skift.
- Bjelkene produseres med en liten overhøyde og må understøttes til murverket og heftsonen har oppnådd tilstrekkelig fasthet.
- Det prefabrikkerte elementet kan produseres med løperskift, rull- og stenderskift og forband etter kundens ønske.

## 4.7 KONSTRUKSJONSDETALJER

### Fundament – opplegg for teglforblending

- Fundament skal være rengjort, avrettet, horisontalt og utformet slik at kuldebroer minimeres.
- Det bør prosjekteres med maksimalt 15 mm utstikkende teglvange i forhold til fundament, oppleggsflaten skal ikke være mindre enn 4/5 av teglvangens bredde.
- Opplodding av vegg for å sikre tilstrekkelig bredde på luftspalt i hele teglvangens høyde.

- Over fundament legges fuktsperre og glidesjikt, fuktsperren skal føres godt opp og festes mot bakvegg. Alle skjøter i fuktsperren skal sveises eller limes.
- Det settes av åpne stussfuger i bunn for drenering og lufting, normalt hver 3. eller 4. stussfuge. Benytt musegitter
- Unngå nedfall av overskuddsmørtel i drengspalten. Sett av renskehull i bunn og rensk ut mørtel jevnlig.
- Fordelingsarmering legges inn i første mørtelfuge over fundament.

Fig 4.7a Opplegg av teglforblending med isolasjon i hulrom

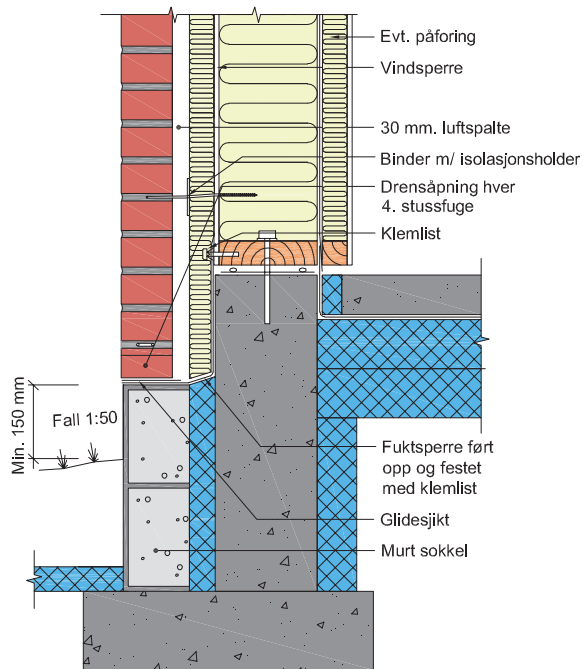
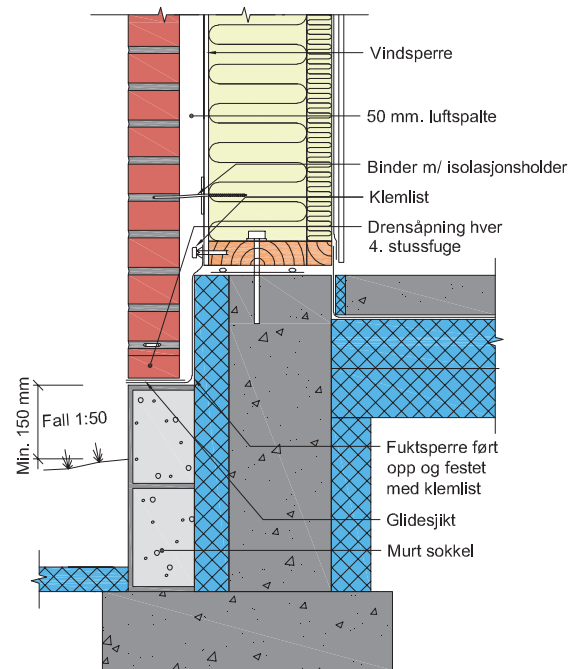
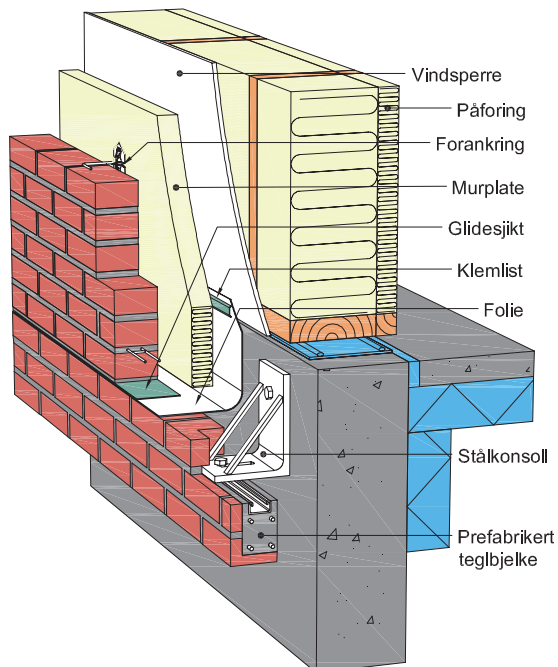


Fig 4.7b Opplegg av teglforblending uten isolasjon i hulrom



## Konsoll-løsning

Fig 4.7c Opplegg av teglforblending på prefabrikkert konsoll med innfesting i betong



## Tegl under terrengnivå

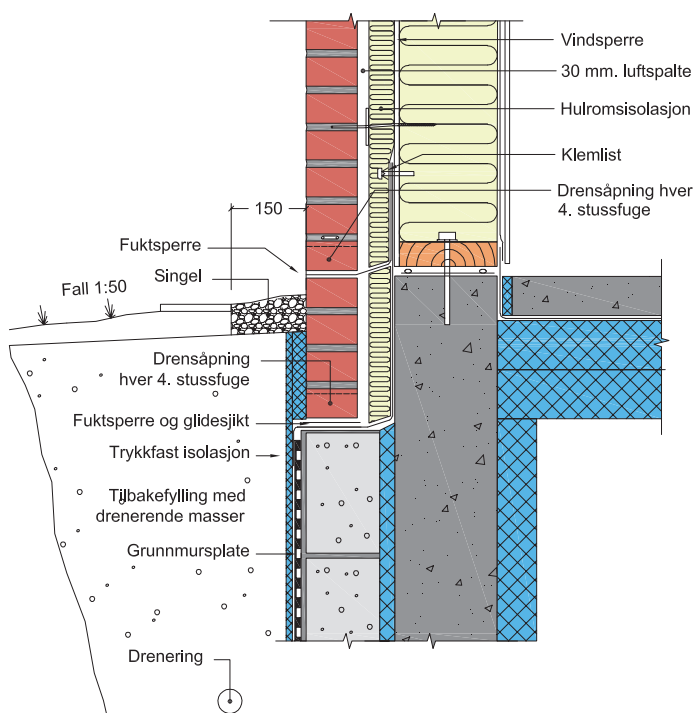
Å føre tegl ned under terreng gir stor klimatiske påkjenning i form av nedfukting, frostsyklus og nedsmussing, og er i utgangspunktet en løsning som ikke anbefales.

Dersom det av arkitektoniske grunner likevel ønskes må det tas forholdsregler i forhold til materialvalg og detaljløsninger som skal godkjennes av Wienerberger AS.

Vår anbefaling er basert på vår erfaring over tid, og skal ivareta både de tekniske egenskapene til teglen men også det estetiske perspektivet.

Utførelse i henhold til detaljtegning Fig 4.7d.

Fig 4.7d Tegl ned i bakken





### Åpninger - innsetting av vinduer og dører

- Vindu monteres normalt i bakvegg før oppstart muring, og må beskyttes da fersk mørtel kan etse glass.
- Av hensyn til differansebevegelser, fuktinntregning, kuldebroproblematikk og veggens isolasjonsevne bør vindu plasseres i samme posisjon som isolasjonssjiktet. Vanligvis slik at oppbrett på bakkant av sålbenkbeslag avsluttes mot murplaten.
- Ved lange åpninger bør behov for mer luting vurderes, dette kan gjøres med åpne stussfuger i teglskift under sålbenk.

### Blindkarm

- Vindu festes inn i en blindkarm, festet til bakkonstruksjon. For å redusere kuldebroer kan blindkarm utføres i et trykkfast isolasjonsmateriale med bedre isolasjonsevne enn vanlig treverk, f.eks Red Air Link plate fra Rockwool etter Purenit isoleringsplate.
- Vindu kan også festes inn i punktvis ved hjelp av beslag direkte i bindingsverk, vekten må opptas med bæreklosser i bunn.
- For å oppta tyngden fra vindu, samt ha mulighet for vatrिंग og nivellering av vindu kan den patenterte Vaterskruen fra Würt benyttes i bunn.

### Beslag over vindu

- Det skal monteres beslag som leder inntrengt vann ut over vinduets toppkarm.
- BI OVB overdekningsbeslag kan benyttes, se punkt 1.5.

### Fugetetting

- Åpning mellom vindu og karm isoleres med mineralull som dyttes løst inn fra innsiden, dekket med damptett teip på innsiden.
- Utvendig tettes fugen med elastisk fugemasse mot bunnfyllingslist og beskyttes med dekkklister / beslag.

### Sålbenk

- Murte sålbenker er generelt ikke å anbefale
- Sålbenk utføres normalt med finerplate på skråvrettet mørtel eller trykkimpregnert trelekt, fall min 1:5.
- Sålbenk beslås med et korrosjonsbestandig beslag med oppbrett i bakkant som føres opp i et spor i underkant bunnkarm.
- Sålbenkbeslag må ha oppbrett ved sidefalsene med god tetting og tette hjørner.
- Sålbenkbeslag skal ikke ha langsgående skjøter.

Fig 4.7e Vindusinnsetting

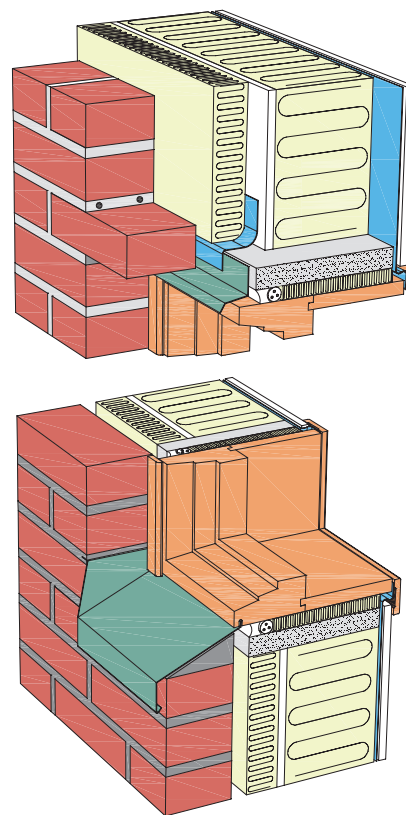


Fig 4.7f Vindusinnsettning i blindkarm av tre

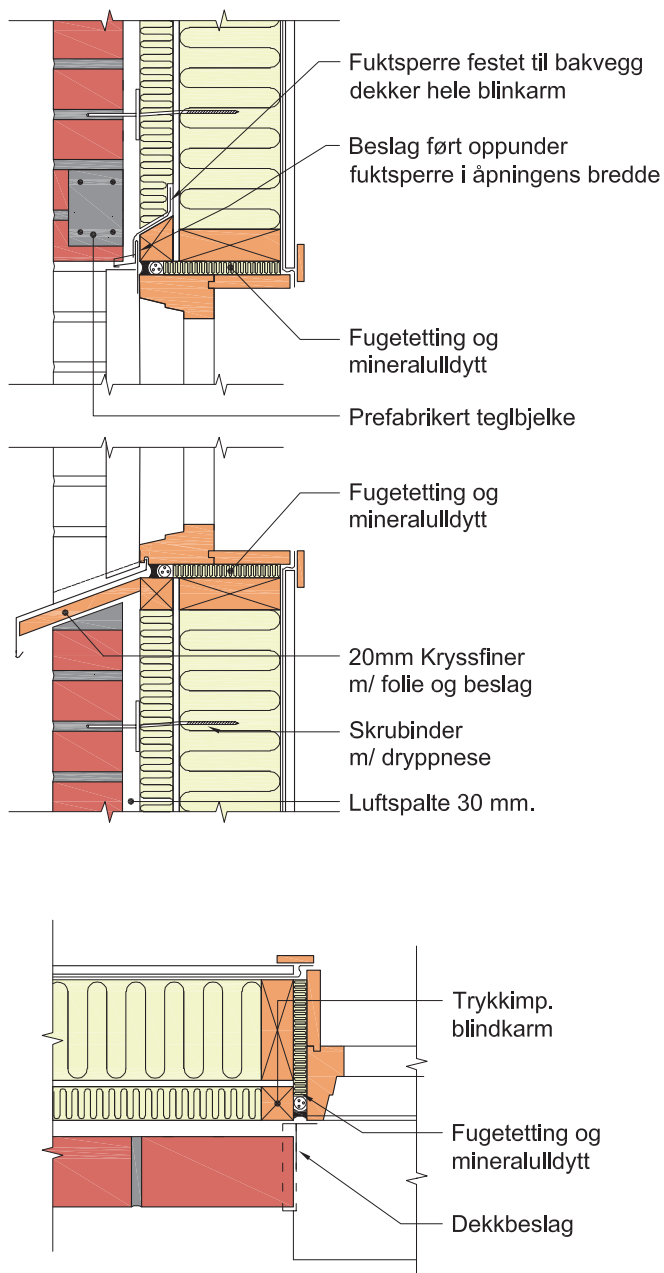
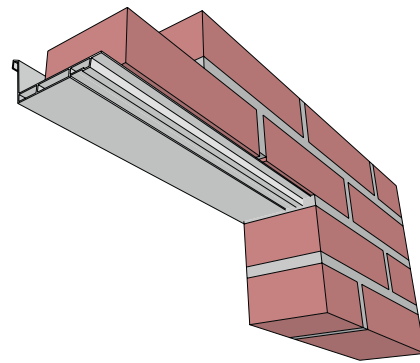


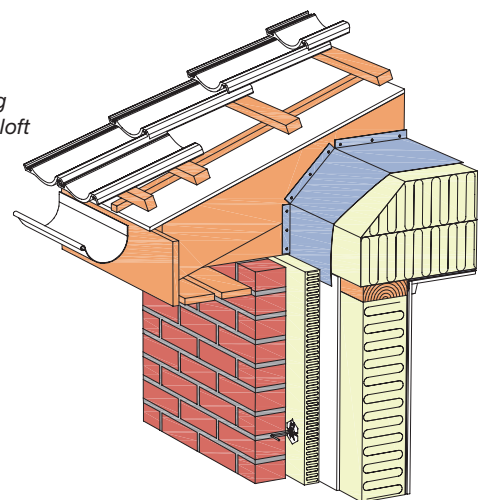
Fig 4.7g BI-overdekningsbeslag OVB



#### Avslutning mot tak

- Forblendingen skal ikke mures helt opp under utstikkende takkonstruksjon.
- For å hindre insekter å trenge inn kan det legges et nett mellom murverk og bakvegg.

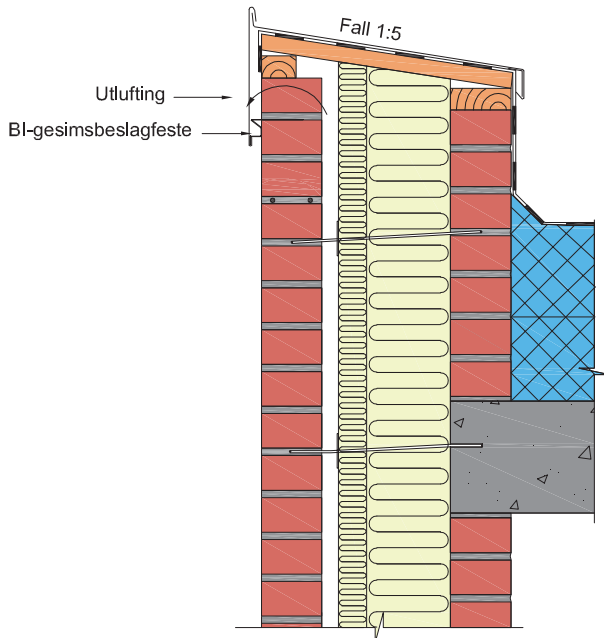
Fig 4.7h Avslutning mot tak med kaldt loft



### Gesimsoppbygging - gesimsbeslag

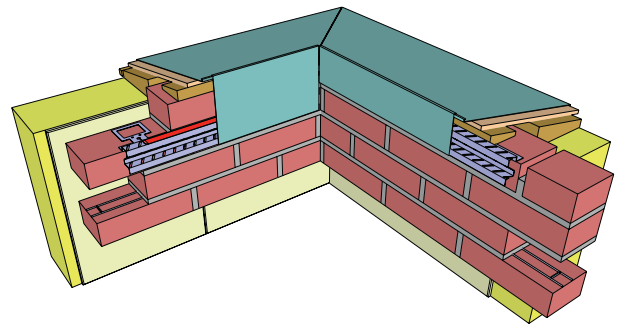
- Toppbeslag bør føres ned langs murverket med min 20 mm avstand fra murliv og god dryppnese.
- Toppbeslag gis fall bakover mot tak.

Fig 4.7i Gesimsoppbygging ved kompakt tak.



- Toppbeslag utføres med fals på toppen, for å hindre vann og skitt fra toppbeslaget å renne nedover teglfasaden.
- Beslag og bærekonstruksjon må ta hensyn til forblendingens fukt- og temperaturbevegelser.
- Forblendingen må ha mulighet for utlufting i topp, toppbeslaget må utformes slik at dette ivaretas.
- Det ytre beslaget festes mot teglvangen med et BI-gesimsbeslagsfeste.
- BI-gesimsbeslagsfeste ivaretar optimal teknisk og estetisk løsning, sikrer god utlufting av teglvangen og hindrer vanninntrenging.

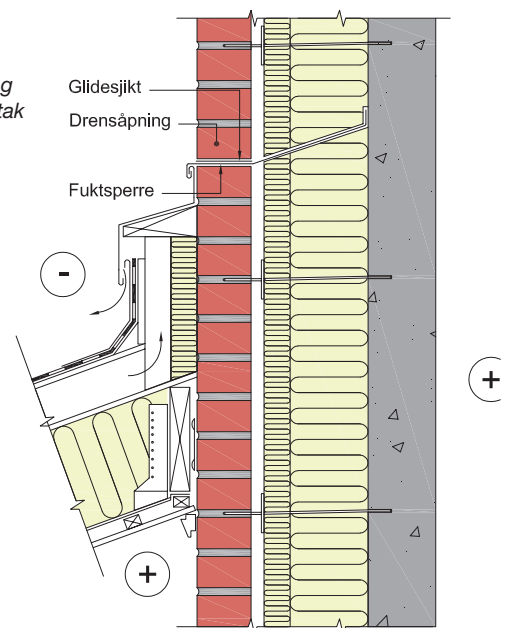
Fig 4.7j Gesimsavslutning med BI-gesimsbeslagsfeste



### Mellomtak - yttervegg blir innervegg

- Der murt yttervegg går over til å bli innervegg må inntrengt fukt ledes ut over tilstøtende tak.

Fig 4.7k Overgang vegg/tilstøtende tak



#### 4.8 BESKRIVELSE IHHT NS 3420-N:2012

Forslag til beskrivelse av murt teglforblending i henhold til NS 3420 kap N

##### NB2.1 Forberedende arbeider

###### NB2.161 Glidesjikt

Lokalisering: Over fundament for utvendig teglforblending

Kvalitet: Beslag i rustfritt stål, tykkelse 0,5 mm.

Utførelse: Glidesjikt plasseres over tetningssjiktet. Glidesjikt skal dekke hele bredden på murproduktet.

###### NB2.162 Tetningssjikt

Lokalisering: Over fundament for utvendig teglforblending

Kvalitet: PVC, butyl, gummiassfalt med stamme av glassfiber

Utførelse: tettesjiktet skal dekke hele bredden på fundamentet, og føres opp ca 20 cm opp festes mot bakvegg. Alle skjøter skal sveises eller limes.

##### NB2.7 Murt forblending

###### NB2.7

Murprodukt: Matrise NB:1

Murproduktets trykkfasthet: Matrise NB:2

Eksponeering: Matrise N:2

Overflatebehandling: Matrise NB:3

Krav til kontroll: Matrise N:1

###### NB2.7173152

Murprodukt: Teglstein

Murproduktets trykkfasthet: 35 MPa (ihht Matrise NB:2, NS 3420)

Eksponeering: Eksponeeringsklasse MX3

Overflatebehandling: med fuging side 1, uten behandling side 2

Krav til kontroll: Normal kontroll

Lokalisering: Henvising til bygningsdel, tegningsreferanse

Bakenforliggende konstruksjon: 20 cm klimavegg i isolert

bindingsverk i tre, vindsperre, 50 mm Murplate

Veggtykkelse: Total veggtykkelse 400 mm, teglvange 108 mm

Luftspalte: 30 mm luftspalte

Stein / blokk: Fasadetegl ihht NS-EN 771-1,

frostmotstandsklasse F2. Tegltipe XXXXX eller tilsvarende.

Teglformat:

Bindere:

For vegg høyder mindre enn 12 m; BI-skrubinder  $\phi$  4mm, rustfri kvalitet. Monteres med fall utover og påmonteres isolasjonsholder med dryppnese.

Høyder over 12 m, innfesting i byggets hovedbæresystem med BI-forankringsskinne. Antall bindere og plassering av bindere dimensjoneres med hensyn på vindlaster.

Mørtel: Fabrikframstilt, fargetilpasset mørtel, tilpasset teglens egenskaper for å oppnå godt samvirke og tilstrekkelig skjærheftfasthet.

Mørtelkvalitet Funksjonsmørtel M5 i henhold til NS-EN 998 -2

Fuge: Fugetykkelse  $t = 15$  mm. Fugeklasse F2, Fugetype a), rett avtrukket, komprimert fuge

Armering: Rustfritt kamstål  $\phi$  6 mm, eller rustfri BI-Fagverks- armering i nederste liggefuge ved fundament, samt i topp av forblending. Nødvendig fugearmering over åpninger dimensjoneres.

Isolasjon / murplate: 50 mm Glava Murplate klasse 32 eller tilsvarende i hulrom, fastholdes mot bakvegg ved hjelp av bindere påmontert isolasjonsholder, 2 bindere pr. plate.

Andre krav: Ja

Forband:  $\frac{1}{4}$  - steins løperforband med variert sprang – vilt forband.

Mot fundament avsettes hver 3. – 4. stussfuge åpen for drenering og lufting av fasade. Nedfalt mørtel må ikke tette disse, sett av rensehull. Tilsvarende åpninger avsettes i topp. Teglforblendingen skal på hensiktsmessig skal deles opp med bevegesfuger; avsetning av bevegesfuger spesifiseres i egen post NB8.23.

## 5 SKALLMURVEGG

### 5.1 KONSTRUKSJONSPRINSIPP

Den moderne skallmurveggen er en velisolert og klimabestendig ytterveggskonstruksjon bygd opp etter totrinnsprinsippet for klimatetting. Ytterveggens to murte vanger er atskilt fra hverandre med et drenert og isolert hulrom.

Indre vange – bærende og lufttettende

Ytre vange – utvendig kledning og klimabeskyttende værhud utføres i henhold til Kap. 4 Teglforblanding

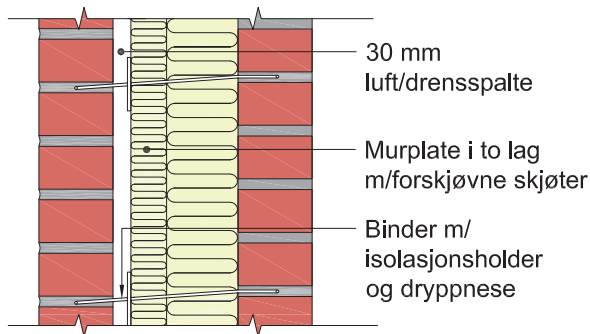
Hulromsisolasjonen ligger an mot indre vange og luftspalten mellom isolasjon og ytre vange skal være svakt ventilert, sørge for god drenering av inntrengt vann, bidra til trykkutjevning og bedre uttørkingsforholdene. Inntrengt vann gjennom ytre vange dreneres ut via fuktbeslag / membran og åpne stussfuger ved veggopplegg.

Vangene bindes sammen med bindere med diameter minst 4 mm. For større hulromsdybder enn 300 mm må det benyttes 5 mm bindere.

Antall og plassering skal dimensjoneres ut fra bindertype, vindlast og evt. andre påkjenninger. I henhold til NS-EN 1996-1-1: NA :2010 skal antall bindere /m<sup>2</sup> beregnes iht pkt 6.5, minimum 4 bindere/m<sup>2</sup>. Med bindere i rustfritt stål og min karakteristisk flytegrense på 500 N/mm<sup>2</sup> og diameter 4 mm vil normalt 4 bindere /m<sup>2</sup> veggflate være tilfredsstillende for hulromsdybder opp til 225 mm. Under andre forutsetninger må antall bindere økes.

Teglforblanding skal på hensiktsmessig skal deles opp med bevegelsesfuger; avsetning av bevegelsesfuger spesifiseres i egen post NB8.23.

Fig 5.1 Skallmurvegg



### 5.2 INDRE VANGE

- Indre vange kan være lastbærende, det mures med fulle, komprimerte mørtelfuger
- Indre vange skal ivareta veggens krav til tetthet. Normalt sett er det ikke nødvendig å pusse / slemme en teglvange for å oppnå tilstrekkelig tetthet, men det er avgjørende at det mures med godt fylte, komprimerte fuger.
- Spillmørtel skal fjernes mot hulromssiden slik at isolasjonen får full kontakt mot murverket.
- Det skal benyttes isolasjon tilpasset bruk i skallmurvegg, type Murplate. Isolasjonsplatene monteres tett mot hverandre uten glipper, fortrinnsvis i to lag med forskjøvne skjøter.
- Isolasjonsplatene holdes på plass med isolasjonsholder med dryppnese, som monteres på binderen. For å holde platene på plass er det tilstrekkelig med 2 bindere pr. isolasjonsplate.
- Indre vange trenger normalt ikke glidesjikt, membran eller andre bevegelsesfuger enn konstruksjonsfugene.

### 5.3 LASTBÆRENDE ELEMENTER

Indre lastbærende vange består av bærende søyler / veggfelt og bærende bjelker / overdekninger, disse skal dimensjoneres for opptredende vertikallast og horisontallast. Murverkets bæreevne skal beregnes og dokumenteres av byggets RIB før murarbeidet igangsettes. Samvirke mellom mørtel og stein skal dokumenteres og tilfredsstillende krav definert av RIB.

#### Lastbærende søyler

Dersom det ikke er tilstrekkelig med 1/2-steins søyle er det muligheter for geometriske forstrekninger med murte ribber i søylen som øker stivhet og veggens kapasitet. Vegg /søyler kan også vertikalarmeres for å øke bæreevnen.

#### Lastbærende overdekninger - bjelker

Murte teglbjelker i 1/2-steins tykkelse kan bære betydelige laster fra ovenforliggende dekke.

Bjelken kan horisontalarmeres og vertikalarmeres for å øke kapasiteten.

## 5.4 KONSTRUKSJONSDETALJER

### Fundament – opplegg for skallmurvegg

Fundamentet må være utformet slik at det sikres et godt, horisontalt opplegg for begge vanger og slik at man unngår kuldebro mellom grunnmur, dekke og skallmurvegg.

Hulrommet mellom vangerne kan utformes med noe fall utover.

Fuktsperre / tettesjikt, glidesjikt og drepsåpninger for ytre vange utføres tilsvarende som for Murt forblending i kap. 4.

Tettesjiktet føres opp bak isolasjonen og festes godt mot bakvegg.

### Opplegg av etasjeskiller

- Dekkeelement av lettklinkerbetong eller betong legges tørt på en nøyaktig avrettet murkrone. Svillelist benyttes for å sentrere last ned i lastbærende vange.

Nødvendig oppleggsbredde dimensjoneres.

I bygg der etasjeskiller er forutsatt å fungere som en skive vil fast forankring av oppleggene være påkrevd.

- Ved plasstøpte dekker legges heftbryter mellom murkrone og dekke for å unngå skadelige tvangskrefter fra langtidssnedbøyning.

### Åpninger - innsetting av vinduer og dører

- Vindu monteres normalt i bakvegg før oppstart muring, og må beskyttes da fersk mørtel kan etse glass.
- Av hensyn til differansebevegelser, fuktinntregning, kuldebroproblematikk og veggens isolasjonsevne bør vindu plasseres i samme posisjon som isolasjonssjiktet. Vanligvis slik at oppbrett på bakkant av sålbenkbeslag avsluttes mot murplata.

### Blindkarm

- Vindu festes inn i en blindkarm, festet til bakkonstruksjonen. For å redusere kuldebroer kan blindkarm utføres i et trykfast isolasjonsmateriale med bedre isolasjonsevne enn vanlig treverk, f.eks Red Air Link plate fra Rockwool eller Purenit isoleringsplate.
- Vindu kan også festes inn i punktvis beslag, vekten må opptas med bæreklosser i bunn.
- For å ta tyngden fra vindu, samt ha mulighet for vatring og nivellering av vindu kan den patenterte Vaterskruen fra Würt benyttes i bunn.

### Beslag over vindu

- Det skal monteres beslag som leder inntrengt vann ut over vinduets toppkarm.

### Fugetetting

- Åpning mellom vindu og karm isoleres med mineralull som dyttes løst inn fra innsiden
- Utvendig tettes fugen med elastisk fugemasse mot bunnfyllingslist og beskyttes med dekklist / beslag.

### Sålbenk

- Murte sålbenker er generelt ikke å anbefale
- Sålbenk utføres normalt ned finerplate på skråavrettet mørtel eller trykkimpregner trelekt, fall min 1:5.
- Sålbenk beslås med et korrosjonsbestandig beslag med oppbrett i bakkant som føres opp i et spor i underkant bunnkarm.
- Sålbenkbeslag må ha oppbrett ved sidefalsene med god tetting og tette hjørner.
- Sålbenkbeslag skal ikke ha langsgående skjøter

Fig 5.4a Vindusinnsetting med stålvingler.

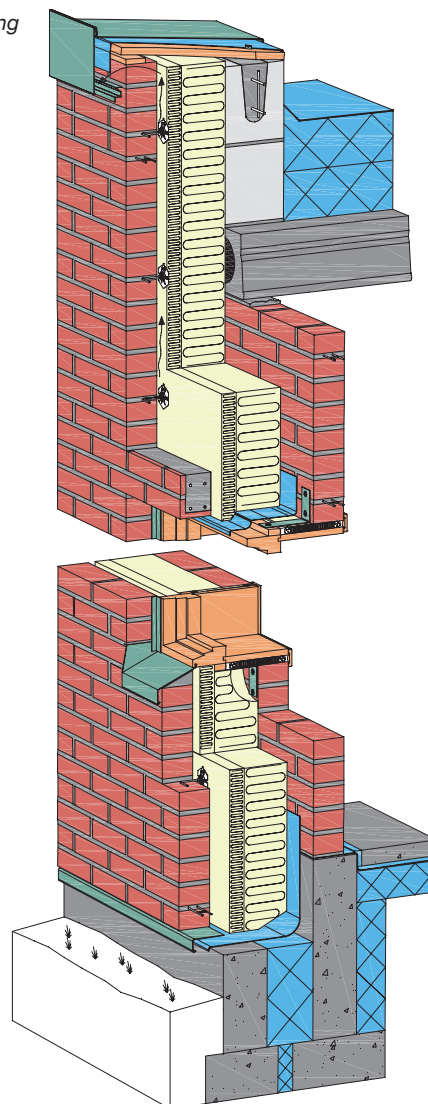
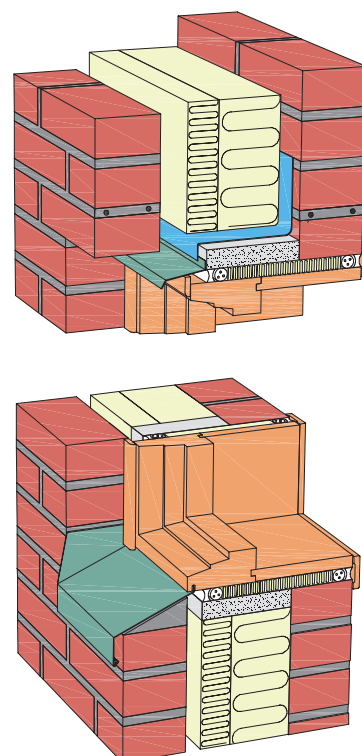


Fig 5.4b Vindusinnsetting i blindkarm med trykfast isoleringsplate. This technical drawing shows a cross-section of a window installation in a brick wall, focusing on the use of a rigid insulation plate (trykfast isoleringsplate) within the blind frame (blindkarm). The drawing shows the brickwork, the window frame, the insulation plate, and the surrounding structural elements. The window is set into a blind frame within the brick wall, and the insulation plate is used to reduce thermal bridges.





## 5.5 BESKRIVELSE IHHT NS 3420-N:2012

### NB2.1 Forberedende arbeider

#### NB2.161 Glidesjikt

Lokalisering: Over fundament for utvendig teglforblending

Kvalitet: Beslag i rustfritt stål, tykkelse 0,5 mm.

Utførelse: Glidesjikt plasseres over tetningssjiktet. Glidesjikt skal dekke hele bredden på murproduktet.

#### NB2.162 Tetningssjikt

Lokalisering: Over fundament for utvendig teglforblending

Kvalitet: PVC, butyl, gummi-asfalt med stamme av glassfiber

Utførelse: tettesjiktet skal dekke hele bredden på fundamentet, og føres opp ca 20 cm opp festes mot bakvegg. Alle skjøter skal sveises eller limes.

### NB2.4 Skallmurvegger

#### NB2.4

Murprodukt: Matrise NB:1

Murproduktets trykkfasthet: Matrise NB:2

Eksponeering: Matrise N:2

Overflatebehandling: Matrise NB:3

Krav til kontroll: Matrise N:1

#### NB2.4173113

Murprodukt: Teglstein

Murproduktets trykkfasthet: 35 MPa

Eksponeering: Eksponeeringsklasse MX3

Overflatebehandling: Med fuging begge sider

Krav til kontroll: Utvidet kontroll

Lokalisering: Henviing til bygningsdel, tegningsreferanse

Veggtykkelse: Indre vange 108 mm hulromsdybde 230 mm, ytre vange 108 mm, total veggtykkelse 446 mm.

Stein / blokk: Fasadetegl ihht NS-EN 771-1. Indre vange:

Tegltype: Indre vange: Haga Ru rød, Normalformat 228 x 108 x 62 mm.

Ytre vange; Tegltype Haga Ru rød eller tilsvarende,

Normalformat NF 228 x 108 x 62 mm. Frostmotstandsklasse F2.

Bindere: Rustfri fugearmering, BI-Z-binder, diameter  $\phi$  5 mm.

For hulromsdybder mindre enn 200 mm kan  $\phi$  4 benyttes.

Monteres med fall utover og påmonteres isolasjonsholder med dryppnese.

Antall bindere og plassering av bindere dimensjoneres med hensyn på vindlast, men ikke færre enn 4 bindere/m<sup>2</sup>.

Mørtel: Fabrikframstilt, fargetilpasset mørtel, tilpasset teglens sugenesser for å oppnå godt samvirke og tilstrekkelig skjærheftfasthet. Mørtelkvalitet Funksjonsmørtel M5 – M8 i henhold til NS-EN 998 -2. Om nødvendig med hensyn på murverksfasthet; mørtelkvalitet Funksjonsmørtel M8 - M10 i indre vange. Nødvendig skjærheftfasthet defineres av byggets RIB og dokumenteres for de valgte materialene.

Fuge: Fugetykkelse t = 15 mm. Fugeklasse F2, Fugetype a), rett avtrukket, komprimert fuge

Armering: Ytre vange: Rustfritt kamstål  $\phi$  6 mm, eller rustfri BI-Fagverksarmering i nederste liggefuge ved fundament, samt i topp av teglvange. Nødvendig fugearmering over åpninger dimensjoneres.

Indre vange: Nødvendig armering i indre bærende vange skal beregnes og dokumenteres av RIB.

Isolasjon / murplate: 200 mm Glava Murplate klasse 32 eller tilsv. i hulrom, to lag plater med forskjøvne plateskjøter. Isolasjonsplatene skal monteres og fastholdes mot bakvegg ved hjelp av bindere med isolasjonsholdere, 2 bindere pr- plate.

Andre krav: Ja

Forband: Ytre vange  $\frac{1}{4}$  - steins løperforband med variert sprang – vilt forband.

Indre vange: Ved behov for mye vertikalarmering kan det være hensiktsmessig å ta hensyn til dette i valg av forband.

Mot fundament i ytre vange avsettes hver 3 . – 4. stussfuge åpen for drenering og lufting av fasade. Nedfalt mørtel må ikke tette disse, sett av rensekull. Tilsvarende åpninger avsettes i topp.

Indre vange mures med godt fylte, komprimerte fuger for å sikre lufttetthet.

Ytre vange skal på hensiktsmessig skal deles opp med bevegesfuger; avsetning av bevegesfuger spesifiseres i egen post NB8.23.

Eventuell vertikalarmering og utstøping av overdekninger beskrives i eget punkt, post NB8.4.

## 6 DIAFRAGMAVEGG

### 6.1 KONSTRUKSJONSPRINSIPP

Diafragmavegg er en stiv veggkonstruksjon som benyttes ved høye vegger og store laster.

Ytterveggenes to murte veggdeler (vanger) er delvis adskilt fra hverandre med separate, isolerte og drenerte hulrom, og sammenbundet med tverrmurte vertikale ribber.

De vertikale ribbene er murt i forband med begge vanger.

Avstanden mellom ribbene er normalt 1,2 - 1,8 m.

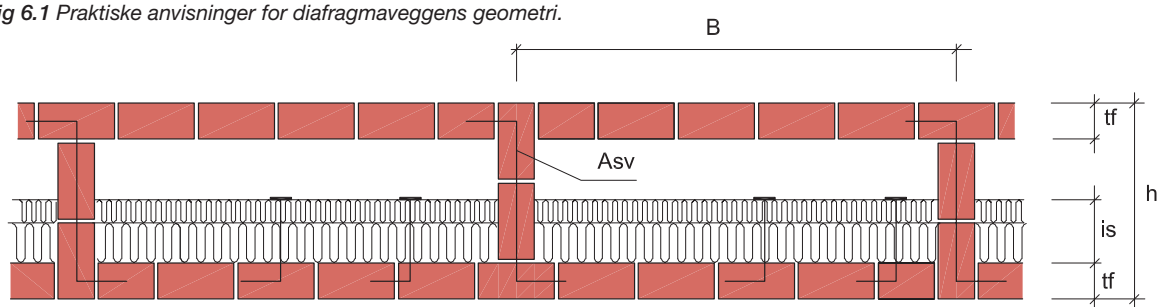
Sammenbindingen gjør at veggen blir svært stiv, med stor bæreevne både for vertikallast og vindlast. Veggen spenner vertikalt med støtte i bunn og mot avstivende takskeive.

I utsatte klimastrøk kan forbandet mellom yttervange og ribber brytes med en fuktsperre. Samvirket mellom vangene må da sikres ved innmuring av horisontale skjæradybler.

I veggtopp støpes en armert betongbjelke, opplagret på og dyblet ned i ribbene. Denne bidrar til bæring og avstivning mot takskeive.

Horisontal avstand mellom vertikale bevegesfuger bør ikke overstige 15 m eller 7 m fra ommurt hjørne.

Fig 6.1 Praktiske anvisninger for diafragmaveggs geometri.



Konstruksjonshøyde (mellom sidestøtte gulv og tak)

Total veggtykkelse

Vangetykkelse

Horisontal avstand mellom vertikale ribber

Minimum ribbearmering (rustfri)

Isolasjonstykkelse

Avstand mellom vertikale bevegesfuger

$H \leq 12$  m

$h = H/15$  til  $H/20 \geq 470$  mm (2 stein)

$tf = 1/2$  stein (104)

$B = 1,2 - 1,8$  m

$Asv \geq \text{Ø}6$  c/c 300 mm (hvert 4. skift)

$is = 200 - 250$  mm

$\leq 15$  m, 7 m fra ommurt hjørne

### 6.2 RIBBEFORSTERKET SKALLMURVEGG

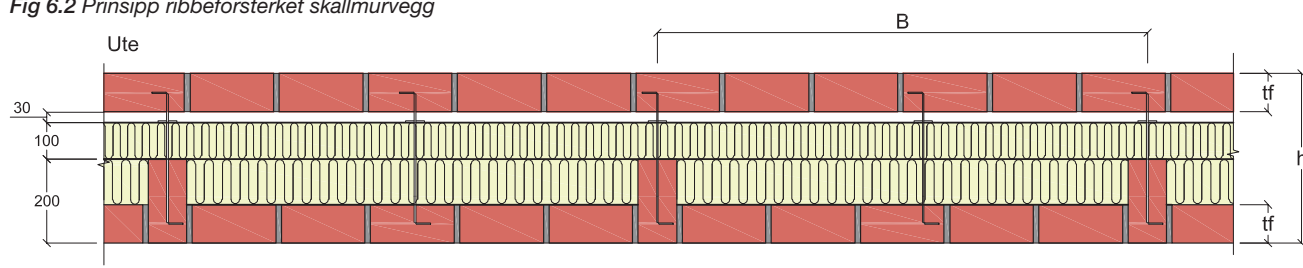
Den tradisjonelle diafragmaveggen vil ha en utfordring med hensyn på kuldebroer gjennom de murte stegene. Den moderne diafragmavegg er en ribbeforsterket skallmurvegg.

En ribbeforsterket skallmurvegg utføres i henhold til kap 5 Skallmurvegg, men indre vange får en forsterkning i form av murte ribber. Mellom ribbene legges isolasjon, samt et dekkende sjikt med Murplate på utsiden av ribbene.

Avstand og lengde på ribber dimensjoneres på bakgrunn av vegg høyde og opptredende laster.

Vangene bindes sammen med bindere i henhold til samme retningslinjer som i kap 4 Forblending.

Fig 6.2 Prinsipp ribbeforsterket skallmurvegg



### 6.3 SPESIELLE UTFØRELSESKRAV FOR DIAFRAGMAVEGG OG RIBBEFORSTERKET SKALLMUTVEGG

Samvirket mellom tegl og mørtel skal dokumenteres. Krav angis av RIB (rådgivende ingeniører).

#### Muring

- Vanger og ribber skal mures med fylte fuger.
- De vertikale ribbene skal mures i forband med begge vanger, det anbefales i tillegg å legge inn sammenbindende fugearmering som angitt i fig. 6.1.a.
- Spillmørtel skal fjernes fra hulromsside (indre vange og ribber) slik at isolasjon får full kontakt mot murverket.
- Isolasjonsplater monteres tett mot hverandre slik at glipper unngås, fortrinnsvis i to lag med forskjødne skjøter.
- I solasjonsplater holdes fast, f.eks. med trådbinder og isolasjonsholder.
- Unngå nedfall fra overskuddsmørtel i drensspalten. Sett evt. av rensehull i bunn.

For øvrig gjelder samme krav til fuktsikring i bunn, åpne stussfuger, beslag over åpninger etc. som for skallmurvegg gitt i kap. 5.

## 7 MURTE INNERVEGGER

#### Generelle hensyn ved valg av murte innervegger:

- Brannegenskaper
- Lydegenskaper
- Fuktegenskaper
- Termisk masse
- Bæreevne
- Egenvekt

#### 7.1 BRANN- OG LYDSKILLEVEGG MOT TAKKONSTRUKSJON

Skal skilleveggen fungere som brannvegg skal den føres forbi og min 500 mm over takkonstruksjon.

Brannseksjoneringsveggen kan avsluttes under takkonstruksjon dersom takkonstruksjonen utføres som ubrennbar konstruksjon klasse A2-s1,d0, men minimum brannmotstand EI60.

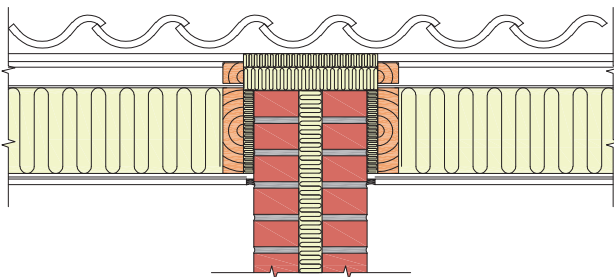


Fig 7.1a Prinsipp for brann- og lydskillevegg underkant tak.

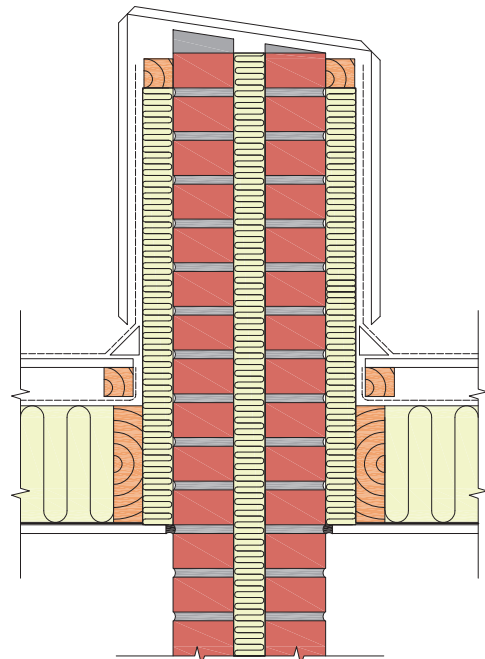
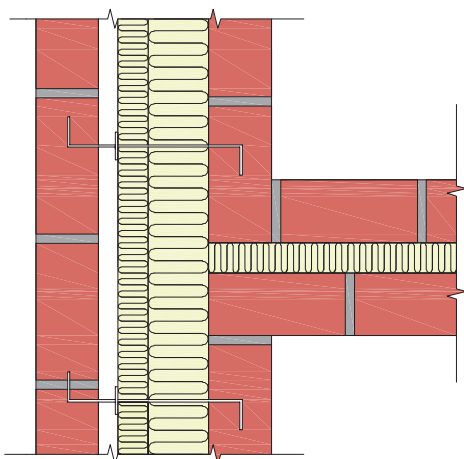


Fig 7.1b Prinsipp for brannseksjoneringsvegg av skallmur i tegl over tak.

## 7.2 SKILLEVEGG MOT YTTERVEGG

Mellom ulike bruksenheter stilles det krav til lydisolasjon, og utføres eksempelvis som dobbeltvegg med to murte vanger. Det skal ikke være fysisk kontakt mellom vangerne i dobbeltveggen, bindere, armering og annet, skal ikke være gjennomgående. De to vangerne mures i forband med indre vange i skallmurveggen.

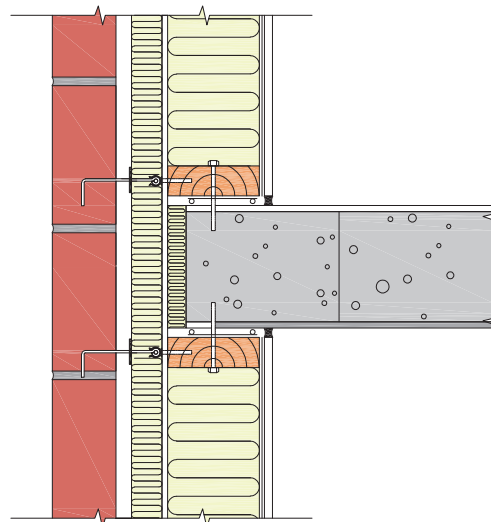
Fig 7.2a Horisontalsnitt lydskillevegg av skallmur og tilstøtende yttervegg.



### Mot fundament:

Fundamentet under innvendig lydskillevegg må splittes med en fuger slik at ikke lyd overføres via fundamentet.

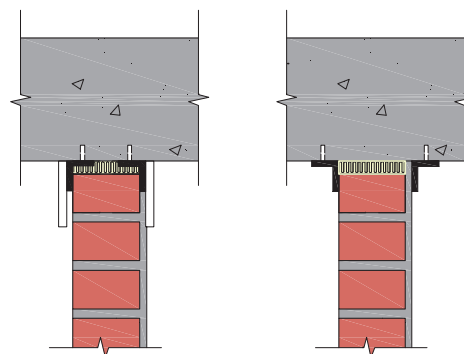
Fig 7.2b Horisontalsnitt lydskillevegg av lettkenkerblokk og tilstøtende yttervegg i bindingsverk med teglforblending



## 7.3 OVERGANG VEGG OG DEKKE FOR IKKE-BÆRENDE VEGGER

Ikke-bærende murvegger skal avsluttes mot tak og dekke med en brannbestandig, fleksibel fugeløsning med god lydtettende egenskaper. Veggene må forankres / støttes i topp med vinkeljern som monteres punktvis. Det skal være en avstand mellom topp vegg og dekke som er mindre enn dekkets eventuelle nedbøyning. Hulrommet fylles godt med mineralull, smeltepunkt > 1000°C, størrelse på vinkeljern 65 x 5 mm, avstand 600 mm

Fig 7.3 Ikke-bærende innervegg av tegl. Ved behov skal vinklene brannbeskyttes.



## 8 SKORSTEINER I TEGL

### 8.1 MATERIALVALG

Tegl benyttet til skorstein skal deklarerer ihht gjeldende produktstandard EN 771-1. Skorsteiner skal utføres i materialer som ha nødvendig bestandighet og fasthet mot den belastning og de temperaturer som forekommer, og påkjenninger som frost og slagregn, vind- og snølast. Det kan benyttes hulltegl eller massivtegl, eventuell lokale restriksjoner må avklares med lokalt feievesen. Skorstein over tak / kaldt loft skal utføres med tegl i frostklasse F2.

### 8.2 UTFØRELSE

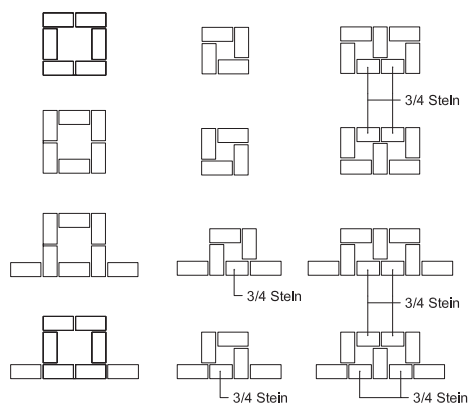
#### Nyoppføring av skorstein er søknadspliktig

- Skorsteinen skal dimensjoneres og utføres slik at ildsted kan fungere tilfredsstillende, det vil si at tverrsnittet på røykkanalen må tilpasses det aktuelle ildstedet.
- Skorsteinen må ikke fastholdes av tilstøtende konstruksjoner men skal kunne bevege seg fritt.
- Murt skorstein skal ha murt eller støpt fundament med brannmotstand min REI 60 a2-s1,d0 (A60).
- Skorstein skal ha uendret tverrsnitt og en glatt innvendig flate uten mørtelpølser.
- Teglskorstein skal mures med fulle fuger i forband, og med færrest mulig stussfuger i pipeløpet.
- Eventuelle skillevegger i pipeløpet skal mures i forband med yttervanger.
- Skorsteinen skal ha så mange feieluker som nødvendig. Feieluka skal være minst like stor som røykløpets tverrsnitt og ikke komme nærmere brennbart materiale enn 300 mm.

#### Røykrørsinnføring:

- Røykrørsinnføring skal ha lik lengde som tykkelsen på teglvangen.
- Røykrørsinnføring skal ikke stikke inn i pipas røykkanal
- Røykrørsinnføring skal ha innvendig diameter minst 1 cm større enn røykrørets utvendige diameter. Som tetting mellom røykrørsinnføring og røykrør benyttes elastisk, varmebestandig fugemateriale, f.eks tettesnor av glassfiber eller aluminiumssilikat.

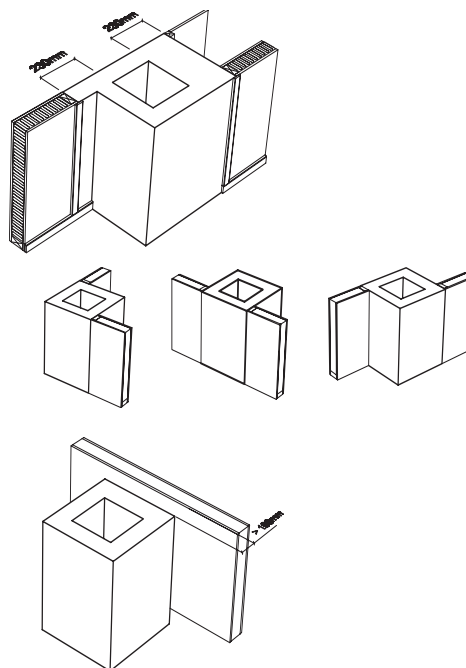
Fig 8.2a Eksempel på forband i teglskorsteiner



### 8.3 OPPSTILLINGSVILKÅR

- Røykløpets indre flate skal minimum ha 230 mm avstand til brennbart materiale, og temperaturen på brennbart materiale nært skorstein skal ikke overskride 65°C.
- Teglskorsteinens alle fire yttersider skal være tilgjengelig for ettersyn.
- Der skorstein med halvsteins vange går gjennom bjelkelag eller tak må teglvangen krages ut til 230 mm tykkelse .
- Teglskorstein med vangetykkelse større enn 110 mm kan stilles opp med 100 mm avstand til brennbart materiale.
- Vegg-ender kan monteres direkte mot skorsteinens hjørne dersom minsteavstand 230 mm overholdes.
- Høyde over tak: Skorsteinens høyde over tak skal være minimum 0,8 m, målt fra røykløpets indre flate, samt min 3,0 m horisontal avstand til takflaten.

Fig 8.3 Oppstillingskrav for teglskorsteiner



### 8.4 BRANNMUR

Brannmur kan utføres i tegl med minimum 100 mm tykkelse, det kan benyttes hulltegl eller massivtegl.

### 8.5 ILDSTED

Ildrommet i peisen skal ha en foring av ildfast stein med minste tykkelse 6,5 cm. Det skal benyttes ildfast mørtel.

For mer detaljert informasjon om murte ildsteder og skorsteiner se Byggforsk kunnskapssystemer blad 552.135 og 752.135.

## 8.6 BESLAG

Skorstein av tegl må ha en beslagsløsning over tak som sikrer at lekkasjevann ikke trenger inn til bakenforliggende konstruksjoner eller videre ned i pipa til oppvarmede rom. Dette kan medføre nedfuktig og saltutslag på teglens overflate.

Fig 8.6a Beslagsløsninger ved pipegjennomføring i tak.

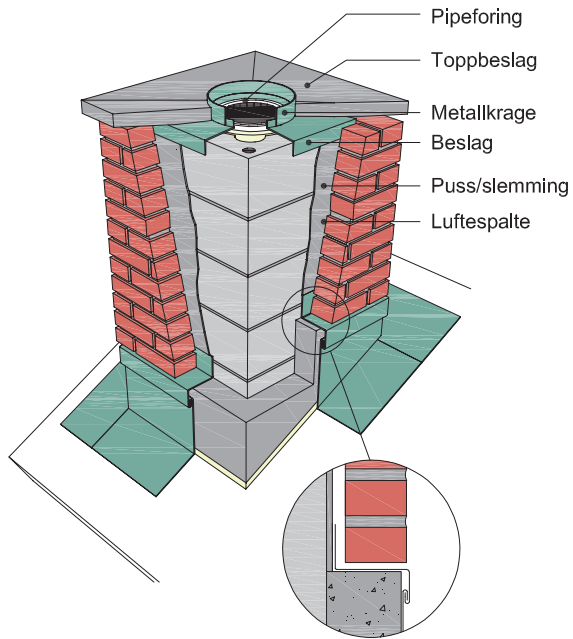
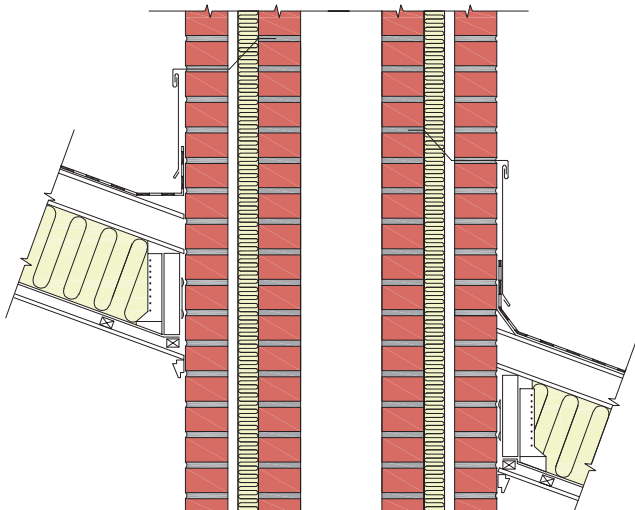


Fig 8.6b Teglpipa over tak.





## 9 PUSS OG OVERFLATEBEHANDLING

### 9.1 TEGL SOM UNDERLAG FOR PUSS

Teglstein klassifiseres ihht frostmotstandsevne ihht gjeldende produktstandard EN 771-1. Teglstein klassifisert i frostklassene F1 og F2 kan benyttes i utvendige murverk uten noen form for klimabeskyttende overflatebehandling. Dette gir også muligheter for tynne 1- og 2-sjikt pussløsninger, som er kostnadsbesparende i forhold til en puss som skal beskytte underlaget for klimapåkjenninger. Tegl som underlag for puss er en gjennomprøvd løsning, gir store variasjonsmuligheter og gjør det enkelt å kombinere puss og eksponert tegl i samme bygg. Når teglmurverk skal pusses sikres et optimalt pussgrunnlag ved å velge en tegltype med moderat, jevnt sug, fortrinnsvis med en svak ruing / struktur i overflaten for å sikre god heft.

Påføring av alle typer overflatebehandling påvirker teglmurverkets egenskaper, og det skal alltid benyttes diffusjonsåpne produkter som ikke hindrer uttørring av murverk og medfører frostskafer.

### 9.2 TILRETTELEGGING AV PUSSARBEID

Før pussarbeidet starter skal murverket være ferdig herdet og uttørket, og uten salter.

Pussarbeider skal utføres ved temperaturer i luft og pussunderlag på minimum + 5°C. denne temperaturen må holdes gjennom utførelsen og til pussmørtelen har oppnådd tilstrekkelig fasthet for å unngå frostskafer.

**Under utførelse og i herdetiden skal pussens beskyttes mot uheldige klimapåkjenninger ihht NS 3420-NE Puss:**

- Nypusset flate skal beskyttes mot ukontrollert fukt påkjenning.
- Nypusset flate skal beskyttes mot sol og vind som kan medføre for rask uttørring av pussens.
- Ved eventuell oppvarming skal det ikke forekomme lokal skadelig uttørring.
- I sommerhalvåret kan det være behov for ettervanning.
- Gode blandeprosedyrer er viktig for å sikre jevn farge på pussens, særlig viktig for gjennomfargede pussers.
- Pussarbeidet skal planlegges i forhold til avslutning av felt for å sikre jevne flater uten skjæmmende skjøter.

### 9.3 SPESIELLE PUSSBEHANDLINGER

#### Sekkeskuring

Sekkeskuring utføres på teglmurverk murt til spekk, med godt fylte, komprimerte fuger. Den gjennomfargede sekkeskuringsmørtelen trekkes på i ett, tynt strøk og skures ut til ønsket dekningsgrad, slik at teglstrukturen anes gjennom pussens. Det er å anbefale å sette et referensefelt som står til murverket er ferdig pusset. For tykt puss-sjikt kan medføre avskallinger.

Denne type tynn pussbehandling medfører et løpende vedlikehold, avhengig av miljøbelastning og konstruksjonsdetaljer. Sekkeskuring anbefales i passivt og moderat miljø, ikke i aggressivt miljø medmindre det aksepteres hyppig vedlikehold.

### 9.4 MALING

Det skal kun benyttes tilstrekkelig diffusjonsåpne malingstyper på teglmurverk som tillater inntrengt fukt å fordampe gjennom malingssjiktet. Tette malingssjikt medfører at inntrengt fukt stenges inne bak malingsfilmen og medfører avflassing av maling og frostskafer på tegl og eventuelt puss-sjikt. Diffusjonsåpne, mineralske malinger er kalk-, sement- og silikatmaling. Erfaring viser at organiske tilsetninger på mer enn 5 % nedsetter diffusjonsevnen betraktelig. Malingsproduktets egnethet på tegl må avklares med malingsleverandør.

Generelt gjelder at murverkets overflate skal være tørr og ren slik at vedheft mellom maling og underlag blir best mulig. Smuss, løs mørtel og salter skal fjernes før maling påføres. Murverkets vanninnhold og innhold av salter skal være minst mulig, det anbefales derfor å vente 1 – 2 år etter at murverket er oppført før murverket males.

## 9.5 ANTIGRAFFITIBEHANDLING OG IMPREGNERING

### En antigraffitibehandling skal ivareta flere forhold;

- Beskytte fasaden mot inntrenging av graffiti og muliggjøre fjerning av dette på en måte som ikke skader underlaget
- Ikke reduserer murverkets tekniske eller estetiske egenskaper eller fasadens levetid.

En overflatebehandling vil i større eller mindre grad gjøre overflaten tettere og øke klimapåkjenningen på murverket. Dette kan medføre oppsamling av fukt og salter bak overflatebehandlingen og resultere i fukt- og frostskafer.

### Krav som bør stilles i forhold til valg av antigraffitibehandlingen:

- Produktet skal være tilstrekkelig diffusjonsåpent,
- Korrekt utførelse i samarbeid med leverandør av produktet eller i henhold til dennes anvisning.
- Estetiske krav, det bør ikke være synlig at noe er påført, og det bør unngås å benytte produkter som gir en blank overflate eller endrer fargen på murverket.
- Leverandør av produktet skal påta seg ansvaret for sitt produkts egnethet og funksjon.
- Referanseprosjekter der de aktuelle produktene er benyttet for å se hvordan produktene over tid fremstår teknisk og estetisk.

## 9.7 ANBEFALTE PUSSLØSNINGER

Tabell 9.7 Oversikt over alternative pussløsninger.

	Grunning	Grovpuss	Sluttbehandling
	Grunningssjikt kastes eller sprøytes på 3 – 5 mm tykkelse	Grunnpuss påføres 1 – 3 dager etter grunning, tykkelse 10 – 15 mm	Sluttbehandling velges etter ønsket struktur og farge. Påføres etter at grovpuss er tilstrekkelig herdet. Underlag skal være tørt, ha jevnt sug og fri for salter.
Tykkpuss	Murmørtel M10 Murmørtel M5 Weber. Base 103 Rødgrunning	Murmørtel M5 Mur-og pussmørtel KC 35/65	Finpuss ( på murmørtel M5) Mur-og pussmørtel KC 50/50 <b>Gjennomfarget sluttpuss</b> - Slemming - Stenpuss - Silikatpuss - Silikonharpiks puss <b>Mineralsk maling</b> - silikatmaling - silikonharpiksmaling - KC-maling
Tynnpuss	Murmørtel M5 Weber. Base 103 Rødgrunning Weber.base 105 Hvitgrunning (lyse farger i sluttbehandling)		Finpuss ( på murmørtel M5) Mur-og pussmørtel KC 50/50 <b>Gjennomfarget sluttpuss</b> - Slemming - Stenpuss - Silikatpuss - Silikonharpiks puss
Sekkeskuring			Sekkeskuringsmørtel, 1 sjikt NHL 3,5 0-1 mm
Maling	Tilhørende egnet silikatgrunning		Mineralsk maling Egnet silikatmaling
Puss på eldre murverk	Mur-og pussmørtel KC 35/65	Mur-og pussmørtel KC 50/50	Mur-og pussmørtel KC 50/50 Silikatmaling Kalkmaling
	Hydraulisk kalkgrunning NHL 3,5 Grunningsmørtel 1:1,5	Hydraulisk kalkmørtel NHL 3,5 mørtel 1:2	Hydraulisk finpuss NHL 2 Finpuss 1:1

## Impregnering

I utgangspunktet skal det være nødvendig å impregnere teglmurverk. Veggoppbygging med luftspalt og gode dreneringsdetaljer i bunn og beslag over vindu tillater fukt å trenge gjennom teglvangen uten at det oppstår fuktproblemer i konstruksjonen innenfor.

Dersom det likevel ønskes en impregnering, gjelder samme forhold som for Antigraffitibehandling.

## 9.6 INNVENDIG PUSS

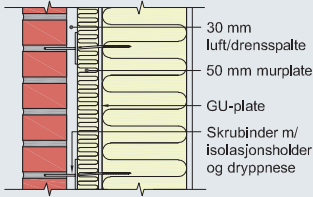
For innvendig murverk stilles det ikke krav til teglens frostmotstandsevne, men en jevnt, moderat sug er en fordel for pussens utførelse og sluttresultat. For innvendig puss stilles det færre krav til tekniske egenskaper og oppbygging, men kan velges på bakgrunn av estetikk, ønsket struktur og farge.

## 10 TEKNISKE DATA FOR MURTE VEGGER I Tegl

### 10.1 VARMEISOLASJONSEVNE (U-VERDI)

Teglforblanding med isolasjon i luftspalten.

**Tabell 10.1a** Varmeisolasjonsevne for svakt ventilert teglforblanding, basert på oppgitte verdier fra Glava.

	Isolasjonstykkelse Murplate mm $\lambda$ -verdi 0,032 (W/mK)	
	50 mm	100 mm
	U-verdi W/m <sup>2</sup> K	U-verdi W/m <sup>2</sup> K
<b>Isolert trestenderverk, treandel 12% uten åpninger)</b>		
48 x 98 mm $\lambda = 0,038$ (W/mK)	0,241	0,176
48 x 148 mm $\lambda = 0,034$ (W/mK)	0,182	0,141
48 x 198 mm $\lambda = 0,034$ (W/mK)	0,150	0,121
<b>Isolert trestenderverk, 22% (tilsv. større bygg)</b>		
48 x 148 mm $\lambda = 0,034$ (W/mK)	0,215	0,168
48 x 198 mm $\lambda = 0,034$ (W/mK)	0,178	0,144

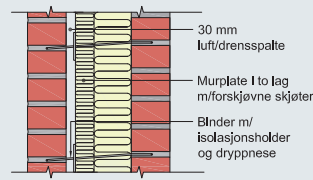
Teglforblanding uten isolasjon i luftspalten

**Tabell 10.1b** Varmeisolasjonsevne for svakt ventilert teglforblanding, basert på oppgitte verdier fra Glava.

	Bakenforliggende konstruksjon: Isolert trestenderverk t = 48 mm, $\lambda$ -verdi 0,037 (W/mK)		$\lambda$ -verdi 0,037 (W/mK) U-verdi W/m <sup>2</sup> K	$\lambda$ -verdi 0,034 (W/mK) U-verdi W/m <sup>2</sup> K
	<b>Isolert trestenderverk, treandel 12%</b>			
	200 mm isolasjon, 48 mm stendertykkelse	0,211	0,199	
250 mm isolasjon, 48 mm stendertykkelse	0,171	0,162		
300 mm isolasjon, 48 mm stendertykkelse	0,146	0,137		
<b>Isolert trestenderverk, treandel 22% (tilsv. større bygg)</b>				
200 mm isolasjon, 48 mm stendertykkelse	0,248	0,238		
250 mm isolasjon, 48 mm stendertykkelse	0,202	0,193		
300 mm isolasjon, 48 mm stendertykkelse	0,172	0,164		

Skallmurvegger i tegl

**Tabell 10.1c** Varmeisolasjonsevne for ventilert skallmurvegg med vanger i tegl, basert på oppgitte verdier fra Glava.

	Isolasjonstykkelse		$\lambda$ -verdi 0,034 (W/mK) U-verdi W/m <sup>2</sup> K	$\lambda$ -verdi 0,032 (W/mK) U-verdi W/m <sup>2</sup> K
	150 mm	0,211	0,200	
	200 mm	0,162	0,5153	
250 mm	0,131	0,124		

## 10.2 LYDISOLASJONSEVNE

Teglforblending med isolasjon i luftspalten, svakt ventilert

**Tabell 10.2** Viser veiledende lydisolasjonsevne for vegger av de vanligste tegltypene i Wienerbergers sortiment murt med standard mørtel

	Vangetykkelse t	Bruttodensitet tegl	Puss	Luftlydisolasjon	
				Laboratoriemålte verdier	
				Veid lydreduksjonstall $R_w$	Feltmålt luftlydisolasjon
Hulltegl	t = 108 mm t = 108 mm t = 228 mm t = 228 mm	1500 kg/m <sup>3</sup>	1 x 12 mm 2 x 15 mm	46 dB 48 dB 55 dB 55- 59 dB	43 dB 45 dB 52 dB 52 – 55 dB
	t = 85 mm	1240 kg/m <sup>3</sup> 1380 kg/m <sup>2</sup> 1450 kg/m <sup>2</sup>		41,5 dB 42,5 dB 43 dB	38,5 dB 39,5 dB 40 dB
	t = 135 mm	1140 kg/m <sup>2</sup> 1370 kg/m <sup>2</sup>		46,5 dB 48 dB	43,5 dB 45 dB
Massiv tegl	t = 108 mm	1600 kg/m <sup>3</sup> 1850 kg/m <sup>3</sup> 2050 kg/m <sup>3</sup> 2050 kg/m <sup>3</sup>	1 x 15 mm	46 dB 47 dB 48 dB 51 dB	43 dB 44 dB 45 dB 46 – 48 dB
	t = 100 mm t = 210 mm	1600 kg/m <sup>3</sup>		45 dB 54 dB	42 dB 51 dB
	t = 228 mm	2050 kg/m <sup>3</sup> 2050 kg/m <sup>3</sup> 1850 kg/m <sup>3</sup>	2 x 15 mm	57 dB 60 dB 56 dB	54 dB 52 – 55 dB 53 dB
	t = 348 mm	1850 kg/m <sup>3</sup>			55 dB

## 10.3 BRANNMOTSTANDSEVNE

Teglkonstruksjoner med effektiv slankhet for  $l_e/h_e < 20$ , Utnyttelsesgrad  $\mu_n = 0,35$

**Tabell 10.3** Viser veiledende brannmotstand for vegger av de vanligste tegltypene i Wienerbergers sortiment murt med standard mørtel

	Bruttodensitet tegl	Ikke-bærende vegger	Brannmotstand	
			Bærende vegger Ensidig	Bærende vegger Tosidig
Hulltegl t = 108 mm	1500 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 90	$T_{REi}$ 60	$T_{REi}$ 30
Hulltegl t = 85 mm	1240 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 60	$T_{REi}$ 30	$T_{REi}$ 30
	1400 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 60	$T_{REi}$ 30	$T_{REi}$ 30
	1450 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 60	$T_{REi}$ 60	$T_{REi}$ 30
Massiv tegl t = 108 mm	1600 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 90	$T_{REi}$ 60	$T_{REi}$ 30
	1850 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 120	$T_{REi}$ 60	$T_{REi}$ 30
	2050 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 120	$T_{REi}$ 60	$T_{REi}$ 60
Massiv tegl t = 100 mm	1600 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 90	$T_{REi}$ 60	$T_{REi}$ 30
Massiv tegl t = 228 mm	1600 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 240	$T_{Ei}$ 240	$T_{Ei}$ 180
	1850 kg/m <sup>3</sup>	$T_{Ei}$ 240	$T_{Ei}$ 240	$T_{Ei}$ 240

NOTATER

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---







