

The background of the cover is a close-up photograph of a construction site. A hammer is visible in the upper right corner, and a red string line runs horizontally across the middle of the image. The surface appears to be concrete or masonry, with some texture and shadows.

MHB

MURERHÅNDBOGEN 2020

Indholdsfortegnelse

Om Murerhåndbogen 2020	8
De 10 Bud	9
 Projektering	11
Murværk skal beregnes og kontrolleres	11
Konsekvens- og kontrolklasser	12
Styrkeparametre i murværk. Valg af mørtel.	14
Konstruktive forhold	14
Facademur med luftspalte /materialeadskillelse	16
Ventilering af uisolerede hule mure	18
Dilatationsfuger - en nødvendighed	18
Dilatationsfuger, vejledning	19
Dilatationsfuger, placering	23
Bygningsfysik	27
Varmeisolering	27
Radon og radonsikring	28
Krav i Bygningsreglementet, lyd	30
Skillevægge og lejlighedsskel	30
Brand	34
Eksponeringsklasser	35
Saltpåvirkning. MX4	38
Vandpåvirkning	40
 Materialer	41
Murværk	42
Vandgennemtrængelighed	43
Tæthed af bagmur	43
Byggesten. Mursten og blokke	46
Materialer (byggesten)	47
Tegl	48
Genbrugssten	48
Kalksandsten	50

Betonbyggesten/letklinkerblokke	50
Porebeton	52
Egenskaber	52
Format	53
Trykstyrke	54
Holdbarhed	54
Densitet	56
Minutsugning	57
Vandoptagelse	57
Teglmurstens struktur og farver	58
Engoberede mursten	59
Mørtel	60
Egenskaber	61
Frisk mørtels egenskaber	61
Hærdnet mørtel	62
Hærdnet mørtel - andre egenskaber	64
Receptmørtel	65
KC-mørtler	66
Funktionsmørtel	67
Sammenligning funktions- og receptmørtler (styrke)	68
Andre mørtler	69
Kalkmørtel	69
Cementmørtel	69
Hydraulisk kalkmørtel	70
Murcementmørtel (murcem)	70
Delmaterialer i mørtel	70
Bindemidler	70
Tilsætningsstoffer til receptmørtler	72
Tegl til facadebeklædning	72
Beklædningstegl til facader - deklaration og CE-mærkning	73
Teglskaller til facader - deklaration og CE-mærkning	75
Murkomponenter	75
Tegloverliggere	76
Dimensionering	78

Murbindere	79
Murkonsoller	82
Materialer til fugtisolering	85
Armering til murværk	86
Isoleringsmaterialer	89
Oversigt over isoleringstyper på markedet	90
CE-mærkning af byggevarer	93
Hvad skal man være opmærksom på som indkøber og udførende .	95
Hvad skal man være opmærksom på, når man modtager byggev ..	96
Hvordan CE-mærket og ydeevnedeklarationen læses	96
Udførelse	97
Opmuring	98
Målaftsætning	99
Forbandt	101
Tildannelse af delformater	101
Materialeforbrug (nettomængder)	102
Fremstilling af mørtel på byggeplads	105
Afmåling/dosering	107
Kalktilpasset mørtel til KC-mørtel	108
Blanding generelt	114
Opmuring generelt	115
Lodsteder	117
Tolerancer	118
Øvrige udfaldskrav - forventningsafstemning	118
Bedømmelse af forbandtet	120
Kontrolklasse	122
Udførelseskontrol	123
Tolerancer for vægfeltet	127
Modtagekontrol	133
Trådbindere	134
Antal bindere	136

Skalmure	137
Massive mure	138
Fugtspærre - fugtstandsede membran	139
Fremgangsmåde generelt	140
Fugtspærre ved fundament	141
Radon	142
Fugtspærre over åbninger	142
Fugtspærre ved præfabrikerede teglbjælker	142
Fugtspærre ved kompositbjælker	142
Fugtspærrers placering, snittegninger	144
Hulmur/sokkel	144
Fugtspærre ved søjle	145
Vindue (lodret snit)	146
Fugtspærre med rustfast profil	147
Betonbjælker	148
Bjælker og overliggere	149
Kompositbjælker, udførelse	150
Understøtning under opmuring	151
Fjernelse af understøtninger (bjælker og overliggere)	152
Styrkeudvikling - vedhæftningsstyrke	152
Afstivning af murværk under opførelsen	153
Tværafstivning af murede vægge i rejsningshøjde	157
Afstande mellem afstivninger	157
Afrensning (afsyning)	159
Murværkets beskyttelse under udførelsen	162
Hvorfor afdækning?	163
Totaloverdækning	163
Principper for afdækning	164
Materialeoplagring	164
Afdækning generelt	166
Afvanding fra undertag	167

Afvanding fra etagedæk	169
Etagedæk med fortsat bagmur	169
Afdækning af murkrone	170
Formur og vinduesåbninger	171
Efter afsluttet opmuring	172
Vinterforanstaltninger	174
Sommerforanstaltninger	175
Murafslutninger	176
Fritstående mure	177
Murafslutning med tegltagsten	177
Afslutning med rulskifte	179
Murafslutning med andre materialer	180
Skorstensafslutninger	181
Fuger i murværk	183
Mørtelvalg	183
Valg af mørtel efter eksponeringsklasse	184
Mørtelvalg ud fra murstens minutsugning	186
Udkradsning og efterfølgende fugning	188
Opmuring med fugning	190
Fugefinish	191
Fugeprofiler	192
Facadebeklædning i tegl	193
Beklædningstegl	194
Teglskaller	195
Fliser og opsætning af fliser	196
Overfladebehandling	197
Før valg af overfladebehandling	198
Mekanisk påvirkning	198

Konstruktiv beskyttelse	198
Mørtelfuger	199
Valg af materialer til overfladebehandling	200
Pudsmørtel efter eksponeringsklasse	202
Reparationer	205
Udførelse generelt	205
Byggepladsen	205
Udtørring	206
Tidspunkt	206
Forvanding	207
Planlægning af arbejdsproces	207
Beskyttelse og efterbehandling	208
Kvalitetssikring	209
Tykke pudslag, udførelse	209
Opbygning	209
Underlag	211
Tykke pudslag, arbejdsgang udvendigt	212
Tykke pudslag, arbejdsgang indvendigt	213
Overfladebehandling med tynde mørtellag, udførelse	213
Krav til underlag og forberedelse	214
Udførelsen generelt (alle typer tynde mørtellag)	215
Tyndpuds	216
Vandskuring	217
Filtsning	217
Sækkeskuring	218
Berapning og svumning	219
Maling	219
Imprægnering	221
Imprægneringsmidler	222
Væsentlige forhold	223
Etablering af prøvefelt	224

Teglgulve	225
Indendørs	227
Udendørs	228
 Renovering	 230
Krav om energirenovering i forbindelse med ombygning	230
Forundersøgelser	232
Fredede og bevaringsværdige bygninger	232
Mekanisk bæreevne ved renovering	234
Energirenovering ved efterisolering	235
Ydervægge med indvendig efterisolering eller hulmursisolering	235
Ydervægge med udvendig efterisolering	236
Opstigende grundfugt	238
Åbninger i eksisterende murværk	238
Udførelse af åbninger i eksisterende murværk	238
Revner i buer og stik	246
Afrensning	249
 Vedligeholdelse og eftersyn	 251
Checkliste eftersyn	252
Eftersyn af blankt murværk	252
Udvendigt, overfladebehandlet murværk	254
Tegltage	255

Om Murerhåndbogen 2020

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

Murerhåndbogen 2020 er udarbejdet med afsæt i gældende bygningsreglement BR 18, Eurocodes 6-systemet med tilhørende dansk nationalt annekse og Dansk Standards anvisninger.

– Og så er Murerhåndbogen også udarbejdet med afsæt i den tekniske fælleseje, som faget står bag og løbende formidler gennem publikationer om god praksis og veludført murerarbejde.

Bygningsreglementet, BR 18, 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 opførelse 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.

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, henvises til www.mur-tag.dk

De 10 Bud

"De 10 bud" er en kampagne, lanceret af Danske Tegl.

De 10 Bud er en huskeliste over de ti vigtigste ting, der skal tages med i processen når der opføres muret byggeri – for at undgå omkostningskrævende fejl.

Arkitekter, bygherrer, ingeniører og murere kan bruge listen til at hjælpe hinanden med at undgå fejl og mangler.

Kampagnen De 10 bud er blevet til i et tæt samarbejde mellem Dansk Byggeri – Murersektionen, Københavns Murerlaug og Danske Tegl. Mere information og kampagnemateriale, videoer m.m. kan findes på www.de10bud.dk

Murerhåndbogen dækker alle aspekter af det murede byggeri, og korrekt projektering, valg af materialer og udførelse omhandler selvfølgelig mange emner ud over de 10 bud.

I Murerhåndbogen 2020 er De 10 bud markeret i relevante afsnit.

En oversigt over afsnit i MHB, relevante for De 10 bud, findes i nedenstående tabel:

De 10 Bud	Findes bl.a. i disse afsnit af MHB 2020
1. Projektet skal være tydeligt	Projektering, Konstruktive forhold Udførelse, Fuger i murværk, Mørtelvalg
2. Gør murværket til en del af bygværket	Projektering, Eksponeringsklasser

3. Planlæg arbejdet	Udførelse, Opmuring
4. Tal med bygherren – afstem forventninger	Udførelse, Øvrige udfaldskrav
5. Miljø og materialer skal passe sammen	Materialer, Murkomponenter, Murbindere
6. Sten og mørtel skal passe sammen	Udførelse, Fuger i murværk, Mørtelvalg ud fra minutsug
7. Dæk murværket af	Udførelse, Afdækning Udførelse, Partiel afdækning
8. Fyld fugerne	Udførelse, Fuger i murværk
9. Mur rent – og minimer brugen af syre	Opmuring, Afrensning af murværk
10. Styr fugten – husk fugtspærren	Udførelse, Opmuring, Fugtspærre

Projektering

Murværk skal beregnes og kontrolleres

Alle murværkskonstruktioners og konstruktionsdeles *bæreevne og stabilitet* skal eftervises ved *beregning*.

I Bygningsreglement 2018, kap. 15, 'Konstruktionerr' anses kravene til dimensionering af byggekonstruktioner at være opfyldt, når konstruktionerne dimensioneres på grundlag af Eurocodes-systemet med tilhørende danske annekser.

Projektering og udførelse af murværkskonstruktioner skal ske i overensstemmelse med:

1. DS/EN 1996-1-1 +A1:2013 Murværkskonstruktioner, Generelle regler for armeret og uarmeret murværk med DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014.
2. DS/EN 1996-1-2:2007 Murværkskonstruktioner, Brandteknisk dimensionering med DS/EN 1996-1-2 DK NA.
3. DS/EN 1996-2:2007 Murværkskonstruktioner, Designbetragtninger, valg af materialer og udførelse af murværk med DS/EN 1996-2 DK NA:2007.

Desuden er Dansk Standards vejledning *DS/INF 167* 'Supplerende vejledning for murværk i forbindelse med brug af Eurocode 6' gældende.

Med online beregningsprogrammet *Murværksprojektering* udviklet af Teknologisk Institut og SBI for Danske Tegl til brug for beregning af murede konstruktioner, kan alle former for tryk-, tvær- og forskydningspåvirkede konstruktioner beregnes i overensstemmelse med ovenfor nævnte standarder. Endvidere kan antal og placering af trådbindere bestemmes, og teglbjælkers og stabiliserende vægges bæreevne kan eftervises.

Yderligere vejledning i projektering kan findes her:

Lærebog

Kogebog - EC6 (vejledning til *Murværksprojektering*)

- samt i de øvrige afsnit om Projektering

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

Gældende versioner af Bygningsreglement kan findes på www.bygningsreglement.dk

Gældende versioner af standarder kan findes på www.ds.dk.

Konsekvens- og kontrolklasser

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. (DS/EN 1990:2007 Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner)

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 (DS/EN 1990 DK NA:2013 Nationalt Anneks til Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner):

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 dørøverligger 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* (DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014). 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.

Styrkeparametre i murværk. Valg af mørtel.

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.

Vær opmærksom på at styrker er afhængig korrekt hærdningsforløb for mørtel og at styrkerne således først opnås når dette er tilfældet.

Styrkeegenskaber for funktionsmørtler skal deklareres af producenten. Styrkeegenskaber for receptmørtler (4 typer kalkcementmørtel) er defineret i DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014 sammen med en række betingelser for mørtlens fremstilling og delmaterialer.

Styrkeparametre for teglstensmurværk er samlet og kan læses/downloads ved at [klikke her](#).

Værdierne er beregnet/indsamlet fra:

- Murværksnormen: EN 1996-1-1
- Supplerende information til normen: DS/INf 167
- Tegl 24 (pjece fra KT93)
- Deklarerede værdier for funktionsmørtler
- Deklarerede værdier for murværk opmuret med bestemte kombinationer af tegl/mørtel

Konstruktive forhold

Mursten er et byggemateriale, der har været benyttet i adskillige århundreder. I årenes løb er der ikke sket de store ændringer i, hvorledes man har anvendt mursten som byggemateriale. Dimensioner på mure og detaljer i opbygningen har stort set været baseret på de erfaringer og den håndværksmæssige kunnen, som er opbygget gennem tiden. Bygningerne, der er udformet

efter disse traditioner, har derfor fungeret tilfredsstillende med en minimal vedligeholdelse over en forholdsvis lang årrække.

Husk De 10 bud:

- **Bud nr. 2 Gør murværket til en del af bygværket**

De konstruktive forhold er vigtige for at sikre et godt byggeri, samlet set. Vær også opmærksom på eksponeringsklassernes betydning for valg af materialer, se afsnit om eksponeringsklasser

Ændret anvendelse

I de sidste årtier er der imidlertid sket betydelige ændringer i forhold til, hvorledes murværk tidligere har været anvendt. Det har dels været ændringer forårsaget af arkitektoniske ønsker, dels ændringer bestemt af energiokonomiske forhold.

Begge dele har ofte medført, at murværk er blevet udsat for andre og større fysiske påvirkninger, end hvad der tidligere har været tilfældet. Der kan for ydermere f.eks. nævnes større temperaturvariationer ved forbedret hulmursisolering og større vandbelastning ved reduceret eller intet udhæng.

Indsamlede erfaringer

Selv om ændringerne kan have været nok så små, så bevæger man sig støt bort fra tidligere tiders traditioner, uden at det direkte kan ses i det færdige bygværk. Dette stiller endnu større krav til udformningen af en konstruktion og til at vurdere, hvordan den vil opføre sig under de ændrede påvirkninger. Visse erfaringer er i de senere år indhøstet med hensyn til de ændrede forhold. De vigtigste af disse erfaringer kan samles i følgende 5 råd:

- Anvend ikke stærkere mørtel end nødvendigt. Anvend en mørtel der er egnet til den påtænkte konstruktion/geometri, beliggenhed og murstenen.
- Indlæg lodrette dilatationsfuger, særligt på de steder, hvor murværket kan blive udsat for store temperaturvariationer og de steder, hvor der erfaringsmæssigt opstår revner. [Se eller download artikel om dilatationsfuger her.](#)
- Adskil for- og bagmur helt fra hinanden, dette gælder også murkroner.
- Brug 2-trins tætninger i alle vandrette fuger, og helst også i de lodrette.

- Udform konstruktionen efter byggematerialerne; der er stor forskel på byggematerialers fugt- og temperaturbevægelser.
- Sørg for effektive fugtspærre mellem for- og bagmur, ved sokkel og over alle åbninger. Læs mere her.

Facademur med luftspalte /materialeadskillelse

Facademur (skalmur) kan opføres med eller uden et ventileret, materialeadskillende hulrum mellem facademuren og isoleringslaget. Se figuren nedenfor.

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

Når facaden opføres uden mekanisk sikring af en fri spalte som beskrevet, kan mellemrummet mellem formur og isolering ikke regnes ventileret. Der er ikke krav om at studsfiger skal udkradses ved soklen – indtrængende vand kan drænes ud via den nederste liggefuge.

Når facaden opføres med ventileret materialeadskillelse, skal følgende sikres:

- Ventilerede hulrum skal have en effektiv bredde på mindst 40 mm. (Vær opmærksom på ekspandering af isoleringsmateriale)
- Isoleringen skal fastholdes effektivt mod bagmuren med "citronskiver", for eksempel med murbindere, som er beregnet til dette.
- Bagmuren skal være lufttæt. I modsat fald må der anvendes vindspærre for at undgå luftstrømning i isoleringen.
- Det skal sikres, at mørtelspild ikke fylder ventilationsspalten op. Man kan anvende et mørtel spildbræt som løbende trækkes op. Der findes i dag forskellige produkter, som kan opsamle mørtelspild så hulrummet ikke blokeres, benævnt f.eks. mørtel opsamlings enhed.

- I forbindelse med opmuringen skal der være fokus på at have den rette mørtelmængde på skeen og anvende den rette opmuringsteknik for at mindske mørtelspild.
- Der skal udkradses studsfiger ved sokkel og tag, samt over og under alle fugtspærre, som gennembyrder facaden

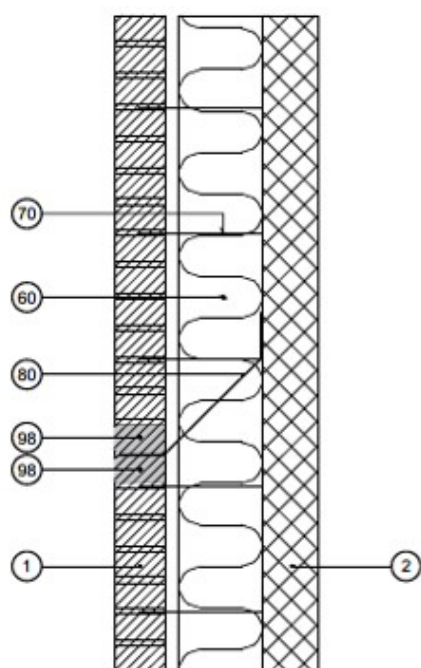
Der bør samtidig være øget fokus på at sikre en plan bagvæg med fyldte figer, når der åbnes for ventilering.

Bemærk også, at ved beregning af konstruktionens varmetab efter DS 418, skal der tages hensyn til det ventilerede hulrum (§6.4.2 og §6.4.3 om ventilerede hulrum), idet der skelnes mellem "svagt ventilerede" og ventilerede hulrum.

Se mere om baggrunden for at vælge ventileret facademur her.

Princip for ventileret facademur. Ventilationsspalten bør være mindst 30 mm effektivt.

Mørtelstop er ikke vist. Husk at der skal være åbne studsfiger (pos. 98) både over og under evt. fugtspærre.



1	Formur tegl	70	Trådbinder
2	Bagmur i letklinket beton	80	Fugtspærre
60	Isolering	98	Åbne studsfiger

Ventilering af uisolerede hule mure

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

Afstanden mellem de tomme figer skal være 1/2 m (2 løbere); i nederste skifte skal figerne være tomme helt ned til paplaget på fundamentet, og der må ikke ligge "spildmørtel" på paplaget.

Har muren en særlig udsat beliggenhed, kan det være gavnligt kun at holde den nedre tredjedel af de nævnte studsfiger tomme i nederste skifte og den øvre tredjedel i øverste.

Dilatationsfiger - en nødvendighed

En bekymrende stor del af Teknologisk Instituts besigtigelser handler om revner i formuren, der opstår, fordi muren ikke har tilstrækkelig mulighed for at arbejde (dilatationsrevner). Disse problemer kan dog relativt let undgås ved at sikre den nødvendige fleksibilitet i muren gennem dilatationsfiger og binderfri hjørner.

Dilatationsfiger er ikke kønne og under projekteringen forsøges antallet derfor minimeret og i nogle tilfælde glemmes de helt, hvilket dog ikke er hensigtsmæssigt, da risikoen for skader og store omkostninger er høj.

Læs eller download artikel om dilatationsfiger ved at klikke [her](#).

Dilatationsfuger, vejledning

Der skal placeres dilatationsfuger eller træffes andre foranstaltninger i et sådant omfang, at temperatur- og fugtbevægelser kan foregå, uden at der opstår svækkende revnedannelser. Ved placering af dilatationsfuger i murværk skal der tages hensyn til de øvrige konstruktionsdeles dilatationsmuligheder.

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

Regningsmæssige parametre for længdeændringer

	Længderetning	Bygningssvind 1)	Reversibel fugtbevægelse 2)
Byggesten	°C-1	mm pr. m (‰)	mm pr. m (‰)
beton	$10 \cdot 10^{-6}$	0,20 - 0,80 3)	- 4)
kalksandsten	$8 \cdot 10^{-6}$	0,10	0,10
letklinkerbeton	$8 \cdot 10^{-6}$	0,55	0,10
moler	$8 \cdot 10^{-6}$	0,10	- 5)
porebeton	$7 \cdot 10^{-6}$	0,05	0,30

tegl	$5 \cdot 10^{-6}$	0,03	0,03
------	-------------------	------	------

Noter til tabellen:

- 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 et fugtindholdet efter 3 døgn ved 23°C og 90% RF.
- 3). Værdierne afhænger af vandindholdet per m³. Værdierne gælder for intervaller 125 - 225 l/m³.
- 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.

Afstande mellem dilatationsfuger

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_b og mørtlens styrke ved $f_{m,xk1}$.

Værdierne med blå/grønne tal (i øverste højre trekantsområde) angiver, at bruddet udelukkende kommer i fugen. I dette område kan de høje afstande mellem dilationsfugerne anvendes (fx 25-30 m).

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

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

Eksempler:

- En ren kalkmørtel opmuret med en byggesten med $f_b = 25$ MPa med vedhæftningsstyrken $f_{m,xk1} < 0,10$ MPa. Her kan afstanden mellem dilationsfugerne sættes til 30 m.
- Vådmørtel KC 50/50/700 opmuret med en byggesten med $f_b = 20$ MPa med vedhæftningsstyrken $f_{m,xk1} = 0,10$ MPa. Her kan afstanden mellem dilationsfugerne sættes til 25 m.
- Vådmørtel KC 50/50/700 opmuret med en byggesten med $f_b = 10$ MPa med vedhæftningsstyrken $f_{m,xk1} = 0,10$ MPa. Her kan afstanden mellem dilationsfugerne sættes til 20 m.
- En funktionsmørtel opmuret med en byggesten med $f_b = 15$ MPa med vedhæftningsstyrken $f_{m,xk1} = 0,25$ MPa. Her kan afstanden mellem dilationsfugerne sættes til 20 m.
- En tørmørtel KC 35/65/650 opmuret med en svagtsugende sten med en minutsugning på maksimalt $2,0 \text{ kg/m}^2$ og $f_b = 15$ MPa har vedhæftningsstyrken $f_{m,xk1} = 0,60$ MPa. Her kan afstanden mellem dilationsfugerne 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

Dilatationsfuger, placering

Her skal der altid være dilatationsfuger

Ved sammenbygning af murværk med beton eller andre konstruktionselementer med afvigende 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.

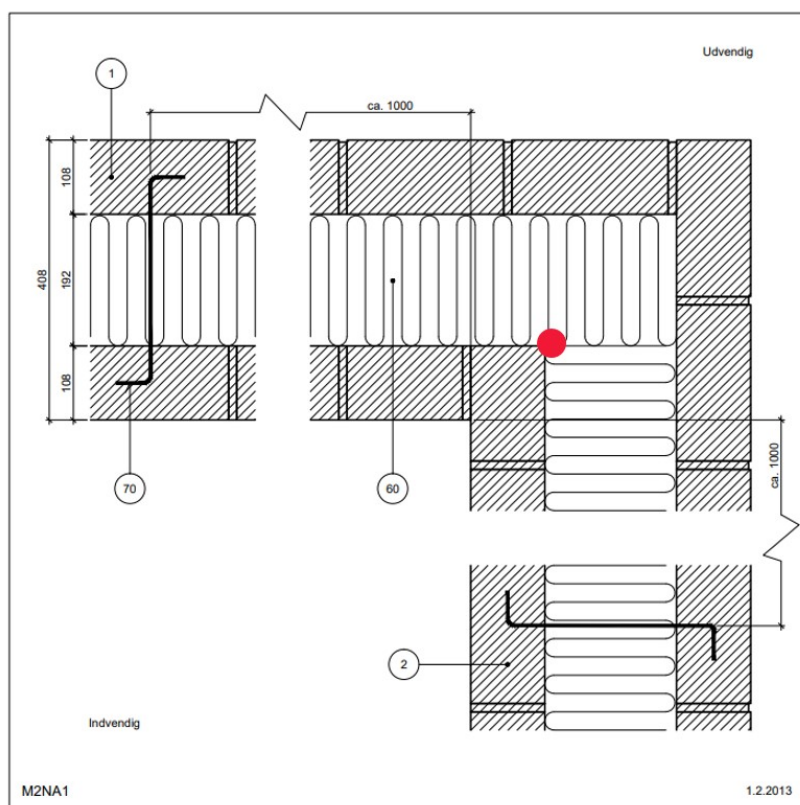
Såfremt dele af murværket er båret af konsoller påmonteret bagmuren og andre dele understøttet på fundamentet, bør der etableres en dilatationsfuge imellem de 2 typer murværk.

Eksempler på 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 m.m bør være lige stor

afstand mellem fugerne, hvorimod der, såfremt facadeudformningen er uensartet mht. vinduer m.m. bør tages udgangspunkt i facadernes bevægelsespunkter og spring i murværkstværsnit. Bevægelsesnulpunkter vil ofte være placeret i facadedeles tyngdepunktslinier.

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 (se tegning).



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 næste hjørne, fri kant eller dilatationsfuge.

1 Teg i formur

2 Teg i bagmur

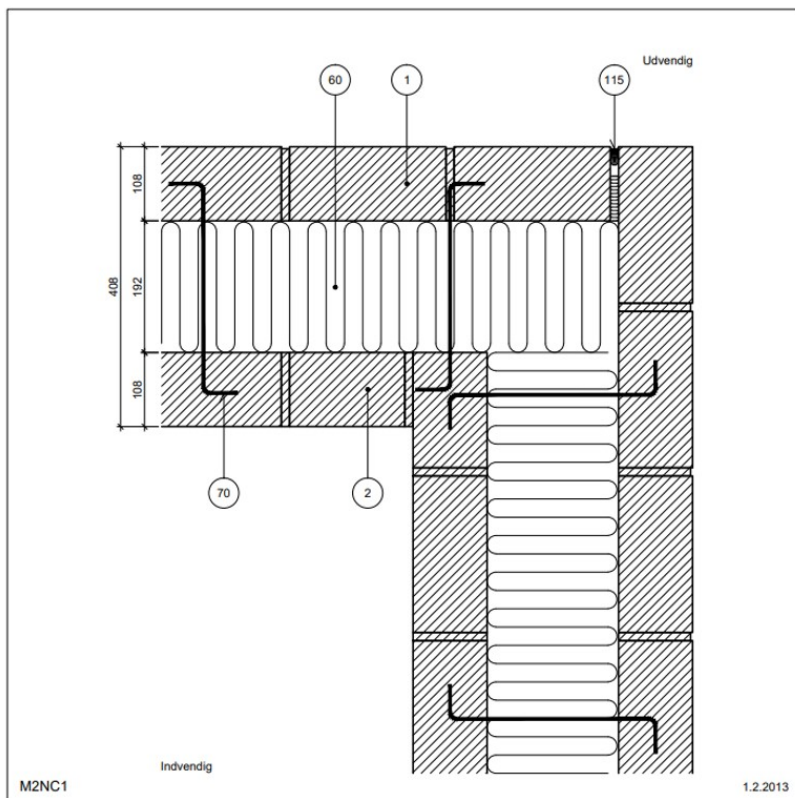
60 Isolering

70 Trådbinder

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

Dette problem undgås ved at holde binderne i en afstand på ca. 1 m fra bagmurens yderste hjørne (markeret med en rød prik på figuren). Såfremt hjørnet består af korte hosliggende vægfelt kan afstanden reduceres.

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



Hjørner (vandret snit)

Tegl i bagmur

Normalsten

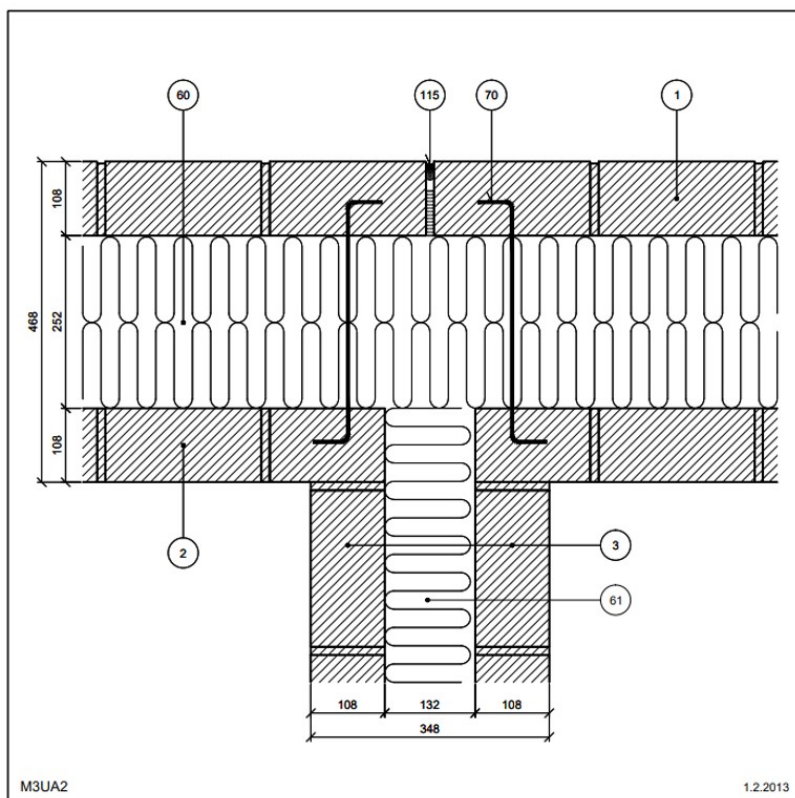
Dilatationsfuge i udadgående hjørne

Hulmur, 408 mm

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

Elastiske fuger har en levetid på ca. 5-15 år, afhængig af fugetype.

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 60 Isolering
- 70 Trådbinder
- 115 Dilationsfuge. 2-trinnsfuge. Trykudlignes i bunden



Lodret skel (vandret snit)

Tegl i bagmur

Løjlighedsskel, udvendig

Rækkehus

Hulmur, 468 mm

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

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

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

- 1 Tegl i formur
- 2 Tegl i bagmur
- 3 Tegl i løjlighedsskel
- 60 Isolering
- 61 Isolering. Minimum tykkelse: 125mm
- 70 Trådbinder
- 115 Dilationsfuge. 2-trinnsfuge. Trykudlignes i bunden

Bygningsfysik

Her har vi samlet emner og rapporter inden for bygningsfysik, så som indeklima, fugt, lyd, varmeisolering mv.

Information om materialernes egenskaber findes under Materialer.

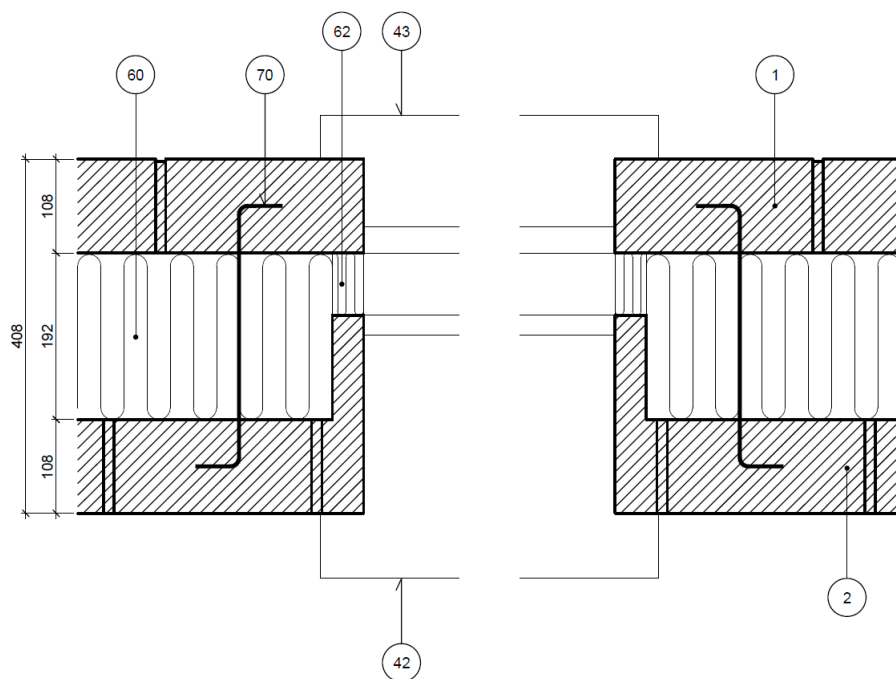
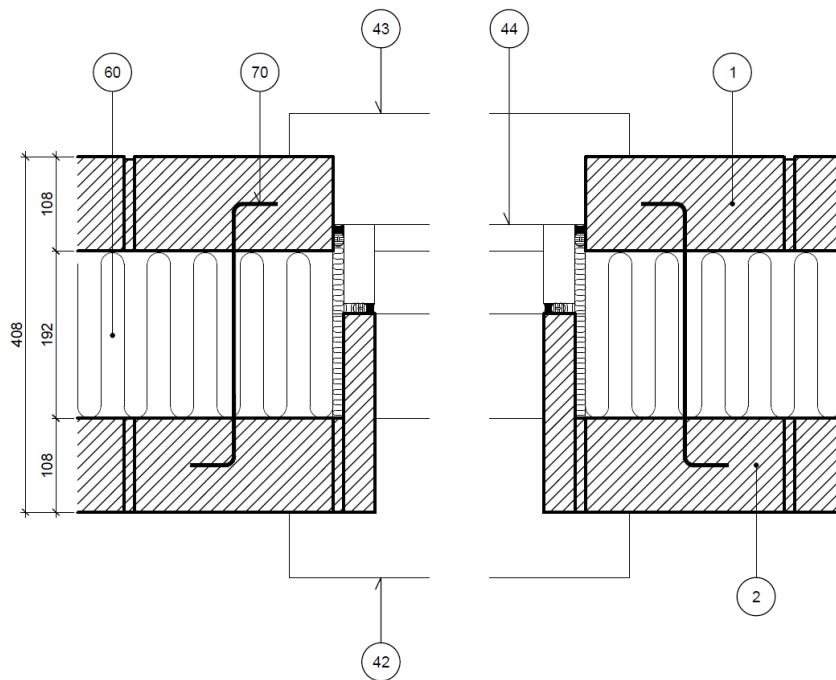
Varmeisolering

Et nybyggeri skal overholde energirammen efter BR 18, kap. 11, og de enkelte dele i klimaskærmen skal mindst isoleres svarende til værdierne i BR 18, §257. 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**.
- Bestemte kombinationer af mursten og mørtel med deklarerede bøjningstrækstyrker, hvorved der opnås værdier, som er 3-4 gange så høje som murværksnormens værdier; herved kan behovet for stålsøjler minimeres. Yderligere info på www.mur-tag.dk.
- smallere murværksfalse i form af falselementer eller formsten, der eksempelvis trækkes ud forbi vindues-/dørkarmen. Se nedenstående tegninger.

Signaturforklaring, begge figurer:

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



Radon og radonsikring

Grundstoffet Radon kan sive op fra undergrunden og forurene luftkvaliteten indendørs i

bygninger. Det er derfor et krav (BR18, §332), at effektiv tætning mod opstigende jordluft etableres, så radonindholdet i indeluften ikke overstiger 100 Bq/m³. 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 mellem to rum kaldes luftlydisolation, også selvom lyden transmitteres gennem konstruktionerne i en bygning.

Det væsentligste krav ved almindelig boligbyggeri er et reduktionstal $R'_w = 55$ dB mellem 2 boliger. Kravet gælder mellem en bolig og rum uden for boligen, herunder andre boliger (tabel 1 og afsnit 5.1).

Forhold omkring lydisolering ses i SBI-anvisning 237: Lydisolering mellem boliger – Nybyggeri (henvisninger i efterfølgende afsnit om lyd er til denne anvisning).

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

Krav i Bygningsreglementet, lyd

Krav til lydreduktion og luftlydisolation for bygningskonstruktioner generelt er i henhold til BR18, kap. 17, §369:

For boliger og andre bygninger benyttet til overnatning skal det sikres, at de personer, som opholder sig i bygningerne, ikke generes af lyd fra andre rum i bebyggelsens øvrige bolig- og erhvervsenheder, fra bygningens installationer eller fra veje og jernbaner.

Definitioner og begreber i forbindelse med luftlydisolation, trinlydniveau og lydtrykniveau er angivet i DS 490:2018, Lydklassifikation af boliger. Der skelnes i DS 490:2018 mellem lydklasse A, B, C og D, og lydklasse C lever op til bestemmelserne om akustisk indeklimate i BR18. 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). Vejledning til BR18

	Boliger og lignende bygninger benyttet til overnatning ¹⁾	Undervisningsbygninger ²⁾
Mellem en bolig eller fællesrum, opholdsrum og rum med særligt generende støj	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. Lydbestemmelser gælder ikke for fritliggende enfamiliehuse og sommerhuse.

2) Der henvises i øvrigt til Sbi-anvisning 218, Lydforhold i undervisnings- og døgninstitutioner – lydbestemmelser og anbefalinger.

Skillevægge og lejlighedsskel

Lydisolationen for enkelt- og dobbeltvægge af mursten ses her:

Luftlydisolation, R'_{w} for murede vægge af mursten m/u pudslag (tykpuds) og med en bruttodensitet på mindst 1600 kg/m³, dB

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

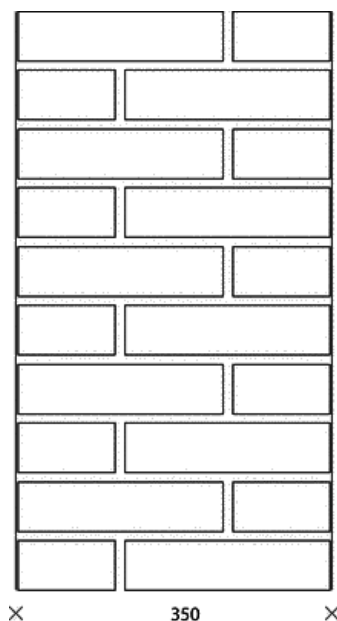
- Det forudsættes, at væggenes samlinger med omgivende bygningsdele er korrekt udført, således at flanketransmissionen ikke forstærkes.
- Det forudsættes, at der er muret med fyldte fuger, og at fugerne i blankt murværk komprimeres.
- De to vægdele i hule mure må ikke være sammenholdt med trådbindere.

Lejlighedsskel

Ved anvendelse af murværk som lejlighedsskel er det et krav, at der mures med 100 % fyldte fuger, dvs. slåede studser samt filtsning på begge sider (2 x 1 mm) (afsnit 5.1.2).

Værdien kan overholdes ved anvendelse af:

1. 350 mm teglstensvæg, dvs. en 1 ½ stens væg



Figur 1. $R'_w = 55$ dB for 1 ½ stens mur

2. Dobbeltvæg (tabel 8) med 72 mm hulrum udfyldt med 60 mm mineraluldsisolering (i alt 288 mm) (afsnit 5.1.2). Se nedenstående tabel.

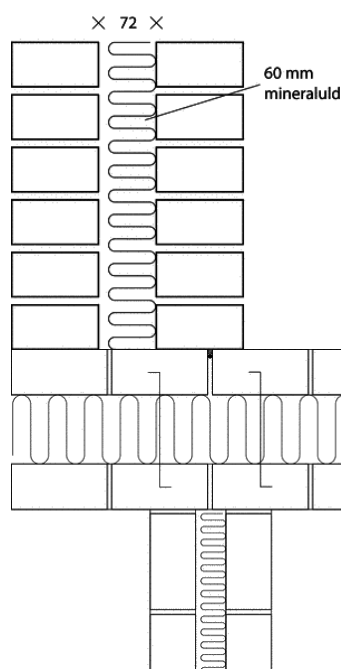
Vægopbygning	Etagehuse	Rækkehuse
Teglmur (rumvægt 1260 kg/m ³)	2 x 168 mm	2 x 108 mm
Teglmur (rumvægt 1800 kg/m ³)	2 x 108 mm	2 x 108 mm

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

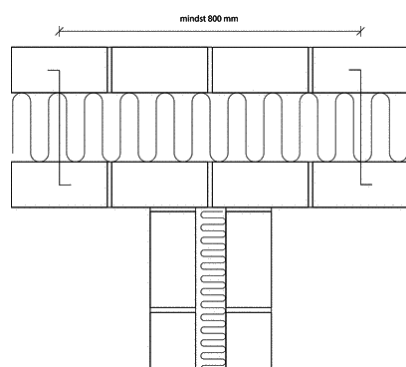
Lydfuger

For at sikre, at flanketransmissionen ikke reducerer R'_w i forbindelse med et ellers korrekt udført lejlighedsskel, skal formuren omkring lejlighedsskellet udføres på én af følgende måder (afsnit 4.2.5):

Med dilatationsfuge ud for lejlighedsskel:



Uden dilatationsfuge ud for lejlighedsskel, men med minimum 800 mm mellem binderkolonnerne:



'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 BR18, kap. 11, §263 anførte værdier.

Brand

Brandfasthed

Bestemmelserne i BR18, 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. Dokumentation 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.

Brandteknisk dimensionering

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

trykstyrke. Find vejledning i brandteknisk dimensionering her:

Introduktion og brandtekniske begreber

Brandmodstandsevne, dimensionering

Eksempler

Eksempelsamling

Erhvervs- og Boligstyrelsen har udgivet 'Eksempelsamling om brandsikring af byggeri', 2. udgave 2016, og 'Brandteknisk Vejledning 35, Brandvægge og brandadskillelser, Udførelsesmæssige detaljer' er udgivet af Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut, 2003.

Brandvægge, brandsektionsvægge og brandkam

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). Der henvises endvidere til Byg-erfa erfaringsblad (22) 18 12 06 Brandsikring af boligskel – ved sammenbyggede enfamiliehuse samt gældende vejledninger fra Træ-information og Dansk Brand- Og Sikringsteknisk Institut

Eksponeringsklasser

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 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.

Husk De 10 bud:

- **Bud nr. 2 Gør murværket til en del af bygværket**

Korrekt indplacering i eksponeringsklasse og valg af materialer er vigtige for at sikre et godt byggeri, samlet set.

Vær også opmærksom på de konstruktive forhold, se afsnit om Konstruktive forhold

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 aggressivt 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

Vær opmærksom på, at en konstruktion kan være udsat for såvel salte, som for fugt i kombination med frost. Derfor kan den være udsat for eksempelvis BÅDE MX3.2 og MX4.

Mere vejledning om placering i eksponeringsklasser kan fås i BYG-ERFA bladet (21) 19 09 03, Eksponeringsklasser - bestemmelse i projekteringsfasen.

Eksponeringsklasser - hvilket miljø udsættes murværket for?

Klasse	Mikrobetingelse for murværket	Eksempler på murværk i denne tilstand
MX1	I 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/tøcykler 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	I 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, forurenede jord eller grundvand. Murværk i nærheden af industriområder, hvor aggressive kemikalier føres gennem luften.

Under menupunktet **Nye arbejder** findes et skema, som vejleder om valg af mørteltype til forskellige arbejder og eksponeringsklasser.

Saltpåvirkning. MX4

Saltpåvirkning af murværk fremkommer nær kyster med saltvand, og ved f.eks. spredning af tøsalt.

Tabellen neden for angiver kritiske parametre for vurdering af, hvorvidt murværket skal henregnes til eksponeringsklasse MX4.

Saltpåvirkning fra havet kan aflæses ved hjælp af figuren nedenfor. Murværk i den rødskraverede zone skal altid for at være i eksponeringsklasse MX4.

For murværk tæt på andre kyster, skal der foretages en vurdering. Der kan være tale om MX4 i ca. 1 km afstand fra kyster. En indikation af de lokale forhold kan evt. opnås ved at vurdere saltpåvirkning på eksisterende bygninger i området.

Bemærk at for saltpåvirkning er det ikke muligt at reducere eksponeringsklassen ved etablering af udhæng.

Er der risiko for, at murværket udsættes for salt fra kraftig tøsaltning, skal det ligeledes henregnes til MX4.

Parameter	Mest kritisk	mindst kritisk
Salt	Tøsaltning, vestvendte kyster andre kyster	indland



Figuren angiver saltpåvirkning fra luften. I det rødskraverede område skal murværk regnes i eksponeringsklasse MX4. Kilde: BYG-ERFA (21) 19 09 03.

Vandpåvirkning

Udvendigt murværk, som ikke er påvirket af salte (MX4) eller andre kemiske stoffer (MX5), men som er udsat for frost, må henregnes til eksponeringsklasse MX3.1 eller MX3.2.

Forskellen på MX3.1 og MX3.2 er graden af vandpåvirkning, hvor MX3.2 er eksponeret for kraftig vandpåvirkning. Det afhænger af såvel terræntypen (dvs. vindpåvirkningen), orientering mod verdenshjørner, samt bygningens udformning.

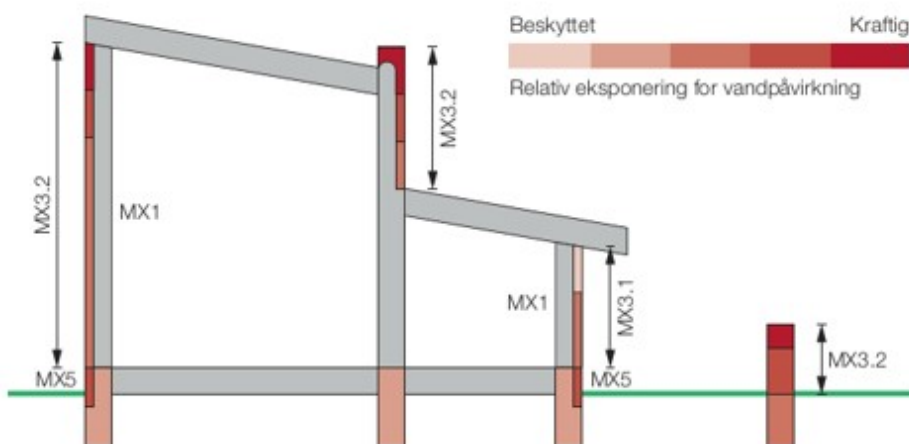
Den kraftigste vandpåvirkning fås ved beliggenhed nær åbent hav eller sø, ved landbrugsarealer og lignende, samt ved orientering mod vest og syd.

Mindre vandpåvirkning fås ved beliggenhed i parceshuskvarter eller by, samt ved orientering mod øst og nord.

Betydning af bygningens udformning kan aflæses af nedenstående figur.

En mere detaljeret tolkning af bygningsnudformningen kan ses i BYG-ERFA bladet (21) 19 09 03, Eksponeringsklasser - bestemmelse i projekteringsfasen.

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.



Figuren viser forslag til valg af eksponeringsklasser for murværk ud fra fugtbelastningen. Kilde: BYG-ERFA (21) 19 09 03

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 forsynes med en *ydeevnedeklaration* og et *CE-mærke* på producentens foranledning.

Kravet gælder dog kun, hvis der foreligger en harmoniseret produktstandard, som dækker byggevaren.

(*Byggevareforordningen* og CE-mærkningen, som udmøntes i standarderne, beskrives yderligere under 'CE-mærkning af byggevarer'.)

Murværk

Der skelnes overordnet imellem:

- massiv mur
- hulmur
- udstøbt hulmur
- skalmur (facademur)

En *hulmur* er defineret som en væg bestående af 2 parallelle massive vægge, der er forbundet effektivt med trådbindere eller liggefugearmering.

En *skalmur* er defineret som en facademur, der ikke er sammenmuret med eller bidrager til styrken af bagvæggen.

En *dobbeltvæg* er defineret som en væg bestående af 2 parallelle vægge med den mellemliggende langsgående fuge fyldt massivt med mørtel og fast forbundet med trådbindere, således at samvirken under belastning opnås.

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.

Murværkets egenskaber er afhængige af flere faktorer, ikke mindst hvilke mursten og hvilken mørtel, murværket er opført af. Krav til murværkets egenskaber fastlægges under projekteringen, og ved bestilling af materialer (mursten, mørtel, bindere etc.) skal disse krav, herunder til eksponeringsklasse, overholdes.

Vandgennemtrængelighed

Murværk kan ikke forventes at være fuldstændig tæt ved påvirkning af kraftig slagregn. Der findes ikke et specifikt krav til tæthed af facademurværk, men et implicit krav er at kontaktarealet mellem mørtel og mursten skal være 85% i normal kontrolklasse.

Forskning viser en sammenhæng mellem mørtlens vedhæftningsstyrke og murværkets tæthed mod slagregn. Vedhæftningsstyrken er særligt afhængigt af friskmørtlens konsistens, hvor der opnås størst vedhæftning ved forsøg, hvor friskmørtlens er blandet forholdsvis lind.

Murværket skal og kan udføres med fyldte fuger, uanset hvilket murersteknik der anvendes.

Murersteknik opnås den største tæthed af murværk ved at murer med slået studs-fuger, hvor mørtlen slås på enden af murstenen inden indmuring – i modsætning til skubbet studs-fuge, hvor mørtlen udlagt på murværket skubbes op og danner studs-fugen.

Hvis f.eks. mørtlens vandholdeevne er ringe og stenenes sugsevne stor, vil mørtlen miste sin plasticitet så hurtigt, at sammenhængen mellem sten og muremørtel ophæves i forbindelse med indmuringen i murværket.

Hvis f.eks. mørtlens vandholdeevne er ringe og stenenes sugsevne stor, vil mørtlen miste sin plasticitet så hurtigt, at sammenhængen mellem sten og muremørtel ophæves i forbindelse med indmuringen i murværket.

Man kan ikke gå ud fra, at en studs-fuge, der ikke er tilstrækkelig fyldt med muremørtel, kan gøres regntæt ved en almindelig fugning, af flere grunde: Det er vanskeligt at fylde fugen i hele dybden og at opnå tilstrækkelig vedhæftning mellem mørtel og sten, og det er desuden ikke muligt at komprimere fugemørtlen tilstrækkeligt, hvis studs-fugen er delvis tom.

Tæthed af bagmur

Krav til bygningers tæthed fremgår af BR18, § 263:

- *Volumenstrømmen gennem utætheder i klimaskærmen i nye bygninger opvarmet til 15 °C eller mere må ikke overstige 1,0 l/s pr. m² opvarmet etageareal ved en trykforskel på 50 Pa.*
- *Stk. 2. For bygninger med høje rum, hvor klimaskærmens overflade divideret med etagearealet er større end 3, kan krav om, at volumenstrømmen gennem utætheder ikke overstiger 0,3 l/s pr. m² klimaskærm benyttes som alternativ til § 263, stk. 1.*
- *Stk. 3. Dokumentation af utætheder i klimaskærmen kan ske ved trykprøvning af bygningen eller repræsentative dele af større bygninger.*

Der findes frivillige tæthedsklasser med skærpede krav i forhold til ovenstående. Projekt materialet skal beskrive, om der er stillet sådanne krav til et byggeri.

Der er ikke et specifikt tæthedskrav på materialeniveau og derfor vil det være en vurdering, om murværk er tæt nok til at kunne indgå i tæthedsplanet i samspil med øvrige komponenter såsom vinduer, dampspærremembraner etc.

Byg-erfa blad (99) 13 12 29, Bygningers lufttæthed – tæthedskrav, bygningsudformning og måling, anviser, at for at opnå lufttæt murværk forudsættes generelt opmuring med fyldte fuger – herunder slået studs fuge – og overfladebehandling, fx tyndpuds, puds eller berapning. Bemærk, at lufttæthed forudsætter, at der overfladebehandles overalt – også bag fx køkkenskabe og i varme skunke.

Hvis en bagmur indgår i bygningens tæthedsplan forudsættes desuden:

- at blokmurværk af letklinkerblokke har et 10–15 mm tykt pudslag, da blokkene er porøse,
- at blokmurværk af porebeton er overfladebehandlet, fx fuldspartlet,
- at blankt teglstensmurværk er opmuret med mindst 95 % kontaktareal og komprimerede mørtelfuger samt at mørtel og mursten er forenelige,
- at murværk er overfladebehandlet med tynde pudslag (0–3 mm) og opmuret med mindst 85 % kontaktareal, fx komprimerede fuger på bagmurens indvendige synsflade, da tyndpuds ikke alene medfører tæthed,
- at murværk med tykke pudslag (10–15 mm) normalt er lufttæt.

Desuden øges tætheden yderligere ved (indvendig) malebehandling.

Der er i en projektserie fra Teknologisk Institut udviklet løsninger til at tæthedssikre følgende situationer:

- Træbjælke der gennembryder murværket (f.eks. i etagedæk, der hviler af på bagmur)
- Væg med elinstallationer – med forskellige tætningsløsninger
- Akustiksten med dampspærre, således at løsningen kan anvendes i bagmuren

Løsningerne kan findes i projektrapporten på www.mur-tag.dk

Byggesten. Mursten og blokke

Byggesten er en fællesbetegnelse for mursten og blokke. Den eneste forskel er formatet (størrelsen).

Mursten er i DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014 defineret som *byggesten*, hvis basishøjde er *mindre* end 185 mm (Eurocode 6-systemet skelner ikke mellem mursten og blokke).

Blokke er selvfølgelig byggesten med en basishøjde på 185 mm eller mere. Typisk anvendes blokke til bagmur eller massiv mur med en overfladebehandling, mens mursten kan anvendes både i facader og bagmur.

Nye byggesten (mursten og blokke) *skal* være CE-mærkede. Genbrugsbyggesten *kan* være CE-mærkede. Såfremt en byggesten ikke er CE-mærket, skal den nødvendige dokumentation for egenskaberne foreligge på anden vis.

Byggesten kan fremstilles af forskellige materialer, som tegl, kalksandsten, letklinkerbeton, moler, porebeton, natursten mm. Læs mere om materialer og deres betydning for egenskaber og anvendelse i afsnittet xx.

Byggesten kan enten være massive sten eller hulsten. En hulsten er en byggesten, hvor hullerne er vinkelret på liggefladen. Hvis en hulsten har mindre end 25% hulareal, regnes den som en massiv sten.

Hulsten kan være fyldt med et isoleringsmateriale.

Materialer (byggesten)

Byggesten fremstilles af forskellige materialer, og de mærkes og deklarerer ud fra materialet.

Der skelnes mellem følgende byggestenstyper, ud fra deres materialer:

- Teglbyste i overensstemmelse med EN 771-1
- Kalksandstens byggesten i overensstemmelse med EN 771-2
- Betonbyggesten (med tunge og lette tilslag) i overensstemmelse med EN 771-3
- Byggesten af porebeton i overensstemmelse med EN 771-4
- Industribyggesten i overensstemmelse med EN 771-5
- Natursten i overensstemmelse med EN 771-6

Endelig kan der være tale om genbrugssten af forskellige materiale. Disse vil ikke være mærket ud fra ovennævnte standard, men kan have deres egen CE-mærkning via en ETA.

Tegl

Tegl fremstilles ved brænding af ler eller lerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.

Moler er tegl, fremstillet ved brænding af moler eller molerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer. Moler kendetegnes ved meget lav densitet, og ret lav trykstyrke.

Byggesten af tegl leveres som både mursten og blokke, og kan anvendes til bagmur og facademur. Bagmursten leveres bl.a. som konstruktionssten, (hulsten, 3-hulssten og massive sten), savsmuldssten og molersten og i formaterne dansk normalformat, dansk bredstensformat samt 2-skifte sten.

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.

Genbrugssten

Det er primært genbrugssten af tegl, som markedsføres. Genbrugte mursten skal opfylde samme krav som nye sten, når de anvendes til samme formål. Det medfører i praksis, at kravene til byggestenenes egenskaber i EN 771-1 skal benyttes, som beskrevet for byggesten i afsnit Materialer, byggesten, egenskaber. Egenskaberne skal dokumenteres. Genbrugssten kan ikke CE-mærkes i henhold til EN 771-1, men enkeltvirksomheder kan CE-mærke i henhold til et europæisk vurderingsdokument (EAD)

Bygherrer skal ved nedrivning af bygningerne sørge for, at byggesten med miljøfarlige stoffer - som fx PCB - er frasorteret og bortskaffet som farligt affald, også når stenene ikke skal genbruges.

Det må forventes, at murernes arbejde med at vælge og blande stenene efter størrelse øges, og at spredningen på fugebredden bliver større. Der bør derfor vælges et egnet forbandt, som fx løberforbandt, borgergadeforbandt eller tilsvarende.

Anvendelse af genbrugssten fra facader bør af hensyn til stenenes varierende holdbarhed begrænses til eksponeringsklasse MX1 til MX3.1, med mindre leverandøren dokumenterer holdbarhed i øvrige eksponeringsklasser. Genbrugssten fra bagmure og indvendige vægge kan normalt ikke anvendes i facader, med mindre der er dokumentation for holdbarheden. Det må under alle omstændigheder påregnes, at holdbarheden på de gamle mursten er varierende, og det må accepteres, at et antal sten får skader af frost- eller saltforvitring og skal skiftes. Her skal dog bemærkes, at mindre forvittringer, som af æstetiske hensyn ikke kan accepteres i murværk af nye sten, ofte er mindre synlige i murværk af gamle mursten, som allerede har et rustikt udseende med skår etc. En mursten kan godt tåle en vis afmeling eller forvitring i synsfladen, fordi nedbrydningen foregår langsomt. Det får ikke indflydelse på murværkets integritet.

Murværk af genbrugssten må ikke overfladebehandles med puds eller tyndpuds. Det giver risiko for forvittringer, farveforskelle, revnedannelser og afskalninger.

En række andre forhold må tages i betragtning, når man projekterer byggeri og murer med genbrugssten. Flere detaljer kan findes i byg-erfa blad (21) 19 09 05 Genbrug af mursten – begrænsninger og anvendelsesmuligheder.

Kalksandsten

Kalksandsten fremstilles ved blanding af brændt kalk og sand, som blandes med vand til en mørtel. Mørtlen presses ved højt tryk i forme, hvorved den nu læskede kalk reagerer med sandets indhold af silicium. De ny-pressede byggesten hærdes derpå i autoklave, hvorved der dannes calciumsilikat, som giver en høj trykstyrke til kalksandstens byggesten.

Kalksandsten kan anvendes til facader og bagmur, og leveres som mursten eller blokke.

Betonbyggesten/letklinkerblokke

Betonbyggesten fremstilles af uorganiske bindemidler, typisk cement, tilslagsmaterialer som kan være lette/porøse eller tunge samt vand, eventuelt med sand og tilsætningsstoffer.

Betonbyggesten anvendes typisk i form af fundamentsblokke til udstøbning.

Letklinkerblokke

Letklinkerblokke er fremstillet af 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 data kan variere, hvorfor der henvises til at søge de eksakte oplysninger under produktets ydeevnedeklaration eller CE-mærke.

Eksempler på typiske data ses i tabellen nedenfor, samhörrende værdier

Samhørende værdier	Blokke 600	Enhed
Densitet	600	kg/m ³
Varmeisoleringsevne,	0,16	W/m C
basisvarmeledningstal	3	MPa
Trykstyrke af blokke		

Varmeisoleringsevne:

Basisvarmeledningstallene fremgår af ovenstående tabel. Letklinkerbetonblokke fås også med et varmeisolerende lag i midten af polystyren celleplast, således at blokkenes varmeisoleringsevne forøges.

Porebeton

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.

Egenskaber

Format

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

Byggesten skal grundlæggende have form som et retvinklet prisme. Producenten skal deklarere byggestens (murstens) format i form af længde, bredde og højde i mm.

Formatet bestemmes iht. EN 772-16.

Producenten skal også iht. EN 771-serien deklarere byggestenen i toleranceklasserne T1, T2 eller Tm. Tolerancerne afhænger i størrelse af formatet, og er i nedenstående tabel angivet for nogle typiske formater på det danske marked.

Byggestens (murstens) tilladte målafvigelse fra deklarerede basismål ses i tabellen nedenfor.

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).

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

Trykstyrke

Trykstyrke af byggesten f_{bn} bestemmes som normaliseret trykstyrke (middelstyrke af en byggesten omregnet til trykstyrken for en 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.

Vær opmærksom på, at det i ydeevnedeklarationene er tydeligt angivet, om der er tale om middeltrykstyrke eller normaliseret trykstyrke, samt om der er tale om kategori 1 eller 2.

Det er den normaliserede trykstyrke, som indgår i styrkeberegninger for murværket, og den er typisk noget lavere end middeltrykstyrken.

Holdbarhed

Husk De 10 bud:

- **Bud nr. 5: miljø og materialer skal passe sammen**

Her kan du læse om krav til byggesten, og hvilken deklaration der skal vælges

Producenten kan deklarere byggestenenes frostfasthed i klasse F0, F1 eller F2 for teglbyggesten; en egenskab, som har betydning for stenens holdbarhed i relation til eksponeringsklasse.

Vejledning om relationen mellem deklaration af frostfasthed og eksponeringsklasserne som defineret i Eurocode-systemet, ses af DS/EN 1996-2:2007, tabel B1, således

Eksponeeringsklasse	Deklareret frostfasthed for teglbyggesten
MX1, MX2.1, MX2.2	F0, F1 eller F2
MX3.1	F1 eller F2
MX3.2	F2
MX4	Kontakt producenten
MX5	Kontakt producenten

Ved anvendelse af byggesten i saltbelastet (MX4) eller særligt kemisk, aggressivt miljø (MX5) bør producenten altid kontaktes for oplysninger om den specifikke stens egenskaber og holdbarhed.

Densitet

Bruttodensitet

Bruttodensitet (rumvægt eller kassedensitet) beregnes på grundlag af murstensvolumen *uden* fradrag af huller og angives i kg/m^3 . Det er kun tilladt at fradrage volumen af huller, såfremt det er meningen, at hullerne fyldes helt med mørtel ved opmuring.

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 er normalt ikke relevant for projektering af murværk.

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 .

Molersten har en densitet i området mellem 500 og 800 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 sugееvne 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 sugееvne, 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.

Leverandørerne deklarerer murstenenes minutsug med en middelværdi i kg/m², og en tolerance på højst ±1,0 kg/m². Tolerancen er et udtryk for, hvor meget minutsuget kan variere fra leverance til leverancen. For mursten med en stor tolerance kan man således kontakte teglværket og få oplyst det aktuelle minutsug for en leverance.

"Lavt minutsug" er minutsug lavere end 1,5 kg/m²

"Middel minutsug" er minutsug 1,5 kg/m² og op til og med 3,0 kg/m²

"Højt minutsug" er minutsug højere end 3,0 kg/m²

Det anbefales, at mørteltype og stenenes sugееvne passer til hinanden. Vejledning om valg af mørtel i forhold til stenenes sugееvne findes i afsnit "fuger i murværk"

Vandoptagelse

Vandoptagelsen angiver, hvor meget vand en mursten kan indeholde, målt som vandets vægt i % af murstenens tørre vægt, efter 24 timers vandlagring.

Teglmurstens struktur og farver

Udseende

Facademurstens overfladestruktur afhænger af formgivningsmåden.

Der skelnes mellem:

- håndstrøgne sten
- blødstøgne sten, der er en maskinel eftergøring af den håndstrøgne sten
- strengpressede sten, der kan leveres med glat, riflet, præget eller kostet overflade, samt en del andre specielle overflader

Facademursten leveres i rød, gul, rosé, brun, "sort" eller blådæmpede farver og i forskellige nuancer.

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

Engoberede mursten

En engoberet mursten er en traditionel mursten (grundstenen), som før brænding er påført et tyndt lag farvet ler på overfladen. Et andet ord for engobe er begitning.

Ved brænding smelter engoben delvist sammen med grundstenen. Dette gør engoben lige så slidstærk og farvestabil som alle andre tegloverflader.

Engobe påføres i forskellige lagtykkelser og i farver, der kan afvige mere eller mindre fra murstenens farve. Når engoben er påført i et ganske tyndt lag og ikke dækker grundstenen alle steder, opnås der et farvespil mellem engoben og grundstenen. Mursten med meget tynde engobelag kan ændre udseende, når de er våde, fordi grundstenen da kan skinne igennem engoben, som så ses mindre.

Når engoben helt dækker murstenens originale overflade, ses kun engobens farve. Her skal man være opmærksom på, at mekaniske skader og skår kan være meget synlige, når grundstenen blottes. Det er normalt for engoberede sten, at der kommer kantskår og små afskalninger af engoben. Dette er en del af denne stentypes og murværkets udseende.

Visse typer af engoberede sten er følsomme overfor kraftig opfugtning, som kan føre til misfarvninger eller afskalninger. Følg teglværkets vejledninger for den enkelte stentype.

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.

Muremørtel skal opfylde krav i Eurocode 6-systemet og kan defineres ud fra fremstillingsmåden som henholdsvis fabriksfremstillet eller byggepladsfremstillet. Fabriksfremstillet muremørtel 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. Til opmuring og fugning anvendes altid muremørtel.

Fabriksfremstillet pudsmørtel skal være CE-mærket iht. i EN 998-1, og kan ligeledes være defineres som enten funktionsmørtel eller pudsmørtel. Læs mere om pudsmørtler i afsnittet om Overfladebehandling.

I afsnittet om mørtel finder du informationer om både gængse mørtler og specialmørtlers sammensætning og egenskaber.

Vejledning om blanding af mørtel på byggepladsen findes i afsnit Udførelse

Vejledning om valg af mørtel ud fra en række parametre findes her:

- Muremørtler, ud fra krav om styrke: afsnit Projektering, Styrkeegenskaber (valg af mørtel)
- Muremørtel, ud fra andre krav: afsnit Fuger i murværk
- Pudsmørtel: afsnit Overfladebehandling.

Egenskaber

Mørtlers egenskaber er defineret i forhold til de respektive produktstandarder. I efterfølgende afsnit er egenskaberne for muremørtel nærmere beskrevet.

De nævnte egenskaber er defineret i forhold til DS/EN 998-2.

Frisk mørtels egenskaber

Åbningstid

Åbningstiden skal for færdigblandet mørtel deklareres. Når der udtages prøver af mørtlen fra et parti og mørtlen afprøves i henhold til EN 1015-9, må åbningstiden ikke være mindre end den deklarerede værdi. Åbningstiden iht. EN 1015-9 er en "teknisk værdi" som primært kan anvendes til at sammenligne én mørtel med en anden. Den praktiske brugstid for mørtlen, dvs. hvor længe mørtlen kan stå i baljen inden indmuring og hvor længe man i praksis kan mure med den, kan være kortere end den deklarerede åbningstid. Normalt bør mørtler med indhold af cement anvendes inden for højst 1 time, hvis der ikke er tilsat stoffer, som forlænger anvendelsestiden. Temperaturen har indflydelse på brugstiden, idet høj temperatur fremskynder afbindingen af cement og forkorter brugstiden.

Kloridindhold

Kloridindholdet i den leverede mørtel må ikke overstige 0,1% Cl^- af mørtlens tørmasse. Kloridindholdet skal bestemmes i henhold til EN 1015-17, ved anvendelse af metoden til bestemmelse af vandopløseligt kloridindhold eller en udregning baseret på det målte klorid-ion-indhold af mørtlens bestanddele. Kloridindholdet skal deklareres for muremørtler, og findes på ydeevnedeklarationen.

Luftindhold

Når det er relevant for mørtlens anvendelse, skal mørtlens luftindhold deklareres. Når luftindholdet bestemmes iht. EN 1015-7, skal det målte luftindhold falde inden for de deklarerede grænser.

For mørtel, hvortil der anvendes porøse tilslagsmaterialer, kan luftindholdet alternativt

beregnes ud fra densiteten. Et højt luftindhold kan forringe mørtlens vedhæftning til murstenen.

Særlige egenskaber for tyndfugemørtler (type T)

For tyndfugemørtler må største kornstørrelse ikke overstige 2 mm. Prøvning foretages iht. EN 1015-1.

Korrektionstiden skal deklareres. Ved prøvning iht. EN 1015-9, skal korrektionstiden være større end den deklarerede værdi.

Hærdnet mørtel

Hærdnet mørtel - styrker

Deklarede styrker findes i ydeevnedeklarationen. Det skal være angivet, om deklarationen er baseret på test eller tabelværdier, samt ved test med byggesten, hvilke byggesten der er anvendt.

Oversig over deklarede styrker for muremørtler ses i tabellen nedenfor.

Typiske styrkeværdier for udvalgte mørtler og stentyper kan findes [her](#)

Styrke	Funktionsmørtel	Receptmørtel
Trykstyrke fm	Skal deklareres pba. test	Relation mellem blandingsforhold og trykstyrke findes i DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014

Vedhæftningsstyrke, fm,xk1	Frivillig at deklare. Deklareres pba. test med specificerede byggestens typer	Som ovenfor, for visse mørtler
Bøjningstrækstyrke af murværk fvk1 og fvk2	Frivillig at deklare. Deklareres pba. test med specificerede byggesten typer.	Som ovenfor, for visse mørtler
Initial forskydningsstyrke fvk0	Frivillig at deklare. Deklareres pba. test eller tabelværdi. Det skal oplyses, om værdien er fremkommet ved test eller tabelværdi.	Som ovenfor, for visse mørtler

Hærdnet mørtel - andre egenskaber

Holdbarhed

Indtil en standardiseret prøvningsmetode foreligger, skal mørtels egnethed i aggressivt, moderat og passivt miljø baseres på resultaterne af anerkendte laboratorieafprøvninger eller producentens erfaringer.

Blandt de faktorer, der indgår i den miljømæssige vurdering, hører også fugefærdiggørelsen. I praksis deklarerer leverandørerne i forhold til eksponeringsklasser.

Vejledning om receptmørtlers anvendelighed i forskellige eksponeringsklasser findes i afsnit Fuger.

Densitet (tør hærdnet mørtel)

Hvis densiteten deklarerer, skal det interval, som den tørre hærdnede mørtels densitet vil ligge indenfor, deklarerer. Når mørtel udtages fra et parti og afprøves i henhold til EN 1015-10, skal densiteten falde indenfor det deklarerede interval.

For letvægtsmørtler (Type L) skal densiteten være lig med eller mindre end 1300 kg/m³.

Vandoptagelse

Vandoptagelsen skal deklarerer af producenten, hvis det er relevant for mørtlens anvendelse.

Når mørtlen prøves i henhold til EN 1015-18, må den målte vandoptagelse ikke være højere end den deklarerede.

Gennemtrængelighed for vanddamp

Mørtlens vanddamp permeabilitet skal deklarerer af producenten, når det er relevant for mørtlens anvendelse. Deklaration kan ske med henvisning til tabelværdier fra EN 1745:2002, tabel A.12.

Varmeledningsevne

Når det er relevant for mørtlens anvendelse, skal producenten deklarerer mørtlens varmeledningsevne. Dette kan ske med henvisning til EN 1745:2002, tabel A.12. Alternativt kan deklARATION ske ved prøvning iht. EN 1745. Producenten skal oplyse, på hvilket grundlag deklARATIONEN er foretaget (tabelværdi eller prøvning).

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/EN 1996-1-1 DK NA:2014 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 frysepunktssænkende midler 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.

Fabriksfremstillet mørtel skal fremstilles og deklareres iht. EN 998-2.

Hvis der for fabriksfremstillet mørtel skal anvendes specielle blande procedurer eller blandetider på byggepladsen, skal disse specificeres.

Blandingsforholdet skal angives som forholdet mellem tørmasserne og således, at bindemidlets forholdstal - eller summen af bindemidlernes forholdstal - altid er 100.

Krav til receptmørtels egenskaber	
Frisk mørtels egenskaber	Hærdnet mørtels egenskaber
• Åbningstid for færdigblandet mørtel kan deklareres* • Kloridindhold må max. være 0,1 % Cl⁻ • Ved typeprøvning bestemmes: • Frisk mørtels konsistens • Luftindhold • Densitet	• Blandingsforhold skal angives** • Trykstyrke – MC/ML – skal angives ved henvisning til en offentligt tilgængelig reference • Densitet kan deklareres • Holdbarhed skal angives. Angives på baggrund af erfaringer indtil standardiseret prøvemethode foreligger

* Åbningstid er ikke en harmoniseret egenskab, og den kræves ikke deklareret

** For såvel fabriksfremstillet mørtel som for byggepladsfremstillet mørtel gælder, at blandingsforholdet mellem bindemiddel eller bindemidler og tilslagsmateriale skal være angivet.

KC-mørtler

Receptmørtler kan iht. EN 998-2 principielt sammensættes af alle typer uorganiske bindemidler, tilslag og tilsætning, når blot blandingsforholdet er oplyst.

For kalkcementmørtler – KC-mørtler – som er sammensat af kalk, cement og tilslag i nogle bestemte blandingsforhold, findes relationen mellem blandingsforhold og trykstyrke i DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014.

Kalkcementmørtel har både kalk og cement som bindemiddel, og under hærningen foregår to forskellige hærtningsprocesser samtidigt. Cementen vil hærde, selv om vandindholdet i mørtlen er for stort til kalkens karbonatisering, og er vandindholdet for lavt, kan det gavne cementens hærning, da der frigøres vand ved kalkens karbonatisering. Det skal dog understreges, at kalk kun opnår en mærkbar hærning, når vandindholdet er mellem 0,5 og 7 vægt% og der er tilgang af kuldioxid

Blanding ud fra våd kalkmørtel

Når der på byggepladsen skal fremstilles en kalkcementmørtel, kan denne fremstilles ud fra hydratkalk, cement og sand; men det normale er, at der fra et mørtelværk leveres en våd kalkmørtel med et sådant kalkindhold, at den foreskrevne kalkcementmørtel kan fremstilles på byggepladsen alene ved tilsætning af cement.

En sådan kalkmørtel kaldes en kalktilpasset mørtel.

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, hvor delmaterialerne i praksis er afmålt af producenten i det rette forhold.

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 hærtnede mørtel.

Fabriksfremstillet mørtel skal fremstilles og deklareres iht. EN 998-2.

Hvis der for fabriksfremstillet mørtel skal anvendes specielle blande procedurer eller blandetider på byggepladsen, skal disse specificeres.

Krav til funktionsmørtels egenskaber:	
Frisk mørtels egenskaber	Hærdnet mørtels egenskaber
• Åbningstid for færdigblandet mørtel kan 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 prøvemethode foreligger

Sammenligning funktions- og receptmørtler (styrke)

Sammenhæng med KC- mørtler:

Generelt kan der anvendes funktionsmørtler i stedet for KC-mørtler, efter følgende system.

Funktionsmørtel /trykstyrke	Trykstyrke MPa (receptmørtlen)	Receptmørtel
MC5	4,5	I stedet for KC 20/80/550
MC3,5 - MC2,0	2,0	I stedet for KC 35/65/650
MC2,0 - MC1,0	0,9	I stedet for KC 50/50/700
MC0,5	0,4	I stedet for KC 60/40/850

Andre mørtler

Andre mørtler er i denne sammenhæng defineret som mørtler med andre bindemidler end kombinationer af kalk og cement (KC-mørtler).

Kalkmørtel

Kalkmørtel har kalk som eneste bindemiddel, og hærdningen kræver tilgang af kuldioxid. Ved den indledende udtørring bliver mørtlen stivere og mere åben for luftens tilgang, men først når vandindholdet er blevet tilstrækkeligt lille og antallet af åbne porer tilstrækkeligt stort, begynder karbonatiseringen.

Under karbonatiseringen - hærdningen - udskilles calciumkarbonat som små krystaller på overfladen af sandskornene og de uopløste kalkhydratpartikler, hvorved mørtlen opnår sin styrke.

På grund af luftens ringe indhold af kuldioxid foregår hærdningsprocessen kun langsomt, og da kuldioxidet skal være opløst i mørtelvandet, sker hærdningsprocessen også kun, når mørtlens vandindhold ligger inden for ret snævre grænser - mellem ca. 0,5 og 7 vægt%.

Cementmørtel

Cementmørtel har cement som eneste bindemiddel og hærdner ved cementens kemiske reaktion med vand (hydratisering). Cementmørtels fordel er den hurtigt voksende store styrke. Inden for visse grænser vokser cementmørtlens styrke med cementindholdet, men samtidigt stiger også mørtlens svind under hærdningsprocessen.

Hydraulisk kalkmørtel

Hydraulisk kalkmørtel hærdner principielt på samme måde som cementfattige kalkcementmørtler, men med den forskel, at de hydrauliske bestanddele i hydraulisk kalk medfører en lidt langsommere styrkeudvikling end almindelig cement. Hydraulisk kalk kombineres ofte med kalk i mørtler betegnet KKh-mørtler og hvor recepten er angivet således, at summen af de to typer bindemiddel giver 100, eksempelvis KKh 20/80/475.

Murcementmørtel (murcem)

Murcementmørtel hærdner principielt som cementmørtel. Forskellen fra cementmørtel er en større smidighed opnået ved at sætte poredannende stoffer til murcementen og ved at male den meget fint. Murcement er fremstillet ved formaling af cementklinker, kalksten og forskellige andre materialer, f.eks. filterstøv fra cementovne.

Til murcementmørtler må ikke anvendes tilsætningsstoffer.

Murcementmørtler anvendes i områder med aggressivt miljø, og hvor murværket ikke skal opfylde specifikke normkrav.

Delmaterialer i mørtel

Læs nærmere om delmaterialerne i mørtel, herunder typer og egenskaber.

Bindemidler

Bindemidlet er den primære faktor i mørtlens styrke og holdbarhed. Forskellige typer af bindemiddel anvendes for at få forskellige egenskaber, både i den friske og den hærdnede mørtel.

Når mørtel fremstilles af delmaterialer på byggepladsen, skal delmaterialerne overholde nedenstående krav. Flere oplysninger om bindemidler findes [her](#).

Cement

Cement skal være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret produktstandard DS/EN 197-1. Ved anvendelse af DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014 skal cementen mindst tilhøre styrkeklassen 42,5 MPa.

Cement er et hydraulisk bindemiddel, dvs. den hærdner ved kemisk reaktion med vand og den hærdner under vand.

Information om forskellige cementtyper som Basis, Rapid og Mester findes [her](#).

Kalk

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

Murcement

Murcement fremstilles på samme måde som almindelig cement, men indeholder også poredannende stoffer samt finmalet kvarts og kalksten. Murcementen har cement som bindemiddel, men de poredannende tilsætningsstoffer gør murcementmørtlerne lige så smidige at arbejde med som kalkmørtel.

Murcement skal overholde kravene i EN 413-1.

Murcement vejer ca. 1050 kg/m³.

Tilsætningsstoffer til receptmørtler

Der må ikke anvendes tilsætningsstoffer i receptmørtler, når der henvises til styrkerelationerne i DS/INF 167. Den eneste undtagelse er frysepunktssænkende midler, som må anvendes iht. nedenstående retningslinjer.

Frysepunktssænkende midler

Ifølge EN 1996-2 må frysepunktssænkende midler ikke anvendes, medmindre det specifikt er tilladt ifølge projektmaterialet. Ifølge DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014 kan ethanol (denatureret sprit) og blandingsprodukter af ethanol og isopropanol med op til 40 % indhold af isopropanol anvendes som frysepunktssænkende middel til receptmørtler i form af 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/EN 1996-1-1 DK NA:2014, pkt. 3.2.2 (1) 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.

Hvis der tilsættes ethanol, skal der jf. DS/INF 167 regnes med en reduktion på 20% af alle styrkeparametre.

Andre tilsætningsstoffer må ikke anvendes ved blanding af mørtel på byggeplads.

Tegl til facadebeklædning

Tegl til facadebeklædning kan være beklædningstegl eller teglskaller.

Montering er beskrevet i afsnittet Facadebeklædning i tegl.

Beklædningstegl til facader - deklaration og CE-mærkning

Beklædningstegl kan leveres som en del af en CE-mærket systemløsning, eller som CE mærket produkt efter samme standard som tagsten, DS/EN 1304:2013 Tegltagsten og tilbehør - Produktdefinitioner og specifikationer.

Denne produktstandard gælder for teglelementer til såvel tag og facader. Det vil sige til såvel lodret beklædning som beklædning af flader med hældning (som tag).

Vær opmærksom på, om det er tilladt at montere beklædningstegl med anden hældning end lodret.

Leveres beklædningsteglet som del af et CE-mærket system, så er der ikke krav om at selve beklædningsteglet er CE-mærket som en tagsten.

Et CE-mærket system skal have en deklaration eller en redegørelse som sikrer:

- Systemafgrænsning – hvilke dele er omfattet af systemet
- Krav til underlag (dele som ikke er omfattet af systemet – hvad kan det monteres på)
- Brandforhold for systemet (kan også vedrøre krav til underlag)
- Vandafledning (selv beklædningen er ikke tæt, så vand skal kunne dræne væk)
- Indhold af farlige stoffer
- Modstandsevne mod vindlast
- Modstandsevne mod korrosion (for fastgørelsesmidler, dvs. skruer, bindere, kramper etc, og evt. underlag hvis dette udgøres af metalskinner)
- Modstandsdygtighed over for stød og slag

For de leverede beklædningstegl skal følgende specifikt være deklareret:

- Densitet

- Bøjningsstyrke og mekaniske styrke af huller
- Hårdhed
- Frost – tø modstandsevne (test efter EN 539-2 som for tagsten)
- Vandoptagelse

Uanset om hele systemet eller kun teglelementerne er CE-mærkede, bør man sikre sig, at leverandøren under alle omstændigheder kan redegøre for og levere dokumentation for ovenstående punkter.

Kvalitetskontrol og evt. 3. parts overvågning

Beklædningstegl som er CE-mærket efter EN 1304 er ikke underlagt krav om ekstern, notificeret overvågning af produktionen.

Systemer, som er CE-mærket efter en ETA iht. ETAG034, vil normalt være underlagt ekstern overvågning ved et notificeret organ.

Teglskaller til facader - deklaration og CE-mærkning

Teglskaller inddeles i 2 typer:

- Ekstruderede skaller
- Blødstrøgne skaller

Ekstruderede skaller er CE mærket efter *DS/EN 14411:2016 Keramiske fliser – Definitioner, klassifikation, karakteristika, vurdering og kontrol af ydeevnens konstans samt mærkning*

Blødstrøgne skaller kan ikke CE-mærkes efter ovennævnte produktstandard, men kan leveres som en del af en CE-mærket systemløsning. Hvis dette ikke er tilfældet, bør man forlange dokumentation for skallernes frostfasthed til den påtænkte anvendelse, samt for skallernes vedhæftningsevne til den anvendte klæbemørtel, også efter påvirkning med vand og frost.

Et CE-mærket system skal have en deklaration eller en redegørelse som sikrer:

- Systemafgrænsning – hvilke dele er omfattet af systemet (isoleringsmateriale, klæber).
- Krav til underlag (dele som ikke er omfattet af systemet – hvad kan det monteres på).
- Brandforhold for systemet (kan også vedrøre krav til underlag).
- Indhold af farlige stoffer
- Modstandsevne mod vindlast
- Holdbarhed
- Modstandsdygtighed over for stød og slag

Man bør sikre sig, at holdbarhed svarende til anvendelse i mindst MX3.2 er dokumenteret.

Murkomponenter

Tegloverliggere

En tegloverligger er et præfabrikeret, armeret konstruktionselement.

Teglbjælker anvendes ved lukning over muråbninger i såvel ydervægge som i indvendige skillevægge. En teglbjælke kan leveres som 'færdig' komponent eller opbygges på pladsen. En teglbjælke kan altså 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 byggepladsen, bliver til bærende bjælke, eller som
- armeringssystem indmuret i liggefuger, som med evt. påmuring af et antal skifter udgør en bærende bjælke.

Bestilling - levering

Tegloverliggere fås i mange forskellige typer, og teglværkerne kan levere overliggere af de stentyper, som de producerer.

Overliggere fremstilles i længder delelige med murstensmoduler på 60 mm.

Overliggere af halve sten (kopper) leveres efter bestilling, tilsvarende gælder for overliggere af hele og halve sten (munkeforbandt).

Dansk Murstenskontrol (DMUK) har en deklarationsordning for præfabrikerede tegloverliggere og – bjælker. Virksomheder, som er medlemmer af ordningen, har ret til at anvende særlige mærkebrikker til produkter, som er underlagt kontrol fra DMUK. Hver mærkebrik er mærket med DMUKs bomærke og producentens unikke mærke.

"Miljøbrik" i farverne blå, grøn eller rød angiver hvilken eksponeringsklassen produktet kan anvendes i. "brandmodstandsbrik" angiver med farverne hvid/grå, lilla, sort eller gul, hvilken brandmodstandsklasse, produktet opfylder.

Alle produkter skal desuden være mærket med en unik kode, som identificerer produkttypen og relaterer produktet til CE-deklarationen og den tilsigtede anvendelse.

Rund mærkebrik	- anbringes på overligger / bjælke i	Farve:	Prægning ud over Dansk Murstenskontrols bomærke
"Miljøbrik" Eksponeerings- klasse:	MX3.2 og MX4 MX2-3.1 MX1	Blå Grøn Rød	F2 F1 F0
"Brandmodstands brik" Brandmodstands klasse	R0 R30 R60 R120	Hvid/grå Lilla Sort Gul	R0 R30 R60 R120

Husk De 10 bud:

- Bud nr. 5: Miljø og materialer skal passe sammen

Her kan du læse om krav til tegloverliggere og bjælker i forskellige eksponeringsklasser

Holdbarhed - korrosion

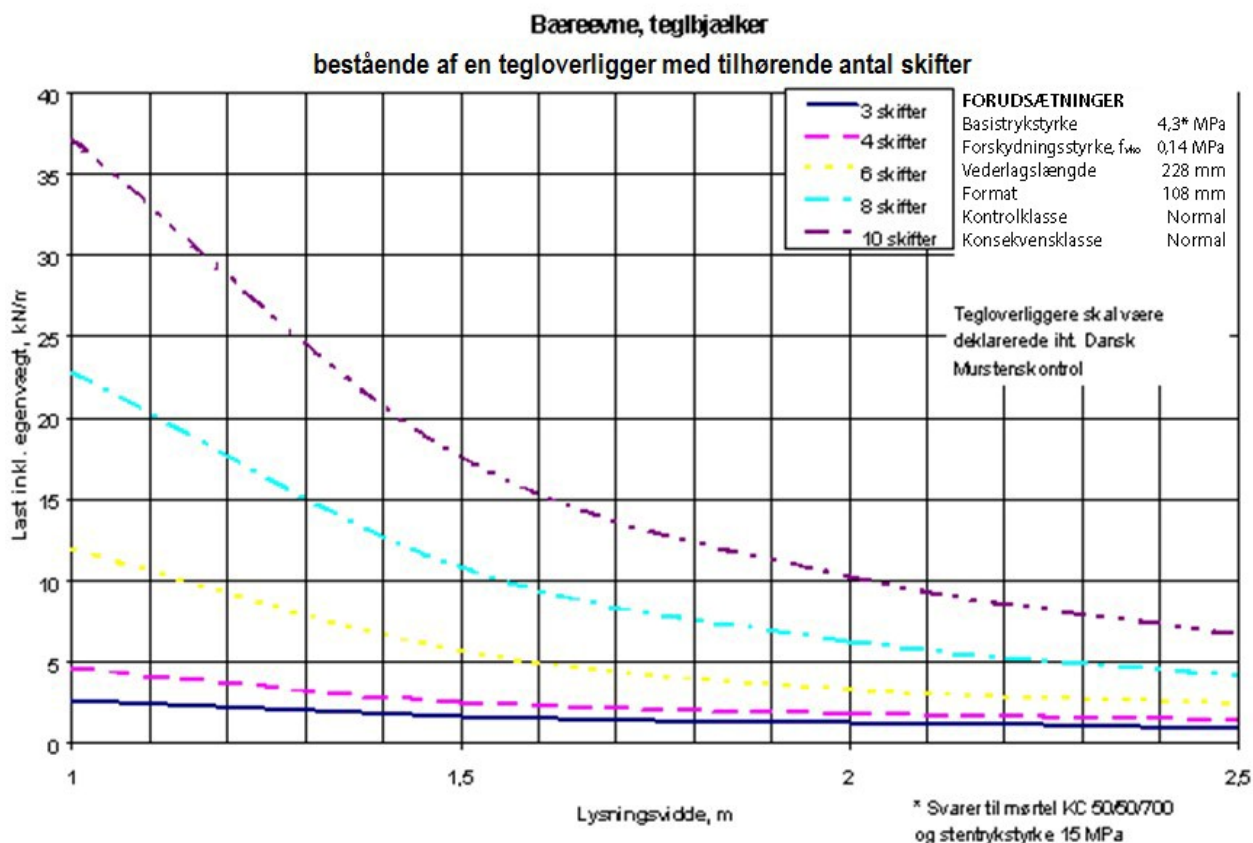
For at minimere risikoen for korrosionsskader skal tegloverliggere, der anvendes til facader, være armeret med rustfast stål. Overliggere til bagmure og skillevægge armeres normalt med "sort" tentorstål eller kamstål. I indvendigt murværk udsat for direkte vandpåvirkning eller opført om rum med vedvarende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

Dimensionering

Teglbjælkers bæreevne skal fastlægges ved beregning eksempelvis ved hjælp af online beregningsprogrammet 'Murværksprojektering'. Alternativt kan bæreevnen for f.eks. kompositbjælker bestemmes ved aflæsning i nedenstående diagram, som angiver regningsmæssig bæreevne i kN/m for standardoverliggere med jævnt fordelt last, beregnet ved hjælp af beregningsprogrammet Murværksprojektering, EC6 design.com. Diagrammet gælder for ½-stens tegloverliggere og for 200 mm tegloverliggere med påmurede skifter med bredde på 108 mm, fremstillet efter bestemmelserne for Dansk Murstenskontrol.

For bredstens tegloverliggere og 1-stens tegloverliggere kan bæreevnen findes ved multiplikation af diagrammets værdier med henholdsvis 1,5 og 2,0. Dette forudsætter dog, at de påmurede skifter har samme bredde som tegloverliggeren.

Brandklassen er R0.



Eksempel: En teglbjælke på 8 skifter inkl. tegloverligger med lysningsvidde på 2m kan bære 6 kN/m (ca. 600 kg/m), inkl. sin egenvægt

Murbindere

Murbindere skal være i overensstemmelse med EN 845-1.

Producenten skal oplyse følgende:

- Materiale/overfladebehandling mht. korrosionsfasthed
- Dimensioner, længde og diameter
- Mindste forankringsdybde
- Træk- og trykbæreevne
- Om murbinderen er symmetrisk eller asymmetrisk

- Om murbinderen er hældningstolerant, dvs. om der er krav til murbinderens fald udad, for at hindre at vand kan ledes til bagmuren via murbinderen.
- Øvrige specifikationer til anvendelsen, f.eks. krav til fugetykkelse

Holdbarhed - korrosion

Murbindere skal være korrosionsfaste i det miljø (den eksponeringsklasse), hvor de skal anvendes. Ikke-korrosionsfaste bindere må kun anvendes i murværk, der kan henregnes under passivt miljø.

Til de ikke-korrosionsfaste trådbindere hører bindere af varmforzinket stål. Varmforzinkede bindere må ikke bukkes eller rettes ud af hensyn til beskadigelse af korrosionsbeskyttelsen.

I tabellen nedenfor angives eksempler på korrosionsbeskyttelsessystemer for bindere i forhold til eksponeringsklasse.

Den fuldstændige tabel findes i anneks C, EN 1996-2:2007. Ref. nr. i tabellen henviser desuden til den fuldstændige specifikation af materialer og belægningen, som findes i EN 845-1.

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

Forklaring til tabel:

U: Ubegrænset brug af materialet i den anførte eksponeringsklasse

R: Begrænset brug; generelt anbefales brugen ikke i eksponeringsklassen.

X: Materiale, der ikke anbefales til brug i denne eksponeringsklasse.

Materiale	Ref.nr. EN 845-1	MX1	MX2	MX3	MX4	MX5
-----------	------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Austenitisk U rustfast stål (molybdæn- chrom-nikkel- legering) iht. EN 10088	1	U	U	U	U	R
Austenitisk rustfast stål (chrom-nikkel- legering) iht. EN 10088	3	U	U	U	R	R
Fosforbrønze iht. ISO 427	5	U	U	U	R	R
Alubrønze iht. ISO 428	6	U	U	U	R	R
Forzinket (105 g/m ²) ståltråd	1	U	R	R	X	X

Husk De 10 bud:

- **Bud nr. 5: Miljø og materialer skal passe sammen**

[Her kan du læse om krav til tegloverliggere og bjælker i forskellige eksponeringsklasser](#)

Ombukkede trådbindere i fx præfabrikerede bagvægselementer skal rettes ud under overholdelse af de tolerancer, som er forudsat ved beregning og konstruktionsudformningen. Forhåndsudbøjningen kan f.eks. sættes til diameteren.

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 med indbygget justeringsmulighed for udligning af råbygningstolerancer og bevæggelser 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.

Murkonsoller leveres ofte som en 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".

Husk De 10 bud:

- **Bud nr. 5: Miljø og materialer skal passe sammen**

[Her kan du læse om krav til tegloverliggere og bjælker i forskellige eksponeringsklasser](#)

Holdbarhed - korrosion

Murkonsoller skal være korrosionsfaste i det miljø (den eksponeringsklasse), hvor de skal anvendes. Ikke-korrosionsfaste konsoller må kun anvendes i murværk, der kan henregnes under eksponeringsklasse MX1 (passivt miljø).

Til de ikke-korrosionsfaste konsoller hører konsoller af varmforzinket stål.

I tabellen nedenfor angives eksempler på korrosionsbeskyttelsessystemer for konsoller i forhold til eksponeringsklasse.

Den fuldstændige tabel findes i anneks C, EN 1996-2:2007. Ref. nr. i tabellen henviser desuden til den fuldstændige specifikation af materialer og belægningen, som findes i EN 845-1.

De danske erfaringer er, at konsoller af austenitisk rustfast stål 1.4301 efter EN 10088 opfylder kravet om korrosionsfasthed i eksponeringsklasse MX2 og MX3.

Forklaring til tabel:

U: Ubegrænset brug af materialet i den anførte eksponeringsklasse

R: Begrænset brug; generelt anbefales brugen ikke i eksponeringsklassen.

X: Materiale, der ikke anbefales til brug i denne eksponeringsklasse.

Materiale	Ref.nr. EN 845-1	MX1	MX2	MX3	MX4	MX5
-----------	------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Sort stål, varm- galvaniseret med en minimums- tykkelse på 70 µm	9,10	U	X	X	X	X
Austenitisk rustfast stål (molybdæn- chrom-nikkel- legering) iht. EN 10088	1	U	U	U	U	R
Austenitisk rustfast stål (chrom- nikkel- legering) iht. EN 10088	3	U	U	U	R	R

Dimensionering

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 størrelsen af hulrum i skalmurskonstruktionen. Hermed bestemmes konsollens belastningsklasse, længde mv. For korrekt dimensionering, montage osv. henvises til publikationen "Det murede hus", afsnit 18 (www.mur-tag.dk) samt produktkataloger og krav til murkonsoller som fastsat i standard DS/EN 845-1 og prøvningsstandard DS/EN 846-10.

Materialer til fugtisolering

Membraner

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

Erfaringsmæssigt kan fugtspærrende membraner med nedenstående egenskaber anvendes i murværk (opdelt i krav til bitumenbaseret og plastbaseret):

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

Bemærk at nogle leverandører af murfolier kræver et mørteludligningslag for at udligne ujævnheder og for at forhindre, at murfolien perforeres.

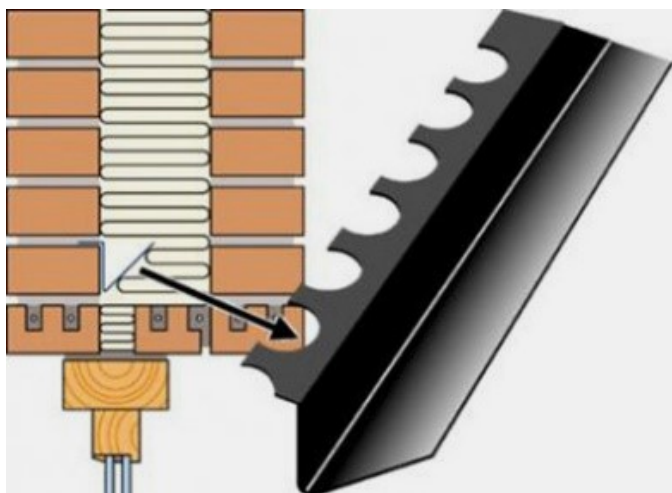
		Minimumskrav			
Egenskaber	Enhed	Bitumenbaseret (SBS-modificeret)		Plastbaseret	
Tykkelse	mm	≥ 1,7	EN 1849	≥ 0,3	EN 1849-2
Trækstyrke	N/50 mm	≥ 500	EN 12311-1	≥ 150	EN 12311-2
Brudforlængelse	%	≥ 25	EN 12311-1	≥ 300	EN 12311-2
Sømrivstyrke	N	150	EN 12311-1	100	EN 12310-1
Kuldeegenskab, bøjning	°C	0	EN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

Plastprofilrende

Plastprofilrender (TB-render) leveres i standardlængder relateret til tegloverligger-længder, med krævede overlængder. Der må således ikke udføres samlinger i plastprofilrender.

Ved anvendelse af plastprofilrender kan bæreevnen beregnes for en teglbjælke, hvor H = murhøjden, hvorefter den fundne bæreevne reduceres med 10%.

Dette gøres i praksis ved at reducere kohæsionen C_k med 10%.



Armering til murværk

Hvor stænger eller armeringssystemer sædvanligvis af stål er indstøbt i mørtel eller beton, samvirker alle materialer ved optagelse af påvirkninger.

Armeringssystemer, præfabrikeret liggefugearmering, er præfabrikerede gitre bestående af mindst 2 parallelle tænger forbundet med en påsvejst diagonal eller retvinklet gitterudfyldning. Systemerne anvendes i liggefuger og skal være i overensstemmelse med EN 845-3.

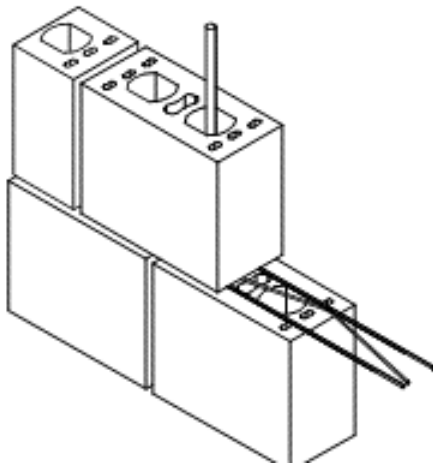


Armeringsstænger til indmuring eller indstøbning skal specificeres i henhold til EN 10088.

Armeringsstål kan være glat eller ribbet (høj vedhæftning) og svejset.

Armeringsstængers karakteristiske styrke, f_{yk} , skal være i overensstemmelse med annek C i EN 1992-1-1. Detaljerede oplysninger om armeringsståls egenskaber kan findes i EN 1992-1-1.

Varemeudvidelseskoefficienten kan antages at være $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Forskellen mellem denne værdi og værdien for omgivende murværk eller beton kan normalt lades ude af betragtning. (ej i MHB)



Korrosionsfasthed og eksponeringsklasser

Armeringsstænger og -systemer i murværkskonstruktioner som er i kontakt med mørtler, skal overholde krav til materialer eller korrosionsbeskyttelse som angivet i tabellen nedenfor.

Alternativt kan armeringsstænger og armeringssystemer omstøbes med beton.

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

Forklaring til tabel:

U: Ubegrænset brug af materialet i den anførte eksponeringsklasse

R: Begrænset brug; generelt anbefales brugen ikke i eksponeringsklassen.

X: Materiale, der ikke anbefales til brug i denne eksponeringsklasse.

Materiale	MX1	MX2	MX3	MX4	MX5
Sort stål, varm- galvaniseret med en minimums- tykkelse på 70 µm	U	X	X	X	X
Austenitisk rustfast stål (molybdæn- chrom-nikkel- legering) iht. EN 10088	U	U	U	U	R
Austenitisk rustfast stål (chrom- nikkel- legering) iht. EN 10088	U	U	U	R	R

Isoleringsmaterialer

Der kan anvendes mange forskellige typer isoleringsmaterialer i hulumuren. En oversigt gives i tabellen [her](#). Leveringsformen kan være hård (plader), blød (fiberbatts, som kendt fra mineraluld), løsfyld eller opskummet in situ.

Materialet kan være uorganisk (mineraluld, letklinker, perlit, vermiculit, celleglas etc.), plast eller polymer (PEF, PU, EPS, XPS, PUR, PIR, PF), eller andre organiske materialer (træuld, træfibre, papirisolering – cellulosefibre, mm)

Det er langt fra alle kombinationer af leveringsform og materiale, som er gængse. Men da nye isoleringsmaterialer til stadighed kommer på markedet og afprøves som hulumursisolering, gives her en oversigt over harmoniserede tekniske dokumenter (standarder og EAD'er), som er gældende, og som produkter kan CE-mærkes efter.

I tabellen er angivet harmoniseret standard eller EAD, standardens navn – hvor produktet fremgår – og hvilken leveringsform og type materiale der er tale om.

Isoleringsmaterialer skal først og fremmest isolere, og derfor er deres isoleringsevne – lambda-værdi (λ_{10}) altid dokumenteret. For produkter som er CE-mærkede efter en harmoniseret standard, som nævnt i tabellen nedenfor, kan man umiddelbart sammenligne λ_{10} -værdien. Jo lavere λ_{10} -værdi, jo bedre isolerer produktet pr. mm tykkelse, som indbygges.

Der er imidlertid fordele og ulemper ved de forskellige leveringsformer og materialer i forhold til praktisk anvendelse i hulumure, som er nødvendige at tage i betragtning.

Leveringsform

Generelt gælder, at isoleringsmaterialet skal monteres uden sprækker, og tæt ind til bagmuren. Hvis luften kan bevæge sig gennem isoleringen pga. utætheder og sprækker, så falder isoleringsevnen betydeligt. Hårde isoleringsmaterialer kan derfor være mere krævende at montere uden sprækker, og tæt til bagmuren. Hårde isoleringsmateriale bør altid monteres i 2 lag, hvor samlingerne er forskudte, både vandret og lodret. Nogle pladematerialer leveres med

et lag blød mineraluld på bagsiden, som gør det mindre problematisk at montere hårde materialer tæt til bagmuren.

Bløde materialer og løsfyld er generelt velegnede til at fylde uregelmæssige hulrum, f.eks. ved efterisolering, effektivt. Løsfyld kan for nogle typers vedkommende have en tendens til at "sætte sig" så der må efterfyldes. Herudover vil mørtelspild og teglrester i hulmuren kunne hindre effektiv udfyldning af hulrummet. Der kan således forekomme områder, hvor der ingen isolering er. Dette vil i særlig grad omfatte den nederste del af hulmuren.

Isolering som opskummes direkte i hulrummet vil også effektivt udfylde hulrummet. Der er dog den samme risiko, som ved løsfyld, for at opskumningen ikke er lige effektiv alle steder, således at isoleringsevnen vil variere i praksis. Endvidere bør man i et genanvendelsesperspektiv overveje, at konstruktioner med opskummet isolering ved nedrivning ikke kan udsorteres i rene materialer.

Materialer

Alle uorganiske isoleringstyper er velegnede til hulmure, hvor der er en vis risiko for at fugt trænger ind, da de ikke nedbrydes af fugt. Våd isolering vil dog altid have en væsentligt nedsat isoleringsevne.

Plast- og polymer-isolering kan være fugtfølsomme, og det kan være nødvendigt at udføre konstruktionen med en ventilationsspalte mellem facademur og isolering – følg leverandørens anvisning. For nogle typer af plast- og polymer-isolering skal der isoleres med brandfast isolering langs åbninger.

Organisk isolering som træ- og papirfibre er typisk overfladebehandlede for at sikre mod råd og brand. Se leverandørens vejledning for eventuelle særlige krav til indbygning.

Oversigt over isoleringstyper på markedet

Oversigten nedenfor tager udgangspunkt i harmoniserede produktstandarder (2019), samt en enkelt EAD.

*) denne EAD dækker papirisolering. Der skal foreligge en ETA for isoleringsproduktet. Se evt. mere i afsnit om CE-mærkning.

Standard- eller EAD nummer:		Leveringsform				Materiale		
		Hård (plader)	Blød (bløde batts)	Løsfyld	In situ	uorganisk	Plast og polymer	Anden organisk
Standard- eller EAD nummer:	Standarder – Termisk isolering i byggeriet							
DS/EN 14064-1:2010	Løsfyldprodukter - In situ-formet mineraluld - Del 1: Specifikation for mineraluldprodukter før installation			x		x		
DS/EN 15732:2012	Letvægtsfyld og isoleringsprodukter til byggeri - Produkter af lette tilslag af ekspanderet ler			x		x		
DS/EN 16069:2012+A1:2015	Fabriksfremstillede produkter af polyethylenskum (PEF) - Specifikation	x					x	
DS/EN 14315-1:2013	Produkter af in situ-sprayet hårdt skum af polyurethan og polyisocyanurat, Del 1: Specifikation for skumsystemet før installation				x		x	
DS/EN 14318-1:2013	Produkter af in situ-injiceret hårdt skum af polyurethan og polyisocyanurat, Del 1: Specifikation for skumsystemet før installation				x		x	
DS/EN 13162:2012+A1:2015	Produkter - Fabriksfremstillede produkter af mineraluld (MW) - Specifikation		x			x		
DS/EN 13163:2012+A2:2016	Fabriksfremstillede produkter af ekspanderet polystyren (EPS) - Specifikation	x					x	
DS/EN 13164:2008	Produkter - Fabriksfremstillede produkter af ekstruderet polystyrenskum (XPS) - Specifikationer	x					x	
DS/EN 13165:2008	Fabriksfremstillede produkter af polyurethanskum (PUR) - Specifikation	x					x	
DS/EN 13166:2012+A2:2016	Fabriksfremstillede produkter af phenolskum (PF) - Specifikation	x					x	
DS/EN 13167:2012+A1:2015	Produkter - Fabriksfremstillede produkter af celleglas (CG) - Specifikation	x				x		
DS/EN 13168:2012+A1:2015	Produkter - Fabriksfremstillede produkter af træuld (WW) - Specifikation		x					x
DS/EN 13169:2012+A1:2015	Produkter - Fabriksfremstillede produkter af ekspanderet perlit (EPB) - Specifikationer	x				x		
DS/EN 13170:2012+A1:2015	Produkter - Fabriksfremstillede ekspanderede korkprodukter (ICB) - Specifikation	x						x
DS/EN 13171:2012+A1:2015	Produkter - Fabriksfremstillede produkter af træfibre (WF) - Specifikation	x	x					x
DS/EN 14063-1:2004	Produkter - In situ-fremstillede ekspanderede letklinker (LWA) - Del 1: Specifikation for løsfyldprodukter før indbygning			x		x		
DS/EN 14316-1:2004	In situ-formet ekspanderet perlit (EP) - Del 1: Specifikation for materialet før indbygning			x		x		
DS/EN 14317-1:2004	Produkter - In situ-fremstillet ekspanderet vermiculit (EV) - Del 1: Specifikation for materialet før indbygning			x		x		
DS/EN 14933:2007	Letvægtsfyld og isoleringsprodukter til byggeri - Fabriksfremstillede produkter af polyskum (EPS) - Specifikation	x					x	
EAD 040138-00-1201 *), November 2015	In-situ formed loose fill thermal and/or acoustic insulation products made of vegetable fibres *			x				x

CE-mærkning af byggevarer

Med Klima-, Energi- og Bygningsministeriet Bekendtgørelse BEK nr 688 af 17/06/2013 *Bekendtgørelse om markedsføring, salg og markedskontrol af byggevarer* implementeres EU's *Byggevareforordning (EU) nr. 305/2011 (CPR)* i dansk lov.

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

Forordningen fastsætter regler for, hvorledes byggevarers ydeevne beskrives med en ydeevnedeklaration. Alle varer, der fremstilles med henblik på at **indgå varigt i bygværker**, herunder i bygge- og anlægsarbejder, skal **CE-mærkes**, når der foreligger en harmoniseret teknisk specifikation (en produktstandard) for byggevaren.

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

Er et produkt CE-mærket, betyder det, at:

- Produktet er fremstillet i overensstemmelse med en harmoniseret standard eller teknisk godkendelse
- Der foreligger en ydeevnedeklaration, hvor mindst 1 egenskab er deklareret
- Producenten skal opbevare dokumentation for, at byggevaren lever op til sin ydeevnedeklaration.

Man kan IKKE regne med, at CE-mærkede produkter er underkastet kontrol af en 3. part.

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.

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. Ansvar 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
- Fliser og fliselim

Der er desuden krav til CE-mærkning af tegltagsten. Beklædningstegl skal være CE-mærkede efter samme standard som tegltagsten, hvis de ikke er en del af et CE-mærket system.

** 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, SÆRSKILT CE-mærkning.***

I projektmaterialet, 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.

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, og om tilsvarende værdier fremgår af byggevarens ydeevnedeklaration.

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. Se yderligere information i afsnittet **Udførelse, modtagekontrol**.

Hvordan CE-mærket og ydeevnedeklarationen læses

CE-mærket skal være påført produktet eller dets emballage, eller skal medfølge ved levering

CE-mærket oplyser producentens navn og adresse og årstal for mærkningens påføring. Mærket oplyser også hvilken produktstandard, der ligger til grund for mærkningen, og hvad produktet kan anvendes til.

På de fleste CE-mærker anføres en række af det pågældende produkts egenskaber. 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'.

Ofte er CE-mærket forkortet, så kun de egenskaber, hvor der er deklareret en værdi, anføres

direkte på varen. CE-mærket skal dog altid anføre nummer på ydeevnedeklarationen.

Ydeevnedeklaration skal omfatte alle de egenskaber, som kan deklarerer under CE-mærkningen.

Ydeevnedeklarationen oplyser også, om der er krav til certificering af produktionssystemet. Her oplyses EU-notifikationsnummeret på det notificerede organ, og man kan læse, hvad det notificerede organ har udført eller kontrolleret.

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 produktstandarden ikke stilles krav om certificering, men hvor dette vælges frivilligt af producenten af eksempelvis markedsmæssige årsager.

Udførelse

Opmuring

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.

Husk de 10 bud!

- **Bud nr. 3: planlæg arbejdet.**

Planlægning indgår i – men er ikke begrænset til :

- Målaftsætning
- Materialeforbrug
- Lodsteder
- Udførelseskontrol
- Modtagekontrol
- Afstivning af murværket under udførelse
- Murværkets beskyttelse under udførelsen – især beslutning om total- eller partiel afdækning, indretning af materialelager mv.

Målafsætning

Målafsætning skal altid udføres fortløbende og mindst for hver etage såvel vandret som lodret, så fejlphobning 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 deklareret 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.

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

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?

Tværsom 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

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 i 2 på hinanden følgende skifter altid skal være indbyrdes forskudt mindst en kvart sten eller mindst 40 mm.

Til massive mure på 228 mm og derover skal det sikres, at der er en effektiv forbindelse gennem alle lodrette snit i murværket for at give den fornødne styrke.

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

Placering og udførelse af stående fortanding må kun ske som angivet i projekt materialet, 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.

Tildannelse af delformater

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.

Materialeforbrug (nettomængder)

Materialeforbrug, antal mursten i normalformat (228 x 108 x 54 mm) og, for vægtykkelse 17 cm, bredstensformat (228 x 168 x 54 mm) pr. m².

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

Mørtelforbrug, mængde pr. m² mur

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 (format 228×108×40 mm)

Skorstensrør: Pr. lb. meter skorsten med lysning 230×230 mm (se tabel):

	1/2-stens vange	1/1-stens vange
mursten	90 stk.	240 stk.
mørtel	60 liter	170 liter

Murværk af blokke:

Forbrug af blokke og mørtel pr. m² murværk. Blokformater er angivet i cm

længde, cm	59					49					
bredde, cm	10	15	20	24	30	10	15	19	23	29	30
højde, cm	19					19					
blokke, stk/m ²	8,4					10					
mørtelforbrug, ca. liter/m ²	7	10	13*	16*	20*	8	11	13*	16*	22*	25*
* Tallene angiver forbrug ved fyldte fuger. Anvendes isoleringsstrimler, reduceres tallene med ca. 3 liter pr. m ²											

* Tallene angiver forbrug ved fyldte fuger. Anvendes isoleringsstrimler, reduceres tallene med ca. 3 liter pr. m².

Facadearbejde

Fugning: Ca. 400 liter mørtel pr. 100 m². / ca. 600 kg tørmørtel pr. 100 m², ved 13 mm fugedybde.

Pudsearbejde:

Udkast: Ca. 500 liter mørtel pr. 100 m² / 5-8 kg tørmørtel pr. m²

Grovpuds: Ca. 1700 liter mørtel pr. 100 m² / 20-30 kg tørmørtel pr. m²

Finpuds: Ca. 200 liter mørtel pr. 100 m² / 2-4 kg tørmørtel pr. m²

Berapning o.lign.: Ca. 600 liter mørtel pr. 100 m² / 5-8 kg tørmørtel pr. m²

Gulvtegl, i "normalformat" (228x108x54 mm)

Forbrug pr. 1 m ²	på fladen	på kant
med knasfuge:	41 sten	80 sten
med normalfuge:	35 sten	63 sten

Fremstilling af mørtel på byggeplads

Fabriksfremstillet mørtel skal kun tilsættes vand på byggepladsen. Dette gælder både for fabriksfremstillet receptmørtel og funktionsmørtel, samt for mørtler, hvor producenten leverer 2 eller flere komponenter, som er afmålt på forhånd.

Dosering af vand, og evt. speciel blandingsprocedure foreskrevet af leverandøren, skal overholdes. I øvrigt skal det beskrives under "Blanding" overholdes.

Byggepladsfremstillet mørtel er defineret som mørtel, der er sammensat af mere end én komponent, som afmåles på byggepladsen, plus vand.

I praksis er byggepladsfremstillede mørtler som oftest receptmørtler.

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.

Der må ikke anvendes tilsætningsstoffer, som ikke er leveret og doseret af leverandøren.

Krav til fremstilling af receptmørtel

Fabriksfremstillet (EN 998-2)	Byggepladsfremstillet (EN 1996-2)
-------------------------------	-----------------------------------

Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres	Fremstillingsmetode skal dokumenteres, især at doseringsmetode er egnet til at frembringe korrekt blandingsforhold i hele byggeperioden Mørtlen blandes effektivt, hvorunder ensartet fordeling sikres Blandetid max. 15 minutter i tvangsblender 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
- Mørtelmateriale skal udmåles og blandes, så den færdige mørtel er korrekt sammensat i henhold til specificeret blandingsforhold
- Der må ikke anvendes tilsætningsstoffer
- Evt. indhold af frysepunktssænkende middel skal være angivet. Tørmassen af de enkelte delmaterialer må maksimalt afvige 5 % (gælder dog kun ved brugen af styrkeparametre i DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014 og tilsætningsstoffer må i givet fald ikke anvendes).

Afmåling/dosering

Materialer til byggepladsfremstillet mørtel skal afmåles efter vægt eller efter volumen i de angivne forhold, i rene, egnede måleanordninger.

Blandingsnøjagtighed, receptmørtler:

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/EN 1996-1-1 DK NA:2014. 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.

Vejledning i beregning af recepter og dosering findes [her](#).

Bestemmelserne for kontrol af blandingsforholdet findes [her](#).

Kalktilpasset mørtel til KC-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:

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.

$$\text{KC } 60 / 40 / 850 : \frac{60 \times 100}{60 + 850} = 6,6\%$$

$$\text{KC } 50 / 50 / 700 : \frac{50 \times 100}{50 + 700} = 6,6\%$$

$$\text{KC } 35 / 65 / 650 : \frac{35 \times 100}{35 + 650} = 5,1\%$$

$$\text{KC } 20 / 80 / 550 : \frac{20 \times 100}{20 + 550} = 3,5\%$$

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 kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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 kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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, er disses vægte angivet i nedenstående skema.

Endvidere skal *rumfangsudmålingen* i ovenstående skemaer korrigeres med faktorerne i nedenstående skema:

Cementtype	Cementens rumvægt	Faktor til korrigering af rumfangsblandeforholdet
------------	-------------------	---

	kg/m3	
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 sulfatbestandig cement	1300	1,0

Blanding generelt

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. Det anbefales at anvende tvangsblender. Blandetiden regnes fra det tidspunkt, hvor alle delmaterialer er tilsat.

Fabriksfremstillet mørtel og prædoseret mørtel skal anvendes i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger, herunder blandetid og blandertype.

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.

Almindeligvis er det passende med en blandetid på 3-5 minutter, efter alle bestanddelene er tilsat. Blandetiden må ikke overskride 15 minutter, medmindre der er tale om kalkmørtel. Overskrides blandetiden nedsættes mørtlens styrke væsentligt.

Blandetiden regnes fra det tidspunkt, hvor alle delmaterialer er tilsat.

Langvarig blanding, hvor der anvendes luftindblandingsmidler, kan føre til for stor luftindblanding og derved til nedsat vedhæftning og holdbarhed. Stor variation mellem forskellige partiers blandetid bør undgås.

Mørtel bør anvendes, før bearbejdelighedstiden udløber. Mørtel, der er tilbage, efter den første afbinding er begyndt, skal kasseres og ikke opblandes igen.

Blanding af KC-mørtler ud fra våd kalkmørtel.

Blanding foretages ved at bearbejde den halve mængde kalkmørtel, hvorefter cement og evt. vand tilsættes. Når denne blanding er homogen, tilsættes den resterende mængde kalkmørtel.

Opmuring generelt

På www.mur-tag.dk findes videoer, som gennemgår teknikker og særlige forhold ved selve opmuringen. Her skal kun nævnes udvalget forhold.

Det anbefales, at man før målaf sætning 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 projekt materialet.

Fuger, tæthed mm

Fuger skal udføres, så deres holdbarhed sikres overfor de påvirkninger, de vil blive udsat for i henhold til eksponeringsklasse.

Der skal mures med fyldte fuger.

Fugefærdiggørelsen kan ske i forbindelse med opmuring. Her skal man være opmærksom på, at der kan kræves enten glittet eller skrabet fuge for visse mørtler. Når producenten ikke har angivet fugefærdiggørelsen, og det ikke er specificeret i projektet, kan man gå ud fra følgende, når fugen færdiggøres i forbindelse med opmuring:

- Skrabefuge med ru overflade fremmer udtørring
- Glittet fuge beskytter mod udtørring

Se afsnittet om "Fuger i murværk" for detaljeret vejledning i valg af mørtel, betydning af minutsugning, færdiggørelse af fuger mm.

Vær også opmærksom på særlige forhold under Vinterforanstaltninger og Sommerforanstaltninger.

Armeret murværk

Ved armeret murværk skal fugetykkelsen mindst være 5 mm større end armeringens diameter, og mørtlen skal omslutte armeringen helt, for at armeringen kan forankres og overføre kræfter.

Riller

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.

Lodsteder

Ved arbejdets påbegyndelse etableres typisk *lodsteder*, hvorfra der løbende loddet 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 toleranceramme.

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. loddet 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 blødstøgne sten.

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

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.

Tolerancer

*Tolerancer: **tilladelige afvigelser** fra fastsatte standarder/målangivelser*

Tolerancer for murværkets udførelse er fastsat både for at sikre, at krav til styrke og funktion er opfyldt (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;

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*.

Der kan aftales andre og skærpede tolerancer, af hensyn til det aftalte udseende.

Aftalen kan tage udgangspunkt i publikationen "Hvor går grænsen? Murerfaget. Tolerancer for murværk og overflader", www.tolerancer.dk Udførelse af blankt murværk", 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*.

Se tolerancer for vægfelt mm. fra Eurocode her.

Øvrige udfaldskrav - forventningsafstemning

Husk de 10 bud:

- **Bud nr. 4: Afstem forventninger.**

Forventningsafstemning er vigtig ved fastlæggelse af tolerancer og øvrige udfaldskrav.

Øvrige forhold, der også har afgørende betydning for det færdige murværks **udseende** – som f.eks. variationer i farve, form, overfladekarakter og størrelse i både den enkelte sten, i mørtlen og i den færdige, opmurede helhed – skal *aftales parterne imellem inden arbejdets påbegyndelse*. Dette er en del af den vigtige forventningsafstemning med bygherren. Der er ingen normkrav på dette område, så det er vigtigt at få lavet klare aftaler om, hvilke udfaldskrav der er til murværket. Det gælder:

- Forventning til udseende af murværket mht. farver og variationer i farver
- Forventning til murværk, som ikke skal afsyres – omfang af mørtelrester/slør, som kan accepteres

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 karakter og af det aktuelle byggeris form og størrelse.

Hermed vurderes både *detalje og helhed i forhold til udfaldskravet og de aftalte tolerancer*, idet karakteren 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 toleranceramme, 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

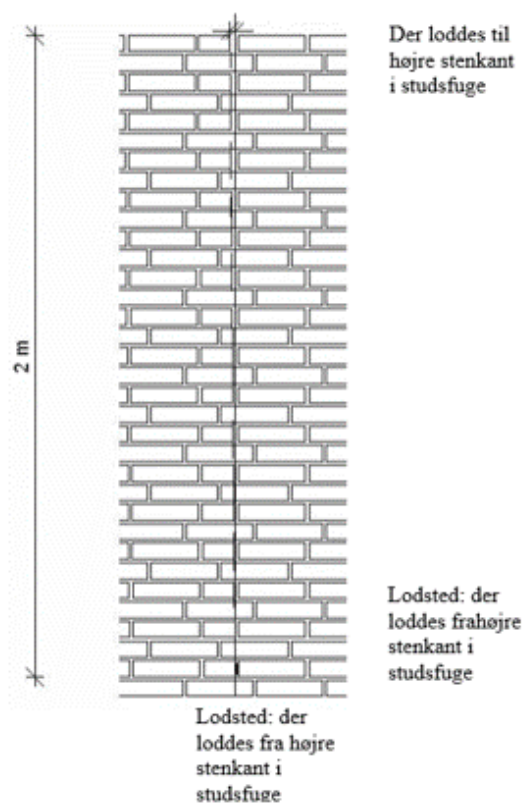
Forbandtet er korrekt udført, når den valgte kode er fulgt, og forbandtet er muret i lod og vage inden for en given toleranceramme.

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/ens placering i forbandtkoden.

Den tilladelige afvigelse fra lod for højrestenkant i den studsfuge, der loddes *til* er +/- 10 mm. Afvigelse fra lod på +/- 10 mm er eksklusiv stenenes egen tolerance.

De steder – dvs. de højrestenkanter i studsfuger – som anvendes som udgangspunkt for kontrollen vælges under hensyntagen til murværkets og forbandtets karakter; der skal dog loddes *et antal steder* på murværksfladen.



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

Kontrolklasse

I forbindelse med fastlæggelse af partialkoefficienter skelnes der mellem lempet, normal og skærpet kontrol. Skalmure, formure i kombinationsvægge og lokale forstærkninger tillades dog udført i kontrolklasse forskellig fra det øvrige murværk i bygningen.

Der må iht. det nationale anneks til Eurocode 6, EN 1996-1-1 DK NA:2014, ikke udføres konstruktioner med følgende kombinationer af konsekvensklasse og kontrolklasse (inspektionsklasse):

- lav konsekvensklasse og skærpet kontrolklasse er ikke mulig
- høj konsekvensklasse og lempet kontrolklasse er ikke mulig

Kontrolklasserne og kravene til udførelse er beskrevet i DS/INF 167:2015.

Oversigt over udførelseskontrol findes [her](#).

Oversigt over modtagekontrol findes [her](#).

Kontrolklassen bør vælges efter bygværkets karakter under hensyn til de praktiske udførelsesmuligheder. Konstruktioner i høj konsekvensklasse bør udføres under skærpet kontrol, såfremt konstruktionssvigt af et enkelt delelement medfører et større kollaps af byggeriet.

I statisk bestemte konstruktioner vil et enkelt svigt af et bygningselement ofte medføre et totalt eller partielt kollaps af byggeriet.

Byggerier i høj konsekvensklasse med f.eks. enkeltspændte dækelementer, enkeltspændte bjælkeelementer eller større åbninger i nederste etage, bør udføres under skærpet kontrol.

Byggerier i høj konsekvensklasse med f.eks. dobbeltspændte dækelementer eller in-situ støbt bjælkedæk system kan udføres under normal kontrol.

Udførelseskontrol

Læs mere om valg af kontrolklasse [her](#).

Hvad valget af kontrolklassen indebærer for udførelsen, kan ses af efterfølgende skema:

Bemærk at generel udførelseskontrol, som gælder for alle kontrolklasser, er ikke medtaget i skemaet.

Udførelsesaktivitet	Lempet kontrol	Normal kontrol	Skærpet kontrol
Byggeplads-fremstillet mørtel:			
Dokumentation af, at forudsat blandingsforhold er opnået	Skal foretages for den først producerede mørtel	Skal foretages for de først påbegyndt producerede 15 m ³ mørtel og herefter for hver påbegyndt producerede 40 m ³ mørtel.	Skal foretages for hver påbegyndt producerede 15 m ³ mørtel.

Murværk			
Placeringsafvigelse for mure og søjler:			
Midterplans, afvigelse v. 2 over hinanden stående:	max. 20 mm	max. 15 mm	max. 10 mm
Fuger Tolerancer for fugemål	se tolerancer her	se tolerancer her	se tolerancer her
Kontaktfladeareal mellem mørtel og mursten *)	min. 75%	min. 85%	min. 95%
Kontaktfladeareal ved uarmerede mure af letbeton med en tykkelse på 190 mm og derover	Tilladt 50 mm midterzone uden mørtel	Tilladt 50 mm midterzone uden mørtel	min. 100%

Forbandt			
Stående fortanding	På byggepladsen skal der forefindes tegninger eller anden beskrivelse, som angiver eventuelle særlige sammenskæringsdet og eventuel særlig placering af bindere For bygninger med højde indtil 8,5 m tilades stående fortanding uden nærmere eftervisning, når der anbringes en Ø 4 mm trådbinder i hvert 3. skifte i fortandingsfugen.	På byggepladsen skal der forefindes tegninger eller anden beskrivelse, som angiver eventuelle særlige sammenskæringsdet og eventuel særlig placering af bindere For bygninger med højde indtil 8,5 m tilades stående fortanding uden nærmere eftervisning, når der anbringes en Ø 4 mm trådbinder i hvert 3. skifte i fortandingsfugen.	På byggepladsen skal der forefindes tegninger eller anden beskrivelse, som viser forbandt, nødvendige sammenskæringer og placering af bindere

Diverse			
Delformater	Hugning/skæring/klip	Hugning/skæring/klip	Skæring/klipning
Riller og udsparinger	Tillades udført ved hugning	skal udføres ved fræsning	Fræsning, og kun i omfang som angivet på tegninger

* 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.

For sædvanligt murværk (med normal fuge) opført i normal kontrol er det nominelle mål på fugen 12 mm. Dvs. liggefugerne skal være i intervallet: 8 – 16 mm og studsfugerne i intervallet 8 – 20 mm

Specielt for byggepladsfremstillet mørtel/kalktilpasset mørtel gælder, at det skal dokumenteres, at den fremstillede mørtel overholder de forudsatte blandingsforhold eller egenskaber.

Tolerancer for vægfelt

Tolerancer for murværk er dels fastlagt af tekniske hensyn, dels af æstetiske. De tekniske tolerancer er fastlagt i gældende normer og skal altid følges. Tolerancerne er nærmere gennemgået nedenfor.

Vægfelt – tolerancer

Eurocode DS/EN 1996-2:2007 (Eurocode 6 – Del 2: Designbetragtninger, valg af materialer og udførelse af murværk) angiver følgende maksimale tolerancer for vægfelt opført af murværk.

Tolerance for tykkelse

- af delmur (hvis delmuren har samme tykkelse som en byggesten, bestemmer byggestenens dimensionstolerancer murens tykkelse)	$\pm 5\text{mm}$ eller $\pm 5\%$ af delmurens tykkelse, afhængigt af hvad der er størst
--	---

- af hel hulmur	±10 mm
-----------------	--------

Tolerance for væggens afvigelse fra lodret.

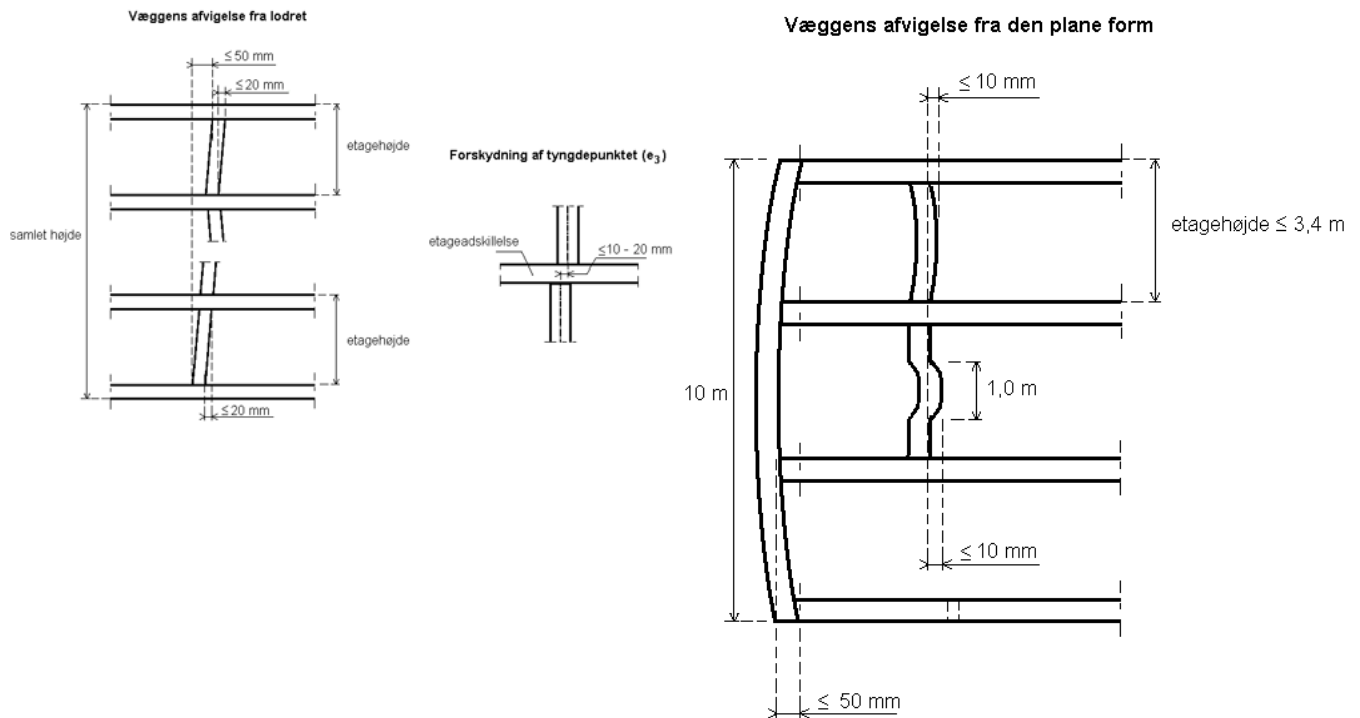
Samlet højde:	50 mm (målt over hele højden)
For en etagehøjde:	20 mm (målt over etagehøjden)
Lodret opsætning	±20 mm

Tolerance på mulig forskydning af tyngdepunktet (lodret opsætning) for væggen eller søjlen i overliggende etage (e3) (dvs. afstanden mellem midterplanerne af to over hinanden stående mure eller søjler) er i DS/INF 167:2015 fastlagt i forhold til kontrolklassen:

Lempet kontrol:	20 mm
Normal kontrol:	15 mm
Skærpet kontrol:	10 mm

Tolerance på den betragtede vægkonstruktions afvigelse fra den plane form (e5). Gældende for alle kontrolklasser:

Samlet højde (min 10 m):	50 mm (målt over 10 m)
På en delstrækning (min 1,0 m):	10 mm (målt over 1,0 m)



Modtagekontrol

Omfanget af modtagekontrol for materialer er afhængigt af kontrolklassen, som arbejdet udføres under, og om produktionen af materialerne er omfattet af en 3. parts kontrol.

I den forbindelse kan det nævnes, at der findes flere kontrolordninger, bl.a. Dansk Murstenskontrol, Letbetonkontrollen, Betonvarekontrollen og frivillig certificering af mørtel, som alle er oprettet på frivilligt grundlag.

Disse kontrolordninger medvirker til, at produktionen af de respektive byggeprodukter foregår i overensstemmelse med gældende normer. Der henvises generelt til de respektive kontrol- og certificeringsordningers bestemmelser.

Ved modtagelse af leverancer på byggeplads skal der foretages en visuel kontrol af materialer, eventuel mærkning og medfølgende dokumenter. Det skal herved sikres, at de leverede materialer svarer til de materialer, hvis deklarerede egenskaber opfylder de forudsætninger, der er anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.

Ved leverance af materialer, hvis produktion ikke er omfattet af en 3. partskontrol, skal der desuden gennemføres en supplerende modtagekontrol efter nedenstående retningslinier.

I DS/EN 1990, annek D, er beskrevet statistiske principper for kontrol af materialeegenskaber.

Supplerende modtagekontrol for byggesten, der ikke er omfattet af en 3. partskontrol:

Normal og skærpet kontrol

For byggesten med en højde < 185 mm skal der for hver kvalitet foretages en prøvning til eftervisning af de deklarerede egenskaber for de først påbegyndt leverede 25.000 sten og derefter en prøvning for hver påbegyndt leverede 100.000 sten.

Normal og skærpet kontrol

For byggesten med en højde ≥ 185 mm skal der for hver kvalitet foretages en prøvning til eftervisning af de deklarerede egenskaber for de først påbegyndt leverede 3.500 blokke og

derefter en prøvning for hver påbegyndt leverede 14.000 blokke.

Supplerende modtagekontrol for mørtel, der ikke er omfattet af en 3. partskontrol:

Normal kontrol

For fabriksfremstillet mørtel til konstruktioner, der opføres under normal kontrol, skal der for hver type foretages en mørtelprøvning til eftervisning af de deklarerede egenskaber for de først påbegyndt leverede 20 m³ færdigblandet mørtel i våd tilstand og derefter en prøvning for hver påbegyndt leverede 60 m³ mørtel.

Skærpet kontrol

For fabriksfremstillet mørtel til konstruktioner, som opføres under skærpet kontrol, skal der for hver mørteltype foretages en mørtelprøvning til eftervisning af de deklarerede egenskaber for hver påbegyndt leverede 20 færdigblandet mørtel i våd tilstand.

Supplerende modtagekontrol for andre materialer, der ikke er omfattet af en 3. partskontrol:

For mørtelmaterialeerne bindemidler og tilslagsmaterialer skal det ved prøvning eftervises, at mørtelmaterialeernes deklarerede egenskaber er i overensstemmelse med det forudsatte ved beregning og konstruktionsudformning. Eftervisningen skal ske med samme omfang som for fabriksfremstillet mørtel.

Trådbindere

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

Varmforzinkede bindere må kun anvendes i passivt miljø, og må ikke bukkes eller rettes ud af hensyn til risiko for beskadigelse af forzinkningen.

Se mere under materialer, [her](#).

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. Dvs. retlinede og parallelle bindere med fald fra bagmur til formur er acceptable. Bindere med drypbøjning tillades kun anvendt, når de fra fabrikkens side er fremstillet med drypbøjning, og den deklarerede bæreevne iht. Ydeevnedeklarationen er tilstrækkelig jf. kravene i projektmaterialet. 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 udretning af bøjede bindere i præfabrikerede bagmurselementer og ved indmuring af bindere skal det tilstræbes, at bindernes frie del bliver retlinede og parallelle.

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.

Ved montering af bindere skal leverandørens anvisninger vedr. mindste forankringslængde og fri binderlængde overholdes.

Antal bindere

Antallet af bindere skal fastsættes ved beregning. Dog må antallet af bindere ikke være mindre end det angivne for hver vægtype i det efterfølgende.

Antallet af trådbindere i såvel hul- som skalmure skal fastsættes ved beregning, idet der dog i hulmure (kombinationsvæg) skal anvendes mindst 4 stk. korrosionsfaste trådbindere pr. m² jævnt fordelt, og til forankring af skalmure skal placeres mindst 2 stk. korrosionsfaste trådbindere pr. m². I dobbeltvægge anvendes mindst 16 bindere pr. m².

Minimum antal af bindere følger af EN 1996-1-1 DK NA:2014. Definition af vægtyper findes [her](#).

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.

Placering

Med hensyn til placering af trådbindere, se SBI-anvisning 156, Skalmure ved udvendig efterisolering samt Byg-Erfa erfaringsblad (21) 19 04 03, Revner i hjørner ved skalmure pga. 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.

Skalmure

Konstruktioner, hvortil skalmure forankres, skal have så stor stivhed, at revnedannelser i skalmuren undgås. Til forankringen forudsættes anvendt trådbindere.

I skalmure skal mængden og placeringen af bindere fastsættes ved beregning, idet det eftervises, at vindlasten kan overføres til binderne. Der skal placeres en mængde svarende til mindst 2 stk. bindere pr. m^2 mur.

Beregningen kan foretages ved, at skalmuren betragtes som vandret liggende bjælker understøttet af de lodrette binderkolonner. Konservativt kan regnes med et dimensionerende moment på $1/8 q l_b^2$, hvor q er den regningsmæssige vindlast og l_b er den vandrette afstand mellem binderkolonnerne.

Til dimensionering af skalmure anvendes normalt formfaktor 0,9 for beregning af vindlasten på skalmuren.

Forankring af skalmur

Ved skalmurens afslutninger, ved dilatationsfuger og omkring huller udføres effektiv forankring af skalmuren ved placering af en binderrække/-kolonne med indbyrdes afstand mellem binderne på højst 400 mm.

Den øverste række bindere anbringes i næstøverste eller tredieøverste fuge dog max 200 mm fra øverste kant. Ved beregning af afstanden reduceres binderens kapacitet med 50 %. Afstanden mellem binderne skal dog ligge i intervallet 200-400 mm.

Såfremt konstruktionen, hvortil der forankres, ikke har større stivhed end formuren, betragtes muren som en formur i en kombinationsvæg.

Massive mure

Massive mure af 1/1-stens tykkelse eller mere skal udformes således, at der er sikret effektiv forbindelse gennem alle lodrette snit i murens plan. Massive mure uden en sådan effektiv forbindelse skal dimensioneres som bestående af flere tyndere, selvstændige, massive mure.

Forbindelsen mellem murdelene kan sikres enten ved sten- eller trådbindere. Der skal være mindst 20 stenbindere eller 16 Ø 4 mm trådbindere pr. m² jævnt fordelt.

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.

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

Der skal også indlægges fugtspærre 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 nedtrængning af vand i konstruktionen forhindres.

Hvis en hulmur føres op over en tagflade, skal der indlægges en fugtspærre, så regnvand ikke kan løbe ned i underliggende konstruktioner.

Vejledninger vedrørende indbygning af fugtspærre findes her:

- **Vejledning om fugtspærre i murværk**, Teknologisk Institut, 2013, www.mur-tag.dk, til download
- **Vejledning. Fugtspærre i murværk**. Forlaget Tegl, 2002. + 4 rev. tegninger
- **Konstruktionsdetaljer**. På www.mur-tag.dk
- **Videoklip**. På www.mur-tag.dk

Fremgangsmåde generelt

Anbringelse og bearbejdning af fugtspærre

Fugtspærren udrulles på et plant underlag, opmærkes og ombukkes til den ønskede facon.

Fugtspærrens temperatur skal, når der er tale om murpap, være over 5 °C, hvis den skal bukkes med en mindre radius end 15 mm.

Fugtspærren skæres med en skarp kniv af typen 'ørnenæb' tagpapkniv.

Fugtspærren må ikke rives over, men skal skæres med et rent snit.

Samlinger

Alle samlinger, både lodrette og vandrette, skal udføres med minimum 100 mm overlæg og sammenklæbes (fuldklæbes) med asfaltklæber.

Der påføres asfaltklæber med fugepistol eller spartel i en stribe ca. 20-30 mm fra kanten.

Alternativt kan samlingen fastholdes med påklæbning af aluklæbebånd med asfalt i minimum 50 mm bredde.

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.

Materialer, som kan anvendes til fugtspærre, er beskrevet [her](#).

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'.

Fugtisolierende membraner skal være tætte ved samlinger – også hvor membranen brydes af el-ledninger, kanaler, stålsøjler og lignende.

Sokkelpuds skal afsluttes i en skråvinkel i højde med den fugtisolierende 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 fugtisolierende membran.

I ydervægge anbringes den normalt mindst 150 mm over omgivende terræn for også at stoppe fugttilførsel til muren som følge af opsprøjt af regnvand på nederste del af murværk eller fundament.

En fugtspærre anbringes også under indervægge, hvor der ikke i forvejen findes et kapillarbrydende lag længere nede i konstruktionen. Eksempler på principper for placering af fugtspærrer i både inder- og ydervægge er vist i konstruktionsdetaljerne.

Radon

Fugtspærren nær terræn benyttes også til at forhindre luftarten radon i at strømme ind i bygningen fra de underliggende jordlag.

Der skal her især gøres opmærksom på, at der skal lukkes lufttæt over det isoleringsmateriale, der ofte i terrændæk ligger som kuldebroisolering imellem fundament og betonplade. Dette kan gøres ved at lade murpappen under bagmuren fortsætte ud over kuldebroisoleringen og klæbe den til betonpladen.

Danmarks kommuner er på basis af en landsomfattende radonundersøgelse opdelt i 5 radonklasser, som kan ses på Statens Institut for Strålehygiejnes hjemmeside: www.sis.dk. De anvisninger, der er angivet i denne vejledning, gælder dog generelt i alle klasser, men i klasse 3 og 4 skal udvises særlig omhu.

Fugtspærre over åbninger

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 'Tegloverliggere'.

Fugtspærre ved præfabrikerede 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 præfabrikeret 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 Plastprofilrende 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 gange 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 og gøre fugtspærren mere effektiv, 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 studsfiger 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, 2013, som kan hentes på www.mur-tag.dk.

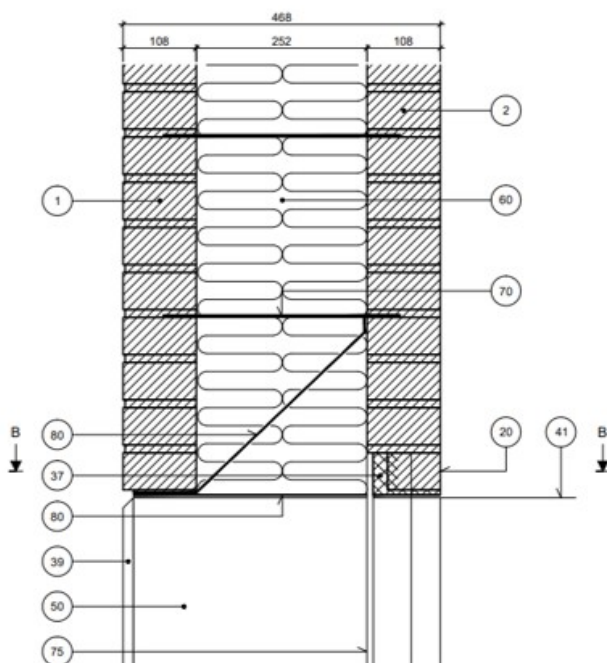
Såfremt vinduet skal monteres i topfalsen, kan der eksempelvis anvendes en bagmurstegloverligger, hvor der indstøbt et plastbeslag til montering af vindue.

Fugtspærrers placering, snittegninger

Hulmur/sokkel

Fugtspærre ved hulmur/sokkel udføres altid med 2 lag membran, hvoraf den nederste altid er vandret. Den øverste membran anbefales udført skrå, med hældning mod formuren, som vist på figuren. Dette er ikke et krav, men er teknisk den sikreste løsning.

Se redegørelse om fordele/ulemper ved skrå/vandret fugtspærre i 2. lag her.



Placering af fugtspærre ved sokkel (figuren viser desuden glidningssikring).

Signaturforklaring:

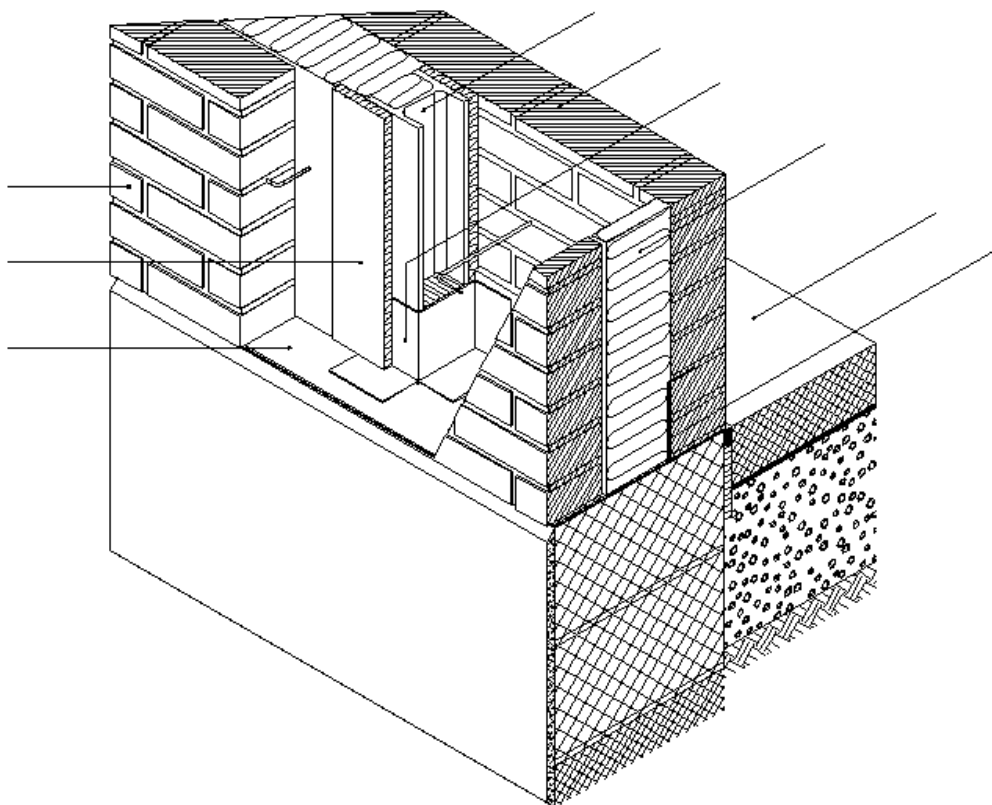
- 1: Tegl i formur
- 2: Tegl i bagmur
- 39: Sökkelpuds/udkast
- 41: Omrids gulv
- 50: Sokkel
- 60: Isolering
- 70: Trådbinder
- 80: Fugtspærre

Fugtpærre ved søjle

Fugtpærre ved søjle, 3D.

Signaturforklaring:

- 1: Tegl i formur
- 2: Tegl i bagmur
- 8: Betonplade
- 12: Stålsøjle HE 100 B
- 60: Isolering
- 62: Trykfast isolering
- 80: Fugtpærre. Tildannes ud for søjle
- 82: Ombukket fugtpærre, klæbes

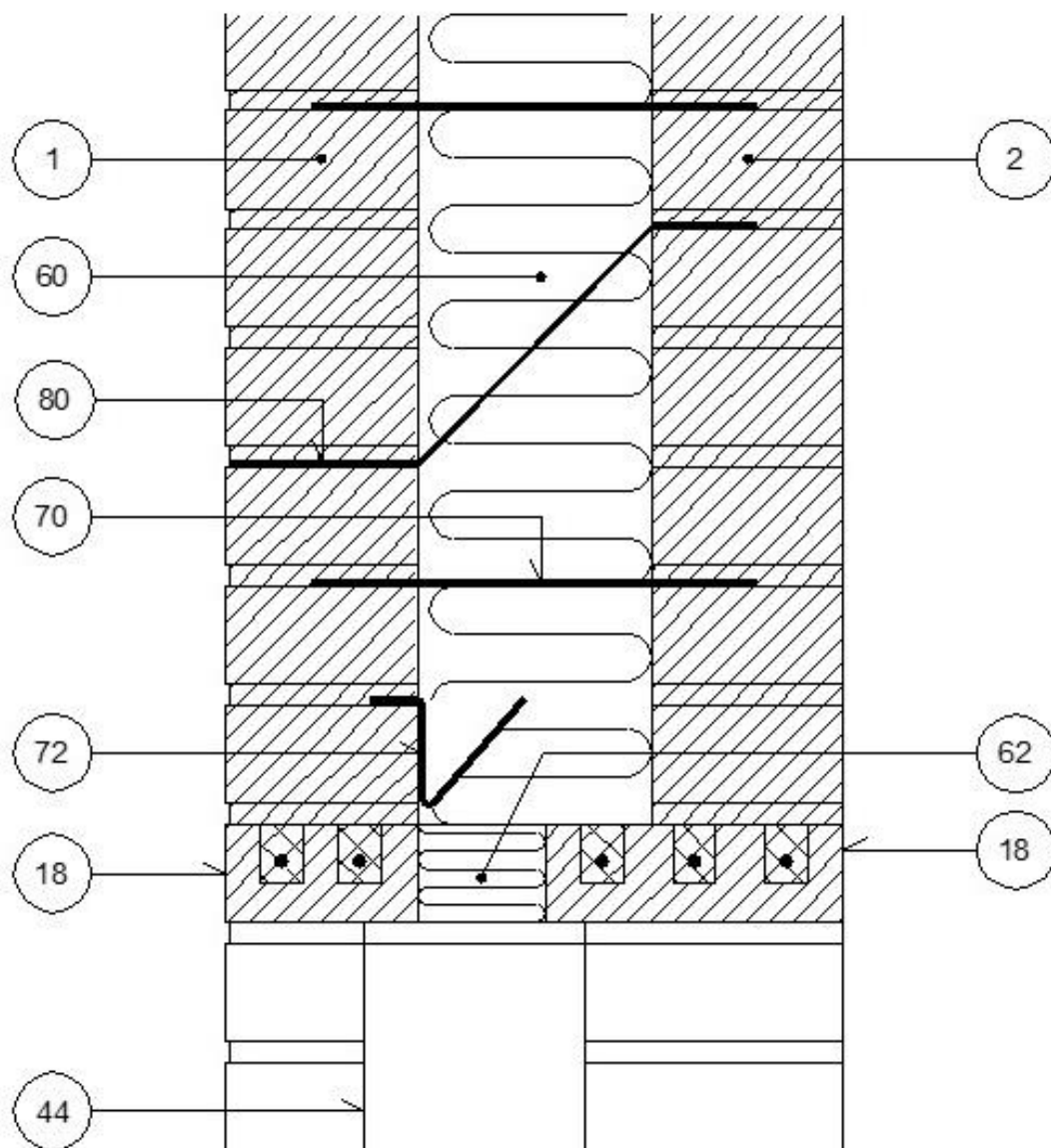


Vindue (lodret snit)

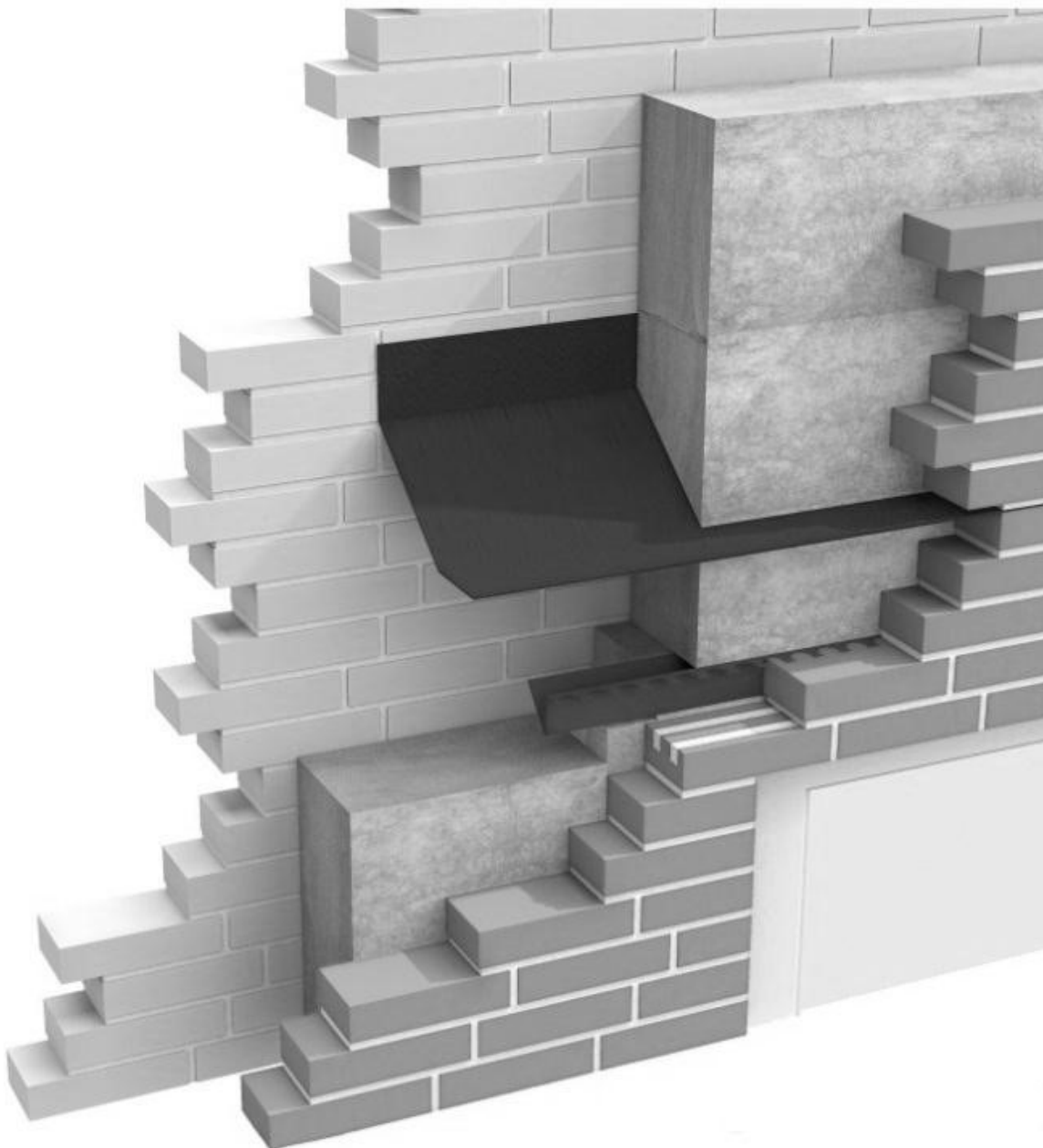
Vindue. Lodret snit

Signaturforklaring:

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



Dobbeltsikring med membran og plastprofilrende

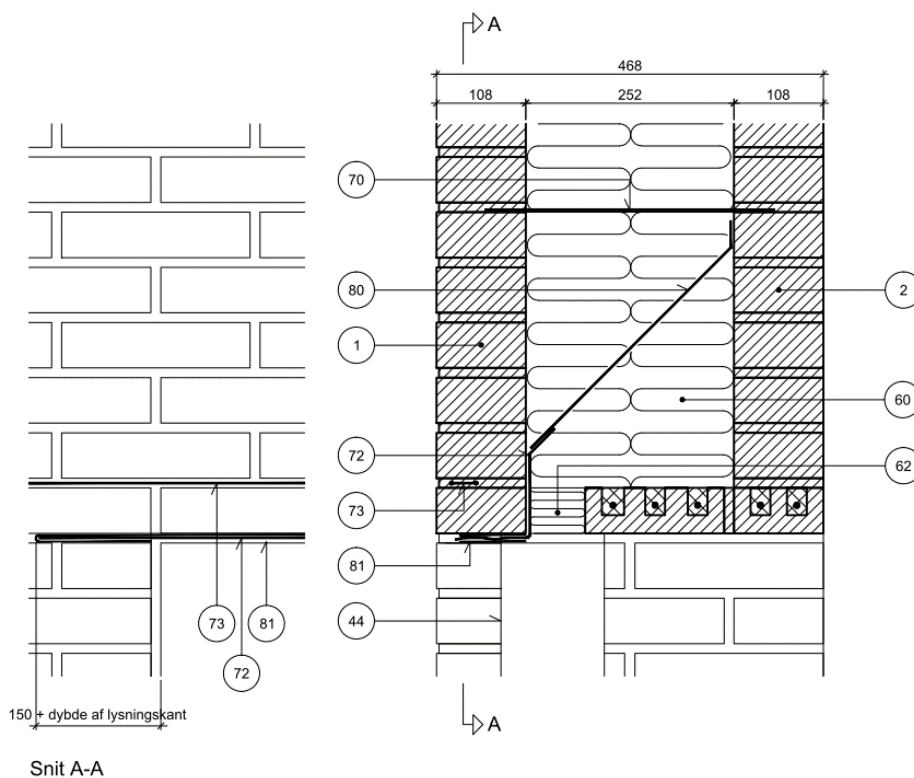


Fugtspærre med rustfast profil

Vindue. Rustfast stålprofil, med fugtafledning direkte over vindue.

Signaturforklaring:

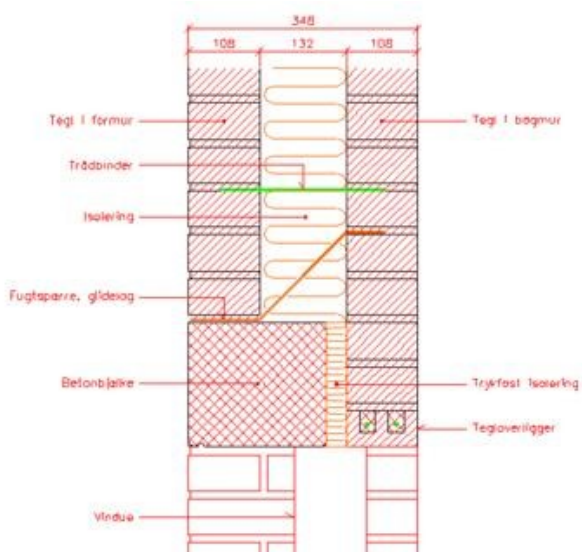
- 1: Tegl i formur
- 2: Tegl i bagmur
- 44: Omrids vindue
- 60: Isolering
- 62: Trykfast isolering
- 70: Trådbinder
- 72: Rustfast stålprofil
- 73: Stigarmering (400 mm forankring i enderne) 15 mm fra forkant murværk
- 80: Fugtspærre påklæbet stålprofil
- 81: Murfolie Bredde 80 mm. Understålprofil: vederlags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



Betonbjælker

Ved betonbjælker placeres den fugtstandsende membran umiddelbart over bjælken og føres til bagmuren som ved teglbjælker. Der laves åbninger til afvanding fra fugtspærren i studsfiger over bjælken. Membranen virker her desuden som en del af et glidelag (2 paplag danner glidelag), der skal optage differensbevægelser mellem beton og murværk.

Der etableres elastisk fuge hele vejen rundt om bjælken, eller som et minimum etableres dilatationsfuger ved bjælkens ender.



Bjælker og overliggere

Teglbjælker anvendes ved lukning over muråbninger i såvel ydervægge som i indvendige skillevægge.

En teglbjælke kan f.eks. leveres / opbygges på følgende måder:

- Præfabrikerede teglbjælker med op til flere skifter udstøbt på fabrik.
- Præfabrikerede standerskifter / stik / buer.
- Præfabrikerede overliggere, hvor der ved påmuring af et antal skifter fremkommer en bærende bjælke.
- Armeringssystemer indmuret i liggefuger, og hvor der evt. ved efterfølgende påmuring af et antal skifter fremkommer en bærende bjælke.

Ved blanke mure og mure med tynde overfladebehandlinger bør tegloverliggeren udføres, så den passer ind i murværkets forbandt.

Se afsnit under Materialer vedr. typer og levering af præfabrikerede elementer og krav til disse, herunder om dimensionering.

Kompositbjælker, udførelse

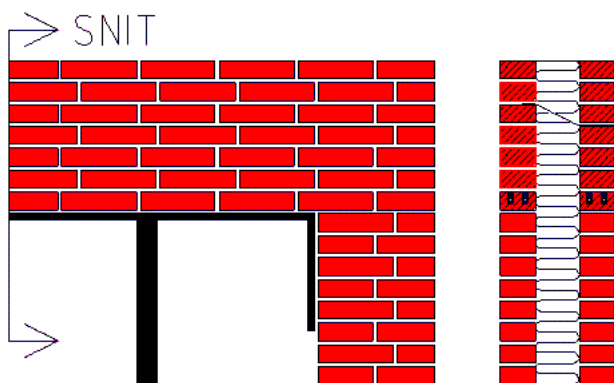
Tegloverliggerne fremstilles normalt i 3 forskellige typer, og teglværkerne kan typisk levere overliggeren fremstillet med de stentyper, som i øvrigt indgår i værkets sortiment.

Ved bestilling af tegloverligger skal forbandtet angives fra venstre.

Den præfabrikerede overligger placeres og indmures med det antal overliggende skifter mursten og med den mørteltype, som fremgår af projekt materialet. Tegloverliggeren skal have et vederlag som angivet i ydeevnedeklarationen, for at opnå den deklarerede bæreevne. Vederlaget skal altid være på mindst en $\frac{1}{2}$ sten, og murværket under vederlaget må ikke afsluttes med en $\frac{1}{4}$ sten i falsen.

Der skal anvendes den mørteltype, som fremgår af projekt materialet.

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



På ovenstående viste tegning er tegl bjælken i formuren 4 skifter og tegl bjælken i bagmuren 5 skifter, da pappet afslutter tegl bjælkerne. Ved bagmuren kunne pappet klæbes som alternativ til indmuring i et skifte. Dermed ville tegl bjælken i bagmuren blive højere end 5 skifter, da pappet ikke afbryder og afslutter tegl bjælken.

Ved høje bjælker anbefales det at indlægge et ekstra fugtstandsende lag, der placeres fra bagmuren og ud under formurens tegloverligger. Alternativt kan **Plastprofilrende** anvendes

Ved tegl bjælker 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. Tegl bjælker med en mindre andel af beton kan indbygges uden etablering af glidelag.

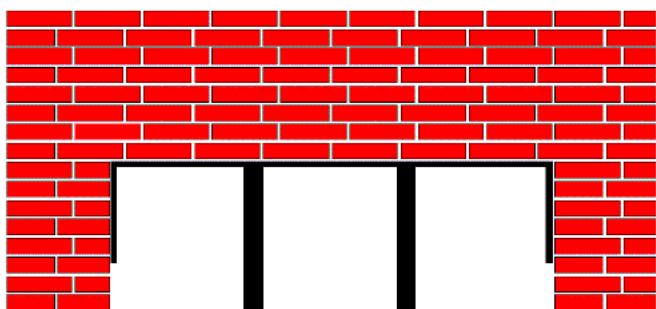
Understøtning under opmuring

Tegloverliggeren skal under opmuringen understøttes for mindst hver 60 cm.

Afstanden mellem understøtningerne kan øges, såfremt der udføres en beregning. Se vejledning om beregning af afstand mellem understøtninger [her](#).



Understøtningen må først fjernes, når mørtlen i tegl bjælken er hærdnet. Ved opmuring af de skifter, der indgår i tegl bjælken, er det vigtigt, at alle fuger (også studs fuger) 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 over for slagregn nedsat.



Fjernelse af understøtninger (bjælker og overliggere)

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 $t > 5\text{ °C}$) ses i efterfølgende figur:

Styrkeudvikling - vedhæftningsstyrke

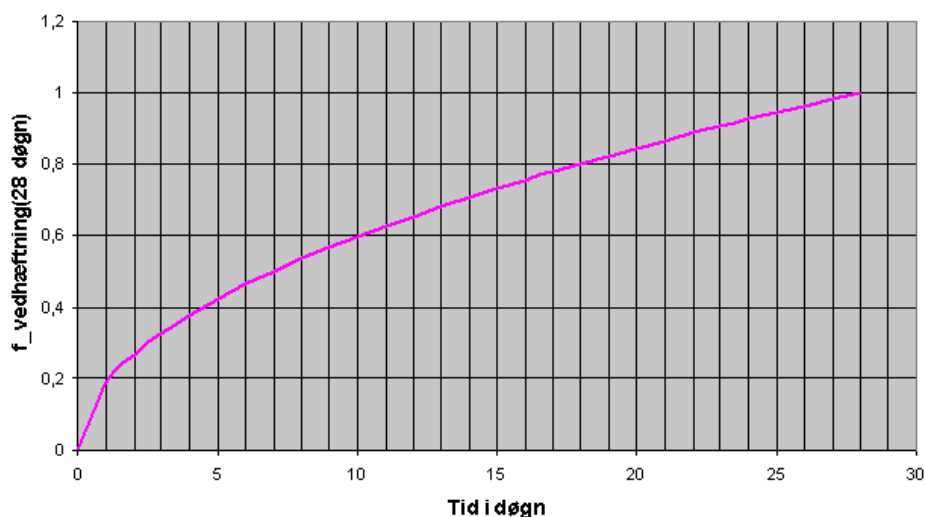
Et regneeksempel

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?

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 ca. **5½ døgn**.

Fjernes understøtningen alt for tidligt, fremkommer typisk et vandret brud i liggefuge over overliggeren og belastningen føres i stedet til vederlagene vha. buevirkning og andre ikke tilstræbte mekanismer. Buevirkning er hovedsageligt baseret på trykpåvirkning omkring en tryklinie, hvorved bæreevnen for skjulte buer er hurtigere til stede.

Styrkeudvikling. Vedhæftningsstyrke



Afstivning af murværk under opførelsen

Afstivning af murværk bør foretages iht. Byg-erfa (21) 18 06 27.

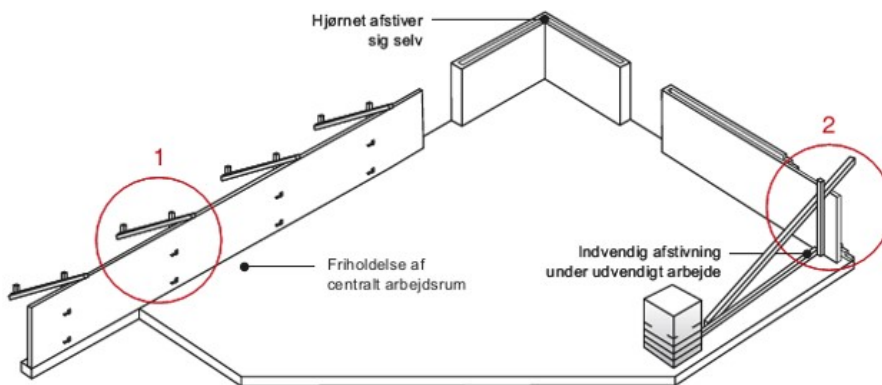
Ved arbejdstids ophør skal både yder- og indervægge under opmuring midlertidigt tværafstives. Afstivningen kan etableres med skråafstivninger opstillet i passende indbyrdes afstand. Først når murværkets stabilitet er sikret på anden vis, må afstivningerne fjernes igen. Af hensyn til færdslen på byggepladsen i øvrigt og til feks. opmuring af tværskillevægge o.lign. undervejs, kan metode 1 nedenfor anvendes for at friholde det centrale arbejdsrum for

afstivninger.

De midlertidige afstivninger og stilladset skal være adskilte.

Tværafstivning af murede vægge i stilladshøjde

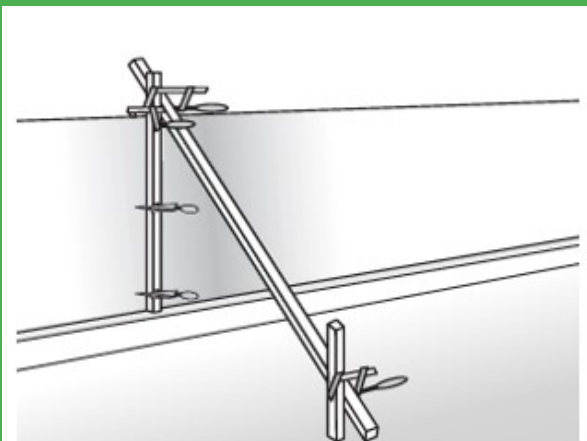
Hvor murværket er ført op til første stilladsskel, kan der anvendes 2ere afstivningsmetoder (Figur 1, fra Byg-erfa (21) 18 06 27).



Figur 1. Afstivning af murværk til første stilladsskel med metode 1 og 2.

I alle tilfælde skal det sikres, at væggen er fastholdt for vind på tværs i begge retninger i højden, dvs. anvendes der kun en lodret planke på den ene side, skal den anden vange fastholdes med eksisterende eller nye bindere.

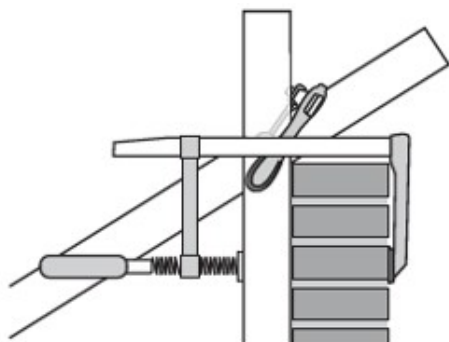
Alle figurer er fra Byg-erfa (21) 18 06 27



Figur 2. Metode 1. Murværk afstivet med en lodret og en skråtstillet planke hhv. fastgjort til mur og terræn.

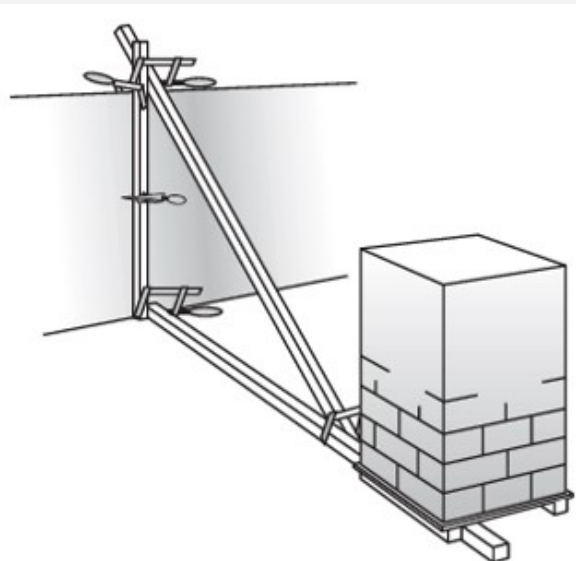
Metode 1

Afstivning af murværk til terræn med en skråtstillet planke på 45 x 95 mm, som forsigtigt fastgøres med skruetvinger til en lodret planke på 45 x 95 mm (Figur 2).



Figur 3. Fastgørelse af murværk med skruetvinger til en lodret planke. Planken fastholdes til en skråtstillet planke.

Fastgørelsen med skruetvinger til murværket øverst er vist på Figur 3. Nederst adskilles en skruetvinge og føres igennem en liggefuge i bagmuren fra indersiden. Den samles og spændes sammen om muren og den lodrette planke.



Figur 4. Metode 2. Murværk afstivet med en lodret planke forbundet med planker, som fastholdes til en palle mursten på betondækket.

Metode 2

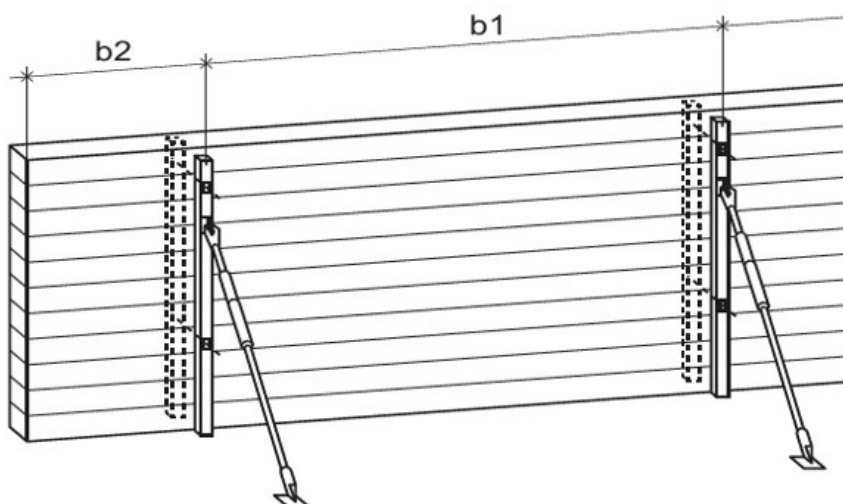
Den skråstillede planke fastholdes på betondækket til en palle mursten eller andet med tilsvarende tyngde (Figur 4). Ved store vægfelter kan yderligere forankring være nødvendig.

Tværafstivning af murede vægge i rejsningshøjde

Skråafstivningerne udføres med to 45×95 mm eller 45×120 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 "blådreng". Den maksimale afstand mellem skråafstivningerne ses i tabellerne.

Inden boring i betondækket skal eventuelle varmeslangers placering være fastlagt.



Figur 5. Eksempel på midlertidig afstivning i rejsningshøjde. Tabel 1 angiver den maksimale afstand b_1 i m mellem afstivninger eller afstivende tværvægge for 2,6 m høje mure. Afstanden b_2 bestemmes som $0,4 \times b_1$.

Afstande mellem afstivninger

I tabellen nedenfor kan de maksimale afstande mellem afstivninger findes. Forudsætninger for benyttelse af tabellen:

- murværkets beliggenhed er højst i terrænklasse II (landsbrugsland)

- murværkets højde er maksimalt 2,6 m
- murværkets overkant er maksimalt 8 m over terræn
- Der kræves oplysninger om murens tykkelse

I tabellen forudsættes der anvendt mursten med trykstyrke $f_b = 15$ MPa eller stærkere og en mørtel med 28 døgns vedhæftningsstyrke $f_{m,xk1}$ på 0,25 MPa eller stærkere (svarende til en KC 50/50/700 tørmørtel eller funktionsmørtel MC5).

For vådmørtel KC 50/50/700 regnes i tabellen med de halve afstande mellem afstivningerne.

For murblokke forudsættes der i tabellen anvendt murblokke, hvor 28 døgns bøjningstrækstyrkerne f_{xk1} og f_{xk2} er henholdsvis 0,20 MPa og 0,45 MPa.

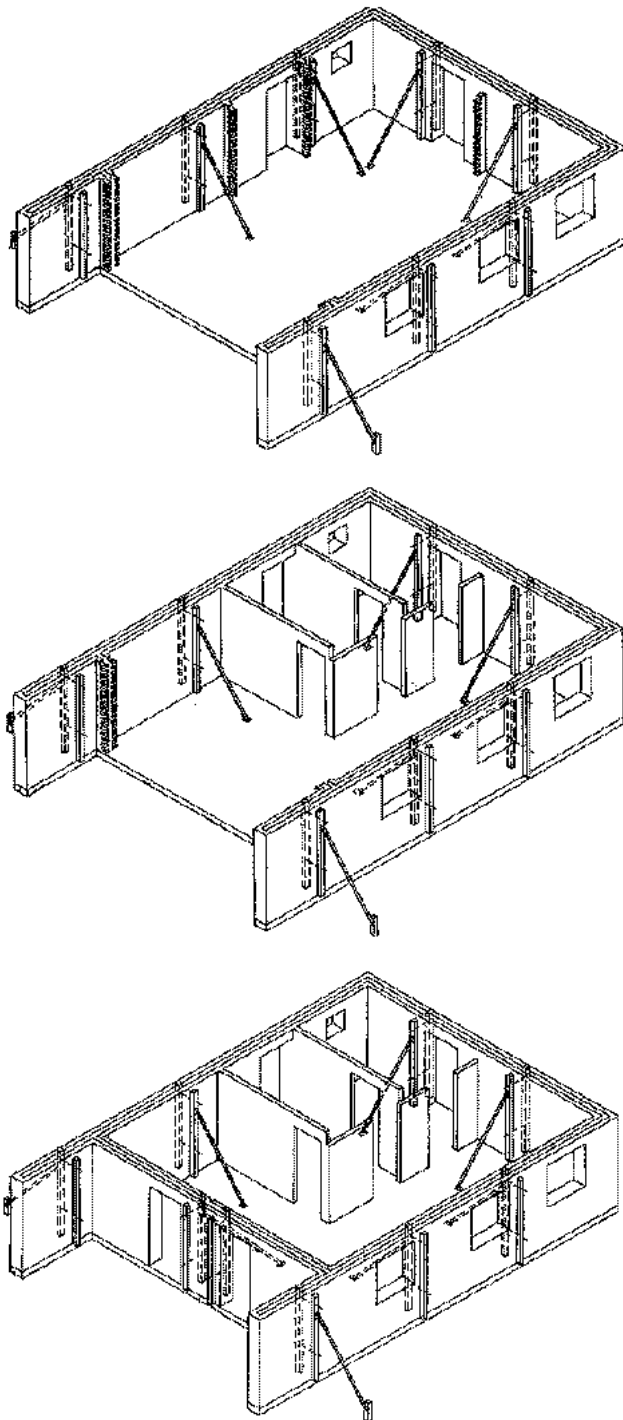
Materiale	Murtykkelse [mm]	Største afstand mellem afstivninger eller mellem afstivning og afstivende tværvæg b_1 [m]		Største afstand fra afstivning til fri ende b_2 [m]	
		KC 50/50/700 tørmørtel eller Funktionsmørtel MC5	KC 50/50/700 vådmørtel	KC 50/50/700 tørmørtel eller Funktionsmørtel MC5	KC 50/50/700 vådmørtel
Teglmursten ($f_b \geq 15$ MPa)	100	3,3	1,7	1,30	0,65
	168 (bredsten)	6,2	3,1	2,50	1,25
	2 x 108 (hulmur)	5,2	2,6	2,10	1,05
Letklinkerbeton, porebeton eller teglblokke	100	3,0	1,5	1,20	0,60
	150	5,2	2,6	2,10	1,05
	190	7,4	3,7	3,00	1,50

For højden 1,5 m kan afstandene i tabellen ovenfor forøges med 20 %, dog må der højst være 5 meter imellem de lodrette afstivninger (forholdet L/H må højst være 3.33). I alle tilfælde afstives der på begge sider af vinduer og døre.

Bemærk:

I tabellen er der regnet med en 10 minutters middelvindhastighed på 12 m/s. I forbindelse med byggeriet bør vejrudsigten løbende følges, og hvis der varsles større middelvindhastigheder end 12 m/s, bør afstivningen udbygges.

På figurerne nedenfor er vist eksempler på placering af afstivning.



Afrensning (afsyring)

Husk de 10 bud:

- **Bud nr. 9: Mur rent og minimer brugen af syre**

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 aftage med tiden, hvor murværket er udsat for slagregn. Dette gælder ikke ved stærke cementholdige mørtler. Inden for de senere år er en række større murværksbyggerier opført 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 smukkeste, er 'håndarbejde'.

Mørtelrester ses mindre, når farven på fugen og murstenene ikke afviger meget

Ved afsyring kan forskellige former for skader og misfarvninger 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

Hvis murstensleverandøren anviser, hvordan et produkt skal afrenses, skal anvisningen følges. Selv om murstenene må afsyres er der ingen garanti for at det samlede murværk kan tåle afsyring.

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.

- Det skal altid udføres en renseprøve til vurdering af valg af metode og produkt, inden afsyring udføres. Der findes alternativer til nedenstående metode, se afsnit "Andre afrensningmetoder".
- Afsyringen foretages på det mest gunstige tidspunkt, og der anvendes så lidt syre som muligt.
- Der må kun afsyres ÉN gang 1:20. (Et strøg = en gang afsyring).
- 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.
- Ved denne renseteknik skal 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. I nogle tilfælde kan det være nødvendigt at udføre afsyringen tidligere.

Saltsyre må ikke anvendes indendørs og på nogle typer mursten. Følg murstensleverandørens anvisninger om afrensning.

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

Afsyring skal udføres oppefra og nedefter, og afsyring ~~der~~ må 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.

Foretages afsyring på indfarvet mørtel skal ekstra påpasselighed udvises.

Det er vigtigt, at der bruges så lidt syre som muligt, da forsøg har vist, at der bliver optaget saltsyre i murværket.

Videoklip af "opmuring med efterfølgende afsyring" er vist [her](#)

Andre afrensningsmetoder

Der findes i dag afrensningsfirmaer der er specialiseret i afrensning af murværk, både i forbindelse med opførsel og ved senere misfarvninger eller skader.

Murværkets beskyttelse under udførelsen

Hvorfor afdækning?

Alt murværk, der er under opførelse, skal tildækkes ved afbrydelse af arbejdet og ved arbejdstidens ophør for at sikre mod fugt- og frostskeer.

Der er gennem tiden gjort utallige registreringer af fugtskeer/problematikker pga. manglende afdækning. Som eksempler herpå er:

- Frostskeer på mørtelfuger
- Udvaskning af bindemidler
- Gipsmisfarvninger
- Saltudfældninger

Overordnet kan afdækningen af selve byggeriet foretages efter to principper:

- *Totaloverdækning*, der omkranser hele bygningen og opsættes inden byggeriets start.
- *Partielfdækninger*, der foretages løbende under byggeprocessen.

Beskrivelserne i underpunkter omhandler afdækningsmetoder, såvel som metoder til afvanding, hvor der ellers ville være ledt vand til murværket.

Klik her for at læse eller downloade en kort vejledning med hovedprincipperne for afdækning.

Totaloverdækning

Totalafdækning omkranser hele bygningen og opsættes inden byggeriets start.

Ved opmuring under totaloverdækning vurderes det muligt at opføre murværk, uden at der

foretages yderligere afdækning med vintermåtter eller opvarmning med varmeblæsere, såfremt man følger vejledningerne for vinteropmuring.



Principper for afdækning

Partielafdækninger er de afdækninger, der løbende bør foretages under byggeprocessen.

Den del af processen, hvor murværket udsættes for store vandmængder, er under opmuring, og det er ligeledes under opførelsen, at der er forskellige behov for afdækning af forskellige konstruktioner for at undgå misfarvninger etc.

Et væsentligt succeskriterium for, at et *partielt* afdækningssystem bliver en succes, er, at det er let anvendeligt.

De viste metoder for afdækning mod nedbør gælder under normale vejrforhold, hvor afdækningen skal sikre det nyopførte murværk mod regn. Det anbefales at vurdere vejrforholdene, og såfremt der varsles kraftig regn med blæst, bør de nyopførte murflader, hvor der er risiko for slagregn, afdækkes i deres fulde højde.

Materialeoplagring

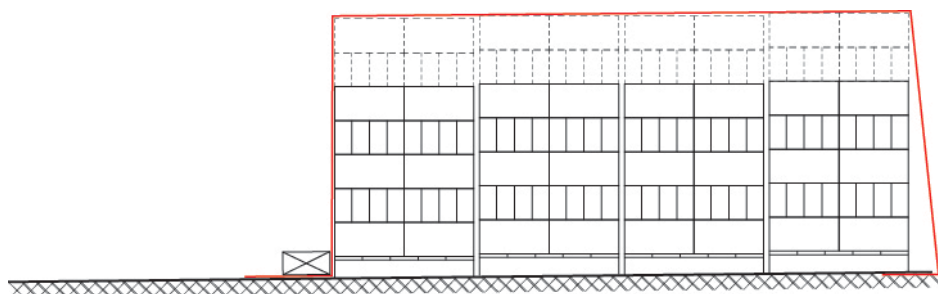
For en korrekt og godt udført opmuring er det af afgørende betydning, at de sten der mures med, er tørre.

*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).

Figuren viser et stenlager med fald, samt afdækning med presenning, som er ventileret i enderne.



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.

KORREKT MATERIALEOPBEVARING

MATERIALER	UNDERLAG	AFDÆKNING
Teglsten, overligger og bjælker Tørmørtel, cement i sække/bigbags Isoleringsmaterialer	Plader. Så fugt/ forurening ikke optages nedefra	Container, telt eller pressening med etableret ventilation i enderne
Vådmørtel		Beskyt mod udtørring/ opfugtning med pressening
Silomørtel		Følg leverandørens anvisninger

Afdækning generelt

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 frostskaader.

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. Se eksempel på figuren nedenfor.

Flere eksempler på afdækninger kan ses i pjecen "Afdækning af murværk og materialer", 2014, som findes [her](#).

Vejledningen i denne pjece er murerfagets anvisning på korrekt afdækning hele året og er godkendt af Dansk Byggeri, 3F og Kalk- og Teglværksforeningen af 1893.

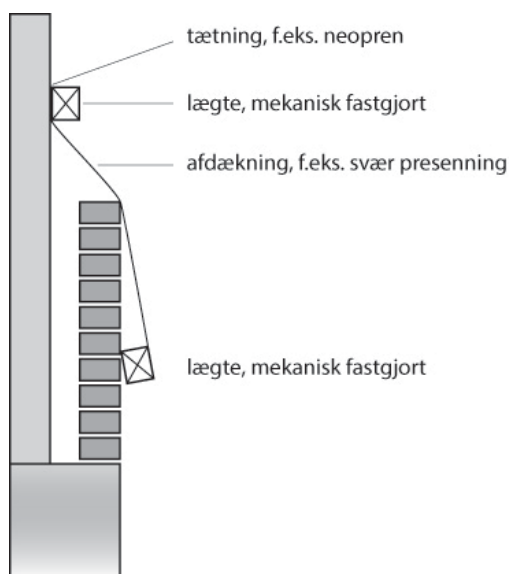
I nedbørsrige perioder og ved arbejde med særligt fugtfølsomme konstruktioner eller

materialer kan *totaloverdækning* af igangværende arbejder og arbejdsområder være nødvendig.

Vær opmærksom på vejrudsigt og muligheden for skybrud - hele året.

Afskærmning

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

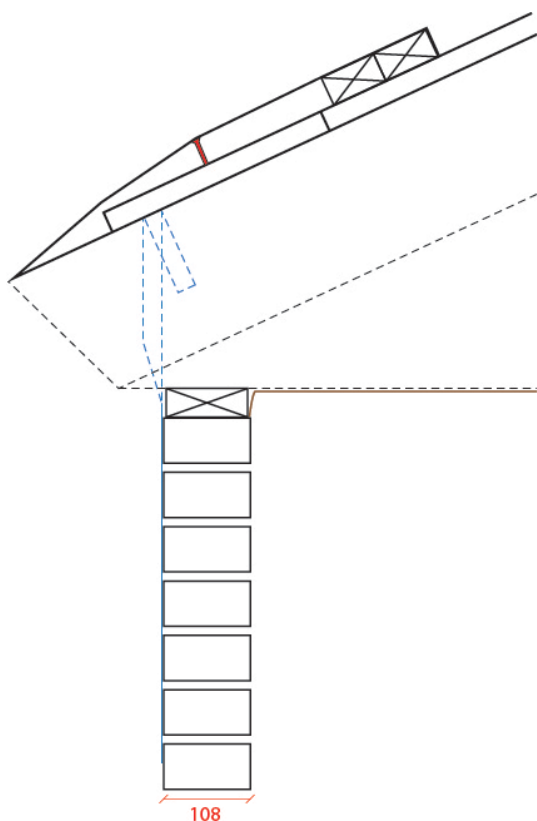


Afvanding fra undertag

Er undertag monteret inden opmuring af skalmuren, kan undertaget anvendes som en integreret del af afdækningssystemet ifm. opmuringen. Uanset er det vigtigt at undgå, at undertaget leder vand ned over skalmuren.

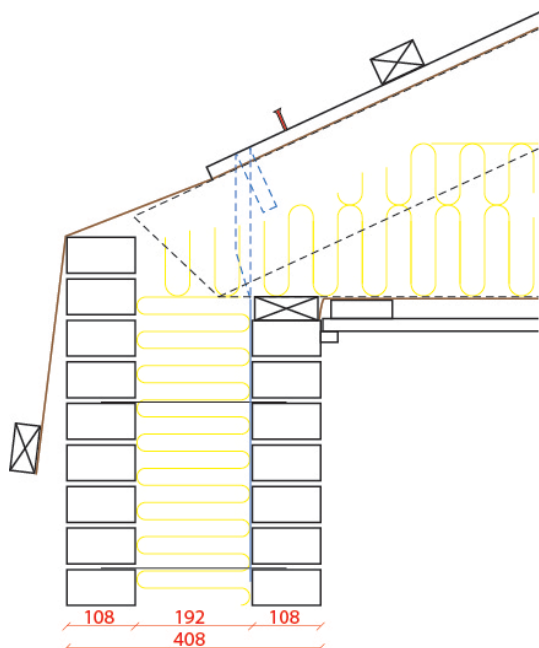
Hvis bygningen er uden tagudhæng, kan der ved nederste lægte ved tagfoden monteres en vandret bane undertag, som afsluttes med en lægte. Systemet skal nå ca. 0,5 meter ud over sidens ende ved gavlene. Denne bane kan under opmuringen hænge ud over det nyopførte murværk. Når opmuringen er færdig, kan lægten drejes rundt og fastgøres oven på øverste lægte og derved danne en kombineret "tagrende" og afdækning af murværket.

Samme løsning kan anvendes, hvis der tale om en tagkonstruktion med udhæng. Se nedenstående figurer.



Ovenstående figur viser en situation under opmuring af formuren, hvor en bane undertag løber på tværs af spærretræningen. Afvandingen foretages ved gavlenderne, hvor banen er ført ud over gavlen.

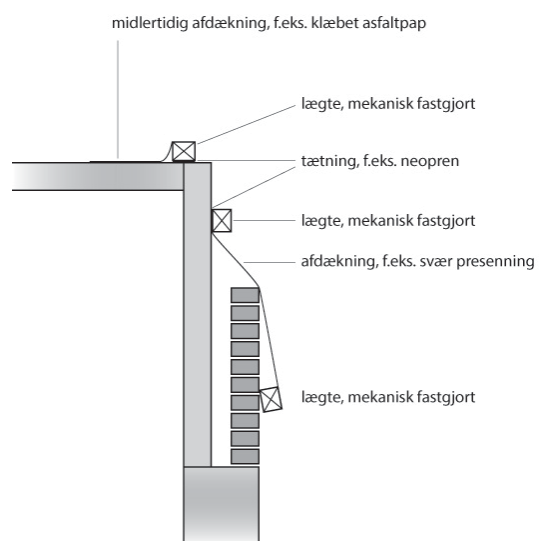
Figuren herunder viser afdækning med en bane undertag. Efter formuren er opført, lægges banen af undertag ned over murværket, således dette er beskyttet, indtil fodplade, tagrender etc. er monteret.



Afvanding fra etagedæk

Uanset om murværket afdækkes, vil der opsamles vand på etagedækkene. I forbindelse med skalmuring af bygninger med støbte etagedæk, skal det sikres, at vand fra dækkene ikke ledes ud i hulmuren.

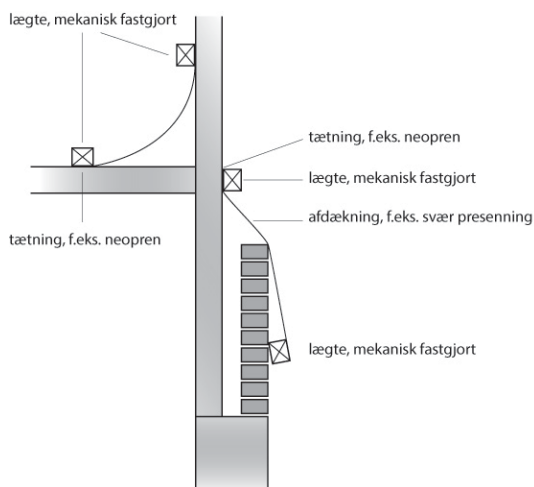
På nedenstående detaljer fra TEGl 37 er angivet 2 metoder, som udføres med presenning eller lignende, fastholdt med lægte, der er mekanisk fastgjort.



Etagedæk med fortsat bagmur

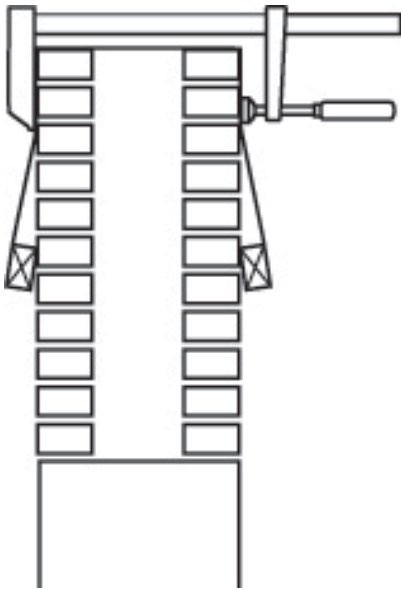
Et alternativ til ovenstående kunne være en løsning med en permanent papstrimmel i hjørnet, som klæbes/brændes fast eller at påføre tætningsmasse, som anvendes ved etablering af vådrumsmembraner.

Herudover er det selvfølgelig vigtigt at gennemtænke, hvorledes vandet bringes væk fra dækket, hvilket kan gøres ved hjælp af midlertidige nedløbsposer eller udspyer.



Afdækning af murkrone

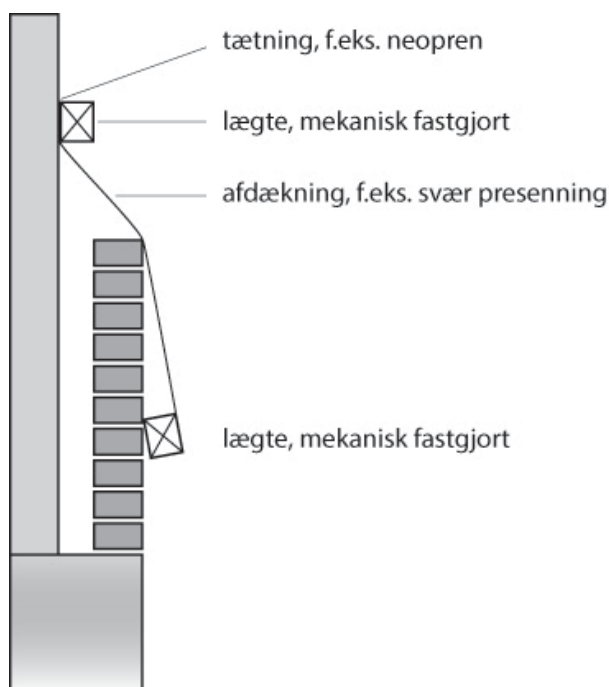
Ved opførelse af murværk er det vigtigt, at det holdes afdækket i tilfælde af nedbør. Afdækningen skal udføres, når der ikke mures eller ved arbejdstids ophør. Afdækningens skal være tæt og udføres med drypkant, så vandet ledes bort fra muren. Metoden med fastgjorte lægter på presenning er anvendelig, evt. fastholdt øverst med skruetvinge som på figuren herunder.



Formur og vinduesåbninger

Murværk, der opføres som skalmur foran en monteret/opmuret bagmur, skal afdækkes, så der ikke trænger vand ned i hulmuren.

En mulighed er som vist herunder, en metode som dog er svær at håndteres på stilladset. En anden mulighed, der beskytter både murerne, materialerne og murværket under opmuring, er en partiel stilladsafdækning med tagbøjler, der kan forlænges, så de når ind over murværket.



Afdækning ved vinduesåbninger

I forbindelse med afdækning af murværk er det vigtigt også at få afdækket bundfalsen i vinduesåbningerne. Afdækningen bør her udføres med en presenning eller kraftigt undertag, tilpasset vinduesåbningens bredde. Der afsluttes på begge sider med en lægte som drypnæse.

Efter afsluttet opmuring

Hvis murværket færdiggøres inden tagkonstruktionen monteres, er det nødvendigt med et midlertidigt afdækningssystem, som kan beskytte murværket i perioden fra opmuringen er færdiggjort, til tagkonstruktionen er tæt, og afløbene fra taget udført.

Perioden fra tømmerne starter på tagkonstruktionen, til taget er tæt, er kritisk, idet det ofte ses, at tømmerne fjerner afdækningen ved opstart, og murværket derfor står uafdækket, frem til taget er tæt.

Et afdækningssystem som kan bibeholdes under montage af taget, er en klar fordel.

Afdækningsmetode

Når murværket i facaden er færdiggjort, monteres en afdækning af kraftig, diffusionsåbent undertag, som angivet på nedenstående tegning. Membranen afsluttes med en lægte med drypkant. Når tagkonstruktionen er færdiggjort, skæres afdækningen af ved kanten af murværket, og den midterste del af afdækningen forbliver i konstruktionen.

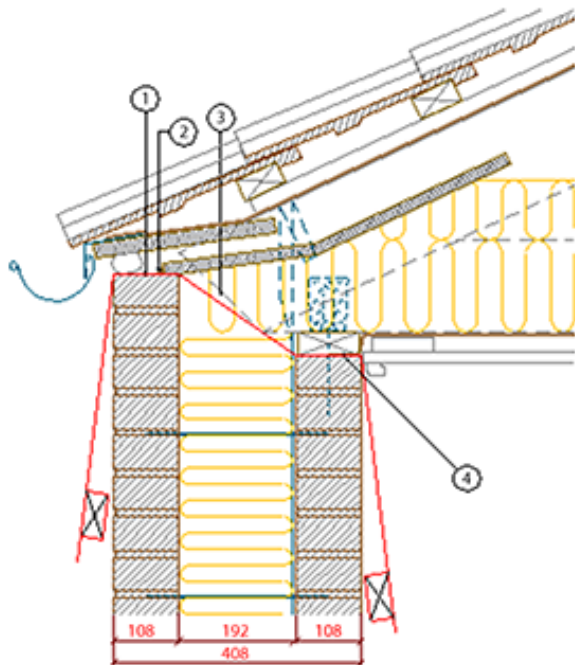
Membranen klæbes til overkant mur (punkt 1), således at vand i den endelig konstruktion ikke kan trænge under membranen, og ved afslutning af krydsfinérplade monteres en fuge.

På bagmuren klæber tømreren inden montage af tagrem en strimmel dampspærre oven på afdækningen, som senere tapes sammen med dampspærren fra loftet.

Angivelser på tegningen:

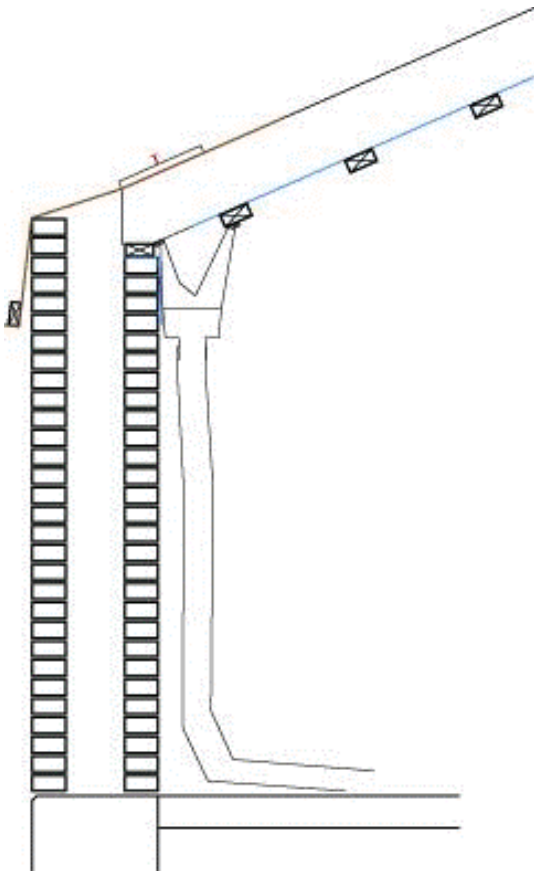
1. Diffusionsåben banevare af undertag

2. Klæbning både over og under undertaget
3. Skråt skåret spærende
4. Samlingen udføres tæt vha. klæbning, da den gennembryder bygningens tæthedsplan



Parallele tage

Isolering af tagkonstruktionen bliver i dag ofte udført ovenfra ned på dampspærren. I praksis giver dette et problem ved tagkonstruktioner udført som parallelle tage, hvor regnvand løber ned af dampspærren og ned i bagmur/hulmur. Nedenstående viser en løsning, hvor dampspærren er åbnet ved tagfoden, og hvor vandet opsamles af midlertidigt ophængt presenning, som leder vandet ned i tragt og videre i en afløbspose.



Vinterforanstaltninger

Ved muring i vinterhalvåret er det for det meste nødvendigt med *udvidede vinterforanstaltninger* for at undgå fugt- og frostskafer 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, samt mere detaljeret vejledning på mur-tag.dk, [her](#).

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.

Sommerforanstaltninger

Ved opmuring i sommerperioder skal der tages forhåndsregler mod udtørring. Det kan ske ved at følge nedenstående råd.

- Stenene forvandes inden opmuring
- Blandesatsen skal ikke være for stor, dvs. ikke for meget i murbaljen på stilladset.
- Undgå for stor afstand fra vandaftapningsstedet til blandingsmaskine med for lange gummivandslanger. Vandet i slangerne bliver varmet op og kan have en temperatur på 50 til 60°C. Vandslangen kan eksempelvis beskyttes mod opvarmning ved brug af f.eks. lange rørisolationskapper.
- Fugt murbaljerne før ifyldning af mørtel
- Beskyt murstenene mod for høje temperaturer. Opvarmede mursten gør, at opmuringsmørtlen ikke bliver arbejdsvenlig. Den udtørre ved henlægning af stenen. Her kan beskyttelse foregå ved brug af presenning eller halmmåtter, evt. isolationsmåtter.
- Beskyt murbaljer på stilladser, så baljernes temperatur ikke bliver for høj. Dette kan gøres ved presenninger eller isolerende måtter.
- Beskyt muremørtlen i baljen ved delvis tildækning af baljens åbning med f.eks. tynde isolationsmåtter for at sikre mod for kraftig fordampning.
- Udfør såkaldt "trykket færdigfuge" i opmuringsmørtlen så hurtigt som muligt for at undgå porøse og smuldrende fuger. (dette vil også til en vis grad nedsætte fordampning fra fugeoverfladen hvilket er ønskværdig.
- Murværket afdækkes for at forhindre hurtig udtørring
- Der anvendes Mester-Cement, som er mest velegnet til høje temperaturer.
- Undgå afsyring men anvend afvaskning med vand og skumbræt

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. Konstruktionsdetaljer findes bl.a. på mur-tag.dk

Efterfølgende løsninger er kun gældende for fritstående mure. For murkroner ved tag etc., se Byg-erfa (27) 16 12 16 - Afdækning af formure - ved tilslutning til flade tage uden udhæng.

Fritstående mure

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

Bemærk at nedenstående vejledninger og skitser kun gælder fritstående mure. For murkroner henvises til Byg-erfa (27) 16 12 16 og konstruktionsdetajler på mur-tag.dk

Murtykkelse, forbandter og fuger

Fritstående mure kan udføres enten som massive mure i tykkelsen på 1 sten eller mere eller hulmure i tykkelser på 29 eller 35 cm. Massive mure i 1 stens tykkelse må ofte mures som to 1/2-stens mure forbundet med korrosionsfaste trådbindere, dersom begge sider skal stå som blank mur. Opmuringen må da foretages med løbere alene eller løbere og knækkede kopper. Hulmure i 29 cm tykkelse skal mures med korrosionsfaste trådbindere, i 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 hulmure bør hulrummet ventileres for at skabe muligheder for vandafgivelse ved fordampning fra de indvendige murflader. Det gøres ved at lade et antal studs-fuger 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.

Murafslutning med tegltagsten

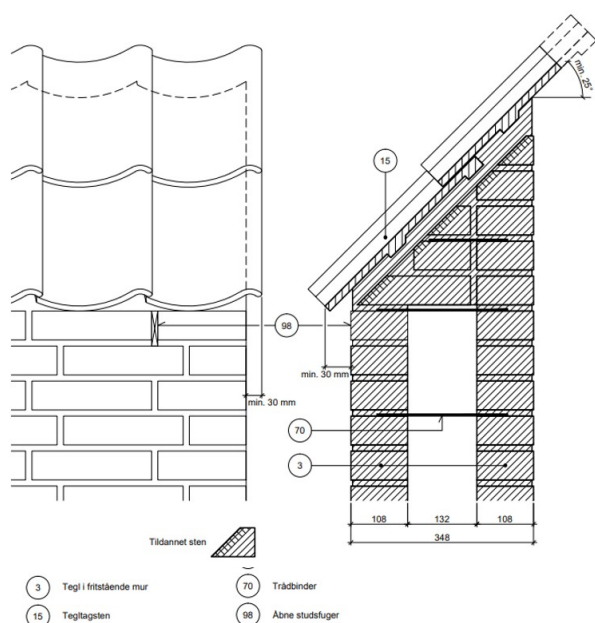
Ved afslutning med tegltagsten kan følgende fremgangsmåde anbefales:

- Arbejdet bør ikke udføres i regnvejr eller på tidspunkter, hvor der kan forventes frost.
- 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 hærde uden udtørring i mindst et døgn. Stenene må tidligst lægges op dagen efter behandlingen.
- I hulmure 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 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.

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.

Note til figuren nedenfor: 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.



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.

Se også Byg-erfa (20) 16 08 29 - Rulskifte. Afdækning af fritstående mur.

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 er hindret.

Som glidelag og fugtstandsende lag indlægges en fugtstandsende membran, og for at hindre vandindtrængning under membranen indlægges der yderligere metalløskanter i begge sider under fugtspærren. Løskanterne kan være udformet som vist på efterfølgende tegning. Det er

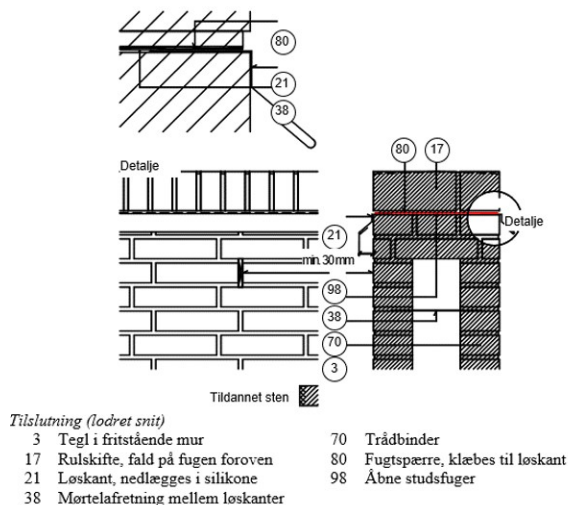
vigtigt, at underkanten holder vandret flugt, så afdrypning ikke lokaliseres til enkelte punkter f.eks. ved knæk.

Før henlægning af løskanten anbringes der en stribe plastisk kit midt på undersiden af den flig, der skal indmures, og derefter trykkes løskanten fast på muren. Der afrettes derpå med mørtel, så murens overside bliver plan og uden lunger, og derefter udlægges paplaget. Dette 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 lunger, hvori der kan stå vand. Eventuel efterfyldning ved arbejdet med fugeskeen skal udføres med muremørtlen.

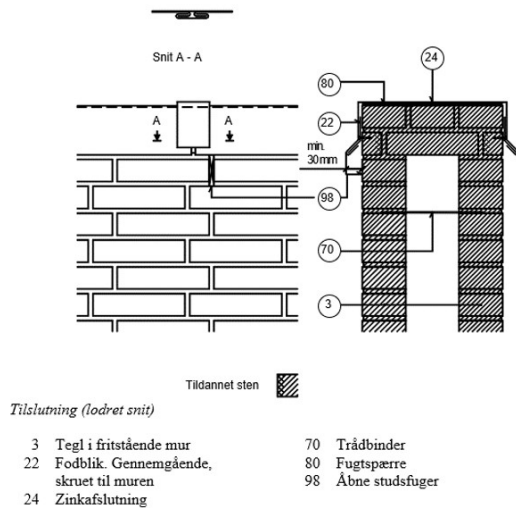
Den første uge efter muringen kan det være nødvendigt at holde rulskeftet tildækket for at modvirke for hurtig udtørring.



Murafslutning med andre materialer

Afsluttes murkronen med andre materialer f.eks. beton, eternit, metalplader, skal der tages hensyn til, at disse materialer har meget større varmeudvidelseskoefficient end murværk, og ligegyldigt hvilket materiale, der anvendes, skal vandafvisning sikres ved fremspring eller

indmuring af løskanter, og det er vigtigt, at regnvand, der altid indeholder snavs, ikke kan koncentreres ved samlinger eller "buler" i en løskant eller ved fuger mellem plader. Ved veludformede løskanter eller ved fremspring med vandnæse nedsættes endvidere muligheden for et stort vandindhold og dermed faren for misfarvninger og skader i de øverste skifter i murværket.



Skorstensafslutninger

Hovedparten af de skorstene, der bliver opført i dag, består af skorstenselementer, der fra en konsol et stykke under taget og opefter bliver skalmuret med en $\frac{1}{2}$ -stens vange. Da murværk i skorstene er meget udsat for slagregn, skal dette opmures med absolut fyldte fuger. Det har imidlertid vist sig, at det er vanskeligt at gøre en $\frac{1}{2}$ -stens vange tæt overfor slagregn, hvorfor det er meget nødvendigt, at der også her bliver indlagt et opbuktet paplag, således at der ikke kan trænge vand ind i tagrummet. Paplaget bør så vidt muligt indlægges i første skifte over inddækningen.

Intet murværk er vel så udsat som en skorstenspipe, og netop derfor er det vigtigt, at afslutningen udføres bedst muligt.

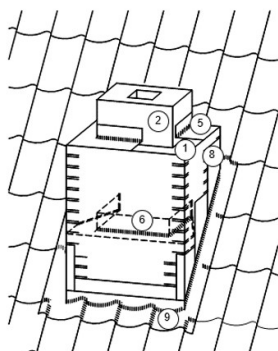
Følgende krav må stilles for følgende afslutningstyper:

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.

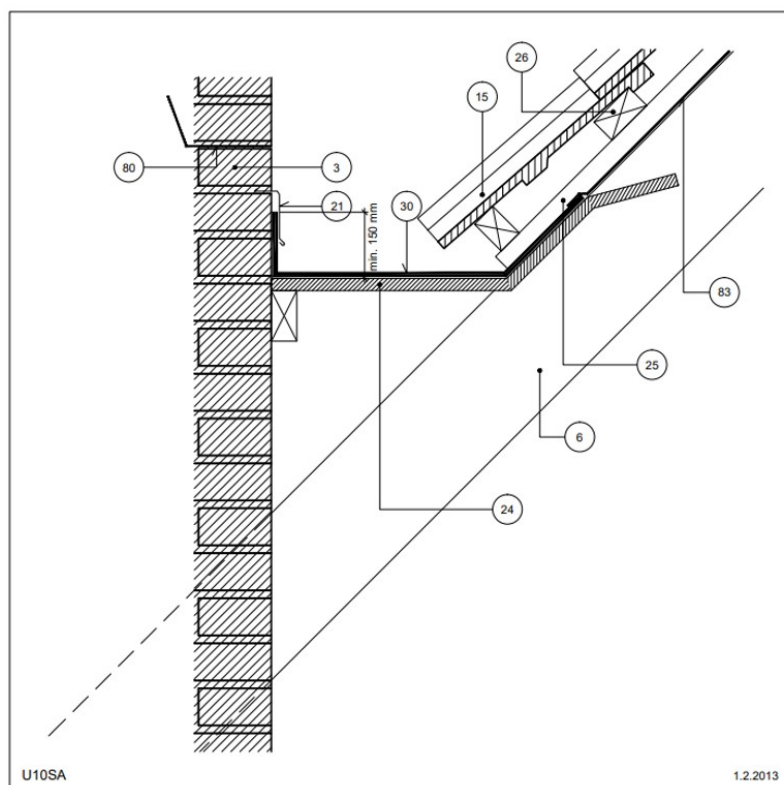
3. Pladen skal have fremspring med vandnæse eller være forsynet med løskant, således at piben beskyttes mod vand og tilsodning.

lagttagelser på et stort antal skorstenspiber tyder på, at i den rigtige udførelse er den støbte betonplade med fremspring og vandnæse at foretrække.



Skalmuret elementskorsten

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



U10SA

1.2.2013

Tag (lodret snit)

Skorsten

Tag med 45° hældning

Øverste inddækning, skotrende

NOTE: Udluftningsareal på min. 200 cm² pr. lfm mellem tagsten og undertag/fodliste skal sikres ved tagfod. Ventilationsliste monteres såfremt tagstenenes udformning ikke sikrer fornøden ventilationsåbning (dokumenteres).

- | | |
|----|---|
| 3 | Tegl, skorsten |
| 6 | Spær |
| 15 | Tegltagsten |
| 21 | Løskant |
| 24 | Krydsfiner, min. 18 mm |
| 25 | Afstandsliste |
| 26 | Lægte, min. 38x73 mm |
| 30 | Skotrende, svineryg min. fald 1:40 |
| 80 | Fugtspærre, klæbet til skorstenselement |
| 83 | Undertag |

Fuger i murværk

Når en almindelig hulmur udsættes for slagregnspåvirkning, og der presses vand gennem formuren, trænger vandet som regel gennem studsfiger. Dette gælder, hvad enten muren er af massive sten eller mangehulssten. Det er derfor uhyre vigtigt, at der altid mures med helt fyldte studsfiger, 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 sugsevne 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. Se afsnittet Mørtelvalg ud fra murstens minutsugning for anbefalede kombinationer af sten og mørtel

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

Se evt. video om muring med slåede studser [her](#).

Vejledning om mørtelvalg, fugearbejde, fugefærdiggørelse og fugeformer findes i de følgende afsnit.

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. Et korrekt mørtelvalg har afgørende betydning for det færdige murværks egenskaber og holdbarhed. Et forkert valg kan eksempelvis medføre mangelfuld vedhæftning mellem sten og mørtel eller nedsat holdbarhed af mørtelfuger pga. vejrligspåvirkninger af ikke færdighærdnede figer.

Hvis der er ønsker til fugens udseende, kan det også have betydning for valg af mørtel, idet der

kan være forskellige krav til færdiggørelse af fugens overflade, som kan være ru eller glat.

Ved valg af mørtel må det 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.

Den nødvendige mørtelstyrke fastlægges jf. afsnittet *Styrkeparametre i murværk - valg af mørtel*. En sammenligning mellem funktionsmørtlers styrkeklasse og receptmørtlers styrker findes [her](#).

Den aktuelle eksponeringsklasse for fugerne fastlægges jf. afsnittet om Eksponeringsklasser. I afsnittet nedenfor vejledes om hvilke mørtler der kan anvendes i de forskellige eksponeringsklasser.

Vejledning om minutsug og øvrige forhold findes i efterfølgende afsnit. .

Husk De 10 Bud:

- **Bud nr. 1. Projektet skal være tydeligt**

Projekt materialet skal forskrive både byggesten og mørtel, samt udførelsesmetode.

Den mørtel som skal anvendes, bør være foreskrevet i projekt materialet. Det skal præciseres, at den part, som foreskriver eller ændrer udførelsesmetode og mørtel, er fuldt ansvarlig for såvel udførelsesmetode som materialevalg. Murerentreprenøren skal tage (skriftligt) forbehold over for bygherre/rådgiver, såfremt der ikke kan opnås enighed om det foreskrevne mørtelvalg.

Valg af mørtel efter eksponeringsklasse

I nedenstående tabel ses anbefalede kombinationer af receptmørtel og eksponeringsklasse MX1-MX5 samt trykstyrke af teglsten.

Fremgangsmåde ved brug af skemaet:

- I forbindelse med projekteringen skal den aktuelle eksponeringsklasse fastlægges. Se beskrivelse af eksponeringsklasser i afsnit "Eksponeringsklasser".
- Når eksponeringsklassen er fastlagt, vælges den nødvendige mørtelstyrke ud fra vejledningsskemaet.
- Herefter tjekkes, om denne mørtelstyrke også er tilstrækkelig i forhold til ingeniørprojektet. Ellers må der vælges en stærkere mørtel.

Nedenstående skema giver kun vejledning for receptmørtler. For funktionsmørtler er det ikke muligt at give en generel vejledning, da der i dag er tale om mørtler med vidt forskellige sammensætninger og egenskaber. Leverandørens anvisninger skal følges.

Afgrænsning og forudsætninger for anvendelse af vejledningsskema

- Vejledningen gælder for muremørtler iht. EN 998-2, type G, og teglbyggersten iht. EN 771-1, med en maksimal højde på 60 mm. Krav i DS/INF vedr. delmaterialer og muremørtel som helhed skal være overholdt.
- Vejledningen gælder for murværk iht. EC6 ifm. nybyggeri og er kun begrænset gældende for renoveringsopgaver.
- Det forudsættes, at gældende regler for projektering og udførelse i øvrigt er overholdt, herunder mørtelleverandørernes blande-anvisninger.
- Leverandørernes anvisninger om, hvilke mørtler der skal anvendes til hvilke byggesten, går forud for denne vejledning.

Vejledningsskema, KC- og KK_h mørtler efter eksponeringsklasse

MX1	MX2 til MX3.1	MX 3.2	MX4	MX5
KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾
KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	
KC 50/50/700	KC 50/50/700	KC 50/50/700 ³⁾		
KC 60/40/850	KC 60/40/850			
K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	
KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475		
KK _h 35/65/500	KK _h 35/65/500			
K100/750-1000 ²⁾	K100/750-1000 ²⁾			

Noter til vejledningsskema:

- | | |
|-----|---|
| 1). | Disse mørtler er relativt stærke mørtler. Såfremt de anvendes sammen med byggesten, som har en trykstyrke mindre end 20 MPa, skal man være opmærksom på, at der er en forøget risiko for revner, og at en eventuel revnedannelse i murværket erfaringsmæssigt vil forårsage revner i murstenene, og ikke blot i fugerne. |
| 2). | Denne mørtel anvendes ikke til efterfugning ved udkradsning af opmuring. Mørtlen kan anvendes i andre eksponeringsklasser, når der efterfuges med en mørtel, som anbefales til den pågældende eksponeringsklasse |
| 3). | Ved anvendelse af KC 50/50/700 som byggepladsfremstillet mørtel ud fra en kalktilpasset vådmørtel i MX3.2, skal man være særligt opmærksom på, at denne klasse omfatter kraftig vandpåvirkning, hvilket betyder en højere risiko for, at murværket opfuges kraftigt i en kritisk periode efter opmuring. Derfor bør KC 50/50/700 som byggepladsfremstillet mørtel kun anvendes, hvis der er særligt fokus på afdækning af murværket mod nedbør. |

Mørtelvalg ud fra murstens minutsugning

Det anbefales at mørteltype og stenenenes sugeevne passer til hinanden. Stenenenes sugeevne karakteriseres primært ud fra egenskaben minutsugning.

Leverandørerne deklarerer murstenenes minutsug med en middelværdi i kg/m^2 , og en tolerance på højst $\pm 1,0 \text{ kg/m}^2$. Tolerancen er et udtryk for, hvor meget minutsuget kan variere fra leverance til leverancen. For mursten med en stor tolerance kan man således kontakte teglværket og få oplyst det aktuelle minutsug for en leverance.

”Lavt minutsug” er minutsug lavere end $1,5 \text{ kg/m}^2$

”Højt minutsug” er minutsug højere end $3,5 \text{ kg/m}^2$

Hvis minutsugningen ligger omkring grænserne mellem lav og høj sugning, bør man inden valg af mørtel kontrollere den aktuelle værdi ved teglværket. For eksempel hvis minutsugningen er deklareret til $3,2 \text{ kg/m}^2$ kan den reelle minutsugning med de givne tolerancer gå op til $4,2 \text{ kg/m}^2$ (højt minutsug).

Mursten med minutsug på $1,5$ til $3,5 \text{ kg/m}^2$ vil kunne anvendes med de fleste mørtler uden problemer.

Sten med lavt minutsug bør ikke kombineres med KC-mørtler baseret på en kalktilpasset vådmørtel. I tvivlstilfælde anbefales det at foretage en prøveopmuring og at undgå de mest vandholdige mørtler (kalktilpasset vådmørtel kan fås med vandindhold ned til 14%).

Man bør samtidig være særlig opmærksom på årstid og vejrlig, da koldt vejr betyder langsommere styrkeudvikling og udtørring. I sommermånederne bør man især have fokus på risiko for stor nedbørsmængde og udsat murværk (dæk af!). Det gælder især om at undgå utilsigtet opfugtning i de første 2 til 14 dage efter opmuring, længst tid i koldt vejr.

Sten med høj minutsugning bør ikke kombineres med tørmørtler med cement som det eneste eller det dominerende bindemiddel, medmindre mørtlen er særligt fremstillet til at passe til sådanne sten eller har passende højt vandindhold. I tvivlstilfælde anbefales det at foretage en prøveopmuring. Kombineres mursten med meget højt eller højt minutsug med sådanne mørtler, bør man være særlig opmærksom på årstid og vejrlig, da varmt og tørt samt blæsende vejr kan fremskynde en for tidlig udtørring. Hav fokus på murværk, som er udsat for udtørring, og dæk af. Solindfaldet er kraftigst på syd- og vestvendte facader. Om nødvendigt tilføres murværket ekstra vand med vandforstøver.

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. 3,5 kg/m²) kan vedhæftningen eksempelvis fordobles, hvis stenene forvandes inden henmuring.

Gode råd:

Når det af en eller anden grund ikke er muligt at vælge den optimale mørtel, kan følgende forholdsregler være gavnlige:

- Ved anvendelse af KC-våd i køligere perioder kan der med fordel anvendes RAPID® cement, da denne cementtype har en forholdsvis hurtig afbinding/styrkeudvikling.
- Ved anvendelse af KC-våd kan der i varme og udtørrende vejrligsperioder med fordel anvendes mestercement®, som har en langsommere afbinding/styrkeudvikling.
- I vådt og køligt vejr anbefales der total afdækning i afhærdningsperioden ved brug af KC-vådmørtler. Har vi murværk udsat for MX 3.2 gælder dette både for KC-våd og KC-tør.
- I hedt og tørt vejr, vær særlig omhyggelig med at beskytte murværket mod udtørring og brus det evt. over med vandforstøver.

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. Fugning bør først foretages, når der ikke længere er risiko for frost eller når tilstrækkelige vinterforanstaltninger, der sikrer murværket mod frost, er iværksat.

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. Fugning foretages med en mørtel der passer til eksponeringsklassen.

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.

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 hærde 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.

Omfugning af ældre murværk

I renoveringsopgaver, hvor konstruktioner ofte er opført 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.

Hensynet til eksponeringsklassen bør ved ældre bygninger afvejes i forhold til de eksisterende materialer. En svagere mørtel vil kunne medføre en højere vedligeholdelsesfrekvens, men til gengæld nedsætte risikoen for kantafraskalninger på mursten.

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.

Følg i øvrigt vejledning om udkradsning etc. under "udkradsning og efterfølgende fugning." Normalt skal der ved ældre murværk forvandes inden fugningen, for at undgå for tidlig udtørring af mørtelfugen. Forvandingen tilpasses stenedes sugeevne, mørtlens vandindhold og vejrliget. Se også afsnit "forvanding" under "overfladebehandling".

Opmuring med fugning

Opmuring og fugning udført i samme arbejdsgang

Normalt færdiggøres fugerne med egnet værktøj under opmuringen, idet mørtlen altid skal 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 stenedes aktuelle sugsevne og mørtlens aktuelle muretekniske egenskaber som konsistens og vandholdeevne.

For cementrige mørtler og især funktionsmørtler med luftblanding og/eller plastificerende stoffer, skal man være ekstra opmærksom på tidspunktet for trykningen af fugen. Man skal forvente af fugen skal færdiggøres inden for 5-10 minutter, afhængig af vejrliget, den valgte mursten og mørtel. I helt ekstreme tilfælde, kan man komme ud for, at fugen skal trykkes efter 1-2 minutter.

Fugefinish

Fugefærdiggørelse og fugefinish

Generelt skal fugefærdiggørelsen udføres iht. producentens anvisninger. Ønsker om en særlig finish på fugerne skal tages i betragtning ved valg af mørtel;

Fugeoverfladen komprimeres enten med et fugejern, kuglejern, fugeske som skaber en glat fugeoverflade (glittet fuge) eller ved anvendelse af en tilpasset træpind, som giver en mere ru fugeoverflade (skrabefuge).

- Skrabefugen er egnet til at fremme udtørring af fugen – den ru overflade har et større areal og åbne porer. Den bør foretrækkes til mørtler med højt vandindhold og lavt cementindhold, især når stenen er lavt sugende.
- Den glittede fuge er egnet til at holde på fugten. Den bør foretrækkes til mørtler med lavt vandindhold og højt cementindhold, især når stenen er stærkt sugende.

Vejledningen gælder alene fugefærdiggørelse i forbindelse med opmuring. Ved omfugninger, hvor den vandmængde, der skal fordampe ud gennem fugen, er minimal, kan alle typer finish vælges til mørtler med højt vandindhold og lavet cementindhold. Til mørtler med lavt vandindhold og højt cementindhold vil der også ved omfugning være risiko for udtørring.

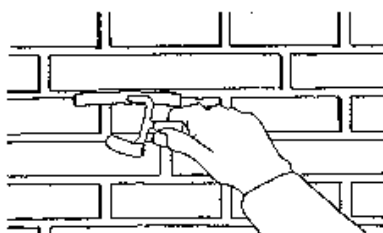
Glittet fuge

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.

Skrabefuge

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.

Fugerne kan normalt trykkes med træpind uden tilførelse af yderligere mørtel.



Fugeprofiler

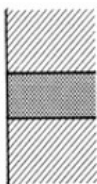
Fugeprofiler, eller fugeformer, udformes og benævnes som vist i nedenstående figur.

Skrabefuger og de to typer kelede fuger udføres ved opmuring, udkradsning og efterfølgende fugning.

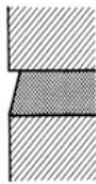
De øvrige fuger kan udføres ved opmuring og fugning i samme arbejdsgang, dog kun hvis murerarbejdet er særdeles omhyggeligt udført.

Skrabefuge

1.

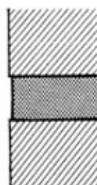


5.

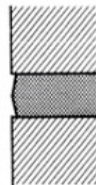


Trykket fuge

2.

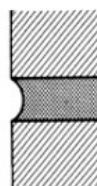


6.



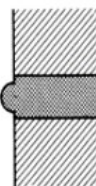
Trykket fuge

3.



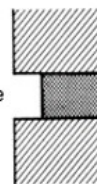
Kelet fuge

7.



Tilbageliggende fuge

4.



Kelet fuge

8.



Facadebeklædning i tegl

Facadebeklædning i tegl kan udføres med beklædningstegl eller teglskaller. Beklædningstegl fastgøres mekanisk, mens teglskaller klæbes på underlaget.

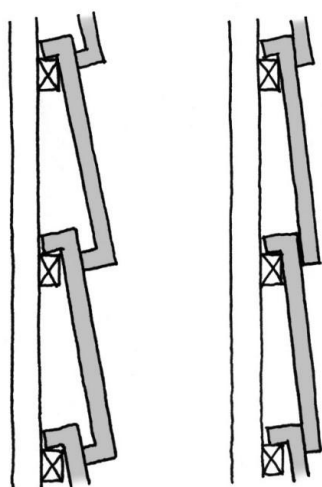
Information om produkternes/systemernes deklaration m.v. findes på mur-tag.dk

Beklædningstegl

Beklædningstegl er teglelementer, som ophænges på facader ved hjælp af mekaniske fastgøringsmidler (skruer, bindere, kramper/klips) via et system af lægter eller skinner. Disse kan være af metal, typisk aluminium, eller træ.

Beklædningstegl kan anvendes som alternativ til den murede facade i flere tilfælde, for eksempel:

- Når der ønskes en demonterbar løsning
- Renovering af eksisterende facader – i kombination med udvendig efterisolering
- Renovering af eksisterende facader – når der ønskes en facade i tegl, uden at der skal etableres nyt fundament



Figuren til venstre viser principskitser på typer af beklædningstegl og ophængningsprincipper. Fra venstre mod højre: U-profil og L-profil

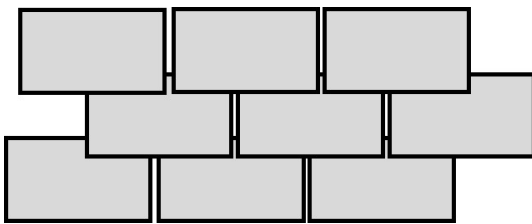
De fleste systemer monteres "på klink" som vist på figuren. De enkelte tegl er typisk monteret med et lodret overlap, mens der vandret er mellemrum mellem elementerne, ligesom de kan være indbyrdes forskudt vandret. Montering af beklædningstegl udføres iht. producentens anvisninger.

Eksempel på princip for montering af beklædningstegl, forskudt med lodret mellemrum

Beklædningstegl udgør ikke en vind- og regntæt facade. Opbygningen af systemet skal tage højde for dette, og leverandøren bør give fyldestgørende montagevejledning, inklusive information om krav til underlaget, hvis det ikke medleveres.

Montagevejledning bør som minimum omfatte:

- Type og antal fastgørelser for hvert enkelt beklædningstegl
- Tilspænding, ved evt. skruefastgørelse
- Placering og afstand mellem tegl
- Specifikation af underlag, såvel vandrette lægter som underlag for disse
- Detailløsninger ved åbninger og afslutninger
- Metode ved tildannelse af teglet, og evt. begrænsninger for tildannelse
- Fremgangsmåde ved udskiftning af beskadigede tegl



Teglskaller

Teglskaller monteres uden på isolering ved klæbning. Teglskallerne har typisk format som facaden på en mursten, med en tykkelse på 10-25 mm, således 228x108x(10-25) mm.

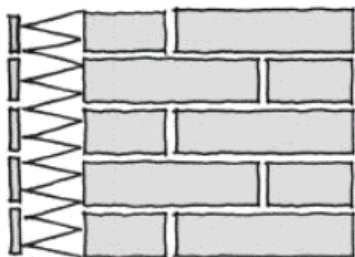
Der er to fremherskende løsninger med teglskaller

- Teglskaller klæbes uden på en systemløsning "puds på isolering"
- Teglskaller klæbes på formstøbt skumisolering, hvor skiftegangen er styret af riller i underlaget

I begge tilfælde skal der fuges mellem skallerne efterfølgende. Dette gøres typisk med sprøjtepistol, men kan også udføres som traditionelt fugearbejde.

Principskitse af monterede teglskaller på isolering. Teglskaller benyttes typisk i forbindelse med udvendig efterisolering af ældre, evt. massivt, murværk.

Teglskaller kan anvendes både i nybyggeri og til renovering. De anvendes dog typisk i forbindelse med udvendig efterisolering af muret byggeri, hvor man ønsker at byggeriet fortsat fremstår med en "muret" facade.



Fliser og opsætning af fliser

Mærkning og deklaration

Fliser er CE mærket efter DS/EN 14411:2016 Keramiske fliser – Definitioner, klassifikation, karakteristika, vurdering og kontrol af ydeevnens konstans samt mærkning.

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:

$$\frac{\text{rummets længde}}{\text{flise modulet}} = \text{antal flise moduler} + \text{restmål} \quad \frac{1 \text{ flise modul} + \text{restmål}}{2} = \text{den tilpassede flises bredde}$$

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 lunger.

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.

Lodrette elastiske fuger anbringes ved spring i konstruktionerne og ved alle udadgående og indadgående hjørner.

Opsætningen af fliser i badeværelser kræver særlig stor omhu, og i vådzone skal fliser opsættes på vandtæt underlag, se nærmere herom i SBi-anvisning 252.

Overfladebehandling

Vejledningen på disse sider om overfladebehandling af murværk stammer, hvor intet andet er oplyst, fra publikationen Tegl 18 - Overfladebehandling af murværk, udgivet juni 2003 af Forlaget Tegl. (ISBN 87 88925 145).

Før valg af overfladebehandling

Der er rige muligheder for at overfladebehandle murværk. Der bør dog tages en række hensyn til underlaget, materialerne, påvirkninger etc., før valg af behandling træffes. Under dette punkt findes en række generelle råd til valget. Under beskrivelsen af de forskellige typer behandling er de særlige forhold vedr. hver enkelt behandling angivet.

Mekanisk påvirkning

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 bindemiddel. Opmærksomheden henledes dog på, at øget indhold af bindemiddel vil medføre farveforskelle i overfladen, også selvom facaden males med f.eks. silikatlasur. Kraftig påvirkning kan f.eks. forekomme i stærkt befærdede rum, gangarealer, trappeopgange og korridorer, industri- og lagerbygninger samt nederste, menneskehøje del af facader.

Konstruktiv beskyttelse

Det bedste resultat opnås, når konstruktionerne beskyttes effektivt af f.eks. tagudhæng. Gesimsbånd, fremspring, tilbagetrukne 'hylder' m.v. kan samle smuds og snavs med risiko for, at de underliggende facadeområder misfarves.

Mørtelfuger

Fuger i udvendigt murværk, der skal vandskures, filtses, sækkeskures eller tyndpudses, skal være ru og udfyldt helt frem til murstenens forkant i murværkets plane flade.

For at overholde murværksnormens krav om tæthed skal fugen trykkes/komprimeres under opmuringen, mens mørtlen endnu er plastisk. Hvor mange skifter, der kan mures inden komprimeringen, afhænger af vejrliget.

Det er af største betydning, at fugerne komprimeres, da der ellers let opstår revner mellem sten og fuge, især hvis der anvendes en cementrig mørtel, og hvis udtørringen sker hurtigt.

Derefter gås fugerne efter med fugeske for evt. manglende mørtel. Med henblik på at opnå den nødvendige ruhed af fugens overflade foreslås det at afslutte med at filtse hen over mørtelfugen med den overskydende mørtel eller at affeje med bagsiden af en stiv kost.

Valg af materialer til overfladebehandling

Mursten

Middelsugende sten med en rimelig ensartet vandoptagelse på ca. 10-15 vægt% med oprevet, ru overflade egner sig bedst til overfladebehandling. Mursten med glat overflade kan derfor ikke anbefales. Klinkbrændte og andre meget svagt sugende mursten bør kun overfladebehandles med specialmørtel i overensstemmelse med leverandørens anvisninger.

Det er særlig vigtigt, at der er god vedhæftning på mursten, der skal tyndpudses, filtses, vandskures, sækkeskures eller på anden måde overfladebehandles med et tyndt mørtellag. Når der vælges mursten, der senere skal tyndpudses, 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.

Der stilles ikke samme krav til udvendigt murværk, der skal pudses med tykke pudslag end nævnt ovenfor, men det bedste resultat opnås på en jævn overflade med en ensartet og middel sugsevne.

Til murværk, der skal overfladebehandles med tynde pudslag, er det særlig vigtigt at bruge frostfaste mursten, da fugtindholdet kan blive større i murværk med overfladebehandling end i blankt murværk.

Mursten, der skal overfladebehandles, bør have så lavt et saltindhold som muligt og må ikke afsyres.

Er der tvivl om, hvorvidt en mursten egner sig til en given overfladebehandling, kan man kontakte et af teglværkernes salgskontorer. Er der tale om ældre murværk bør der foretages en teknisk vurdering i det konkrete tilfælde.

Mørtel til overfladebehandling

Valg af mørteltype afhænger bl.a. af underlag, klima, mekanisk påvirkning og ønsket til den færdige overflades udseende. Udsættes en overflade for kraftig mekanisk påvirkning, bør der

vælges en stærkere mørtel. Pudslagets styrke - svarende til indholdet af bindemiddel - skal aftage udefter fra lag til lag, og styrken skal afpasses efter underlaget. Skal murværket eksempelvis kalkes, bør mørtlen indeholde så lidt cement som muligt af hensyn til kalklagets vedhæftning. Alternativt kan vælges en hydraulisk kalkmørtel. Nærmere vejledning om kalkning findes på mur-tag.dk

Ved valg af mørtel må det dog tages i betragtning, at en mørtel med et højt indhold af bindemiddel (eksempelvis cement) ikke altid er at foretrække. Så vidt muligt bør mørtlens styrke afpasses efter underlagets styrke. En overfladebehandling, som er stærkere end underlaget, kan være vanskelig at afrense. Både meget cementrig og særlig finkornet grovpuds giver større risiko for svindrevner i den færdige overflade, og pudsens styrke bliver svagere jo mere finkornet materiale, der vælges. Tilsætningsstoffer – luft, plastbinder, farvepigment, betonklæber osv. – må ikke tilsættes mørtler fremstillet på byggeplads uden dokumentation for egnethed, da det kan reduceres vands mulighed for at fordampe fra murværket.

Det anbefales sædvanligvis at bruge så velgraduerede delmaterialer som muligt, og at tilslagsmaterialet er så grovkornet som muligt. En tommelfingerregel er, at tilslaget skal have en kornstørrelse svarende til mindst en tredjedel af lagtykkelsen.

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.

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

Mørtel til filtsning, vandskuring og 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.

Pudsning med funktionsmørtler

Ved brug af funktionsmørtler, herunder færdigt indfarvede pudsmørtler til henvises til fabrikantens vejledning.

Pudsmørtel efter eksponeringsklasse

Miljømæssig eksponering indgår i valget af pudsmørtel. Vejledende eksempler på valg af pudsmørtel er anført i følgende skema, hvor der alene er taget hensyn til miljømæssig eksponering.

Læs om eksponeringsklasser [her](#).

Fysiske påvirkninger kan betinge en stærkere mørtel end anført i oversigten.

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. Dette gælder bl.a. ved renovering af ældre pudsede bygninger. Se mere herom i afsnittet om renovering. Det gælder endvidere, at anvisninger fra materialeproducenter altid bør følges forud for skemaets forslag.

Pudslags styrke skal aftage udefter fra lag til lag, og styrken skal afpasses efter underlaget.

Udvendig puds:	MX3.2	MX 3.1
- sokkelpuds på tegl	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KKh 100/400	
- sokkelpuds på tegl	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KKh 100/400	
- sokkelpuds på beton	C 100/400 KC 20/80/550	

- sokkelpuds på letklinkerbeton	KC 35/65/650	
- udkast før grovpudsning af teglvæg	C 100/400 KC 20/80/550 Kh 100/400	KC 35/65/650 Kh 100/400 KKh 20/80/475
- grovpuds på udkast	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KKh 20/80/475 Kh 100/400	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KKh 20/80/475 KKh 35/65/500
- vandskuring, filtsning, sækkeskuring		KC 50/50/700 KC 60/40/850 KKh 20/80/475 KKh 35/65/500
- tyndpuds		Fabriksfremstillet mørtel

Eksponeringsklasse	MX3.2-MX5	MX2-MX3.1	MX1
Indvendig puds:			
- grov puds			KC 60/40/850 KC 50/50/700 KKh 50/50/575 K 100/750-1010
- finpuds			K 100/300
- loftspuds			KC 60/40/850 KKh 50/50/575 K 100/750-1010
- vandskuring, fildsning, sækkeskuring, berapning, svumning			KC 60/40/850 KKh 20/80/475 KKh 35/65/500
- tyndpuds			Fabriksfremstillet mørtel

Reparationer

Der bør altid tilstræbes at anvende den samme mørtel som tidligere til reparation af skadede områder i fugede og pudsede overflader.

Det er dog en forudsætning, at der ikke påviseligt er anvendt en mørtel, der ikke opfylder de krav til holdbarhed, som mørtlen miljømæssigt har været udsat for.

Især ved pudsskader er det yderst vigtigt, at mørtelsandets sandkurve i reparationsmørtlen bliver som tidligere.

Udførelse generelt

Under denne overskrift gives vejledning i udførelse af overfladebehandling, som er generelt for alle typer overfladebehandling. Se nærmere under de enkelte typer for de særlige forhold.

Byggepladsen

Det er nødvendigt at træffe foranstaltninger i form af afdækninger af murværket, således murværket ikke fugtbelastes unødigt. Vær især opmærksom på, at der skal være monteret tagrender og midlertidige nedløbsrør, så vand fra tagfladerne ikke opfugter murværket.

Hvor overfladebehandlingen kommer i kontakt med ikke-korrosionsfast metal, der føres ud gennem behandlingen, skal metallet beskyttes for at undgå korrosion og misfarvning.

Udtørring

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 frostska-der.

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 eller fugningen (afhængig af vejrlig). 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.

Tidspunkt

Overfladebehandling af murværk udføres bedst i forårs- og sommermånederne, med mindre murværket sikres mod frostpåvirkning gennem vinterforanstaltninger, og holdes over ca. 5 °. Er vandindholdet i murværket højt, når behandlingen foretages, forlænges udtørringsperioden. Dermed øges risikoen for frostska-der, hvis overfladebehandlingen udføres i efterårs og vintermånederne.

I tørre perioder med varme og blæst må overfladen beskyttes mod for hurtig udtørring. Overfladebehandling må ikke udføres i direkte sol. Svindrevner i mørtellag risikerer at fremkomme ved for hurtig udtørring.

Forvanding

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 underlagets sugsevne. Et for kraftigt sugende underlag vil suge vandet ud af mørtlen så hurtigt, at det forringer vedhæftningen. Et for fugtigt underlag kan give dårlig vedhæftning, fordi sugesevnen bliver for lille. Sugesevnen skal helst være ens i alle områder – dels af hensyn til arbejdets udførelse dels af hensyn til det færdige resultat.

Planlægning af arbejdsproces

Overfladen, der skal behandles, bør inddeles i afgrænsede felter, og arbejdet 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 m.v.

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

Beskyttelse og efterbehandling

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. Overfladebehandlingen holdes fugtig, typisk de første 1-2 uger efter behandlingen er udført. Vandforstøvning kan med fordel bruges.

Hydratkalk (calciumhydroxyd) er delvist opløselig i vand, indtil hærdning har fundet sted ved reaktion med CO₂, hvilket først sker, når murværket har et fugtindhold på under ca. 7 vægtprocent. Hvis ny overfladebehandling ikke beskyttes mod slagregn, indtil mørtlen er tilstrækkelig afhærdnet, er der risiko for, at en del af hydratkalken (calciumhydroxyd) vaskes ud af mørtlen. Når vandet fordamper, udfældes kalk i overfladen, hvor den vil hærdne med hvide misfarvninger til følge. Denne kalk (calciumcarbonat) kan være vanskelig at fjerne.

Kvalitetssikring

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

Produkter

Der bør udføres modtagekontrol af mursten og fabriksfremstillet mørtel samt kontrol af pladsfremstillet mørtel jf. DS/INF 167:2015 samt evt. CE-mærkning.

Murværkets overflade

Før udførelsen af overfladebehandling bør murværkets overflade kontrolleres og godkendes, således at den svarer til forskrifterne for den valgte overfladebehandling, f.eks. for tynde pudslag: fyldte fuger helt frem til murstenenes forkant. Der må ikke forefindes mørtelslam på murstenene, murværket skal fremstå som en ren facade. (Mørtelslam på murværket forhindrer vedhæftning af pudslaget).

Udførelseskontrol

Foreligger der ikke anden beskrivelse af udførelseskontrol, bør der som minimum foretages kontrol af udførelsen svarende til den valgte overfladebehandling.

Tykke pudslag, udførelse

Bemærk at afsnittene "valg af materialer" og "Udførelse generelt" er gældende sammen med nedenstående vejledning.

Opbygning

På udvendigt murværk kan tykke pudslag opbygges af 2 eller 3 lag, hvor det inderste lag altid er udkast.

Udkast

Udkast har til formål at sikre god vedhæftning mellem grovpuds og underlag, derudover regulerer det sugningen, især fra stærkt sugende underlag som porebeton og letbrændt tegl og fra svagt eller ikke-sugende underlag som tæt beton. Til udkast anvendes grovkornet materiale med en kornstørrelse på 0-4 mm.

Reguleringen skal også gælde uensartetheder i underlagets sugsevne, 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 koster på underbunden med en kost.

Dersom underlaget er ujævnt, skal der kastes ud. Udkast skal kastes eller sprøjtes på.

Grovpuds

Grovpudsen skal tillige – sammen med udkast – regulere afsugningen af slutpudsen således, at det får en ensartet struktur og farve. udkast og grovpuds kaldes samlet for underpuds. (ved en 3 lags opbygning)

Grovpudslagets mørtel kan trækkes, kastes eller sprøjtes på og udføres normalt i en tykkelse på 8-12 mm. Grovpudslagets overflade skal være plan.

Slutpuds

Det tredje lag, slutpudsen, kan påføres som indfarvet mørtel.

Ønskes en glat finish, kan der bruges en finkornet mørtel til slutpuds. slutpudsen påføres med stålbræt og færdigbearbejdes efter mørtelleverandørens anvisninger. Slutpuds kan også være stænkpuds, granitpuds eller lignende specialpuds.

Underlag

Underlagets forbehandling spiller en lige så stor rolle som mørtellagenes sammensætning. Underlaget skal være nogenlunde jævnt, rent og have en svag sugesevne. 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 sugesevnen, som ikke må være for stor, men heller ikke helt ophævet (en svag sugesevne i underbunden skal bevares).

Materialer som letklinkerbeton, hårdtbrændte mursten og meget tæt beton suger så lidt, at de ikke normalt ikke kræver vanding før pudsning. Vær opmærksom på, at det kan være nødvendigt at forvande udkast på letklinkerblokke, før grovpudsning.

Om nødvendigt svummes gammel og stærkt sugende beton for at forbedre vedhæftning og regulere sugningen.

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.

Tykke pudslag, arbejdsgang udvendigt

På større vægflader kan det være nødvendigt at opsætte ledere, det vil sige lodrette mørtelbælter i den ønskede lagtykkelse med ca. 1,5 meters afstand. Når lederne er sat op og er tørre, pudses mellemrummene med samme mørtel som lederne. Vær opmærksom på, at denne metode giver pudseskel, med mindre der udføres slutpuds (3-lags opbygning).

2-lags opbygning

Først udkastes et lag mørtel med en tyndere konsistens og større bindemiddelindhold end selve grovpudsmørtlen. Kornstørrelsen i tilslaget bør være 0-4 mm (se her).

Laget stødes af med trækbrættet. Herefter påføres grovpudsmørtlen, som enten kastes på med en murske eller en pudseske, trækkes på med et trækbræt eller sprøjtes på med en mørtelpumpe.

Derefter afrettes pudslaget med kardæsk og rives sammen med trækbrættet. Herefter bearbejdes overfladen med lunkepudser og rivebræt, til den ønskede overflade er opnået.

3-lags opbygning

De første 2 lag – udkast og grovpuds – udføres som beskrevet ovenfor under 2-lags opbygning, dog skal grovpudsmørtlen indeholde tilslagsmateriale med større kornstørrelse. Når grovpudslaget er tørt kan slutpuds påføres.

Det er vigtigt, at der mellem grovpudsning og slutpuds sker en udtørring af underlaget. Hvis underlaget ikke er tilstrækkelig tørt, er der risiko for udvaskning af bindemiddel fra såvel grovpuds som slutpuds, og der kan opstå hvide skjolder.

Tykke pudslag, arbejdsgang indvendigt

Pudslaget består af to lag: *grovpuds* og *slutpuds*.

Grovpuds: 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.

Slutpuds 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 med et stålbræt, udjævnes (filttes) den med et filtsebræt.

Slutpudslaget 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.

Overfladebehandling med tynde mørtellag, udførelse

Bemærk at afsnittene "valg af materialer" og "Udførelse generelt" er gældende sammen med nedenstående vejledning.

Krav til underlag og forberedelse

- Fuger i udvendigt murværk, der skal vandskures, filtses, sækkeskures eller tyndpudses, skal være ru og udfyldt helt frem til murstenens forkant i murværkets plane flade.
- Murværk til overfladebehandling med tynde mørtellag skal som minimum overholde samme krav som blankt murværk.
- Det er af største betydning, at fugerne komprimeres, da der ellers let opstår revner mellem sten og fuge, især hvis der anvendes en cementrig mørtel, og hvis udtørringen sker hurtigt.

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.

Murværkets overfladetemperatur skal være mellem 5 °C og 25 °C under udførelse og hærdeperiode, hvilket udelukker tyndpudsarbejde i direkte sol og i vinterhalvåret, med mindre der er etableret totalinddækning og opvarmning af konstruktionen.

Murværket skal være udtørret som nævnt i afsnittet udtørring, samt uden udblomstringer og udfældninger.

Udførelsen generelt (alle typer tynde mørtellag)

For at undgå synlige pudseskel skal arbejdet planlægges og udføres, så hele vægfladen kan færdiggøres i én arbejdsgang. Ved pudseskel er det vigtigt, at to lag mørtel ikke overlapper hinanden. Lodrette pudseskel, der ikke ses så tydeligt som vandrette, placeres langs muråbninger og false. Arbejdet påbegyndes oven fra for at undgå, at allerede færdiggjorte flader tilsmudses.

For at undgå uensartede vandbelastninger under udførelsen og i hærdneperioden skal inddækninger og nedløbsrør samt evt. midlertidige afdækninger og beskyttelsesforanstaltninger være etableret, inden tyndpudsearbejdet påbegyndes.

Der gælder særlige forhold ved tynde mørtellag på murværk af kalksandsten. Brug tyndpuds egnet til kalksandsten og følg leverandørens anvisninger.

Ved vandskuring, filtsning og sækkeskuring sker det ofte, at mørtellaget bliver for tykt, hvilket medfører risiko for senere afskalninger. Det kan også ske, at der under bearbejdningen føres ekstra bindemiddel ud i pudslagets frie overflade, hvorved der kan opstå krakeleringsrevner.

Jo tyndere lag mørtel, der påføres murværket, jo længere levetid kan der forventes af overfladebehandlingen.

Senest ved arbejdets ophør – under mørtlens afbinding – skal der afdækkes effektivt mod nedbør. I tørre perioder med varme og blæst skal tyndpudslaget beskyttes mod for hurtig udtørring og evt. eftervandes.

Afhængig af vejrlig og udtørring kan det være nødvendigt at beskytte/fugtigholde overfladebehandlingen i den første periode efter udførelsen (typisk 1-2 uger).

Tyndpuds

Arbejdet skal altid udføres i overensstemmelse med producentens anvisning og i overensstemmelse med ovenstående generelle vejledning om tynde mørtellag. Der forvandes som beskrevet i afsnittet om underlag. Forvanding skal udføres kontinuerligt i takt med pudsearbejdet og i overensstemmelse med producentens anvisninger.

Tyndpudsmørtel blandes efter producentens anvisning. Vandtilsætning og blandetid skal være ens fra blanding til blanding for at undgå farveforskelle. Farvet tyndpudsmørtel skal normalt bruges inden ca. 60 minutter efter blanding. Der må ikke genoprøres med ekstra vand. Ensartet vandtilsætning og blandetid af mørtlen er en forudsætning for et vellykket resultat. Det anbefales at anvende farvede tyndpudsprodukter med samme produktionsdato påstemplet emballagen.

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 filtsebrætter 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 og at vandtilsætning, blandetid, vandmængde på filtsebrætter og lagtykkelse er ensartet.

Vandskuring

Efter forvanding påføres mørtellaget så tyndt som muligt med et stålbræt. Den maksimale lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør højst være 1 mm. Herefter afstødes den overskydende mørtel med stålbrættet eller murskeen. Overfladen skures med en våd mursten deraf navnet: vandskuring. Stenen skal med jævne mellemrum dyppes i vand. Herved bearbejdes overfladen og eventuelle fremspring stødes af med skurestenen.

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

Den færdige overflade fremstår efter behandlingen jævn og kun med tidligere ujævnheder udfyldt med mørtel. Flest mulige murstensflader fremstår uden mørteldækning og kun med antydning af bindemiddel.

Filtsning

Efter forvanding påføres mørtellaget så tyndt som muligt med et stålbræt.

Den maksimale lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør højst være 1 mm.

Herefter afstødes den overskydende mørtel med stålbrættet eller med murskeen. Overfladen filtses med roterende bevægelser med filtsebrætter. Et filtsebræt er beklædt med filt, deraf navnet: filtsning.

Den færdige overflade fremstår efter behandlingen jævn og kun med tidligere ujævnheder udfyldt med mørtel. Flest mulige murstensflader fremstår uden mørteldækning og kun med en antydning af bindemiddel.

Eventuelle løstsiddende sandkorn kan fjernes med en græskost, når overfladen er tør.

Sækkeskuring

Efter forvanding påføres mørtellaget så tyndt som muligt med et stålbræt.

Den maksimale lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør højst være 1 mm.

Herefter afstødes den overskydende mørtel med stålbrættet eller med murskeen. Overfladen bearbejdes med sækkelærred, heraf navnet sækkeskuring.

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

Den færdige overflade fremstår efter behandlingen jævn og kun med tidligere ujævnheder udfyldt med mørtel. Den overvejende del af murstensfladerne fremstår uden mørteldækning og kun med en antydning af bindemiddel.

Berapning og svumning

Berapning

Berapning bør kun udføres indvendigt og bruges til at udfylde ujævnheder. Mørtellaget påføres så tyndt som muligt med et stålbræt eller et trækbræt. Overfladen bearbejdes med en fugtet græskost i diagonale bevægelser. Efter behandlingen fremstår overfladen udjævnet og dækket med et tyndt lag mørtel med spor af kosten. Eventuelle løstsiddende sandkorn kan fjernes med en græskost, når laget er tørt.

Svumning

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

Teksten om svumning stammer ikke fra publikationen Tegl 18.

Maling

Bemærk at afsnittene "valg af materialer" og "Udførelse generelt" under "Overfladebehandling" er gældende sammen med nedenstående vejledning.

Generelt

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:

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. Mangfoldigheden af

produkter gør det vanskeligt og omfattende at beskrive de specielle forhold, der gør sig gældende ved brug af de enkelte malingsstyper. Derfor henvises til producenterne af de forskellige produkter.

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.

Vær opmærksom på at garantiforpligtelsen bortfalder hos en række producenter af murermaterialer, hvis udvendigt murværk malerbehandles. Det er derfor særlig vigtigt at forhøre sig hos den aktuelle leverandør af mursten og mørtel. Der stilles større krav til murstenenes frostbestandighed i en ydermur, der 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.

Producentens anvisninger skal altid følges.

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:

- minimere vandgennemtrængning i f.eks. vestvendte gavle
- Nedsættelse af tendens til misfarvning i form af:
 - *smudsmodtagelighed*
 - *fugtskjolder*
 - *begroninger*
 - *udblomstninger*
- Imprægnering kan i visse tilfælde have positiv effekt på minimering af gipsbaserede misfarvninger.

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

Imprægneringsmidler

Der findes en række forskellige imprægneringsmidler med forskellige egenskaber f.eks., monosilan, siloxaner monosilaner.

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
- Mængde og koncentration af imprægnering
- Murværkets porøsitet
- Murværkets vandindhold
- Teglttype: f.eks. gul/rød
- Mørtlens hærdningsforhold
- Murværkets pH/surhedsgrad.

Væsentlige forhold

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
- Murværket skal være egnet til at optage det ønskede imprægneringsmiddel. Det vil sige tørt og uden gamle overflade behandlinger, biofilm eller andet som kan hindre optagelsen
- Fugerne bør udføres med mindst samme omhyggelighed som hvis murværket ikke skal imprægneres, idet imprægneringen kun lukker huller op til 0,2 mm.
- Ved at kontrollere ovenstående punkter skal den udførende virksomhed drage omsorg for, at underlaget der skal behandles er i en tilstand der tillader at en imprægnering af den ønskede kvalitet kan udføres.

Ved vurdering af om imprægnering er anvendelig kan der udføres et forsøg i mindre område på både fuge og teglsten med imprægneringsmidlet. Forsøg har vist at der ved imprægnering med monosilan kan opnås en stor indtrængningsdybde.

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
- frostskeer på ikke frostfaste teglsten og fuger.

Etablering af prøvefelt

Før udførelse af imprægnering kan der med fordel etableres et prøvefelt der kan tjene som reference med hensyn til forbrug, udseende og farvepåvirkning for det resterende arbejde. Prøvefeltet skal have et overfladeareal på mindst 1 m². Prøvefelt skal placeres på sådan en måde, at der ikke er mulighed for vandindtrængning.

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

Imprægnering bør dog ikke udføres på murværk med opstigende grundfugt, eller hvor der på anden måde trænger vand ind i murværket fra andre sider end forsiden.

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.

Entreprenøren som udfører imprægneringen, har det fulde ansvar for at vælge den rigtige imprægneringsmetode og -produkt. Vær opmærksom på, at leverandører kan tage forbehold for garantien på produkter (teglsten, mørtel etc.), hvis der imprægneres.

Teglgulve

Teglgulve kan lægges både inden- og udendørs, der anvendes blot forskellige teknikker til udførelsen.

Vedligeholdelse af teglgulve bør ske efter teglleverandørens anvisning

Valg af lægningsmørtel og fugemørtel til gulve

Valg af materialer bør ske efter leverandørens anvisninger. Der kan anvendes mørtler med en sammensætning som anført i tabellen nedenfor, i de anførte miljøklasser.

Aggressivt miljø: Udendørs gulve, udsat for nedbør og frost

Moderat miljø: Udendørs gulve på overdækkede arealer

Passivt miljø: Indendørs gulve, som ikke udsættes for kemikalier

Alternativt kan anvendes fliseklæb påført med 10 mm tandspartel. Følg producentens anvisninger.

Miljøklasse	Aggressiv	Moderat	Passiv
Lægning af gulvklinter	C 100/300	KC 20/80/550 KKh 20/80/475	KC 50/50/700 KKh 20/80/475 KKh 35/65/500

Fugning	C 100/300	KC 20/80/550 KKh 20/80/475	KC 35/65/650 KKh 20/80/475
---------	-----------	-------------------------------	-------------------------------

Indendørs

Valg af gulvtegl/gulvklinter

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, fuldbændte til ubehandlede gulve.

Teglsten er sugende og man kan derfor eventuelt vælge at imprægnere synsfladen før lægning, når teglstenene er til indendørs brug. Her er det meget vigtigt at siderne ikke imprægneres, da det hindrer vedhæftning ml. teglsten og fugemørtel. Nogle producenter leverer gulvtegl forimprægneret. Imprægneringen har kun beskyttende effekt i forbindelse med fugningen. Når gulvet afrenses før fugeslør/mørtelslør vil imprægneringen delvist blive nedbrudt og gulvet skal derfor have en beskyttende efterbehandling.

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/gulvklinterne 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.

Teglstenene kan lægges knasfuge eller med fuge.

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 skrubes 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 f.eks. ske ved overdækning med plastfolie.

I gulve, hvor teglet er lagt med knasfuge vil der altid være små sprækker mellem teglet. Sprækkerne kan fyldes med fint sand iblandet tapetklister (4 dele tørt fint sand og 1 del tør tapetklister). Blandingen blandes tørt og fordeles ud over det færdige gulv. Blandingen arbejdes ned i sprækkerne med en kost, hvorefter gulvet vandes med en håndsprøjte. Overskydende sand og vand tørres op.

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 m² 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 (udblomstringer). 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 chloridholdige syrer må ikke anvendes, da chlorid korroderer elinstallationer.

Vedligeholdelse af teglgulve bør ske efter teglleverandørens og kemiproducentens anvisning.

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 flere formater og farver. 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 vandaflledning 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.

Renovering

Inden renovering af en bygning påbegyndes, er det vigtigt at undersøge bygningen for at få et klart billede af bygningens tilstand, energiforhold og årsagen til eventuelle skader.

Ved renovering af fredede eller bevaringsværdige bygninger gælder særlige krav. Se nærmere herom i afsnittet om forundersøgelser.

Ved ombygning er der iht. BR18 krav om at foretage energirenovering. Kravene er korthed beskrevet nedenfor.

Krav om energirenovering i forbindelse med ombygning

Ved renovering som omfatter ombygning, er der krav om at udføre energirenovering, se faktaboks. Malerbehandling, pudsning af facader, lapning af huller i tagdækningen og hulmursisolering er ændringer, som ikke udløser krav om gennemførelse af rentable energibesparelser.

§ 274

Ved ombygninger skal energibesparelser gennemføres i det omfang, de er rentable, og ikke medfører risiko for fugtskader. Energikravene ved ombygning kan enten overholdes ved at overholde kravene til alle berørte bygningsdele i § 279 eller ved at følge renoveringsklasserne for eksisterende bygninger i §§ 280-282. Renoveringsklasserne er en energiramme for eksisterende bygninger.

§ 275

Ombygninger, hvor årlig besparelse gange levetid divideret med investering er større end 1,33, er rentable. I tilfælde af, at ombygninger ikke er rentable, skal der foretages en eftervisning af den manglende rentabilitet. I tilfælde af, at en ombygning ikke er rentabel, skal det undersøges, om en mindre ombygning er rentabel.

Stk. 2. I konstruktioner med hulrum med plads til isolering, som f.eks. rejste tage med spær, skal det først undersøges, om isolering i hulrummene er rentabelt, og dernæst, om det er rentabelt at efterisolere op til kravene i § 279.

§ 276

Bygningsmæssige ændringer, der indebærer et forøget energiforbrug, kan udføres, hvis der gennemføres tilsvarende kompenserende energibesparelser.

§ 277

Ved udskiftning af bygningsdele eller installationer skal bestemmelserne i § 279 og installationsemnerne overholdes, **uanset rentabilitet**. Der kan dog være tilfælde, f.eks. ved understøbning af fundamenter, hvor udskiftningen medfører så store merudgifter på tilgrænsende bygningsdele, at udskiftningen ikke er rentabel i henhold til § 275. Ved beregning af rentabilitet tages kun udgifter på de tilgrænsende bygningsdele med i beregningen.

Forundersøgelser

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

- bygningens opførelsestidspunkt og eventuelle fredningstilstand
- bygningens tidligere anvendelse
- bygningens hidtidige lastpåvirkning (kun i tilfælde af at der ombygges).
- bygningens tilstand

Såfremt murværket skal energirenoveres, er der en række helt konkrete trin, som bør indgå i forundersøgelsen vedr. valg af renoveringsmetode. Vejledning om forundersøgelser ved energirenovering kan findes på www.mur-tag.dk. Nye metoder og materialer er under løbende udvikling, og det anbefales at orientere sig om dette, før der træffes beslutning om metode.

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

Bygningens tidligere anvendelse kan få betydning for den nøjagtige fastlæggelse af skadesårsager. Bygningens tidligere anvendelse skal også fastlægges, hvis det er nødvendigt at beregne den hidtidige lastpåvirkning på bygningen i overensstemmelse med lastnorm Eurocode 1, EN 1991-serien.

Fredede og bevaringsværdige bygninger

Kommunen kan udpege en bygning som bevaringsværdig, hvis den har nogle særlige arkitektoniske eller byggetekniske kvaliteter, som anses for bevaringsværdige, og som har en lokal eller regional betydning.

Når en bygning har status som bevaringsværdig, gælder det kun husets ydre såsom facade, sokkel eller fundament, vinduer, døre, tag, kviste og skorstene. Der kan gælde særlige regler for, hvad der må udføres af ændringer på de ydre dele af bygningen. Det er kommunen, som

fastsætter disse regler. Kommunerne administrerer og har ansvaret for de bevaringsværdige bygninger.

Er en bygning derimod bygningsfredet, er det hele bygningen – ude som inde, der er fredet. I det tilfælde skal alle ændringer godkendes af Slots- og Kulturstyrelsen.

I Slots- og Kulturstyrelsens database over fredede og bevaringsværdige bygninger (FBB) kan man søge på alle adresser i Danmark og se, om der er registreret en fredet eller bevaringsværdig bygning (2019).

En bygning er først bevaringsværdig rent juridisk, når den er udpeget som bevaringsværdig i en kommuneplan eller omfattet af et forbud mod nedrivning i en (bevarende) lokalplan. Der kan også være tinglyst særlige deklarationer eller servitutter på ejendommen.

Er bygningen indskrevet i en lokalplan eller byplanvedtægt vil det som regel betyde, at der er lagt større restriktioner på bygningen. Det er derfor vigtigt at undersøge, om der gælder særlige forhold for bygningen. Hvis der er tale om udvendige arbejder på et bevaringsværdigt hus, kan kommunen stille krav til materialer - fx røde teglsten på taget - og facaden – fx at den skal have en bestemt farve. Man kan normalt på kommunes hjemmeside læse om, hvilke retningslinjer der er for bevaringsværdige huse i kommunen.

Hvis der er behov for ændringer, der ikke helt overholder kommunens krav, kan man søge dispensation. Man skal ansøge kommunen om lov til at foretage udvendige ændringer på huset, og kommunen kan kræve at besigtige arbejdet.

Rent arkitektonisk vil det fx betyde, at man typisk ikke vil få lov til at overpudse facadens blanke murværk.

Det er derfor altid en god ide at tage direkte kontakt til kommunens tekniske afdeling og forhøre sig om, hvilke restriktioner der ligger på ejendommen og om der er udarbejdet – eller planlægges udarbejdet - en bevarende lokalplan, hvor huset indgår i.

Mekanisk bæreevne ved renovering

Som følge af ændrede belastninger på murværkskonstruktioner i forbindelse med renovering af eksisterende murværksbygninger, vil det ofte være nødvendigt at bestemme murværkets styrkeparametre (typisk murværkets trykstyrke og begyndelseselasticitetsmodul). Herefter kan det ved beregning undersøges, om det eksisterende murværk kan anvendes til den ændrede anvendelse af bygningen eller de påtænkte omforandringer i murværket, eller der skal iværksættes supplerende tiltag.

I forbindelse med en besigtigelse kan der udtages prøver fra det eksisterende murværk til styrkeforsøg i et laboratorium. Afhængig af den enkelte opgave foreslås det, at de rådgivende ingeniører i samråd med Institutet aftaler den prøvningsmetode, der bør anvendes i det aktuelle tilfælde.

Normalt anvendes én eller flere af efterfølgende prøvningsmetoder. Ved at kombinere prøver af mursten og mørtelfuger, kan man ved en kombination af resultaterne opnå en vurdering af murværkets basisstyrke:

- ud fra udhuggede/udsavede mursten fra det eksisterende murværk udføres en prøvning på laboratoriet, der fastlægger murstenenes trykstyrke. Prøvningen foretages normalt for 6-10 mursten pr. konstruktion
- ud fra udhuggede mørtelprøver fra det eksisterende murværks opmuringsmørtel udføres en analyse på laboratoriet, der fastlægger mørtlens blandingsforhold. Hver mørtelprøve skal indeholde mindst 100 gram materiale. Blandingsforhold giver en vurdering af mørtlens styrkeværdier
- Kryds-bor (X-bor) undersøgelse. Med X-boret undersøges mørtelfugens styrke in situ. Der kan relativt hurtigt foretages undersøgelser i mange positioner.
- I særlige tilfælde kan der udsaves stykker af intakt murværk, som bringes til laboratoriet hvor brudtest foretages. Dette er den dyreste prøvningsmetode, men det er en mulighed at teste murværksstyrkerne direkte.

For vejledning om ældre murværks styrker, se publikationen "Statistiske beregninger af ældre murværk" (www.mur-tag.dk, se under Projektering – styrker i ældre murværk).

Energirenovering ved efterisolering

Der eksisterer en række forskellige muligheder for at energirenovere murværk. Metoden bør afpasses efter, om der er tale om ældre, bevaringsværdigt murværk, herunder massivt murværk, eller nyere murede bygninger, samt om der er tale om etagebygninger eller parcelhuse.

Ydervægge med indvendig efterisolering eller hulmursisolering

Den eneste ydervægsisolering, der kan komme på tale ved renovering af bevaringsværdige eller fredede bygninger, er ofte en indvendig tillægsisolering, fordi der kan være krav om ikke at ændre på den oprindelige facades udseende.

Der er en række ulemper ved indvendig efterisolering:

- Væsentlige kuldebroer ved åbninger, sokkel, dæk og skillevægge er vanskelige at fjerne
- Indvendig efterisolering med dampspærre indebærer altid en risiko for utæt dampspærre, og dermed skimmelangreb. Nye typer af indvendig efterisolering uden særskilt dampspærre er imidlertid kommet på markedet i de senere år *).
- Det indvendige areal formindskes

Ved indvendig efterisolering følges byg-erfa (31) 15 11 15 Indvendig efterisolering – ældre ydervægge af murværk. Her omtales metoder *), som ikke indebærer montering af dampspærre.

Hulmursisolering har ikke ulemper vedr. dampspærre, idet den indvendige mur udgør dampspærren, og det indvendige areal påvirkes ikke. Til gengæld bevares flere kuldebroer, herunder ud for faste binderkolonner i murværket og ved alle udmuringer. Her skal man være

opmærksom på, at der ofte er udfordringer mht. mørtelspild i bunden af hulmuren, over vindues-/døråbninger samt generelle problemer med effektiv udfyldning af hulrum

En indvendig tillægsisolering af ældre murværk eller en hulmursisolering vil endvidere medføre, at murværket i ydervæggen (eller murværket i formuren) bliver udsat for et andet miljø end tidligere - og især om vinteren i et konstant koldere miljø.

Derved stilles der større krav til murværkets frostfasthed (og herunder til murstenenes) end uden denne tillægsisolering.

Der findes ikke en fuldstændig sikker metode til at vurdere eksisterende murværks frostfasthed, men for teglmurstenenes vedkommende er der en kendt sammenhæng mellem frostfasthed og brændingsgrad. Sammenhængen er dog ikke endelig defineret.

Brændingsgraden af mursten kan vurderes ved genbrænding af den ene halvdel af en sten og herefter vurderes vha. en sammenlignende metode, som kan gennemføres på et laboratorium.

En karakterisering af teglstenene ud fra lertyper og strygningsmetode, samt bestemmelse af det såkaldte porefyldningstal kan af eksperter, sammen med brændingsgraden, anvendes til en rimelig sikker vurdering af teglstenenes frostfasthed. Herunder er det også vigtigt at bedømme variationen i egenskaberne, da enkelte sten kan have væsentligt dårligere egenskaber end gennemsnittet.

Ydervægge med udvendig efterisolering

Udvendig tillægsisolering er den mest effektive efterisolering. Kuldebroer ved sokkel og dæk kan fjernes, og det indvendige nytteareal er intakt. Der findes flere forskellige metoder til at udføre en udvendig efterisolering. Ved valg af metode er det væsentligt at tage hensyn til bygningens oprindelige karakter og arkitektur, da efterisoleringen uundgåeligt vil påvirke bygningens fremtræden.

Markedet for efterisolering er i rivende udvikling, og flere typer og materialer er kommet frem. Der er desværre set æstetisk mindre heldige eksempler på udvendig efterisolering.

Her skal kort beskrives nogle metoder, der på forskellige måde bevarer/bibeholder facadernes karakter af "muret" byggeri:

1. Opførelse af en ny skalmur som "skærm" for en udvendig tillægsisolering
2. Udførelse af et nyt armeret pudslag på en påsat, udvendig tillægsisolering
3. Opsætning af teglskaller, enten direkte uden på metode nr. 2, eller på skumisolering, formstøbt til pålimning af teglskaller
4. Nedrivning af den yderste ½ sten af den eksisterende facade, hvorefter der isoleres og opmures en ny slank 78 mm skalmur på konsoller, fastgjort til det oprindelige fundament. En sådan konstruktion skal typisk afstives med EPS- søjler
5. Beklædningstegl, som monteres uden på efterisolering af den eksisterende facade.

Den første metode er detaljeret beskrevet i SBI-156, men det skal nævnes, at der siden denne metode blev beskrevet, er fremkommet en anden trådbindertype til fastgørelse af skalmuren end en traditionel, indboret og faststøbt, bølgeformet trådbinder. Den omhandlede skalmur kan alternativt fastgøres til den eksisterende ydervæg med en indboret/indskruet trådbinder, der derefter indmures i skalmuren på traditionel måde.

Ved den anden metode efterisoleres der ved at montere tillægsisoleringen ved klæbning eller med dybler på ydermuren, og der afsluttes med armeret specialpuds. Der findes en række systemer på markedet, med forskellige typer af isolering, fastgørelse og afsluttende pudssystem. Se byg-erfa (21) 16 09 01.

Metoden er især velegnet til murværk, som allerede fremstår pudset. Den kan suppleres med pålimning af teglskaller. Metoden er nærmere omtalt i afsnittet "teglskaller"

Metode 4, som indebærer nedrivning af en del af facaden kræver altid en omhyggelig forundersøgelse af murværkets styrkemæssige tilstand og statik. For etageejendomme skal der foretages en ingeniørmæssig beregning af nedrivning og ny skalmur. For parcelhuse er der i forbindelse med et projekt "Energirenovering af murede facader", medfinansieret af EUDP, udviklet en forenklet dokumentations metode, som findes på mur-tag.dk

Metode 5 er nærmere omtalt i afsnittet Beklædningstegl.

Opstigende grundfugt

Kapillær opstigning af grundfugt i murværk kan standses ved at indbygge et gennemgående, vandtæt eller vandafvisende lag i murværk eller fundament.

Der kendes i dag fire metoder til at hindre kapillær opsugning. Hver med deres begrænsninger.

- Gennemsavning af en lejefuge eller partiel ommuring med indlæg af fugtstandsende lag (f.eks. asfaltpap).
- Indføring af metalspærrelag.
- Injektion
- Elektroosmose

Metoderne er yderligere beskrevet i BYG-ERFA blad 97 12 16

Åbninger i eksisterende murværk

Når der skal etableres en ny åbning i eksisterende murværk, anvendes typisk præfabrikerede teglbjælker eller overliggere.

Efterfølgende beskrives fremgangsmåden ved indlæggelse af tegloverligger i eksisterende murværk.

Udførelse af åbninger i eksisterende murværk

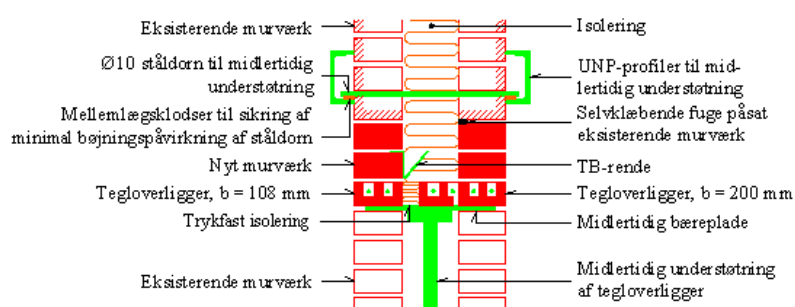
Åbninger kan foretages i indvendige skillevægge, som typisk er i ½ stens tykkelse og i udvendige hulmure, som typisk består af 2 gange ½ sten + isolering. Er der forskel i proceduren er der skrevet separate tekster [for udvendigt murværk i firkantede parenteser]

Udførelse af åbninger i eksisterende murværk sker normalt i 4 faser.

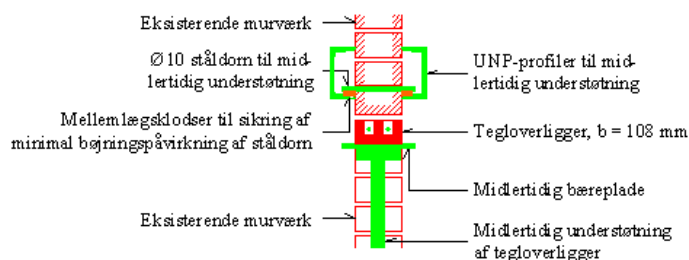
1. Etablering af midlertidige understøtninger
2. Udfræsning af åbning
3. Indlæggelse af tegloverligger og overliggende skifter [samt TB-rende for udvendigt murværk] og fugning
4. Fjernelse af understøtninger

Midlertidige understøtninger etableres, som vist på figur 3 og figur 4 pr 600 mm åbning og med en maksimal afstand til kant på 300 mm. Ved bestemmelse af åbningens størrelse tages udgangspunkt i tegloverliggerens dimensioner.

Figur 1. Hulmur. Princip for udførelse af åbning.

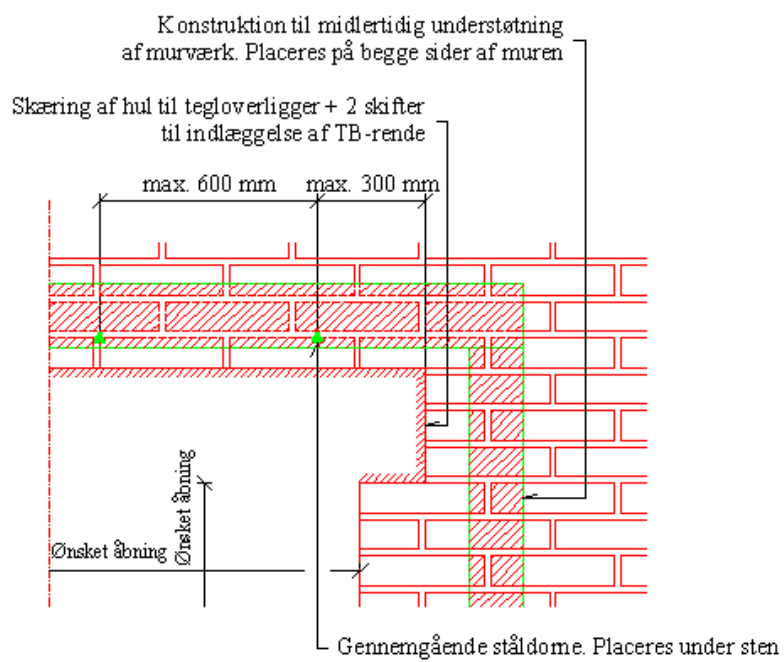


Figur 2. Skillevæg. Princip for udførelse af åbning.



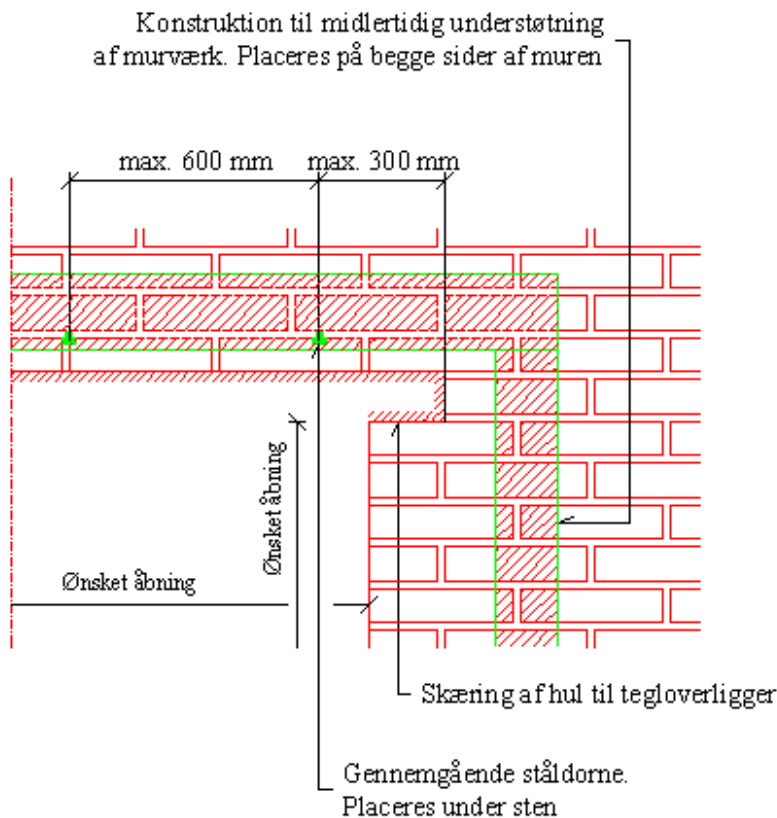
Midlertidige understøtninger etableres, som vist på figur 3 og figur 4 pr 600 mm åbning og med en maksimal afstand til kant på 300 mm. Ved bestemmelse af åbningens størrelse tages udgangspunkt i tegloverliggerens dimensioner.

Figur 3. Hulmur, opstalt. Midlertidig understøtning af murværk.



Udvendigt murværk, facademur
(2 x 1/2-sten + isolering)

Figur 4. Skillevæg, opstalt. Midlertidig understøtning af murværk.



Indvendigt murværk, skillevæg (½-sten)

De midlertidige understøtninger kan for eksempel bestå af Ø10 ståldorne eller bolte, der indsættes i Ø11 – Ø12 huller, som er gennemgående i murens tykkelse. Dornene placeres i liggefugen lige under stenene og ikke under studsfigerne.

Dornene placeres i liggefugen over åbningens øvre kant. Husk at fraregne skiftet til tegloverliggeren [og de 2 skifter til indlæggelse af TB-renden for udvendigt murværk] ved bestemmelse af den aktuelle liggefuge. Se eventuelt figur 1 og 2.

Under dornene, på begge sider af murværket, placeres understøtninger, for eksempel i form af træstolper eller blårænge. På figur 2 og figur 3 er alternativt vist en løsning med U-profiler som midlertidig understøtning. Der sikres en stram kontakt mellem dorn og understøtning og det skal endvidere sikres, at understøtninger placeres knas med vægfladen, således at der ikke kommer unødigt bøjningsvirkning i dornene.

Herefter udfræses det nødvendige murværk til åbningen og tegloverliggeren [samt 2 skifter til indlæggelse af TB-renden for udvendigt murværk]. Følgende vederlagsdybder anbefales til tegloverliggeren:

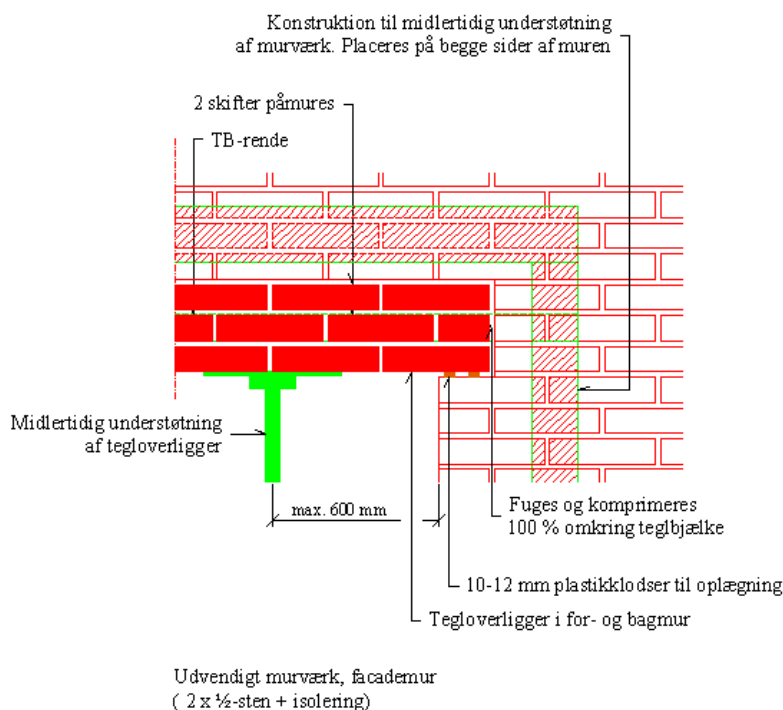
	Åbning < 1.0 m	Vederlag: ½ sten
1.0 m ?	Åbning < 2.0 m	Vederlag: 1 sten
2.0 m ?	Åbning	Vederlag: 1½ sten

[For udvendigt murværk dog minimum 150 mm, således, at det sikres, at fugtspærren går forbi de lodrette false]

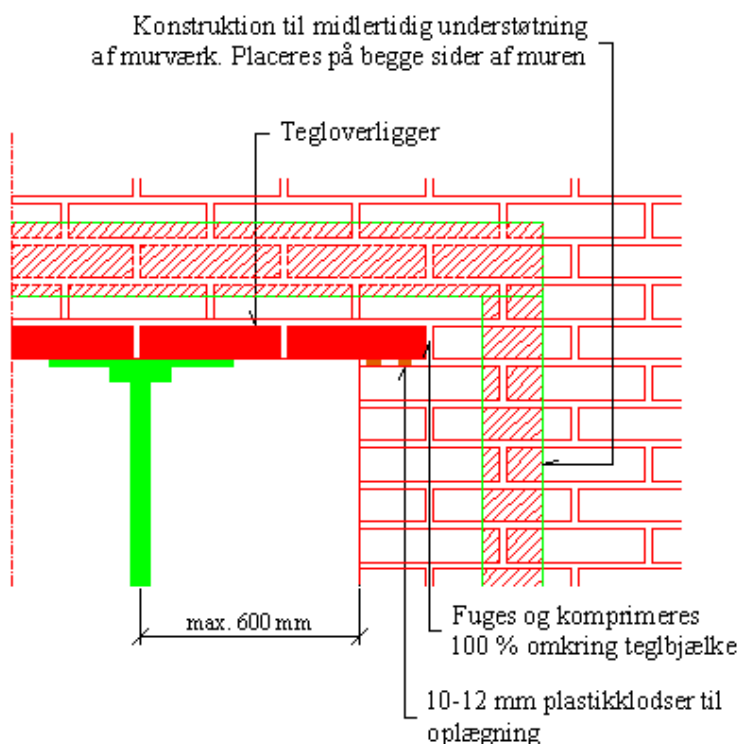
- Skæring af huller foretages med vinkelsliber, bajonetsav, gasbetonsav eller lignende
- Al løst materiale fjernes.
- Al mørtel i hullet til tegloverliggeren [og eventuelle overliggende skifter] fjernes. Omkring vederlaget er dette for oven, for neden og ved siderne og ellers forneden ved det nederste skifte af det eksisterende murværk. Områderne er på figur 3 og 4 skraveret.
- Murværket undersøges for revner efter udfræsningen. Er der fremkommet revner i fugerne under arbejdet, skal disse udkradses, fuges og komprimeres i fuld dybde.

En præfabrikeret tegloverligger med en længde svarende til den aktuelle tegloverligger-åbning indlægges på 10 – 12 mm plastic klodser. Det skal sikres at tegloverliggeren ikke vipper omkring sin længdeakse. [For udvendigt murværk indlægges en tegloverligger med tykkelse 108 mm i formuren og en tegloverligger med tykkelse 200 mm i bagmuren. Se figur 1].

Figur 5. Hulmur, opstalt. Understøtning af tegloverligger med påmurede skifter.



Figur 6. Skillemur, opstalt. Understøtning af tegloverligger med påmurede skifter.



Indvendigt murværk, skillevæg (1/2-sten)

- Der placeres midlertidige understøtninger til tegloverliggeren pr 600 mm åbning og med en maksimal afstand til kant på 600 mm. Se figur 5 og 6.
- Der fuges og komprimeres 100% omkring teglbjælken.

[For udvendigt murværk:

- Skiftet i formuren under TB-renden mures og renden oplægges.
- Skiftet over TB-renden mures. Fugen trykkes over TB-renden indefra og fugen over skiftet fyldes og trykkes fra begge sider.
- Selvklæbende fugebånd, der kan fungere som bagstop, påsættes underside af bagmur mod isoleringen. Se figur 1.
- Eventuel udfaldet isolering indlægges i hulrummet.
- Det resterende murværk opmures og den sidste fuge trykkes fra siden modsat isoleringen.]

Der anvendes en mørtel KC 50/50/700 eller M7.

[Der oprensnes for mørtelrester mellem de 2 tegl bjælker og spalten udfyldes med trykfast isolering. Se figur 1.

Bemærk at for- og bagmur ikke må mures sammen, da temperaturbevægelser i formuren herved kan skabe revner i de sammenmurede områder.]

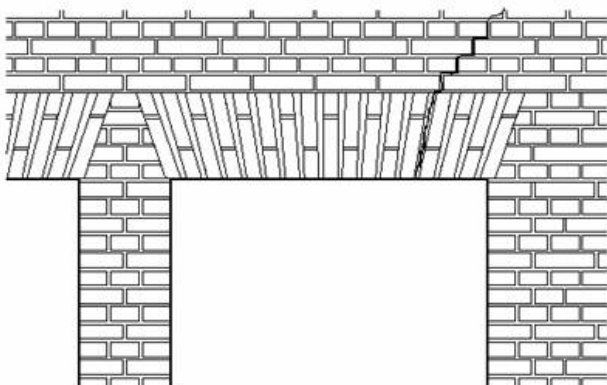
De lodrette false pudses. Kravet til færdiggørelsen afhænger naturligvis af, hvor meget af falsene, der skal stå blanke, hvis der for eksempel monteres en dør i åbningen.

De midlertidige understøtninger kan fjernes efter 28 døgn, hvor det forudsættes, at mørtlen er fuldt hærdnet. Hullerne efter dornene udfyldes.

Ved etablering af enhver åbning skal det principielt sikres, at bæreevnen under og efter udførelsen er tilstede. Bæreevnen af tegl bjælker med specifikke forudsætninger kan ses på: Dimensionering af tegl bjælker. Bæreevnen af de gennemgående dorne kan sættes til 8 skifter for indvendige vægge [og 4 skifter for udvendige vægge]. Er tegl bjælken yderligere belastet fx i form af dæk- eller tagkonstruktion eller af yderligere overliggende skifter, skal antallet af de midlertidige understøtninger forøges tilsvarende.

Revner i buer og stik

I ældre stik og buer (herefter blot benævnt stik) kan der forekomme gennemgående revner i enkelte fuger. Revnerne fortsætter ofte op i det overliggende murværk.



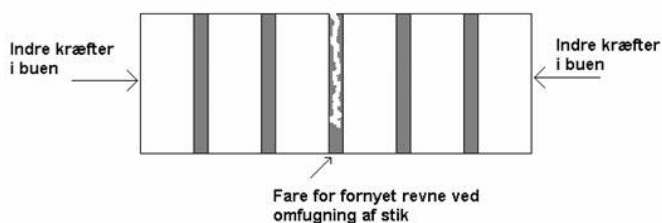
Revner i stik

For at stik kan fungere statisk, skal der ved enderne være et stift modhold, der kan optage de

kraftige vandrette reaktioner. De vandrette reaktioner kan være i størrelsesordenen 5 - 10 gange den lodrette reaktion, og ved beregninger forudsættes normalt, at modholdet er uendelig stift. Denne forudsætning holder ikke altid, og mindre bevægelser af modholdet, enten som følge af sætninger, temperaturbetingede bevægelser, statisk brud etc., medfører typisk, at der, et eller andet sted i stikket, vil komme en revne og en svag forskydning af stenene på hver side af revnen.

Udbedring generelt

Da der i hele stikkets udstrækning skal overføres en vandret kraft, er det vigtigt, at reparationen ikke blot udføres ved at omfuge revnen i stikket. En omfugning vil blot medføre, at stikket renoveres i de yderste 15 - 20 mm, og de vandrette kræfter vil skabe en ny revne. Se efterfølgende figur.



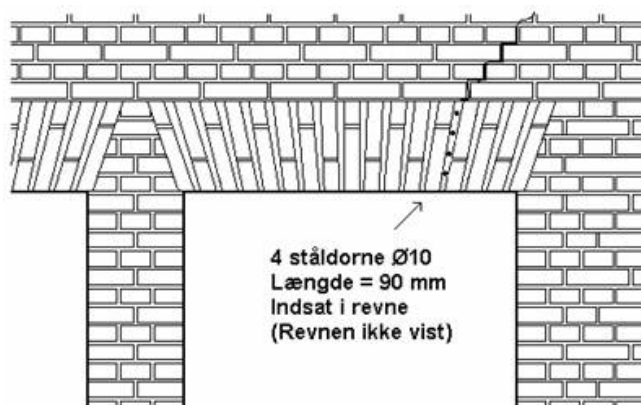
Det er derfor væsentligt, at udbedringen foretages i stikkets dybde. I det følgende er angivet to udbedringsmetoder. De to metoder er kun relevante for stikket. Revnerne i det overliggende murværk omfuges traditionelt.

Såfremt årsagen til modholdets bevægelser kan identificeres, er det naturligvis væsentligt at få disse årsager elimineret. Dette kan dog ofte kræve større indgriben i konstruktionen. Manglende opretning af konstruktionen mht. at eliminere årsagen til skaden kan medføre, at revnerne vedvarende kommer igen.

Renovering af stik. Metode I - rustfri stålstang

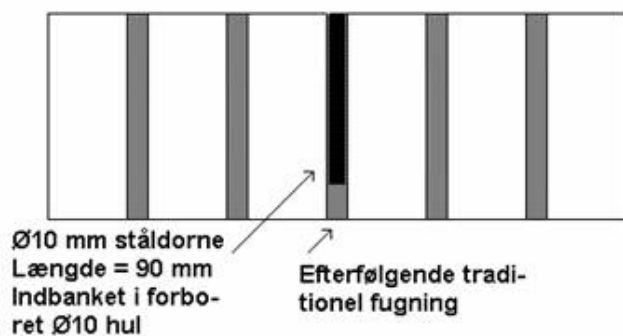
I revnen bores 3 - 4 Ø9,5 huller i fuld dybde. I disse huller indbankes Ø10 mm stænger med en længde, der er cirka 15 - 20 mm mindre end murens tykkelse. Det vil sige cirka 90 mm for en 108 mm formur. Disse stænger vil kunne overføre kontakttrykket stammende fra de indre kræfter i buen. Dimensionen kan være anderledes end 10 mm. Det tilstræbes, at dimensionen på stældornen svarer til fugetykkelsen på det pågældende sted, således at kontakttrykket skabes fra sten til sten. Generelt forbores med 0,5 mm underdybde.

Systemet er illustreret på efterfølgende figurer.



Efter indsætningen af ståldornene kan revnen fuges på traditionel vis.

Løsningen er tillige vist på efterfølgende figur.



Fordelen ved denne metode er, at det ikke er nødvendig at udkradse hele fugen. Ulempen er, at de rustfri dorne forøger omkostningerne.

Renovering af stik. Metode II - trækile

To trækiler med næsten parallelle flader tildannes og lægges i vand et døgn før renoveringen. Dimensioner på kilen skal være:

Højde: 20 mm

Dybde 150 mm (kilen stikker cirka 50 mm ud, hvorved den senere kan trækkes fri)

Bredde: 10 - 20 mm (afhængig af fugebredden)

Med eksempelvis hammer og mejsel fjernes mørtlen i fuld dybde i revnen, partielt f.eks. først for oven, og kilen indbankes, hvorefter mørtlen tilsvarende fjernes forneden, og en kile indbankes. Disse kiler vil kunne danne modhold, indtil den resterende del af fugen er renoveret

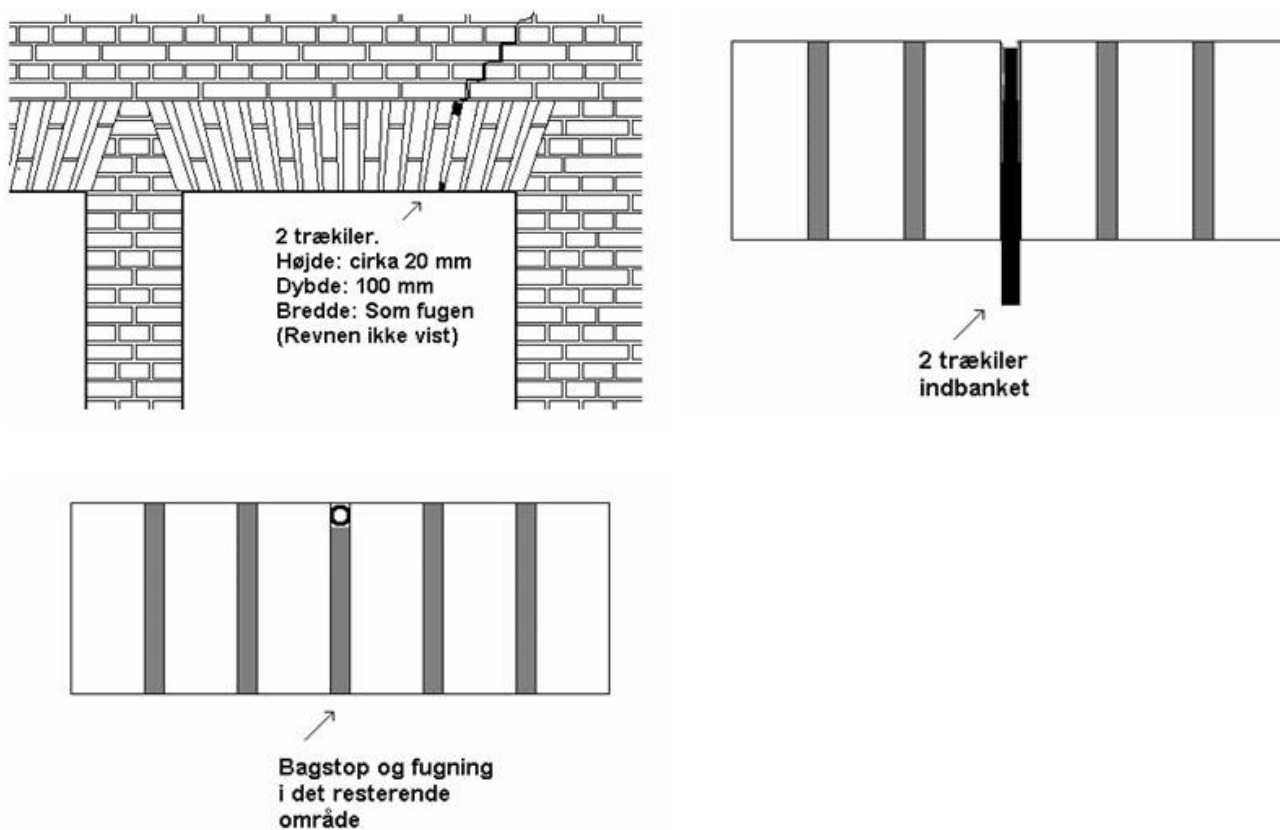
og hærdnet.

Efter de 2 kiler er banket ind, fjernes fugen i fuld dybde og bredde mellem kilerne. Dette kan foretages med hammer og mejsel, murbor, lille skæremaskine eller lignende.

Såfremt isoleringen eller andet ikke danner bagstop, kan det være nødvendigt at indlægge bagstop udefra.

Herefter foretages en fugning i fuld dybde.

Efter cirka 3 døgn, når mørtlen har nået en vis styrke, og kilerne er tørret ud, kan disse fjernes, og områderne, hvor kilerne har været placeret, fuges på tilsvarende måde. Systemet er vist på efterfølgende figurer.



Denne løsning er mere traditionel og mest velegnet til svage fuger, der er nemme at kradse ud.

Afrensning

Udvendigt murværk kan især blive misfarvet af, at

- luftens svævestøv har afsat sig på murværkets synsflade.
- regnvands forsuring, der skyldes den almindelige luftforurening, går i forbindelse med mørtelmaterialeerne i murværket og danner gips. Denne gips afsætter sig herefter på murværkets synsflade.

Afrensningsmuligheder

Afsætning af Misfarvninger, der skyldes luftens svævestøv, kan forsøges fjernet ved vandspuling, hvor der arbejdes med lave tryk (0,5-3 bar), med en blanding af vand, luft og blæsemiddel. Som blæsemiddel kan anvendes fint sand eller calciumkarbonat, men bedre er det måske at anvende grafit, glaspulver eller andre tilsvarende materialer.

Misfarvninger, der skyldes gipsaflejringer, kan forsøges fjernet ved vandsivning med eller uden tilsætning af kemikalier.

Bliver det nødvendigt at anvende sandblæsning for at få et stykke Murværk rensat, må man være opmærksom på, at et tyndt overfladelag (brandhuden) fjernes fra stenenes synsflader, således at de nok bliver rene; men er betingelserne ikke til stede, kan de hurtigt igen blive misfarvet, fordi overfladen er blevet mere ru og mere porøs end før sandblæsningen. Skal en facade, der igennem en årrække er blevet snavset f.eks. på grund af fine støvpartikler i luften, renses, vil dette ofte kunne gennemføres med held ved en behandling med damp eller hedt vand. Der findes specialfirmaer, der udfører dette arbejde. Det er meget vigtigt, at man ved rensningsforsøg først prøver på et lille område, før den endelige rensning foretages.

- Lav og mos - kan fjernes ved mekanisk rensning - f.eks. vand under tryk
- Algevækstkan fjernes ved mekanisk rensning

- Saltpeterudslag - 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

Vedligeholdelse og eftersyn

Murværk og tegltage kræver normalt et minimum af vedligehold.

Alligevel er det nødvendigt at foretage regelmæssige eftersyn, så opståede skader kan blive udbedret, inden bygningens tilstand forringes.

Når murerarbejde afleveres, er det derfor vigtigt, at der foreligger en vejledning i, hvorledes bygherrer og driftsansvarlige vedligeholder murværk og tegltage.

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.

Eftersynet bør foretages af en person med bygningsmæssig indsigt.

Ved eftersynet bør der gøres notater om bygningens tilstand.

Hvor murværket eller tegltaget har skadesymptomer, vil det være nyttigt at tage fotos. Desuden gives der en vurdering af eventuelle skaders betydning, samt en beskrivelse af, hvordan en skade kan være opstået. Det kan være nødvendigt at kende skadens årsag, når den skal udbedres.

Resultaterne fra et eftersyn bør sammenlignes med resultaterne fra foregående eftersyn. Derved vil det være muligt at følge eventuelle ændringer i bygningens tilstand.

På www.mur-tag.dk findes en overordnet checkliste for eftersyn, samt gennemgang af de almindeligste skadestyper på blankt murværk, overfladebehandlet murværk og tegltage, deres årsag og hvor muligt, en vejledning i udbedring.

Checkliste eftersyn

Eftersyn af blankt murværk

Eftersynsinterval:	3-5 år afhængigt af miljøpåvirkningerne.
Eftersynsniveau:	Visuel besigtigelse af alt murværk. Af murværk med skadessymptomer foretages der en nærmere undersøgelse.
Vedligeholdelse:	Efter behov.

Eftersynet omfatter:	Murværk Mursten Mørtelfuger Andre fuger Murafslutninger Teglbjælker og stik Sålbænke Kalfatringsfuger Dilatationsfuger Sokler Tagrender og nedløb
Skadesvurdering:	Afskalninger Revner Misfarvninger Fugtskader

Udvendigt, overfladebehandlet murværk

Eftersynsinterval:	2-5 år afhængigt af miljøpåvirkningerne.
Eftersynsniveau:	Visuel besigtigelse af alt murværk. Af murværk med skadessymptomer foretages der en nærmere undersøgelse.
Vedligeholdelse:	Efter behov.
Eftersynet omfatter:	Kalklag eller malingslag Vandskuringslag, puds og lign. Murafslutninger Teglbjælker og stik Sålbænke Kalfatringsfuger Dilatationsfuger Sokler Tagrender og nedløb
Skadesvurdering:	Afskalninger Revner Misfarvninger Fugtskader

Tegltage

Eftersynsinterval:	1-5 år afhængigt af miljøpåvirkningerne.
Eftersynsniveau:	Visuel besigtigelse af tagfladerne fra såvel inderside som yderside.
Vedligeholdelse:	Efter behov.
Eftersynet omfatter:	Tagsten Rygningssten Udluftningshætter Udluftningsspalter Overstrygning/forskelling Understrygning Undertage Skotrender Tagrender Træværk Inddækninger
Skadesvurdering:	Afskalninger Revner Knækkede sten Nedblæste eller forskubbede sten Nedblæste eller forskubbede hætter Defekte tagstensbindere Fugtige spær, skotrende brædder, m.v.

