MURERHÅNDBOGEN
2013

DANSKETEGL

5 Om Murerhåndbogen 2013
6 Projektering
6 Murværk skal beregnes og kontrolleres
6 Konsekvensklasser (tidl. sikkerhedsklasser)
6 Kontrolklasser
6 Beregning af murværk

7 Valg af konstruktioner
7 Styrke, stabilitet og tæthed – forebyggelse af skader
7 Eksponeringsklasser – miljømæssige påvirkninger
10 Mørtelvalg
11 Mørtel i bærende murværk
11 Eksponeringsklasser, mørtel
12 Mørtelskema
14 Materialeforbrug

15 Bygningsfysiske forhold
15 Varmeisolering
16 Fugtisolering
16 Radonsikring
16 Lydisolation
18 Lydregulering
18 Brandfasthed
18 Ventilering af hule mure

19 Bygningsdele
19 Massive mure, hule mure og skalmure
19 Kælderydervægge
19 Murafslutninger

20 Materialer
20 Mursten
20 Stentyper
21 Trykstyrke
22 Stenformat
22 Teglmursten
22 Holdbarhed
22 Bruttodensitet
23 Nettodensitet
23 Minutsugning
23 Vandoptagelse
23 Blokke
23 Bloktyper
24 Format og styrke
24 Teglblokke
24 Letklinkerbetonblokke
24 Porebetonblokke

24 Mørtel
25 Receptmørtel
26 Funktionsmørtel
26 Bindemidler og tilslagsmaterialer når mørtel fremstilles på byggepladsen
27 Tilsætningsstoffer

27 Armeret murværk, stænger og armeringssystemer
28 Teglbjælker, kompositbjælker og bæreevnediagram
29 Murkonsoller

30 CE-mærkning af byggevarer
31 Hvad skal man være opmærksom på som indkøber og udførende?
31 Hvad skal man være opmærksom på, når man modtager byggevaren?
32 Hvordan CE-mærket læses

33 Modtagekontrol og supplerende modtagekontrol iht. DS/INF 167
35 Modtagekontrol – øvrige materialer

35 Udførelse
35 Målafsætning
36 Forbandt
37 Blanding af mørtel på byggeplads
37 Blandingsnøjagtighed
37 Kalktilpasset mørtel
40 Anden cementtype
40 Opmuring
41 Tolerancer og udfaldskrav
42 Udfaldskrav
42 Visuel bedømmelse af murværkets udseende
43 Bedømmelse af forbandtet

44 Trådbindere

44 Fugtspærre – fugtstandsende membran
45 Fugtspærre ved fundament
45 Fugtspærre ved bjælker
45 Fugtspærre ved teglbjælker
45 Fugtspærre ved kompositbjælker
47 Fugtspærrers placeringer, snittegninger

52 Sålbænke

55 Murafslutninger – fritstående mure
55 Murafslutning med tegltagsten
56 Murtykkelse, forbandter og fuger
56 Opmuring indtil murafslutning
56 Ventilation
57 Afslutning med rulskifte
57 Henmuring af rulskifte
59 Murafslutning med andre materialer

60 Skorstensafslutninger

62 Dilatationsfuger

68 Armering
68 Metal- og stålkomponenter, korrosionsbeskyttelse og valg af kvalitet
68 Stålkomponenter, bestemmelse af eksponeringsklasse

68 Fugning
69 Opmuring, udkradsning og efterfølgende fugning
69 Opmuring og fugning udført i samme arbejdsgang
70 Fugefærdiggørelse
71 Fugeformer

72 Kompositbjælker, udførelse
72 Bjælker og overliggere, fjernelse af understøtning

73 Afstivning af murværk under opførelsen

76 Afsyring af murværk
76 Ingen afsyring – mur rent
76 Afsyring – når det alligevel viser sig nødvendigt

77 Murværkets beskyttelse under udførelsen
77 Materialeoplagring
77 Afdækning
78 Afskærmning
78 Vinterforanstaltninger

78 Udførelseskontrol

80 Tegltage

81 Overfladebehandling
81 Generelle forhold
82 Kvalitetssikring
82 Pudsning, udvendig
83 Pudsning, indvendig
84 Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag
84 Underlag, generelt
85 Vandskuring
85 Sækkeskuring
85 Filtsning
85 Tyndpuds
86 Udførelse, generelt
86 Berapning
87 Svumning
87 Farvet puds
87 Kalkning
89 Indfarvet kalk
89 Lasering med indfarvet kalkvand
89 Maling
90 Imprægnering

91 Fliseopsætning
91 Underlaget
91 Udlæg
91 Udførelse

92 Teglgulve
92 Teglgulve, indendørs
93 Teglbelægninger, udendørs

94 Renovering

96 Misfarvet murværk

96 Vedligeholdelse og drift

97 Definitioner/Begreber/Ordliste

100 Lovgivning og standarder/Litteraturhenvisninger og rådgivning

Om Murerhåndbogen 2013

– en opslagsbog om gældende lovgivning og god praksis i det murede byggeri

Murerhåndbogen 2013 er udarbejdet med afsæt i gældende bygningsreglement BR10, Eurocodes 6-Systemet med tilhørende dansk nationalt anneks og Dansk Standards anvisninger.
– Og så er Murerhåndbogen også udarbejdet med afsæt i dén tekniske fælleseje, som faget står bag og løbende formidler gennem publikationer om god praksis og veludført murerarbejde.

Bygningsreglementet, BR 10, indeholder de juridisk bindende krav, der stilles til byggeriet i Danmark og er udstedt med hjemmel i Byggeloven – det overordnede regelsæt for byggeri, hvormed det bl.a. sikres, at bygninger opføres og indrettes, så de er brandsikre og sikre og sunde at opholde sig i.

Siden 1. januar 2009 har Eurocodes ifølge Bygningsreglementet været det eneste lovlige projekteringsgrundlag i Danmark, og alle byggemyndigheder, byggevareproducenter og bygherrer skal derfor benytte dette fælles grundlag. Eurocodes-systemet er europæiske fælles normer for dimensionering og opførsel af bygningsværker omfattende alle gængse konstruktioner og materialer, og sammen med de enkelte dele af Eurocodes-systemet skal man, når man projekterer og bygger i Danmark, benytte de tilhørende danske nationale annekser (NA).
For det murede byggeri har Dansk Standard i samarbejde med relevante danske standardiseringsudvalg udarbejdet DS-Information DS/INF 167,'Supplerende vejledning for murværk i forbindelse med brug af eurocode 6'; et værktøj som bygger yderligere bro mellem europæisk og dansk.

Til Eurocodes-systemet hører også en række produktstandarder baseret på standardiserede prøvninger af byggematerialers og produkters egenskaber og ydeevne. Alle varer, der fremstilles med henblik på at skulle indgå varigt i bygværker, skal på producentens foranledning CE-mærkes iht. Byggevarer – Forordning (EU) nr. 305/2011 af 9. marts 2011. Energistyrelsen overvåger markedet for byggevarer og formidler oplysning om henholdsvis CE-mærkning og produktstandarder; Dansk Standard varetager såvel national som international standardisering.

I Murerhåndbogen anvises, hvordan denne omfattende lovgivning omsættes til praksis, og håndbogen henvender sig derfor til både projekterende og udførende. Ønsker man at sætte sig yderligere ind i lovgivningen, teknisk fælleseje og god praksis, kan henvisninger til yderligere og mere detaljeret information og vejledning findes sidst i bogen.

Danske Tegl
januar 2013

Projektering

Murværk skal beregnes og kontrolleres

I Bygningsreglement 2010, kap. 4, 'Konstruktive bestemmelser' anses kravene til dimensionering af byggekonstruktioner at være opfyldt, når konstruktionerne dimensioneres på grundlag af Eurocodes-systemet med tilhørende danske annekser. Ved dimensionering af murede konstruktioner er *Eurocode 6* og Dansk Standards vejledning *DS/INF 167* 'Supplerende vejledning for murværk i forbindelse med brug af Eurocode 6' gældende.

Bygningsreglementet tillader endvidere, at dimensionering kan ske i overensstemmelse med forskrifter og anvisninger godkendt af Boligministeriet som eksempelvis SBi-anvisninger for god praksis.

Konsekvensklasser *(tidl. sikkerhedsklasser)*

En konstruktion skal dimensioneres og udføres, så den i den forventede levetid ved korrekt anvendelse og vedligehold med en given sikkerhed kan modstå de laster, den beregnes udsat for.

På basis af en vurdering af bygningstype og formål og af, hvordan en konstruktion vil indgå i en given bygning, placeres konstruktionen i *Konsekvensklasse*. På baggrund heraf dimensioneres, så konstruktionen lever op til klassificerede minimumskrav til sikkerhed.

De fleste konstruktioner placeres i *normal konsekvensklasse (CC2)*. Følgende eksempler kan tjene til vejledning for, hvilke konstruktioner der typisk placeres i andre konsekvensklasser:

Lav konsekvensklasse (CC1)

- 1- og 2-etagesbygninger med moderate spændvidder, hvor der kun lejlighedsvis kommer personer, fx lagerbygninger, skure og mindre landbrugsbygninger.
- Sekundære konstruktionsdele, fx skillevægge, vindues- og døroverliggere og beklædninger.

Høj konsekvensklasse (CC3)

- Bygninger i flere etager, hvor højde til gulv i øverste etage er mere end 12 m over terræn, såfremt de ofte benyttes til ophold for personer, fx til bolig eller kontor.
- Bygninger med store spændvidder, såfremt de ofte benyttes af mange personer, fx til koncert, sport, teater eller udstilling.

Kontrolklasser

Murværkskonstruktioner skal udføres iht. specifikationer for kontrolklasserne *lempet, normal* og *skærpet*. Kontrolklasse vælges i forbindelse med vurdering af partialkoefficienter; dvs i forbindelse med dimensioneringen af bærende konstruktioner ved hjælp af regnestørrelsen 'partialkoefficient', hvorved sandsynligheden for konstruktionssvigt minimeres. Hermed menes, at murværk som forventes belastet meget skal udføres, så det lever op til kravene i skærpet klasse – murværk, som forventes belastet i mindre grad skal udføres, så det lever op til kravene i lempet klasse osv.

Konstateres det ved forskriftsmæssig udførelseskontrol og dokumentation at murværket ikke lever op til kravene i den valgte kontrolklasse, skal resultaterne af kontrollen danne beslutningsgrundlag for indgriben.

Beregning af murværk

Alle murværkskonstruktioners og konstruktionsdeles *bæreevne og stabilitet* skal eftervises ved *beregning*. Med online beregningsprogrammet *Murværksprojektering* udviklet af Teknologisk Institut til brug for beregning af murede konstruktioner, kan alle former for tryk-, tvær- og forskydningspåvirkede konstruktioner beregnes. Endvidere kan antal og placering af trådbindere bestemmes, og teglbjælkers og stabiliserende vægges bæreevne kan eftervises.

Valg af konstruktioner

Konstruktioner skal vælges, så de er i overensstemmelse med kravene i Eurocodes 6-systemet med tilhørende nationale annekser og produktstandarder.

Styrke, stabilitet og tæthed – forebyggelse af skader

Valget af konstruktioner skal altid baseres på opfyldelsen af krav til styrke og stabilitet og tæthed – og på hensynet til forebyggelse af skader. Derfor skal der især i det murede byggeri tages højde for, at mulige deformationer og differenssætninger ikke fører til utilsigtede revnedannelser og for at der tages tilstrækkeligt hensyn til eventuelle deformationer, som måtte opstå som følge af svind og svelning af fugtfølsomme materialer.

Eksponeringsklasser – miljømæssige påvirkninger

Valget af konstruktion skal træffes på grundlag af en vurdering af, hvilke *miljømæssige påvirkninger*, konstruktionen forventes udsat for i løbet af dens levetid.

Med en vurdering af *makroklimaet* – dvs en vurdering af *ydre* påvirkninger som omgivelsernes fugtighed, aggressive stoffer i luften, fysiske påvirkninger ved brug og slid mv – placeres den påtænkte konstruktion i *Eksponeringsklasse fra MX1 – MX5* som defineret i Eurocode 6-systemet.

Ved miljøvurderingen tages højde for virkningen af evt. påtænkte overfladebehandlinger og beskyttende beklædninger som filtsning eller pudsning, hvoraf kun sidstnævnte giver beskyttelse af den underliggende murværkskonstruktion. Ved filtsning skal der som minimum forudsættes samme grad af eksponering som vil gøre sig gældende for blankt – ubehandlet – murværk.

Med vurderingen fastslås, hvilket miljø eller hvilke *mikrobetingelser*, der må forventes at opstå *inde ved og i selve murværkskonstruktionen*, når den er opført, og sammenholdt med erfaring og tilgængelig viden om holdbarheden af den påtænkte konstruktion eller konstruktionsdel og de materialer, der tænkes anvendt, kan den optimale konstruktion vælges.

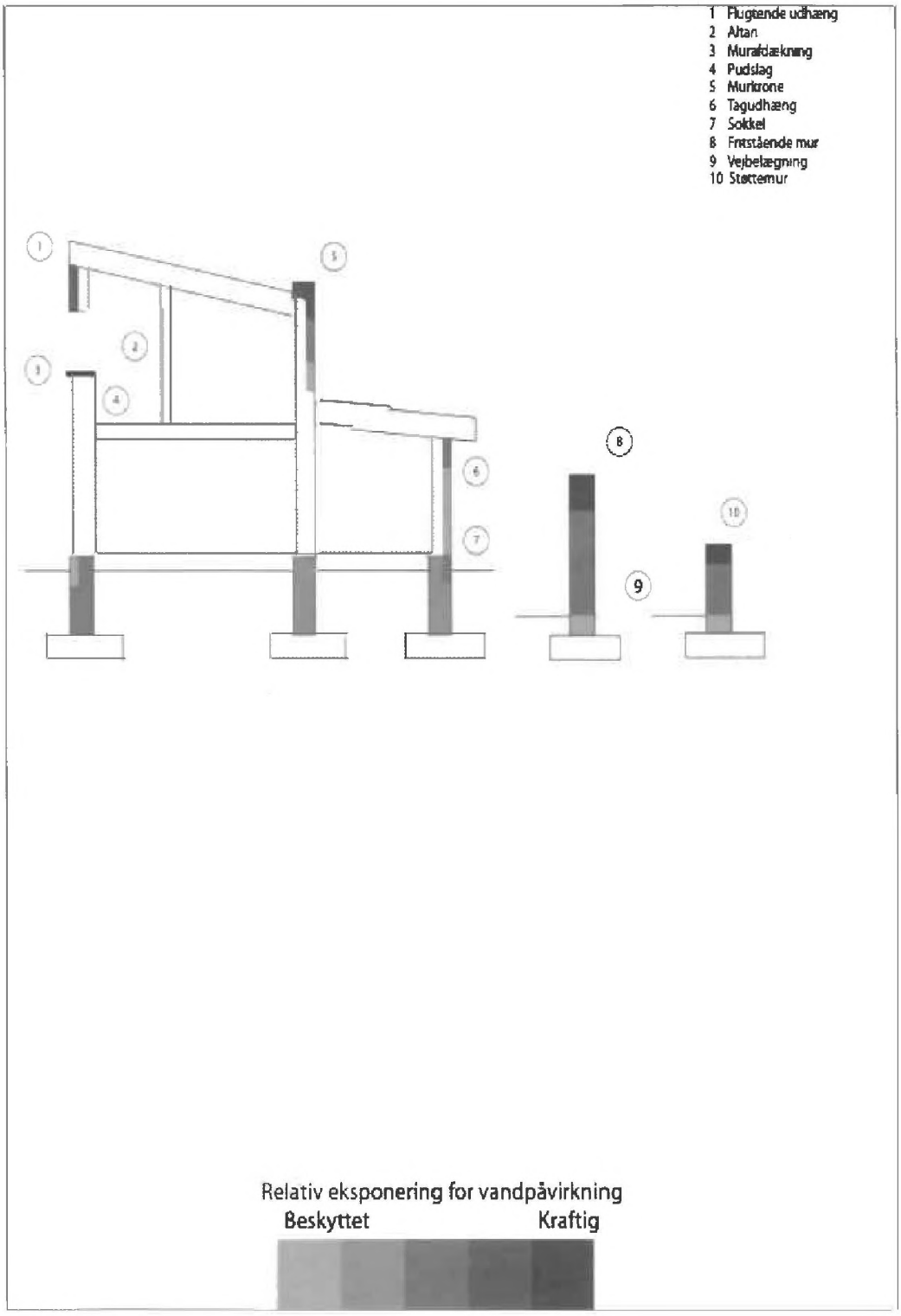
Tidligere kategoriseredes konstruktioner som hørende til i miljøklasserne *passivt, moderat og agressivt miljø*. Der er ikke direkte sammenfald med eksponeringsklasserne, men følgende omtrentlige sammenligning kan anvendes:

Passivt miljø:	MX1
Moderat miljø:	MX2 til MX3.1
Aggressivt miljø:	MX3.2 til MX.5

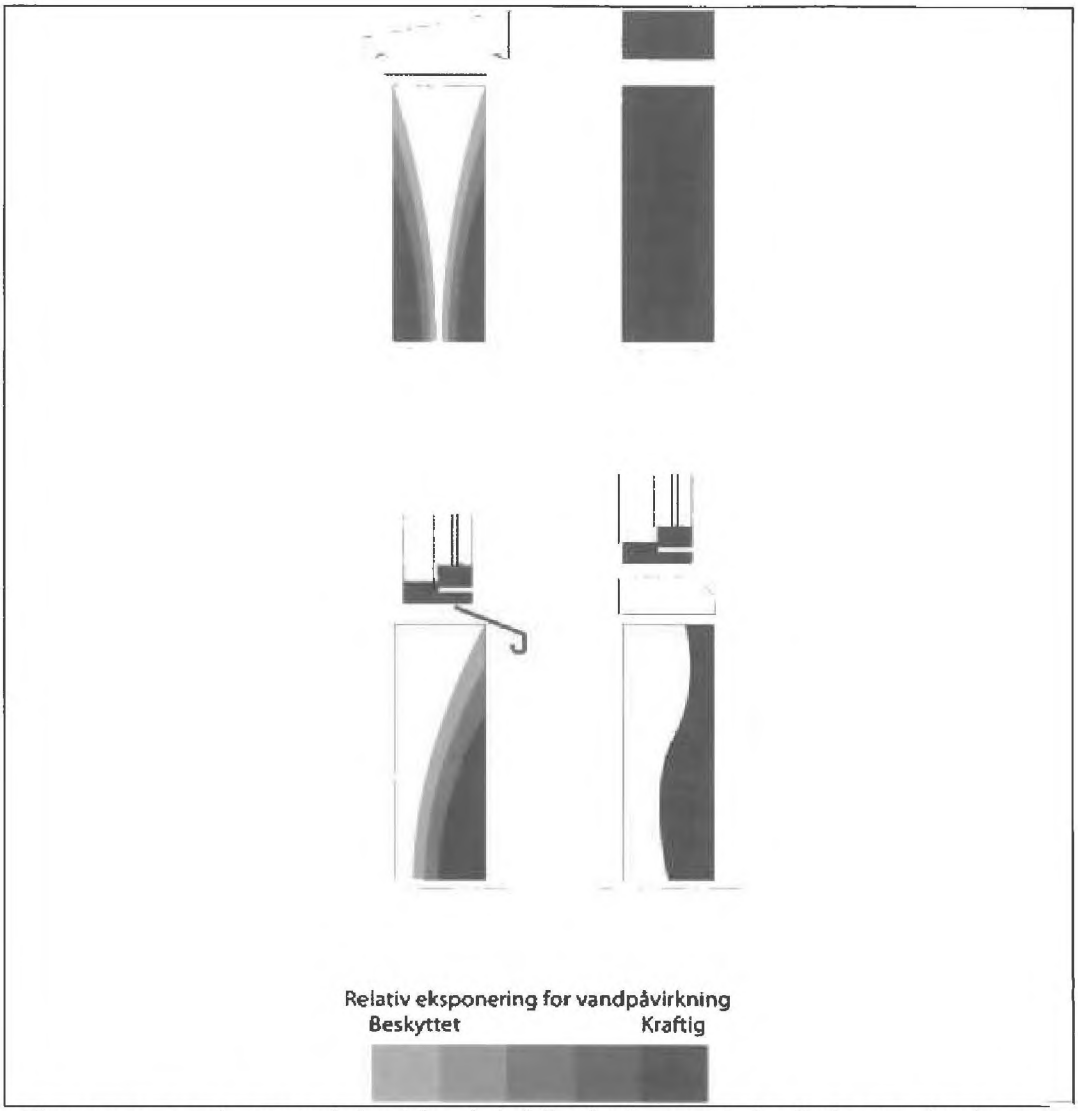
Eksponeringsklasserne MX1- MX5 iht. Eurocodes 6-systemet

Klasse	Mikrobetingelse for murværket	Eksempler på murværk i denne tilstand
MX1	**Et tørt miljø**	Indvendigt murværk i bygninger til almindelig beboelse og kontorer, inklusive udvendige hulmures bagmur, der har lille sandsynlighed for at blive fugtigt.
		Pudset murværk i udvendige mure, der ikke eksponeres for moderat eller kraftig slagregn, og som er isoleret mod fugt fra tilstødende murværk eller materialer.
MX2	**Eksponeret for fugt el. vandpåvirkning**	
MX2.1	Eksponeret for fugt, men ikke eksponeret for frost/tø-cykler eller ydre kilder til signifikante niveauer af sulfater eller aggressive kemikalier.	Indvendigt murværk, der eksponeres for høje niveauer af vanddamp, fx i et vaskeri. Udvendigt murværk, der er afskærmet af tagudhæng eller murdække, og som ikke er eksponeret for kraftig slagregn eller frost. Murværk under frostzonen i godt drænet ikke-aggressiv jord.
MX2.2	Eksponeret for kraftig vandpåvirkning, men ikke eksponeret for frost/tø-cykler eller ydre kilder til signifikante niveauer af sulfater eller aggressive kemikalier.	Murværk, der ikke er eksponeret for frost eller aggressive kemikalier, og som er placeret i ydermure med afdækninger eller flugtende tagudhæng, i brystninger, i fritstående mure, i jorden, under vand.
MX3	**Eksponeret for vandpåvirkning + frost/tø-cykler**	
MX3.1	Eksponeret for fugt eller vandpåvirkning og frost/tø-cykler, men ikke eksponeret for ydre kilder til signifikante niveauer af sulfater eller aggressive kemikalier.	Murværk som klasse MX2.1 eksponeret for frost/tø-cykler.
MX3.2	Eksponeret for kraftig vandpåvirkning og frost/tø-cykler, men ikke eksponeret for ydre kilder til signifikante niveauer af sulfater eller aggressive kemikalier.	Murværk som klasse MX2.2 eksponeret for frost/tø-cykler.
MX4	**Eksponeret for saltmættet luft, havvand eller tøsalt**	Murværk i kystområder. Murværk i umiddelbar nærhed af veje, der saltes om vinteren.
MX5	**Et aggressivt kemisk miljø**	Murværk, der er i kontakt med jord eller fyldjord eller grundvand, hvor fugt og signifikante niveauer af sulfater er til stede.
		Murværk, der er i kontakt med meget sur jord, forurenet jord eller grundvand. Murværk i nærheden af industriområder, hvor aggressive kemikalier føres gennem luften.

Eksempler på murværks relative eksponering for vandpåvirkning; dvs illustrationer af, hvor eller i hvilke situationer murværket påvirkes henholdvis mest eller mindst af vejrliget – vand, sne, tø osv. (uden beskyttelse fra overfladebehandling eller beklædning og med fundament i godt drænet jord)



Eksempler på relativ eksponering for vandpåvirkning, detalje



Figurerne tager udgangspunkt i typiske, almindeligt forekommende detaljeringer og løsninger, men viser ikke samtlige gængse løsninger ved feks. hulrum og fugtspærrer. Øverst til venstre: murdække med udhæng; øverst til højre: murdække uden udhæng (enkel afdækning); nederst til venstre: sålbænk med udhæng; nederst til højre: sålbænk uden udhæng (flugtende sålbænk).

Konstruktiv beskyttelse projekteret og udført på basis af viden om graden af eksponering og på basis af de her illustrerede typiske mulige påvirkninger – kan være af afgørende betydning for konstruktionernes levetid og for graden af eventuel nødvendig vedligeholdelse. Se også afsnittene 'Udførelse' og 'Detaljer'.

Mørtelvalg

Mørteltypen vælges på baggrund af krav til styrkeegenskaber og holdbarhed i overensstemmelse med hhv. de statiske påvirkninger og eksponeringsklasse. Ved valg af mørtel tages der endvidere hensyn til byggestenens minutsugning i forhold til muretekniske forhold samt til mørtlens afhærdningsbetingelser. Muremørtel kan iht. EN1996-1-1 være defineret som enten receptmørtel eller funktionsmørtel.

Mørtel i bærende murværk
Til bærende konstruktioner vælges mørtel i overensstemmelse med de statiske påvirkninger konstruktionerne udsættes for, hvilket vil sige, at der vælges en mørtel, som kan modstå de tryk- og bøjningspåvirkninger murværkskonstruktionerne udsættes for.
Mørteltrykstyrke betegnes 'MC' for mørtler med cement som primært bindemiddel og 'ML' for mørtler med kalk som primært bindemiddel. Med 'primært' menes, at 50 % af bindemiddelmængden er cement henholdsvis kalk.
Vedhæftning mellem mursten og mørtel er i mange tilfælde en vigtig styrkeparameter.

Styrkeegenskaber for funktionsmørtler skal deklareres af producenten. Styrkeegenskaber for receptmørtler (4 typer kalkcementmørtel) er defineret i DS/INF 167 sammen med en række betingelser for mørtlens fremstilling og delmaterialer. For receptmørtel med anden sammensætning eller andre betingelser end anført i DS/INF 167 skal styrkeegenskaberne være dokumenteret og fastlagt gennem prøvning, og materialeegenskaberne skal deklareres på et statistisk grundlag.
Følgende skema angiver styrkeegenskaber for receptmørtler iht. DS/INF 167 gældende for murværk af tegl.

Styrkeegenskaber for receptmørtler iht. DS/INF 167 gældende for murværk af tegl

	Mørteltype	**Trykstyrke** $f_{mor,c}$ i MPa	**Bøjningstræk-styrke** $f_{mor,t}$ i MPa	**Vedhæftnings-styrke** $f_{mor,t}$ i MPa
Recept-mørtel	KC 60/40/850	ML 0,8	0,2	1)
	KC 50/50/700	MC 0,9 / ML 1,8	0,5	0,10
	KC 35/65/650	MC 2	0,6	0,15
	KC 20/80/550	MC 4,5	1,4	0,25

[1] Styrkeparametre skal deklareres af mørtelleverandøren
For alle andre typer af receptmørtler samt for funktionsmørtler anvendes styrker deklareret og dokumenteret af producenten.

Eksponeringsklasser, mørtel
Miljømæssig eksponering er en anden parameter for valg af mørtel. Vejledende eksempler på valg af mørtel er anført i følgende skema, hvor der alene er taget hensyn til miljømæssig eksponering. Statiske forhold og fysiske påvirkninger kan betinge en stærkere mørtel end anført i oversigten, jf. afsnittet 'Mørtel i bærende murværk'.

Skemaet er vejledende, og mørtelvalget må således ved hvert enkelt projekt afpasses efter lokale forhold som konstruktionens opbygning og placering og de materialer, der i øvrigt indgår i konstruktionen. Det gælder endvidere, at anvisninger fra materialeproducenter altid bør følges forud for skemaets forslag.

Ved valg af mørtel må det endvidere tages i betragtning, at den stærke mørtel ikke altid er at foretrække – eksempelvis er murværk med stærke mørtler, såfremt der opstår revner, tilbøjelig til at revne gennem såvel mørtelfuger som mursten, hvorimod murværk med svage mørtler ofte kun vil revne i fugerne.
Pudslags styrke skal aftage udefter fra lag til lag, og styrken skal afpasses efter underlaget.

Det skal præciseres, at murerentreprenøren er fuldt ansvarlig for såvel udførelsesmetode som materialevalg. Murerentreprenøren skal tage (skriftligt) forbehold overfor bygherre/rådgiver, såfremt der ikke kan opnås enighed om det foreskrevne mørtelvalg.

Mørtelskema
Mørtelvalg iht. eksponeringsklasse

Eksponeringsklasse	**MX1**	**MX 2 – MX 3.1**	**MX 3.2 – MX 5**
Opmuring:			
- Alment	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 35/65/500 K 100/750-1200 Funkt.mørtel MC2½	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 35/65/500 K 100/750-1200 Funkt.mørtel MC2½ Funkt.mørtel MC5	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KK_h 20/80/475 Funkt.mørtel MC2½ Funkt.mørtel MC5
- Fritstående mure			KC 20/80/550 KC 35/65/650 KK_h 20/80/475 Funkt.mørtel MC5
- Skalmure	KC 60/40/850 KK_h 35/65/500 Funkt.mørtel MC2½	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500 Funkt.mørtel MC2½ Funkt.mørtel MC5	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KK_h 20/80/475 Funkt.mørtel MC2½ Funkt.mørtel MC5
- Murafslutninger, gesimser, sålbænke		KC 35/65/650 KC 50/50/700 KK_h 20/80/475 Funkt.mørtel MC2½ Funkt.mørtel MC5	KC 20/80/550 KC 35/65/650 Funkt.mørtel MC5
- Skorstenspiber, gavlkamme			KC 20/80/550 KC 35/65/650 Funkt.mørtel MC5
- Murværk af blokke	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 35/65/500	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500 Funkt.mørtel MC5	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KK_h 20/80/475 Funkt.mørtel MC5
- Fugning	Mørtel som opmuringsmørtlen, dog stærkere mørtel for konstruktioner opmuret i kalkmørtel.		
- **Udvendig puds:**			
- Sokkelpuds på beton			C 100/400
- Sokkelpuds på letklinkerbeton			C 100/400
- Udkast før grovpudsning af teglvæg		KC 35/65/650 K_h 100/400 KK_h 20/80/475	C 100/400 KC 20/80/550 K_h 100/400
- Grovpuds på udkast		KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KK_h 20/80/475 K_h 100/400

Eksponeringsklasse	MX1	MX 2 – MX 3.1	MX 3.2 – MX 5
- **Udvendig puds:**			
- Vandskuring, filtsning, sækkeskuring		KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500 Fabriksfremstillet mørtel	
- Tyndpuds		Fabriksfremstillet mørtel	
- **Indvendig puds:**			
- Grovpuds	KC 60/40/850 KC 50/50/700 KK_h 50/50/575 K 100/750-1010		
- Finpuds	K 100/300		
- Loftspuds	KC 60/40/850 KK_h 50/50/575 K 100/750-1010		
- Vandskuring, filtsning, sækkeskuring, berapning, svumning, tyndpuds	KC 60/40/850 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500 Fabriksfremstillet mørtel		
- **Tegltage:**			
- Lægning af vingetegltagsten og rygningssten			KC 35/65/650 KK_h 20/80/475
- Understrygning		KC 60/40/850 KK_h 50/50/575	
- Overstrygning			KC 35/65/650
- **Gulve: se afsnit om Teglgulve s. 115**			
- **Vægfliser:**			
- Udkast	KC 35/65/650	KC 20/80/550	C 100/300
- Opsætning af sintrede fliser	KC 35/65/650	KC 35/65/650	C 100/400
- Opsætning af porøse fliser	KC 50/50/700	KC 35/65/650	C100/600 KC 20/80/550
- **Fuger omkring vinduer og døre**	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 35/65/500	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500	KC 35/65/650

Signaturforklaring:

K	*Kalkmørtel*
KC	*Kalkcementmørtel*
K_h	*Hydraulisk kalkmørtel*
KK_h	*Kalk-/hydraulisk kalkmørtel*
C	*Cementmørtel*
Funktionsmørtel	*Mørtel fremstillet med en bestemt funktion for øje*

Materialeforbrug (nettomængder)
Opmuring
Materialeforbrug, antal mursten i 'normalformat' eller 'bredstensformat' og mørtelmængde i liter pr m2 (Eurocode 6-systemet definerer hverken 'normalformat' eller 'bredstensformat')

Vægtykkelser	cm	11	17	23	29*	35*	35	41*	47
Facadesten med hele kopper	stk.			100			100		100
Bagmursten	stk.			31			100		164
Facadesten med knækkopper	stk.	70		70	70	70		70	
Bagmursten	stk.			63	63	63		63	
Facadesten med løberskifte	stk.	63	63	63	63	63	63	63	63
Bagmursten	stk.			62	62	62	126	63	192
Mørtelforbrug i alt pr. m^2 ca.	liter	37	57	80	92	92	120	92	160
Rulskifte pr. m	stk.			15	23	23	23	23	30
Mørtelforbrug ca.	liter			9	12	12	12	12	16
Standardskifte pr. m	stk.	15	15	30	38	45	45	45	60
Mørtelforbrug ca.	liter	6	9	16	20	23	23	23	32
*29, 35 eller 41 cm hul facademur med trådbindere									

Ca. 7 hl mørtel pr. 1000 mursten i normalformat / ca. 1000 kg tørmørtel pr. 1000 mursten.
Ca. 10½ hl mørtel pr. 1000 bredsten / ca. 1400 kg tørmørtel pr. 1000 bredsten.
'Flensborgformat': Antal mursten og liter mørtel tillægges 1/3 ved opmuring med Flensborgsten (228×108×40 mm)

Skorstensrør
Pr. lb. meter skorsten med lysning 230×230 mm:

		1/2-stens vange	*1/1-stens vange*
	Mursten	90 stk.	240 stk.
	Mørtel	65 liter / 90 kg	170 liter / 240 kg

Facadearbejde			
Fugning:	Ca. 400 liter mørtel pr. 100 m^2 / ca. 600 kg tørmørtel pr. 100 m^2 ved 13 mm fugedybde		
Pudsearbejde			
Udkast:	Ca. 500 liter mørtel pr. 100 m^2 / 5-8 kg tørmørtel pr. m^2		
Grovpuds:	Ca. 1700 liter mørtel pr. 100 m^2 / 20-30 kg tørmørtel pr. m^2		
Finpuds:	Ca. 200 liter mørtel pr. 100 m^2 / 2-4 kg tørmørtel pr. m^2		
Berapning o.lign.:	Ca. 600 liter mørtel pr. 100 m^2 / 5-8 kg tørmørtel pr. m^2		
Gulvtegl i 'normal-format'	1 m^2	*på fladen*	*på kant*
	med knasfuge:	41 sten	80 sten
	med normalfuge:	35 sten	63 sten

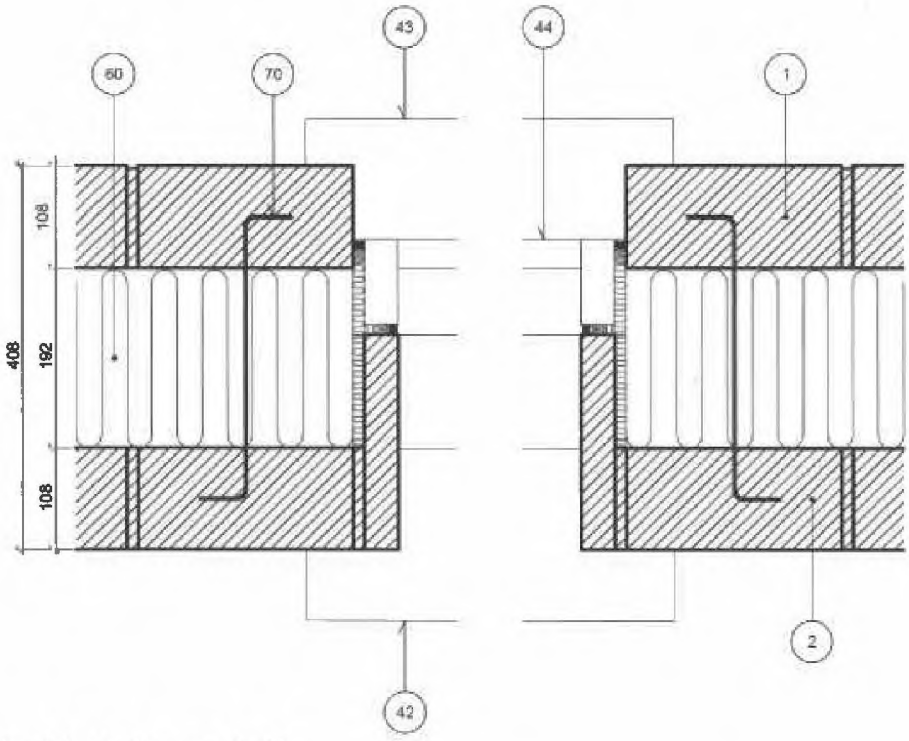
Bygningsfysiske forhold
Varmeisolering

Et nybyggeri skal overholde energirammen efter BR 10, kap. 7, og de enkelte dele i klimaskærmen skal mindst isoleres svarende til værdierne i BR 10, kap 7.3.2. Det bør tilstræbes at undgå kuldebroer i ydervægge, så tykkelsen af facaden begrænses. Dette gøres eksempelvis ved anvendelse af

- EPS-søjler, der er et nyt alternativ til stålsøjler, som forøger murværkets bøjningsstyrke med faktor 10-20, uden at der opstår en kuldebro. Løsningen er beskrevet på www.mur-tag.dk, hvor der ligeledes findes beregningsværktøj

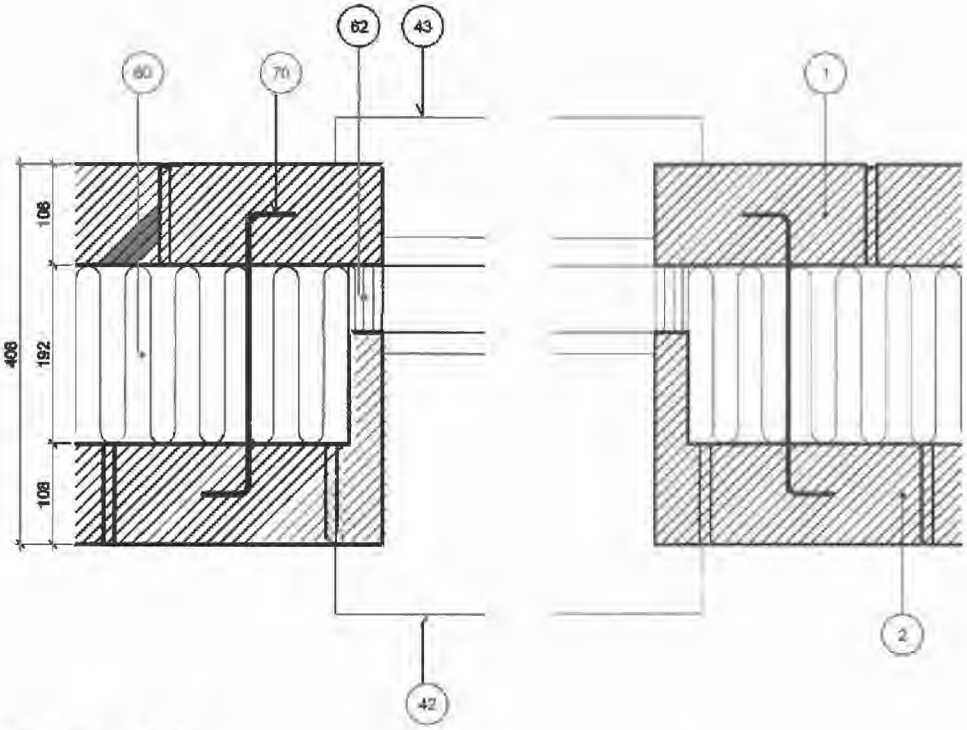
- mursten og mørtel med deklarerede bøjningstrækstyrker, hvorved der opnås værdier, som er 3-4 gange så høje som murværksnormens værdier; herved kan stålsøjler undgås. Yderligere info på www.mur-tag.dk

- smallere murværksfalse i form af falselementer eller formsten, der eksempelvis trækkes ud forbi vindues-/dørkarmen. Se tegninger:



Smal forskudt murværksfals

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



Smal murværksfals

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

Fugtisolering

I alle murværkskonstruktioner skal uhensigtsmæssig fugtpåvirkning forhindres.
Fugtopsugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele forhindres ved feks. indlæggelse af fugtstandsende membraner (se afsnittet 'Fugtspærre').

Radonsikring

Grundstoffet Radon kan sive op fra undergrunden og forurene luftkvaliteten indendørs i bygninger. Det er derfor et krav, at effektiv tætning mod opstigende jordluft etableres, så radonindholdet i luften ikke overstiger 100 Bq/m^3. Se nærmere herom i SBi anvisning 233 – Radonsikring af nye bygninger.

Et terrændæk i form af en betonplade kan udgøre tæthedsplanet mod opstigende jordluft, såfremt der foretages de nødvendige foranstaltninger for at undgå svindrevner. Gennemføringer i tæthedsplanet må ikke give anledning til indtrængning af jordluft. Ved ydervægsfundamenter indlægges en membran – som fugtspærre bredere end ydermuren – som føres ned under terrændækket, hvor denne klæbes mod anden membran eller fugtspærre med et overlæg på 150 mm.

Lydisolation

Lydisolation mellem to rum kaldes luftlydisolation, også selvom lyden transmitteres gennem konstruktionerne i en bygning. Krav til lydreduktion og luftlydisolation for bygningskonstruktioner generelt er i henhold til BR 10, kapt. 6.4, stk.1 at

Bygninger skal planlægges, projekteres, udføres og indrettes således, at brugerne sikres tilfredsstillende lydforhold.

Definitioner og begreber i forbindelse med luftlydisolation, trinlydniveau og lydtrykniveau er angivet i DS 490:2007, Lydklassifikation af boliger. Der skelnes i DS 490:2007 mellem lydklasse A, B, C og D, og lydklasse C lever op til bestemmelserne om akustisk indeklima i BR10. Klasse A og B har en lydmæssig højere effekt.For murværkskonstruktioner er det hovedsageligt vægges luftlydisolation, der stilles krav til. Kravene ses i efterfølgende skema:

Mindst tilladelige luftlydisolation, R'_w for vægge (klasse C)

Rumtype	**Boliger og lignende bygninger benyttet til overnatning**[1]	**Undervisnings-bygninger**[2]
Mellem en bolig eller fællesrum, opholdsrum og lokaler med støjende aktiviteter (Erhverv eller fællesrum)	60 dB	
Mellem en bolig og rum uden for boligen samt mellem fælles opholdsrum indbyrdes	55 dB	
Mellem undervisningsrum og skel mod fællesrum		48 dB
Mellem undervisningsrum til sang og sløjd og skel mod andre undervisningsrum		60 dB

1) Boliger omfatter i denne forbindelse også hoteller, kollegier, pensionater, kroer, klublejligheder, kostskoler, sygehjem, plejehjem, døgninstitutioner og lignende bygninger, der benyttes til overnatning
2) Der henvises i øvrigt til SBi-anvisning 218, Lydforhold i undervisnings- og daginstitu-tionsbygninger – lydbestemmelser og anbefalinger

For øvrige mindst tilladelige luftlydisolation, R'_w, henvises der til BR 10, kapt. 6.4, Akustisk indeklima.

Lydisolationen for enkelt- og dobbeltvægge af mursten ses her:

Luftlydisolation, R'_w for murede vægge af mursten m/u pudslag og med en bruttodensitet på mindst 1600 kg/m³

Tykkelse af skillevæg	**$R'_{w\ med\ puds}$**	**$R'_{w\ uden\ puds}$**
½-sten (108 mm)	45	44
Bredsten (168 mm)	48	47
1-sten (228 mm)	52	51
2×½-sten (240 mm massiv)	48	47
1½-sten (350 mm – fordrer skærpet opmærksomhed)	55	54
2×½-sten (350 mm hulmur – 125 mm mineraluld, uden trådbindere)	60	59
2×bredsten (410 mm hulmur – 70 mm mineraluld, uden trådbindere)	60	59

- *Det forudsættes, at væggenes samlinger med omgivende bygningsdele er korrekt udført, således at flanketransmissionen ikke forstærkes*
- *Det forudsættes, at der er muret med fyldte fuger og at fugerne i blankt murværk komprimeres*
- *De to vægdele i hule mure må ikke være sammenholdt med trådbindere*

For flere eksempler på dobbeltvægge, der forventes at kunne overholde kravet til luftlydsisolation $R'_w \geq 55$ dB. henvises til SBi-anvisning 237, lydisolering mellem boliger – nybyggeri.

Kontrolmålinger af lydforhold udføres i henhold til 'SBi-anvisning 217, Udførelse af bygningsakustiske målinger'.

Lydregulering

'Tegl 26, Tegl og akustik' giver et billede af teglmurværkets lydabsorberende egenskaber. Værdierne er fundet dels gennem laboratorieforsøg og dels vha. beregningsmodeller af murværk udført med forskellige hulsten og akustiksten.

Bemærk at hulsten og akustiksten ikke umiddelbart kan anvendes til lydregulering når de indgår i bagmuren, da utætheden i klimaskærmen i givet fald ville overstige de i BR 10 kap. 7.2.1 – stk. 4 anførte værdier.

Brandfasthed

Bestemmelserne i BR 10, kapt. 5 er funktionsbaserede brandkrav, der beskriver det sikkerhedsniveau, der skal opnås i tilfælde af brand. Byggelovens bestemmelser tager udgangspunkt i personsikkerhed og mulighed for evakuering af personer. Sikkerhedsniveauet er tæt knyttet til risikoen for brandspredning og bygningens stabilitet.

Byggevarers og bygningsdeles brandmæssige egenskaber skal dokumenteres. Dokumentationen kan bestå i klassifikation af byggevarer og bygningsdele iht. fælleseuropæiske regler for prøvning og klassifikation og ved

- beregning
- brandprøvning efter gældende prøvningsmetoder og
- CE-mærkning

Da såvel tegl som mørtel er ubrændbare materialer, er teglstensmurværk særdeles brandfast, og krav vedrørende brandforhold, der af myndighederne stilles til vægge i beboelsesbygninger, vil da også kunne tilfredsstilles af teglstensmurværk.

I EN 1996-1-2 angives tabeller for praktisk brandteknisk dimensionering. Her er indgangsparametrene murens geometri, udnyttelsesgrad og rumvægt samt byggestenenes trykstyrke.

Erhvervs- og Boligstyrelsen har i 2012 udgivet 'Eksempelsamling om brandsikring af byggeri', og 'Brandteknisk Vejledning 35, Brandvægge og brandadskillelser, Udførelsesmæssige detaljer' er udgivet af Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut, 2003.

Brandvægge og brandsektionsvægge skal føres op over taget med afdækket brandkam med konstruktion som den underliggende væg i en højde af mindst 30 cm målt vinkelret på tagfladen, og murede brandkamme skal have vandrette skifter.
En brandkam kan erstattes med en sikring af tagkonstruktionen langs væggen (brandkamserstatning). Eksempler på brandkam og brandkamserstatning kan ses i 'Tegl 36, Oplægning af Tegltage', Forlaget Tegl, 2005 eller på www.mur-tag.dk.

Ventilering af hule mure

I fritstående mure udført som hule mure og i andre uisolerede hulmure bør hulrummet ventileres for også at skabe muligheder for vandafgivelse ved fordampning fra de indvendige murflader. Det gøres ved at lade et antal studsfuger stå tomme/åbne foroven og forneden til begge sider.

I ydervægge, der er udført som isolerede hule mure, har åbne studsfuger ingen ventilerende effekt, medmindre der etableres en fri spalte (svarende til minimum 20-30 mm) mellem formur og isolering.

Bygningsdele
Massive mure, hule mure og skalmure

I Eurocodes 6 skelnes mellem:

- massiv mur
- hulmur
- dobbeltvæg
- udstøbt hulmur
- skalmuret væg
- skalindmuret mur og
- skalmur

I Danmark opføres typisk hulmure, hvor for- og bagmur forbindes med trådbindere, og skalmure, som fungerer som klimaskærm for en bagvedliggende og bærende bagvæg. Skalmuren er typisk også forbundet til bagmuren med trådbindere.

Antallet af trådbindere skal beregnes og binderne skal placeres, så de er jævnt og hensigtsmæssigt fordelt. I en skalmur behøver antallet af bindere ikke at være så stort som i en hulmur, idet det alene er bagvæggen, der ved en sådan konstruktion skal være stabil over for alle laster såvel lodrette som vandrette. Skalmuren bærer således ikke andre lodrette laster end sin egen.

Krav og anbefalinger for trådbindere i skalmure og hulmure

	Skalmure	**Hule mure**
Murbindere	Korrosionsfaste i eksponeringsklasse MX2 – MX5	Korrosionsfaste i eksponeringsklasse MX2 – MX5
Mindste binderdiameter	3 mm	3 mm
Mindste antal bindere pr. m^2	2 [1)] (Antal bindere fastsættes ved dimensioneringen)	4 [2)] (Antal bindere fastsættes ved dimensioneringen)

1) Ved skalmurens afslutninger ved dilatationsfuger og omkring huller skal der placeres tætsiddende bindere med afstand mindre end 400 mm
2) Ved formurens understøtninger i siderne, ved dilatationsfuger og omkring huller skal der placeres tætsiddende bindere med afstand mindre end 400 mm. Kravet om mindst 4 bindere pr. m^2 gælder dog ikke ved hjørner

Kælderydervægge

Kælderydervægge under jord skal beskyttes mod fugt og vandtryk. Væggene beskyttes på ydersiden med etablering af fugtisolering, eksempelvis med berapning/grovgrunding og efterfølgende to gange asfaltering.

Terrænet langs kælderydervægge skal have fald bort fra bygningen eller andre foranstaltninger skal træffes, så overfladevand effektivt ledes bort.

Der skal udføres drænsystem iht. Norm for dræning af bygværker DS 436, hvis jorden er tæt (leret) og grundvandsspejlet står højt.

Murafslutninger

Alle opadvendte murflader i den færdige konstruktion skal være udformet således, at skadelig nedtrængning af vand i konstruktionen forhindres. Det sker ved indlæggelse af fugtspærre, og vandafvisning sikres ved *konstruktiv beskyttelse* som fremspring eller indmuring af løskanter eller lign., herom også i afsnittet 'Detaljer'.

Materialer

Krav til byggematerialer, der anvendes i murede konstruktioner, er iht. Eurocodes 6-systemet angivet i de europæiske *produktstandarder* med tilknyttede prøvningsstandarder.

Iht. Byggevareforordningen af 1. juli 2013 skal alle produkter og byggematerialer, der fremstilles med henblik på at skulle indgå varigt i bygværker *CE-mærkes* på producentens foranledning.

Byggevareforordningen og CE-mærkningen som udmøntes i *standarderne* beskrives yderligere i afsnittet 'CE-mærkning af byggevarer'.

Mursten

Mursten er i DS/INF 167 defineret som *byggesten*, hvis basishøjde er *mindre* end 185 mm (Eurocode 6-systemet skelner ikke mellem mursten og blokke).

Stentyper

Der skelnes mellem følgende typer byggesten: betonsten, kalksandsten, letklinkerbetonsten, molersten, porebetonsten, natursten, industrielt fremstillede natursten og teglsten.

Byggesten (mursten) skal være CE-mærkede.

Byggesten kan enten være massive sten eller hulsten. En hulsten er en byggesten, hvor hullerne er vinkelret på liggefladen.

Byggesten opdeles i grupper afhængig af hulareal som beskrevet i tabel 3.1 i EN 1996-1-1, som vist.

Inddeling af murværksbyggesten i grupper bestemt ift. Hulareal

	Materialer og grænser for murværksbyggesten								
	Gruppe 1 (alle materialer)		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		
		Byggesten	Lodrette huller				Vandrette huller		
Rumfang af alle huller (% af bruttorumfang)	≤ 25	Tegl	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		> 25; ≤ 70		
		Kalksandsten	> 25; ≤ 55		Anvendes ikke		Anvendes ikke		
		Beton [b]	> 25; ≤ 60		> 25; ≤ 70		> 25; ≤ 50		
Rumfang af et enkelt hul (% af bruttorumfang)	≤ 12,5	Tegl	Hvert af flere huller ≤ 2 gribe-huller indtil i alt 2,5		Hvert af flere huller ≤ 2 gribe-huller indtil i alt 2,5		Hvert af flere huller ≤ 30		
		Kalksandsten	Hvert af flere huller ≤ 15 gribe-huller indtil i alt 30		Anvendes ikke		Anvendes ikke		
		Beton [b]	Hvert af flere huller ≤ 30 gribe-huller indtil i alt 30		Hvert af flere huller ≤ 30 gribe-huller indtil i alt 30		Hvert af flere huller ≤ 25		
Deklarerede værdier af kroppes og skallers tykkelse (mm)	Ingen krav		Krop	Skal	Krop	Skal	Krop	Skal	
		Tegl	≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6	
		Kalksandsten	≥ 5	≥ 10	Anvendes ikke		Anvendes ikke		
		Beton [b]	≥ 15	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 20	≥ 20	
Deklareret værdi af kroppes og skallers kombinerede tykkelse [a] (% af den samlede bredde)	Ingen krav	Tegl	≥ 16		≥ 12		≥ 12		
		Kalksandsten	≥ 20		Anvendes ikke		Anvendes ikke		
		Beton [b]	≥ 18		≥ 15		≥ 45		

a) Den kombinerede tykkelse er tykkelsen af kroppe og skaller målt vandret i den relevante retning. Kontrollen skal betragtes som en kvalifikationsprøvning, og det er kun nødvendigt at gentage den, hvis stenenes væsentlige dimensioner er ændret væsentligt

b) I tilfælde af koniske eller celleformede huller anvendes middelværdien af kroppenes og skallernes tykkelse

Trykstyrke

Trykstyrke f_{bn} bestemmes som normaliseret trykstyrke (middelstyrke af en byggesten konverteret til trykstyrken for en ækvivalent, lufttør byggesten med 100 mm bredde og 100 mm højde). Trykstyrken angives i MPa. Byggesten skal deklareres i enten

Kategori 1: Sten med deklareret trykstyrke, hvis svigtsandsynlighed ikke overstiger 5 %. Dette gælder trykstyrke deklareret på basis af 50 % fraktiler og 5 % fraktiler – eller i

Kategori 2: Sten som ikke er dokumenteret at kunne opfylde kravene til byggesten i kategori 1.

Stenformat

I Eurocodes 6-systemet eksisterer begrebet 'mursten i dansk normalformat' ikke mere. Begrebet vil dog nok fortsat bestå i daglig tale. Begrebet kan også være en handelsbetegnelse.

Med indførelse af CE-mærkning og harmoniserede standarder skal producenten deklarere byggestens (murstens) format. Producenten skal også iht. EN 771-serien deklarere byggestenen i toleranceklasserne T1, T2 eller Tm.

Byggestens (murstens) tilladte målafvigelser fra deklarerede basismål

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

Toleranceklassen T2 svarer omtrent til de tidligere gældende tolerancekrav for dansk normalformat. Foruden deklarering af toleranceklasser kan producenten, hvor det måtte være relevant, vælge at deklarere enkeltmål på teglstenene efter tilsvarende principper, betegnet ved R1, R2 eller Rm.
Tm (og Rm) er tolerancer, som producenten selv definerer (kan være større eller mindre end T1 og T2 henholdsvis R1 og R2).

Teglmursten

Teglmurstens overfladestruktur afhænger af formgivnings- og fremstillingsmåde.
Der skelnes mellem

- håndstrøgne sten
- blødstrøgne sten og
- maskinsten, der kan leveres med glat, riflet, præget eller kostet overflade og andre specielle overflader

Facadesten leveres i farverne rød, gul, rosé, brun, "sort" og blådæmpede i forskellige nuancer.

Bagmursten leveres bl.a. som konstruktionssten (hulsten, 3-hulssten og massive sten), savsmuldssten og i formaterne dansk normalformat, dansk bredstensformat samt 2-skiftssten.

Holdbarhed

Producenten kan deklarere byggestenenes frostfasthed; en egenskab, som har betydning for stenens holdbarhed i relation til eksponeringsklasse.
Ved anvendelse af byggesten i særligt kemisk, aggressivt miljø bør producenten altid kontaktes for oplysninger om den specifikke stens egenskaber og holdbarhed.

Bruttodensitet

Bruttodensitet (rumvægt eller kassedensitet) beregnes på grundlag af murstensvolumen *uden* fradrag af huller og angives i kg/m^3. Bruttodensitet anvendes som enhed ved angivelse af vægt i forbindelse med krav til akustiske forhold og ved bestemmelse af konstruktioners egenvægt. Producenter deklarerer ofte bruttodensiteten.

Nettodensitet
Nettodensitet (stenmassens densitet) beregnes på grundlag af murstensvolumen *med* fradrag af huller og angives i kg/m^3.

Nettodensiteten for teglsten fremstillet på danske teglværker ligger i almindelighed i området mellem 1200 og 1800 kg/m^3. For hårdtbrændte sten og klinker kan nettodensiteten være over 2000 kg/m^3.

Minutsugning
Bringes et tørt teglprodukt i kontakt med vand – bringes en tør sten i kontakt med mørtel – vil der på grund af *kapillære kræfter* i det brændte ler suges vand af mørtlen og op i stenen.

Et teglprodukts sugeevne beskrives som *minutsugning,* fordi det dermed angives, hvor mange kg vand eller fugt pr. m2 en tør sten under særlige betingelser kan opsuge på ét minut. Jo finere kapillarer (små hulrum/kanaler) i det brændte ler jo større sugeevne, idet de fine, mindre kapillarer suger vand fra de større kapillarer, som først fyldes med vand; sten med 'stor kapillær kraft' vil derfor suge meget – sten med 'mindre kapillær kraft' mindre.

Minutsugningen har derfor betydning for *vedhæftningen* mellem mørtel og mursten og bør indgå i betragtningerne ved valg af den korrekte kombination af mørtel og sten; nogle tegl-/mørtelværker anviser bestemte opmuringsmørtler til specifikke teglsten.

For mursten med *lav minutsugning* kan murværket ved anvendelse af mørtel med et højt vandindhold og høj vandholdeevne have tendens til at "sejle" under opmuringen. Murværket kan efterfølgende stå med et uhensigtsmæssigt højt vandindhold længe efter opførelsen.

For mursten med *høj minutsugning* kan der ved anvendelse af mørtel med et lavt vandindhold og lav vandholdeevne være tendens til, at mørtlen suges tør så hurtigt, at murstenen ikke kan lægges på plads og binde af. Mørtelfugerne kan ved denne kombination tørre så hurtigt, at der mangler vand til cementens styrkeudvikling.

Forsøg (med KC-tørmørtel) dokumenterer, at minutsugningen har stor betydning for vedhæftningen mellem mørtel og sten. Ved stærkt sugende mursten (mursten med en minutsugning på mere end ca. 2,2 kg/m^2) kan vedhæftningen eksempelvis fordobles, hvis stenene forvandes inden henmuring.

Vandoptagelse
Vandoptagelsen angiver, hvor meget vand en mursten kan indeholde.

Tegls vandoptagelse angives iht EN 771-1 i procent af teglmassens tørre vægt for vandoptagelsen ved 24 timers vandlagring.

Blokke
Blokke defineres i DS/INF 167 som byggesten, hvis basishøjde er *større* end 185 mm (Eurocode 6 skelner ikke mellem mursten og blokke).

Bloktyper
Der skelnes mellem følgende typer: betonblokke, kalksandstensblokke, letklinkerbetonblokke, molerblokke, porebetonblokke, natursten sblokke, industrielt fremstillede natursten og teglblokke. Blokke kan være massive eller med huller.

Byggesten (blokke) skal være CE-mærkede.

Format og styrke
Der henvises til krav for mursten.

Teglblokke
Teglblokke findes som facade- og bagmursblokke og som blokke til lodret, armeret murværk. Gængse teglblokke på markedet leveres i flg. formater:

285×108×188 mm for teglblokke til bagmuren
285×85×188 mm for teglblokke til formuren

Teglblokke fremstilles af flere teglværker, og yderligere information kan fås hos producenten.

Letklinkerbetonblokke
Letklinkerbeton er cementmørtel med letklinker som tilslagsmateriale. Letklinker fremstilles af en finkornet, plastisk lerart, der ved brænding i roterovn forvandles til et let og porøst teglprodukt med lav densitet og gode varmeisolerende egenskaber.

Letklinkerbetonblokke fremstilles af flere fabrikker, og deklarerede egenskaber kan variere, hvorfor der henvises til at søge oplysninger hos producenten.

For tolerancer henvises der til EN 771-3.

Porebetonblokke
Råmaterialerne til porebetonprodukterne er cement, brændt kalk, sand, aluminiumspulver og eventuelt flyveaske. I nogle tilfælde anvendes desuden hydratkalk og eventuelt en række tilsætningsstoffer.

Kalk og sand males til finhed som cement. Sandet og flyveasken slemmes sammen, derefter tilsættes cement og kalk og til sidst aluminiumspulver. Blandingen fyldes i forme; de kemiske processer starter straks, og massen udvider sig kraftigt. Efter udvidelsen er massen så stiv, at den kan udskæres i de færdige formater. Til slut finder en
Damphærdning sted.

Porebetonblokke fremstilles af flere fabrikker, og deklarerede egenskaber kan variere, hvorfor der henvises til at søge oplysninger hos producenten.

For tolerancer henvises der til EN 771-4.

Mørtel
Mørtel er en blanding af bindemidler, tilslagsmaterialer, vand og eventuelt tilsætningsstoffer. Mørtel anvendes i murede konstruktioner til at sammenbinde de enkelte sten og blokke med, som fastgørelsesmiddel for fliseopsætning og -lægning, som pudsmateriale og som fugemateriale.

Mørtel skal opfylde krav i Eurocode 6-systemet og kan defineres ud fra deres fremstillingsmåde som henholdsvis fabriksfremstillet eller byggepladsfremstillet. Fabriksfremstillet mørtel skal være CE-mærket iht. EN 998-2. Byggepladsfremstillet mørtel skal leve op til krav i EN 1996-2, idet der ikke stilles krav om, at byggepladsfremstillet mørtel skal være CE-mærket, men om at delkomponenterne (fabriksfremstillet kalkmørtel, cement mv.) skal være CE-mærkede.

Receptmørtel

Receptmørtel er fremstillet på basis af et forud fastlagt blandingsforhold og med egenskaber, som forudsættes at være til stede ud fra et givet forhold mellem bestanddelene. DS/INF 167 angiver styrkereferencer og visse betingelser for fremstilling og delmaterialer. Se også afsnittet 'Mørtelvalg'.

Receptmørtel leveres som færdigblandet produkt fra fabrik eller som produkt til færdigblanding på byggepladsen. For såvel fabriks- som for byggepladsfremstillet receptmørtel gælder, at blandingsforholdet mellem bindemiddel eller -midler og tilslagsmateriale skal være angivet, ligesom evt. indhold af tilsætningsstoffer skal være angivet.

Eurocodes 6-systemet stiller krav til både fremstillingsmetode og egenskaber. Krav til mørtlens egenskaber gælder såvel for den friske som for den hærdnede mørtel.

Krav til fremstilling af receptmørtel

Krav til fremstilling af receptmørtel	
	Byggepladsfremstillet (EN 1996-2)
• Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres	• Fremstillingsmetode skal dokumenteres, især at fremstillingsmetode er egnet til at frembringe korrekt blandingsforhold i hele byggeperioden • Mørtlen blandes effektivt, hvorunder ensartet fordeling sikres • Blandetid max. 15 minutter for anden mørtel end kalkmørtel • Cementholdige mørtler skal være færdige, når de tømmes ud af blandemaskine • Kloridindhold må ikke overstige 0,1 % Cl^-.
Fælles for fabriksfremstillet og byggepladsfremstillet mørtel gælder: • Blandingsforholdet mellem bindemiddel eller bindemidler skal angives • Mørtlens trykstyrke – MC/ML – skal angives • Mørtelmaterialerne skal udmåles og blandes, så den færdige mørtel er korrekt sammensat i henhold til specificeret blandingsforhold • Tilsætningsstoffer skal være angivet • Tørmassen af de enkelte delmaterialer må maksimalt afvige 5 % (gælder dog kun ved brugen af styrkeparametre i DS/INF 167 og tilsætningsstoffer må i givet fald ikke anvendes).	

Krav til receptmørtels egenskaber	
Frisk mørtels egenskaber	**Hærdnet mørtels egenskaber**
• Åbningstid for færdigblandet mørtel skal deklareres* • Kloridindhold må max. være 0,1 % Cl^- • Ved typeprøvning* bestemmes: • Frisk mørtels konsistens • Luftindhold • Densitet	• Blandingsforhold skal angives • Trykstyrke – MC/ML – skal angives • Bøjningstrækstyrke kan deklareres • Vedhæftningsstyrke kan deklareres • Densitet kan deklareres • Holdbarhed skal angives. Angives på baggrund af erfaringer indtil standardiseret prøvemetode foreligger

*) gælder kun fabriksfremstillet receptmørtel

Funktionsmørtel

Funktionsmørtel er fremstillet, så den besidder fastlagte, deklarerede egenskaber og opfylder specifikke krav.

Funktionsmørtel kan leveres som færdigblandet produkt fra fabrik eller som produkt til færdigblanding på byggepladsen (i praksis vil det dog næppe være muligt at fremstille en funktionsmørtel på byggepladsen, jf. nedenstående krav).

For såvel fabriksfremstillet som for byggepladsfremstillet mørtel gælder, at mørtlen skal sammensættes og fremstilles, så de deklarerede eller forudsatte egenskaber opnås.

I henhold til Eurocode 6-systemet stilles der krav til både fremstillingsmetode og egenskaber. Kravene til mørtlens egenskaber gælder såvel for den friske som for den hærdnede mørtel.

Krav til fremstilling af funktionsmørtel

Krav til fremstilling af funktionsmørtel	
Fabriksfremstillet(EN 998-2)	**Byggepladsfremstillet (EN 1996-2)**
• Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres	• Krav til fabriksfremstillet mørtel skal opfyldes
Fælles for fabriksfremstillet og byggepladsfremstillet mørtel gælder: • Mørtlen skal sammensættes og fremstilles sådan, at de deklarerede eller forudsatte egenskaber opnås.	

Krav til funktionsmørtels egenskaber	
Frisk mørtels egenskaber	**Hærdnet mørtels egenskaber**
• Åbningstid for færdigblandet mørtel skal deklareres • Kloridindhold må max. være 0,1 % Cl^- • Ved typeprøvning bestemmes: • Frisk mørtels konsistens • Luftindhold • Densitet	• Trykstyrke skal angives • Bøjningstrækstyrke skal deklareres • Vedhæftningsstyrke kan deklareres • Densitet kan deklareres • Holdbarhed skal angives. Angives på baggrund af erfaringer indtil standardiseret prøvemetode foreligger

Bindemidler og tilslagsmaterialer når mørtel fremstilles på byggepladsen

Kalk

Kalk skal være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret produktstandard DS/EN 459-1.

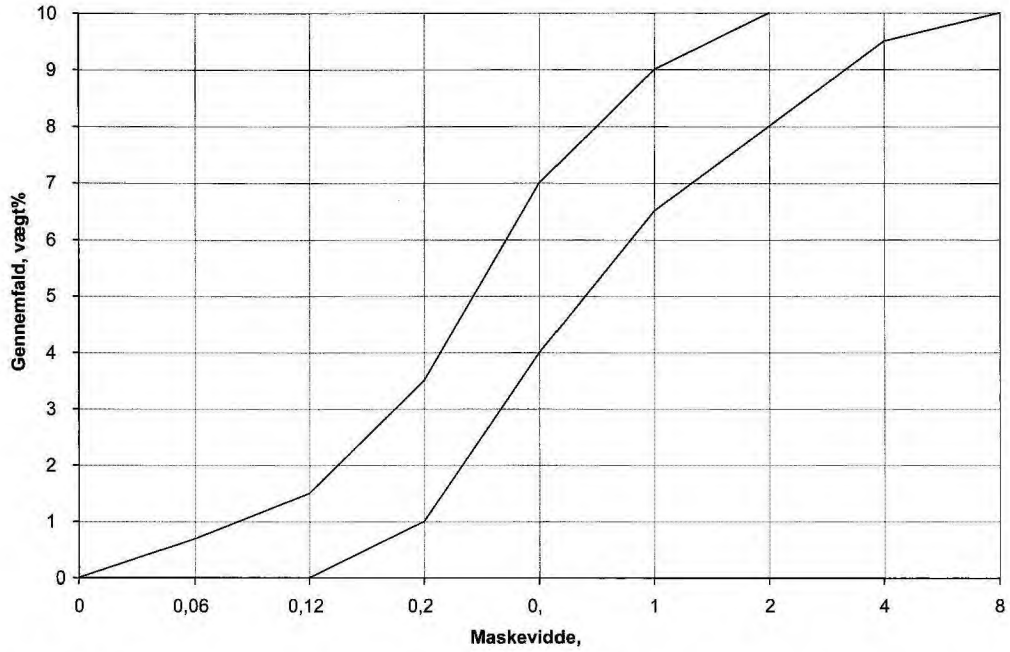
Cement

Cement skal være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret produktstandard DS/EN 197-1. Ved anvendelse af DS/INF 167 skal cementen mindst tilhøre styrkeklassen 42,5 MPa.

Sand

Sand skal være egnet til mørtel og overholde krav i harmoniseret produktstandard DS/EN 934-1. Hvis de vejledende styrkeparametre i DS/INF 167 anvendes for receptmørtel, skal sandet være fraktioneret således, at kornkurven ligger imellem grænsekurverne vist i nedenstående figur.

Grænsekurver for mørtelsand



Sand med anden kornkurve tillades dog anvendt, hvis dets egnethed eftervises ved typeprøvning og når mørtlens egenskaber er deklarerede.

Tilsætningsstoffer

Anvendte tilsætningsstoffer skal være CE-mærkede og overholde krav i harmoniseret produktstandard. Tilsætningsstoffer skal endvidere være egnede til brug i mørtel.

Tilsætningsstoffer må ***kun*** anvendes ***i receptmørtel*** og kun, hvis de er en del af den angivne recept og der foreligger en typeprøvning for mørtel incl. tilsætningsstof.

Ifølge EN 1996-2 må antifrostmidler ikke anvendes, medmindre det specifikt er tilladt ifølge projektmaterialet. Ifølge danske erfaringer kan ethanol (denatureret sprit) og blandingsprodukter af ethanol og isopropanol med op til 40 % indhold af isopropanol anvendes som frysepunktssænkende middel til kalkmørtel og kalkcementmørtel med højst 55 % cementindhold af den samlede bindemiddelmængde – under forudsætning af, at der tilsættes mindst 1 og højst 4 liter pr. 100 liter mørtel. Det er samtidig en forudsætning, at mørtlen fremstilles iht. DS/INF 167, pkt. 2.2 vedr. specifikation for mørtel. Det vil sige, at i tillæg til de omtalte rene kalkmørtler må de nævnte frysepunktssænkende midler kun tilsættes KC 60/40/850 og KC 50/50/700.

Andre tilsætningsstoffer må ikke anvendes.

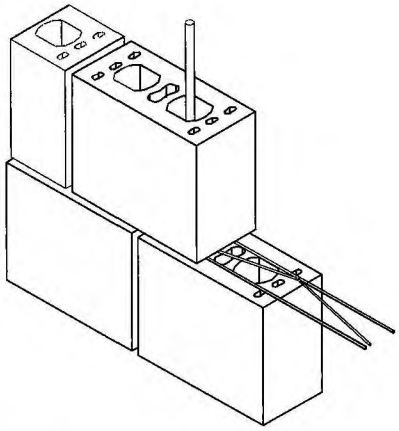
Hvis tilsætningsstoffer tilsættes funktionsmørtel leveret som færdigblandet produkt på byggepladsen, vil mørtlen derefter være at betragte som byggepladsfremstillet, og dermed følger krav om, at mørtlens egenskaber skal dokumenteres ved prøvning.

Armeret murværk, stænger og -systemer

Hvor stænger eller systemer af sammenhængende stænger sædvanligvis af stål er indstøbt i mørtel eller beton samvirker alle materialer ved optagelse af påvirkninger; konstruktionen er *armeret.*

Armeringssystemer består af præfabrikerede gitre af mindst 2 parallelle stænger forbundet med en påsvejst diagonal eller retvinklet gitterudfyldning og er sædvanligvis fremstillet af rustfast stål. Systemerne placeres i liggefuger.

Skitse armeret murværk/blok



Armeringsstænger og -systemer i murværkskonstruktioner i eksponeringsklasse MX2 – MX5 skal være af rustfast stål eller korrosionsbeskyttede svarende til krav for eksponeringsklassen. Kravet om korrosionsfasthed kan for armeringsstål regnes opfyldt ved benyttelse af rustfast stål efter EN 10088. Alternativt kan armeringsstænger og armeringssystemer omstøbes med beton eller mørtel.

I DS/INF 167 indskærpes, at øgede krav til isolering iht. BR 10 og anden lovgivning medfører et voksende antal tilfælde af temperatur- og fugtbetingede bevægelser/differensbevægelser i murværk. Der skal derfor udvises særlig skærpet opmærksomhed i forbindelse med valg af korrosionsbeskyttelse af hjælpematerialer – såvel for armering som for bindere osv., og det er væsentligt at være opmærksom på, at materialerne skal håndteres, så der ikke opstår 'brud' på beskyttelsen, så virkningen af denne reduceres.

De danske erfaringer er, at hjælpematerialer bestående af austenitisk rustfast stål 1.4301 efter EN 10088 og tinbronze CuSn 6 efter ISO 427 opfylder kravet om korrosionsfasthed i eksponeringsklasse MX2 og MX3.

Sammenhæng mellem eksponeringsklasse, cementmængde i udstøbningsmørtel samt dæklagstykkelse ses i tabel i afsnit 4.3.3 i Nationalt Anneks EN 1996-1-1.

Teglbjælker, kompositbjælker og bæreevnediagram

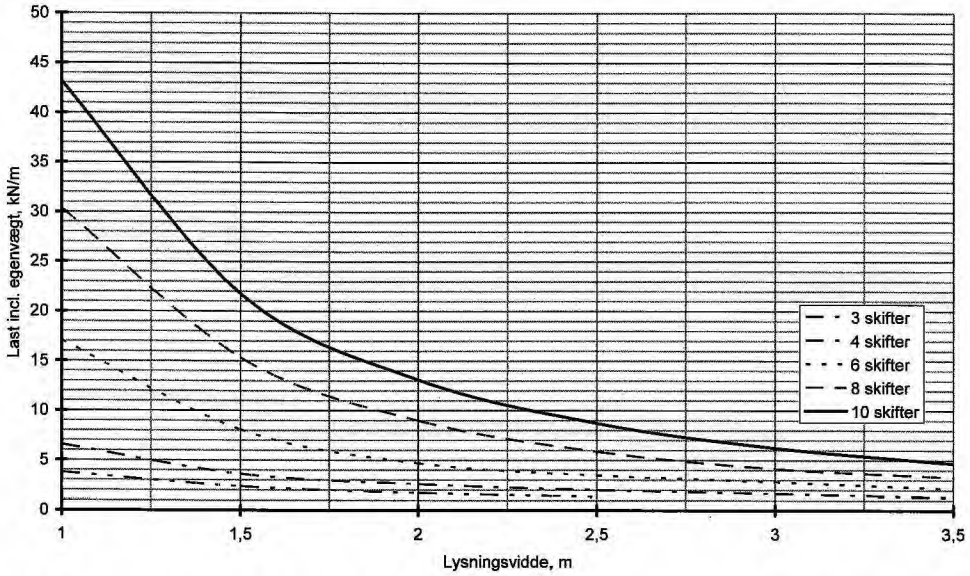
Teglbjælker anvendes ved lukning over åbninger i såvel ydervægge som i indvendige skillevægge. En teglbjælke kan leveres som'færdig' komponent eller opbygges på pladsen. En teglbjælke kan feks. være

- præfabrikeret bjælke bestående af op til flere skifter incl. armering udstøbt på fabrik
- præfabrikerede standerskifter/stik/buer incl. armering udstøbt på fabrik
- præfabrikerede overliggere udstøbt på fabrik, som ved påmuring af et antal skifter på byg-
- gepladsen, bliver til bærende bjælke (kompositbjælke), eller
- armeringssystem indmuret i liggefuger, som med evt. påmuring af et antal skifter udgør en bærende bjælke.

Tegl- og kompositbjælkers bæreevne skal fastlægges ved beregning eksempelvis med online beregningsprogrammet 'Murværksprojektering'. Alternativt kan bæreevnen for feks. kompositbjælker bestemmes ved aflæsning i nedenstående diagram.

Eksempel: En teglbjælke på 8 skifter incl. tegloverligger med lysningsvidde på 2m kan bære 9 kN/m (ca. 900 kg/m), incl. sin egenvægt

Bæreevnediagram, kompositteglbjælker



For at eliminere risikoen for korrosionsskader skal tegloverliggere, der anvendes til facader, være armeret med rustfast stål. Overliggere til bagmure og skillevægge armeres normalt med tentorstål eller kamstål. I indvendigt murværk udsat for direkte vandpåvirkning eller opført om rum med vedvarende høj relativ luftfugtighed, skal der anvendes tegloverliggere med rustfast stål. Rustfast ståls kvalitet skal opfylde kravene i EN 10088.

Murkonsoller

Murkonsoller anvendes i skalmurede konstruktioner, hvor formur eller elementer i formuren skal bæres af eller i bagmuren; dvs hvor kræfter i formuren skal optages og føres ind i den bærende bagmur.

Murkonsoller, typisk fremstillet af ædelstål med indbygget justeringsmulighed for udligning af råbygningstolerancer og bevægelser i konstruktionen, anvendes eksempelvis ved bæring over vinduesåbninger, åbninger i hjørner, karnapper og porte; ved åbninger, hvor tegloverliggere og –bjælker indgår i konstruktionen eller ved etablering af ny skalmur oven på eksisterende fundament i forbindelse med renovering.

For korrekt dimensionering og valg af konsoltype skal der bl.a. tages højde for afstand mellem konsoller, højden af det overliggende murværk, som skal bæres og størrelse af hulrum i skalmurskonstruktionen. Hermed bestemmes konsollens belastningsklasse, længde mv. For korrekt dimesionering, montage osv henvises til produktkataloger og til krav til murkonsoller som fastsat i standard DS/EN 845-1 og prøvningsstandard DS/EN 846-10.

Murkonsoller bestilles og leveres ofte som del af en samlet leverance også omfattende bjælker, overliggere mv; opmærksomheden skal her henledes på, at murkonsollen IKKE er en del af et samlet produkt og derfor altid skal være forsynet med egen, separat CE-mærkning; se også afsnittet 'CE-mærkning af byggevarer'.

Ved opmuring med murkonsoller skal dilatationsfuger placeres hensigtsmæssigt, så der også her tages højde for, at konstruktionens/murværkets forskellige delelementer og materialer 'arbejder' forskelligt (beton, tegl, stål mv).

CE-mærkning af byggevarer

Med Erhvervs- og Boligstyrelsens Bekendtgørelse BEK nr 1075 af 10. november 2008 'Bekendtgørelse om markedsføring, salg og markedskontrol af byggevarer' implementeres EU's *Byggevareforordning (EU) nr. 305/2011 (CPR)* i dansk lov.

Forordningen træder efter en overgangsperiode i kraft 1. juli 2013.

Forordningen fastsætter betingelserne for at bringe byggevarer i omsætning og gøre dem tilgængelige på markedet ved at fastsætte regler for, hvorledes byggevarers *ydeevne* beskrives med en *ydeevnedeklaration*, idet alle varer, der fremstilles med henblik på at **indgå varigt i bygværker**, herunder i bygge- og anlægsarbejder, ifølge forordningen skal **CE-mærkes.**

Alle byggevarer er dermed ikke underlagt obligatorisk CE-mærkning men kan være CE-mærkede på baggrund af en frivillig *Europæisk Teknisk Godkendelse (ETA).*

Er et produkt CE-mærket betyder det, at produktet er fremstillet og kontrolleret i overensstemmelse med en harmoniseret standard eller teknisk godkendelse, så der foreligger dokumentation for, at en række minimumskrav til produktet er opfyldt.

Bogstaverne CE står for Conformité Européenne, dvs *europæisk ensartethed.*

CE-mærkningen kan opfattes som en tillidsaftale mellem myndigheder og erhvervsliv, da mærket angiver, at byggevarens egenskaber er deklareret på en ensartet måde, så den frit kan omsættes på det fælles europæiske marked uden nye krav om national prøvning og godkendelse; CE-mærkningen må dog ikke betragtes som et kvalitetsmærke.

Særlige *lokale*, nationale byggebestemmelser, *kan* i visse tilfælde bevirke, at en CE-mærket vare kun kan anvendes i begrænset omfang i et givent land.

Den europæiske harmonisering og udmyntningen af denne til praksis gennemføres med udarbejdelsen og formidlingen af produktstandarder og tekniske godkendelser.

Bestemmelse af byggevarernes egenskaber fastlægges ved beregning eller prøvning på områderne:

- Mekanisk modstandsdygtighed og stabilitet
- Brandsikring
- Hygiejne, sundhed og miljø
- Sikkerhed og adgangsforhold ved anvendelsen
- Beskyttelse mod støj
- Energibesparelser og varmeisolering og
- Bæredygtig udnyttelse af naturressourcer

Producenten skal via *produktionsstyring* løbende sikre, at produkterne til enhver tid opfylder kravene i relevante produktstandarder og at deklarerede værdier, oplysninger i produktblade mv opretholdes. I henhold til produktstandarderne er det et krav, at nye produkter underkastes en typeprøvning; ved et nyt produkt forstås et produkt fra en ny produktion eller et produkt, hvis egenskaber afviger væsentligt fra tidligere producerede typer.

For *producenten* er det obligatorisk at forsyne byggevarer med CE-mærke, hvis produktet er omfattet af en harmoniseret standard – dvs beregnet, afprøvet og dokumenteret som beskrevet. Ansvaret for påsætning af CE-mærket er alene producentens, men *alle led i byggeprocessen fra rådgiver til projekterende og udførende har medansvar for korrekt anvendelse af produktet, herunder også for kontrol ved modtagelsen af produkterne på byggepladsen.*

For murværkskonstruktioner er der krav til CE-mærkning for følgende produkttyper:

- Mørtel – såvel opmuringsmørtel som pudsmørtel
- Cement
- Kalk
- Murcement
- Murbindere
- Liggefugearmering
- Konsoller *
- Trækbånd
- Byggesten – mursten, blokke mv.
- Tegloverliggere
- Murværksbjælker
- Murankre
- Fastgørelsesbeslag

Der er desuden krav til CE-mærkning af tegltagsten.

** CE-mærkning af tegloverliggere og -bjælker omfatter **IKKE** CE-mærkning af konsoller, som måtte indgå i den valgte konstruktion eller i en eventuel samlet leverance af både overligger, -bjælke og konsol. Man skal derfor altid sikre sig, at **konsoller er forsynet med EGEN, SÆR-SKILT CE-mærkning.***

I BR10, arbejdsbeskrivelser eller udbudsmateriale mv *kan* der endvidere være stillet yderligere krav til værdien af bestemte egenskaber i det produkt, der ønskes benyttet, hvilket der også skal tages højde for under såvel projektering som modtagelse og udførelse.
(Bekendtgørelse nr. 118 af 13. marts 2002 er ophævet og erstattet af ovennævnte BEK 1075 af 10. november 2008 *og Byggevaredirektiv 89/106/EØF er ophævet og erstattet af Byggevarer - Forordning (EU) nr. 305/2011).*

Hvad skal man være opmærksom på som indkøber og udførende?
Det er vigtigt ved indkøb at sikre sig, at de byggevarer, der skal være CE-mærkede, også er det. Læg også mærke til om rådgiveren har krævet bestemte værdier for egenskaberne for den pågældende byggevare.

Det er også vigtigt at sikre sig, at CE-mærkningen dækker den anvendelse, der er planlagt for byggevaren. Fx skal mørtel til opmuring være CE-mærket som 'Muremørtel'. Det er ikke tilstrækkeligt, at mørtlen er CE-mærket 'Pudsmørtel'.

Man skal tillige være opmærksom på, at myndighederne har udstrakte beføjelser til både at udføre kontrol og kræve dokumentation og til – hvis kravene ikke er opfyldt – at kræve byggevarer fjernet fra en byggeplads eller et byggeri. Som udførende er man derfor medansvarlig i udstrakt grad.

Hvad skal man være opmærksom på, når man modtager byggevaren?
Man skal inden modtagelsen tilrettelægge modtagekontrol og kvalitetsstyring, så kontrol af CE-mærkning med sikkerhed foretages. En fortegnelse over de produkter, der skal være CE-mærkede kan bruges ved kontrol ved modtagelsen og kan indeholde oplysninger om specifikke krav til de enkelte egenskaber omfattet af CE-mærkningen – oplysninger, som ofte også fremgår af projektmaterialet.

I Eurocode 6-systemet stilles forskellige krav til modtagekontrollen afhængig af, om produktionen af en given vare er 3.-partsovervåget eller ej – et forhold man skal være særlig opmærksom på.

Generelt er kravet dog, at der ved modtagelsen på byggepladsen skal foretages visuel *modtagekontrol* af materialer, mærkning og medfølgende dokumenter for at sikre, at de leverede materialer opfylder de forudsætninger, der er anvendt ved beregning af konstruktionsudformningen, og at der ved leverance af materialer, hvis produktion ikke er omfattet af en 3.-parts-kontrol, desu-

den gennemføres en *supplerende modtagekontrol* (Se også afsnittet 'Modtagekontrol og supplerende modtagekontrol iht. DS/INF 167').

Hvordan CE-mærket læses
CE-mærket oplyser producentens navn og adresse og årstal for mærkningens påføring.
For produkter med krav til certificering af produktionssystemet oplyses også EU-notifikationsnummeret på det notificerede organ. Mærket oplyser også hvilken produktstandard, der ligger til grund for mærkningen.

På de fleste CE-mærker anføres en række af det pågældende produkts egenskaber; produktets *ydeevne*. Det er dog ikke alle egenskaber, man skal oplyse en værdi for. Hvis egenskaben ikke har betydning for anvendelsen af produktet, og der ikke er et lovgivningsmæssigt krav om, at en bestemt værdi for egenskaben skal opfyldes, kan producenten skrive NPD ud for egenskaben. NPD er en forkortelse af det engelske 'No performance determined' som kan oversættes til 'Ingen ydeevne fastlagt'.

Et notificeret organ kan være et prøvningslaboratorium, som har en særlig godkendelse (notificering) til at gennemføre de typeprøvninger, der er krævet for produktet. Det kan også være et certificeringsorgan, som løbende kontrollerer, at virksomhedens produktionsstyring lever op til kravene i produktstandarden.

Vær opmærksom på, at der vil være byggevarer, hvortil der ifølge produktstandarderne ikke stilles krav om certificering, men hvor dette vælges frivilligt af producenten af eksempelvis markedsmæssige årsager.

Eksempel på CE-mærke

CE	CE-logo
1073-CPD-xxx	EU-notifikationsnummer for det notificerede organ
Mørtelværket, Mørtelvej 2, Mørtelby	Producentens navn og adresse
05	Sidste to cifre i det år, hvor CE-mærket blev påført
EN 998-2	Produktstandardens nummer, Fx EN 998-2
Funktionsmørtel type G: Muremørtel til udvendig brug i elementer der er underlagt statiske krav. **Trykstyrkeklasse:** M5 **Vedhæftning:** 0,15 N/mm^2 (tabelværdi iht. 998-2, Annex C, med byggesten iht. EN 771) **Kloridindhold:** < 0,1 vægt% **Brandbarhed:** Klasse A1 **Vandabsorption:** NPD **Dampdiffusionskoefficient:** NPD **Varmeledningsevne/densitet:** NPD **Frostfasthed:** Aggressivt miljø	Beskrivelse af produkt

Modtagekontrol og supplerende modtagekontrol iht. DS/INF 167

Ved modtagelse af leverancer på byggepladsen skal der foretages besigtigelse/visuel *modtagekontrol* af materialerne iht. DS/INF 167, af eventuel mærkning af materialerne og af eventuelle andre medfølgende dokumenter.

Kontrollen skal sikre, at *materialerne er CE-mærkede* (se afsnittet 'CE-mærkning af byggevarer'), at det er de ordrede materialer, der leveres, at de leveres i den ordrede mængde og at de opfylder de forudsætninger og krav, der anvendtes ved beregning og konstruktionsudformning under projekteringen.

Ved leverance af materialer, hvis produktion ikke er omfattet af 3.-partskontrol (ekstern kontrol), skal der iht. DS/INF 167 desuden gennemføres *supplerende modtagekontrol*.

For følgende CE-mærkede produkter er der *ikke* lovkrav om 3.-partskontrol (løbende produktionsovervågning), og ved modtagelsen af denne type produkter skal der derfor gennemføres supplerende modtagekontol:

- Receptmørtler, muremørtler
- Pudsmørtler
- Tegloverliggere og bjælker og
- Byggesten i kategori II

Produkterne kan dog være underlagt *frivillig* 3.-partskontrol, f.eks. ved Dansk Murstenskontrol (tegloverliggere og bjælker) eller Dansk Mørtelkontrol.

Modtagekontrol skal som et minimum omfatte:

Modtagekontrol – byggesten med højde under 185 mm (mursten) – normal og skærpet kontrol:

Underlagt 3.-partskontrol (underlagt kontrolordning)	**Ikke underlagt 3.-partskontrol (ikke underlagt kontrolordning)**
• Visuel kontrol af mursten foretages • Kontrol af mærkning udføres, herunder CE- mærkning • Følgesedler kontrolleres Det er en god ide at sikre, at deklarerede måltolerancer for middelværdier og enkeltværdier harmonerer med de foreskrevne fugedimensioner. I praksis vil det sige, at toleranceklassen skal være deklareret som T2 for at få nogenlunde samme variation i byggestenene, som hidtil har været gængs. Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.	Visuel kontrol af mursten foretages • Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning. Endvidere skal der foretages en murstensprøvning for hver murstenskvalitet til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages: • For de først påbegyndt 25.000 mursten • Og for hver efterfølgende påbegyndt 100.000 mursten

Modtagekontrol – byggesten med højde lig med 185 mm eller højere (blokke) – normal og skærpet kontrol:

Underlagt 3.-partskontrol (underlagt kontrolordning)	**Ikke underlagt 3.-partskontrol (ikke underlagt kontrolordning)**
• Visuel kontrol af blokke foretages • Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Det er en god ide at sikre, at deklarerede måltolerancer for middelværdier og enkeltværdier harmonerer med de foreskrevne fugedimensioner. Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.	• Visuel kontrol af blokke foretages • Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning. Endvidere skal der foretages en blokprøvning for hver blokkvalitet til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages: • For de først påbegyndt 3.500 blokke • Og for hver efterfølgende påbegyndt 14.000 blokke

Modtagekontrol – fabriksfremstillet mørtel:

Underlagt 3.-partskontrol (underlagt kontrolordning)	**Ikke underlagt 3.-partskontrol (ikke underlagt kontrolordning)**
• Visuel kontrol af mørtel foretages • Kontrol af CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.	• Visuel kontrol af mørtel foretages • Kontrol af CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning Endvidere skal der foretages en mørtelprøvning for hver mørteltype til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages: ***Normal kontrol:*** • For de først påbegyndt 20 m^3 • Og for hver efterfølgende påbegyndt 60 m^3 ***Skærpet kontrol:*** • For hver påbegyndt 20 m^3

Modtagekontrol – øvrige materialer

For andre mørtelmaterialer, tilsætningsstoffer, præfabrikerede, armerede overliggere og murværksbjælker, konsoller, bindere, armeringsstål, armeringssystemer mv., skal modtagekontrollen som et minimum omfatte

- visuel kontrol af materialerne
- kontrol af mærkning, herunder CE-mærkning og
- kontrol af følgesedler

Leveres mørtelmaterialer fra en producent, der ikke er underlagt 3.-partskontrol, skal det tillige ved prøvning eftervises, at mørtelmaterialernes deklarerede egenskaber er i overensstemmelse med det ved beregning og konstruktionsudformning forudsatte.

Udførelse

Murerarbejde skal udføres i henhold til Eurocode 6-systemet med tilhørende nationale annekser og produktstandarder.

Der stilles i Eurocode-systemet krav til, hvor nøjagtigt og inden for hvilke tolerancerammer, der skal mures, og der gives regler for eksempelvis fugers tykkelse og fyldning, for tildannelse af sten og riller, for forbandter, bindere, stående fortanding, isolering mod fugt fra grunden, beskyttelse mod fugt i byggeperioden, forholdsregler ved vinterarbejde og beskyttelse af indmurede stålbjælker.

I det følgende omtales disse og andre forhold af betydning for korrekt udført arbejde under hensyntagen til den rækkefølge, opgaverne typisk udføres i.

Målafsætning

Målafsætning skal altid udføres og kontrolleres mindst for hver etage såvel vandret som lodret, så fejlophobning undgås både for den enkelte etage og for den samlede bygning.

Rigtig afsætning af mål har blandt meget andet betydning for byggematerialernes anvendelse og størrelsen af evt. spild. Ved projektering tages der ved fremstilling af arbejdstegninger normalt hensyn til en optimal anvendelse af byggematerialerne.

Følgende tabeller kan anvendes ved afsætning af såvel vandrette som lodrette murmål til murværk med byggesten (mursten) med deklareret mål på 228×108×54 mm ('Dansk normalformat') og byggesten med deklarerede mål på 228×108×38 mm ('Flensborgsten').

Når målangivelser skal overføres fra tegning til byggeplads, kan tabellerne anvendes ved udlægning af 1. skifte, idet de fremhævede vandrette mål altid 'går op' med hele kopper, så det bliver muligt at bedømme, hvordan eksempelvis hjørne- eller falsafslutninger mv vil falde ud.
I tabellen ses, hvor mange kopper, der medgår til en murpille eller -åbning.

Vandrette mål
Mursten (murpiller fradrages 1 cm – åbninger tillægges 1 cm)

m	cm																
0-3-6-9	**00**	06	**12**	18	**24**	30	**36**	42	**48**	54	**60**	66	**72**	78	**84**	90	**96**
1-4-7	02	**08**	14	**20**	26	**32**	38	**44**	50	**56**	62	**68**	74	**80**	86	**92**	98
2-5-8	**04**	10	**16**	22	**28**	34	**40**	46	**52**	58	**64**	70	**76**	82	**88**	94	

Brugsanvisning:
1. Find m-antal i venstre kolonne. Er tallet over 10 m, udregnes tværsummen og evt. dennes tværsum af meterantallet.
2. Søg nærmeste cm-antal i kolonnen ved siden af meterantallet eller den udregnede tværsum.

Eksempel ("alm. sten"):
1. Nærmeste murmål til 8,19 cm?
   Ud for 8 m er nærmeste cm-antal 16.
   Resultat: 8,16 + 3 cm rest.
2. Nærmeste murmål til 128,51 m?
   Tværsum af 128 = 11 = 2.
   Ud for 2 m er nærmeste cm-antal 52.
   Resultat: 128,52 m + 0 cm rest.

Lodrette mål
Mursten:
3 skifter = 20 cm 15 skifter = 1,00 m 42 skifter = 2,80 m

Flensborgsten:
4 skifter = 20 cm 20 skifter = 1,00 m 56 skifter = 2,80 m

Eksempel:
Hvor mange skifter er der i alm. murværk med en højde på 4,60 m?
4 m = 60 skifter 0,60 m = 9 skifter 4,60 m = 69 skifter

Skifter:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
mm:	67	134	200	267	334	400	467	534	600	667
Skifter:	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
mm:	734	800	867	934	1000	1067	1134	1200	1267	1334
Skifter:	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
mm:	1400	1467	1534	1600	1667	1734	1800	1867	1934	2000

Online program til omsætning af en givet længde til nærmeste pillemål eller muråbning kan findes på www.mur-tag.dk.

Forbandt

For at opnå tilstrækkelig styrke i murværket skal alle konstruktioner mures i forbandt, hvor andet ikke er angivet eller beskrevet. Det vil sige, at byggestenene altid skal være indbyrdes forskudt mindst en kvart sten eller mindst 40 mm.

Et forbandt vælges i reglen ud fra, hvilket mønster/udseende, man ønsker det færdige murværk skal have. Eksempler på *forbandtkoder* kan ses i bl.a. publikationerne "Murstensforbandter", Erhvervsskolernes Forlag, 1996 og teglpjecen 'Munkeforbandter', 1968, www.muro.dk.

Placering og udførelse af stående fortanding må kun ske som angivet i projektmaterialet, eller når det på anden måde sikres, at kræfterne kan overføres i den fuldførte konstruktion. For et byggeri udført iht. klassificering til normal kontrolklasse med en højde på op til 8,5 m tillades stående fortanding dog uden nærmere eftervisning, når der anbringes Ø4 mm trådbindere i hvert 3. skifte i fortandingsfugen.

Blanding af mørtel på byggeplads

For at blande mørtel på pladsen skal materialer, der indgår i mørtlen udmåles og blandes, så den færdige mørtel er nøjagtigt og korrekt sammensat. Det skal dokumenteres, at den fremstillingsmetode, der anvendes, er egnet til vedblivende under byggeriet at frembringe korrekt, ensartet blandingsforhold også ved gentagne blandinger.

Mørtel skal blandes så effektivt, at der sikres en ensartet fordeling og en god aktivering af alle mørtlens delmaterialer. Blandeeffektivitet og blandetid skal dokumenteres for den aktuelle blandemaskine og den ved blandingen anvendte fremgangsmåde. Blandetiden regnes fra det tidspunkt, hvor alle delmaterialer er tilsat.

Cementholdige mørtler skal være færdige til brug, når de tømmes ud af blandemaskinen, og senere iblanding af bindemidler, tilslagsmaterialer, tilsætningsstoffer eller vand må ikke finde sted.

Blandetiden må overskride 15 minutter, medmindre der er tale om kalkmørtel. Overskrides blandetiden nedsættes mørtlens styrke væsentligt.

Blandingsnøjagtighed

Krav til blandingsnøjagtighed foreskriver, at delmaterialernes tørvægt (kalk, cement, murcement og sand) i den færdige mørtel højst må afvige 5 % fra mængderne angivet i blandingsforholdet, såfremt man anvender omsætningsforholdene angivet i DS/INF 167. For at opfylde kravene er det nødvendigt at kende den kalktilpassede mørtels vådrumvægt og vandindhold eller sandets vådrumvægt og vandindhold – alt afhængig af, hvilken måde mørtlen skal fremstilles på.

Kalktilpasset mørtel

På byggepladsen fremstilles en kalkcementmørtel ved blanding af cement og kalktilpasset mørtel leveret fra mørtelværk.

For at blande én af nedennævnte receptmørtler, skal den kalktilpassede mørtel leveres med følgende kalkindhold:

$$\text{KC } 60/40/850: \frac{60\times100}{60+850} = 6{,}6\%$$

$$\text{KC } 50/50/700: \frac{50\times100}{50+700} = 6{,}6\%$$

$$\text{KC } 35/65/650: \frac{35\times100}{35+650} = 5{,}1\%$$

$$\text{KC } 20/80/550: \frac{20\times100}{20+550} = 3{,}5\%$$

Såfremt kalkmørtlens vådrumvægt og vandindhold er kendt (vådrumvægt og vandindhold oplyses af mørtelværket), kan kalkcementmørtlernes blandingsforhold findes dels ved vægtudmåling og dels ved rumfangsudmåling ved hjælp af efterfølgende skemaer eller med regneark på www.mur-tag.dk til udregning af blandingsforhold for KC-mørtler.

I skemaerne forudsættes Mestercement anvendt. Anvendes anden cementtype kan rumfangsblandingerne korrigeres med faktorerne i tabellen umiddelbart efter skemaerne.

Blanding af kalkcementmørtel KC 60/40/850

Vægtudmåling. Antal kg 6,6 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1400-2000	25,0	25,5	25,9	26,4	26,9	27,3
Rumfangsudmåling. Antal liter 6,6 % kalkmørtel pr. 1 l cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1500	21,7	22,1	22,5	22,9	23,3	23,6
1600	20,3	20,7	21,0	21,4	21,9	22,2
1700	19,1	19,5	19,9	20,2	20,6	20,9
1800	18,1	18,4	18,7	19,0	19,4	19,7
1900	17,1	17,5	17,7	18,1	18,3	18,7
1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.						

Eksempel:
For en 6,6 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1500 kg/m³ og et vandindhold på 14 % er blandingsforholdet efter:
Vægtudmåling: *1 kg Mestercement til 25,9 kg 6,6 % kalkmørtel*
Rumfangsudmåling: *1 liter Mestercement til 22,5 liter 6,6 % kalkmørtel.*

Blanding af kalkcementmørtel KC 50/50/700

Vægtudmåling. Antal kg 6,6 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1400-2000	16,5	16,8	17,1	17,4	17,7	18,0
Rumfangsudmåling. Antal liter 6,6 % kalkmørtel pr. 1 l cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1500	14,3	14,6	14,8	15,1	15,4	15,6
1600	13,4	13,7	13,9	14,2	14,4	14,6
1700	12,6	12,9	13,1	13,3	13,5	13,8
1800	11,9	12,1	12,4	12,6	12,8	13,0
1900	11,3	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3
1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.						

Eksempel:
For en 6,6 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1600 kg/m³ og et vandindhold på 14 % er blandingsforholdet efter:
Vægtudmåling: *1 kg Mestercement til 17,1 kg 6,6 % kalkmørtel*
Rumfangsudmåling: *1 liter Mestercement til 13,9 liter 6,6 % kalkmørtel*

Blanding af kalkcementmørtel KC 35/65/650

Vægtudmåling. Antal kg 5,1 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1400-2000	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6
Rumfangsudmåling. Antal liter 5,1 % kalkmørtel pr. 1 l cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1500	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0
1600	9,4	9,6	9,8	9,9	10,1	10,3
1700	8,9	9,0	9,2	9,3	9,5	9,7
1800	8,4	8,5	8,7	8,8	9,0	9,1
1900	7,9	8,1	8,2	8,4	8,5	8,7
1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.						

Eksempel:
For en 5,1 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1700 kg/m³ og et vandindhold på 10 % er blandingsforholdet efter:
Vægtudmåling: *1 kg Mestercement til 11,6 kg 5,1 % kalkmørtel*
Rumfangsudmåling: *1 liter Mestercement til 8,9 liter 5,1 % kalkmørtel.*

Blanding af kalkcementmørtel KC 20/80/550

Vægtudmåling. Antal kg 3,5 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1400-2000	7,8	8,0	8,1	8,3	8,4	8,6
Rumfangsudmåling. Antal liter 3,5 % kalkmørtel pr. 1 l cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	**Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten**					
kg/m³	**10 %**	**12 %**	**14 %**	**16 %**	**18 %**	**20 %**
1500	6,8	6,9	7,0	7,2	7,3	7,4
1600	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	7,0
1700	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
1800	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2
1900	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.						

Eksempel:
For en 3,5 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1700 kg/m³ og et vandindhold på 10 % er blandingsforholdet efter:
Vægtudmåling: *1 kg Mestercement til 7,8 kg 3,5 % kalkmørtel*
Rumfangsudmåling: *1 liter Mestercement til 6,0 liter 3,5 % kalkmørtel.*

Anden cementtype
Anvendes der en anden cementtype end Mestercement til blanding af kalkcementmørtler skal *rumfangsudmålingen i førnævnte skemaer korrigeres* med faktorerne i nedenstående skema:

Cementtype	Cementens rumvægt kg/m³	Faktor til korrektion af rumfangsblandeforholdet
Mestercement	1300	1,0
Basis-cement	1100	0,85
ABC-cement	1100	0,85
Rapid-cement	1250	0,96
Hvid Portland-cement	1100	0,85
Lavalkali sulfat-bestandig cement	1300	1,0

Ved blanding af fabriksfremstillet mørtel skal leverandørens anvisning vedrørende blandemetode altid benyttes.

Opmuring

Under opmuring skal målafsætning løbende kontrolleres for hver etage, så evt. fejlophobning undgås.

Ved arbejdets påbegyndelse etableres typisk *lodsteder*, hvorfra der løbende loddes eller 'indlægges' *lodlinjer* med lodstok eller laser, og hermed tilstræbes det, at opmuringen styres, så mur – og forbandt – opføres i lod og vage inden for den givne tolerancerramme.

Er murværksfladen enkel og uden åbninger, hjørner, fremspring og lign. etableres lodstederne typisk ved murværkets begyndelse og afslutning (typisk i hjørnerne) og typisk jævnt fordelt med en indbyrdes afstand varierende fra 1,5 m til 5 m.

Er murværket mere komplekst og forsynet med vindues- og døråbninger, hjørner, fremspring og lign. loddes der først og fremmest ved alle false og dernæst på murværksfladen i øvrigt.

Mellem lodsteder- og linjer opmures, så de naturligt forekommende og tilladelige afvigelser og forskelligheder i stenenes størrelse optages og fordeles jævnt, og særlig opmærksomhed skal udvises med hensyn til, hvorvidt der mures med maskinsten eller med blødstrøgne sten.

Lodsteder markeres typisk under udlægningen af 1. skifte med placeringen af trækiler eller lign. i studsfuger, og der loddes herfra med lodstok/laser lagt til *højre* stenkanter i studsfuger.

Ved opmuring i flere etager og ved arbejde med mere komplekse forbandter etableres ofte op til flere lodsteder undervejs – både i højden efterhånden som arbejdet skrider frem – og i 'bredden'; eksempelvis som markeringer af de enkelte sten i en kompliceret forbandtkode, som dermed bliver tydeligere og nemmere at gentage korrekt under opmuringen.

Det anbefales, at man før målafsætning og opmuring har gjort sig bekendt med forholdene omkring tolerancer og udfaldskrav for både sten, fuge og forbandt som beskrevet i afsnittet 'Tolerancer og udfaldskrav'.

Liggefuger skal være vandrette, medmindre andet fremgår af projektmaterialet.

Fuger skal udføres, så deres holdbarhed sikres overfor de påvirkninger, de vil blive udsat for i henhold til miljøvurdering og eksponeringsklasse. Det skal dokumenteres, at den aktuelle udførelsesmåde bl.a. opfylder holdbarhedskravet.

Delformater af mursten skal tildannes således, at målene tilfredsstiller de foreskrevne basismål

med tilhørende tolerancer. Hvis der ved tildannelsen opstår revner i murstenene, må disse ikke indmures.

Ved opmuring klassificeret til kontrolklasserne lempet og normal kan delformater af mursten fremstilles ud fra hele sten ved skæring, klipning eller hugning.

I skærpet kontrol tillades hugning ikke.

Der skal mures med fyldte fuger.

Kontaktarealet mellem mørtel og sten skal, afhængig af kontrolklassen, være som følger:

- Lempet kontrol: kontaktarealet skal mindst være 75 % af stenens enkelte flader mod ligge- og studsfuger
- Normal kontrol: kontaktarealet skal mindst være 85 % af stenens enkelte flader mod ligge- og studsfuger
- Skærpet kontrol: kontaktarealet skal mindst være 95 % af stenenes enkelte flader mod ligge- og studsfuger

I alle tilfælde gælder, at kontaktarealet regnes fra den synlige overflade af en fugeforside – også når den er foreskrevet tilbageliggende – og afvigelse fra 100 % fugefyldning må ikke give anledning til reduktion af forudsat styrke, tæthed eller holdbarhed af betydning, hverken i normal eller skærpet kontrolklasse.
Manglende kontaktareal må ikke have form af gennemgående hulrum fra forside til bagside eller af hulrum, som hindrer effektiv komprimering af fugen, ligesom det ikke må forekomme hovedsageligt til den ene side (typisk bagsiden).

Når en almindelig hulmur udsættes for slagregnspåvirkning, og der presses vand gennem formuren, foregår gennemtrængningen som regel gennem studsfuger. Dette gælder, hvad enten muren er af massive sten eller mangehulssten. Det er derfor uhyre vigtigt, at der altid mures med helt fyldte studsfuger, og en betingelse herfor er ikke kun håndværksmæssig kunnen men også mørtel og sten med gode og rigtige egenskaber.

Hvis f.eks. mørtlens vandholdeevne er ringe og stenenes sugeevne er stor, vil mørtlen kunne suges død så hurtigt, at der ikke er tid til at bringe stenene på plads – og bankes der på stenene, efter at mørtlen er suget død, ophæves vedhæftningen mellem sten og mørtel. Det er derfor en betingelse for veludført arbejde, at muremørtlen indeholder den foreskrevne mængde bindemiddel og ligeså vigtigt er det, at vandindholdet i mørtlen er passende i forhold til vedhæftningen, specielt for stærkt sugende sten. I kalkcementmørtel anbefales eksempelvis et vandindhold på over 18,5 vægt% i KC 35/65/650 og på over 19,5 vægt% i KC 50/50/700.

Især i varme perioder, og hvor der anvendes stærkt sugende sten, kan betingelserne for at udføre et godt murerarbejde være kritiske. Det kan her være nødvendigt at forvande stenene og/eller anvende cement med lang åbningstid.

Det er ofte en utilstrækkelig smidig mørtel, der får skyld for de ikke fyldte fuger, eller en for lille murske eller ukendskab til den arbejdsteknik, der gør det muligt at fylde fugerne.

Ved armeret murværk skal fugetykkelsen være 5 mm større end armeringens diameter, og mørtlen skal omslutte armeringen helt.

I murværk må der kun udfræses enkelte mindre, lodrette riller med en max. dybde på 25 mm og max. bredde på 50 mm og udfræsninger til mindre eldåser og elkontakter. Øvrige lodrette riller samt udsparinger og vandrette riller må kun udføres i omfang, som angives på tegninger eller efter nærmere forudgående undersøgelse.

Tolerancer og udfaldskrav

Tolerancer: ***tilladelige afvigelser*** *fra fastsatte standarder/målangivelser*
Tolerancer for murværkets udførelse er fastsat for at sikre, at krav til styrke og funktion er op-

fyldt (bæreevne, stabilitet, tæthed mv) og for at sikre, at murværket fremstår med et udseende, som aftalt og forventet.

Tolerancer for udførelsen dikteret af **styrke og funktion** er fastlagt i Eurocode 6 EN 1996-2 DK NA:2007 og skal altid overholdes; yderligere data herfor findes eksempelvis på www.mur-tag.dk og på www.tolerancer.dk.

I Eurocode 6-systemet stilles der særlige krav til feks. afsætning af mål, mure og søjlers placering over hinanden, murværkets afvigelse fra lodret og vandret plan, krumning, fugemål, forbandt, blanding af mørtel mv., og i afsnittet 'Udførelseskontrol' ses tolerancer for nogle af de nævnte forhold i skemaet *Udførelseskontrol i henhold til aktuel kontrolklasse*.

Udfaldskrav
Tolerancer for andre forhold, der også har afgørende betydning for det færdige murværks **udseende** – som feks. variationer i farve, form, overfladekaraktér og størrelse i både den enkelte sten, i mørtlen og i den færdige, opmurede helhed – skal *aftales parterne imellem inden arbejdets påbegyndelse.*

Aftalen kan tage udgangspunkt i publikationen "Hvor går grænsen? Murerfaget. Tolerancer for murværk og overflader", www.tolerancer.dk eller i publikationen "Tegl 37, Udførelse af blankt murværk", Forlaget Tegl 2010, www.muro.dk, hvor det fastslås, at man skal indgå aftale om **udfaldskravet** – dvs aftale om, hvordan det færdige murværk forventes at 'falde ud'/se ud – *forudsat de allerede omtalte krav til styrke og funktion er opfyldt.*

Det anbefales, at prøvefelt eller prøvemur opmures, så forventningerne til det færdige murværks udseende afstemmes – også med hensyn til eksempelvis naturligt forekommende afvigelser som små ujævnheder, grater og kanter i materialets overflade og variationer i farve, form, dimension osv; forhold, som typisk gør sig gældende, især når der mures med blødstrøgne, mere rustikke sten.

Udfaldskravet indgår i projektmateriale og beskrivelse af byggeriet og indgår i aftalegrundlag for udførelsen og for evt. efterfølgende bedømmelse, kontrol og dokumentation.

Visuel bedømmelse af murværkets udseende
Med visuel bedømmelse/besigtigelse vurderes det, hvorvidt udseendet af det færdige murværk er i overensstemmelse med udfaldskravet – *forudsat allerede omtalte krav til styrke og funktion er opfyldt.*

Blankt murværk og pudsede overflader betragtes/besigtiges under lysforhold som gør, at eventuelle skyggedannelser ikke medfører 'tegninger', som fremhæver små og for helheden ubetydelige variationer på overfladen, og murværket betragtes både fra siden og frontalt i afstande fra ned til 1,6 m og op til 3-4 m eller mere – afhængig af murværkets udstrækning og karaktér og af det aktuelle byggeris form og størrelse.

Hermed vurderes både *detalje og helhed i forhold til udfaldskravet og de aftalte tolerancer,* idet karaktéren af murede overflader kan spænde vidt fra overflader, hvor forbandtet er umiddelbart aflæseligt til overflader, hvor mursten og fuge glider over i hinanden og forbandtets kontur – mønstret – nærmest udviskes – og hvor valget af enten maskin- eller håndstrøgne sten også har stor betydning for den tolerancerramme, inden for hvilken, det samlede helhedsindtryk bør vurderes.

Yderligere beskrivelser af metoder til visuel bedømmelse af murværk findes på eksempelvis www.tolerancer.dk.

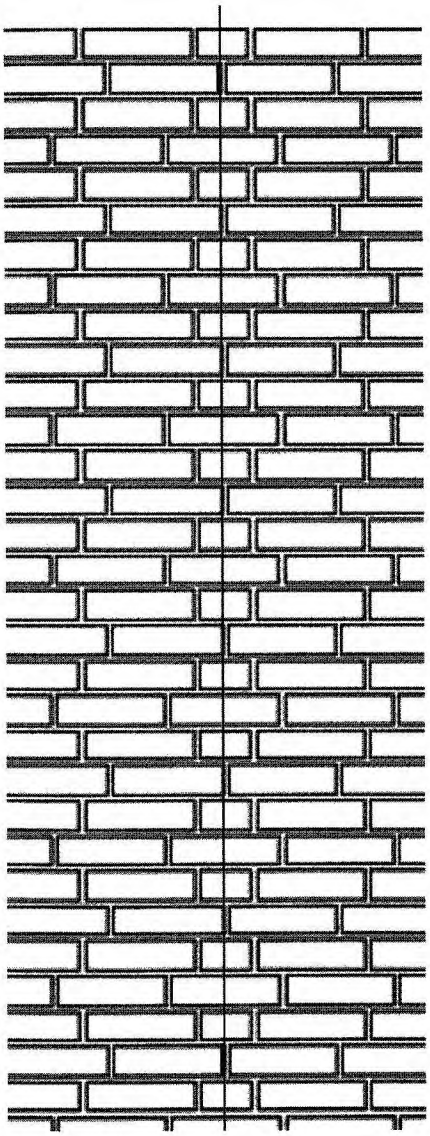
Bedømmelse af forbandtet
Forbandtet er korrekt udført, når den valgte kode er fulgt og forbandtet er muret i lod og vage inden for en given tolerancerамme.

Hvorvidt forbandet er udført inden for tolerancerammen, dvs inden for den *tilladelige afvigelse fra lod*, kontrolleres med lodstok/laser.

Lodstok/laser lægges til højre stenkant i en studsfuge. Herfra loddes til højre stenkant i en anden studsfuge – med samme/tilsvarende placering i forbandtkoden.

Den tilladelige afvigelse fra lod for højre stenkant i den studsfuge, der loddes *til* er +/- 10 mm.

De steder – dvs. de højre stenkanter i studsfuger – hvorfra der loddes, vælges under hensyntagen til murværkets og forbandtets karaktér; der skal dog loddes *et antal steder* på murværksfladen.



Der måles *til* højre stenkant i studsfuge med samme placering i forbandtkoden

Der loddes *fra* højre stenkant i studsfuge

Bedømmelse af forbandt, tilladelig afvigelse fra lodlinje +/- 10 mm

Trådbindere

Trådbindere, der anvendes i aggressivt og moderat miljø, skal være korrosionsfaste.

Antallet af trådbindere i såvel hul- som skalmure skal fastsættes ved beregning, idet der dog i hulmure bør anvendes mindst 4 stk. korrosionsfaste trådbindere pr. m^2 jævnt fordelt, og til forankring af skalmure bør placeres mindst 2 stk. korrosionsfaste trådbindere pr. m^2.

Ved skalmures afslutning, ved dilatationsfuger og omkring huller forankres skalmuren effektivt ved indlæggelse af ekstra bindere med en indbyrdes afstand af højst 400 mm.

Ved hulmures understøtninger i siderne og ved hulmures afslutning, ved dilatationsfuger samt omkring huller forankres hulmuren effektivt ved indlæggelse af ekstra bindere med en indbyrdes afstand af højst 400 mm.

Med hensyn til placering af trådbindere, se SBi-anvisning 156, Skalmure ved udvendig efterisolering samt Byg-Erfa erfaringsblad (21) 98 05 25, Revner i skalmure og formure fra temperatur- og fugtbevægelser. Specielt skal der tages hensyn til binderes placering i hjørner, såfremt der ikke indlægges en dilatationsfuge. Første binderkolonne skal typisk placeres ca. 1 m fra bagmurens yderste hjørne, hvis der i hjørnet ikke forekommer en dilatationsfuge i formuren.

For trådbindere skal det tilstræbes, at bindernes frie del bliver retlinede. Det følger heraf, at bindere, der på forhånd placeres i bagvæg, skal anbringes nøjagtigt og under præcis hensyntagen til skiftegangen i formuren.

Det skal sikres, at der ikke via bindere kan ledes vand fra formur til bagvæg. Bindere med drypbøjning tillades kun anvendt, når bæreevnen beregningsmæssigt dokumenteres. En drypbøjning giver væsentlig svækkelse af binderens bæreevne.

Ombukkede trådbindere i f.eks. præfabrikerede bagvægselementer skal rettes ud under overholdelse af de tolerancer, som er angivet i projektmaterialet.

Ved bukning af bindere skal bukkeradius være større end 1,5 gange bindernes diameter.

Bindere skal være udformet og monteret således, at deklarerede indmuringslængder og dæklag er overholdt.

Fugtspærre – fugtstandsende membran

I alle murværkskonstruktioner skal det sikres, at fugtopsugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele forhindres. Dette gøres typisk med indlæggelse af *fugtspærre* – en membran bestående af et materiale, som stopper fugtens vandring. Erfaringsmæssigt kan fugtspærrende membraner med nedenstående egenskaber anvendes i murværk:

		Minimumskrav			
Egenskaber	**Enhed**	**Bitumenbaseret (SBS-modificeret)**		**Plastbaseret**	
Tykkelse	mm	≥ 1,7	EN 1849	≥ 0,3	EN 1849-2
Trækstyrke	N/50 mm	≥500	EN 12311-1	≥150	EN 12311-2
Brudforlængelse	%	≥25	EN 12311-1	≥300	EN 12311-2
Sømrivstyrke	N	150	EN 12311-1	100	EN 12310-1
Kuldeegenskab, bøjning	°C	0	EN 1109	0	EN 1109
Z-værdi	GPa s m^2/kg	500	EN 12572	600	EN 1931

Membraner skal være CE-mærkede iht. EN 14967 for bitumenbaserede produkter eller EN 14909 for plastbaserede produkter. Alle membraner skal være alkalibestandige.

I hule vægge skal fugtvandring fra formur til bagmur forhindres. Endvidere skal der indlægges fugtspærrer, hvor hulrum afbrydes eller afsluttes, så evt. indtrængende vand ledes ud og ikke optages i bagvæggen.

Der skal også indlægges fugtspærrer således, at evt. indtrængende vand fra f.eks. slagregn ledes bort og ud gennem mørtelfuger.

Alle opadvendte flader i den færdige konstruktion skal være udformet således, at skadelig nedtrængning af vand i konstruktionen forhindres.

Vejledninger vedrørende indbygning af fugtspærre findes her:

- Vejledning om fugtspærre i murværk, Teknologisk Institut, 2011, www.mur-tag.dk
- Tegl 37, Forlaget Tegl, 2010
- Vejledning. Fugtspærre i murværk. Forlaget Tegl, 2002. + 4 rev. tegninger
- Konstruktionsdetaljer, www.mur-tag.dk
- Videoklip, www.mur-tag.dk

Fugtspærre ved fundament
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 føres ned under terrændækket, hvorved den ligeledes anvendes som sikring mod radon.

Ved hulmure, der danner ydervægge, indlægges tillige en ekstra membran oven på den første membran. Denne membran føres fra fundaments forside vandret ind til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og to skifter op ad denne, hvor membranen indmures i bagmuren eller fastgøres til eksempelvis elementerne. Andet lag pap ved dørfalse udføres iht. til videovejledning på www.mur-tag.dk 'Andet lag sokkelpap, v. dørfalse og forankringsbånd'.

Fugtisolerende membraner skal være tætte ved samlinger – også hvor membranen brydes af elledninger, kanaler, stålsøjler og lignende.

Sokkelpuds skal afsluttes i en skråvinkel i højde med den fugtisolerende membran; pudsen må ikke føres op til undersiden af nederste skifte.

Evt. huller eller riste for afvanding af hulmuren placeres i studsfuger og direkte på den fugtisolerende membran.

Fugtspærre ved bjælker
Hvor murværket fortsættes over åbninger/bjælker, og hvor murværket udsættes for slagregn, skal fugtspærre indlægges.

Der skelnes mellem løsninger for fugtspærre ved *teglbjælker* (præfabrikerede, færdige elementer) og fugtspærre ved *kompositbjælker* (tegloverliggere, som på pladsen påmures et antal skifter og først da danner det færdige, bærende bjælkeelement). Se også afsnittet 'Teglbjælker'.

Fugtspærre ved teglbjælker
Ved teglbjælker skal fugtspærren indlægges umiddelbart over bjælken.

Fugtspærre ved kompositbjælker
Ved kompositbjælker skal fugtspærren også indlægges umiddelbart over bjælken; *her skal man være særlig opmærksom på, at der med 'over bjælken' menes over det samlede, hele bjælke-*

element bestående af både overligger og påmurede skifter.
Fugtspærren føres fra formurens forside til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og fastgøres her. Fugtspærren skal altid gives et fald mod formuren og skal føres mindst 150 mm forbi false ind i hulrummet.

Hvor murværket er kraftigt belastet af slagregn bør der laves en ekstra sikring med enten TB-rende i den 2. liggefuge over åbningen eller med et rustfrit stålprofil, der indlægges umiddelbart under tegloverligger/bjælken; alternativt med en ekstra sikring i form af indlægning af to x pap.

Ved anvendelse af dobbeltsikring føres øverste fugtspærre 260 mm forbi falsen ind i hulrummet – og nederste 150 mm forbi falsen ind i hulrummet.

Hvorvidt murværket er kraftigt belastet af slagregn vurderes ud fra følgende forhold: (kritiske forhold nævnt først i parentes)

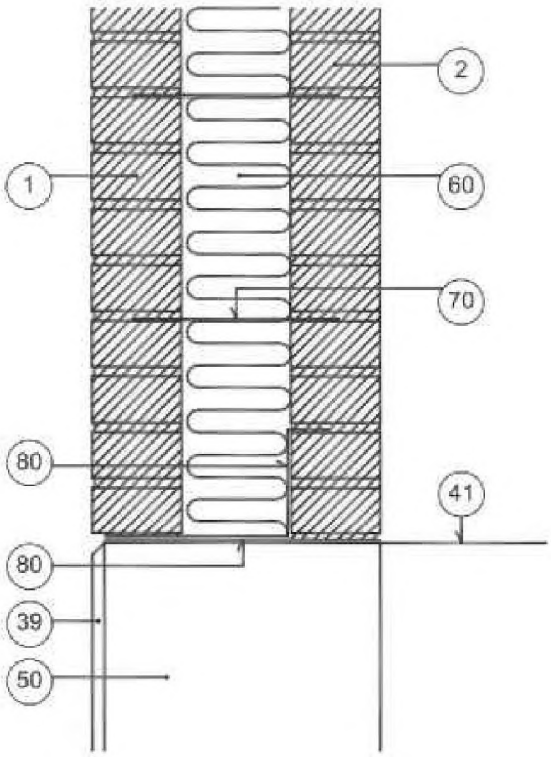
- Terrænkategori (ved hav ... by)
- Bygningens udhæng ift. overkant vindue (0 ... 1 m)
- Bygningens højde (høj....lav)
- Kompasretning (vest og syd ... øst og nord)
- Højde af murværk over åbningen (4 m ... 4 skifter)

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 murpap 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 studsfuger 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, www.mur-tag.dk.

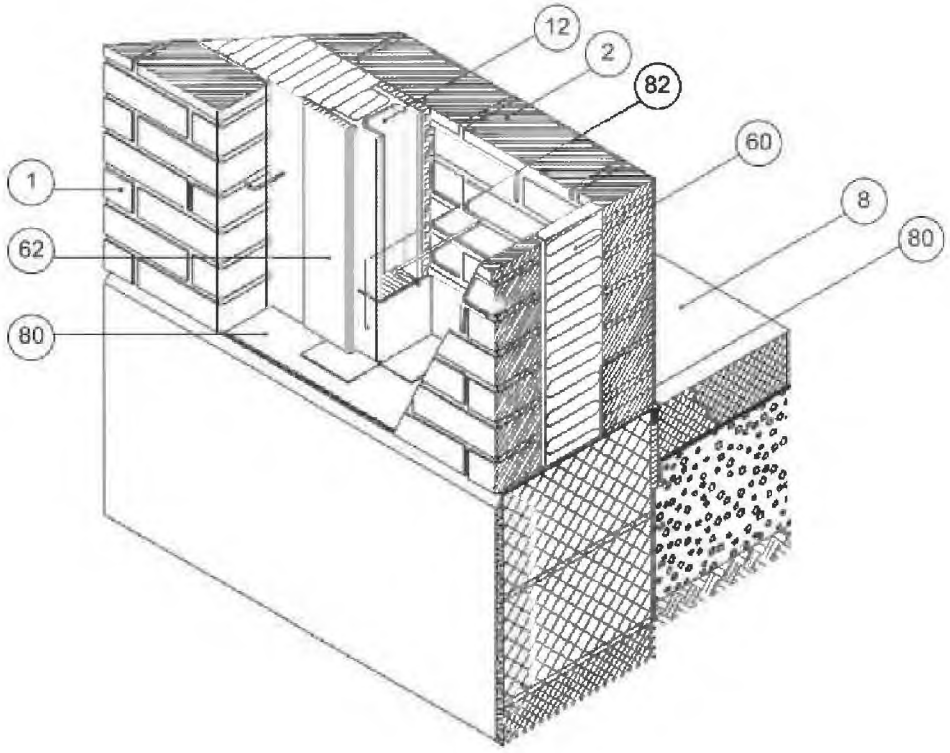
Fugtspærrers placeringer, snittegninger

Hulmur/sokkel:



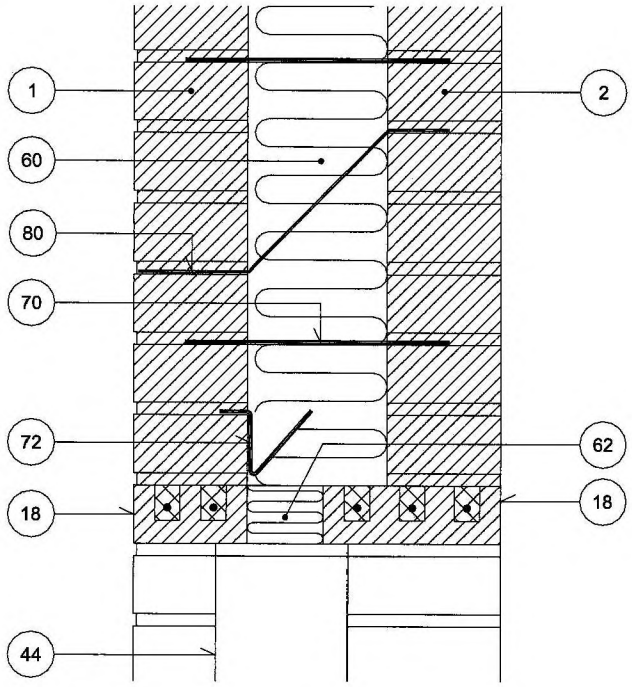
Sokkel (lodret snit)

1	Tegl i formur	50	Sokkel
2	Tegl i bagmur	60	Isolering
39	Sokkelpuds/udkast	70	Trådbinder
41	Gulv	80	Fugtspærre



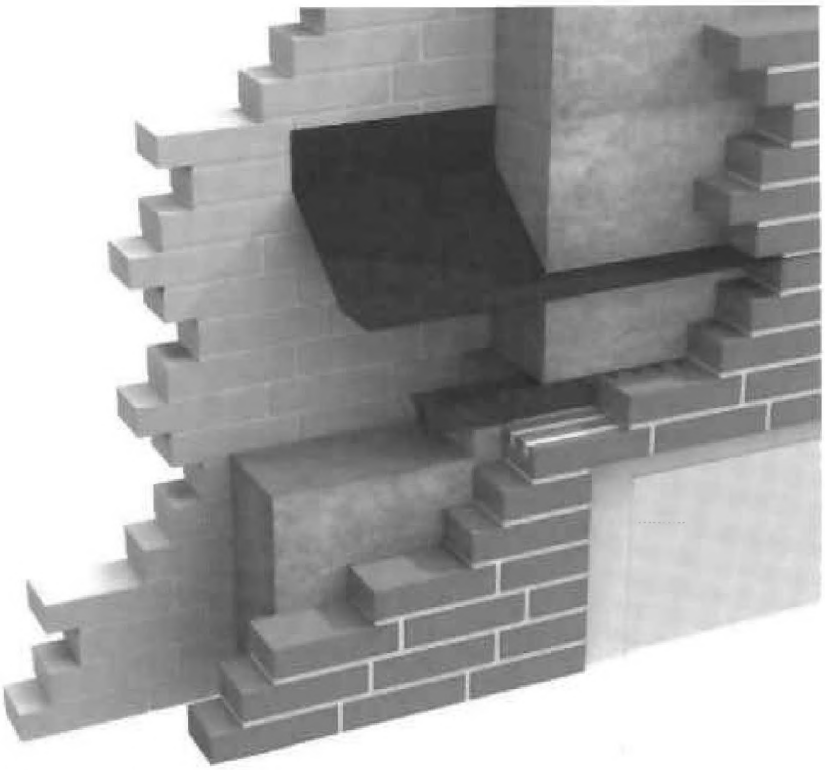
Søjle (3D)

1	Tegl i formur	60	Isolering
2	Tegl i bagmur	62	Trykfast isolering
8	Betonplade	80	Fugtspærre. Tildannes ud for søjle
12	Stålsøjle HE 100 B	82	Ombukket fugtspærre, påklæbes med flydende asfalt

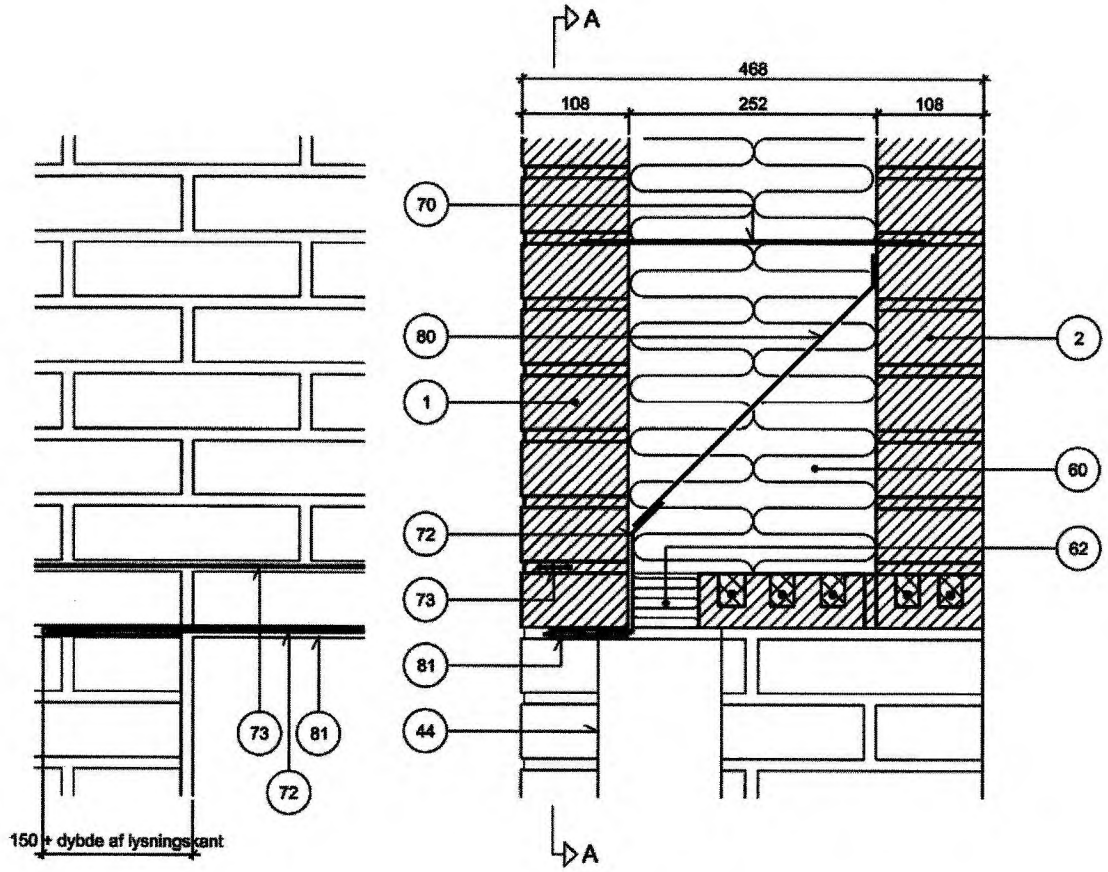


Vindue (lodret snit)

1	Tegl i formur	62	Trykfast isolering
2	Tegl i bagmur	70	Trådbinder
18	Tegloverligger	72	TB-rende
44	Vindue	80	Murpap
60	Isolering		



Dobbeltsikring med membran og TB-rende



Snit A-A

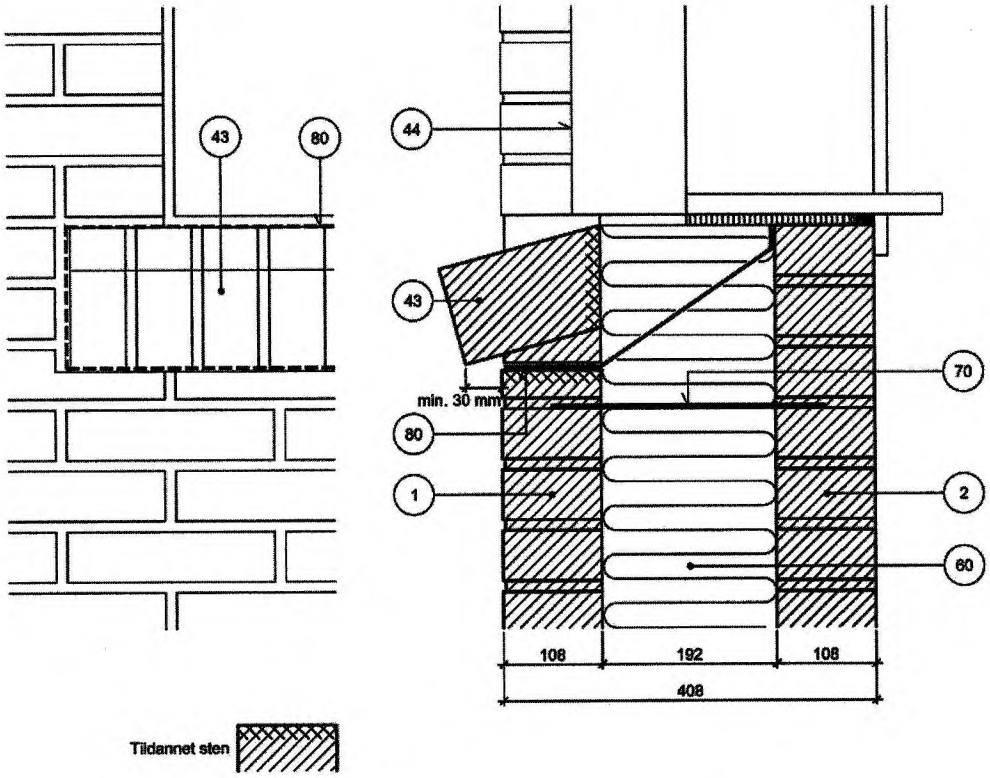
Vindue (lodret snit)

1	Tegl i formur
2	Tegl i bagmur
44	omrids vindue
60	Isolering
62	Trykfast isolering
70	Trådbinder
72	Rustfast stålprofil
73	Stigarmering (400 mm forankring i enderne) 15 mm fra forkant murværk Fugtspærre påklæbet stålprofil
80	Murfolie Bredde 80 mm. Understålprofil: vederlags pladens længde. Klæbes
81	ved afslutningen

Såfremt vinduet skal monteres i topfalsen kan der eksempelvis anvendes en bagmursteglover-ligger hvor et plastbeslag til montering af vindue er indstøbt.

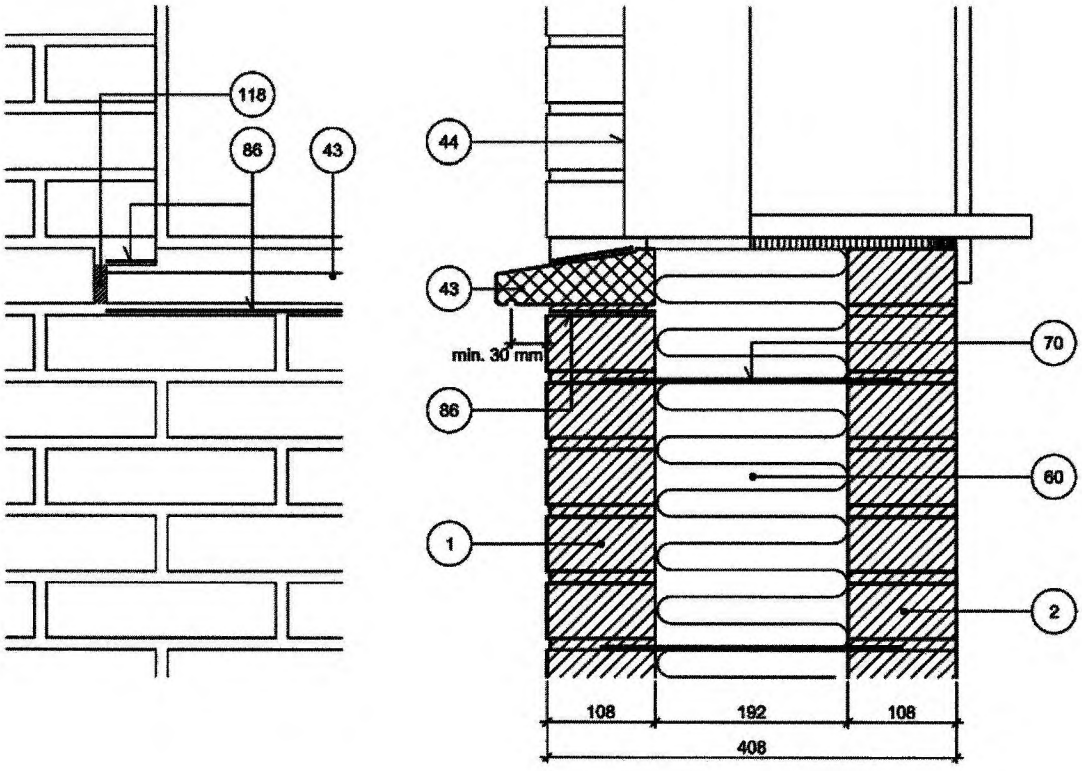
Sålbænke

Det er meget store vandmængder, der under slagregn rammer en sålbænk, og skal misfarvninger, fugtskader og frostskader undgås, skal sålbænke udføres med fald, fremspring og vandnæse. Endvidere bør sålbænken føres ind i murværket ved falsene, idet det her er yderst vanskeligt at skabe en fuge, der forbliver tæt, uanset om der anvendes speciel fugemasse eller mørtel. Det gælder i særlig grad, hvis der i sålbænken indgår materialer med en anden varme- og fugtudvidelse end murværk (f.eks. har beton og metaller en meget større varmeudvidelse end murværk). Er sålbænken af tynde gulvklinker eller af teglsten (f.eks. rulskifte), er det absolut nødvendigt, at fugerne er fyldte og med fald, og at der anvendes en cementholdig mørtel.



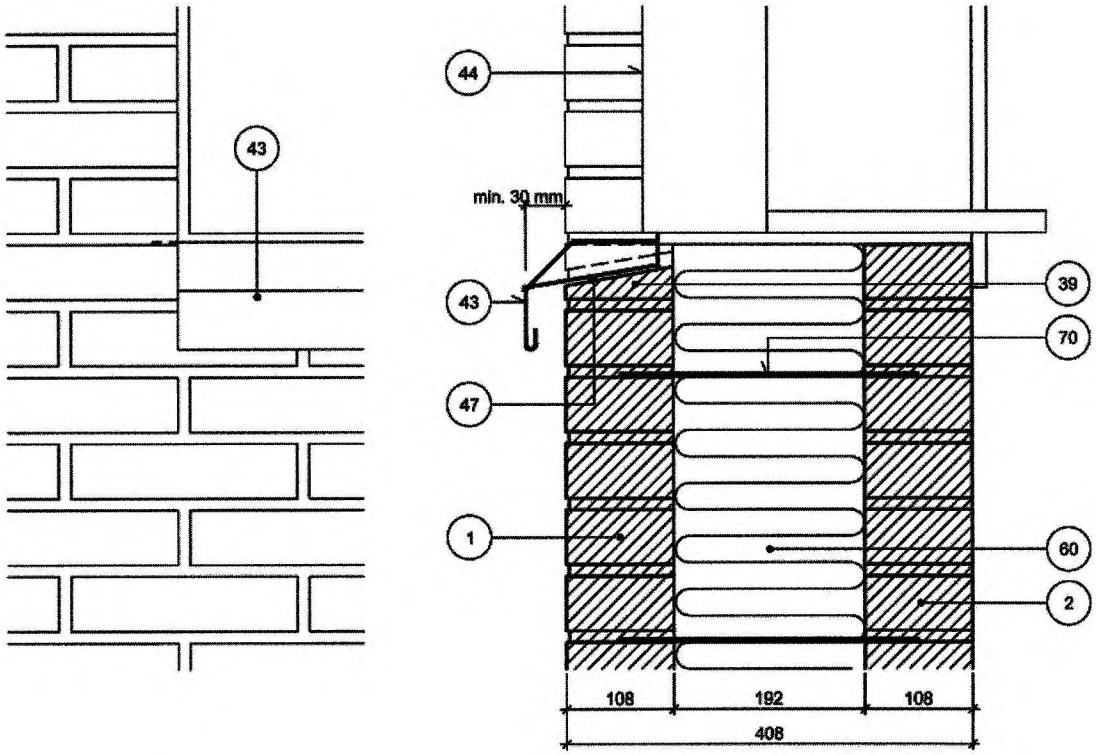
Vindue (lodret snit)

1	Tegl i formur	60	Isolering
2	Tegl i bagmur	70	Trådbinder
43	Rulskiftesålbænk	80	Fugtspærre, fastholdt til bagmuren
44	Vindue		



Vindue (lodret snit)

1	Tegl i formur	60	Isolering
2	Tegl i bagmur	70	Trådbinder
43	Betonsålbænk	86	Glidelag (f.eks. pap)
44	Vindue	118	Elastisk fuge mellem glidelag



Vindue (lodret snit)

1	Tegl i formur	44	Omrids vindue
2	Tegl i bagmur	47	Klæber
39	Mørtelpude eller tilskåret mursten med afretning	60	Isolering
43	Metalsålbænk/endebund med inddækning	70	Trådbinder

På grund af temperaturbetingede bevægelser kan den viste løsning kun anbefales ved sålbænke med en længde på maksimalt 1,2 meter. Ved større længder skal der tages hensyn til forskelle i fugt- og temperaturbevægelser mellem murværk og sålbænk

Murafslutninger – fritstående mure

Ved fritstående mure er det vigtigt, at murværkets overside beskyttes mod nedbør.

Murafslutning med tegltagsten

Ved afslutning med tegltagsten kan følgende fremgangsmåde anbefales:

- Tagstenene lægges ud på vandret underlag med undersiden opad og spules rene med en kraftig vandstråle.

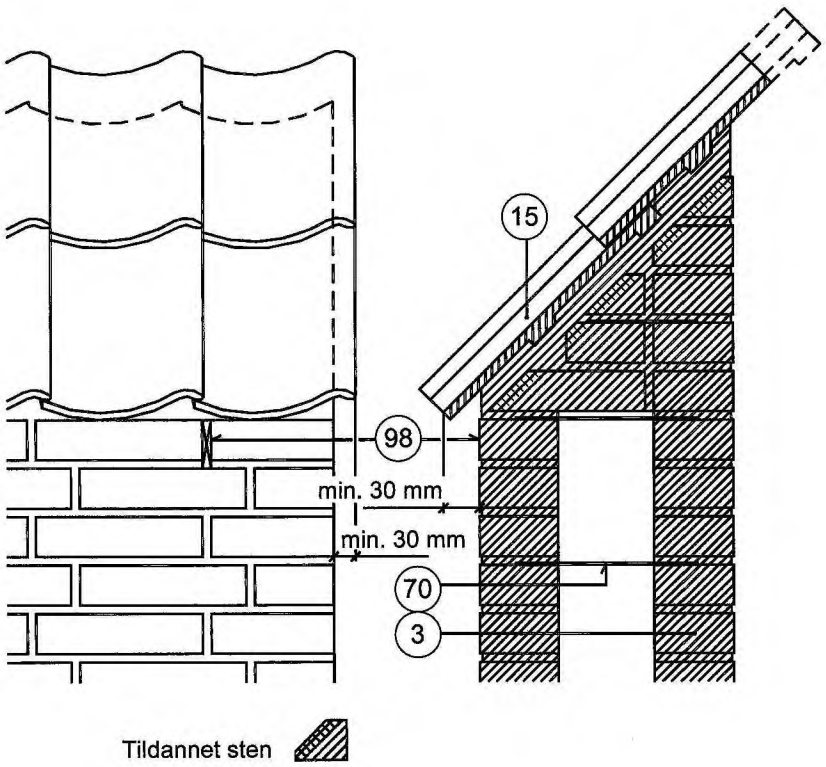
- Inden stenene når at tørre, foretages en svumning eller udkastning på undersiden med en mørtel af cement og groft sand i blandingsforholdet 1:3. (Pas på, at mørtlen ikke kommer på de dele af stenene, der senere skal stå synlige, da det er meget vanskeligt at fjerne cementmørtel fra en teglflade). Mørtlen skal herefter hærdne uden udtørring i mindst et døgn. Stenene må tidligst lægges op dagen efter behandlingen.

- I hule mure lukkes hulrummet med 2 skifter, og ved særligt udsatte mure (tagkamme o.lign.) kan det være nødvendigt at indlægge et fugtstandsende paplag i hele murens bredde mellem disse to skifter.
  Smigen på de øverste sten dannes enten ved tilhugning eller ved skæring.

- Tagstenene henmures efter snore, der markerer det højeste punkt på vingen i for- og bagsiden af muren. Stenen trykkes på plads således, at mørtel presses ud ved begge ender. Er murkronen stærkt sugende, forvandes evt. for at give mørtlen gode hærdningsbetingelser.

- Mørtelfuger skæres bort et stykke tid efter oplægningen. Hvis der skal efterfyldes, skal der anvendes samme slags mørtel, som stenene er lagt i, og arbejdet skal udføres hurtigst muligt efter lægningen og i hvert fald samme dag. De frie mørtelflader kan stå vinkelret på tagstenene i den høje side, hvis det kniber med længden eller hvis det ønskes af æstetiske grunde, og murstenene renskæres effektivt. Når dette arbejde er afsluttet, bør der hænges våde sække over muren, hvis der er fare for hurtig udtørring.
  Arbejdet bør ikke udføres i regnvejr eller på tidspunkter, hvor der kan forventes frost.

Er der tale om så tykke mure, at én række tagsten ikke dækker, kan det blive nødvendigt at bruge afkortede tagsten til øverste skifte. Afkortningen foretages ved bortskæring af den øverste del af stenen, hvor nakken er. Flere teglværker fremstiller særlige sten til dækning af mure, f.eks. vingetagsten, der er længere end normalt og uden hjørneafskæringer.



Tilslutning (lodret snit)

3	Tegl i fritstående mur	70	Trådbinder
15	Tegltagsten	98	Åbne studsfuger

Note: Løsningen kan kun anvendes ved fritstående mure med begrænset udstrækning i højde og længde pga. sammenmuringens ringe evne til at optage differensbevægelser. Alternativ løsning kan findes på www.mur-tag.dk

Murtykkelse, forbandter og fuger

Fritstående mure kan udføres enten som massive mure med tykkelse på 1 sten eller mere eller som hule mure i tykkelser på 29 eller 35 cm.

Massive mure i 1 stens tykkelse bør mures som to ½-stens mure forbundet med korrosionsfaste trådbindere, hvis begge sider skal stå som blank mur. Opmuringen må i givet fald foretages med løbere alene eller løbere og knækkede kopper.

Hulmure med 29 cm tykkelse skal mures med korrosionsfaste trådbindere; ved 35 cm tykkelse skal der mures med korrosionsfaste trådbindere eller med faste bindere. I sidstnævnte tilfælde er forbandtet givet.

Opmuring indtil murafslutning

Der skal mures med fyldte fuger.

Ventilation

I hule mure bør hulrummet ventileres for at skabe muligheder for vandafgivelse ved fordampning fra de indvendige murflader. Det gøres ved at lade et antal studsfuger stå tomme foroven og forneden i begge sider. Afstanden mellem tomme fuger skal være ca. ½ m (2 løbere); i nederste skifte skal fugerne være tomme helt ned til fugtspærren på fundamentet, og der må ikke ligge 'spildmørtel' på fugtspærren.

Afslutning med rulskifte
Rulskifte er én blandt mange afslutninger på murværk.

Når afslutning med rulskifte omtales her, skyldes det ikke, at teglindustrien anbefaler denne udformning - snarere tværtimod.

Der begås desværre mange fejl ved projektering og udførelse af rulskifter; fejl, der resulterer i hyppige skader, hvor rulskiftet ligger frit udsat for vejrliget. Nedenstående regler har til formål at sikre rulskiftet størst mulig chance for en rimelig levetid.

Henmuring af rulskifte
Rulskiftet er udsat for større variationer i temperaturer og fugtindhold end den underliggende del af muren og skal holdes adskilt fra denne, så eventuelle temperaturbevægelser ikke overføres og fugtvandring nedefter hindres.

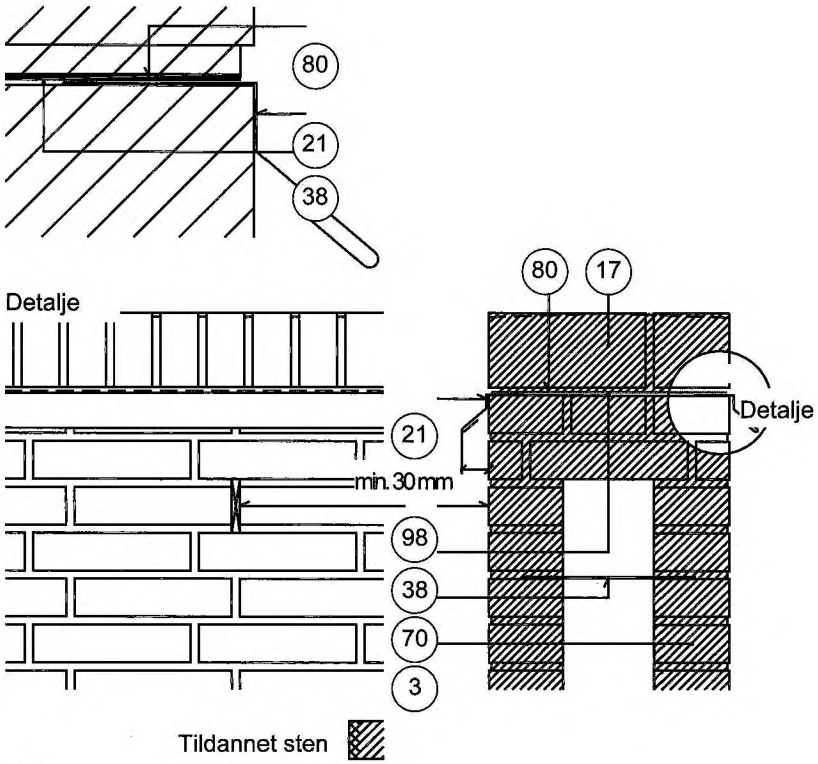
Som glide- og fugtstandsende lag indlægges en fugtstandsende membran, og for at hindre vandindtrængning *under* membranen indlægges yderligere metalløskanter i begge sider under fugtspærren. Løskanterne kan være udformet som vist på efterfølgende tegning. Det er vigtigt, at underkanten holder vandret flugt, så afdrypning ikke lokaliseres til enkelte punkter f.eks. ved knæk.

Før henlægning af løskanten anbringes en stribe plastisk kit midt på undersiden af den flig, der skal indmures, og derefter trykkes løskanten fast på muren. Der afrettes derefter med mørtel, så murens overside bliver plan og uden lunker, og derefter udlægges paplaget. Paplaget skal have murens fulde bredde; ved samlingerne skal der være mindst 10 cm overlæg, og de to baner skal klæbes vandtæt sammen.

Det er nødvendigt, at der mures med fyldte fuger. Der skal derfor anvendes så meget mørtel pr. sten, at de lodrette fuger fyldes helt af mørtel, der trykkes op ved stenens henmuring.

Fugerne komprimeres med fugeske, efterhånden som opmuringen skrider frem. De langsgående fugers overflader må højst ligge 2 mm under stenenes overside; de tværgående fugers overflade skal have et fald fra midten og udefter. Der må ingen steder være lunker, hvori der kan stå vand. Eventuel efterfyldning ved arbejdet med fugeskeen skal udføres med muremørtlen.

Den første uge efter muringen kan det være nødvendigt at holde rulskiftet tildækket for at modvirke for hurtig udtørring.



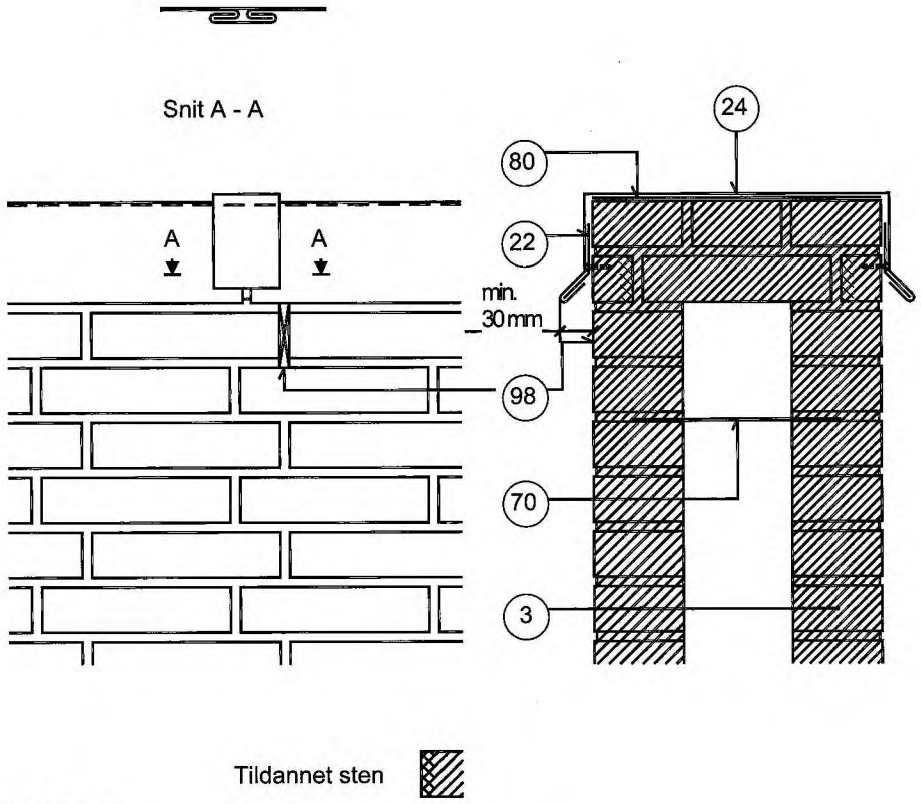
Tilslutning (lodret snit)

3	Tegl i fritstående mur	70	Trådbinder
17	Rulskifte, fald på fugen foroven	80	Fugtspærre, klæbes til løskant
21	Løskant, nedlægges i silikone	98	Åbne studsfuger
38	Mørtelafretning mellem løskanter		

Note: Løsningen kan kun anvendes for fritstående mure med begrænset udstrækning i højde og længde pga. sammenmuringens ringe evne til at optage differensbevægelser. Alternativ løsning kan findes på www.mur-tag.dk

Murafslutning med andre materialer

Afsluttes murkronen med f.eks. beton, fibercement eller metalplader skal der tages hensyn til, at disse materialer har større varmeudvidelseskoefficient end murværk, og ligegyldigt hvilket materiale, der anvendes, skal vandafvisning sikres ved fremspring eller indmuring af løskanter. Det er endvidere vigtigt, at regnvand, der altid indeholder snavs, ikke vil kunne koncentreres ved samlinger eller 'buler' i en løskant eller ved fuger mellem plader. Også med veludførte løskanter eller fremspring med vandnæser nedsættes risikoen for et for stort vandindhold, og faren for misfarvninger og skader i de øverste skifter i murværket mindskes.



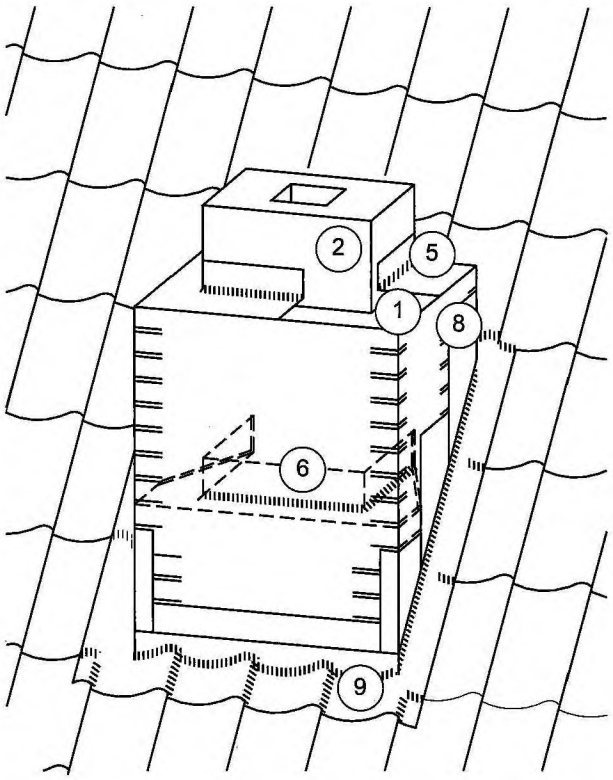
Tilslutning (lodret snit)

3	Tegl i fritstående mur	70	Trådbinder
22	Fodblik. Gennemgående, skruet til muren	80	Fugtspærre
24	Zinkafslutning	98	Åbne studsfuger

Note: Løsningen kan kun anvendes for fritstående mure med begrænset udstrækning i højde og længde pga. sammenmuringens ringe evne til at optage differensbevægelser. Alternative løsninger kan findes på www.mur-tag.dk

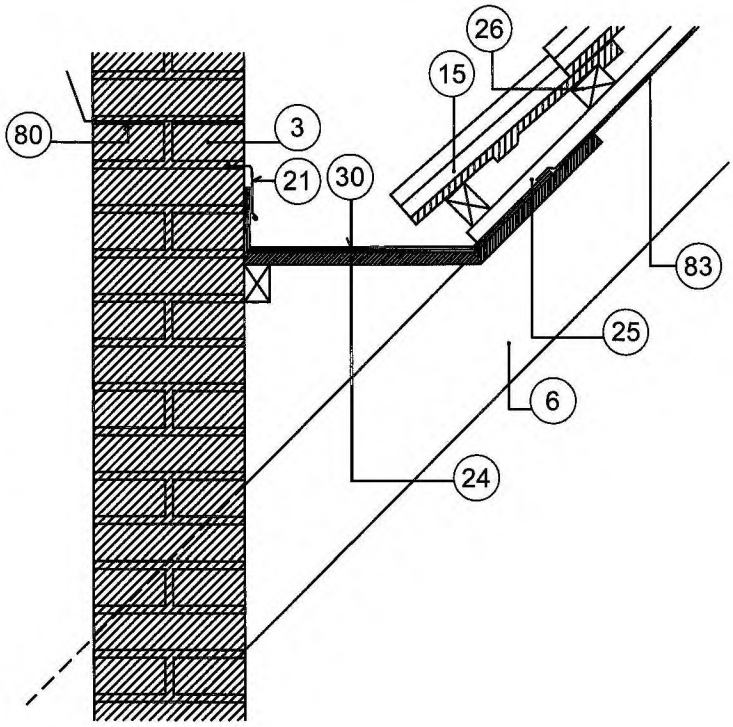
Skorstensafslutninger

Nye skorstene består i dag for det meste af elementer båret af en konsol placeret et stykke under tagoverfladen, hvorpå der skalmures med en ½-stens vange. Da murværk i skorstene er meget udsat for slagregn, skal der mures med absolut fyldte fuger. Det har vist sig, at det er vanskeligt at gøre en ½-stens vange tæt overfor slagregn, og det er derfor meget vigtigt, at der indlægges et opbukket paplag, så der ikke her trænger vand ind i tagrummet. Paplaget bør så vidt muligt indlægges i første skifte over inddækningen.



Skalmuret elementskorsten

1 ½-stens skalmur
2 Skorstenselement
5 Fugtstandsende lag med fald udad, laget klæbes til skorstenselementet samt ved overlæggene
6 Ved skorstene i stejle tagflader kan man placere et ekstra fugtstandsende lag på skiftet lige over den nederste zinkinddækning; de bageste kanter ombukkes
8 Zinkinddækning
9 Blyinddækning



Tag (lodret snit)

3	Tegl, skorstensvange (én side)	25	Afstandsliste
6	Spær	26	Lægte
15	Tegltagsten	30	Skotrende
21	Løskant	80	Fugtspærre, klæbet til skorstenselement
24	Krydsfiner, min. 18 mm	83	Undertag

Ovenstående tegning er under revsion. Nyere udgave kan findes på mur-tag.dk

Skorstenspiber er særligt udsatte, og derfor er det vigtigt, at afslutningen udføres bedst muligt og omhyggeligt.

Følgende krav må stilles for følgende afslutningstyper:

Betonplade

1. Pladen skal ligge løst på piben således, at den kan arbejde uden at ødelægge det underliggende murværk.
2. Pladen skal ligge på et absolut vandtæt materiale.
3. Pladen skal have fremspring med vandnæse eller være forsynet med løskant således, at piben beskyttes mod vand og tilsodning.

Skorstenspiber udført med betonplade med fremspring og vandnæse er at foretrække.

Rulskifte

Murafslutningen udføres som tidligere beskrevet.

Dilatationsfuger

Dilatationsfuger eller andre foranstaltninger skal udføres i et sådant omfang, at bevægelser i murværket, som opstår som følge af skift i temperatur og fugtindhold, kan foregå, uden at der opstår svækkende revnedannelser.
Ved placering af dilatationsfuger skal der også tages hensyn til de øvrige konstruktionsdeles dilatationsmuligheder; disse arbejder/bevæger sig evt anderledes, hvis de består af andre materialer som beton, metal ell. andet.

For murværk udsat for vejrlig kan de i efterfølgende tabel angivne regningsmæssige længdeudvidelseskoefficienter anvendes. Tabellen omhandler normale temperatur- og fugtbevægelser i murværk af forskellige materialer.

Regningsmæssige parametre for længdeændringer

Byggesten	Længderetning	Bygningssvind [1]	Reversibel fugt-bevægelse [2]
	$°C^{-1}$	mm pr. m (‰)	mm pr. m (‰)
Beton	10×10^{-6}	0,20-0,80 [3]	- [4]
Kalksandsten	8×10^{-6}	0,10	0,10
Letklinkerbeton	8×10^{-6}	0,55	0,10
Moler	8×10^{-6}	0,10	- [5]
Porebeton	7×10^{-6}	0,05	0,30
Tegl	5×10^{-6}	0,03	0,03

1. Længdeændring fra fugtindhold ved levering til ligevægt ved 23 °C og 43 % RF.
2. Længdeændring fra ligevægt ved 23 °C og 43 % RF til fugtindholdet efter 3 døgn ved 23 °C og 90 % RF.
3. Værdierne afhænger af vandindholdet pr. m^3. Værdierne gælder for intervaller 125-225 l/m^3.
4. Værdien er afhængig af hærdningsprocessen.
5. Værdien er ikke kendt.

Samlet set kan der regnes med en bevægelse på 0,21 mm pr. m for en formur i teglsten.

Afstanden mellem dilatationsfuger afhænger af sten- og bloktypen, mørtlens cementindhold samt murens geometri og bevægelsesmuligheder. Ved placeringen tages der hensyn til faktorer, der svækker tværsnittet, fx væsentlige tværsnitsvariationer, store åbninger eller spring i væg- og funderingshøjde.

Forsøg viser, at stærke mørtler ikke har mindre sejhed end svage mørtler, men opstår der revner, vil der i murværk med stærke mørtler være en tendens til, at revnerne kommer i stenene i stedet for i fugerne og dermed bliver mere synlige og vanskelige at reparere.

Ved en vurdering kan nedenstående skema anvendes. Stenenes styrke er udtrykt ved f_{bn} og mørtlens styrke ved $f_{mor,tlk}$. Værdierne i øverste højre trekantsområde angiver, at bruddet udelukkende kommer i fugen. I dette område kan de høje afstande mellem dilatationsfugerne anvendes (fx 25-30 m).

Værdierne i nederste venstre trekantsområde angiver, at bruddet udelukkende opstår i byggestenen. Her bør en lav værdi af afstanden mellem dilatationsfugerne anvendes (fx 15 m).

I det mellemliggende område opstår bruddet både i fuge og byggesten, og afstande mellem 15-25 m bør anvendes.

Eksempler:

- En ren kalkmørtel opmuret med en byggesten med f_{bn} = 25 MPa med vedhæftningsstyrken $f_{mor,tlk}$ < 0,10 MPa. Her kan afstanden mellem dilatationsfugerne sættes til 30 m.
- Vådmørtel KC 50/50/700 opmuret med en byggesten med f_{bn} = 20 MPa med vedhæftningsstyrken $f_{mor,tlk}$ = 0,10 MPa. Her kan afstanden mellem dilatationsfugerne sættes til 25 m.
- Vådmørtel KC 50/50/700 opmuret med en byggesten med f_{bn} = 10 MPa med vedhæftningsstyrken $f_{mor,tlk}$ = 0,10 MPa. Her kan afstanden mellem dilatationsfugerne sættes til 20 m.
- En funktionsmørtel opmuret med en byggesten med f_{bn} = 15 MPa med vedhæftningsstyrken $f_{mor,tlk}$ = 0,25 MPa. Her kan afstanden mellem dilatationsfugerne sættes til 20 m.
- En tørmørtel KC 35/65/650 opmuret med en svagtsugende sten med en minutsugning på maksimalt 2,0 kg/m^2 og f_{bn} = 15 MPa har vedhæftningsstyrken $f_{mor,tlk}$ = 0,60 MPa. Her kan afstanden mellem dilatationsfugerne sættes til maksimalt 15 m.

$f_{mor,tlk}$	**Byggestenenes normaliserede trykstyrke f_{bn} MPa**								
MPa	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
0,10	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,08	0,11	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
0,20	0,10	0,13	0,16	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
0,25	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24
0,30	0,15	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,28	0,28	0,28
0,35	0,17	0,20	0,23	0,26	0,28	0,31	0,32	0,32	0,32
0,40	0,18	0,22	0,26	0,28	0,31	0,34	0,36	0,38	0,38
0,45	0,18	0,23	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44
0,50	0,18	0,24	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,43	0,46
0,55	0,18	0,24	0,30	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48
0,60	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51
0,65	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,45	0,48	0,50	0,53
0,70	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,53	0,55

Ved sammenbygning af murværk og beton eller andre konstruktionselementer med anderledes varme- og fugtbevægelser skal der etableres dilatationsfuger og glidelag langs henholdsvis lodrette og vandrette sammenbygningsflader.

Der bør endvidere placeres vandrette dilatationsfuger i udvendigt murværk umiddelbart under udragende konstruktionsdele af andet materiale end murværk – eksempelvis beton.

Såfremt dele af murværket er båret af konsoller påmonteret bagmuren og andre dele understøttet på fundamentet, bør der etableres en dilatationsfuge imellem de 2 typer murværk.

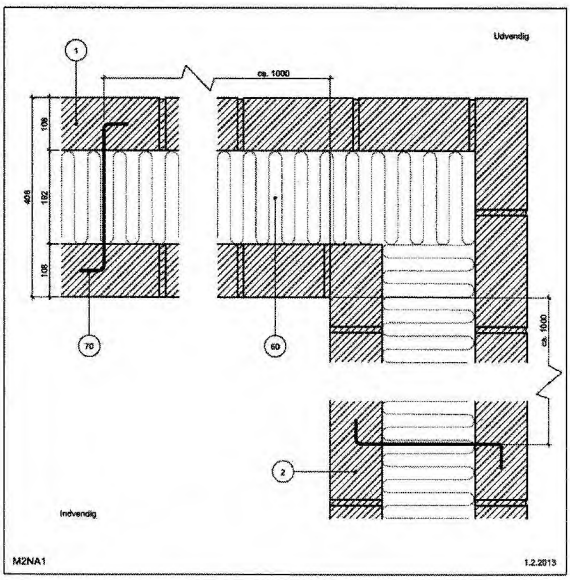
Placering af lodrette dilatationsfuger

Placering af de enkelte dilatationsfuger bør foregå under hensyntagen til murværkets geometri, hvilket vil sige, at der ved ensartede facadeudformninger mht. vinduer mv. bør være lige stor afstand mellem fugerne, hvorimod der, såfremt facadeudformningen er uensartet mht. vinduer mv. bør tages udgangspunkt i facadernes bevægelsespunkter og spring i murværkstværsnit. Bevægelsesnulpunkter vil ofte være placeret i facadedeles tyngdepunktslinjer.

Ved hjørner vil de to formure trykke hinanden udad ved udadgående hjørner og indad ved indadgående hjørner, når de forlænges om sommeren. Herved sker der en tvangsflytning af det lodrette hjørne svarende til tværvæggens relative fugt- og temperaturbevægelse, som skal optages mellem hjørnet og den første binderkolonne. Formuren risikerer derved at knække under dannelse af en lodret revne i hjørnet, såfremt binderne ikke placeres i passende afstand fra hjørnet.

Hvis bagmuren er af beton øges dennes påvirkning af formuren, idet svindet i betonen bliver overført til formuren via murbinderne.

Dette problem undgås ved at holde binderne i en afstand på 1 m fra bagmurens yderste hjørne. Såfremt hjørnet består af korte hosliggende vægfelter kan afstanden reduceres.



Hjørner (vandret snit)
Tegl I bagmur
Normalsten
Uden dilatationsfuge
Hulmur, 408 mm

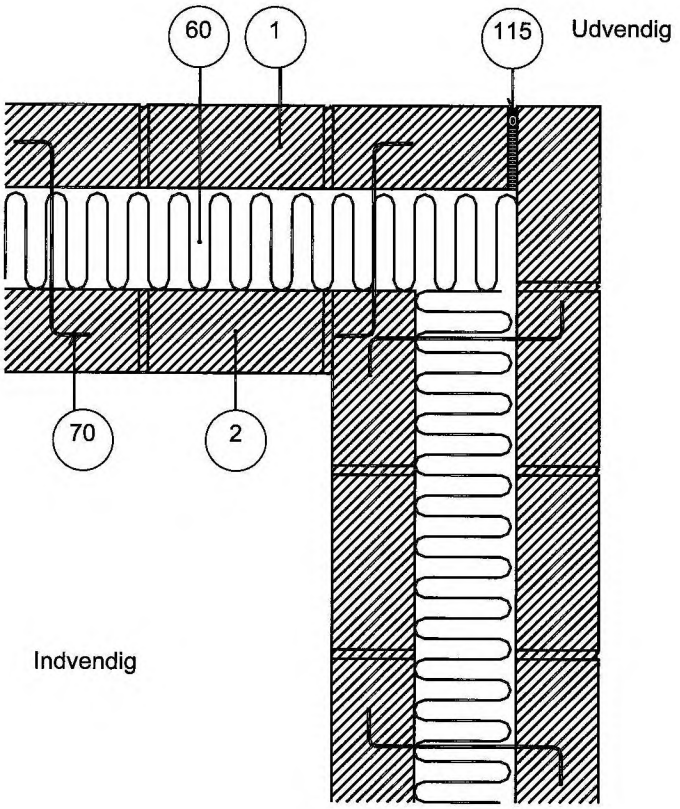
NOTE: Afstanden fra hjørne til 1. lodrette binderrække kan alternativt for vægge mindre end 10 m sættes til: 0,1 x L i begge retninger, hvor L er den største afstand (i mm) fra hjørnet til nærste hjørne, fri kant eller dilatationsfuge.

1 Tegl I formur
2 Tegl I bagmur
60 Isolering
70 Trådbinder

Tegningshistorik	1.1.1997	1.6.1999 - M2NA	1.3.2006

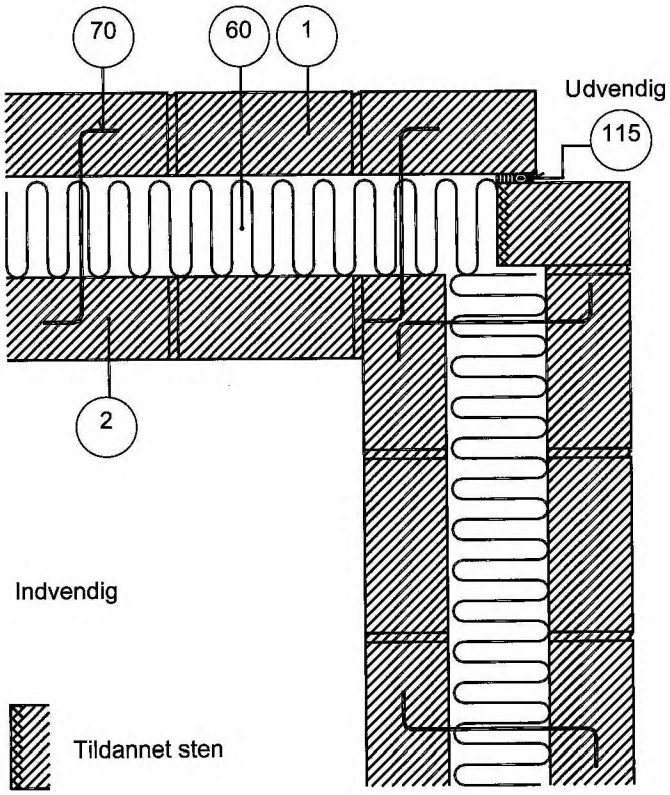
Hjørne, vandret snit

På efterfølgende detailtegninger er de steder vist, hvor det kan være relevant at have dilatationsfuger.



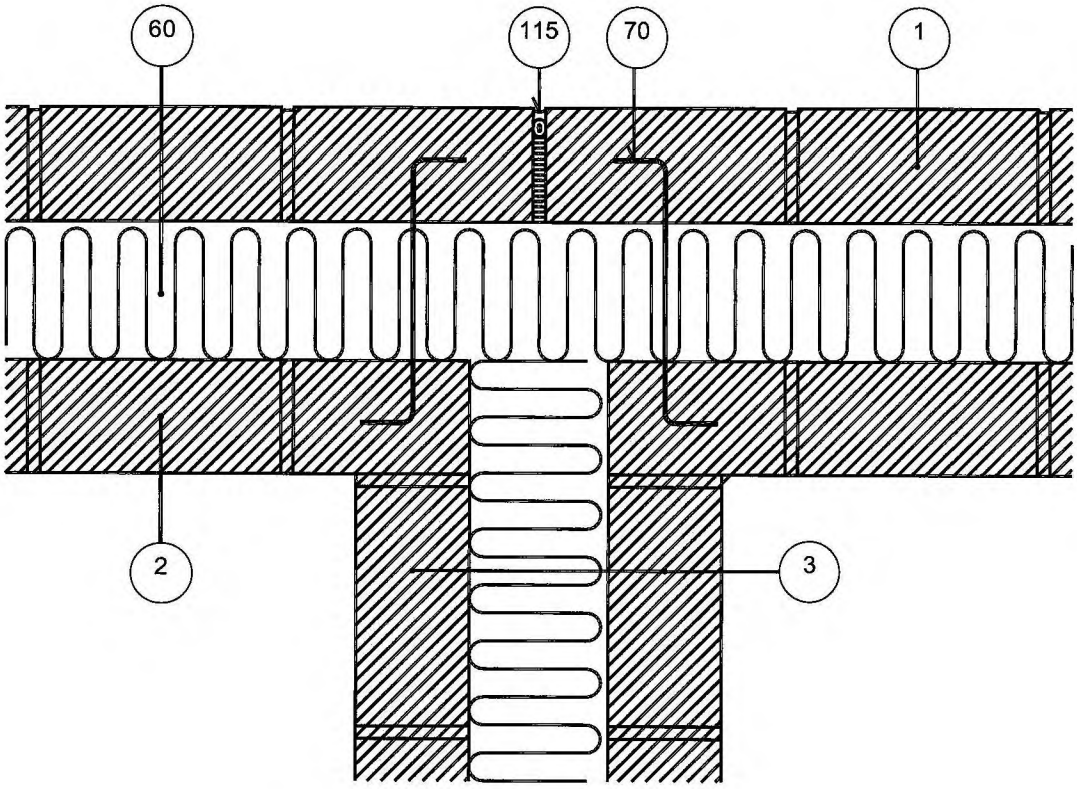
Hjørne (vandret snit)

1	Tegl i formur	70	Trådbinder
2	Tegl i bagmur	115	Dilatationsfuge
60	Isolering		



Hjørne (vandret snit)

1	Tegl i formur	70	Trådbinder
2	Tegl i bagmur	115	Dilatationsfuge
60	Isolering		



Lodret skel (vandret snit)

1	Tegl i formur	60	Isolering
2	Tegl i bagmur	70	Trådbinder
3	Tegl i lejlighedsskel	115	Dilatationsfuge

Armering

Armeringsstænger, som indmures i konstruktioner i exponeringsklasse MX2 – MX5, skal være korrosionsfaste eller korrosionsbeskyttes med omstøbning.

Stød i armeringen må kun udføres som angivet i projektmaterialet.

Sammenhæng mellem eksponeringsklasse, cementmængde i udstøbningsmørtel samt dæklagstykkelse ses i tabel i afsnit 4.3.3 i Nationalt Anneks EN1996-1-1.

Den frie afstand mellem armeringsstænger skal følge reglerne i Eurocode 2 - Betonkonstruktioner.

Armeringsstænger og armeringssystemer, der indmures i liggefuger, skal være rustfrie.

Metal- og stålkomponenter, korrosionsbeskyttelse og valg af kvalitet

Stålprofiler og -plader, herunder også murkonsoller, som indmures eller indbygges i konstruktioner i aggressivt og moderat miljø, skal være korrosionsfaste eller korrosionsbeskyttede i overensstemmelse med EN 1090-1. Korrosionskategori bestemmes i henhold til EN ISO 12944, del 2, tabel 1.
Stålprofiler og -plader mv., som i indmuret eller indbygget tilstand befinder sig i en af følgende eksponeringsklasser, skal mindst korrosionsbeskyttes til anførte kategori:

Eksponeringsklasse	Kategori (mindst)
MX1	C2
MX2 til MX3.1	C4
MX3.2 til MX.5	C5-I

Bemærk, at korrosionsbeskyttelse ved varmforzinkning kræver en forzinkning med min. 300 µm lagtykkelse i kategori C5-I og min. 200 µm lagtykkelse i kategori C4. Disse lagtykkelser er i reglen ikke standard, hvorfor specielle krav til stålets kvalitet skal være opfyldt. Endvidere kan varmforzinkning med de anførte store lagtykkelser kun opnås på ståldele med godstykkelse på mindst 3 mm.
Korrosionsbeskyttelse kan dog laves som en kombination af maling, overtykkelse og varmforzinkning. Se www.mur-tag.dk.

Stålkomponenter, bestemmelse af eksponeringsklasse

For ståldele, der er placeret i hule ydermure isoleret med mineraluld, kan der i hulrummet inde ved bagvæggen regnes med samme miljø som inde i huset (ofte eksponeringsklasse MX 1). I hulmuren bag formuren skal der minimum regnes med samme eksponering som udvendig (altid eksponeringsklasse MX2-MX5).

Ofte indbygges der stålsøjler i hule mure, og det kritiske punkt, hvor disse stålsøjler skal henregnes til exponeringsklasse MX2-MX5 – medmindre andre foranstaltninger foretages – er i overgangen mellem sokkel og hulmur. Hvis der her etableres en effektiv inddækning af søjlefoden, jf. tegning Søjle (3D) i afsnittet 'Detaljer visende fugtspærrers placering', kan stålsøjlen i reglen henregnes til exponeringsklasse MX2-MX3.

Fugning

Fuger skal udføres, så deres holdbarhed sikres overfor de påvirkninger, de vil blive udsat for iht. den miljømæssige eksponeringsklasse. Det skal dokumenteres, at den aktuelle udførelsesmåde bl.a. opfylder holdbarhedskravet. Dokumentationen skal baseres på tilgængelige langtidserfaringer eller accelererede forsøg.

Opmuring, udkradsning og efterfølgende fugning
Fugerne kan færdiggøres ved udkradsning og efterfølgende fugning. Specielt i vinterhalvåret i perioder med udsigt til frost er denne metode at foretrække.

Udkradsning af fugerne skal gennemføres i takt med opmuringen og afsluttes med en grundig affejning, så alt løst materiale fjernes. Fremkommer der ved udkradsningen studsfuger, som ikke er helt fyldte, skal de efterfyldes, og opdages beskadigede sten, skal disse udskiftes.

Udkradsningsdybden skal være mindst 13 mm fra færdig fugeoverflade. Udkradsningen skal være fuldkantet, og det skal sikres, at stenfladerne er rengjorte. Inden fugningen skal der forvandes i passende grad og i fuld dybde således, at den påfølgende fugning sikres bedst mulig vedhæftning og hærdningsbetingelser. Fugningen foretages med mørtel af samme type som anvendt til opmuringen.

Den fugemørtel, der skal anvendes, tilføres med fugeske fra bræt. Den tilførte mørtel trykkes så fast til bunds i fugen, at den komprimeres effektivt; det kan kun gøres, når der er fast mørtel bagved, og der må derfor ikke mangle muremørtel nogen steder.

Man kan ikke gå ud fra, at en studsfuge, der ikke er tilstrækkelig fyldt med muremørtel, kan gøres regntæt ved almindelig fugning. I de tilfælde, hvor der mangler muremørtel i en studsfuge, må fugen efterfyldes med mørtel, før fugningen foretages. Bl.a. af den grund, at det ikke er muligt at komprimere fugemørtlen tilstrækkeligt, hvis studsfugerne er delvis tomme.

I renoveringsopgaver, hvor konstruktioner ofte opføres i kalkmørtel, anvendes dog stærkere mørtel ved fugningen. Fugemørtlen skal være afbundet, inden den eventuelt udsættes for frost. Under fugningen foretages komprimering til sikring af holdbarheden.

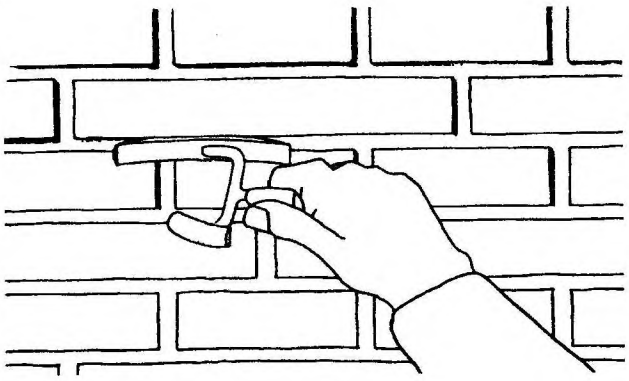
I renoveringsopgaver og i ældre bygninger, der skal omfuges, er det Teknologisk Instituts erfaring, at udfræsning til større dybde end 13 mm, eksempelvis udfræsning i fuldt tværsnit til 20 mm dybde, sikrer en større holdbarhed i det omfugede murværk.

Skal arbejdet udføres i en periode med risiko for frostvejr, kan stilladset tildækkes (telt), og der kan opvarmes. Underlag og materialer skal have en temperatur på mindst +5 °C, for at mørtlen kan hærdne tilstrækkelig hurtigt. Hvis murværket ikke kan holdes frostfrit, skal man afvente bedre vejrforhold. Om nødvendigt må man nedtage stilladserne og senere udføre arbejdet fra et let stillads.

Opmuring og fugning udført i samme arbejdsgang
Alternativt kan fugerne færdiggøres med egnet værktøj under opmuringen, idet mørtlen komprimeres, inden den har mistet sin plasticitet. Fuger udført ved udkradsning og fugning anses for at være den sikreste metode til opfyldelse af holdbarhedskravet.

Uanset metode forudsættes det, at udførelsen løbende afpasses efter det aktuelle vejrlig og murematerialernes egenskaber, herunder ændringer af disse under opmuringen. Der skal således bl.a. tages hensyn til stenenes aktuelle sugeevne og mørtlens aktuelle muretekniske egenskaber som konsistens og vandholdeevne.

Fugefærdiggørelse

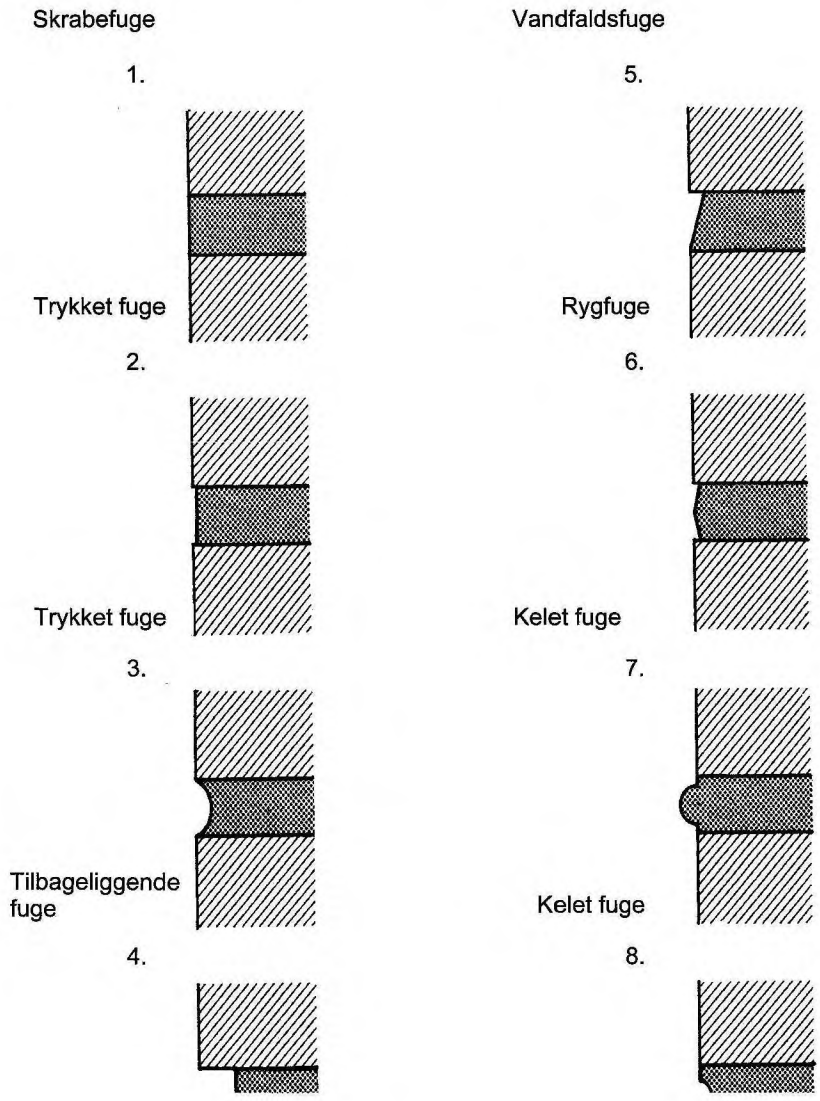


Komprimering af mørtlen i fugen kan ske ved at trykke den (glitte den) med en fugeske, der føres frem og tilbage over fugen. Er fugen tilbageliggende, må der anvendes en flad fugeske, og fugeoverfladen kan derved rykkes yderligere et par millimeter tilbage. Mørtlen kan også trykkes med et fugejern med krum bane som vist på figuren. Jernet skal være bredere end den bredeste fuge, og det skal trækkes frem og tilbage under tryk, indtil det kører på kanten af stenene. På denne måde søger mørtlen bort fra midten af fugerne og presses ud mod stenene, hvor der især er brug for tæthed. Komprimering af fugemørtlen med fugejern er egnet ved fugning med som uden tilførsel af fugemørtel.

Skal komprimering af fugemørtlen derimod udføres med tilpasset træpind (trykket fuge) bør fugearbejdet udføres ved tilførsel af fugemørtel.
Skrabefugers overflade bliver ofte ru ved anvendelse af tilpasset træpind, og ru fugeoverflade kan give grobund for algevækster. Bemærk, at ikke alle mørtelproducenter tillader, at komprimeringen udføres med en træpind.

Fugeformer
Fugens tværsnit kan udformes forskelligt; på efterfølgende figur er nogle af de almindeligste former gengivet.

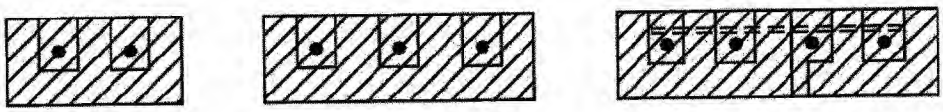
Skrabefuger og de to typer kelede fuger udføres ved opmuring, udkradsning og efterfølgende fugning. De øvrige fuger kan udføres ved opmuring og fugning i samme arbejdsgang, dog kun hvis murerarbejdet er særdeles omhyggeligt udført.



Kompositbjælker, udførelse

Tegloverliggere fås som lagervare i 3 forskellige typer, og teglværkerne kan typisk levere overliggere fremstillet med de stentyper, som i øvrigt indgår i værkets sortiment.

Overliggere, 3 typer



½-stens tegloverligger, b = 108 mm	Bredstens tegloverligger, b = 168 mm	Tegloverligger til bagmure i en 350 mm hul væg, b = 200 mm eller 230 mm

Ved bestilling af tegloverliggere skal forbandtet angives fra venstre.

Den præfabrikerede overligger placeres og indmures med det antal overliggende skifter mursten og med den mørteltype, som fremgår af projektmaterialet. Tegloverliggeren skal have et vederlag på en ½ sten eller mere, og murværket under vederlaget må ikke afsluttes med en ¼ sten i falsen.

Fugtstandsende lag – fugtspærre – må IKKE indmures i de skifter, der indgår i teglbjælken, da dette vil føre til svækkelse af bjælkens bæreevne.

Tegloverliggeren skal under opmuringen understøttes for mindst hver 60 cm.

Understøtningen må først fjernes, når mørtlen i teglbjælken er hærdnet. Ved opmuring af de skifter, der indgår i teglbjælken, er det vigtigt, at alle fuger (også studsfuger) er helt fyldte, og at stenene ikke rokkes, efter at mørtlen er suget død. Bliver disse grundregler ikke overholdt, vil bjælkens bæreevne blive svækket og tætheden overfor slagregn nedsat.

Ved teglbjælker med en stor andel af beton og ved 'rene' betonbjælker fungerer fugtspærrer både som fugtstandsende membran og som del af et glidelag (to paplag danner glidelag). Glidelaget skal optage differensbevægelser mellem beton og murværk. Ved vederlag indlægges neopren, som ligeledes virker som glidelag. Teglbjælker med en mindre andel af beton kan indbygges uden etablering af glidelag.

Bjælker og overliggere, fjernelse af understøtning

Tegloverliggere skal understøttes under opmuringen, og som hovedregel må understøtningerne først fjernes igen, når mørtlen i bjælken er hærdnet – teoretisk set efter 28 døgn. Praksis viser dog, at understøtningerne kan fjernes tidligere.

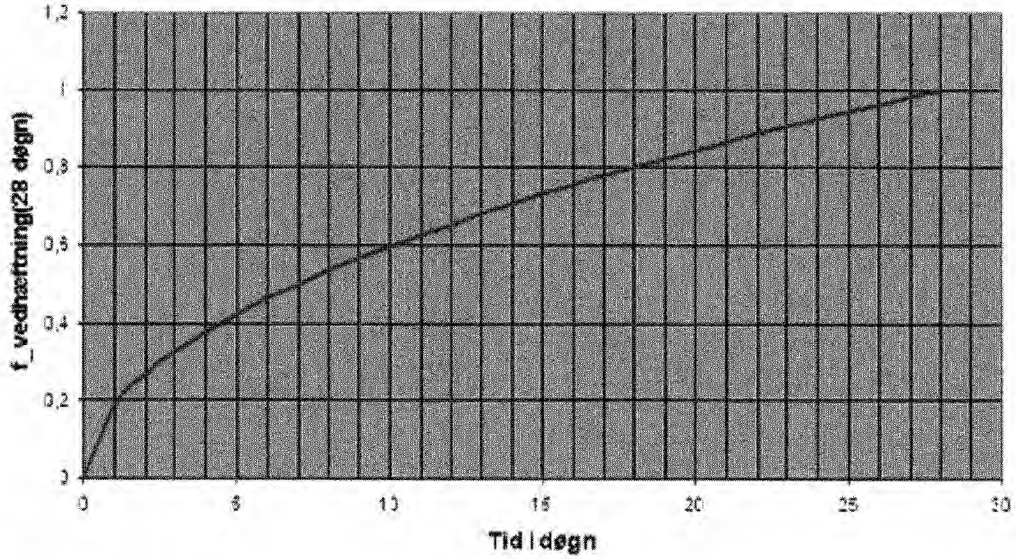
Tidspunktet for, hvornår understøtningerne kan fjernes, afhænger af mørtlens hærdning og af, hvilken belastning bjælkerne udsættes for i byggeperioden/under opmuringen.

Forsøg ved Teknologisk Institut har vist, at 50 % af *mørtels trykstyrke* opnås efter ca. 3 døgn, og at 50 % af *vedhæftningsstyrken* opnås efter ca. 7 døgn. Dette gælder

- hvis opmurings- og hærdningstemperaturen er mere end 5 °C (ligger i intervallet 5-20 °C) og
- for mørtler med et cementindhold i intervallet KC 50/50/700 – KC 20/80/550.

For teglbjælker vil det være *vedhæftningsstyrken* der er afgørende for, hvornår understøtninger kan fjernes. Udviklingen for vedhæftningsstyrken for mørtel (KC 50/50/700 – KC 20/80/550 og t > 5 °C) ses i efterfølgende figur:

Styrkeudvikling – vedhæftningsstyrke



Et regneeksempel
Hvornår kan understøtningerne fjernes for en teglbjælke med en regningsmæssig/beregnet bæreevne på 3,5 kN/m, som i byggeprocessen belastes med 1,5 kN/m?

Spændingerne forventes at være 1,5 divideret med 3,5 = 0,43 af de regningsmæssige brudspændinger.

Ved at trække en vandret linje ud for 0,43 til skæringspunktet med grafen, kan der lodret aflæses, at understøtningerne kan fjernes efter ca. 5,2 døgn svarende til, at understøtningerne tidligst kan fjernes efter *5½ døgn*.

Afstivning af murværk under opførelsen

Ved arbejdstids ophør skal både yder- og indervægge under opmuring midlertidigt tværafstives. Afstivningen kan etableres med skråafstivninger opstillet i passende indbyrdes afstand. Først når murværkets stabilitet er sikret på anden vis, må afstivningerne fjernes igen. Af hensyn til færdslen på byggepladsen i øvrigt og til feks. opmuring af tværskillevægge o.lign. undervejs, *kan* det dog være nødvendigt at fjerne nogle af skråafstivningerne *midlertidigt*.

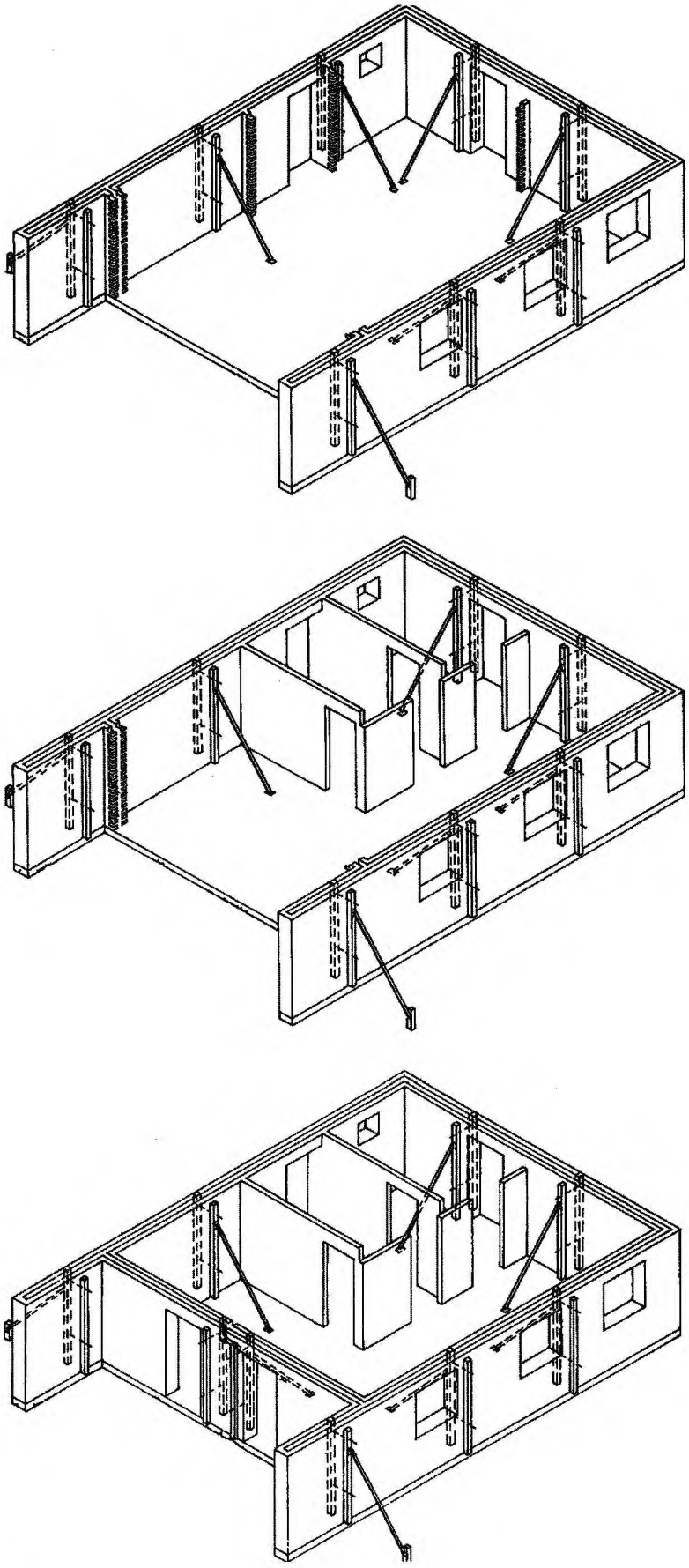
Skråafstivningerne kan udføres med to 50×100 mm eller 50×125 mm planker anbragt lodret ud for hinanden på hver sin side af murværket. Plankerne sammenspændes forsigtigt ved hjælp af rundstål eller snoet bindetråd, og der indlægges fornødent modhold ved murværkets overside.

De sammenspændte planker skråafstives til etage- eller terrændæk eller til det omgivende terræn ved hjælp af såkaldte "blådrenge". Den maksimale afstand mellem skråafstivningerne ses i tabellerne.

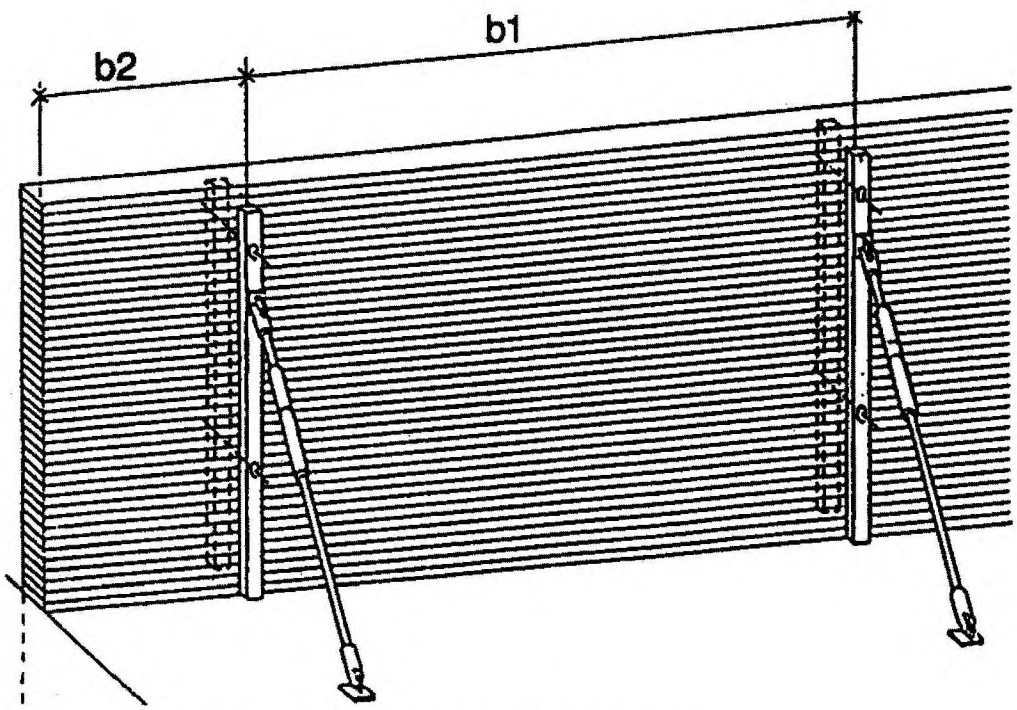
Ved benyttelse af tabellerne skal følgende forhold være oplyst:

- murværkets beliggenhed (terrænklasse)
- murværkets højdeplacering over terræn
- murens tykkelse

Tabellerne gælder for murværk opmuret i kalkcementmørtel KC 50/50/700 (eller FM2½) og med teglmursten (trykstyrke på 10 MPa eller mere). Er der anvendt KC 20/80/550 multipliceres tabelværdierne med 1,2, og er der anvendt KC 35/65/650 (eller FM5) multipliceres tabelværdierne med 1,1.



Figur 1



Figur 2. Eksempel på midlertidig afstivning med såkaldte "blådrenge"

*Tabel 1. Maksimal afstand **b1** mellem skråafstivninger eller afstivende tværvægge for 2,5 m høje mure*

Maksimal højde i meter over terræn	**Beliggenhed (terrænkategori)**	**Murens tykkelse**		
		108 mm (½-sten)	**168 mm (bredsten)**	**108+108 mm (hulmur)**
	By, skov	**3,1**	6,0	5,1
4,0	Land	2,3	4,2	3,6
	Hav, sø, hede	1,9	3,4	3,0
	By, skov	2,7	5,1	4,4
6,0	Land	2,1	3,8	3,3
	Hav, sø, hede	1,8	3,2	2,8

*Tabel 2. Maksimal afstand **b2** mellem skråafstivninger eller afstivende tværvægge og frie murender for 2,5 m høje mure*

Maksimal højde i meter over terræn	Beliggenhed (terrænklasse)	Murens tykkelse		
		108 mm (½-sten)	168 mm (bredsten)	108+108 mm (hulmur)
	By, skov	1,7	3,8	3,4
4,0	Land	1,2	2,5	2,1
	Hav, sø, hede	1,0	1,9	1,7
	By, skov	1,5	3,3	2,7
6,0	Land	1,1	2,2	1,9
	Hav, sø, hede	0,9	1,8	1,5

Afsyring af murværk

Ingen afsyring – mur rent

Erfaringen viser, at afsyring af murværk kan være årsag til forskellige former for skader. Derfor bør det tilstræbes at mure så rent, at afsyring ikke er nødvendig.

På www.mur-tag.dk findes en videovejledning om opmuring uden afsyring.

Mørtelrester virker ikke altid skæmmende på blankt murværk og vil oftest afvaskes med tiden. Inden for de senere år er en række større murværksbyggerieropført rundt om i landet, og her er der ikke foretaget en afsyring. Mørtelrester mv betragtes her som en vigtig del af murværkets udseende og som billede på, at murværket, når det er smukkest, er 'håndarbejde'.

Ved afsyring kan forskellige former for skader opstå som eksempelvis gråligt mørtelslør på stenene som følge af for tidlig afsyring, nedbrydning af fugernes overflade og farveændringer på sten og fuger mv. Se også 'Når afsyring af murværk går galt', Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter.

Afsyring – når det alligevel viser sig nødvendigt

Før afsyringen børstes murværket med en skuresvamp for at fjerne løse mørtelrester, og fastsiddende mørtelskorper kan fjernes med en træpind, der bruges som mejsel. Det er vigtigt, at også vandrette flader gøres rene, f.eks. hvor der er tilbageliggende fuger, således at der ikke ved afsyringen tværes 'nye' mørtelrester ud på stenfladerne.

- Afsyringen foretages på det mest gunstige tidspunkt, og der anvendes så lidt syre som muligt.
- Muren renses med 30 % saltsyre fortyndet med vand i forholdet 1:20 (eller tyndere). Et filtsebræt med skumgummibelægning anses for at være det bedst egnede værktøj til afsyringen; alternativt anvendes der en syrekost.
- Der skal **IKKE** for- og eftervandes i forbindelse med afsyring.
- Syren skal leveres færdigblandet på byggepladsen.

Det rette tidspunkt for afsyring afhænger bl.a. af mørtlens bindemiddelindhold, murstenenes sugeevne, vejrliget mv. Afsyring udføres normalt 5-24 timer efter opmuringen.

Saltsyre må ikke anvendes indendørs og på nogle typer mursten (mangansten, blådæmpede sten mv). Forhør altid om dette hos leverandøren.

Syren skal jævnligt udskiftes, idet brugt/forurenet syre kan fremkalde misfarvninger.

Afsyring skal udføres oppefra og nedefter, og afsyring bør kun udføres én gang. Se også 'Vejledning, Afsyring af udvendigt murværk', udgivet af MURO eller www.mur-tag.dk.

Koncentrationen af den anvendte saltsyre kan bestemmes ved hjælp af flydevægt, og det kan ved kemisk analyse efterfølgende kontrolleres, om foreskrifterne er overholdt.

Hvis murstensleverandøren anviser, hvordan et produkt skal afsyres, skal anvisningen følges.

Murværkets beskyttelse under udførelsen

Materialeoplagring

For en korrekt og godt udført opmuring er det af afgørende betydning, at de sten der mures med, er tørre.

*Sten – og andre byggematerialer – skal derfor **altid tildækkes straks** efter modtagelsen på byggepladsen.*

Ved oplagring af ***mursten*** skal murermesteren sikre sig
- at tildækning mod vejrliget sker straks efter modtagelsen
- at tildækningen er vandtæt
- at tildækningen altid holdes på plads på en sikker måde
- at tildækningen kun fjernes ved udtagning af mursten, og
- at mursten, der skal lagres mere end nogle få dage, får fjernet plasthætter eller anden indpakning, fordi indpakningen kan give anledning til dannelse af kondens (især i vinterhalvåret).

Ved oplagring af ***vådmørtel*** skal murermesteren sikre sig
- at vådmørtlen straks efter leveringen klappes med en skovl og tildækkes mod udtørring, regn og frost
- at tildækningen altid holdes på plads på en sikker måde, og
- at tildækningen kun fjernes, mens der tages mørtel fra lageret.

Ved oplagring af ***tørmørtel i silo*** skal murermesteren sørge for
- at siloens indhold ikke udsættes for fugt
- at alle låg, lemme og lignende er helt tæt lukkede
- at eventuel medfølgende toppresenning anvendes som beskrevet
- at udløbstud og overgangsslange bankes rene ved fyraften, og
- at udløbstuden ved fyraften lukkes med en plastikpose fastholdt af et gummibånd eller lignende.

Ved oplagring af ***sække af cementmørtel, tørlæsket kalk og lignende*** skal murermesteren især sikre sig
- at fugt holdes borte fra sækkene
- at sækkene oplagres på paller eller andet underlag, som hæves over terræn
- at sække oplagret i skur eller telt ikke anbringes lige op ad ydervægge, og
- at der er ventilation omkring stablerne.

Afdækning

Alt murværk, der er under opførelse og endnu ikke færdigt, skal ved pauser eller afbrydelser i arbejdet *og* dagligt ved arbejdstids ophør afdækkes for at forhindre fugt- og frostskader.

Afdækning kan foretages med armeret plastfolie eller presenning fastgjort til lægter og lagt ind over/hen over det uafsluttede murværk, så vand ikke kan trænge ind i – men i stedet ledes bort fra – murværket. Eksempler på afdækninger kan ses i feks. 'Tegl 37, Udførelse af blankt murværk', Forlaget Tegl, 2010.

I nedbørsrige perioder og ved arbejde med særligt fugtfølsomme konstruktioner eller materialer kan *totaloverdækning* af igangværende arbejder og arbejdsområder være nødvendig.

Afskærmning
Opstilling af læskærme kan forhindre en for hurtig afkøling af materialer og murværk.

Vinterforanstaltninger
Ved muring i vinterhalvåret er det for det meste nødvendigt med *udvidede vinterforanstaltninger* for at undgå fugt- og frostskader på materialer og konstruktioner. Se også 'Vejledning om Vinterbyggeri', Bygge- og Boligstyrelsen, oktober 1995; 'Vintermuring', Murerfagets Oplysningsråd, 2002 og 'Håndbog i vinterbyggeri', Erhvervsskolernes Forlag, 2006.

I vinterperioden *kan* totalafdækning af pladsen være økonomisk fordelagtig; beregning kan foretages ved hjælp af beregningsværktøjer på www.vinterkonsulenterne.dk.
Vær opmærksom på, at særlige overenskomstmæssige forhold kan gøre sig gældende ved arbejdet med afdækning af murværk og materialer mv.

Udførelseskontrol

I Eurocodes 6-systemet stilles krav til arbejdets og opmuringens udførelse og til kontrol og dokumentation af, at kravene er opfyldt.

Hvad valget af kontrolklasse indebærer for en forskriftsmæssig kontrol og dokumentation af udførelsen ses her:

Aktivitet		Lempet kontrol	Normal kontrol	Skærpet kontrol
Mørtelfremstilling Generelt		Delmaterialer udmåles efter vægt eller efter rumfang med kontrolleret mål	Delmaterialer udmåles efter vægt eller efter rumfang med kontrolleret mål	Delmaterialer udmåles efter vægt eller efter rumfang med kontrolleret mål
Blandetid og -maskine		Max. 15 minutter i tvangsblander eller ligeså effektiv blander	Max. 15 minutter i tvangsblander eller ligeså effektiv blander	Max. 15 minutter i tvangsblander eller ligeså effektiv blander
Murværk Centrering f. mure og søjler:		Max. 20 mm	Max. 15 mm	Max. 10 mm
Midterplansafvigelser v. 2 etager				
Lodafvigelse ved mur ≤3,5 m		Max. 10 mm	Max. 10 mm	Max. 10 mm
Pilhøjde ved mur ≤3,5 m		Max. 10 mm	Max. 10 mm	Max. 10 mm
Fugning Kontaktfladeareal mellem mørtel og mursten *		Min. 75 %	Min. 85 %	Min. 95 %
Armeringsdæklag:				
MX 3.2 – MX 5		Min. 35 mm	Min. 35 mm	Min. 35 mm
MX 2 – MX 3.1		Min. 25 mm	Min. 25 mm	Min. 25 mm
MX 1		Min. 15 mm	Min. 15 mm	Min. 15 mm
Tolerancer for fugemål:	*Nominelt mål (n)*			
Tykfuge: Liggefuger	14	n ± 7 mm	n ± 6 mm	n ± 5 mm
Studsfuger	14	n $^{+14\text{ mm}}_{-7\text{ mm}}$	n $^{+12\text{ mm}}_{-6\text{ mm}}$	n $^{+10\text{ mm}}_{-5\text{ mm}}$
Normalfuge: Liggefuger	8-14	n ± 5 mm	n ± 4 mm	n ± 3 mm
Studsfuger	8-14	n $^{+10\text{ mm}}_{-5\text{ mm}}$	n $^{+8\text{ mm}}_{-4\text{ mm}}$	n $^{+6\text{ mm}}_{-3\text{ mm}}$
Tyndfuge: Liggefuger og studsfuger	3-8	n ± 4 mm	n± 3 mm	n ± 2 mm
Limfuge: Liggefuger og studsfuger	3	n± 3 mm	n± 2 mm	n± 1 mm
Forbandt: Stående fortanding		4 mm trådbinder i hvert 3. skifte for bygninger indtil 8,5 m i højden, eller eftervisning ved beregning	4 mm trådbinder i hvert 3. skifte for bygninger indtil 8,5 m i højden, eller eftervisning ved beregning	Eftervisning ved beregning. Tegninger, som viser forbandt, nødvendige sammenskæringsdetaljer og placering af bindere, skal forefindes på byggepladsen.
Diverse: Delformater		Hugning/skæring/ klipning	Hugning/skæring/ klipning	Skæring/klipning
Rilleudførelse for el mm.		Hugning	Fræsning	Fræsning

* Manglende kontaktareal må ikke have form af gennemgående hulrum fra forside til bagside eller af hulrum, som hindrer effektiv komprimering af fugen, ligesom manglende kontaktareal ikke må forekomme hovedsageligt i den ene side.

Specielt for byggepladsfremstillet mørtel / kalktilpasset mørtel gælder, at det skal dokumenteres, at den fremstillede mørtel overholder de forudsatte blandingsforhold eller egenskaber. For byggepladsfremstillet mørtel / kalktilpasset mørtel kan gældende krav til kontrol skematisk angives som følger:

Byggepladsfremstillet mørtel / kalktilpasset mørtel
Forudsat blandingsforhold eller forudsatte egenskaber skal mindst dokumenteres som følger: ***Lempet kontrol:*** Det skal dokumenteres, at den fremstillede mørtel overholder de forudsatte blandingsforhold og egenskaber. Dokumentationen skal foretages for den først producerede mørtel. ***Normal kontrol:*** • For de først påbegyndt producerede 15 m^3 mørtel • Og for hver efterfølgende påbegyndt producerede 40 m^3 mørtel. ***Skærpet kontrol:*** • For hver påbegyndt producerede 15 m^3 mørtel.

Alle øvrige kontrolforanstaltninger og stikprøvemålinger i forbindelse med udførelseskontrollen under byggeriet skal ligeledes dokumenteres.

Tegltage

Tegltagsten skal være CE-mærkede iht. EN 1304.
Deklarerede egenskaber omfatter bl.a. bredde og længde, vandgennemtrængelighed, bøjningsstyrke og holdbarhed, der bedømmes i forhold til prøvning af frostfasthed.

Tegltagsten - tekniske data

Betegnelse:	Tagsten betegnes efter form, formgivning og farve.
Form:	Uden fals: Vingetagsten og bæverhaler.
	Med fals: Falstagsten.
Formgivning:	Vingetagsten og bæverhaler fås både maskin- og håndstrøgne.
Farve:	Røde, gule, brune, blådæmpede samt engoberede og glaserede.
Lægteafstand:	Leverandøren angiver lægteafstand.
Rumvægt:	1750-1950 kg/m^3.
Taghældninger:	Der henvises til: Tegl 36, Oplægning af tegltage samt leverandørens anvisning.

Særlige tagstensformer
Til afslutning ved gavle fås dobbeltvingede tagsten. Til ventilation af tagrum og gennemføring af aftrækskledninger fås tudtagsten med vandret og lodret tud, lige eller skråt afskåret. Desuden leveres rygningssten og gratsten.

Materialeforbrug

Vingetagsten	10-18 sten pr. m^2.
Bæverhaler:	27-35 sten pr. m^2.
Falstagsten:	14-16 sten pr. m^2.
Rygningssten:	3½ sten og 10 liter mørtel pr. løbende meter.
Understrygning:	300-400 liter mørtel pr. 1000 tagsten.

Oplægning af tegltage udføres i henhold til Tegl 36:2005, udgivet af Forlaget Tegl samt leverandørens anvisninger. Tegl 36 beskriver forhold såvel vedrørende undertage som oplægning, detailløsninger, kontrol, kvalitetssikring mv.

Ventilering af tagrum udføres iht. Byg-Erfa erfaringsblad (27) 08 12 30, Ventilation af tagkonstruktioner - tagrum, hanebåndslofter, skunkrum og paralleltage.

Overfladebehandling

Generelle forhold

Inden nyopført murværk kan overfladebehandles, skal en vis udtørring finde sted. Vandindholdet i udvendigt murværk må således max. være ca. 3 vægt%, og vandindholdet skal være endnu lavere, såfremt murværket skal males.

Ved opførelse af murværk tilfører mørtlen normalt vandmængder svarende til ca. 4-5 vægt%. En del af dette vand skal udtørres inden overfladebehandling foretages, da overfladebehandling i sig selv reducerer vandets fordampning fra murværket. Fugtigt murværk har en lang udtørringstid og er dermed i en lang periode udsat for mulige frostskader. Jo bedre udtørring, jo mindre bliver risikoen for frostskader.

Det er ikke muligt præcist at angive, hvornår vandindholdet i nyopført murværk er ca. 3 vægt%, men normalt kan overfladebehandlingen først udføres 1-4 måneder efter opmuringen (afhængig af vejrlig og fugning). Såfremt opmurings-mørtlen indeholder kalkhydrat, bør mørtlens kalkdel være afhærdnet 2-3 cm ind fra murværkets forside, inden der udføres en overfladebehandling. Udtørringstiden bliver kortere, hvis murværket afdækkes mod nedbør under opførelsen.

Overfladebehandling af murværk udføres bedst i forårs- og sommermånederne, medmindre murværket sikres mod frostpåvirkning gennem vinterforanstaltninger og holdes over ca. 5 °C. Som nævnt forlænges udtørringsperioden, hvis der er stort vandindhold i murværket, når behandling foretages, og risikoen for frostskader øges, hvis overfladebehandling udføres i efterårs- og vintermånederne.

Overfladebehandling må ikke udføres i direkte sol. Svindrevner i mørtellag risikerer at fremkomme ved for hurtig udtørring.

Underlaget skal altid forvandes, men der er ikke bestemte regler for hvor kraftigt og hvor længe, der skal vandes. Det afhænger af luftens temperatur, fugtighed, vindforhold, mørteltype og underlagets evne til at suge. Formålet med at vande er at nedsætte, men ikke ophæve sugeevnen. Hvis underlaget suger for kraftigt, vil det suge vandet ud af mørtlen så hurtigt, at det forringer vedhæftningen. Et for fugtigt underlag kan også give dårlig vedhæftning, fordi sugeevnen bliver for lille.

Murværk, der skal overfladebehandles, inddeles i afgrænsede felter, der færdiggøres "vådt i vådt". Dette sikrer, at den færdige overflade fremtræder ensartet og uden iøjnefaldende skel. Afgrænsninger kan eksempelvis placeres ved hjørner, bag tagnedløb, gesimsbånd, dilatationsfuger, vinduesfalse mv.

Det er vigtigt, at arbejdsprocessen planlægges, så de afgrænsede felter færdiggøres helt, inden der gøres ophold i arbejdet, og det er vigtigt, at bemandingen afpasses efter arbejdets omfang.

Ny overfladebehandling skal beskyttes mod hurtig udtørring, slagregn samt naturligvis mod frost, indtil tilstrækkelig hærdning har fundet sted. For hurtig udtørring kan medføre, at der opstår revner.
Det bedste resultat opnås, hvis stilladset dækkes ind eller hvis overfladebehandlingen holdes fugtig, typisk de første 1-2 uger efter behandlingen er udført. Vandforstøvning kan med fordel bruges.

Hvis ny overfladebehandling ikke beskyttes mod slagregn, indtil mørtlen er tilstrækkelig afhærdnet, vil der være risiko for, at slagregn vasker en del af hydratkalken (calciumhydroxyd) ud af mørtlen. Når vandet fordamper, vil denne kalk udfældes i overfladen, hvor den vil hærdne med hvide misfarvninger til følge. Denne kalk (calciumcarbonat) kan være vanskelig at fjerne.

Hydratkalk (calciumhydroxyd) er delvist opløselig i vand, indtil hærdning har fundet sted ved reaktion med CO_2, hvilket først sker, når murværket har et fugtindhold på mellem ca. ½ og 7 vægt%.

Det er nødvendigt at træffe foranstaltninger til at bortlede evt. regnvand, så facaden ikke vandbelastes unødigt under opførelsen. Der skal være monteret tagrender, og vand fra tagfladerne må ikke opfugte murværket.
Hvor overfladebehandlingen kommer i kontakt med metal, der føres ud gennem behandlingen, skal metallet beskyttes for at undgå korrosion og misfarvning.

Ved valg af overfladebehandling og mørteltype bør det vurderes, hvor stor en mekanisk påvirkning den færdige overfladebehandling udsættes for. Ved kraftig påvirkning bør behandlingen udføres med et øget indhold af cement/hydraulisk bindemiddel. Opmærksomheden henledes dog på, at øget bindemiddelindhold vil bevirke farveforskelle i overfladen, også selvom facaden f.eks. males med silikatlasur. Kraftig påvirkning kan f.eks. forekomme i stærkt befærdede rum, gangarealer, trappeopgange og korridorer, industri- og lagerbygninger samt nederste del af facader.

Det bedste resultat opnås, når konstruktionerne er effektivt beskyttede af eksempelvis tagudhæng. Overfladebehandlede gesimsbånd, fremspring, tilbagetrukne "hylder" mv. kan opsamle smuds og snavs med risiko for, at de underliggende facadeområder misfarves.

I øvrigt henvises til Tegl 18, Overfladebehandling af nyt murværk fra Forlaget Tegl.

Kvalitetssikring
Der foreligger ingen specifikke retningslinier for kvalitetssikring i forbindelse med udførelse af overfladebehandling. Der bør dog foretages en kontrol af følgende ud fra en visuel bedømmelse:

- *Produkter*
  Der bør udføres modtagekontrol af mursten og fabriksfremstillet mørtel samt kontrol af pladsfremstillet mørtel jf. Eurocode 6 samt evt. CE-mærkning.
- *Overflade af murværk*
  Før udførelsen af overfladebehandling bør murværkets overflade kontrolleres og godkendes således, at den svarer til forskrifterne for den valgte overfladebehandling, f.eks. fyldte fuger helt frem til murstenenes forkant.
- *Udførelseskontrol*
  Foreligger der ikke anden beskrivelse af udførelseskontrol, bør der som minimum foretages kontrol af udførelsen svarende til den valgte overfladebehandling.

Pudsning, udvendig
2-lags opbygning
Forbehandling
Underlagets forbehandling spiller en lige så stor rolle som mørtellagenes sammensætning. Underlaget skal være nogenlunde jævnt, rent og have en svag sugeevne. Fremspringende grater, udragende jernender, søm og lignende fjernes. Grove fordybninger udfyldes enten ved indmuring af teglstykker eller med mørtel alene.

Alt løst materiale fra mørtelklatter og sandkorn til fint støv skal fjernes ved kostning, spuling eller begge dele. Ved spuling af overfladen reguleres tillige sugeevnen, som ikke må være for stor, men heller ikke helt ophævet (en svag sugeevne i underbunden skal bevares).

Yderligere skal sugeevnen helst være ens i alle områder. Materialer som letklinkerbeton, hårdtbrændte mursten og meget tæt beton suger så lidt, at de ikke tåler vanding før pudsning.

Hovedreglen er dog, at der skal vandes. Vanding skal udføres fra slange med spreder, og pudsning igangsættes, så snart overfladen er matfugtig og svagt sugende.

Pudsning af flader, der er blanke af vand, vil ikke lykkes.

Udkast
Udkastet skal først og fremmest sikre vedhæftningen mellem puds og underlag. Dernæst skal det regulere sugningen, især fra stærkt sugende underlag som porebeton, letbrændt tegl og fra "lidet" eller ikke-sugende underlag som tæt beton.

Reguleringen skal også gælde uensartetheder i underlagets sugeevne, f.eks. forskelle i murstens og mørtels sugning eller forskelle fra sten til sten i samme mur. Er underlaget af et svagt materiale, kan grundingslaget måske forstærke dets overflade.

Dersom underlaget er nogenlunde jævnt, kan der tyndgrundes. Tyndgrunding kostes på underbunden med en kost.
Dersom underlaget er ujævnt, skal der kastes ud. Udkast skal kastes eller sprøjtes på.

Grovpuds
Grovpudsen har som hovedopgave at udfylde underlagets fordybninger og gøre fladen plan. Grovpudslaget bliver derfor langt det tykkeste af de to lag, og får derfor hovedparten af ansvaret for væggens beskyttelse mod alle de påvirkninger, den kan komme ud for.
Grovpudsen skal tillige – sammen med grundingslaget – regulere afsugningen af slutpudsen således, at det får en ensartet struktur og farve. Grundingslag og grovpuds kaldes samlet for underpuds.
Grovpudslagets mørtel kan trækkes, kastes eller sprøjtes på og udføres normalt i en tykkelse på 10-15 mm. Grovpudslagets overflade skal være plan.
Sandet i grovpudsmørtlerne skal helst være groft med korn op til 4 mm i tværmål; de groveste korn bør dog ikke have tværmål, der ligger over halvdelen af pudslagets tykkelse.

3-lags opbygning
De første 2 lag – udkast og grovpuds – udføres som beskrevet ovenfor under 2-lags opbygning, dog skal grovpudsmørtlen indeholde tilslagsmaterialer med større kornstørrelser.
Når der påføres flere lag mørtel efter hinanden, skal kornstørrelse og indhold af bindemiddel være faldende i lagene udefter.

Slutpuds
Det tredje og sidste lag mørtel, slutpudsen, kan påføres som indfarvet mørtel. Pudsning med farvet mørtel udføres bedst som 3-lags opbygning. Valg af farve bør foretages med hensyntagen til omgivelserne, og beslutningen bør træffes ud fra påførte, udtørrede farveprøver.
Ved brug af færdigt indfarvede mørtler til både grovpuds og tyndpuds henvises til fabrikantens vejledning.
Hvis der ønskes en glat finish, kan der bruges en finkornet mørtel til slutpuds.

Pudsen påføres med stålbræt og færdigbearbejdes efter mørtelleverandørens anvisninger. Slutpuds kan også være stænkpuds, granitpuds eller lignende specialpuds.

Pudsning, indvendig
Efter forvanding påføres grovpudslaget direkte på underlaget med et trækbræt. Den efterfølgende bearbejdning er den samme, som er beskrevet i foregående afsnit om udvendig behandling. I visse tilfælde med stærkt sugende underlag kan det være nødvendigt først at påføre et lag udkast. Mørtelpumpe kan anvendes.

Finpuds
Finpudsen er det sidste lag, og da det er den afsluttende behandling af væggen eller loftet, skal behandlingen gennemføres sådan, at den færdige overflade tilfredsstiller kravene om jævnhed, struktur, glans og farve.

Finpudslagets mørtel trækkes i reglen på med stålbræt.

Finpuds må først påføres oven på grovpuds, når dette er 1-5 døgn gammelt. Er overfladen for tør, må den vandes først. Efter at mørtlen er trukket på i et meget tyndt lag, udjævnes (filtses) den med et filtsebræt.

Finpudslagets mørtel skal være svagere end grovpudsmørtlen. Sandet i finpuds-mørtlen skal være fint med korn op til 1-2 mm afhængig af lagtykkelsen. Hvis der ønskes en glat overflade, må sandets korn ikke overstige 0,3 mm.

Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag
Overfladebehandling med tyndt mørtellag kan defineres som "finpuds", der påføres direkte på underlaget – eksempelvis murværk – således at dettes overfladekarakter bibeholdes.

Når der vælges mursten, der senere skal overfladebehandles med et tyndt mørtellag, skal teglværket informeres om, hvad stenene skal bruges til. Det er for at sikre, at det er sten af den rigtige type, der bliver leveret.

Overfladebehandlet murværk skal vedligeholdes. Overfladebehandlet murværk kan evt. visuelt besigtiges hvert 2. eller 3. år, eventuelle skader registreres, og udbedring foretages.

Er der tvivl om, hvorvidt en mursten egner sig til overfladebehandling, kan man kontakte et af teglværkernes salgskontorer.

Påførsel af et tyndt mørtellag kan således betragtes som en fællesbetegnelse for følgende overfladebehandlinger:

- Vandskuring
- Sækkeskuring
- Filtsning
- Svumning (indvendig)
- Berapning (indvendig)

Tyndpuds er en anden form for overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag. Tyndpuds kendetegnes ved, at mørtel – ofte indfarvet mørtel – trækkes på murværket i et tyndt jævnt, dækkende lag, svarende til en lagtykkelse på ca. 1½ mm. Maksimalt 3 mm over fuger og lokale ujævnheder.

Efterfølgende krav til overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag bør overholdes:
- Påførsel af et tyndt mørtellag på murværk i aggressiv miljøklasse frarådes, medmindre en vis form for løbende vedligehold accepteres.
- Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag på udvendigt murværk må tidligst udføres 1-4 måneder (afhængig af vejrlig) efter opmuring og fugning for at sikre sig, at mørtlens kalkdel er hærdnet et stykke ind fra murværkets forside.
- Vandindholdet i udvendigt murværk må max. være ca. 3 vægt%.
- Påførsel af et tyndt mørtellag på udvendigt murværk må kun foretages i forårs- og sommermånederne og helst om foråret, idet bedste hærdebetingelser for mørtlen forekommer her.
- Påførsel af et tyndt mørtellag må ikke udføres i direkte sol.
- Fuld hærdning af overfladebehandlingen skal være opnået inden risiko for frost indtræder.

Underlag, generelt
Vandskuring, sækkeskuring, filtsning og tyndpuds udføres bedst på blødstrøgne mursten. De anvendte sten skal i udvendigt murværk være frostfaste, og kravet til frostfastheden er større for sten i overfladebehandlet murværk end for sten i blankt murværk.

Murværket skal opføres som blankt facademurværk. Mørtelfugerne skal udfyldes med mørtel helt frem til stenenes forkant. Dette er vigtigt, da der ellers let opstår revner langs stenkanterne og da især, hvis der anvendes en cementrig mørtel, og hvis der sker en hurtig udtørring. Efter opmuring afrenses og rengøres murværket med en stiv kost uden brug af syre eller vand. Bemærk, at der ved anvendelse af vand trækkes et mørtelslør med forholdsvis svagstyrke ud over

teglstenene. En overfladebehandling herpå har nedsat levetid.

I udvendigt murværk stilles samme krav til færdiggørelsen af fugerne som i blankt murværk.

Hvis murværket er stærkt sugende, forvandes der inden mørtlen påføres.

Vandskuring
Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Maksimal lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm.
Straks efter påføringen skrabes overskydende mørtel af med ske eller stålbræt. Herefter skures med fladen af en våd mursten, der jævnligt dyppes i vand.

Der skures helt i bund således, at lagtykkelsen bliver lille, og således at fremtrædende sten bliver blotlagte. Til slut afkostes overfladen med en tør græskost.

Sækkeskuring
Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Maksimal lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm.
Straks efter påføringen skrabes overskydende mørtel af med ske eller stålbræt. Herefter skures med en tør sæk.

Der skures helt i bund således, at lagtykkelsen bliver lille, og således at fremtrædende sten bliver blotlagte. Til slut afkostes overfladen med en tør græskost.

Filtsning
Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Maksimal lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm.
Straks efter påføringen skrabes overskydende mørtel af med ske eller stålbræt. Herefter filtses med et pudsebræt, hvorpå der er påklæbet hårdt filt.

Der filtses helt i bund således, at lagtykkelsen bliver lille, og således at fremtrædende sten bliver blotlagte.

Ved filtsning af udvendigt murværk sker det ofte, at laget bliver for tykt, og dette giver sædvanligvis større risiko for senere afskalninger. Endvidere sker det undertiden, at der ved behandlingen med brættet bliver ført ekstra bindemiddel ud i pudslagets frie overflade med krakeleringsrevner til følge.

Tyndpuds
Tyndpuds er betegnelsen for et tyndt – oftest farvet – og heldækkende pudslag udført med fabriksfremstillet mørtel. Tyndpudsen kan påføres, når murværkets overflade efter forvanding er matfugtig og svagt sugende.
En korrekt forvanding beror på kendskab til underlagets sugeevne og udtørringsforholdene i øvrigt. Forvandingen skal foregå kontinuerligt i takt med pudsearbejdet.

Tyndpudsmørtel blandes efter producentens anvisning. Vandtilsætning og blandetiden skal være ens fra blanding til blanding for at undgå farveforskelle. Farvet tyndpudsmørtel skal normalt bruges inden ca. 60 minutter efter blanding
(se producentens anvisning). Der må ikke genoprøres med ekstra vand. Det anbefales at anvende farvede tyndpudsprodukter med samme produktionsdato påstemplet emballagen.
Ensartet vandtilsætning og blandetid af mørtlen er en forudsætning for er vellykket resultat.
Mørtlen trækkes på underlaget med stålbræt i et jævnt heldækkende ensartet lag på ca. 1,5 mm. Maksimalt 3 mm over fuger og lokale ujævnheder.

Herefter filtses med filtsebræt med brug af så lidt vand som muligt. Der sammenfiltses til en jævn og ensartet overflade. Det er vigtigt, at der overalt anvendes samme arbejdsteknik samt at vandtilsætning, blandetid, vandmængde på filtsebræt og lagtykkelse er ensartet.
Senest ved arbejdets ophør – under mørtlens afbinding – skal der afdækkes effektivt mod nedbør. I tørre perioder (varme, blæst) skal tyndpudslaget beskyttes mod for hurtig udtørring og evt. eftervandes.

I øvrigt henvises til leverandørens anvisninger, som nøje skal følges.

Udførelse, generelt
Vandskuring, sækkeskuring, filtsning og tyndpuds kan udføres i passivt og moderat miljø.
Udførelse i aggressivt miljø frarådes, medmindre en vis form for løbende vedligehold accepteres.

Ved overfladebehandling inddeles murværket i naturligt afgrænsede felter, der færdiggøres "vådt i vådt". Dette er for at sikre, at murværket i færdig tilstand fremtræder ensartet og uden iøjnefaldende skel.
Naturlige afgrænsninger er eksempelvis hjørner, bag tagnedløb, gesimsbånd, dilatationsfuger mv.

Det er vigtigt, at arbejdsprocessen planlægges således, at naturligt afgrænsede felter færdiggøres helt inden arbejdet stoppes ved eksempelvis pauser eller ved arbejdstids ophør, ligesom det er vigtigt, at bemandingen afpasses herefter.

Stop ved naturlige skel udføres efter lodrette og/eller vandrette linjer. Lodrette eller vandrette skel ved vinduesfalse og lignende kan også være egnede steder, hvor ophold i arbejdsprocessen kan foretages.

Ny overfladebehandling skal beskyttes, dels mod for hurtig udtørring og dels mod slagregnspåvirkning samt selvsagt mod frostpåvirkning, indtil tilstrækkelig hærdning har fundet sted.

Afhængig af vejrlig og udtørring skal overfladebehandlingen også beskyttes/ fugtigholdes den første periode efter udførelsen (typisk 1-2 uger).

Murværk, der er overfladebehandlet ved påførsel af tynde mørtellag, kræver større eller mindre vedligehold afhængig af miljøbelastningen.
Eksempelvis kræves der større vedligehold, hvis murværket ligger udsat eller konstruktiv beskyttelse mangler.

Desto tyndere mørtellag, der påføres murværket, desto større er sandsynligheden for, at overfladebehandlingens levetid bliver som forventet.

Levetiden for murværk overfladebehandlet med tynde mørtellag kan ikke forventes at have en levetid svarende til levetiden for traditionelt pudset murværk.

Berapning
Berapning er ikke egnet til udvendigt murværk.
Berapning udføres ved at trække et lag mørtel på teglvæggen i et så tyndt lag som muligt. Mørtlen skal være af konsistens som vælling, og den påføres med stålbræt i retningen nedefra og op. Er væggen meget tør, vil det lette arbejdet at vande først. Når mørtlen er tørret noget, udjævnes mørtellaget ved hjælp af græskost eller hvidtekost og vand. Afkostningen skal foregå i skrå retning således, at kosten ikke fjerner mørtel fra fugerne, men tværtimod fylder dem.
Til slut kostes overfladen med en tør græskost.

Svumning
Svumning er en overfladebehandling, hvor overfladen af murværk eller beton dækkes med svumningsmørtel – ufarvet eller ædelmørtel – som påføres med kost til fuld dækning.

Farvet puds
Hvis der ønskes en farvet overflade, kan dette opnås ved at pudse med farvet mørtel i stedet for at kalke eller male. Arbejdet må dog udføres med stor omhu, hvis resultatet skal blive godt.

Pudsearbejdet med indfarvet mørtel foregår som beskrevet under Pudsning/ Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag.

Det anvendte farvestof må ikke reagere med mørtlens bindemiddel, og det bør ikke være opløseligt i vand. Endvidere skal farvestoffet være lysægte, mat, kalk- og cementbestandigt (alkalifast) og må ikke i væsentligt omfang indeholde vandopløselige salte.
Der må ikke anvendes jernvitriol som farvestof tilsat mørtlen, idet dette farvestof virker retarderende på mørtlens hærdning.

Hvis der skal opnås et godt resultat, er det vigtigt, at murværket har en ensartet sugeevne dels af hensyn til pudsearbejdets udførelse, dels af hensyn til udseendet bagefter. En uensartet sugeevne – f.eks. forskelle i sugeevnen fra mursten til fuger – kan i perioder give varierende vandindhold i pudslaget med farveforskelle til følge. Dette forhold ses undertiden for vandskuret murværk. Der kan også opstå farveforskelle mellem sten og fuger ved vandskuring af murværk med tilbageliggende fuger.

Der skal pudses kontinuerligt i sammenhængende områder. Bemandingen skal afstemmes efter, at dette kan ske.

Ofte opnås det bedste resultat, når murværket grundes, før det bliver pudset med farvet puds. Et sådant grundingslag har til formål dels at gøre underlagets sugeevne ensartet, dels at sikre en god vedhæftning og ensartet lagtykkelse. Ved grunding påføres et tyndt mørtellag. Laget kostes på, og mørtlens konsistens skal være således, at porerne efter kosten bliver stående.
Ved pudsning med indfarvet mørtel kan der ofte forekomme farveforskelle – eksempelvis mellem sammenstødende felter. Pudslaget kan efter udtørring evt. laseres med indfarvet kalkvand eller kalk til udligning af farveforskelle. Der anvendes samme type farvestof som i den indfarvede mørtel.

Ved pudsning med grundingslag, grovpuds og slutpuds kan der med fordel slutpudses med en farvet puds. Det sikrer en større grad af ensartethed.

Der bør ikke anvendes farvet puds, hvis underlaget ikke er tørt – eksempelvis skal grovpuds være tilstrækkelig tør inden slutpuds påføres. Hvis underlaget ikke er tilstrækkelig tørt, er der risiko for udvaskning af kalk fra det farvede pudslag med hvide skjolder til følge.

Kalkning
Kalken skal være vellagret kulekalk. Hydratkalk er ikke egnet til kalkning, sandsynligvis på grund af større indhold af grovere kalkpartikler.

Til kalkning af udvendigt murværk frarådes anvendelse af kalk med plastbinder eller lignende. Plastbinder i kalklag nedsætter kalklagets gode diffusionsåbenhed, og der er eksempler på, at efterfølgende behandlinger ikke kan binde til det eksisterende lag.

Kalkning udføres bedst med hårkoste. Slidte græskoste er dog anvendelige.

Kalkning udføres i perioder, hvor luftens fugtighed er høj. Det vil normalt sige forårs- og efterårsperioder uden for perioder med frost. Dette er vigtigt for kal-kens hærdning. Kalken hærdner ved optagelse af kuldioxid fra luften, og denne optagelse sker kun mærkbart, når fugtindholdet i

kalklaget er mellem ca. 0,5 og 7 vægt%.

Kalkning kan foretages direkte på blankt murværk, og her er murværk med røde, blødstrøgne eller håndstrøgne sten bedst egnet. Ofte bliver murværket dog i forvejen påført et tyndt pudslag f.eks. et vandskuringslag eller et tykkere lag påført ad flere gange. Som pudsmørtel er kalkrig mørtel bedst egnet, og mørtlen bør ikke være mere cementrig end kalkcementmørtel KC 50/50/700.

Puds med højt cementindhold kan nedsætte kalkens vedhæftning.

En grunding med følgende blanding kan i nogle tilfælde forbedre kalkens vedhæftning.

Sandkalk:
1 rummål meget fint kvartssand
4 rummål vellagret kulekalk
3 rummål kalkvand,
der kan fortyndes med yderligere kalkvand.

Blandingen kan også benyttes til grunding af murværk i bygninger med udsat beliggenhed.

Tilberedning af kalkvand:
1. En portion kalkdej (kulekalk) hældes over i en balje eller spand, og der tilsættes vand. Forholdet mellem kalkdej og vand skal være 1 kg kalkdej til ca. 5-6 liter vand.
2. Blandingen røres/piskes ud til ensartet konsistens.
3. I løbet af et døgn vil kalken synke til bunds, og den klare opløsning over det bundfældede kalk er det, der betegnes som kalkvand. På overfladen vil der være dannet en hinde af kalkkrystaller, og denne bør fjernes, før kalkvandet aftappes. Kalkvand bruges i forbindelse med hvidkalkning.
   Processen kan gentages flere gange.

Tilberedning af hvidtekalk (kalkmælk):
1. En portion kalkdej hældes over i en balje, og der tilsættes vand. Forholdet mellem kalkdej og vand skal være 1 kg kalk til ca. 4-8 liter vand.
2. Blandingen røres/piskes ud til ensartet konsistens.
3. Det er nødvendigt med mellemrum at omrøre kalken under brugen, idet kalken synker til bunds under henstand. Kalken kan godt blandes flere dage i forvejen. Hinden på overfladen skal fjernes, før hvidtekalken bruges.

Udførelse af hvidkalkning/krav til underbund:

1. Vægfladen rengøres for løstsiddende materiale med almindelig kost og et skrabejern.

Der vandes med kost eller slange med strålespids, der kan indstilles til spredning. Ved kalkningen skal bunden være så fugtig, at der kan kalkes vådt i vådt og således, at der ikke bliver stød og striber i kalklaget. Ofte vil supplerende vanding være nødvendig løbende under arbejdet.

2. Nyt puds grundes med kalkvand.
3. Herefter kalkes med den tilberedte hvidtekalk.
   Der kalkes til fuld dækning, hvilket for nyt puds i reglen vil sige 3-4 gange. Der bør gå mindst ½-1 døgn mellem hver strygning.
4. Til slut stryges fladen med kalkvand.

Kalkningen skal udføres med en tynd blanding – tyndtflydende som mælk.
Anvendelse af tykke blandinger medfører ofte afskalninger. Det er bedre at kalke flere gange med en tynd blanding end få gange med en tyk. Det har været en gammel regel, at kalkmælken skal være så tynd, at den kun efterlader et tyndt gennemsigtigt slør på neglen, når en finger har været dyppet ned i blandingen.
Endvidere er det vigtigt, at murværket bliver vandet, før der kalkes, og om nødvendigt imellem kalkblandingerne, når behandlingen gentages flere gange. Vandingen har til formål at sikre, at der kalkes vådt i vådt, og at underbunden er ensartet sugende under kalkbehandlingen. Dette skal medvirke til, at der bliver påført et ensartet tyndt lag, og at der ikke bliver striber i laget.

Indfarvet kalk
Udrørt hvidtekalk (kalkmælk) kan erfaringsmæssigt indeholde op til ca. 10 % farvepulver uden væsentlig afsmitning.
Der er ikke plads til flere farvekorn imellem kalkkrystallerne, og indfarvet kalk vil aldrig blive så mørk i farverne. Ønskes mørkere farver, må der kalkes flere gange med samme farvedosering.

Til indfarvning af kalk anvendes kalk – og lysægte pigmenter, som f.eks. jordfarverne okker, terra di Siena og engelsk rød, men også andre farvepigmenter kan anvendes. Forhør nærmere herom hos leverandøren.

Farvepigmenterne udblødes i kalkvand i mindst et døgn før brug, tilsættes hvidtekalk i den ønskede dosering og påføres murværket som anført under kalkning.
Før den indfarvede hvidtekalk blandes, skal der altid udføres prøveblandinger og prøvestrygninger. Efter endt tørretid kan det afgøres, om farverne passer eller de skal ændres.
Når den endelige farve er fundet, skal der altid blandes så meget, at blandingen rækker til en hel side, altså fra hjørne til hjørne hele vejen oppefra og ned.

Lasering med indfarvet kalkvand
Hvor der ønskes laserede overflader kan puds og murværk laseres med indfarvet kalkvand – dog ikke på puds med højt cementindhold.

Farvepigmenter udblødes i kalkvand mindst et døgn før brug.
Det anbefales at udføre prøver på den ønskede bund. Efter endt tørretid kan det afgøres, om farverne passer eller de skal ændres.

Lasering med indfarvet kalkvand skal gennemføres i skygge. Væggene fugtes, så indtrængningsdybden forbedres og således, at en kraftig udtørring undgås.
Arbejdet skal udføres i én arbejdsgang og afsluttes på steder, hvor man ikke kan se farveforskelle, f.eks. ved hjørner, muråbninger, tagnedløb, vandrette fremspring eller lignende.
Lasering med indfarvet kalkvand kan endvidere tjene som bundfarve til en følgende kalkning med indfarvet kalk.

Maling
Murværk, såvel blankt som pudset eller på anden måde overfladebehandlet, kan malerbehandles. Behandlingsmåden må dog betegnes som noget problematisk, men skulle man ønske en sådan behandling, må i hvert fald følgende iagttages:

Murstenene skal være af høj kvalitet. I en ydermur, som skal males, stilles der større krav til murstenenes modstandsdygtighed mod frost end i en ydermur, som ikke skal males.

Murværkets vandindhold skal være det mindst mulige, når malingslaget påføres, og man må aldrig male umiddelbart efter opførelsen af murværket. I de fleste tilfælde bør malingen på nyt murværk udsættes i et år eller to.
Murværket må ikke kunne optage nævneværdige vandmængder, efter at malingslaget er påført, og det bør derfor sikres, at murværket er muret med fyldte fuger. I en ydermur, som skal males, stilles der større krav til murværkets tæthed mod slagregn end en ydermur, som ikke skal males. Det er vigtigt, at der ikke er revner, som tillader vandindtrængning og kan forårsage fugtophobning i murværket.

Murværkets overflade skal være ren, når der males, så malingslagets vedhæftning kan blive den bedst mulige. Snavs, løs mørtel og udblomstrede salte bør derfor børstes af umiddelbart før malerarbejdet indledes, og eventuelle reparationer bør være foretaget i god tid forud.

Der findes et meget stort antal vidt forskellige facademalinger på markedet. Maling til murværk skal være så diffusionsåben, at der ikke opstår fugtophobning i murværket. Silikatmaling med lavt organisk indhold er forholdsvis diffusionsåben og ofte velegnet.

Ved påførsel af et ikke diffusionsåbent malingslag på udvendigt murværk kan der i enkelte tilfælde opstå skader. Dette ses som regel i følge af udskillelse af krystaller lige bag overfladen, hvorved ikke blot malingen, men også teglstenene og mørtel kan skalle af, eller som følge af frost på tidspunkter, hvor vandindholdet i murværket er stort.

Imprægnering
Murværk kan optage, transportere og afgive vand. Ønsker man at nedsætte tendenserne hertil er imprægnering en mulighed.

Ved imprægnering tilføres murværket en kemisk forbindelse, der enten lukker porerne eller nedsætter muligheden for transport gennem porerne.

Formålet med imprægnering kan være følgende:
- Forhindring af vandgennemtrængning i f.eks. vestvendte gavle
- Nedsættelse af tendens til misfarvning
- Fjernelse af gipsbaserede misfarvninger.

Derimod kan konstruktive problemstillinger ikke løses med imprægnering. F.eks. kan murværk ikke forstærkes, så nedbrydning/forvitringer undgås. Ligeledes anses imprægnering ikke for en egnet løsning, hvor vandindtrængning er forårsaget af en konstruktiv fejlopbygning. F.eks. manglende fugtspærre i en konstruktion.

Der findes en række forskellige imprægneringsmidler med forskellige egenskaber f.eks. silikoner og siloxaner.

Imprægneringsmidler kan være på vandbasis eller på basis af organiske opløsningsmidler som f.eks. sprit.

Imprægneringsmidler vil have forskellig indtrængningsdybde fra det næsten umålelige til flere centimeter. Indtrængningsdybden afhænger af:
- Imprægneringsmaterialets kemiske sammensætning
- Murværkets porøsitet
- Murværkets vandindhold
- Tegltype: f.eks. gul/rød
- Mørtlens hærdningsforhold
- Murværkets pH/surhedsgrad.

Ved eventuel imprægnering er følgende forhold væsentlige:
- Imprægneringen skal påføres på hele murflader
- Imprægnering skal være effektiv på både mørtelfuger og teglsten
- Imprægnering kan ikke forventes at være effektiv, hvor der er revner på 0,2 mm eller større
- Murværkets fugtindhold bør, inden imprægnering udføres, ikke være over 3 vægt%.

Ved vurdering af om imprægnering er anvendelig kan der udføres et forsøg i mindre område på både fuge og teglsten med imprægneringsmidlet.

Er imprægneringen ikke effektiv på både teglsten og fuger, kan der stadig trænge vand ind, og dette vand vil pga. imprægneringen have vanskeligt ved at fordampe fra murværket. Dette kan medføre:

- yderligere misfarvninger
- i ældre bygninger, hvor der er sammenmuringer mellem for- og bagmur eller ved massivt murværk, forårsage vandindtrængning og deraf indvendige fugtproblematikker
- manglende færdighærdning af mørtel
- frostskader på ikke frostfaste teglsten og fuger.

Imprægnering kan foretages på både nyt og gammelt murværk. Det skal her bemærkes, at murværk med tiden – faktisk i løbet af få år – oftest får en naturlig imprægnering. Denne imprægne-

ring skyldes for en stor del dannelse af biofilm (bakterievækst) i poresystemet.

Kemiske imprægneringsmidler vil muligvis med tiden blive nedbrudt af f.eks. UV-lys, til gengæld kan imprægneringens effekt forventes af blive afløst af den naturlige, såfremt det miljø, der er i murværket, er gunstigt for dannelsen af biofilm.

En eventuel imprægnering bør i forvejen godkendes af murstensleverandøren.

Fliseopsætning

Underlaget
Murværk, hvor fliser opsættes direkte på væggen i mørtel eller på en pudset væg i fliseklæb, er velkendte solide løsninger. Anderledes vanskeligt kan det være for en række underlag, hvor fliseopsætningen ikke udføres ud fra kendte metoder. Derfor er det vigtigt at følge arbejdsbeskrivelser, og arbejdet skal udføres efter flise- og mørtelleverandørens anvisninger.

Før fliseopsætningen skal væggen være helt ren, dvs. ren for støv, rester af formolie (betonvægge) samt løst materiale.

Udlæg
Flisemodulet kan med fordel afsættes på vægfladen således, at der tages hensyn til anvendelsen af hele flisemoduler afsat symmetrisk omkring rummets midte.
Såfremt opdelingen ikke går op med hele flisemoduler, kan man vælge at afslutte med to tilpassede fliser, der altid er større end en ½ flise. Det kan udføres ud fra følgende simple regel:

$$\frac{\text{rumlængde}}{\text{flisemodul}} = \text{antal flisemoduler} + \text{restmodul}$$

$$\frac{1\ \text{flisemodul} + \text{restmodul}}{2} = \text{den tilpassede flises bredde}$$

Ved anvendelse af små fliser er det vigtigt, at vægge er lodrette samt retvinklet på hinanden, da skråt forløbende afskæringer af små fliser bliver synlige ved alle udadgående og indadgående hjørner.

Ved nedlægning af store fliser er det vigtigt, at underlaget er plant og uden lokale lunker.

Udførelse
Fliseklæbs *åbningstid* skal overholdes således, som brugsanvisningen foreskriver. Ofte er man tilbøjelig til at udspartle for store arealer ad gangen, så noget af fladen tørrer for meget ud (danner hud), inden flisen anbringes. Jo mindre fliseklæb, der påføres ad gangen, desto bedre.

Leverandørernes anvisninger for de enkelte produkter skal følges.

Opsætningen af fliser i badeværelser kræver særlig stor omhu, og i vådzoner skal fliser opsættes på vandtæt underlag, se nærmere herom i SBi-anvisning 180.

Teglgulve

Teglgulve, indendørs

Valg af gulvsten/gulvklinker

Almindeligvis anvendes massive sten med normalformat lagt på fladen og massive sten med andre formater, f.eks. kvadratiske sten.

Stenenes slidstyrke vokser med stigende brændingsgrad, medens det arbejde, der kræves til renholdelse, falder. Dette betyder, at de hårdtbrændte sten som regel bør foretrækkes for de almindelige, fuldbrændte til ubehandlede gulve.

Valg af lægningsmørtel og fugemørtel til gulve

Miljøklasse	Aggressiv	Moderat	Passiv
Lægning af gulvklinker	C 100/300	KC 20/80/550 KK_h 20/80/475	KC 50/50/700 KK_h 20/80/475 KK_h 35/65/500
Fugning	C 100/300	KC 20/80/550 KK_h 20/80/475	KC 35/65/650 KK_h 20/80/475

Lægning

Inden lægningen skal undergulvet være i orden. Er råbetongulvet blevet for glat, bør det hakkes i overfladen før lægningen, og undergulvet skal i øvrigt være rent og fugtes omhyggeligt. Er gulvstenene/gulvklinkerne særlig stærkt sugende, må disse fugtes før lægningen.

Læggemørtlen lægges ud på undergulvet i et ca. 2 cm tykt lag over et areal, der ikke er større, end man bekvemt kan henlægge stenene. Disse udlægges efter snor og trækkes godt ned i mørtlen, eventuelt bankes de let med en gummihammer eller med skaftet af en murhammer.

Fugebredden bør være så lille som mulig. Det vil i praksis sige 10-15 mm. Fugningen udføres enten samtidig med lægningen eller et par dage senere; det sidste giver det bedste resultat.

Det er vigtigt at holde stenenes overflade fri for mørtel. Eventuelle opragende mørtelrester bør først skrabes af, når mørtlen er blevet så tør, at den ikke smitter af. Til fugningen benyttes en fugeske; mørtlen skal være ret stiv, og fugerne komprimeres, så de bliver helt fyldte og får en jævn overflade.

Så snart fugningen er udført, bør gulvet holdes fugtigt, helst i mindst en uge. Det kan ske ved overdækning med plastfolie eller ved hjælp af fugtigt savsmuld eller sand. Dette skal da regelmæssigt gøres fugtigt. Det er ikke hensigtsmæssigt at vande gulvet direkte, og det bør omhyggeligt beskyttes mod smuds, indtil en eventuel behandling har fundet sted.

Dilatationsfugerne skal for det første indføres overalt, hvor belægningen afbrydes, dvs. langs væggene og ved søjler, fundamenter, afløbsriste og lignende. Dernæst skal de indføres som begrænsning for felter, som allerhøjst må være 30-40 m^2 og helst mindre, og ingen sidelinje må være over 8 m. Har gulvet fald, bør dilatationsfugerne ligge langs de højeste og dybeste linjer, dersom det kan gennemføres.

Rengøring efter lægning

Der kan under visse omstændigheder fremkomme hvide saltudslag (udblomst-ringer). Sådanne udslag fjernes med støvsuger eller ved tør børstning. Eventuelle fastsiddende dele tørres bort med en fugtig klud eller lignende.

Fastsiddende mørtelrester, der endnu ikke har kunnet fjernes på anden måde, må fjernes ved hjælp af de specielle rengøringsmidler, der benyttes til keramiske gulve. Saltsyre og andre stærke

syrer må ikke anvendes til at gøre teglgulve rene med.
Vedligeholdelse af teglgulve bør ske efter teglleverandørens anvisning.

Teglbelægninger, udendørs

Teglklinker og hårdtbrændte teglsten

Teglklinker er det naturlige valg til alle former for belægninger. Ikke blot i haver og parkanlæg, men også hvor belægningen udsættes for stor belastning, som på veje og parkeringspladser.

Klinker leveres i følgende formater:

228×112×53 mm
97×97×53 mm
240×118×52 mm

Klinkerne leveres i farverne røde, brune, rødbrune og med farvespil.
Enkelte producenter leverer hårdtbrændte teglsten til terrasse- og stibelægninger.
Med hensyn til egenskaber henvises til producenternes erfaringer og datablade.

Forarbejde

Før man påbegynder lægning af teglstenene, er der visse forarbejder, der må gøres for at sikre et godt resultat.

Afsætning af linjer og højdemål må være nøjagtig. Højdepælene må placeres således, at de ikke er i vejen for de forskellige arbejdsmanøvrer. Højdepælene slås i jorden, så overkant angiver belægningens færdige højde eller afretningslagets overside. Belægningen skal lægges med fald således, at vandet bortledes fra overfladen.

Udgravning skal i dybde afpasses til bundlag, læggesand og belægning. Bund og sider skal bære og støtte bundlaget og bortlede vandet. Bunden af udgravningen skal være jævn og komprimeres med tromle eller støder og af hensyn til vandafledning have fald ud til siderne. Dræning og bortledning af vandet er især vigtig de steder, hvor udgravningen danner et bassin, og hvor jorden er lerholdig.

Belægningen skal hvile på et solidt bundlag, der skal være så elastisk, at det kan give efter for tryk uden at bryde sammen. Bundlaget kan være stabilt grus eller bundsikringsgrus, der komprimeres eller vibreres med vibrator. Bundlaget er altså både fundament og drænlag.

Sandlaget kan nu lægges oven på bundlaget og lægning af stenene påbegyndes.

Ved mindre arealer såvel som ved større arealer kan man med fordel anvende afretningsskinner og afretterbræt. Skinnerne lægges ud i hver side i højde med stenenes underside; man må regne med en vis overhøjde for sætning. Afretterbrættet trækkes på kant, og man opnår en helt plan sandflade, hvorpå stenene lægges. Normalt lægges stenene med 2-3 mm fuge for fugning med sand.

Fugematerialet bør være strandsand, som fejes ned mellem stenene, herefter kan belægningen komprimeres ved brug af vibrator med gummisko.

Belægningsstenene kan lægges i et utal af mønstre. I almindelighed må det siges, at jo enklere et mønster er, jo smukkere er det. Stenene er i deres farve og struktur så varierede, at man alene herved opnår det spil og den stoflighed, der kan være ønskelig i belægningen.

Belægningen kan afsluttes med uregelmæssig kant svarende til det forbandt, der er anvendt, hvilket ofte er det smukkeste i forbindelse med græs og planter. Ønskes en præcis afslutning, kan der udføres en kantning af belægningen.

Renovering

Inden renovering af en bygning påbegyndes, er det vigtigt at undersøge bygningen for at få et klart billede af bygningens tilstand og årsagen til eventuelle svigt samt at opstille principper for renoveringsarbejdet.

Der indledes med en forundersøgelse.

Forundersøgelse

Forundersøgelsen omfatter en registrering af den skadede/nedslidte bygning mht.:

- bygningens opførelsestidspunkt
- bygningens tidligere anvendelse
- bygningens hidtidige lastpåvirkning.

Bygningens opførelsestidspunkt kan være en hjælp mht. fastlæggelse af detailløsninger og hvilke materialer, der indgår i byggedelene, eller når de enkelte materialers sammensætning skal bestemmes ved laboratorieanalyse, eksempelvis en mørtels blandingsforhold.

Bygningens tidligere anvendelse kan få betydning for den nøjagtige fastlæggelse af skadesårsagen. Ud fra oplysninger om bygningens tidligere anvendelse/
hidtidige lastpåvirkning fastlægges den hidtidige lastpåvirkning på bygningen i overensstemmelse med lastnorm Eurocode 1, EN 1991 serien.

Under forundersøgelser bør et eller flere af følgende forhold registreres afhængig af konstruktionernes art:

- Er der sket afskalninger fra mursten og/eller mørtelfuger?
- Er der konstruktive forhold, der har medvirket til skader på murværket?
- Er der konstruktioner, der skal ændres?
- Er der indlagt fugtspærre mellem sokkel og murværk eller kan opstigende grundfugt på anden måde beskadige murværket?
- Er der revner i murværk og/eller pudslag?
- Er der sket afskalninger fra pudslaget eller sidder dette løst?
- Er murværket overfladebehandlet med diffusionstætte materialer?
- Er der tegn på vandopløselige salte i murværket?
- Er murværket misfarvet, og skal der foretages en afrensning af dette?

Som hovedregel gælder det, at man skal registrere meget mere, end der umiddelbart synes at være brug for.

Tilstandsvurdering

Resultatet af forundersøgelsen sammenfattes i en tilstandsvurdering. Ved en tilstandsvurdering skal det skønnes, hvor stor styrke og holdbarhed de enkelte bygningsdele har. Dette kan være en vanskelig disciplin, og udover omhyggelighed kræves der i de fleste tilfælde også en del byggeteknisk indsigt og materialekendskab.

Laboratorieanalyser, der bestemmer en mørtels blandingsforhold og kornstørrelsesfordeling, indhold af vandopløselige salte i murværket, eksisterende, udsavet murværks styrkeforhold, aktuelle fugtindhold i murværk mv., kan være en betydelig hjælp i den samlede vurdering.

Projekt

Inden renoveringsarbejdet påbegyndes, er det i mange tilfælde nødvendigt at udarbejde et projekt.

De forudsætninger, en renovering af en muret bygning skal underkastes, kan kort beskrives under følgende:

- Bygningers fremtidige anvendelse
- Almindelige myndighedskrav
- Særlige myndighedskrav.

Den fremtidige anvendelse skal ses i forhold til en ændring fra bygningens hidtidige anvendelse med hensyn til:

- Eksponeringspåvirkning på materialer og bygningsdele
- Mekaniske påvirkninger på materialer og bygningsdele
- Lastpåvirkninger på bygningskonstruktioner.

De almindelige myndighedskrav, den renoverede bygning skal underkastes, fremgår af de vejledninger, anvisninger og normer, den/det pågældende materiale, bygningsdel, bygningskonstruktion mv. henhører under.

Inden en renovering af fredede bygninger kan iværksættes, skal der ansøges om godkendelse af det pågældende projekt ved Planstyrelsens bygningsbevaringskontorer.
Denne ansøgning kan udelades, såfremt renoveringen kun omfatter almindelig vedligeholdelse.

Planstyrelsen kan især stille krav om ikke at renovere med andre materialetyper, end der hidtil har været benyttet i den pågældende bygning, der er behæftet med fredningsklausuler. Ved udbedring af opståede skader i muret byggeri, der er behæftet med fredningsklausuler, stilles der især krav om ikke at ændre på eller udbedre med anden mørteltype end den, bygningen oprindelig er opført med.
Dette indebærer som regel, at der ikke må anvendes cementbundne mørtler – eksempelvis kalkcementmørtler.

Ikkefredede bygninger kan også være behæftet med en bevaringspligt, der i sådanne tilfælde kan være beskrevet i kommunale lokalplaner og lign., hvor de lokale bygningsmyndigheder har opstillet et minimum af krav til renoveringen.

For murværkskonstruktioner, der opføres af nye materialer, kræves det i Eurocode 6, at de skal henregnes under en af følgende eksponeringsklasser:

- MX1 – I et tørt miljø
- MX2 – Eksponeret for fugt eller vandpåvirkning
- MX3 – Eksponeret for fugt eller vandpåvirkning plus frost/tø-cykler
- MX4 – Eksponeret for saltmættet luft eller havvand
- MX5 – I et aggressivt kemisk miljø.

Ved renoveringsarbejder skal de eksisterende materialer og bygningsdele bibeholdes i videst mulig udstrækning, hvorimod de eksisterende bygningskonstruktioner skal ændres således, at de kan overholde de krav, der skal stilles til den renoverede bygning.

For murværkskonstruktionerne indebærer dette, at der især stilles krav til en ændring af de eksisterende vægkonstruktioner således, at disse ofte skal henregnes til en anden eksponeringsklasse end den, de var opført under.

For ydervægskonstruktioner er det især de ændrede krav til varmeisolering, der ofte resulterer i et krav om efterisolering, der derved bevirker, at disse konstruktioner skal henregnes under en anden eksponeringsklasse end den oprindelige.

Omfattende bygningsrenoveringer medfører endvidere ofte, at eksisterende indervægge får en helt anden "placering" i bygningen, der ligeledes kan resultere i en ændring af eksponeringsklassen.

Krav til materialer og bygningsdele som følge af mekaniske påvirkninger stilles af bygherren som et anvendelseskrav til det pågældende rum, hvori disse materialer og bygningsdele indgår.

Som følge af ændrede belastninger på murværkskonstruktioner i forbindelse med renovering af eksisterende murværksbygninger, vil det ofte være nødvendigt at kende murværkets basisstyrker for ved beregning at kunne fastlægge dette murværks nøjagtige bæreevne.

I forbindelse hermed kan der udtages prøver af det eksisterende murværk til styrkeforsøg i laboratoriet.

Misfarvet murværk

Murværk ændrer med tiden farve og udseende. Af og til ændrer murværket udseende i uønsket grad, og man taler da om misfarvninger.

Eksempler herpå kan være:

- Gipsudfældninger, både lyse og mørke, som skyldes det naturlige gipsindhold i murværksmaterialer, især gult og rosé tegl samt cement.
- Luftens svævestøv har afsat sig på murværkets synsflade(sod og snavs).
- Dannelse af gipsmisfarvninger pga. reaktion med svovlsur atmosfære og kalk i mørtel.
- En række forskellige misfarvninger på både teglsten og mørtelfuger, som skyldes for kraftig afsyring.
- Kalkudfældninger, der især kommer hvor vandbelastningen har været høj, og mørtlen ikke har været afhærdnet.
- Biologisk vækst, f.eks. alger, mos og lav.
- Salpeterudslag, der viser sig som et hvidt pulver, der trænger frem på murstenenes overflade i takt med murens udtørring. Det eneste man kan gøre er at børste det hvide pulver væk fra overfladen for ikke at få det indsuget ved næste regnvejr. I løbet af nogen tid vil der ikke vise sig mere, og facaden vil antage sin normale farve. I sjældne tilfælde kan udslaget vedvare eller det kan være mindre uskyldigt end først antaget. I så fald bør man som foran-nævnt søge oplysninger om udslagets art og fremgangsmåden for dets fjernelse.
  Salpeterudslag er en populær betegnelse for hvidlige udfældninger på murværket. De hvidlige udfældninger er i virkeligheden ikke salpeterudslag, men mursalte (kalium, magnesium, calcium mv.), som er naturligt forekommende i leret.

Ønsker man at fjerne misfarvninger, findes der en række muligheder. Der kan være tale om kemiske metoder eller om mekaniske metoder. Fælles for kemisk og mekanisk afrensning er, at de indebærer en risiko for at skade murværket. Rensning af murværk bør derfor kun udføres af erfarne rensefirmaer og kun efter forsøg. Forsøgene skal både afklare om den ønskede renseeffekt opnås, og om der påføres murværket følgeskader som ikke kan accepteres.

Typiske skader kan være:

- Nedbrydning af teglstens brandhud (blæsemetoder / flouridbaserede rensemidler)
- Dannelse af yderligere misfarvninger (f.eks. fluorid på gult tegl)
- Nedbrydning af fuge- og pudsoverflader (sure rensemidler)
- Dannelse af salte og deraf følgende forvitringer (basiske rensemidler).

Det skal understreges, at afsyring ikke er en metode til fjernelse af misfarvninger. Afsyring sker alene i forbindelse med opmuring eller fugning, og højst 24 timer efter disse processer. Derimod er afsyring som før nævnt en vigtig årsag til misfarvninger.

Ved man ikke, hvad en misfarvning består af, må det tilrådes at søge dette oplyst samt undersøge, hvordan den eventuelt kan fjernes (tal f.eks. med Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter).

Vedligeholdelse og drift

Murværk og tegltage kræver normalt et minimum af vedligehold.
Eftersyn af udvendigt, blankt murværk foretages visuelt med intervaller på 3-5 år afhængig af miljøpåvirkningerne.

På tegltage foretages et eftersyn noget oftere, hvis disse er udført uden undertag.

Ovennævnte eftersyn foretages som en besigtigelse, hvor skadessymptomer registreres og efterfølgende udbedres, jf. også Vejledning i vedligeholdelse af murværk og tegltage, revideret udgave 2001, udarbejdet af Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter.

Definitioner/Begreber/Ordliste

Armeret murværk:	Murværk, hvori stænger eller armeringssystemer, sædvanligvis af stål, er indstøbt i mørtel eller beton således, at alle materialerne samvirker ved optagelse af påvirkninger.
Armeringssystemer:	Præfabrikeret armeringsgitter bestående af mindst 2 parallelle armeringsstænger med en påsvejst gitterudfyldning bestående af armeringsstænger.
Basisstyrker:	Murværkets styrkemæssige egenskaber under hensyntagen til såvel murstens- som mørtelegenskaber bestemmes som angivet i EN 1052-serien.
Blokke:	Blokke er byggesten, hvis basishøjde er mindst 185 mm.
Bruttodensitet:	Byggestenens tørmasse divideret med totalrumfanget uden fradrag af eventuelle huller, men med fradrag af udsparinger.
Brændt kalk:	Ulæsket, brændt kalksten (i form af stykker eller finmalet pulver), CaO.
Byggesten:	Fællesbetegnelse for mursten og blokke.
Cementmørtel, C-mørtel:	Mørtel fremstillet af cement, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Forbandt:	Systematisk sammenføjning af byggesten ved forsætning af studsfuger.
Funktionsmørtel:	Mørtel, der er foreskrevet og fremstillet til at opfylde fastlagte egenskaber og underkastet prøvningskrav.
Eksponeringsklasse MX1:	Svarer til passivt miljø: Tørt miljø uden fugt eller aggressive stoffer som f.eks. tørt, navnlig indendørs, klima.
Eksponeringsklasse MX2 – MX3.1:	Svarer til moderat miljø med tilstedeværelse af fugt som f.eks. fugtigt udendørs eller indendørs klima.
Eksponeringsklasse MX3.2 – MX5:	Svarer til aggressivt miljø, som er særligt fugtigt miljø eller miljø med tilstedeværelse af aggressive stoffer som f.eks. salt- eller røgholdig atmosfære.
Gruppe 1-4 sten:	Angivelse af hulmængden. Se tabel 3.1 i EN 1996-1-1.
Hulmur med stenbindere:	Dobbeltmur af byggesten, hvor to massive mure er samvirkende, idet de er indbyrdes forbundet ved byggesten, der er muret i forbandt med begge mure.
Hydratkalk (tør):	Brændt kalk læsket med netop det kvantum vand, der er nødvendigt for at danne tørt pulver.
Hydraulisk kalk:	Brændt kalk fremstillet af egnede, lerholdige kalk-arter. Mørtel fremstillet af hydraulisk kalk har hydrauliske egenskaber, dvs. mørtlen kan afbinde uden tilgang af luft.
Kalkcementmørtel, KC-mørtel:	Mørtel fremstillet af hydratkalk eller kulekalk, cement, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kalkmørtel, K-mørtel:	Mørtel fremstillet af hydratkalk eller kulekalk, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kalksandsten:	Kalksandsten er byggesten fremstillet ved autoklavering af brændt kalk, kvartssand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.

Kulekalk:	Vådlæsket, hydratkalk, brændt kalk med konsistens som dej, fremstillet ved læskning med overskud af vand.
Letbeton med porøse tilslag:	Et produkt fremstillet af uorganiske bindemidler, porøse tilslagsmaterialer og vand, eventuelt med sand og tilsætningsstoffer. Porøse tilslagsmaterialer defineres som angivet i DS 406.
Letbeton uden porøse tilslag, porebeton:	Et produkt fremstillet ved autoklavering af uorganiske bindemidler, finkornet, kiselholdigt materiale og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Letklinkerbeton:	Letbeton med porøse tilslag af ekspanderet brændt ler (letklinker).
Limfugemørtel:	Mørtel til brug i fuger, hvis tykkelse er mellem 1 mm og 3 mm.
Letmørtel:	Mørtel med tørdensitet i hærdnet tilstand mindre end eller lig 1500 kg/m^3.
Massiv mur:	Enkeltmur, opført af byggesten med eller uden huller. Massive mure af mursten i 1/1-stens tykkelse eller mere udformes således, at der er effektiv forbindelse med sten eller trådbindere gennem alle lodrette snit i murens plan.
Massive sten:	Til massive sten henregnes sten, hvor arealet af huller vinkelret på liggefladen højst udgør 10 % af stenens liggeflade.
Minutsugning:	En byggestens minutsugning er den vandmængde, stenens liggeflade kan opsuge på 1 minut ved en standardiseret prøvning, angivet i masse pr. arealenhed.
Molersten:	Et produkt fremstillet ved brænding af moler eller molerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Mursten:	Mursten er byggesten, hvis basishøjde er mindre end 185 mm.
Murstenssortering:	Mursten, der opfylder samme, fuldstændige varedeklaration, benævnes en sortering.
Murværk:	Byggesten sammenføjet i forbandt ved brug af mørtel eller lim.
Mørtel:	Mørtel er en blanding af bindemiddel, tilslagsmateriale og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Nettodensitet:	Stenmassens densitet.
Overfladebehandling:	Omfatter enhver påført belægning på eller behandling af murede overflader. Tynde overfladebehandlinger kan foruden pudslag med tykkelse mindre end 12 mm, sækkeskuring, vandskuring og lignende f.eks. være behandling med maling eller imprægneringsmiddel.
Receptmørtel:	Mørtel, der er fremstillet i et forud fastlagt blandingsforhold, og hvis egenskaber antages ud fra det angivne forhold mellem bestanddelene.
Sand:	Sand fra naturlige aflejringer eller sand fremstillet af knuste eller formalede natursten.
Skalmur:	Massiv mur, der ud over sin egenlast ikke bærer andre væsentlige, lodrette laster, og som er fastholdt med bindere til en bagved liggende stivere konstruktion, som i sig selv er stabil over for alle laster.
Tegl:	Et produkt fremstillet ved brænding af ler eller lerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.

Tilslagsmaterialer:	Kornede materialer, som ikke deltager aktivt i mørtlens hærdning.
Tilsætningsstoffer:	Stoffer, som – uden at være bindemiddel eller tilslagsmateriale – giver mørtlen specielle, tilsigtede egenskaber.
Trykstyrke:	Trykstyrken for et parti mursten bestemmes som angivet i EN 772-1. Trykstyrken angives som et heltal og angives i MPa.
Tyndpuds:	Overfladebehandling af murværk, hvorunder tyndt, dækkende mørtellag – ofte indfarvet mørtel – trækkes på og filtses med egnet filtsebræt. Lagtykkelse svarende til maksimalt ca. 1½ mm.
Typeprøvning:	Førstegangsprøvning med det formål at fastsætte en eller flere af et materiales eller en konstruktions egenskaber.
Vandoptagelse:	En byggestens vandoptagelse er det vandrumfang, stenen kan optage på 1 døgn ved en standardiseret prøvning, angivet i procent af stenmassens rumfang.
Vedhæftningsstyrke:	Styrke ved adskillelse af en liggefuge ved bøjning således, at der sker brud i fugen eller i skillefladen mellem fuge og byggesten. Bestemmes ud fra EN 1052-2 eller EN 1052-5.
Åbningstid:	Den tidsperiode, hvori mørtel og lim kan anvendes.

Lovgivning og standarder/Litteraturhenvisninger og rådgivning

Lovgivning og standarder

www.bygningsreglementet.dk
Bygningsreglement 2010 (BR10), juni 2010
Bygningsreglementet indeholder de juridisk bindende krav, der stilles til byggeriet i Danmark og hertil vejledende tegninger og kommentarer.
Reglementet er udstedt med hjemmel i *Byggeloven.*

www.retsinformation.dk
Byggeloven er det overordnede regelsæt for byggeri i Danmark, hvormed det bl.a. sikres, at bygninger opføres og indrettes, så de er brandsikre og sikre og sunde at opholde sig i.

LBK nr 1185 af 14/10/2010:
Bekendtgørelse af byggeloven

BEK nr 1075 af 10/11/2008:
Bekendtgørelse om markedsføring, salg og markedskontrol af byggevarer

www.eurocodes.dk
www.ds.dk
www.byggevareinfo.dk
Eurocodes, nationale annekser, standarder og Byggevareforordning.

Siden 1. januar 2009 har *Eurocodes* ifølge Bygningsreglementet været det eneste lovlige projekteringsgrundlag i Danmark, og alle byggemyndigheder, byggevareproducenter og bygherrer skal derfor benytte dette fælles grundlag.

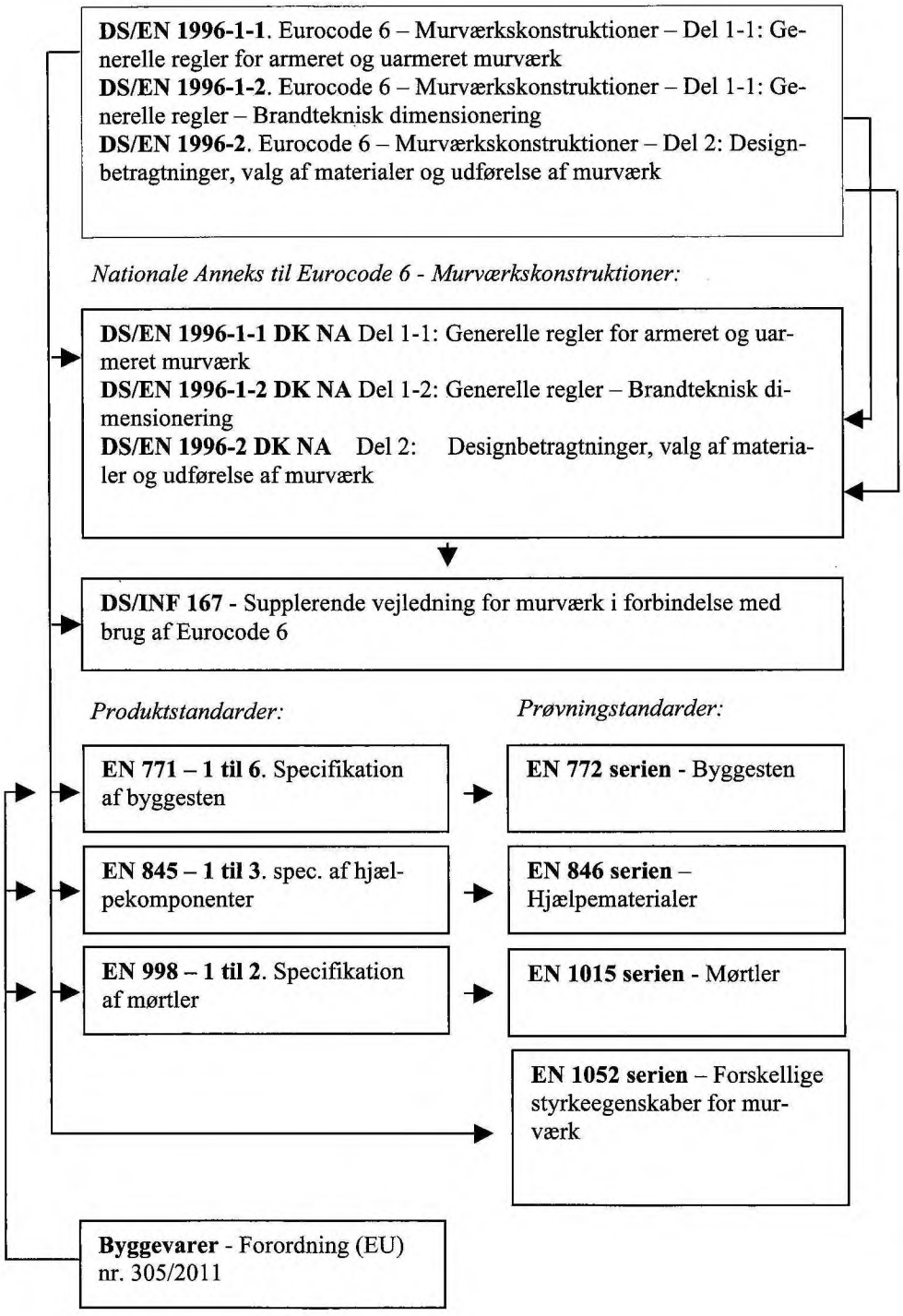
Eurocodes-systemet er *europæiske fælles normer for dimensionering og opførsel af bygningsværker* omfattende alle gængse konstruktioner og materialer, og sammen med de enkelte dele af Eurocodes-systemet skal man i Danmark benytte de tilhørende danske nationale annekser (NA).

Til systemet hører også en række *produktstandarder* baseret på standardiserede prøvninger af byggematerialers og produkters egenskaber og ydeevne. Alle varer, der fremstilles med henblik på at skulle indgå varigt i bygværker, skal – på producentens opfordring – CE-mærkes iht. Byggevareforordningen (CE står for Conformité Européenne: europæisk ensartethed)

Energistyrelsen overvåger markedet for byggevarer og formidler oplysning om henholdsvis CE-mærkning og produktstandarder; Dansk Standard varetager såvel national som international standardisering.

Publicerede Eurocodes, produktstandarder og byggevareforordning kan alle købes hos Dansk Standard.

EUROCODE 6 – SYSTEMET
(pile angiver henvisninger/sammenhænge)



Udvalgte produktstandarder; det er altid seneste gældende standard der skal anvendes

DS/EN 771-1	Forskrifter for byggesten til murværk – Del 1: Teglbyggesten
DS/EN 771-2	Forskrifter for byggesten til murværk – Del 2: Byggesten af kalksandsten
DS/EN 771-3	Forskrifter for byggesten til murværk – Del 3: Betonbyggesten (tunge og lette tilslagsmaterialer)
DS/EN 771-4	Forskrifter for byggesten til murværk – Del 4: Porebetonbyggesten
DS/EN 771-5	Forskrifter for byggesten til murværk – Del 5: Industribyggesten
DS/EN 771-6	Forskrifter for byggesten til murværk – Del 6: Natursten
DS/EN 845-1	Forskrifter for hjælpekomponenter til murværk – Del 1: Murbindere, trækbånd, bjælkesko og vederlagskonsoller
DS/EN 845-2	Forskrifter for hjælpekomponenter til murværk – Del 2: Overliggere
DS/EN 845-3	Forskrifter for hjælpekomponenter til murværk – Del 3: Liggefugearmering af stål
DS/EN 998-1	Beskrivelse af mørtel til murværk – Del 1: Pudsmørtel med uorganiske bindemidler
DS/EN 998-2	Specifikation af mørtel til murværk – Del 2: Muremørtel

DS-hæfte 19: Byggevarer skal CE-mærkes

DS/INF 167: Supplerende vejledning for murværk i forbindelse med brug af Eurocodes 6

Byggevareforordning (CPR) (EU) nr. 305/2011

Litteraturhenvisninger og rådgivning

Danske Tegl
Knabrostræde 30, 1210 København K
T + 45 3332 2230
info@muro.dk
www.muro.dk

Fugtspærre i murværk, 2002
Vejledning i vedligeholdelse af murværk og tegltage, 2001
Afsyring af udvendigt murværk, 2008
Brand-dimensionering af murede konstruktioner, 2003
CE-mærkning af murværksmaterialer, 2005
Eftermontering af trådbindere, 2005
Eftermontering af trådbindere i hule mure, 2003
Håndtering og montage af teglelementer, 2002
Isolering i hulmure, 2003
Kontrolordninger – Mursten og murværkselementer, 2002
Kontrolordninger – Mørtler, 2002
Murværk og lydisolation, 2002 (Bygningsreglement '95)
Skæring af tagsten ved skotrender, 2004
Vintermuring, 2002
Udvendig isolering og puds, 2010

Fliser – på væg og gulv, 2006
Murede ildsteder, 2006
Murværk – lærebog for ingeniører, 2005
Murerbogen (Erhvervsskolernes Forlag/Forlaget Tegl), 2005
Materialelære (Erhvervsskolernes Forlag/Forlaget Tegl), 2000
Puds – før og nu (Erhvervsskolernes Forlag/Forlaget Tegl), 1999
Murstensforbandter (Erhvervsskolernes Forlag/Forlaget Tegl), 1996
Renoveringshåndbogen Mur & Tag, 1999

Tegl 18 – Overfladebehandling af nyt murværk, 2003
Tegl 26 – Tegl og akustik, 1998
Tegl 28 – Fuger i murværk, 1999
Tegl 30 – Natursten, inde, 2002
Tegl 31 – Armeret murværk, 2000
Tegl 36 – Oplægning af tegltage, 2005
Tegl 37 – Udførelse af blankt murværk, 2010

Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter
Kongsvang Allé 29, 8000 Aarhus C
T + 45 7220 3800
klimaskaerm@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk og www.mur-tag.dk

Pudsning med indfarvet mørtel, 1990
Rensning af tilsmudsede facader, 1993
Renoveringshåndbogen – Mur og Tag, 1999
Lærebog i EN 1996-1-1. Eurocode 6 – Murværkskonstruktioner, 2008
Murværksprojektering, ver. 5.0 – hentes på www.ec6design.com
Mur- og tagdetaljer – hentes på www.mur-tag.dk
Vejledning om fugtspærre i murværk, 2011 – hentes på www.mur-tag.dk

Dansk Byggeri
Nørre Voldgade 106, 1358 København K
T + 45 7216 0000
info@danskbyggeri.dk
www.danskbyggeri.dk

www.tolerancer.dk
Hvor går grænsen? – Måleregler og kontrolmetoder, 1. Udgave marts 2007
Hvor går grænsen? – Tolerancer for murværk og overflader, 1. Udgave marts 2007
Veludført murerhåndværk, 1. Udgave, juni 2008

3F
Kampmannsgade 4, 1790 København V
T +45 7030 0300
3f@3f.dk
www.3f.dk

Kalk- og Teglværksforeningen af 1893
Nørre Voldgade 48, 1358 København K
T+ 45 3332 3434
kalktegl@mail.dk
www.kalk-tegl.dk

SBi, Statens Byggeforskningsinstitut
A. C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV
T +45 9940 2525
sbi@sbi.aau.dk
www.sbi.dk

SBi-anvisninger
Serien præsenterer tekniske løsninger som SBi anbefaler på baggrund af forskning og erfaringer fra praksis. De fleste anvisninger kan udelukkende købes som trykte bøger og findes kun i enkelte tilfælde i elektronisk form på sbi.dk.

Anvisning 240 Efterisolering af småhuse - byggetekniske løsninger
Anvisning 239 Efterisolering af småhuse - energibesparelser og planlægning
Anvisning 237 Lydisolering mellem boliger - nybyggeri
Anvisning 099 Samlinger. Sammenbygningsprincipper for byggekomponenter
Anvisning 101 Trådbindere til forankring af skalmure
Anvisning 108 Fugemasser og facadefuger
Anvisning 110 Konstruktioner i beboelsesbygninger med indtil 2 etager
Anvisning 112 Bygningers lydisolering. Nye bygninger
Anvisning 139 Bygningers fugtisolering
Anvisning 147 Konstruktioner i småhuse. Styrke - Fugt - Isolering - Brand
Anvisning 169 Gulve og vægge i vådrum - i nye boliger og ved renovering
Anvisning 178 Bygningers fugtisolering
Anvisning 180 Badeværelser
Anvisning 184 Bygningers energibehov
Anvisning 064 Mørtel, muring, pudsning. Teknologisk håndbog
Anvisning 233 Radonsikring af nye bygninger
Anvisning 232 Radon - kilder og måling
Anvisning 230 Anvisning om Bygningsreglement 2010
Anvisning 224 Fugt i bygninger
Anvisning 222 Tilgængelige boliger
Anvisning 214 Klimaskærmens lufttæthed
Anvisning 172 Bygningers lydisolering. Nyere bygninger
Anvisning 213 Bygningers energibehov: Be10 beregningsprogrammet
Anvisning 211 Korroderede trådbindere i murværk
Anvisning 207 Anvendelse af alternative isoleringsmaterialer
Anvisning 189 Småhuse (inkl. tillæg)
Anvisning 200 Vådrum
Anvisning 178 Bygningers fugtisolering
Anvisning 179 Indeklimaet i boligen
Anvisning 166 Bygningsakustik
Anvisning 167 Lydisolation i praksis
Anvisning 177 Facadefuger
Anvisning 191 Introduktion til byggelogistik
Anvisning 156 Skalmure ved udvendig efterisolering
Anvisning 157 Trådbindere til forankring af skalmure og hule mure
Anvisning 130 Måling af termisk indeklima
Anvisning 196 Indeklimahåndbogen

SBI-rapporter
Serien SBI-rapporter (før 1. november 2000) afrapporterer afsluttede forskningsprojekter.
Rapport 223 Murværk
Rapport 274 Styrkeegenskaber og deformationskapacitet af tværbelastet murværk

SBi-forskning
Udgivelserne foreligger altid i elektronisk form på sbi.dk og kan tillige købes i trykt form.
SBi 2013:02 Overholdelse af kravene i bygningsreglementet
SBi 2011:22 Renovering af efterkrigstidens almene bebyggelser
SBi 2010:10 Balanceret murværk
SBi 2009:01 Muret byggeri og indeklima
SBi 2006:13 Murværk opmuret med vådmørtler

Fonden BYG-ERFA
Hillerødvejen 120, 3250 Gilleleje
T + 45 8230 3022
info@byg-erfa.dk
www.byg-erfa.dk

Byggetekniske erfaringsblade:

(13) Terrændæk

98 12 01 Kapillarbrydende lag i terrændæk
99 04 19 Fundering af terrændæk
04 08 03 Terrændæk – kuldebroer ved indervægge og rørgennemføringer
07 10 30 Vandbelastede sokler ved terrændæk – terrænforhold og niveaufri adgang

(19) Bygningsbasis under ét

01 12 19 Niveaufri adgang til bygninger med terrændæk
04 07 30 Fugtopstigning i ydermure– efter renovering af terrændæk i ældre bygninger
04 12 28 Fugtskader i ældre kældre – undersøgelser
04 12 29 Fugtskader i ældre kældre – udbedring og forebyggelse
11 12 28 Terrændæk i ældre bygninger – fugtopstigning i ydermure efter renovering

2. Primære bygningsdele

(20) Terræn

98 06 29 Murværk afsluttet med rulskifte

(21) Ydervægge

96 06 24 Fugt i skalmure og formure
98 05 25 Revner i skalmure og formure fra temperatur- og fugtbevægelser
99 05 31 Stormskader på murede vægge
99 11 25 Forvitring af murværk fremkaldt af krystalliserende salte, 2. udg.
99 11 26 Saltudblomstringer på murværk, 2. udg.
00 10 17 Graffiti på bygningsfacader – fjernelse og forebyggelse
00 11 28 Tynde overfladelag af mørtel – skader og reparation
01 10 01 Afskalninger fra mørtelfuger
01 10 02 Misfarvende kalkudfældninger på murværk
01 10 03 Stormskader på murede gavltrekanter
01 12 28 Afstivning af murværk under opførelse
01 12 29 Farveforskelle i overfladelag af indfarvet mørtel
02 12 13 Midlertidig afstivning af murværk i byggeperioden
02 12 17 Teglbjælker i murværk – over vindues- og døråbninger
04 12 31 Trådbindere i murværk – undgå risiko for nedstyrtning
05 12 30 Utætte ydervægge ved gulv – under døre og vinduer
08 06 27 Undgå afsyring af murværk – misfarvninger og forvitringer
10 05 19 Murbier i murværk – forebyggelse og reparation
11 02 19 Fugtspærre og plastprofilrender over vinduer og døre i murværk
11 12 27 Efterisolering af hulmur - forundersøgelser og forudsætninger

(27) Tage

97 11 24 Undertage – Opbygning, materialer og projektering
97 11 25 Undertage – Udførelse og detaljer
98 12 02 Fugt på undersiden af tegl- og betontagsten i tagrum uden undertag
05 06 28 Traditionelt, fast undertag med vingetagsten
05 12 08 Oplægning af naturskifer
08 12 30 Ventilation af tagkonstruktioner– tagrum, hanebåndslofter, skunkrum og paralleltage
09 10 30 Afdækning af skalmure – ved tilslutning til flade tage uden udhæng
10 05 25 Små, murede skorstene – naturgas- og oliefyringsanlæg
10 05 26 Små murede skorstene – reparation og vedligeholdelse

(29) Primære bygningsdele under ét

96 12 09 Typiske svigt i småhuses stabilitet
96 12 10 Statik i stabile småhuse
96 12 11 Konstruktioner i stabile småhuse
96 12 13 Forankring og stabilisering af småhuse med vægge af letbeton
97 12 16 Udførelse af fugtspærre mellem fundament og vægge i ældre, murede bygninger, 2. udg.
04 06 02 Ydervægge i uopvarmede og kortvarigt opvarmede bygninger – skal der være dampspærre?
06 12 23 Udtørringsbeskyttelse af nystøbt beton
07 12 27 Revner i bygninger – undersøgelser og analyse
07 12 28 Revner i bygninger – eksempler, årsag og risiko
08 04 28 Revner i bygninger – udbedring i beton og murværk
12 12 25 Revnedannelser og dilatationsfuger i murværk

3. Kompletterende bygningsdele

(31) Ydervægge

09 10 29 Indvendig efterisolering af ældre ydermure
12 07 19 Sålbænke i murværk

(37) Tage

06 04 06 Taginddækninger af zink, aluminium, kompositter og bly
12 07 20 Inddækninger af metal - mellem tag og murværk

4. Overfladebygningsdele

(41) Udvendige vægoverflader

91 04 15 Maling af pudsede facader
93 09 01 Kalkning og maling af ældre facader
94 06 27 Plantevækst på facader
95 06 26 Udskiftning af fuger i ydervægge
95 06 27 Fejlfinding og materialevalg ved udskiftning af fuger
06 12 31 Fuger omkring vinduer i teglydervægge – udskiftning

(42) Indvendige vægoverflader

02 10 16 Malebehandling af vægge i vådrums "fugtige zone"
05 04 11 Misfarvning af fuger i vådrum – årsager, forebyggelse og udbedring

(43) Dæk

01 03 01 Keramiske fliser og klinker – lægning af gulve i cementmørtel
02 09 26 Gulvafløb og afløbsledninger i badeværelser

(47) Tage

00 10 18 Tagunderstrygning med PUR-skum. Tilstandsvurdering og skadeudbedring

(49) Overflader under et

04 05 28 Begroninger – alger, lav og mos på tagsten, facader og udendørs gangarealer

9. Sum-Gruppe

(99) Bygninger under ét

05 06 26 Fugtundersøgelse af bygninger
06 04 01 Klimaskærmens tæthed – krav, måling, lufttætning
12 07 23 Udtørring efter vandskade
11 12 30 Termografiske undersøgelser – kuldebroer, isoleringsevne og fugt i bygningskonstruktioner

VarmeisoleringsForeningen VIF
v/Byggecentrum, Lyskær 1, 2730 Herlev
T +45 7012 0600
vif@vifisolering.dk
www.vif-isolering.dk

U-værditabel og Produktoversigt 2012

Detaljer/tegninger er hentet på hjemmesiden www.mur-tag.dk, Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter