

TEKNOLOGISK INSTITUT, MURVÆRK

MURERHÅNDBOGEN

MURO
September 2004

FORLAGET TEGL

Hvor kan jeg få besked?	5
Valg af murværkskonstruktioner	10
Konstruktive forhold	10
Miljøklasser	10
Murværk skal beregnes og kontrolleres	11
Sikkerhedsklasser	12
Kontrolklasser	12
Beregning af murværk	12
Mørtelvalg	12
Mørtelskema	15
Mørtelskema, fortsat	16
Mørtelskema, fortsat	17
Materialeforbrug	18
Bygningsfysiske forhold	20
Varmeisolering	20
Fugtisolering	25
Lydisolation	27
Lydregulering	28
Brandfasthed	28
Ventilering af hule mure	31
Bygningsdele	32
Massive mure, hule mure og skalmure	32
Kælderydervægge	33
Murafslutninger	33
Armeret murværk	34
Materialer	36
Mursten	36
Stentype	36
Trykstyrke	36
Stenformat	36
Teglmursten	37
Anvendelsesområde	38
Bruttodensitet	38
Nettodensitet	38
Minutsugning	38
Vandoptagelse	39
Blokke	39
Bloktyper	39
Format	39
Teglblokke	39
Letklinkerbetonblokke	40
Porebetonblokke	40
Mørtel	41

Receptmørtel	41
Funktionsmørtel	43
Bindemidler og tilslagsmaterialer	44
Tilsætningsstoffer	45
Kvalitetssikring	46
Produktionskontrol	46
Mursten	46
Blokke	47
Mørtel	47
Produktionsstyring for andre materialer	48
Tegloverliggere	48
Modtagekontrol	49
Udførelseskontrol	53
CE-mærkning af byggevarer	55
Udførelse	59
Målafsætning	59
Forbandt	61
Opmuring	61
Tolerancer	62
Mørtelblanding	63
Fugtspærre	68
Detaljer visende fugtspærres placeringer	69
Trådbindere	74
Armering og stålprofiler	75
Fugning	76
Fugefærdiggørelse	78
Teglbjælker	80
Tegloverligger - bæreevnediagram	80
Fjernelse af understøtninger	82
Afstivning af murværk under opførelsen	83
Afsyring af murværk	88
Vejrligets påvirkninger	89
Murværkets beskyttelse under udførelsen	90
Materialeoplagring	90
Afdækning	91
Vinterforanstaltninger	91
Detaljer	92
Sålbænke	92
Murafslutninger	95
Dilatationsfuger	102
Tegltage	108
Tegltagsten - tekniske data	108
Oplægning af tagsten	108
Spærhældning	108
Undertage	109
Funktionskrav til undertage	109

Oplægning	111
Binding	112
Understrygning	113
Ventilation	114
Tagdetaljer	120
Overfladebehandling	124
Generelle forhold	124
Kvalitetssikring	126
Pudsning	126
Udvendig	126
Udkast	127
Grovpuds	127
Pudsning med farvet mørtel	128
Indvendig	128
Finpuds	128
Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag	128
Underlag - generelle forhold	129
Vandskuring	130
Sækkeskuring	130
Filtsning	130
Tyndpuds	131
Udførelse – generelle forhold	131
Berapning	132
Svumning	132
Farvet puds	133
Kalkning	134
Indfarvet kalk	135
Lasering med indfarvet kalkvand	136
Maling	136
Imprægnering	137
Fliseopsætning	138
Teglgulve	139
Indvendige teglgulve	139
Udendørs belægninger i tegl	140
Renovering	142
Forundersøgelse	142
Tilstandsvurdering	143
Projekt	143
Misfarvet murværk	145
Vedligeholdelse og drift	147
Definitioner	148

Hvor kan jeg få besked?

Teknologisk Institut, Murværk

Kongsvang Allé 29, 8000 Århus C, tlf. 72 20 38 00, fax 72 20 38 01
e-mail muc@teknologisk.dk, www.teknologisk.dk, www.mur-tag.dk

Publikationer:

Pudsning med indfarvet mørtel, 1990
Rensning af tilsmudsede facader, 1993
Skader på murværk som følge af afsyring, 1997
Renoveringshåndbogen – Mur og Tag, 1999

Murerfagets Oplysningsråd (MURO)

Lille Strandstræde 20C, 1254 København K, tlf. 33 32 22 30, fax 33 32 22 97
e-mail info@muro.dk, www.muro.dk

Vejledninger:

Vintermuring
Murerfagets kontrolordninger, Mursten / Mørtler
Murværk og lydisolering
Isolering i hulmure
Håndtering og montage af teglelementer
Afsyring af udvendigt murværk
Eftermontering af trådbindere i hule mure
Praktisk branddimensionering af murede konstruktioner

Forlaget Tegl

Lille Strandstræde 20C, 1254 København K, tlf. 33 32 34 84,
fax 33 32 22 97

e-mail forlagettegl@muro.dk, www.forlagettegl.dk

(Publikationer og teglplaceringer rekvireres hos Byggecentrums Boghandel,
tlf. 70 12 06 00)

Publikationer:

Vejledning i vedligeholdelse af murværk og tegltage, 2001
Fugtspærre i murværk, 2002
TEGL 36, Oplægning af tegltage, 1999
Lægning og opsætning af fliser, 2003
Natursten, tegl og belægningssten i haven, 2004
Københavns murede huse i det 20. århundrede
Murerhåndbogen, 2004
Murstensforbandter (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)
Murerbogen (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)
Materialelære (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)

Puds – før og nu (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)
"Bygningsbevaring" 4. udgave 2003 (Skandinavisk Jurakalk)

Teglpjecer:

TEGL 10 Tegls egenskaber
TEGL 15 Erhvervsbygninger i tegl
TEGL 18 Overfladebehandling af murværk, ny udgave 2003
TEGL 19 Tegl i Danmarks Middelalder
TEGL 22 Tegl og mørtel
TEGL 26 Tegl og akustik
TEGL 28 Fuger i murværk
TEGL 29 Fugeknækkermetoden
TEGL 30 Natursten - inde
TEGL 31 Armeret murværk i praksis, incl. CD-rom

Videofilm:

Trækning af gesimser
Trækning af stuk
Kvaderpuds
Kalkning
Indvendig puds

By og Byg (tidl. SBI), Statens Byggeforskningsinstitut

Dr. Neergaardsvej 15, 2970 Hørsholm tlf. 45 86 55 33, fax. 45 86 75 35

www.byogbyg.dk

(Anvisninger og rapporter rekvireres hos Byggecentrums Boghandel,
tlf. 70 12 06 00)

Anvisninger:

SBI-anvisning 156, Skalmure ved udvendig efterisolering, 1. udgave 1988
SBI-anvisning 157, Trådbindere til forankring af skalmure og hule mure,
1. udgave 1989
SBI-anvisning 172, Bygningers lydisolering, nyere bygninger, 1992 (udsolgt)
SBI-anvisning 173, Bygningers lydisolering, ældre bygninger, 1992 (udsolgt)
SBI-anvisning 178, Bygningers fugtisolering, 1993
SBI-anvisning 180, Badeværelser. Eksempler på planlægning, projektering og
udførelse af badeværelser i nye og gamle boliger (udsolgt)
SBI-anvisning 184, Bygningers energibehov, 1995 (udsolgt)
SBI-anvisning 186, Småhuses stabilitet
SBI-anvisning 189, Småhuse. Isolering, fugt, lyd, brand, ventilation, styrke,
1997 (incl. tillæg)
SBI-anvisning 190, Bygningsudformning og varmebehov, 1997 (erstattet af
anvisning 208)
SBI-Rapport 223, Murværk, Materialer og egenskaber
SBI-Rapport 274, Styrkeegenskaber og deformationskapacitet af tværbelastet
murværk

SBI-Rapport 291, Dilatationsfuger i ydervægge af tegl, 1998
By og Byg-anvisning 200, Vådum, 2001
By og Byg-anvisning 208, Beregning af bygningers varmebehov, 2003

BYG-ERFA

Lautrupvang 1B, 2750 Ballerup, tlf. 44 89 06 40, fax 44 65 80 09
www.byg-erfa.dk

Byggetekniske erfaringsblade:

Udarbejdet af Fonden BYG-ERFA efter retningslinier udstukket af Byggecentrum, Byggeskadefonden, Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, Erhvervs- og Boligstyrelsen, Forsikring og Pension, By og Byg, (Statens Byggeforskningsinstitut) og Teknologisk Institut.

2. Primære bygningsdele

(20) Terræn

98 06 29 Murværk afsluttet med rulskifte

(21) Ydervægge

95 09 07 Fugt- og frostskeer efter hulmursisolering
96 06 24 Fugt i skalmure og formure
98 05 25 Revner i skalmure og formure fra temperatur- og fugtbevægelser
99 05 31 Stormsker på murede vægge
99 11 25 Forvitring af murværk fremkaldt af krystalliserende salte, 2. udg.
99 11 26 Saltudblomstringer på murværk, 2. udg.
00 10 17 Graffiti på bygningsfacader - fjernelse og forebyggelse
00 11 27 Murbier i mørtelfuger - forebyggelse og udbedring
00 11 28 Tynde overfladelag af mørtel - skader og reparation
01 10 01 Afskalninger fra mørtelfuger
01 10 02 Misfarvende kalkudfældninger på murværk
01 10 03 Stormsker på murede gavltrekanter
01 12 28 Afstivning af murværk under opførelse
01 12 29 Farveforskelle i overfladelag af indfarvet mørtel
02 12 13 Midlertidig afstivning af murværk i byggeperioden
02 12 17 Teglbjælker i murværk - over vindues- og døråbninger
03 09 05 Afsyring af murværk - misfarvning og forvittringer
03 09 09 Skalmure og hulmure med trådbindere - risiko for nedstyrtning

(27) Tage

95 11 09 Renovering og vedligehold af små, murede skorstene, 3. udg.
97 11 24 Undertage - Opbygning, materialer og projektering
97 11 25 Undertage - Udførelse og detaljer
98 12 02 Fugt på undersiden af tegl- og betontagsten i tagrum uden undertag
99 12 22 Regngennemslag i skalmurede skorstenspiber på konsol, 2. udg.

(29) Primære bygningsdele under et

- 96 12 09 Typiske svigt i småhuses stabilitet
- 96 12 10 Statik i stabile småhuse
- 96 12 11 Konstruktioner i stabile småhuse
- 96 12 13 Forankring og stabilisering af småhuse med vægge af letbeton
- 97 12 16 Udførelse af fugtspærre mellem fundament og vægge i ældre, murrede bygninger, 2. udg.

3. Kompletterende bygningsdele

(31) Ydervægge

- 98 06 26 Sålbenke i murværk, 3. udg.

(37) Tage

- 98 12 04 Metalinddækninger mellem tag og murværk, 3. udg.

4. Overfladebygningsdele

(41) Udvendige vægoverflader

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

(42) Indvendige vægoverflader

- 95 04 25 Udskiftning af fuger ved fliser i vådrum

(43) Dæk

- 01 03 01 Keramiske fliser og klinker - lægning af gulve i cementmørtel

(47) Tage

- 99 04 22 Blafrende undertage af banevarer, 3. udg.
- 00 10 18 Tagunderstrygning med PUR-skum. Tilstandsvurdering og skadeudbedring

(49) Overflader under et

- 04 05 28 Begroninger

TOP – Træbranchens Oplysningsråd,
Lyngby Kirkestræde 14, 2800 Lyngby tlf. 45 28 03 33, fax 45 28 03 30
www.top.dk

Byggeblade:

- BB 21 Undertage. Begreber og egenskaber, 2. udg. 2003
- BB 22 Valg af undertage. Kriterier for valg af undertage, 1. udg. 1999
- BB 23 Undertage. Typiske beskrivelsesafsnit, 2. udg. 2003
- BB 24 Ventilerede undertage. Konstruktive forhold ved opbygning af ventilerede undertage, 2. udg. 2003
- BB 25 Uventilerede undertage. Konstruktive forhold ved opbygning af uventilerede undertage, 2. udg. 2003

Edb-programmer

Teknologisk Institut, Murværk

har for Kalk- og Teglværksforeningen af 1893 samt Dansk Beton Industriforenings Blokfraktion og Dansk Beton Industriforenings Elementfraktion og Danske Porebetonproducenters Brancheforening udviklet 3 edb-programmer:
Murværksprojektering, ver. 3.0 - CD-rom, rekvireres hos Teknologisk Institut, Murværk

Mur- og tagdetaljer, ver. 2.0 - hentes på www.mur-tag.dk

Mur- og tagprodukter, ver. 1.0 - hentes på www.mur-tag.dk

Normer og lovgivning

Bygningsreglement (BR 95), Bygge- og Boligstyrelsen 1. april 1995, incl. tillæg 1-5.

Bygningsreglement for småhuse (BR-S 98), Bolig & Byministeriet 15. september 1998, incl. tillæg 1-4.

Norm for murværkskonstruktioner, DS 414, 5. udgave 1999. Dansk Standard U-værdi 2003, udgivet af Dansk Forening af Fabrikanten af Varmeisoleringsmaterialer, VIF, Sekretariatet, Hovedgaden 10, 2970 Hørsholm.

Tegningsdetaljer i Murerhåndbogen

er fra publikationen Mur- og Tagdetaljer, udarbejdet af Teknologisk Institut, Murværk, og kan hentes på internetadressen www.mur-tag.dk.

Valg af murværkskonstruktioner

Konstruktive forhold

Konstruktioner skal udformes således, at deformationer og differenssætninger ikke fører til skadelige revnedannelser. Der skal herunder tages tilstrækkeligt hensyn til deformationer fra svind og svelning af fugtfølsomme materialer.

Miljøklasser

For en muret konstruktion vurderes, hvilket miljø konstruktionen eller konstruktionsdelen udsættes for. De forhold, der indgår i miljøpåvirkningen, er omgivelsernes fugtighed, indhold af aggressive stoffer og de fysiske påvirkninger bygningen bliver udsat for ved brug.

Resultatet af miljøvurderingen skal herefter sammenholdes med tilgængelige erfaringer vedrørende holdbarheden af den påtænkte konstruktion eller konstruktionsdel, herunder oplysninger vedrørende holdbarheden af de indgåede materialer.

Der skelnes mellem tre miljøklasser:

- aggressivt miljø
- moderat miljø
- passivt miljø

Materialer skal vælges i overensstemmelse med miljøvurderingen. Vurderingen af hvilken miljøklasse, bygningen henfører til, fremgår af følgende *skemavejledning*.

Aggressivt miljø	Moderat miljø	Passivt miljø
Murværk i kystnære områder	Udvendigt murværk, der ikke skal henregnes til aggressivt miljø (f.eks. ydervægge i øverste etage med udhæng)	Murværk i opvarmede, tørre lokaler
Murværk i stærkt røgholdig atmosfære	Utilstrækkeligt beskyttede kælderydervægge	Udvendigt fugtbeskyttede kælderydervægge
Murværk med fare for frostsprængning som følge af højt vandindhold, eksempelvis: <ul style="list-style-type: none"> • Murværk i jordoverflade • Ved afslutninger foroven (f.eks. ydervægge i øverste etage uden udhæng samt fritstående mure) • Murværk i frysehuse 	Murværk i indendørs klima med relativ høj fugtighed Murværk i uopvarmede lokaler	

Andre elementer, udover omgivelsernes fugtighed, indhold af aggressive stoffer og de fysiske påvirkninger bygningen bliver udsat for ved brug, kan være af betydning for holdbarheden af konstruktioner eller konstruktionsdele.

I relation til holdbarhed og levetid kan konstruktiv beskyttelse af konstruktionerne være af afgørende betydning for hvilket løbende vedligehold, der eventuelt skal udføres efter ibrugtagningen.

Murværk skal beregnes og kontrolleres

I bygningsreglement 1995, kap. 5, Konstruktive bestemmelser, anses kravene til dimensionering af byggekonstruktioner at være opfyldt, når konstruktionerne dimensioneres på grundlag af normer for bygningskonstruktioner, hvilket i denne sammenhæng vil sige DS 414, 5. udgave, Norm for murværkskonstruktioner.

Bygningsreglementet tillader endvidere, at dimensionering kan ske i overensstemmelse med forskrifter og anvisninger, godkendt af Boligministeriet. I denne sammenhæng er der udkommet en række SBI-anvisninger med praktiske eksempler.

Sikkerhedsklasser

En konstruktion skal dimensioneres og udføres således, at den i den forventede levetid ved korrekt anvendelse og vedligeholdelse med en given sikkerhed kan modstå de laster, den er beregnet udsat for.

Sikkerhedsfastsættelsen foretages ud fra en vurdering af brugen af den bygning, konstruktionen indgår i, og på hvilken måde konstruktionen indgår i bygningen. De fleste konstruktioner henføres til *normal sikkerhedsklasse*.

Følgende eksempler kan tjene til vejledning for, hvilke konstruktioner der normalt henføres til andre sikkerhedsklasser.

Lav sikkerhedsklasse. 1- og 2-etagers bygninger med moderate spændvidder, hvor der kun lejlighedsvis kommer personer, f.eks. lagerbygninger, skure og visse af landbrugets avlsbygninger samt sekundære konstruktionsdele som f.eks. skillevægge.

Høj sikkerhedsklasse. Bygninger med mere end 5 etager, såfremt de ofte benyttes til ophold for mange personer, f.eks. bolig eller kontor eller bygninger med store spændvidder, såfremt de ofte benyttes af mange mennesker, f.eks. til koncert, sport, teater eller udstilling.

Kontrolklasser

Murværkskonstruktioner skal kontrolleres. Formålet hermed er at sikre, at de forudsætninger, der er gjort ved projekteringen, bliver opfyldt samt sikre, at der ikke sker fejl eller lignende under udførelsen. Dersom ovennævnte ikke er opfyldt skal kontrolresultaterne danne beslutningsgrundlag for indgriben.

Murværkskonstruktioner skal udføres under *normal kontrol* eller *skærpet kontrol* og således, at kravene til den foreskrevne kontrol bliver opfyldt.

Beregning af murværk

Alle murværkskonstruktioner og -konstruktionsdelenes bæreevne og stabilitet skal eftervises ved beregning.

Edb-programmet Murværksprojektering er en effektiv hjælp hertil. Her kan alle former for tryk-, tvær- og forskydningspåvirkede konstruktioner beregnes. Endvidere kan antallet af trådbindere og deres placering bestemmes, ligesom teglbjælkers bæreevne kan eftervises.

Mørtelvalg

DS 414, 5. udgave kræver, at der til murværkskonstruktioner skal anvendes receptmørtel eller funktionsmørtel.

Styrkeegenskaber for receptmørtler (4 typer kalkcementmørtel) er defineret i anneks D i normen.

For mørtel med anden sammensætning eller anden bindemiddelkombination end anført i anneks D, skal styrkeegenskaberne være dokumenteret og fastlagt gennem prøvning, og materialeegenskaberne skal deklareres på et statistisk grundlag.

Bærende konstruktioner

I bærende konstruktioner vælges en 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. Vedhæftning mellem mursten og mørtel er i mange tilfælde en vigtig styrkeparameter.

Det er vigtigt at anvende dokumenterede produkter eller produkter med deklarede styrkeegenskaber. For fabriksfremstillede mørtler gælder endvidere, at produktet skal være CE-mærket.

Efterfølgende skema angiver eksempler på mørteltyper med forskellige styrkeegenskaber (tryk-, bøjningstræk- og vedhæftningsstyrke).

	Mørteltype	Trykstyrke, $f_{mor,c}$ i MPa	Bøjningstræk- styrke, $f_{mor,t}$ i MPa	Vedhæftnings- styrke, $f_{mor,t}$ i MPa
Recept- mørtel ¹⁾	KC 60/40/850	0,8	0,2	2)
	KC 50/50/700	1,8	0,5	0,10 ³⁾
	KC 35/65/650	4	1,2	0,15
	KC 20/80/550	9	2,8	0,25
	KK _h 35/65/500	2)	2)	2)
	KK _h 20/80/475	2)	2)	2)
Funktions- mørtel	M1½	1,5	1	0,18
	M3	3	1,5	0,20
	M5	5	1,5	0,25
	M7	7	2,5	0,25
	M10	10	3,5	0,35

¹⁾ Styrkeparameterne for kalkcementmørtel er fra DS 414, 5. udgave, anneks D og G.4 og gælder for murværk af tegl. Styrkeparameterne for kalkcementmørtlerne skal anvendes, medmindre mørtelleverandøren deklarerer andre værdier.

²⁾ Styrkeparameterne skal deklareres af mørtelleverandøren

³⁾ vedhæftningsstyrken er revideret iht. oplysninger fra normudvalget.

Miljøklasse

Miljømæssige påvirkninger er en anden parameter for valg af mørtel, og i eksemplerne i efterfølgende skema med de angivne mørtelblandingsforhold (receptmørtler, såfremt

CE-mærkning eller typeprøvning foreligger) er der alene taget hensyn til de miljømæssige påvirkninger. Statiske forhold og fysiske påvirkninger kan betinge en stærkere mørtel end anført i oversigten, jf. afsnittet Bærende konstruktioner ovenfor.

Det er dog vigtigt at anføre, at for alle mørteltyper undtagen kalkcementmørtel KC 50/50/700, KC 35/65/650 og KC 20/80/550 kræves, at der fra producenten foreligger dokumentation for styrkeegenskaber, såfremt mørtlen anvendes til konstruktivt, bærende murværk.

Blandingsforholdene er kun vejledende, og mørtelvalget må således ved hvert enkelt projekt afpasses efter lokale forhold som konstruktionens opbygning og placering samt efter de materialer, der i øvrigt indgår i konstruktionen.

Ved valg af mørtel må det endvidere tages i betragtning, at den stærke mørtel ikke altid er at foretrække - eksempelvis er murværk med stærke mørtler tilbøjelig til at revne gennem såvel mørtelfuger som mursten, hvorimod murværk med svage mørtler ofte kun vil revne i mørtelfuger.

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

For mørtelskemaet gælder endvidere, at anvisninger fra materialeproducenter altid bør følges forud for skemaets forslag.

Mørtelskemaet er således som før nævnt kun vejledende. Det skal præciseres, at murerentreprenøren er fuldt ansvarlig for såvel udførelsesmetode som materialevalg. Murerentreprenøren skal tage (skriftligt) forbehold overfor bygherre/rådgivere, såfremt der ikke kan opnås enighed om det foreskrevne materiale - og i det foreliggende tilfælde - mørtelvalg.

I mørtelskemaet er også medtaget eksempler på funktionsmørtlers anvendelse.

Signaturforklaring:

K	Kalkmørtel
KC	Kalkcementmørtel
K _h	Hydraulisk kalkmørtel
KK _h	Kalk-/hydraulisk kalkmørtel
C	Cementmørtel
Funktionsmørtel	Mørtel, der er fremstillet til at opfylde fastlagte egenskaber

Mørtelskema

Miljøklasse	Aggressiv	Moderat	Passiv
Opmuring:			
- Alment	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KC 50/50/700 KK _h 20/80/475 Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7 Funktionsmørtel M10	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 35/65/500 K 100/750-1200 Funktionsmørtel M1½ Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 35/65/500 K 100/750-1200 Funktionsmørtel M1½ Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5
- Fritstående mure	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KK _h 20/80/475 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7 Funktionsmørtel M10		
- Skalmure	KC 20/80/550 KC 35/65/650 KC 50/50/700 KK _h 20/80/475 Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7 Funktionsmørtel M10	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500 Funktionsmørtel M1½ Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7	KC 60/40/850 KK _h 35/65/500 Funktionsmørtel M1½ Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5
- Murafslutninger, gesimser, sålbænke	KC 20/80/550 KC 35/65/650 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7 Funktionsmørtel M10	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KK _h 20/80/475 Funktionsmørtel M1½ Funktionsmørtel M3 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7	
- Skorstenspiber, gavlkamme	KC 20/80/550 KC 35/65/650 Funktionsmørtel M5 Funktionsmørtel M7 Funktionsmørtel M10		

Mørtelskema, fortsat

Miljøklasse	Aggressiv	Moderat	Passiv
Opmuring, fortsat:			
- Murværk af blokke	KC 20/80/550	KC 35/65/650	KC 50/50/700
	KC 35/65/650	KC 50/50/700	KC 60/40/850
	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	KK _h 35/65/500
	Blokmørtel M5	KK _h 35/65/500	Blokmørtel M5
	Funktionsmørtel M7	Blokmørtel M5	Funktionsmørtel M7
	Funktionsmørtel M10	Funktionsmørtel M7	
- Fugning	Mørtel som opmuringsmørtlen, dog stærkere mørtel for konstruktioner opmuret i kalkmørtel.		
Udvendig puds:			
- 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 35/65/650	
	KC 20/80/550	K _h 100/400	
	K _h 100/400	KK _h 20/80/475	
- Grovpuds på udkast	KC 20/80/550	KC 50/50/700	
	KC 35/65/650	KC 60/40/850	
	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	
	K _h 100/400	KK _h 35/65/500	
- Vandskuring, filtsning, sækkeskuring		KC 50/50/700	
		KC 60/40/850	
		KK _h 20/80/475	
		KK _h 35/65/500	
		Fabriksfremstillet mørtel	
- Tyndpuds		Fabriksfremstillet mørtel	

Mørtelskema, fortsat

Miljøklasse	Aggressiv	Moderat	Passiv
Indvendig puds:			
- Grovpuds			KC 60/40/850 KC 50/50/700 KK _h 50/50/575 K 100/750-1010
- Finpuds			K 100/300
- Loftspuds			KC 60/40/850 KK _h 50/50/575 K 100/750-1010
- Vandskuring, fildning, sæk- keskuring, be- rapning, svum- ning, tyndpuds			KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500 Fabriksfremstillet mørtel
Tegltage:			
- Lægning af vingetegltag- sten og ryg- ningssten	KC 35/65/650 KK _h 20/80/475		
- Understrygning		KC 60/40/850 KK _h 50/50/575	
- Overstrygning	KC 35/65/650		
Gulve: se under afsnittet Tegl- gulve side 1339			
Vægfliser:			
- Udkast	C 100/300	KC 20/80/550	KC 35/65/650
- Opsætning af sintrede fliser	C 100/400	KC 35/65/650	KC 35/65/650
- Opsætning af porøse fliser	C100/600 KC 20/80/550	KC 35/65/650	KC 50/50/700
Fuger omkring vinduer og døre	KC 35/65/650 KC 50/50/700	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 35/65/500

Materialeforbrug

(Nettomængder)

Opmuring

Materialeforbrug, antal mursten i normalformat, eller i bredstensformat og mørtelmængde i liter 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

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:

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

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:

1 m ²	<i>på fladen</i>	<i>på kant</i>
med knasfuge:	41 sten	80 sten
med normalfuge:	35 sten	63 sten

Bygningsfysiske forhold

Varmeisolering

Et nybyggeri er isoleringsmæssigt i orden, når U-værdier og linietaf tab overholdes, og arealet af vinduer og døre begrænses, som angivet i BR-95 og BR-S 98.

Imidlertid er der ved udnyttelse af varmetabs- eller energiramme mulighed for større vinduesarealer mv. Isoleringskravene i BR-95 og BR-S 98 kan således eftervises ved 3 metoder:

1. Man kan direkte anvende U-værdier og glasarealer som angivet i BR-95, kap. 8.2 og BR-S 98, afsnit 5.2.1.
2. Varmetabsramme, kap. 8.3 (BR-95) og afsnit 5.3.1 (BR-S 98). Man kan anvende andre U-værdier og glasarealer, hvis bygningens samlede varmetab ikke forøges ved det.
3. Energiramme, kap. 8.4 (BR-95) og afsnit 5.4.1 (BR-S 98). Man kan beregne bygningens årlige nettovarmebehov til varme og ventilation. Resultatet må ikke overstige et bestemt nettovarmebehov pr. m².

Ved metode 2 og 3 må man dog ikke anvende større U-værdier end angivet i kap. 8.5 (BR-95) og afsnit 5.5.1 (BR-S 98), i nedennævnte tabel benævnt "Max. U-værdi".

De vigtigste værdier i henholdsvis kap. 8.2 og 8.5 i BR-95 og afsnit 5.2.1 og 5.5.1 i BR-S 98:

U-værdier W/m ² K	Metode 1 Kap 8.2	Max. U-værdi Kap. 8.5
Ydervæg < 100 kg/m ²	0,20	0,30
Ydervæg > 100 kg/m ²	0,30	0,40
Skillevægge*	0,40	0,60
Kældervæg mod jord	0,30	0,40
Terrændæk, kældergulv	0,20	0,30
Terrændæk med gulvvarme	0,15	0,30
Etageadskillelse*	0,30	0,40
Loft, skunkvæg	0,15	0,25
Flade tage, skråvæg	0,20	0,25
Vinduer, døre mv.	1,80	2,90

* mod rum, der er uopvarmede eller er opvarmet til en temperatur, der er mere end 8°C lavere end temperaturen i det aktuelle rum.

For linietaf tab under metode 2 og 3 gælder, at der ikke må anvendes større værdier (Max. linietaf tab) end angivet i tillæg 2 til BR 95 og tillæg 1 til BR-S 98.

De vigtigste værdier i tillæg 2 til BR 95 og tillæg 1 til BR-S 98 er:

Linietaf Ψ_f , W/m ² K	Generelle Krav	Max. Linietaf
Ydervægsgfundamenter	0,25	0,60
Ydervægsgfundamenter ved ter- rændæk med gulvvarme	0,20	0,60

Linietaf Ψ_s , W/mK	Generelle Krav	Max. Linietaf
Samlinger mellem ydervæg og vinduer, døre mv.	0,03	0,10
Samlinger mellem tagkonstrukti- oner og vinduer i tag ovenlys mv.	0,10	0,30

For nærmere oplysninger henvises til bygningsreglementerne og SBI-anvisning 184.

Beregningsmetodik og definitioner

DS 418, Beregning af bygningers varmetab med tillæg, angiver hvorledes varmetab skal beregnes. Ved bestemmelse af U-værdien for en konstruktion skal der tages hensyn til eventuelle kuldebroer samt virkningen af reduceret isole-ringstykkelse i dele af konstruktionen, som ikke indregnes på anden vis.

Linietaf

Kuldebroers virkning indregnes med det linietaf de giver. Linietafet regnes således som W/K pr. løbende meter (W/m K).

Der skelnes mellem to typer linietaf. Linietaf der skal indregnes i konstruktionsdelens U-værdi, ψ_k , og linietaf der stilles krav til i tillæg 2 til BR-95 og tillæg 1 i BR-S 98, ψ_f og ψ_{sa}

ψ_k = linietaf for den enkelte kuldebro (udmuring/ribbe, spring i isoleringsplan, skillevægsgfundamenter)

ψ_f = linietaf for ydervægsgfundamenter

ψ_{sa} = linietaf for samlinger omkring vinduer og døre i hule mure

Ud over det én-dimensionale varmetab skal virkningen af det to-dimensionale linietaf ψ_k indregnes ved for eksempel:

- udmuringer og ribber, eventuelt med brudt kuldebro, f.eks. omkring vinduer og døre
- faste bindere, trådbindere og forankringer
- gennembrydninger f.eks. af metal, beton eller tegl
- skillevægsgfundamenter

Der stilles ikke krav til størrelsen af disse linietaf i tillæg 2 til BR-95 og tillæg 1 til BR-S 98, da de jo indregnes direkte i konstruktionens samlede U-værdi.

Praktisk varmeledningsevne, λ_p

Hidtil har λ_p været anvendt i DS 418, men efter den 1. marts 2003 er denne størrelse forsvundet. λ_p var normalt baseret på laboratoriemålte værdier med et generelt tillæg, der skulle modsvare forskellen mellem laboratorieforhold og de forventede forhold i praksis. I Danmark har usikkerheden for de "praktiske forhold" således været indregnet i varmeledningsevnen. I fremtiden skal fælles europæiske regler følges, og usikkerheden på U-værdien indregnes ved et ΔU -tillæg.

Deklareret varmeledningsevne $\lambda_{\text{deklareret}}$

Den deklarerede varmeledningsevne baseres på en statistisk beregning ud fra målte laboratorieværdier ved fastlagte data for temperatur og lugtfugtighed. Når producenten CE-mærker sine fabriksfremstillede isoleringsprodukter, skal den fastlagte deklarerede varmeledningsevne, $\lambda_{\text{deklareret}}$ fremgå ved en på pakningen påklæbet etiket eller for løse produkter af de medfølgende dokumenter.

Designværdi for varmeledningsevne λ

Varmetabet gennem en bygningsdel skal baseres på basis af en design varmeledningsevne, λ .

Designværdien er:

$\lambda = F_m \times \lambda_{\text{deklareret}}$, hvor F_m i almindelighed er 1,0, dvs.:

$$\lambda = 1,0 \times \lambda_{\text{deklareret}}$$

Kun i tilfælde, hvor et højere fugtniveau må forventes som f.eks. varmeisoleringsmaterialer placeret direkte mod jord, er $F_m = 1,2$ dvs.:

$$\lambda = 1,2 \times \lambda_{\text{deklareret}}$$

U-Værdi

U-værdien for en konstruktion beregnes af udtrykket:

$$U = U' + \Delta U$$

hvor

U' er den ukorrigerede, beregnede værdi, og

ΔU er et tillæg til den beregnede U' -værdi.

I bygningsdele vil der være forskel imellem den beregnede transmissionskoefficient U' og den praktiske U-værdi. Forskellen afhænger af de indgående varmeisoleringsmaterialers dimensionsstabilitet og af konstruktionens udformning. I henhold til fælles europæiske regler er der derfor i DS 418, 6. udgave indført et tillæg ΔU til den beregnede U' -værdi.

Bygningsreglementernes krav refererer til U .

ΔU-tillæg

ΔU består normalt af et bidrag for murbindere eller mekaniske fastgørelser og et bidrag for luftspalter.

Bidraget for murbindere eller mekaniske fastgørelser, ΔU_f, slås op i en tabel eller beregnes ud fra en simpel formel.

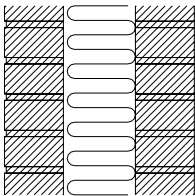
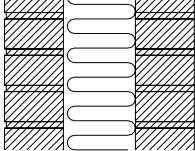

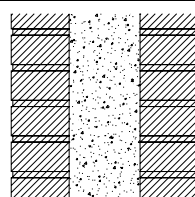
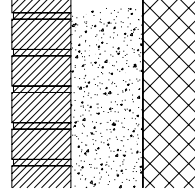
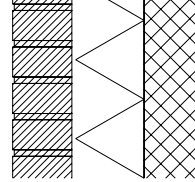
Bidraget for luftspalter, ΔU_g, afhænger af varmeisoleringsmaterialets dimensionsstabilitet og konstruktionsudformningen. Korrektionen ΔU_g skal justeres for isoleringens isolans i forhold til konstruktionens totale isolans:

$$\Delta U_g = \Delta U'' \times (R_I / R_T)^2$$

R_I = isolansen af isoleringen, d/λ

R_T = den samlede isolans af konstruktionen, R_T = 1/U'.

Forslag til ΔU'' for tunge ydervægge med hulmur kan ses i efterfølgende skema, men det bør sikres, at de givne forudsætninger i hvert enkelt tilfælde er opfyldt.

	Konstruktion	Tillæg W/m²K
	Tunge ydervægge med hulmur	
	Hulmur med blød isolering i pladeform	0,00
	Bagmur i murværk med netop fyldte fuger	0,01
	Bagmur i murværk med over- eller underfyldte fuger	0,04
	Hulmur med løsfyld isolering, uden sætninger	0,00
	Hulmur med løsfyld isolering, hvor sætninger kan forekomme	Vurderes i henhold til DS 418, s. 49
	Hulmur med hård isolering i pladeform	0,04

Varmetabsberegning, hule ydervægge

Beregning af vægges U-værdi

Den resulterende transmissionskoefficient U for en vægkonstruktion beregnes af udtrykket:

$$U = U' + \Delta U_g + \Delta U_f$$

hvor

ΔU_g er korrektion for luftspalter i isoleringen

ΔU_f er korrektion for bindere og tilsvarende mekaniske fastgørelser

U' -værdien for en konstruktion med kuldebroer og reduceret isoleringstykkelse i dele af konstruktionen beregnes som:

$$U' = \frac{\sum A_i \times U_i + \sum l_k \times \Psi_k + \sum \chi_j}{A}$$

hvor

$$A = \sum A_i$$

A er konstruktionens samlede areal

A_i er et delareal

U_i er delarealets U-værdi

l_k er længden af lineær kuldebro

Ψ_k er transmissionskoefficienten for lineær kuldebro

χ_j er transmissionskoefficienten for evt. punkt-kuldebroer

Lineære transmissionskoefficienter Ψ_k (kuldebro ved false) indregnes som et til-læg til U' -værdien ved spring i isoleringstykkelsen. Der beregnes linieta-b for hvert enkelt spring. Der ses normalt bort fra linieta-b, hvor Ψ_k er mindre end $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Der ses normalt bort fra korrektion, hvor ΔU_f (korrektion for murbindere) er mindre end $0,005 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Et 10 mm pudslag har en isolans på $0,010 \text{ m}^2\text{K/W}$ og kan eventuelt medtages i beregningen af U' . For pudslag med mindre tykkelse ses der i reglen bort fra iso-lansen, og for pudslag med større tykkelse kan samme isolans anvendes. Ønskes en mere nøjagtig beregning, må den foretages i hvert enkelt tilfælde.

VIF (VarmeisoleringsForeningen) har ultimo 2003 udgivet tabelopslagsværket U-værdi 2003.

Værket indeholder dels papirbårne tabelopslag til hurtige oversigtsmæssige vur-deringer, men også en separat interaktiv internetbaseret version. Den interaktive elektroniske version anvendes til den endelige og præcise beregning, og kom-plementerer således papirversionen, således at de to udgør en helhed. Se evt. og-så hjemmesiden www.vif-isolering.dk.

Fugtisolering

I alle murværkskonstruktioner skal det sikres, f.eks. ved indlæggelse af fugtstandsede membraner, at fugttop sugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele, hvor fugt kan forekomme, forhindres. Endvidere skal der indlægges fugtstandsede membraner eller TB-render således, at eventuelt indtrængende vand fra f.eks. slagregn ledes bort, eventuelt gennem drænåbninger i murværk eller fundament, se nærmere herom i bygningsreglement BR95 eller i Vejledning, Fugtspærre i murværk udgivet af MURO. Internetadresserne www.murtag.dk og www.muro.dk kan også benyttes.

Fundamenter

Mellem fundament og murværk indlægges en fugtstandsede membran i fundamentets fulde bredde og længde. Membranen kan med fordel indlægges i større bredde end fundamentet (se efterfølgende tegning) og klæbes til terrændækket.

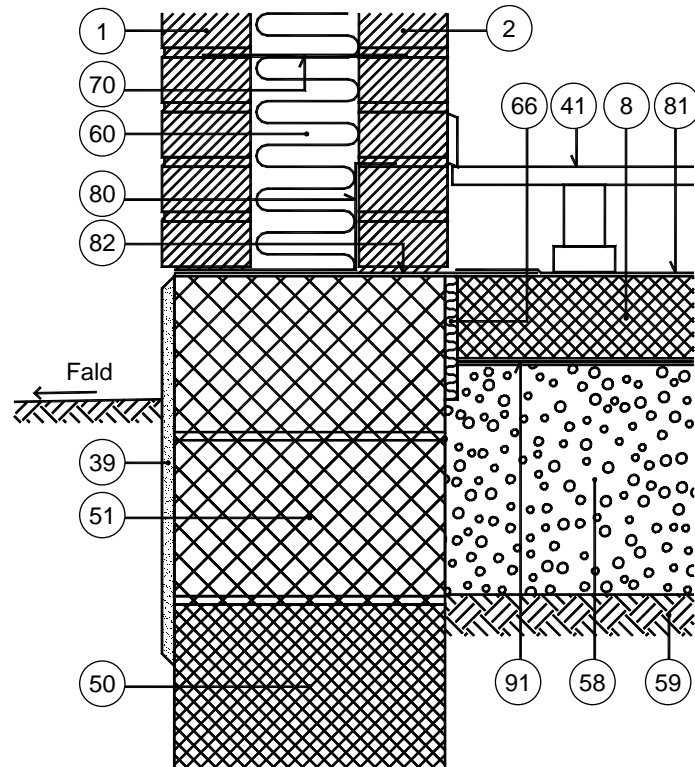
Ved hulmure, der danner ydervægge, indlægges tillige en ekstra membran oven på den første membran. Denne sidste membran føres fra fundamentets forside vandret ind til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og 2 skifter op ad den, hvor membranen indmures i bagmuren eller fastgøres til eksempelvis elementer.

Fugtisolerende membraner skal være tætte ved samlinger - også hvor membranen brydes af elledninger, kanaler, vindafstivende søjler og lignende.

Radonsikring

Fra jorden kan opstigende, radioaktive gasser – Radon – forekomme. I bygninger er det et krav, at der etableres en effektiv tætning mod disse opstigende, radioaktive gasser, se nærmere herom i pjecen Radon i boliger fra Bygge- og Boligstyrelsen.

Beton, der ikke er revnet, anses for at danne tilstrækkelig effektiv tæthed mod opstigende gasser, så i de fleste tilfælde er det tilstrækkeligt, at sikre samlingerne i overgangen mellem sokkel og gulvkonstruktion, eksempelvis ved at indlægge en membran – en fugtspærre i større bredde end ydermuren – der klæbes til terrændækket (se efterfølgende tegning).



Sokkel (lodret snit)

- | | | | |
|----|-------------------|----|--|
| 1 | Tegl i formur | 59 | Bæredygtig jord |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 8 | Betonplade | 66 | Kantisolering |
| 39 | Sokkelpuds/udkast | 70 | Trådbinder |
| 41 | Gulvkonstruktion | 80 | Fugtspærre |
| 50 | Betonfundament | 81 | Dampspærre |
| 51 | Letklinkerblokke | 82 | Fugtspærre/radonsikring, klæbes til betonplade |
| 58 | Letklinker | 91 | Evt. støbeunderlag |

Bjælker over muråbninger

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

Ved teglbjælker kan den fugtstandsende membran enten placeres umiddelbart over eller umiddelbart under teglbjælken (tegloverligger og antal påmurede skifter). Den fugtstandsende membran føres fra formurens forside til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og fastgøres her. Membranen skal altid gives et fald mod formuren og skal ved falsene føres mindst 150 mm ind i hulrummet.

Som alternativ til fugtstandsende membraner kan der anvendes en TB-rende. TB-renden leveres sammen med de præfabrikerede tegloverligger og den indmures i hulmuren i den 2. liggefuge over åbningen.

TB-renden svækker ikke teglbjælkens styrkemæssige egenskaber og kan derfor altid indmures i den 2. liggefuge, se side 69 under afsnittet, Detaljer visende fugtspærrers placeringer.

Ved betonbjælker placeres den fugtstandsede membran umiddelbart over bjælken og føres til bagmuren som ved teglbjælker. Membranen virker her desuden som en del af et glidelag (2 paplag danner glidelag), der skal optage differensbevægelser mellem beton og murværk.

Lydisolation

Lydisolation mellem to rum kaldes luftlydisolation, også selvom lyden transmitteres gennem konstruktionerne i en bygning.

Krav til lydreduktion, luftlydisolation for bygningskonstruktioner er i henhold til BR 95:

9.1. Almene krav.

Stk. 1. Bygninger skal udføres og indrettes således, at brugerne sikres tilfredsstillende lydforhold.

For murværkskonstruktioner er det hovedsageligt vægges luftlydisolation, der stilles krav til. Disse krav ses i efterfølgende skema.

Mindste tilladelige luftlydisolation, R'_{w} , for vægge:

	Beboelsesbygninger		Hoteller, plejehjem	Undervisningsbygninger mv.
	Sammenbyggede enfamiliehuse	Etageboliger	Beboelseenheder	Undervisningsrum
Lejlighedsskel og skel mod fællesrum	55 dB	52 dB	52 dB	
Lejlighedsskel og skel mellem boligenheder og rum med særligt generende støj		60 dB	60 dB	
Mellem undervisningsrum og skel mod fællesrum				48 dB
Mellem undervisningsrum til sang og sløjd og skel mod andre undervisningsrum				60 dB

I øvrigt henvises til SBI-anvisning 172, Bygningers lydisolering, nyere bygninger.

Lydisolationen for enkelt- og dobbeltvægge af mursten ses i efterfølgende tabel: Luftlydisolation, R'_w i dB, for murede vægge af mursten m/u pudslag og med en bruttodensitet på mindst 1600 kg/m³.

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

- *Det forudsættes, at væggenes samlinger med omgivende bygningsdele er korrekt udført, således at flanketransmissionen ikke forstærkes.*
- *Det forudsættes, at der er muret med fyldte fuger.*
- *De 2 vægdele i hule mure må ikke være sammenholdt med trådbindere.*

Lydregulering

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

Brandfaste

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

I Dansk Standard, DS 1051.1, Brandtekniske prøvninger af bygningsdeles modstandsevne mod brand, er der givet bestemte regler for, hvordan brandprøvning skal gennemføres, og i Dansk Standard, DS 1051.1, skelnes der mellem 3 klasser:

- brandsikker bygningsdel (BS-bygningsdel)
- branddrøj bygningsdel (BD-bygningsdel)
- flammestoppende bygningsdel (F-bygningsdel).

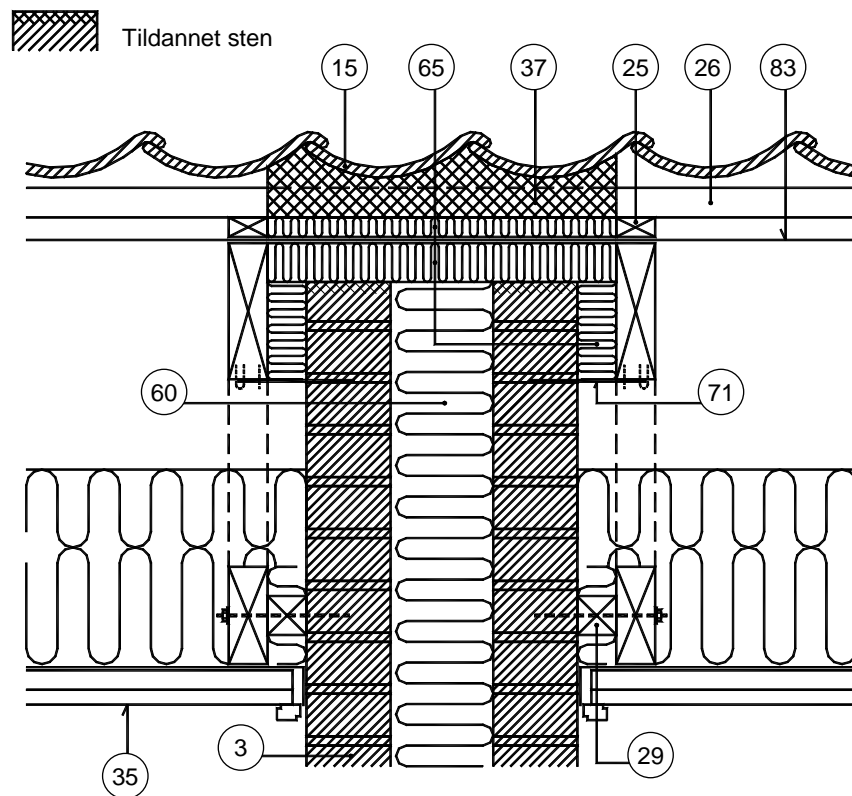
Murværk kan i reglen modstå alle de krav, der stilles til F- og BD-bygningsdele. Mindste tilladelige dimensioner for murede BS-bygningsdele, uden prøvning eller anden dokumentation, kan aflæses af følgende skema:

	Bærende, lodrette bygningsdele		Ikke bærende, lodrette bygningsdele	
	BS-væg 120	BS-væg 60	BS-søjle 60	BS-væg 60
228 mm murværk	iht. DS 414			
228×228 mm murværk			max. 300 cm høj	
168 cm murværk	max. 380 cm høj			
108 mm murværk		max. 260 cm høj		
150 mm blokmurværk	max. 380 cm høj			
100 mm blokmurværk		max. 260 cm høj		
90 mm blokmurværk				max. 300 cm høj

Brandvægge kræves i Bygningsreglementet BR 95 udført mindst som BS-bygningsdel 120, og dette krav tilfredsstilles som nævnt af 23 cm murværk af teglsten (massive eller mangehulssten).

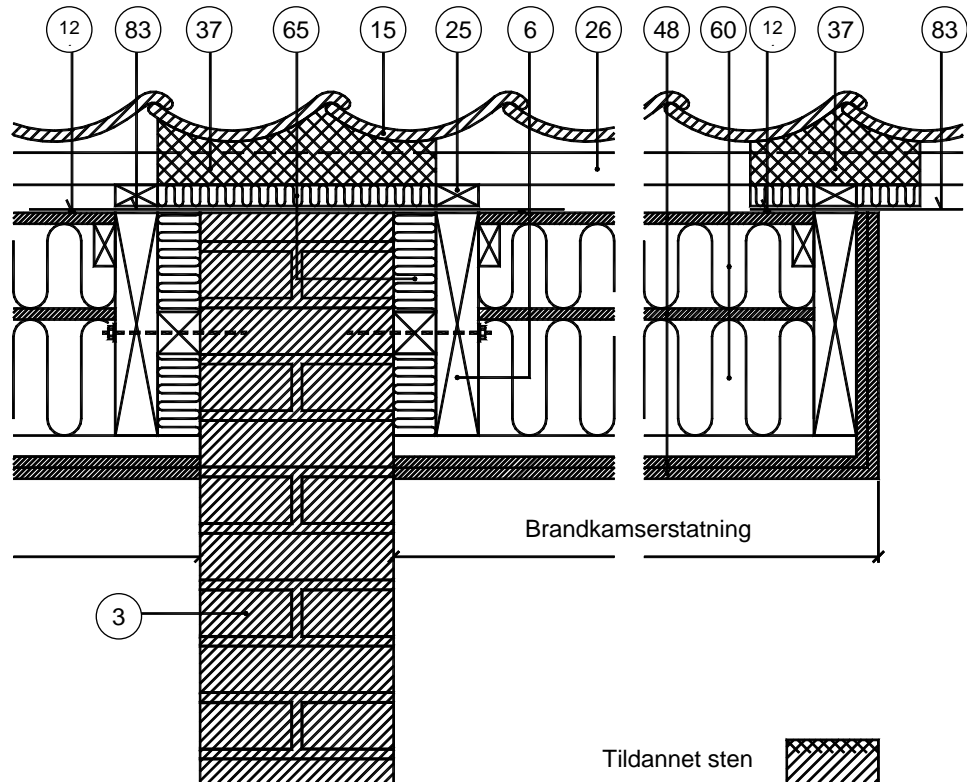
Brandvægge og brandsektionsvægge skal føres op over taget med afdækket brandkam af samme konstruktion som den underliggende væg med en højde af mindst 30 cm målt vinkelret på tagfladen, og murede brandkamme skal have vandrette skifter.

En brandkam kan erstattes med en sikring af tagkonstruktionen langs væggen (brandkamserstating).



Brandsektionsvæg, del af brandkammerstatning (kræver myndigheders godkendelse)

- | | | | |
|----|---|----|------------------------------|
| 3 | Tegl i skillevæg | 35 | Loft |
| 15 | Tegtagsten | 37 | Mørtelpude |
| 25 | Afstandsliste (25/34 mm for vinge-/falstagsten) | 60 | Isolering |
| 26 | Lægte | 65 | Brandbatts |
| 29 | Mellemlægsklods | 71 | Trådbinder, fastholdt i spær |
| | | 83 | Undertag |



Brandcellevæg/brandsektionsvæg (kræver myndigheders godkendelse)

3	Tegl i skillevæg	37	Mørtelpude
6	Spær	48	Gipsplader
15	Tegltagsten	60	Isolering
25	Afstandsliste (25/34 mm for vinge-/falstagsten)	65	Brandbatts
26	Lægte	83	Undertag
		121	Butylbånd

Ventilering af hule mure

I fritstående mure, der er udført som hule mure og andre hule mure uden isolering, 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.

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

Bygningsdele

Massive mure, hule mure og skalmure

I normen for murværkskonstruktioner, DS 414, skelnes mellem massive mure, hule mure og skalmure. For hule mure skelnes der mellem hule mure med trådbindere og hule mure med stenbindere, hvor den sidste type normalt ikke anvendes som ydervægskonstruktion af varmeisoleringshensyn. Ved en hul mur med trådbindere virker for- og bagmur sammen ved optagelse af såvel lodrette som vandrette laster, hvorfor antallet af trådbindere skal beregnes og placeres jævnt fordelt. I en skalmurskonstruktion behøver binderne derimod ikke at være jævnt fordelt, og antallet behøver ikke at være så stort som ved en hul mur, idet bagvæggen ved en sådan konstruktion alene skal være stabil over for alle laster såvel lodrette som vandrette. Skalmuren bærer ikke andre lodrette laster end sin egen last.

I efterfølgende tabel gengives nogle af de krav, der stilles i normen til skalmure og hule mure hvad materialer angår.

	Skalmure	Hule mure
Mindste murtykkelse	Ingen krav (trådbinderes indmuringslængde og forankringskrav vil dog få betydning)	Ingen krav (trådbinderes indmuringslængde og forankringskrav vil dog få betydning)
Mindste værdi for stens trykstyrke	Ingen krav (trykstyrken fastsættes ved dimensioneringen)	Ingen krav (trykstyrken fastsættes ved dimensioneringen)
Svageste mørteltype	Ingen krav (mørteltypen fastsættes ved dimensioneringen)	Ingen krav (mørteltypen fastsættes ved dimensioneringen)
Bagvægsmateriale	Tegl, beton eller letbeton	Bagmur opmuret med tilsvarende mørtel som anvendt i formur
Murbindere	Korrosionsfast	Korrosionsfast i aggressivt og moderat miljø
Mindste binder diameter	3 mm	3 mm
Mindste antal bindere pr. m ²	2 ¹⁾ (Antal bindere fastsættes ved dimensioneringen)	4 ²⁾ (Antal bindere fastsættes ved dimensioneringen)

1) Ved skalmurens afslutninger ved dilatationsfuger og omkring huller skal der placeres tætsiddende bindere med afstand mindre end 300 mm.

2) Ved formurens understøtninger i siderne, ved dilatationsfuger og omkring huller, skal der placeres tætsiddende bindere med afstand mindre end 300 mm. Kravet om mindst 4 bindere pr. m² gælder dog ikke ved hjørner.

Kælderydervægge

Kælderydervægge kan opmures af egnede mursten, letklinkerbetonblokke og betonhulbloksten. Som opmuringsmørtel skal anvendes KC 20/80/550, C 100/400 eller tilsvarende mørteltype. Stenleverandørens anvisninger og foreskrevne mørteltype skal dog altid følges.

Kælderydervægge under jord skal beskyttes mod fugt og vandtryk. Kælderydervægge beskyttes udvendigt ved etablering af en fugtisolering, eksempelvis ved berapning/grovgrundning og påfølgende to gange asfaltering eller med særligt tynde, hårde profilerede plastplader.

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

For at hindre, at nedsivende vand skaber vandtryk mod kældervægge, skal der udvendigt etableres et vægdræn enten ved anvendelse af drænende fyld, opstilling af drænblokke af f.eks. letklinkerbeton eller ved anvendelse af isoleringsmaterialer med drænende egenskaber (mineraluld regnes ikke for drænende). Der skal etableres omfangsdræn, og vægdrænet skal have forbindelse hertil.

Murafslutninger

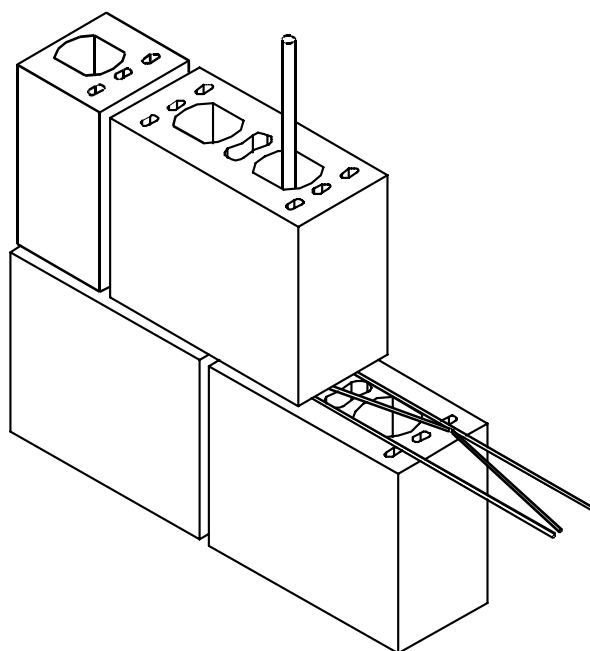
Alle opadvendte murflader i den færdige konstruktion skal være udformet således, at skadelig nedtrængning af vand i konstruktionen forhindres. Det sker ved indlæggelse af fugtspærrer, og vandafvisning sikres ved fremspring eller indmuring af løskanter, se senere under afsnittet Detaljer.

Armeret murværk

Murværk, hvori stænger eller armeringssystemer, sædvanligvis af stål, er indstøbt i mørtel eller beton, således at alle materialerne samvirker ved optagelse af påvirkninger.

Armeringssystemer er præfabrikerede armeringsgitre bestående af mindst 2 parallelle armeringsstænger forbundet med en påsvejt gitterudfyldning. Armeringssystemer er sædvanligvis af rustfast stål og anvendes i liggefuger.

Skitse armeret murværk/blok



Armeringsstænger og armeringssystemer i murværkskonstruktioner i aggressivt og moderat miljø skal være af rustfast stål eller være korrosionsbeskyttet svarende til miljøklassen.

Kravet om korrosionsfasthed kan for armeringsstål regnes opfyldt ved benyttelse af rustfast stål efter SS 142332. Alternativt kan armeringsstænger og armeringssystemer omstøbes med beton eller mørtel. Afhængig af miljøklassen, som bygningsdelen henføres til, skal dæklaget omkring armeringen minimum være som angivet i efterfølgende tabel:

	Armeringsdæklag	
	Normal kontrol	Skærpet kontrol
Aggressivt miljø	Min. 35 mm	Min. 35 mm
Moderat miljø	Min. 25 mm	Min. 25 mm
Passivt miljø	Min. 15 mm	Min. 15 mm

Udstøbningsmateriale til armerede kanaler skal opfylde følgende krav:

- Cement skal tilfredsstillе DS 427, Portlandcement.
- Udstøbningsmaterialet må ikke indeholde korrosionsfremmende stoffer eller være til skade for materiale eller armering.
- Afprøvning af udstøbningsmateriale skal gennemføres efter samme standard som opmuringsmørtel.
- Nødvendig vandmængde, der skal tilsættes for at opnå fornøden konsistens til at fylde kanalerne, skal deklarerer.
- Ved fremstilling på byggeplads skal delmaterialer afmåles ved vejning.
- Blanderen skal fremstille ensartet udstøbningsmateriale.
- Efter blanding skal udstøbningsmateriale holdes i stadig bevægelse.

Materialer

Kravene til de materialer, der anvendes til murværk, er angivet i DS 414, Norm for murværkskonstruktioner samt tilknyttede standarder. Alle byggevarer skal endvidere CE-mærkes, jf. bekendtgørelse om CE-mærkning og markedskontrol af byggevarer, BEK nr. 118 af 13/3/2002 (se også afsnit senere om CE-mærkning).

Mursten

Mursten er byggesten, hvis basishøjde er mindre end 185 mm.

Stentype

Der skelnes mellem følgende typer: betonsten, kalksandsten, letbetonsten, letklinkerbetonsten, molersten, porebetonsten og teglsten.

Mursten kan enten være massive sten eller hulsten. En mursten benævnes som en massiv, hvis hularealet udgør mindre end 10% af stenens liggeflade.

Byggesten (mursten) skal opfylde krav i DS 414. Når krav om CE-mærkning er trådt endeligt i kraft, dvs. når overgangsperioden er udløbet, skal byggesten endvidere være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret standard.

Trykstyrke

Murstens trykstyrke f_b bestemmes som angivet i DS 438.11. Trykstyrken angives som et helt tal og angives i MPa.

Stenformat

Mursten skal grundlæggende have form som en retvinklet prisme. Murstens format angives ved basismål for prismets længde, bredde og højde. Murstens målafvigelser fra basismålene må ikke være større end, at de til formatet hørende fugetykkelser kan overholdes i praksis både på stenens for- og bagside.

Standardformater

Mursten i dansk normalformat har basismålene 228×108×54 mm og mursten i dansk bredstensformat har basismålene 228×168×54 mm.

Stenens tilladte målafvigelser fra basismålene fremgår af efterfølgende tabel, hvor de 50 sten er tilfældigt valgte, og hvor enkeltmålene er bestemt med et foreskrevet måleapparat.

Krav til målafvigelser i mm fra basismål for danske standardformater

	Middelværdi af 50 enkeltmål skal ligge i intervallet	Højst 3 af enkeltmålene må ligge uden for intervallet
Længde	225-231	219-237
Bredde, normalformat	105-111	99-117
Bredde, bredstensformat	165-171	159-177
Højde	52-56	49-59

Basismål i mm for delformater af danske standardformater

	Længde	Bredde		Højde
		Normalformat	Bredstensformat	
3/4 sten	168	108	168	54
1/2 sten	108	108	168	54
1/4 sten	48	108	168	54
mesterpetring	228	48		54

Afvigelser fra basismålene for delformater må ikke være større end 3 mm, gældende fra middelværdien af 50 enkeltmål. Højst tre af enkeltmålene må have afvigelser i intervallet 3-9 mm, højdemålet dog 2-5 mm.

Andre formater

Mursten i andre formater end ovenfor nævnt tillades anvendt, når produktet er forsynet med CE-mærke, og egnetheden er dokumenteret i henhold til DS 414. Fabrikanten skal deklare basismål og tilladte afvigelser herfra.

Teglmursten

Facademurstens overfladestruktur afhænger af formgivningsmåden.

Der skelnes mellem:

- håndstrøgne sten
- blødstrøgne sten
- maskinsten, der kan leveres med glat, riflet, præget eller kostet overflade, samt en del andre specielle overflader.

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

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

Anvendelsesområde

Producenten skal anføre de pågældende murstens anvendelsesområde.

Bruttodensitet

Bruttodensitet (rumvægt eller kassedensitet) beregnes på grundlag af murstensvolumen uden fradrag af huller og angives i kg/m^3 .

Bruttodensitet anvendes som enhed ved angivelse af vægt, når der gælder lydkrav, ligesom bruttodensiteten anvendes ved bestemmelse af konstruktioners egenvægt.

En teglstens bruttodensitet har stor betydning for stenens luftlydisolation.

Producenter deklarerer ofte bruttodensiteten.

Nettodensitet

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

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

Minutsugning

Et teglprodukts sugeevne karakteriseres ved minutsugningen, dvs. den sugning, som - under bestemte betingelser - sker af en tør sten i løbet af et minut. Minutsugningen angives i kg/m^2 .

Bringes et teglprodukt i kontakt med en vandoverflade, vil der på grund af de kapillære kræfter suges vand op i teglet. Jo finere kapillarerne er, desto større er sugekraften, hvilket betyder, at de fineste kapillarer vil kunne suge vand fra de groveste, der først fyldes med vand.

En murstens minutsugning har betydning for vedhæftningen mellem mørtel og mursten og kan dermed også have betydning for valg af mørtel i forbindelse med opførelsen.

Forsøg (med tømørtel) har vist, at minutsugningen er afgørende for vedhæftningen imellem mørtel og sten. Ved stærkt sugende mursten (mursten med en minutsugning større end ca. 2,2 kg/m^2) kan vedhæftning imellem mursten og mørtel fordobles, hvis stenene forvandes inden hennemuring.

Vandoptagelse

Vandoptagelsen angiver, hvor meget vand en mursten kan indeholde.

Tegls vandoptagelse angives her i landet som regel i procent af teglmassens rumfang, og for almindelige facadesten ligger teglmassens vandoptagelse ved 2 døgn vandlagring i de fleste tilfælde i intervallet fra 20 til 30 rumprocent, for hårdtbrændte sten lavere og for lette, porøse bagmursten højere.

Blokke

Blokke er byggesten, hvis basishøjde er mindst 185 mm.

Bloktyper

Der skelnes mellem følgende bloktyper: betonblokke, kalksandstensblokke, letbetonblokke med/uden porøse tilslag, letklinkerbetonblokke, molerblokke, porebetonblokke og teglblokke. Blokkene kan være massive eller med huller.

Byggesten (blokke) skal opfylde krav i DS 414. Når krav om CE-mærkning er trådt endeligt i kraft, dvs. når overgangsperioden er udløbet, skal byggesten endvidere være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret standard.

Format

Blokkes format angives ved basismål for længde, bredde og højde. Afvigelser fra basismålene må ikke være større end, at længde-, bredde- og højdemål overholder nedenstående krav.

Krav til målafvigelse fra basismål for blokke

Basismål for fugetykkelse	Middelværdi af 10 enkeltmål skal ligge i intervallet	Højst 2 af enkeltmålene må ligge uden for intervallet
< 3 mm	Basismål \pm 1 mm	Basismål \pm 2 mm
3-7 mm	Basismål \pm 2 mm	Basismål \pm 3 mm
7-13 mm	Basismål \pm 3 mm	Basismål \pm 4 mm
> 13 mm	Basismål \pm 5 mm	Basismål \pm 6 mm

Målbestemmelse

Blokkes format bestemmes som angivet i DS 438.1.

Teglblokke

Teglblokke forefindes som facade- og bagmursblokke samt som blokke til lodret, armeret murværk.

Gængse teglblokke på markedet leveres i følgende formater:

285×108×188 mm for teglblokke til bagmuren

285×85×188 mm for teglblokke til formuren

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

Letklinkerbetonblokke

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

Letklinkerbetonblokke fremstilles af flere fabrikker, og data kan variere en smule, hvorfor der henvises til at søge de eksakte oplysninger hos producenten.

Porebetonblokke

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

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

Porebetonblokke fremstilles på fabrik, og data kan variere en smule, hvorfor der henvises til at søge de eksakte oplysninger hos den enkelte producent/leverandør. DS 414 gælder også for porebetonblokke.

Mørtel

Mørtel er en blanding af bindemidler, tilslagsmaterialer og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.

Mørtel anvendes som bindemiddel i murede konstruktioner til at sammenbinde de enkelte sten og blokke, som fastgørelsesmiddel for fliseopsætning og -lægning, som pudsmateriale og som fugemateriale.

Mørtels trykstyrke betegnes ved "M" efterfulgt af minimumstrykstyrken i MPa, som den overstiger, eksempelvis M1, M2, M5, M10 mv.

DS 414, 5. udgave foreskriver, at der til murværkskonstruktioner anvendes receptmørtel eller funktionsmørtel.

Mørtel skal opfylde krav i DS 414. Når krav om CE-mærkning er trådt endeligt i kraft, dvs. når overgangsperioden er udløbet, skal fabriksfremstillet mørtel endvidere være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret standard.

Der stilles ikke krav om, at byggepladsfremstillet mørtel skal CE-mærkes, men delkomponenter (fabriksfremstillet kalkmørtel, cement mv.) skal CE-mærkes.

Receptmørtel

Mørtel, der er fremstillet i et forud fastlagt blandingsforhold, og hvis egenskaber antages ud fra et givet forhold mellem bestanddelene.

Receptmørtel kan enten fremstilles som fabriksfremstillet mørtel eller som byggepladsfremstillet mørtel.

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

I henhold til DS 414 stilles der krav både til fremstillingsmetode og til mørtlens egenskaber. Kravene til mørtlens egenskaber gælder såvel til den friske mørtels egenskaber som til den hærdnede mørtels egenskaber. Kravene er anført i efterfølgende tabeller:

Krav til fremstilling af receptmørtel:

Fabriksfremstillet	Byggepladsfremstillet
<ul style="list-style-type: none"> • Varedeklaration udfærdiges • Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres 	<ul style="list-style-type: none"> • Fremstillingsmetode skal dokumenteres, især at fremstillingsmetode er egnet til at frembringe korrekt blandingsforhold i hele byggeperioden • Mørtlen blandes effektivt, hvorunder ensartet fordeling sikres • Blandetid max. 15 minutter for anden mørtel end kalkmørtel • Cementholdige mørtler skal være færdige, når de tømmes ud af blandemaskine • Kloridindhold må ikke overstige 0,1% Cl⁻.

Fælles for fabriksfremstillet og byggepladsfremstillet mørtel gælder:

Blandingsforholdet mellem bindemiddel eller bindemidler skal angives

- Mørtlens trykstyrke – M – skal angives
- Mørtelmaterialeerne skal udmåles og blandes, så den færdige mørtel er korrekt sammensat i henhold til specificeret blandingsforhold
- Tilsætningsstoffer skal være angivet
- Minimum 35% af bindemidlet i kalkcementmørtel skal være cement
- Tørmassen af de enkelte delmaterialer må maksimalt afvige 5%.

Krav til receptmørtels egenskaber:

Frisk mørtels egenskaber	Hærdnet mørtels egenskaber
<ul style="list-style-type: none"> • Åbningstid for færdigblandet mørtel skal deklarerer • Kloridindhold må max. være 0,1% Cl⁻ • Ved typeprøvning bestemmes: <ul style="list-style-type: none"> • Frisk mørtels konsistens • Luftindhold • Densitet 	<ul style="list-style-type: none"> • Blandingsforhold skal angives • Trykstyrke – M – skal angives • Bøjningstrækstyrke kan deklarerer • Vedhæftningsstyrke kan deklarerer • Densitet kan deklarerer • Holdbarhed skal angives. Angives på baggrund af erfaringer indtil standardiseret prøvemethode foreligger

Funktionsmørtel

Mørtel, der er foreskrevet og fremstillet til at opfylde fastlagte egenskaber, eksempelvis opmuringsmørtel med nøje definerede styrkeegenskaber.

Funktionsmørtel kan enten fremstilles som fabriksfremstillet mørtel eller som byggepladsfremstillet mørtel (i praksis vil det næppe være muligt at fremstille en funktionsmørtel på byggepladsen, jf. nedenstående krav).

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

I henhold til DS 414 stilles der krav både til fremstillingsmetode og til mørtlens egenskaber. Kravene til mørtlens egenskaber gælder såvel til den friske mørtels egenskaber som til den hærtnede mørtels egenskaber. Kravene er anført i efterfølgende tabeller:

Krav til fremstilling af funktionsmørtel:

Fabriksfremstillet	Byggepladsfremstillet
<ul style="list-style-type: none">• Varedeklaration udfærdiges• Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres	<ul style="list-style-type: none">• Krav til fabriksfremstillet mørtel skal opfyldes

Fælles for fabriksfremstillet og byggepladsfremstillet mørtel gælder:

- Mørtlen skal sammensættes og fremstilles sådan, at de deklarerede eller forudsatte egenskaber opnås.
-

Krav til funktionsmørtels egenskaber:

Frisk mørtels egenskaber	Hærtnet mørtels egenskaber
<ul style="list-style-type: none">• Åbningstid for færdigblandet mørtel skal deklareres• Kloridindhold må max. være 0,1% CL⁻• Ved typeprøvning bestemmes:<ul style="list-style-type: none">• Frisk mørtels konsistens• Luftindhold• Densitet	<ul style="list-style-type: none">• Trykstyrke – M – skal angives• Bøjningstrækstyrke skal deklareres• Vedhæftningsstyrke kan deklareres• Densitet kan deklareres• Holdbarhed skal angives. Angives på baggrund af erfaringer indtil standardiseret prøvemethode foreligger

Bindemidler og tilslagsmaterialer

Kalk

Der skal anvendes hydratkalk og kulekalk, der er egnet til mørtel. Kalken må ikke indeholde læskningsdygtige partikler.

Kalk skal være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret produktstandard.

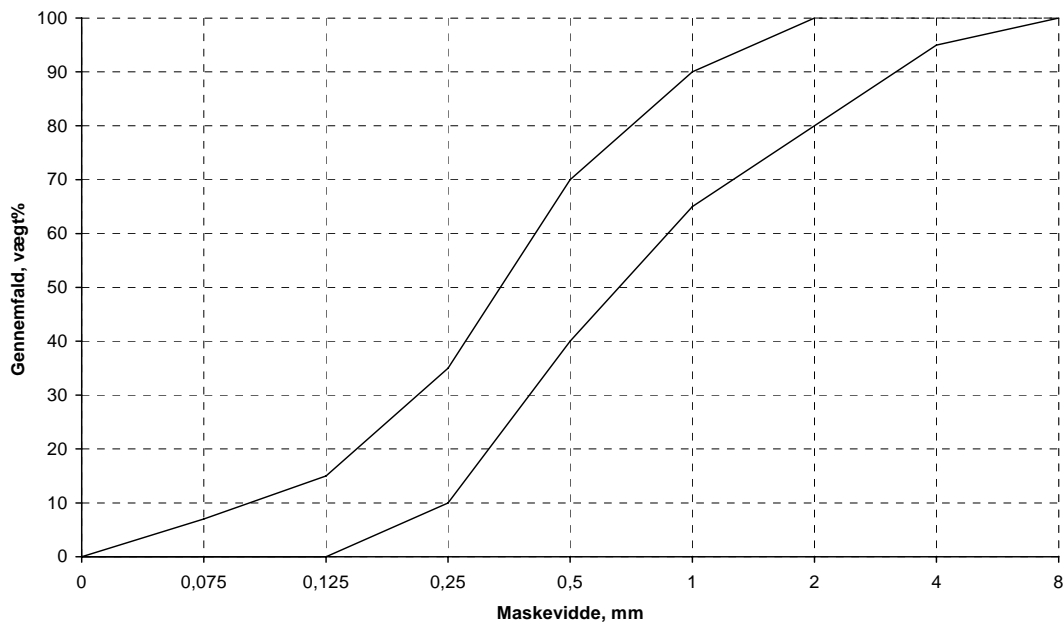
Cement

Cement skal være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret produktstandard.

Sand

Sand skal være egnet til mørtel. Til receptmørtel skal sandet være fraktioneret således, at kornkurven ligger imellem grænsekurverne vist i nedenstående figur. Kravet til fraktioneringen gælder af hensyn til mørtlens styrkeegenskaber. Hvis en fravigelse af kravet til fraktionering ønskes skal en typeprøvning foreligge.

Grænsekurver for mørtelsand



Sand med anden kornkurve tillades dog anvendt, hvis dets egnethed eftervises ved typeprøvning.

Tilsætningsstoffer

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

Tilsætningsstoffer må kun anvendes i receptmørtel og kun, hvis de er en del af den angivne recept og hvis der foreligger en typeprøvning for mørtlen, hvori tilsætningsstofferne er anvendt.

Ethanol (denatureret sprit) eller Ethanol tilsat maksimalt 30% isopropylalkohol kan dog uden typeprøvning anvendes som frysepunktssænkende middel til receptmørtel, men kun hvis receptmørtlen er en kalkmørtel eller er en kalkcementmørtel med højst 55% cementindhold af dens samlede bindemiddelmængde og under forudsætning af, at der tilsættes mindst 1 og højst 4 l pr. 100 l mørtel.

Dvs. at der ikke må tilsættes ethanol til mørtel, der er mere cementrig end kalkcementmørtel KC 50/50/700. Tilsætningsstoffer i øvrigt må ikke anvendes.

Tilsætningsstoffer i fabriksfremstillet funktionsmørtel tillades, såfremt produkterne er CE-mærket og overholder krav i harmoniseret produktstandard. På byggepladsen må der ikke tilsættes tilsætningsstoffer, medmindre kravene til fabriksfremstillet funktionsmørtel overholdes, hvilket vil sige, at der skal foreligge en typeprøvning for den byggepladsfremstillede mørtel.

Kvalitetssikring

Produktionskontrol

Producenter skal løbende via en produktionsstyring sikre, at produkter, der sendes på markedet, opfylder kravene i DS 414 og overholder krav i harmoniserede produktstandarder samt opfylder de deklarerede værdier, oplysninger i produktblade mv.

I henhold til DS 414, er det et krav, at nye produkter underkastes en typeprøvning. Typeprøvningen skal fastlægge de egenskaber, som deklarerer. Ved et nyt produkt forstås et produkt fra en ny produktion eller et produkt, hvis egenskaber afviger væsentligt fra tidligere producerede typer.

Produktionsstyring for byggesten og mørtel

Et produktionsstyringssystem skal etableres og dokumenteres.

Produktionsstyringssystemet skal indeholde procedurer til intern produktionsstyring, der sikrer, at produkter, der efterfølgende sendes på markedet opfylder kravene i DS 414 og overholder krav i harmoniserede produktstandarder samt opfylder de deklarerede værdier.

Mursten

Varedeklaration

Der skal på grundlag af CE-mærkning / en typeprøvning og en produktionsstyring udfærdiges en varedeklaration. Stenene eller deres emballage skal, eventuelt i kode, være mærket således, at stenene kan identificeres. Det skal fremgå, hvilken varedeklaration stenene opfylder. Stenene må ikke leveres, før de deklarerede egenskaber er opnået.

Mærkning for identifikation kan ske på enkelte mursten, på eventuel emballage eller ved indlæg i stablerne.

En varedeklaration for mursten kan omfatte:

- produktionssted og eventuel kodenøgle for mærkning
- stentype
- stenenes trykstyrke
- stenformat
- anvendelsesområde
- stendensiteter
- minutsugning
- vandoptagelse
- styrkeforhold.

Blokke

Varedeklaration

Der skal på grundlag af CE-mærkning / en typeprøvning og en produktionsstyring udfærdiges en varedeklaration. Blokkene eller deres emballage skal, eventuelt i kode, være mærket således, at blokkene kan identificeres. Det skal fremgå, hvilken varedeklaration blokkene opfylder. Blokkene må ikke leveres, før de deklarerede egenskaber er opnået.

En varedeklaration for blokke kan omfatte:

- produktionssted og eventuelt kodenøgle for mærkning
- bloktype
- blokkenes trykstyrke
- blokformat
- anvendelsesområde
- blokkenes densitet
- minutsugning og vandoptagelse
- styrkeforhold.

For blokke af letbeton og kalksandsten angives, dersom det er nødvendigt, alder ved indmuring.

Mærkning for identifikation kan ske på enkelte blokke i hvert bundt, på eventuel emballage eller ved indlæg i bundterne.

Mørtel

Varedeklaration

For fabriksfremstillet mørtel skal der på grundlag af CE-mærkning / en typeprøvning og en produktionsstyring udfærdiges en varedeklaration. Mørtelemballage eller følgesedler følgende mørtlen til byggepladsen skal, eventuelt i kode, være mærket således, at mørtlen kan identificeres. Det skal fremgå, hvilken varedeklaration mørtlen opfylder.

En varedeklaration for recept- og funktionsmørtel kan omfatte:

Receptmørtel:

- producentens navn
- produktionsdato, evt. i kode
- mørteltype
- åbningstid
- blandingsforhold, trykstyrke og bøjningstrækstyrke og referencer
- vedhæftningsstyrke (hvis relevant)
- densitet (hvis relevant)
- holdbarhed (hvis relevant).

Funktionsmørtel:

- producentens navn
- produktionsdato, evt. i kode
- mørteltype
- åbningstid
- trykstyrke
- bøjningstrækstyrke
- vedhæftningsstyrke (hvis relevant)
- densitet (hvis relevant)
- holdbarhed (hvis relevant).

Produktionsstyring for andre materialer

For mørtelmaterialer, præfabrikerede, armerede overliggere eller murværksbjælker, bindere, armeringsstål og armeringssystemer skal der gennemføres en dokumenteret produktionsstyring, der sikrer, at produkter, der efterfølgende sendes på markedet, opfylder kravene i DS 414 og at produkterne er CE-mærket og overholder krav i harmoniseret produktstandard samt opfylder de deklarerende værdier, oplysninger i produktblade og lignende.

Alle materialer skal være mærket således, at der er en entydig sammenhæng mellem mærkningen og materialeegenskaberne.

Tegloverliggere

Tegloverliggere skal opfylde krav i DS 414. Når krav om CE-mærkning er trådt endeligt i kraft, dvs. når overgangsperioden er udløbet skal tegloverliggere endvidere være CE-mærket og overholde krav i harmoniseret standard.

Varedeklaration

Der skal udfærdiges en varedeklaration, som indeholder de nødvendige oplysninger om tegloverliggerens korrekte anvendelse. Deklarationen skal medfølge ved levering på byggepladsen, og det skal tillige ved kodning eller mærkning fremgå, hvilken varedeklaration overliggeren opfylder.

En varedeklaration for præfabrikerede overliggere kan omfatte:

- produktionssted og eventuel kodenøgle for mærkning
- armeringstype, -dimension og -mængde
- anvendelsesområde
- styrkeforhold i afhængighed af sten- og mørteltype i overliggende skifter.

Modtagekontrol

Ved modtagelse af leverancer på en byggeplads, skal der foretages en visuel kontrol af materialer, eventuel mærkning og medfølgende dokumenter. Det skal sikres, at produkterne er CE-mærkede.

Modtagekontrollen skal sikre, at de leverede materialer opfylder de forudsætninger, der er anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.

Ved leverance af materialer, hvis produktion ikke er omfattet af en tredjeparts-kontrol (ikke er underlagt en kontrolordning) eller ikke er omfattet af krav om CE-mærkning, skal der desuden gennemføres en supplerende modtagekontrol.

Med andre ord afhænger omfanget af modtagekontrollen således af om produkterne er underlagt en tredjepartskontrol eller ikke og om produkterne er CE-mærkede.

Dette kan sammenfattes til følgende krav til modtagekontrol, hvor kontrollen som minimum skal omfatte:

Modtagekontrol – mursten:

Underlagt 3. parts kontrol (underlagt kontrolordning)	Ikke underlagt 3. parts kontrol (ikke underlagt kontrolordning)
<ul style="list-style-type: none">• Visuel kontrol af mursten foretages• Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning• Følgesedler kontrolleres <p>Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Visuel kontrol af mursten foretages• Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning• Følgesedler kontrolleres <p>Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.</p> <p>Endvidere skal der foretages en murstensprøvning for hver murstenskvalitet til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages:</p> <ul style="list-style-type: none">• For de først påbegyndt 25.000 mursten• Og for hver efterfølgende påbegyndt 100.000 mursten

Modtagekontrol – blokke:

Underlagt 3. parts kontrol (underlagt kontrolordning)	Ikke underlagt 3. parts kontrol (ikke underlagt kontrolordning)
<ul style="list-style-type: none">• Visuel kontrol af blokke foretages• Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning• Følgesedler kontrolleres <p>Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Visuel kontrol af blokke foretages• Kontrol af mærkning udføres, herunder CE-mærkning• Følgesedler kontrolleres <p>Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.</p> <p>Endvidere skal der foretages en blokprøvning for hver blokkvalitet til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages:</p> <ul style="list-style-type: none">• For de først påbegyndt 3.500 blokke• Og for hver efterfølgende påbegyndt 14.000 blokke

Modtagekontrol – mørtel:

Underlagt 3. parts kontrol (underlagt kontrolordning)	Ikke underlagt 3. parts kontrol (ikke underlagt kontrolordning)
<ul style="list-style-type: none">• Visuel kontrol af mørtel foretages• Kontrol af CE-mærkning• Følgesedler kontrolleres <p>Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Visuel kontrol af mørtel foretages• Kontrol af CE-mærkning• Følgesedler kontrolleres <p>Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.</p> <p>Endvidere skal der foretages en mørtelprøvning for hver mørteltype til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages:</p> <p>Normal kontrol:</p> <ul style="list-style-type: none">• For de først påbegyndt 20 m³• Og for hver efterfølgende påbegyndt 60 m³ <p>Skærpet kontrol:</p> <ul style="list-style-type: none">• For hver påbegyndt 20 m³

Modtagekontrol – øvrige materialer

For mørtelmaterialer, præfabrikerede, armerede overliggere eller murværksbjælker, tilsætningsstoffer, bindere, armeringsstål armeringssystemer mv., skal modtagekontrollen omfatte:

- Visuel kontrol af materialerne
- Kontrol af mærkning, herunder CE-mærkning
- Følgesedler kontrolleres.

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

Eftervisningen skal ske i henhold til DS 414.

Udførelseskontrol

Det skal kontrolleres, at alle krav i DS 414, Konstruktion og udførelse er overholdt.

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

Udførelseskontrol – mørtel:

Fabriksfremstillet mørtel	Byggepladsfremstillet mørtel / kalktilpasset mørtel
<ul style="list-style-type: none">Ingen krav om, at forudsat blandingsforhold eller forudsatte egenskaber skal dokumenteres	Forudsat blandingsforhold eller forudsatte egenskaber skal mindst dokumenteres som følger: <i>Normal kontrol:</i> <ul style="list-style-type: none">For de først påbegyndt produceret 15 m³ mørtelOg for hver efterfølgende påbegyndt produceret 40 m³ mørtel <i>Skærpet kontrol:</i> <ul style="list-style-type: none">For hver påbegyndt produceret 150 m³ mørtel

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

Hvad valget af kontrolklasse indebærer for at foretage forskriftsmæssig kontrol/ dokumentation under udførelsen, kan ses af efterfølgende skema:

Udførelsesaktivitet	Normal kontrol	Skærpet kontrol
<i>Mørtelfremstilling:</i>		
Generelt	Delmaterialer udmåles efter vægt	Delmaterialer udmåles efter vægt
For småhuse	Delmaterialer udmålt efter rumfang med kontrolleret mål	Delmaterialer udmålt efter rumfang med kontrolleret mål
Blandetid og -maskine	Max. 15 minutter i tvangsblender eller ligeså effektiv blender	Max. 15 minutter i tvangsblender eller ligeså effektiv blender
<i>Murværk:</i>		
Centrering for mure og søjler: Midterplansafvigelser v. 2 etager	Max. 15 mm	Max. 10 mm
Lodafvigelse ved mur ≤ 3,5 m	Max. 10 mm	Max. 10 mm
Pilhøjde ved mur ≤ 3,5 m	Max. 10 mm	Max. 10 mm
<i>Fuger:</i>		
Kontaktfladeareal mellem mørtel og mursten *	Min. 85%	Min. 95%
Kontaktfladeareal mellem mørtel og blokke af letbeton	Tilladt 50 mm midterzone uden mørtel ved blokke med tykkelse > 190 mm	100%
<i>Armeringsdæklag:</i>		
Aggressivt miljø	Min. 35 mm	Min. 35 mm
Moderat miljø	Min. 25 mm	Min. 25 mm
Passivt miljø	Min. 15 mm	Min. 15 mm
<i>Tolerancer for fugemål:</i>		
<i>Ved mursten:</i>		
Liggefuger	12 ± 4 mm	12 ± 3 mm
Studsuger	12 $\left\{ \begin{array}{l} +10 \text{ mm} \\ -5 \text{ mm} \end{array} \right.$	12 $\left\{ \begin{array}{l} +8 \text{ mm} \\ -4 \text{ mm} \end{array} \right.$
<i>Ved blokke:</i>		
Tyk fuge	15 ± 6 mm	15 ± 6 mm
Normalfuger	10 ± 4 mm	10 ± 4 mm
Tyndfuge	5 ± 3 mm	5 ± 3 mm
Limfuge	3 ± 2 mm	3 ± 2 mm
<i>Forbandt:</i>		
Stående fortanding	4 mm trådbinder i hvert 3. skifte for bygninger indtil 8,5 m i højden, eller eftervisning ved beregning	Eftervisning ved beregning
<i>Diverse:</i>		
Delformater	Hugning/skæring/klipning	Skæring/klipning
Rilleudførelse for el mm.	Hugning/fræsning	Fræsning
Udførelseskontrol	Stikprøvekontrol	Stikprøvekontrol med journal

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

CE-mærkning af byggevarer

Erhvervs- og Boligstyrelsens 'Bekendtgørelse nr. 118 om CE-mærkning og markedskontrol af byggevarer' fra marts 2002, sætter EU's Byggevaredirektiv i kraft i Danmark på det praktiske plan.

Det betyder, at alle byggevarer skal CE-mærkes, og Bekendtgørelsen slår fast, at ansvaret for påsætning af CE-mærket så byggevaren opfylder de tekniske bestemmelser, alene er producentens ansvar, men at alle led i byggeprocessen har et medansvar for korrekt anvendelse.

Dette betyder at både leverandørerne, rådgiverne, forhandlerne og de udførende har et medansvar.

Byggemyndighederne, både de lokale og Erhvervs- og Boligstyrelsen har med bekendtgørelsen udstrakte beføjelser, både til at udføre kontrol, kræve dokumentation og til at kræve byggevarer, der ikke opfylder bestemmelserne fjernet fra en byggeplads eller et byggeri.

Dette betyder at man som udførende har et medansvar!

Der er to betingelser, der skal være opfyldt for at kravet om CE-mærkning gælder.

1. Byggevaren skal være underlagt Byggevaredirektivet
2. Der skal være en harmoniseret standard og den skal være trådt i kraft

For murværkskonstruktioner, vil der komme krav til CE-mærkning for følgende produkttyper:

- Mørtel
- Cement
- Pigmenter til farvning af bygningsmaterialer.
- Kalk
- Byggesten

I efterfølgende tabel er angivet en oversigt over de pågældende standarder og en angivelse af, hvornår kravet til CE-mærkning forventes at træde i kraft.

Hvad er et CE-mærke

CE-mærket på en byggevare er ikke et kvalitetsmærke, men et harmoniseret datablad, der sikrer, at byggevaren kan markedsføres over hele EU og EFTA området. Der kan være krav til værdien af bestemte egenskaber i det produkt, man bruger, f.eks. i Bygningsreglementet, arbejdsbeskrivelser eller udbudsmateriale. Vær opmærksom på at Miljø- og Arbejds miljølovgivningen ikke omfattes af CE-mærkningen, her gælder stadig de danske regler.

Hvad skal man være opmærksom på som indkøber og bruger?

Når man køber ind til et byggeri, skal man være opmærksom på, om de byggevarer der anvendes er CE-mærkede. Dette gælder, hvis der findes en godkendt harmoniseret standard for den pågældende vare, og kravet om CE-mærkning er trådt i kraft.

Læg også mærke til om rådgiveren har krævet bestemte værdier for den pågældende byggevare.

Man skal tillige være opmærksom på, at myndighederne kan kræve en byggevare fjernet fra byggeriet, hvis den skulle have været CE-mærket på anvendelsestidspunktet.

Hvad skal man være opmærksom på, når man modtager byggevaren?

Man skal indrette modtagekontrol og kvalitetsstyring, så den kan håndtere CE-mærkning.

Lav f.eks. en fortegnelse over de produkter, der skal være CE-mærkede og kontroller ved modtagelsen.

Hvornår er CE-mærkning obligatorisk?

Når en standard er vedtaget, vil der være en periode på ni måneder som bruges til udgivelse og eventuel oversættelse, samt forberedelse for producenten til at få CE-mærkningen på plads.

Herefter vil der være en overgangsperiode på ca. 12 måneder, hvor det er tilladt at bruge både CE-mærkede produkter og produkter med nationale godkendelser. Efter overgangsperioden vil de nationale regler/godkendelser være faldet væk, og kravet om CE-mærkning er obligatorisk.

Følgende standarder eller forslag til standarder vil medføre krav om CE-mærkning af produkter (listen er ikke fuldkommen):

EN nummer	Titel	Muligt CE-mærke	Krav om CE-mærke
DS/EN 197-1	Cement	Apr. 2001	Apr. 2002
DS/EN 459-1	Bygningskalk - del 1	Aug.2002	Aug.2003
DS/EN 771-1	Byggesten af tegl	Dec.2003 *	Dec. 2004 *
DS/EN 771-2	Byggesten af tegl - del 2	Dec.2004 *	Dec. 2005 *
DS/EN 845-1	Bindere, murankre, bjælkesko og fastgørelsesbeslag	Feb. 2004 *	Feb. 2005 *
DS/EN 845-2	Overligger	Feb. 2004 *	Feb. 2005 *
DS/EN 845-3	Liggefugearmring af stålnet	Feb. 2004	Feb. 2005
prEN 998-1	Pudsmørtel	Feb. 2004 *	Feb. 2005 *
prEN 998-2	Muremørtel	Feb. 2004 *	Feb. 2005 *
prEN 934-3	Tilsætningsstoffer til mørtel	Jan. 2004 **	Jan. 2005 **

* Standarderne er godkendt i august 2002 - overgangsperiode forventes at træde i kraft i slutningen af 2003.

** Standarden har været på afstemning marts 2003.

CE-mærkning kræver teknisk specifikation

En teknisk specifikation i henhold til Byggevaredirektivet er en harmoniseret produktstandard eller en europæisk teknisk godkendelse (ETA). For ca. 98% af alle byggevarer vil det være en harmoniseret produktstandard.

En harmoniseret produktstandard (hEN) indeholder den tekniske del, der beskriver hvordan producenten bestemmer egenskaberne ved et produkt, f.eks. mørtel, samt et anneks ZA, der fortæller hvor stor en del af standarden, der er harmoniseret, det vil sige, hvilke dele af standarden der er omfattet af bygge-lovgivningen.

ZA1 oplister de egenskaber med tilhørende dele af standarden, som bygge-lovgivningen i EU stiller krav til. Dette afsnit giver således det tekniske grundlag for CE-mærkningen.

ZA2 angiver proceduren og niveauet for attestering af overensstemmelse.

ZA3 angiver bestemmelserne for EF-certifikatet.

ZA4 angiver bestemmelserne for CE-mærkningen.

Hvilken kontrol er der med attestering af overensstemmelse?

I Byggevaredirektivets bestemmelser er der seks niveauer for attestering af overensstemmelse.

For hver enkelt vare er der i standarden angivet et niveau for denne attestering. I det følgende skema kan du se hvilke opgaver, der for hvert niveau ligger hos producenten og hos det notificerede organ (certificeringsorgan).

EU-kommissionens nummersystem	1+	1	2+	2	3	4
Opgaver for producenten:						
Fabrikkens produktionskontrol	●	●	●	●	●	●
Typeprøvning			●	●		●
Fabrikkens supplerende afprøvning af prøver, der er udtaget på fabrikken efter en fastlagt afprøvningsplan	●	●	●			
Opgaver for notificerede organ:						
Typeprøvning	●	●			●	
Certificering af produktionskontrol	●	●	●	●		
Overvågning af produktionskontrol	●	●	●			
Audittest af stikprøver	●					

● = opgave påkrævet

Vil du vide mere?

Du kan finde flere oplysninger i følgende publikationer:

Erhvervs- og Boligstyrelsen:

Bekendtgørelse nr. 118: Bekendtgørelse om CE-mærkning og markedskontrol af byggevarer.

By & Boligministeriet 1999:
CE-mærket, sådan skal det bruges.

Dansk Standard:
DS hæfte 19 – Byggevarer skal CE-mærkes. Hvad betyder det for dig der producerer, projekterer, leverer og bygger.

Følg med i hvornår standarderne bliver færdige i den internetbaserede publikation '*Progress report for candidate harmonized standards*' på hjemmesiden :
www.cenorm.be/sectors/construction2.htm

Udførelse

Murerarbejdet skal foretages efter de i Dansk Ingeniørforenings norm for murværkskonstruktioner, DS 414, angivne retningslinier og tilhørende produktstandarder.

De forannævnte normkrav til materialerne er ifølge sagens natur ledsaget af en række krav til arbejdets udførelse.

DS 414 stiller således også krav om, hvor nøjagtigt der skal mures, om fugernes tykkelse og fyldning, og der gives regler for tildannelse af sten og riller, forbandter, bindere, udførelse af stående fortanding, beskyttelse mod fugt i byggeperioden, isolering mod fugt fra grunden, forholdsregler ved vinterarbejde og beskyttelse af indmurede stålbjælker.

I det følgende er afsnittene om udførelse forsøgt grupperet, således at byggeføløbet så vidt muligt følges.

Målafsætning

Rigtig afsætning af mål har blandt meget andet betydning for byggematerialernes anvendelse og størrelsen af spildet. På tegnestuen tages der ved fremstillingen af arbejdstegninger normalt hensyn til de byggematerialer, der skal anvendes.

Efterfølgende tabeller kan på tegnestuen anvendes ved afsætning af såvel vandrette som lodrette murmål til murværk i normalformat.

På byggepladsen, hvor tegningernes målangivelser skal overføres til bygningen, kan tabellerne anvendes ved udlægning af 1. skifte, idet de fremhævede vandrette mål altid "går op" med hele kopper, således at det bliver muligt at bedømme, hvorledes en hjørne- eller falsafslutning falder ud.

Ud fra tabellen kan man aflæse hvor mange kopper, der medgår til en murpille eller -åbning.

Vandrette mål

Mursten (murpillen 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 tværsommen og evt. dennes tværsum af meterantallet.
2. Søg nærmeste cm-antal i kolonnen ved siden af meterantallet eller den udregnede tværsum.

Eksempel (alm. sten):

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

Lodrette mål

Mursten:

3 skifter = 20 cm 15 skifter = 1,00 m 42 skifter = 2,80 m

Flensborgsten:

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

Eksempel:

Hvor mange skifter er der i alm. murværk til 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

Alle konstruktioner skal mures i forbandt i overensstemmelse med projektmaterialet. For bærende murværk skal studsfugerne i to på hinanden følgende skifter være forskudt mindst en kvart byggesten.

Placering og udførelse af stående fortanding må kun ske som angivet i projektmaterialet, eller når det på anden måde sikres, at kræfterne kan overføres i den fuldførte konstruktion.

For et byggeri udført i normal kontrol og med en højde indtil 8,5 m tillades stående fortanding dog uden nærmere eftervisning, når der anbringes Ø4 mm trådbindere i hvert 3. skifte i fortandingsfugen.

Et forbandt vælges i reglen ud fra det færdige mønster/udseende, der ønskes i murværket. Eksempler på forbandtkoder kan ses i bogen Murstensforbandter.

Opmuring

Liggefuger skal være vandrette, med mindre andet fremgår af projektmaterialet.

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

Delformater af mursten skal tildannes således, at målene tilfredsstillende de foreskrevne basismål med tilhørende tolerancer. Hvis der ved tildannelsen opstår revner i murstenene, må disse ikke indmures.

I normal kontrol kan delformater af mursten fremstilles ud fra hele sten ved skæring, klipning eller hugning.

I skærpet kontrol tillades hugning ikke.

Der skal mures med fyldte fuger.

Kontaktarealet mellem mørtel og sten skal i normal kontrol være mindst 85% af stenens enkelte flader mod ligge- og studsfuger.

I skærpet kontrol skal kontaktarealet være mindst 95%, og kravene gælder fra synsfladen af en eventuel foreskrevet tilbageliggende fugeforside.

Afvigelse fra 100% fugefyldning må ikke give anledning til reduktion af forudsat styrke, tæthed eller holdbarhed af betydning, hverken i normal kontrol eller i skærpet kontrol.

Manglende kontaktareal må f.eks. ikke have form af gennemgående hulrum fra for- til bagside eller hulrum, som hindrer effektiv komprimering af fugen, ligesom det ikke må forekomme hovedsageligt i den ene side (bagsiden).

Når en almindelig hul mur udsættes for slagregnspåvirkning, og der presses vand gennem formuren, foregår gennemtrængningen som regel gennem studs-fugerne. Dette gælder, hvad enten muren er af massive sten eller mangehulssten. Det er uhyre vigtigt, at der mures med helt fyldte fuger, og en betingelse herfor er ikke alene, at den håndværksmæssige side af sagen er i orden, men også at mørtel og sten har sådanne egenskaber, at betingelserne for godt murerarbejde er til stede. 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. Det er endvidere en betingelse, at muremørtlen indeholder den foreskrevne mængde bindemiddel.

Vandindholdet i mørtlen er af afgørende betydning for vedhæftningen, specielt for stærkt sugende sten. I kalkcementmørtel anbefales eksempelvis et vandindhold større end 18,5 vægt% i KC 35/65/650 og større end 19,5 vægt% i KC 50/50/700.

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

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

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

I murværk må der kun udfræses enkelte mindre, lodrette riller med en max. dybde på 25 mm og max. bredde på 50 mm samt udfræsninger til mindre eldstær og elkontakter.

Øvrige lodrette riller samt udsparinger og vandrette riller må kun udføres i det omfang, som er angivet på tegninger eller efter nærmere forudgående undersøgelse.

Tolerancer

Under opmuringen stilles der særlige krav til udførelsetolerancer.

Målaftsætninger skal udføres for hver etage således, at fejlphobning undgås.

Endvidere stilles der krav til mure og søjlers placering over hinanden, murværkets afvigelse fra lodret og vandret plan samt krav til tolerancer for fugemål.

For de enkelte tolerancekrav - se nærmere herom side 54.

Mørtelblanding

For at blande en mørtel på pladsen skal materialer, der indgår i mørtlen, udmåles og blandes således, at den færdige mørtel er korrekt sammensat. Det skal dokumenteres, at den fremstillingsmetode, der anvendes, er egnet til vedblivende under byggeriet at frembringe korrekt blandingsforhold.

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

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

Udmåling af materialer til mørtel ved vejning betragtes som fyldestgørende, når der tages hensyn til materialernes vandindhold. Benyttes anden metode, kan blandingsforholdet kun dokumenteres ved en analyse udført på et laboratorium. For mørtel til småhuse med højde indtil 8,5 m over det omgivende terræn betragtes udmåling af materialer efter rumfang som fyldestgørende uden ovennævnte analyse, når rummålene er tilfredsstillende kontrolleret. Blandetiden må for anden mørtel end kalkmørtel ikke være længere end 15 minutter.

Blandingsnøjagtighed. Kravet i murværksnormen til blandingsnøjagtighed er, at delmaterialernes tørvægte (kalk, cement, murcement og sand) i den færdige mørtel højst må afvige 5% fra mængderne angivet i blandingsforholdet. For at opfylde disse krav er det nødvendigt at kende den kalktilpassede mørtels vådrumvægt og vandindhold eller sandets vådrumvægt og vandindhold alt afhængig af, på hvilken måde mørtlen skal fremstilles.

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

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

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

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

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

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

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.

I skemaerne er der ved mørtelblandingerne forudsat en anvendelse af Mestercement. Anvendes anden cementtype kan rumfangsblandingerne korrigeres med faktorerne i tabellen umiddelbart efter blandingskemaerne.

Blanding af kalkcementmørtel KC 60/40/850

Vægtudmåling. Antal kg 6,6% 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	25,0	25,5	25,9	26,4	26,9	27,3

Rumfangsudmåling

Antal liter 6,6% kalkmørtel pr. 1 liter cement (Mestercement).

Kalkmørtlens vådrumvægt kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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 vådsumvægt kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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 liter cement (Mestercement).

Kalkmørtlens vådsumvægt kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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 vådsumvægt 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 vådsumvægt kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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 liter cement (Mestercement).

Kalkmørtlens vådsumvægt kg/m ³	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
	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 vådsumvægt 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 vådumvægt 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 liter cement (Mestercement).

Kalkmørtlens vådumvægt 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 vådumvægt 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.

Rumfangsudmålingen i førnævnte skemaer skal korrigeres med faktorerne i nedenstående skema, såfremt der ved mørtelfremstilling anvendes en anden cementtype end mestercement:

Cementtype	Cementens rumvægt kg/m ³	Faktor til korrektion af rumfangsblandeforholdet
Mestercement	1300	1,0
Basis-cement	1100	0,85
ABC-cement	1100	0,85
Rapid-cement	1250	0,96
Hvid Portland-cement	1100	0,85
Lavalkali sulfatbestandig cement	1300	1,0

Fugtspærre

I alle murværkskonstruktioner skal det sikres, f.eks. ved indlæggelse af fugtspærre, at fugtopsugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele forhindres.

Endvidere skal indtrængning af radioaktiv gas (Radon) fra undergrunden hindres.

Til fugtisolering skal der anvendes asfaltpap, PF 2000, modificeret med 3% SBS polymer, se nærmere herom i Vejledning, Fugtspærre i murværk udgivet af MURO samt www.muro.dk og www.mur-tag.dk.

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

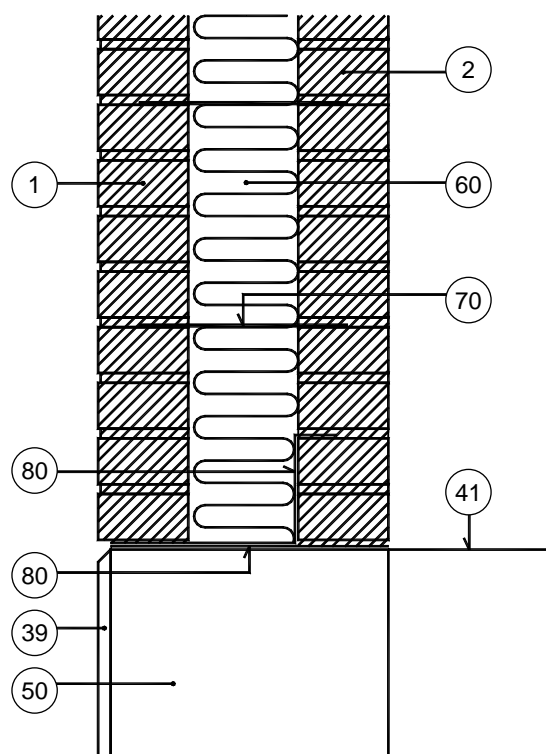
Der skal også indlægges fugtspærre således, at evt. indtrængende vand fra f.eks. slagregn ledes bort, evt. gennem drænåbninger i murværk eller fundament. Alle opadvendte flader i den færdige konstruktion skal være udformet således, at skadelig nedtrængning af vand i konstruktionen forhindres.

Sokkelpuds skal afsluttes i højde med den fugtisolierende membran; pudset må ikke føres op til undersiden af nederste skifte.

Alternativt kan huller/riste for afvanding af hulumuren placeres i studsfiger og huller/riste skal i givet fald placeres direkte nede på den fugtisolierende membran.

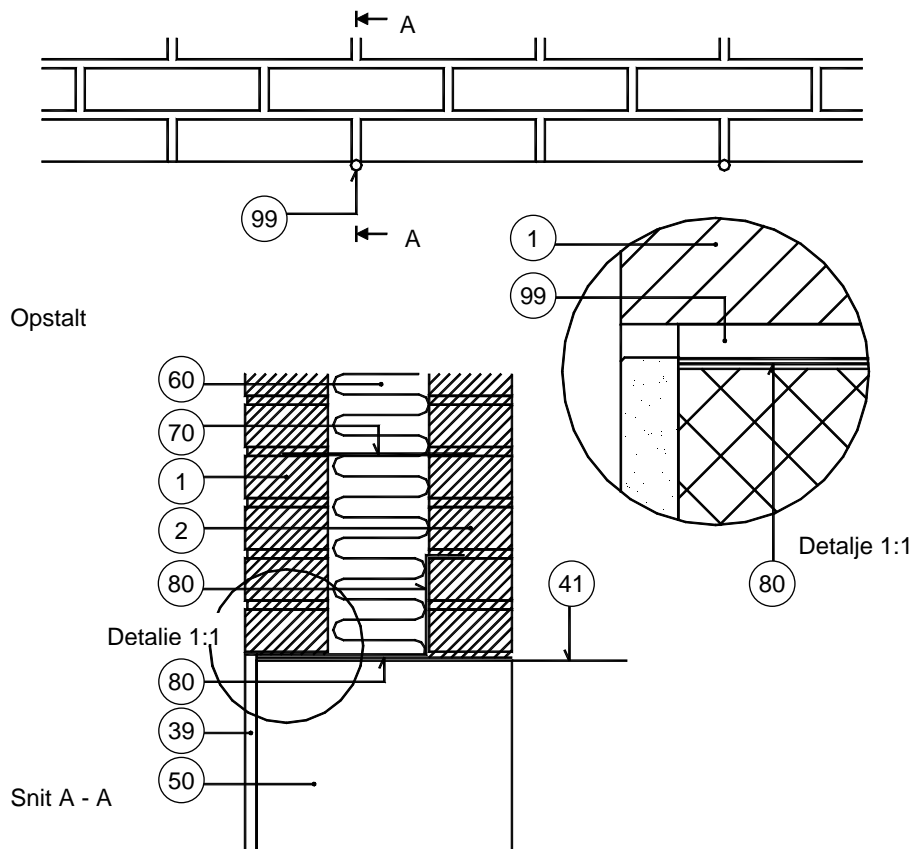
Detaljer visende fugtspærres placeringer

Hulmur/sokkel:



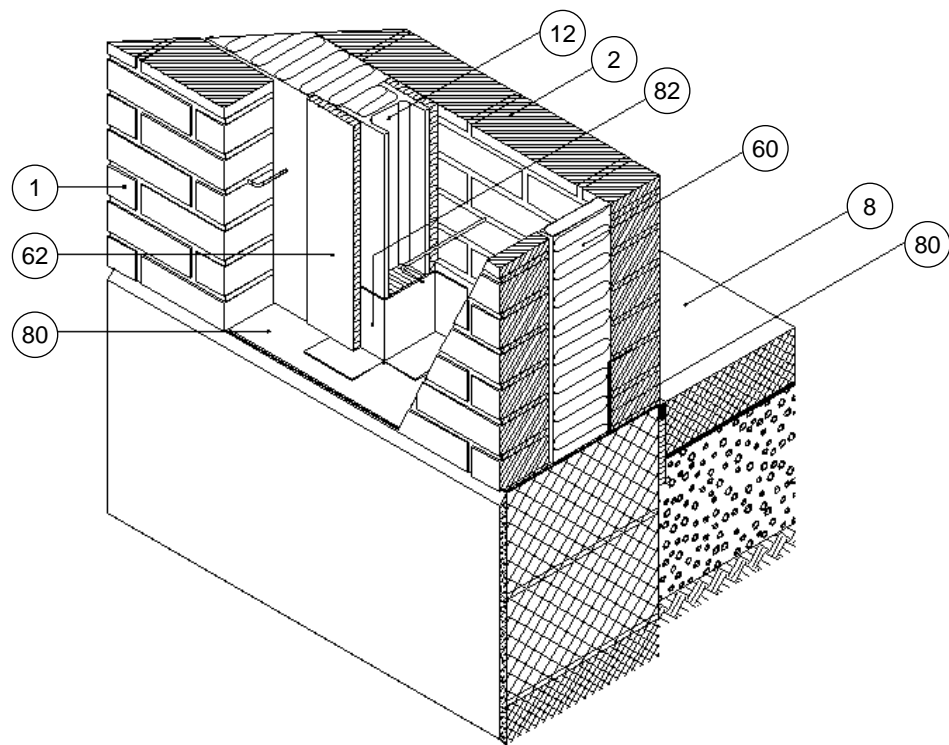
Sokkel (lodret snit)

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



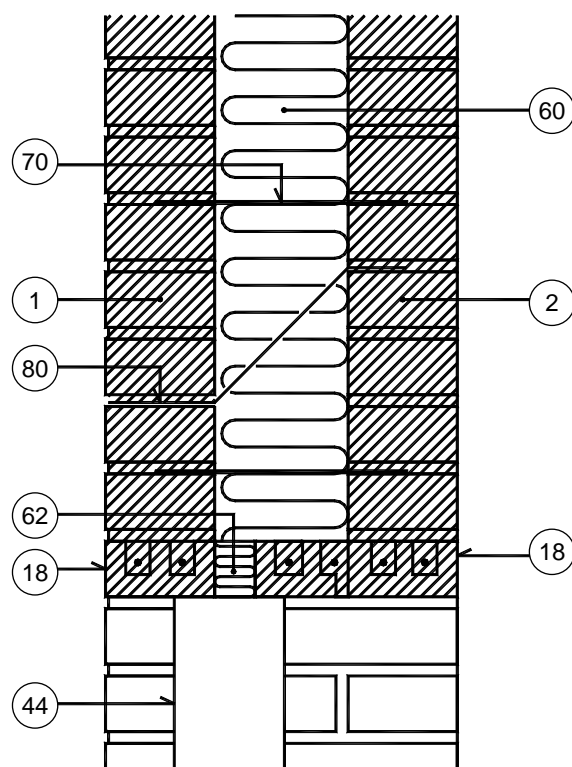
Sokkel (lodret snit)

- | | | | |
|----|-------------------|----|--|
| 1 | Tegl i formur | 50 | Sokkel |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 39 | Sokkelpuds/udkast | 70 | Trådbinder |
| 41 | Gulv | 80 | Fugtspærre |
| | | 99 | Elektrikerrør/rundstok, der fjernes efter færdiggørelsen |



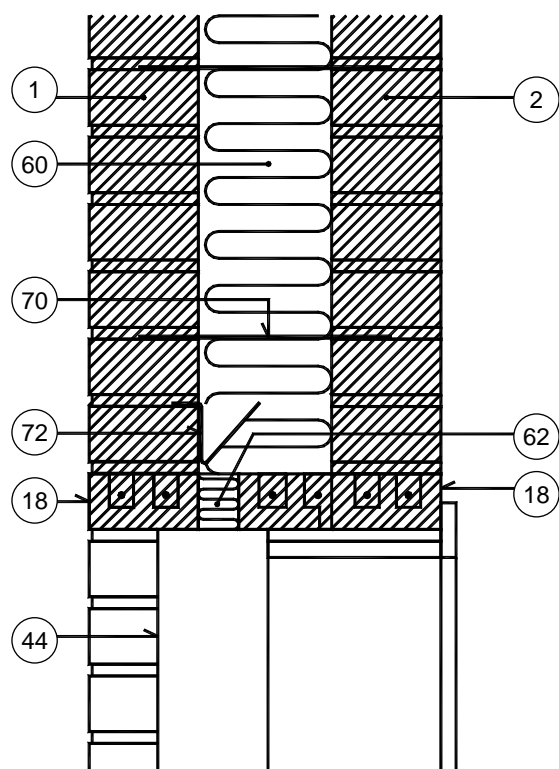
Søjle (3D)

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



Vindue (lodret snit)

- | | | | |
|----|----------------|----|--------------------|
| 1 | Tegl i formur | 60 | Isolering |
| 2 | Tegl i bagmur | 62 | Trykfast isolering |
| 18 | Tegloverligger | 70 | Trådbinder |
| 44 | Vindue | 80 | Fugtspærre |



Vindue (lodret snit)

- | | | | |
|----|----------------|----|--|
| 1 | Tegl i formur | 60 | Isolering |
| 2 | Tegl i bagmur | 62 | Trykfast isolering |
| 18 | Tegloverligger | 70 | Trådbinder |
| 44 | Vindue | 72 | TB-rende, længde = muråbning
+ 2×260 mm |

Trådbindere

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

Antallet af trådbindere i såvel hul- som skalmure skal fastsættes ved beregning, idet der dog i hulumure 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.

Ved skalmures afslutning, ved dilatationsfuger og omkring huller forankres skalmuren effektivt ved indlæggelse af ekstra bindere med en indbyrdes afstand af højst 300 mm.

Ved hulumures understøtninger i siderne og ved hulumures afslutning, ved dilatationsfuger samt omkring huller forankres hulumuren effektivt ved indlæggelse af ekstra bindere med en indbyrdes afstand af højst 300 mm.

Med hensyn til placering af trådbindere, se SBI-anvisning 156, Skalmure ved udvendig efterisolering samt Byg-Erfa erfaringsblad 980525, Revner i skalmure og formure fra temperatur- og fugtbevægelser. Specielt skal der tages hensyn til binderes placering i hjørner, såfremt der ikke indlægges en dilatationsfuge. 1. binderkolonne skal typisk placeres ca. 1 m fra hjørner, hvis der i hjørnet ikke forekommer en dilatationsfuge.

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

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

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

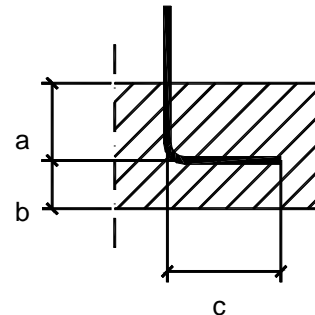
Ved bukning af bindere skal bukeradius være større end 1,5 gange bindernes diameter.

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

Bindere, som forankres i for- og bagvæg ved indmuring med ombukket stykke, skal udføres således, at indmuringslængden og dæklaget for det ombukkede stykke, dvs. afstanden til fugens overflade, er mindst som vist. Bukkeradius skal ligge i intervallet 1,5-3,0 gange bindernes diameter.

Indmuringslængde og dæklag i mm

indmuringslængde a	≥ 40
dæklag for det ombukkede stykke b	≥ 25
længde af ombukket stykke c	≥ 50



Armering og stålprofiler

Armeringsstænger, som indmures i konstruktioner i aggressivt og moderat miljø, skal være korrosionsfaste eller være korrosionsbeskyttet.

Korrosionsbeskyttelse kan ske ved omstøbning. Dæklagstykkelsen i aggressivt miljø skal mindst være 35 mm. I moderat miljø skal dæklagstykkelsen mindst være 25 mm og i passivt miljø mindst 15 mm.

Stød i armeringen må kun udføres som angivet i projekt materialet.

Den frie afstand mellem armeringsstænger skal være mindst to gange deres diameter og diameteren vælges under hensyntagen til de aktuelle fugemål.

Stålprofiler og -plader, som indmures eller indbygges i murværkskonstruktioner i aggressivt og moderat miljø, skal være korrosionsfaste eller korrosionsbeskyttede ifølge klasse 4 (konstant fugtigt miljø) i Dansk Ingeniørforenings anvisning DS/R 454, Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner.

Alternativt kan korrosionsbeskyttelse ske ved omstøbning, jf. afsnittet ovenfor.

Ikke-korrosionsfast stål må kun anvendes i murværk, der kan henregnes under passivt miljø.

Vejledning

For ståldele, der er placeret i hule ydermure isoleret med mineraluld, kan der i hulrummet inde ved bagvæggen regnes med samme miljø som inde i huset (ofte passivt miljø). I hulmuren bag formuren kan der regnes med samme miljø som udvendig (altid aggressivt eller moderat miljø).

Overgangen mellem miljøklassen indvendig og miljøklassen udvendig kan regnes at ligge i hulmuren mellem for- og bagmur. Præcist hvor skellet ligger vurderes fra projekt til projekt.

Ved en hensigtsmæssig udformning af konstruktionerne samt nøje hensyntagen til hvorledes stålkonstruktionerne indbygges, kan det ofte lade sig gøre at indbygge ståldele i isolerede, hule mure således, at ståldelene kan henregnes til passivt miljø.

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

Fugning

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

Opmuring, udkradsning og efterfølgende fugning

Fugerne færdiggøres ved udkradsning og efterfølgende fugning. DS 414 anbefaler denne metode som den bedst egnede. Og i vinterhalvåret i perioder med udsigt til frost er metoden også at foretrække.

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

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

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

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

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

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

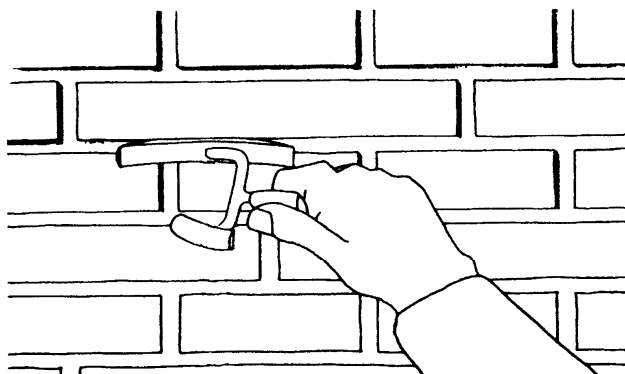
Skal arbejdet udføres i en periode med risiko for frostvejr, kan stilladset tildækkes (telt), og der kan opvarmes. Underlag og materialer skal have en temperatur på mindst +5°C, for at mørtlen kan hærde tilstrækkelig hurtigt. Hvis murværket ikke kan holdes frostfrit, skal man afvente bedre vejrforhold.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

Opmuring og fugning udført i samme arbejdsgang

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

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

Fugefærdiggørelse

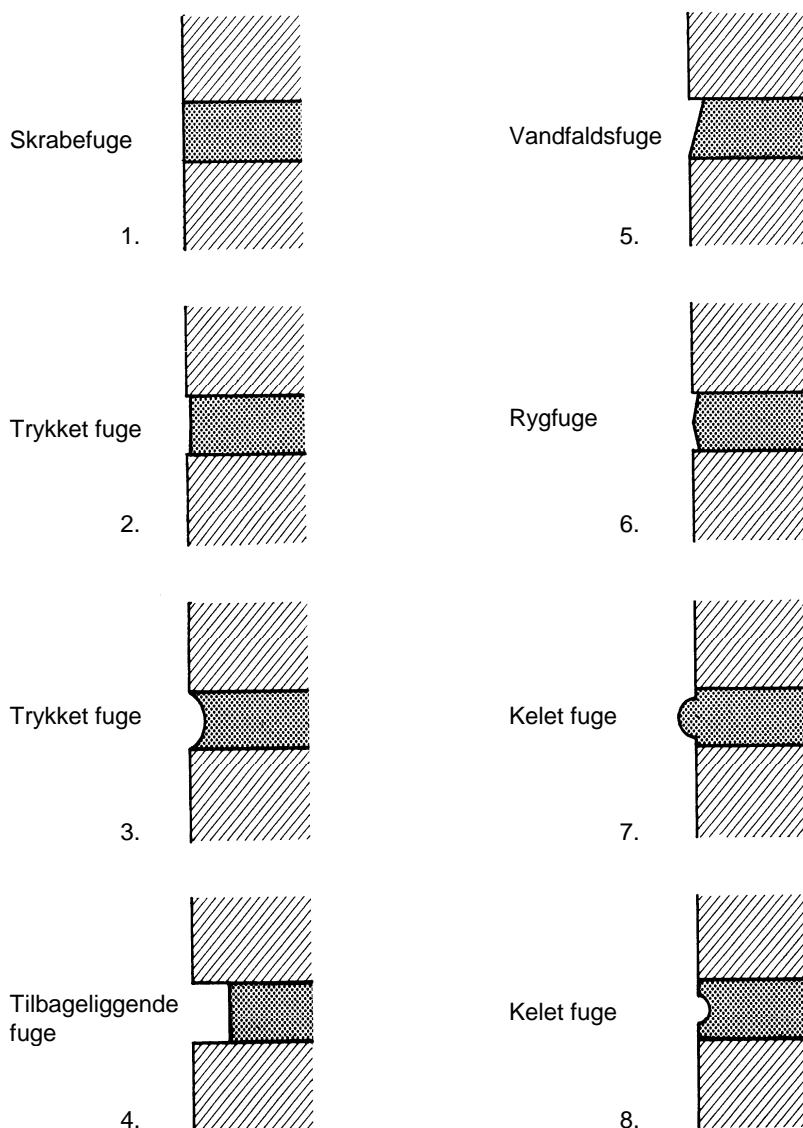


Komprimering af mørtlen i fugen kan ske ved at trykke den (glitte den) med en fugeske, der føres frem og tilbage over fugen. Er fugen tilbageliggende, må der anvendes en flad fugeske, og fugeoverfladen kan derved rykkes yderligere et par millimeter tilbage. Mørtlen kan også trykkes med et fugejern med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

Skal komprimering af fugemørtlen derimod udføres med tilpasset træpind (skrabefuge) bør fugearbejdet udføres ved tilførsel af fugemørtel. Skrabefugers overflade bliver ofte ru ved anvendelse af tilpasset træpind og ru fugeoverflade kan give grobund for algevækster.

Fugeformer

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



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

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

Teglbjælker

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 til flere skifter udstøbt på fabrik
- præfabrikerede standerskifter/stik/buer
- præfabrikerede overligger, 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.

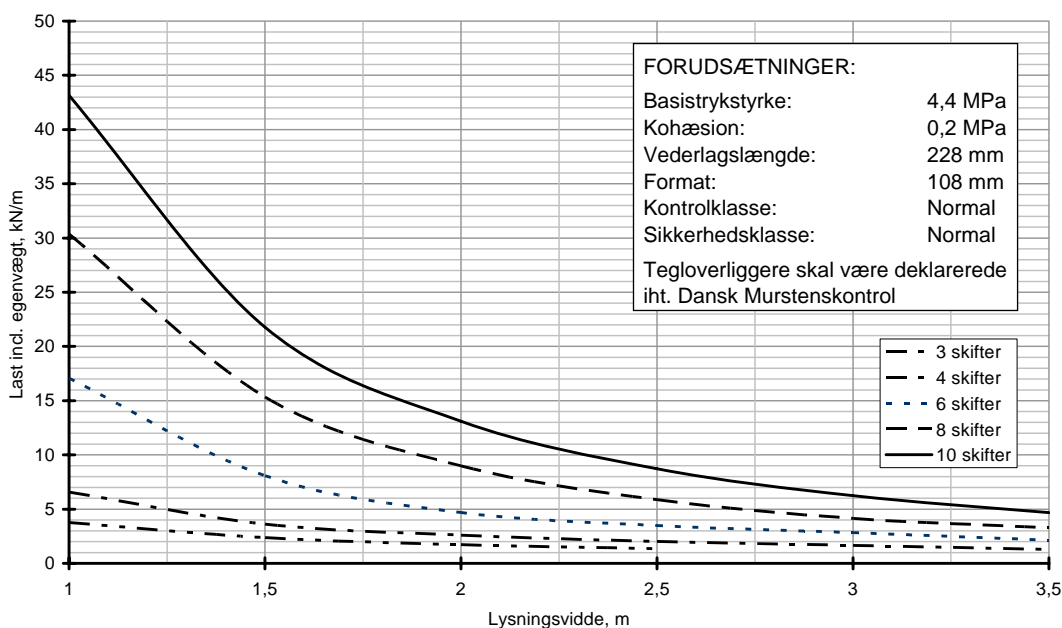
Tegloverligger - bæreevnediagram

En tegloverligger er et præfabrikeret, armeret konstruktionselement. Ved at påmure en tegloverligger et antal murstensskifter fremkommer en bærende teglbjælke. Teglbjælker anvendes til lukning over muråbninger i såvel ydervægge som i indvendige skillevægge.

Teglbjælkers bæreevne skal fastlægges ved beregning evt. ved anvendelse af edb-programmet Murværksprojektering. Alternativt kan bæreevnen bestemmes ved aflæsning i nedenstående diagram, Bæreevnediagram, teglbjælker.

Eksempel: En teglbjælke på 8 skifter incl. tegloverliggeren, og som har en lysningsvidde på 2 m kan bære 9 kN/m (ca. 900 kg i alt), incl. sin egenvægt.

Bæreevnediagram, teglbjælker

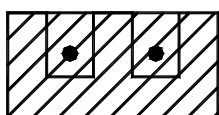


Udførelse

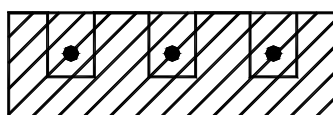
Den præfabrikerede overligger placeres og indmures med det antal overliggende skifter mursten og med den mørteltype, som fremgår af projekt materialet.

Tegloverliggeren skal have et vederlag på en $\frac{1}{2}$ sten eller mere, og murværket under vederlaget må ikke afsluttes med en $\frac{1}{4}$ sten i falsen.

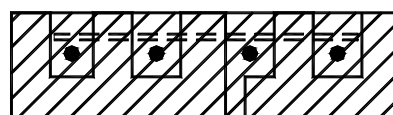
Tegloverliggerer fås som lagervare i 3 forskellige typer - se efterfølgende skitse - og teglværkerne kan levere overliggerer af de stentyper, som de producerer.



$\frac{1}{2}$ -stens tegloverligger,
 $b = 108 \text{ mm}$



Bredstens tegloverligger,
 $b = 168 \text{ mm}$



Tegloverligger til bagmure
i en 350 mm hul væg,
 $b = 200 \text{ mm}$ eller 230 mm

Ved bestilling af tegloverliggerer skal forbandtet angives fra venstre facadeside.

For at eliminere risikoen for korrosionsskader skal tegloverliggerer, der anvendes til facader, armeres med rustfast stål. Overliggerer til bagmure og skillevægge armeres normalt med tentorstål eller kamstål.

I indvendigt murværk, der udsættes for direkte vandpåvirkning eller er placeret om rum med vedvarende høj relativ luftfugtighed, skal der anvendes tegloverliggerer med rustfast stål.

Rustfast ståls kvalitet skal være mindst SS142332.

Tegloverliggeren skal under opmuringen understøttes for mindst hver 60 cm. Understøtningen må først fjernes, når mørtlen i teglbjælken er hærdnet. Ved opmuring af de skifter, der indgår i teglbjælken, er det vigtigt, at alle fuger (også studsfuger) er helt fyldte, og at stenene ikke røkkes efter at mørtlen er suget død.

Bliver disse grundregler ikke overholdt, vil bjælkens bæreevne blive svækket og tætheden overfor slagregn nedsat.

Fugtstandsede lag må ikke indmures i de skifter, der indgår i teglbjælken.

Ved høje bjælker anbefales det at indlægge et fugtstandsede lag, der placeres fra bagmuren og med fald ud under formurens tegloverligger, eller at anvende en TB-rende.

Såfremt murstenenes vandoptagelse er større end 30 rumprocent, skal tegloverliggeren og stenene i de påmurede skifter forvandes, således at de har en passende fugtighed inden indmuringen. En vandlagring i ½-1 minut må antages at give en passende fugtighedsgrad.

Såfremt stenenes vandoptagelse er mindre end 10 rumprocent vil det være tilrådeligt, at anvende en kalkcementmørtel KC 20/80/550.

Fjernelse af understøtninger

Som forannævnt skal tegloverliggeren understøttes under opmuringen, og understøtningerne må som hovedregel først fjernes, når mørtlen i teglbjælken er hærdnet, hvilket vil sige, at understøtningerne teoretisk set først kan fjernes efter 28 døgn.

Ofte kan understøtningerne dog fjernes langt tidligere end ovennævnte 28 døgn, og praksis viser da også, at teglbjælker sjældent bliver understøttet i ca. 1 måned.

Tidspunktet for hvornår understøtninger kan fjernes afhænger af hvilken belastning teglbjælker udsættes for i byggeperioden.

Forsøg på Teknologisk Institut, Murværk har vist, at 50% af mørtels trykstyrke opnås efter ca. 3 døgn, og at 50% af vedhæftningsstyrken opnås efter ca. 7 døgn.

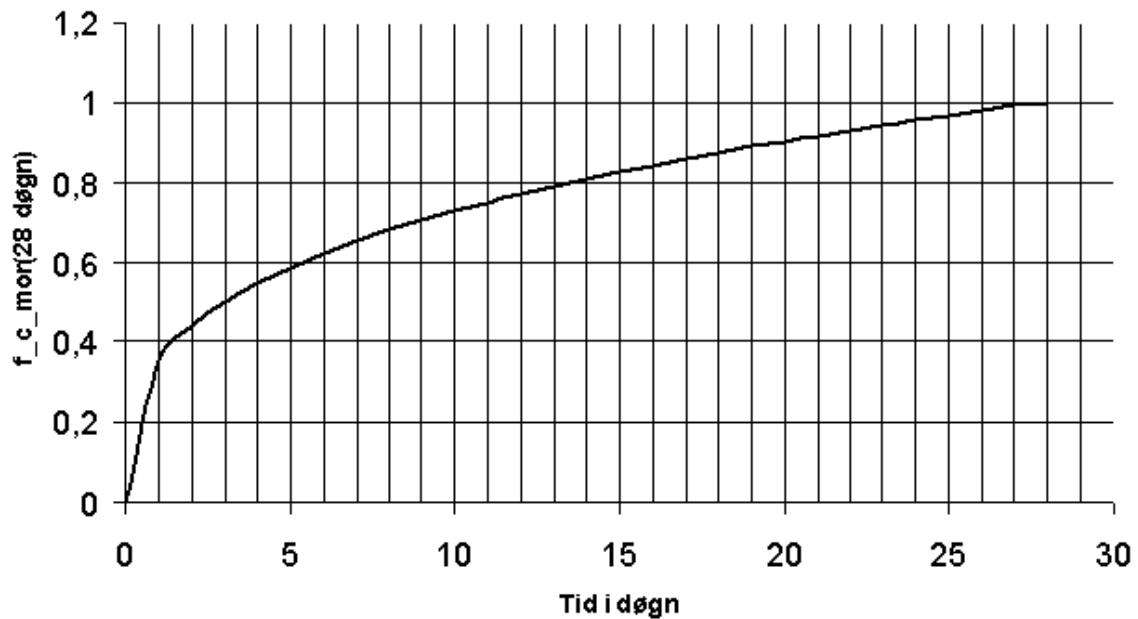
Dette gælder:

- hvis opmurings- og hærkningstemperaturen overstiger 5°C (ligger i intervallet 5-20°C)
- for mørtler, hvis cementindhold ligger i intervallet KC 50/50/700 – KC 20/80/550.

For teglbjælker vil det være vedhæftningsstyrken, der er afgørende for, hvornår understøtninger kan fjernes.

Styrkeudviklingen for vedhæftningsstyrken for mørtel (KC 50/50/700 – KC 20/80/550 og $t > 5^{\circ}\text{C}$) er vist i efterfølgende figur:

Styrkeudvikling - vedhæftningsstyrken



Med baggrund i ovennævnte figur kan tidspunktet, for hvornår understøtninger under teglbjælker kan fjernes, bestemmes. Som nævnt er det dog vigtigt at have kendskab til hvilke belastninger en teglbjælke udsættes for i byggeperioden.

Eksempel:

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

Spændingerne forventes at være $\frac{1,5}{3,5} = 0,43$ af de regningsmæssige brudspændinger.

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

Afstivning af murværk under opførelsen

Murede yder- og indervægge under opførelse skal tværafstives midlertidigt ved arbejdstids ophør og med passende afstand. Den midlertidige afstivning kan foregå ved at anbringe skråafstivninger. Skråafstivninger må først fjernes, når murværkets stabilitet er sikret på anden måde.

Af hensyn til færdsel på byggepladsen i arbejdstiden, og for evt. at opmure tværskillevægge o.lign., kan det være nødvendigt midlertidigt at fjerne nogle af skråafstivningerne.

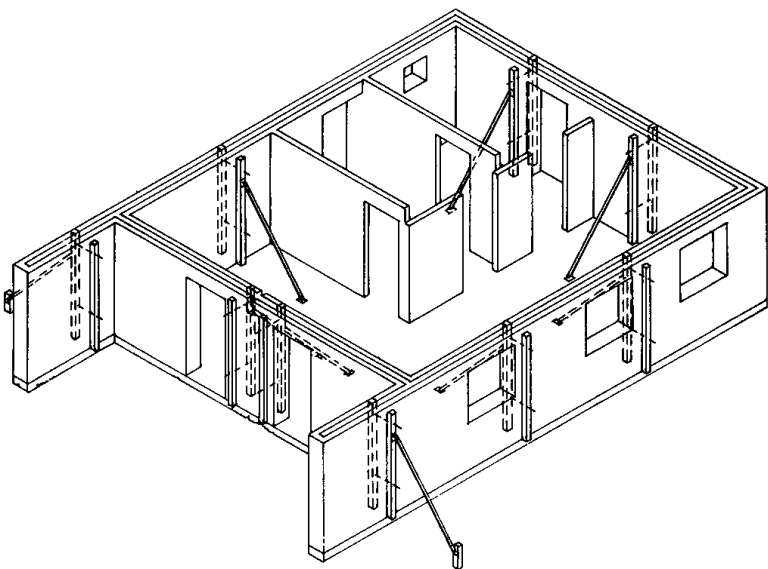
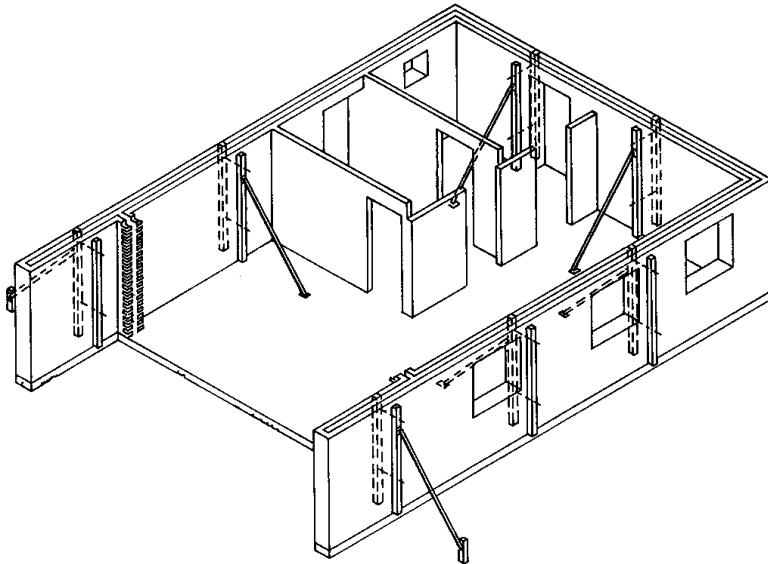
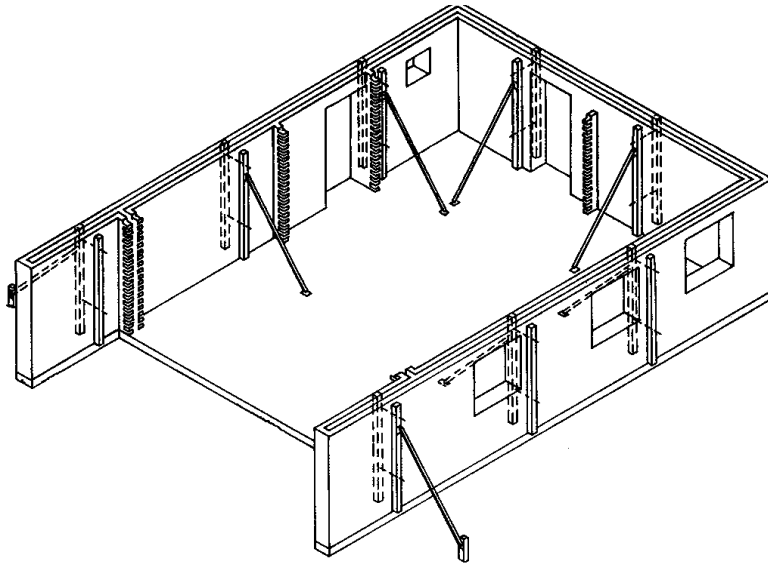
Skråafstivningerne foreslås udført af to stykker 50×100 mm eller 50×125 mm planker anbragt lodret ud for hinanden på hver sin side af murværket. Plankerne sammenspændes forsigtigt ved hjælp af rundstål eller snoet bindetråd, idet der indlægges fornødent modhold ved murværkets overside.

De sammenspændte planker skråafstives til etage- eller terrændæk eller eventuelt til det omgivende terræn ved hjælp af såkaldte "blådreng".

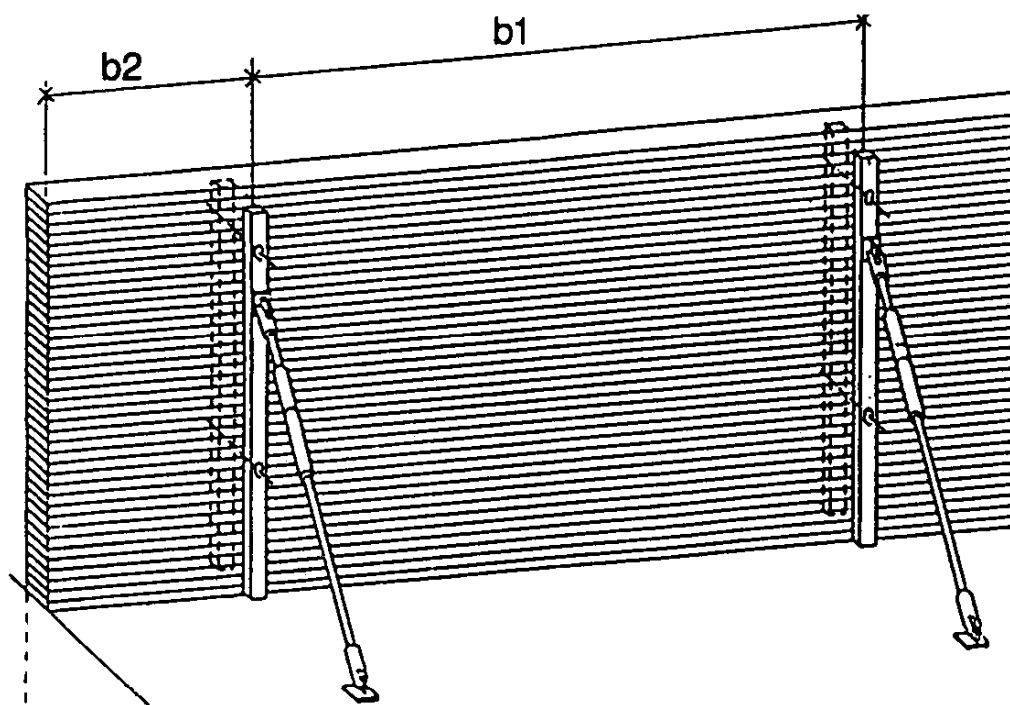
Den maksimale afstand mellem disse skråafstivninger kan aflæses af efterfølgende tabeller.

Ved benyttelse af tabellerne skal følgende forhold være oplyst:

- murværkets beliggenhed (terrænklasse)
- murværkets højdeplacering over terræn
- murens tykkelse
- tabellerne gælder for murværk opmuret i kalkcementmørtel KC 50/50/700 og med teglmurstenenes trykstyrke på 10 MPa eller mere. Er der anvendt KC 20/80/550 multipliceres tabelværdierne med 1,2, og er der anvendt KC 35/65/650 multipliceres tabelværdierne med 1,1.



Figur 1.



Figur 2. Her er et eksempel på midlertidig afstivning med såkaldte "blådreng".

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

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

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

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

Afsyring af murværk

Ingen afsyring - mur rent

Erfaringen viser, at afsyring af murværk ofte er årsag til forskellige former for skader og især på murværk med gule mursten. Derfor bør det tilstræbes at mure så rent, at afsyring kan udelades. Lidt mørtelrester hist og her behøver ikke at virke skæmmende på en blank mur, og hvor murværket er udsat for slagregn vil mørtelresterne afvaskes med tiden.

Der er inden for de seneste år mange eksempler på større murværksbyggerier, som ikke er blevet afsyret, og dette lykkes bedst på murværk med gullige sten, idet mørtelrester er mindst synlige på sten med denne farve.

Saltsyre må ikke anvendes indvendigt og må ikke anvendes på specielle typer mursten (mangansten, blådæmpede sten mv.), - forhør altid hos teglleverandøren.

Ved afsyring af murværk forekommer der ofte forskellige former for skader, eksempelvis gråligt mørtelslør på mursten efter for tidlig afsyring, nedbrydning af fugernes overflade, farveændringer på mursten og mørtelfuger mv., i øvrigt henvises til "Skader på murværk som følge af afsyring", udgivet af Teknologisk Institut, Murværk.

Afsyring

Hvis det er nødvendigt at foretage afsyring anbefales dette på følgende måde:

Før afsyringen børstes murværket med en tør, stiv kost for at fjerne løse mørtelrester. 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 mørtelrester ud på stenfladerne.

- Afsyringen foretages på det mest gunstige tidspunkt, og der anvendes så lidt syre som muligt.
- Muren børstes med 30% saltsyre fortyndet med vand i forholdet 1:20 (heller større fortynding og ikke mindre).
- 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.

Syren skal jævnlige udskiftes, idet forurenede syre kan fremkalde misfarvninger. Afsyring skal foregå oppefra og nedefter, og afsyring bør kun udføres én gang, se også Vejledning, Nye regler for afsyring af udvendigt murværk, udgivet af MURO eller www.mur-tag.dk.

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

Hvis murstensleverandøren anviser afsyringsmetode skal disse anvisninger altid følges.

Vejrligets påvirkninger

Når regnvand piskes mod en ydermur, kan vinden medføre et 50 mm vandtryk på muren.



*En enkel metode til konstatering af murens tæthed mod slagregn:
En kitpølse klemmes fast til muren, og en glasplade trykkes mod kitten. Når der hældes vand ned i hulrummet mellem glas og mur, vil muren først opsuge en del vand, men forsvinder vandet stadig ind i muren, er der noget galt.*

Derfor er det vigtigt, at der ikke er huller i fugerne.

Det er ikke nok at slå studsene på murstenene, før de hennemures. Hvis ikke hele fugetværsnittet er fyldt, kan der opstå lækager, således at vandet trykkes gennem fugen. En dårlig fyldt studsuge giver slagregnen mulighed for at løbe uhindret ind i murværket.

Det vand, der opsuges i murstenene, bindes af kapillære kræfter i modsætning til det frie vand, der ledes gennem den ikke fyldte studsuge.

Murværkets beskyttelse under udførelsen

Materialeoplagring

Ved muring er det vigtigt, at der anvendes tørre sten under opmuringen, og at materialer, der ankommer til pladsen, tildækkes straks efter modtagelsen.

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,
- at mursten, der skal lagres mere end nogle få dage, får fjernet plasthætter eller anden emballage, der kan give anledning til kondens.

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,
- at tildækningen kun fjernes, medens 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 lukket hel tæt,
- at eventuel medfølgende toppresenning anvendes som beskrevet,
- at udløbstud og overgangsslange bankes rene ved fyraften,
- at udløbstuden ved fyraften lukkes med en plastikpose fastholdt af et gummi-bånd eller lignende.

Ved oplagring af cement, tørmørtel, murcement og 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,
- at der er ventilation omkring stableerne.

Afdækning

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

En nem løsning er at anvende tildækningsmateriale af armeret plastfolie eller presenningsstof, der fastgøres til lægter, hvorved det sikres at vand kan dryppe af udenfor murværket.

Læskærme kan opstilles med det formål at hindre en for hurtig afkøling af mate-rialer og murværk.

Vinterforanstaltninger

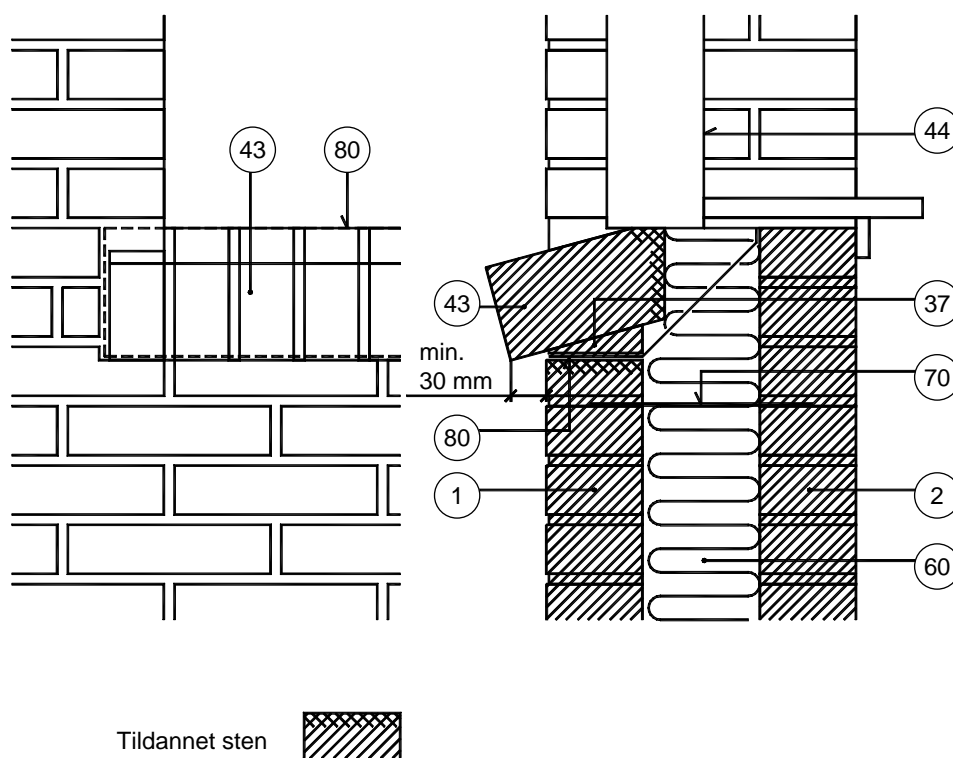
Ved muring i vinterperioder skal der træffes de nødvendige foranstaltninger til at undgå fugt- og frostska-der på materialer.

Udover de overenskomstmæssige forhold, der omhandler afdækning af mur-værk og materialer mv. er det i reglen nødvendigt med en række udvidede vin-terforanstaltninger, se ”Vejledning om Vinterbyggeri” fra Bygge- og Boligsty-relsen, oktober 1995 og ”Vintermuring” fra Murerfagets Oplysningsråd.

Detaljer

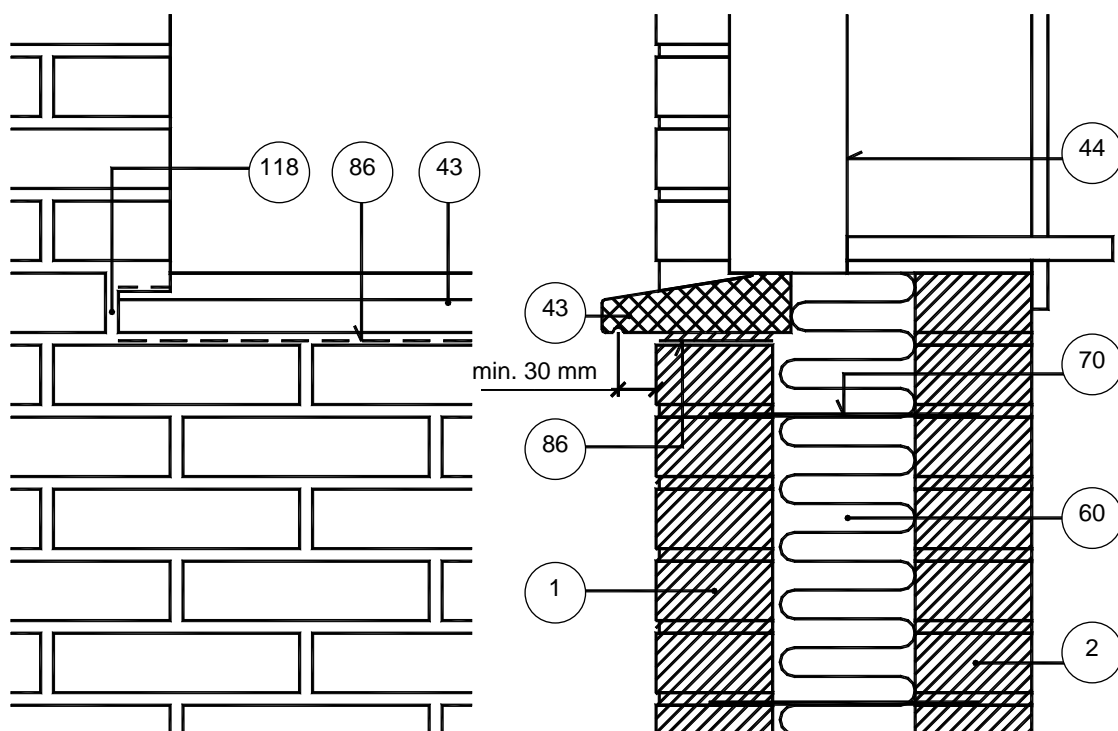
Sålbænke

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



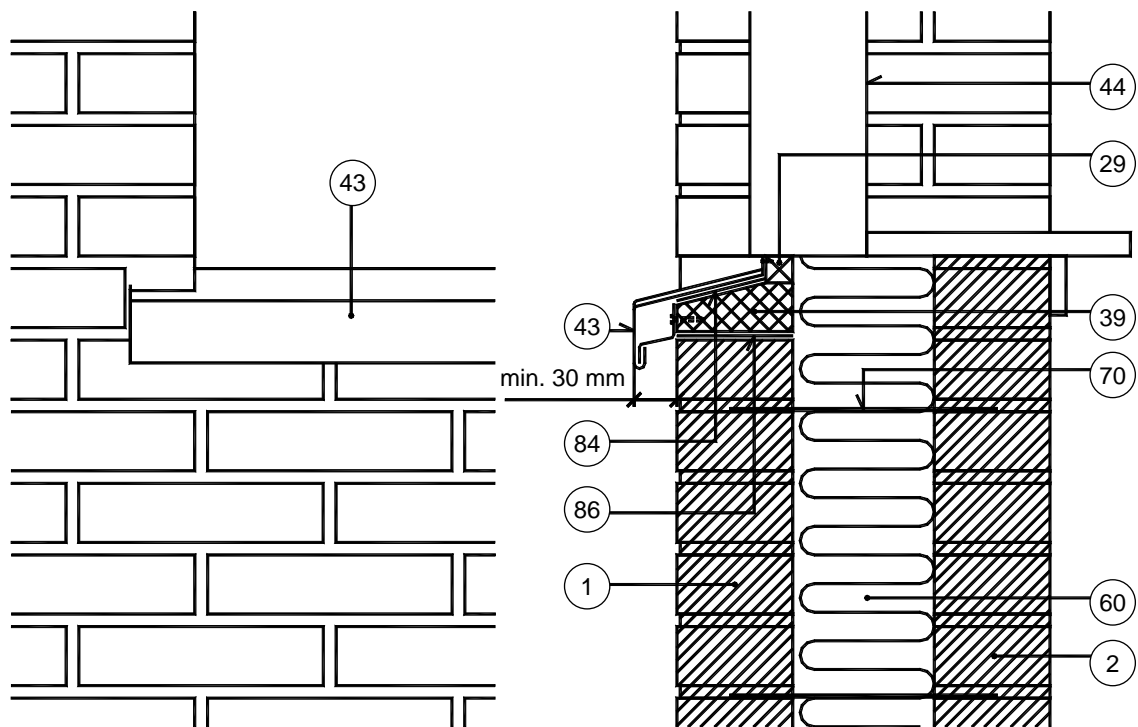
Vindue (lodret snit)

- | | | | |
|----|------------------|----|------------------------------------|
| 1 | Tegl i formur | 44 | Vindue |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 37 | Mørtelpude | 70 | Trådbinder |
| 43 | Rulskiftesålbænk | 80 | Fugtsperre, fastholdt til bagmuren |



Vindue (lodret snit)

- | | | | |
|----|---------------|-----|-----------------------|
| 1 | Tegl i formur | 60 | Isolering |
| 2 | Tegl i bagmur | 70 | Trådbinder |
| 43 | Betonsålbænk | 86 | Glidelag (f.eks. pap) |
| 44 | Vindue | 118 | Evt. elastisk fuge |



Vindue (lodret snit)

- | | | | |
|----|--------------------------------------|----|-----------------------|
| 1 | Tegl i formur | 44 | Vindue |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 29 | Trykimprægneret liste | 70 | Trådbinder |
| 39 | Beton | 84 | Asfaltpap |
| 43 | Metalsålbænk/endebund med inddækning | 86 | Glidelag (f.eks. pap) |

Murafslutninger

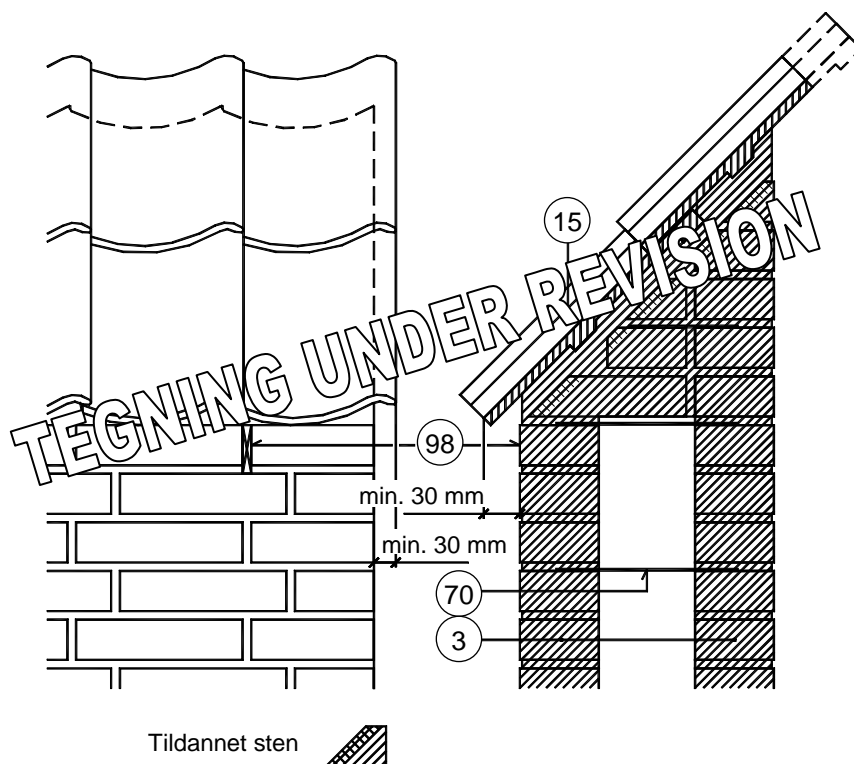
Ved fritstående mure er det vigtigt, at murværkets overside beskyttes mod nedbør.

Murafslutning med tegltagsten

Ved afslutning med tegltagsten kan følgende fremgangsmåde anbefales:

- Tagstenene lægges ud på vandret underlag med undersiden opad og spules rene med en kraftig vandstråle.
- Inden stenene når at tørre, foretages en svumning eller udkastning på undersiden med en mørtel af cement og groft sand i blandingsforholdet 1:3. (Pas på, at mørtlen ikke kommer på de dele af stenene, der senere skal stå synlige, da det er meget vanskeligt at fjerne cementmørtel fra en teglflade). Mørtlen skal herefter hærde uden udtørring i mindst et døgn. Stenene må tidligst lægges op dagen efter behandlingen.
- I hule mure lukkes hulrummet med 2 skifter, og ved særligt udsatte mure (tagkamme o.lign.) kan det være nødvendigt at indlægge et fugtstandsende paplag i hele murens bredde mellem disse to skifter.
Smigen på de øverste sten dannes enten ved tilhugning eller ved skæring.
- Tagstenene henmures efter snore, der markerer det højeste punkt på vingen i for- og bagsiden af muren. Stenen trykkes på plads, således at mørtel presses ud ved begge ender. Er murkronen stærkt sugende, forvandes evt. for at give mørtlen gode hærtningsbetingelser.
- 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.
Arbejdet bør ikke udføres i regnvejr eller på tidspunkter, hvor der kan forventes frost.

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



Afslutning med rulskifte

Rulskifte er én blandt mange afslutninger på murværk. **Når den fremdrages her, skyldes det ikke, at teglindustrien anbefaler denne udformning, snarene 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.

Murtykkelse, forbandter og fuger

Fritstående mure kan udføres enten som massive mure i tykkelsen på 1 sten eller mere eller hule mure 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 muraflutning

Der skal mures med fyldte fuger.

Ventilation

I hule mure bør hulrummet ventileres for at skabe muligheder for vandafgivelse ved fordampning fra de indvendige murflader. Det gøres ved at lade et antal studs-fuger stå tomme foroven og forneden i begge sider. Afstanden mellem tomme fuger skal være ca. 1/2 m (2 løbere); i nederste skifte skal fugerne være tomme helt ned til fugtspærren på fundamentet, og der må ikke ligge "spilmørtel" på fugtspærren.

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.

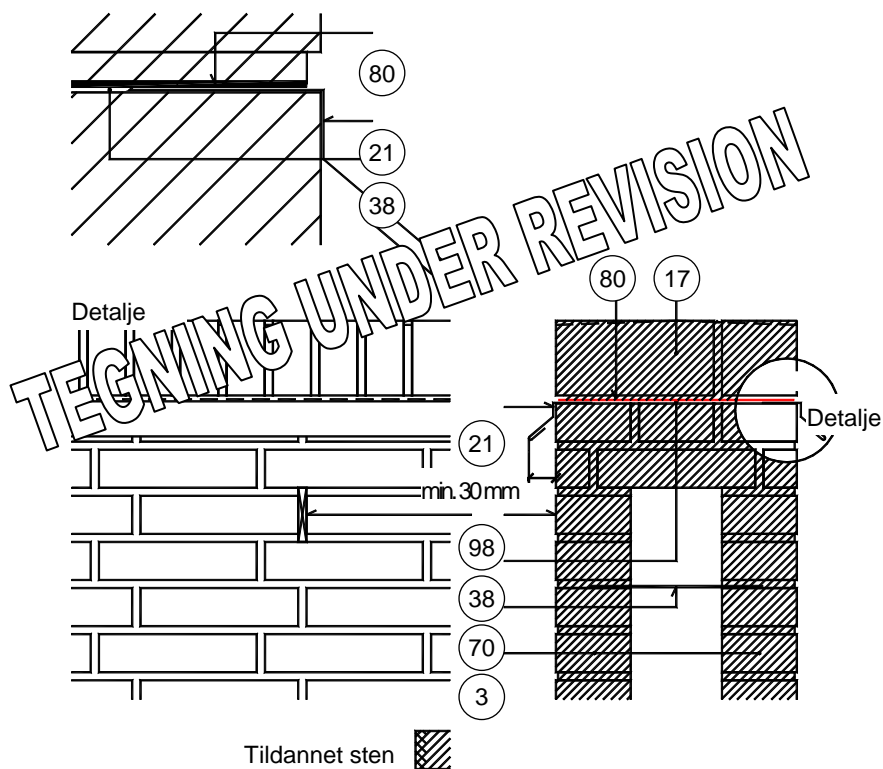
Som glidelag og fugtstandsede lag indlægges en fugtstandsede membran, og for at hindre vandindtrængning under membranen indlægges der yderligere metalløskanter i begge sider under fugtspærren. Løskanterne kan være udformet som vist på efterfølgende tegning. Det er vigtigt, at underkanten holder vandret 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 lunke, 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 lunke, 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 til-dækket for at modvirke for hurtig udtørring.

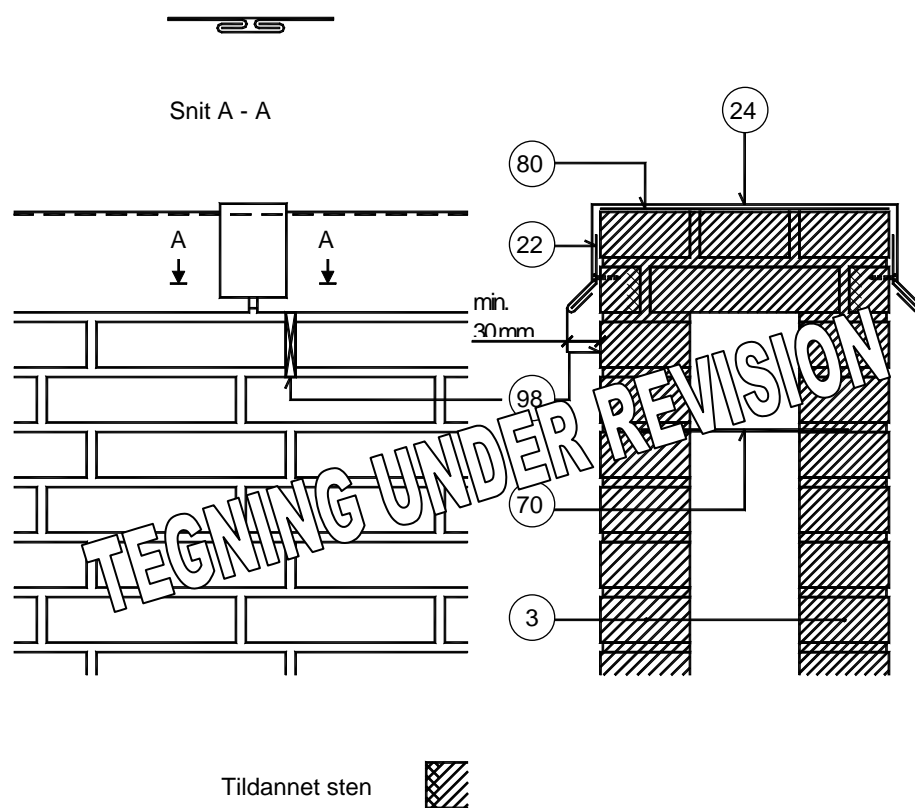


Tilslutning (lodret snit)

- | | | | |
|----|----------------------------------|----|--------------------------------|
| 3 | Tegl i fritstående mur | 70 | Trådbinder |
| 17 | Rulskefte, fald på fugen foroven | 80 | Fugtspærre, klæbes til løskant |
| 21 | Løskant, nedlægges i silicone | 98 | Åbne studs-fuger |
| 38 | Mørtelafretning mellem løskanter | | |

Murafslutning med andre materialer

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

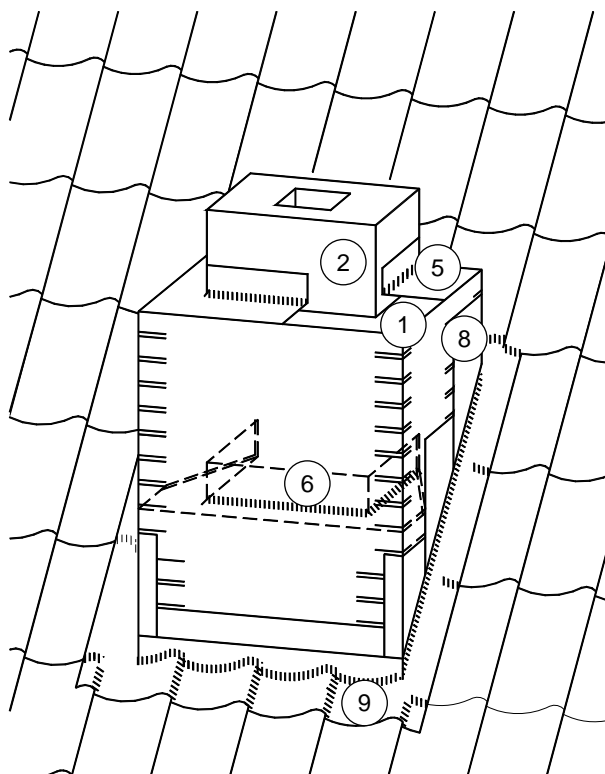


Tilslutning (lodret snit)

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

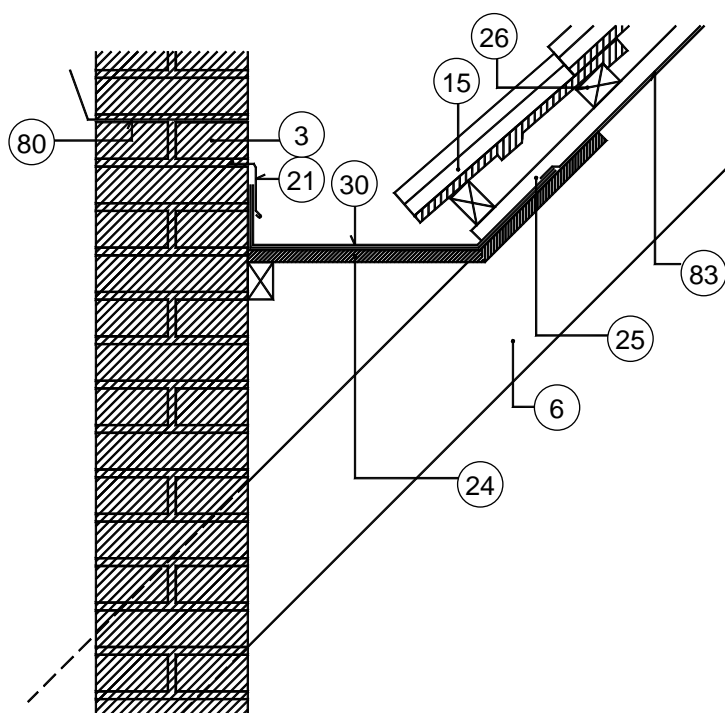
Skorstensafslutninger

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 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 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.



Skalmuret elementskorsten

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | 1/2-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 |



Tag (lodret snit)

3	Tegl, skorsten	25	Afstandsliste (25/34 mm for vinge-/falstagsten)
6	Spær	26	Lægte
15	Tegltagsten	30	Skotrende
21	Løskant	80	Fugtspærre, klæbet til skorstenselement
24	Krydsfiner, min. 18 mm	83	Undertag

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

Følgende krav må stilles for følgende afslutningstyper:

Betonplade

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

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

Rulskifte

Murafslutningen udføres som tidligere beskrevet.

Dilatationsfuger

En formur vil, når den bliver udsat for temperaturpåvirkninger, bevæge sig, enten den indgår i en hul mur, eller der er tale om en skalmur.

Hvis en væg ikke har de nødvendige bevægelsesmuligheder, vil der opstå lokale spændingskoncentrationer, som kan fremkalde revner.

Der skal placeres dilatationsfuger 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.

Der vil specielt i ydervægge være mulighed for store temperaturvariationer, og der vil derfor kunne opstå problemer, hvor der er tale om lange facader. For at optage de nævnte temperaturbevægelser skal der indlægges dilatationsfuger i murværket. En dilatationsfuge kan udføres som en lodret fuge uden mørtel mellem to vægskiver. I denne fuge skal der indlægges en skumplastplade, således at yderkanten af pladen er 10-20 mm fra ydersiden af vægfladen, og i den derved fremkomne not fuges der med elastisk fugemasse.

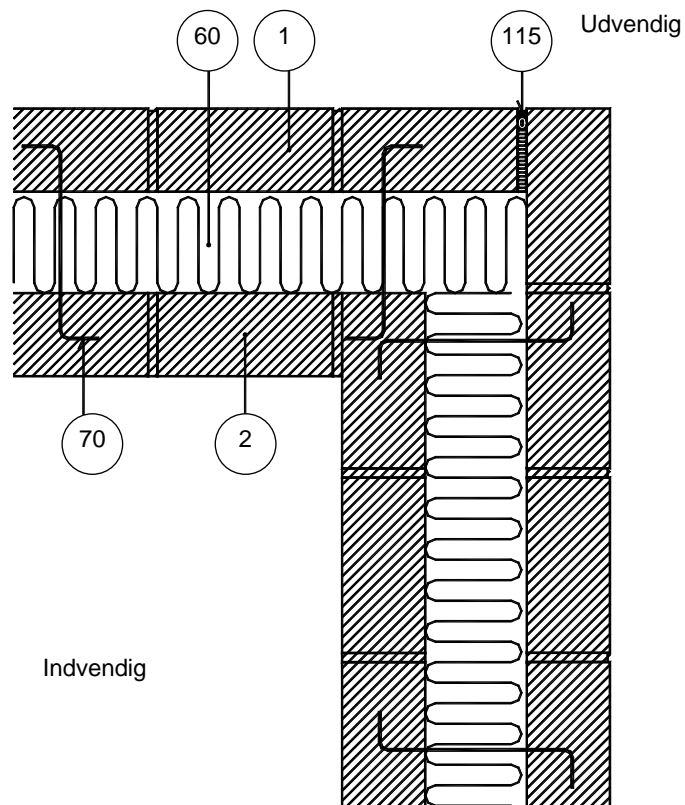
Afstand mellem lodrette dilatationsfuger

DS 414 angiver i vejledningsteksten, at lodrette dilatationsfuger skal placeres for hver 15-30 m afhængig af murens geometri og bevægelsesmuligheder samt mørtlens cementindhold. Efterfølgende vejledende afstande mellem lodrette dilatationsfuger og mellem dilatationsfuger og frie murkanter kan anbefales, såfremt udvendigt teglstensmurværk opmures med kalkcementmørtel:

- 20-25 m for murværk i KC 60/40/850
- 18-20 m for murværk i KC 50/50/700
- 16-18 m for murværk i KC 35/65/650
- 15-16 m for murværk i KC 20/80/550

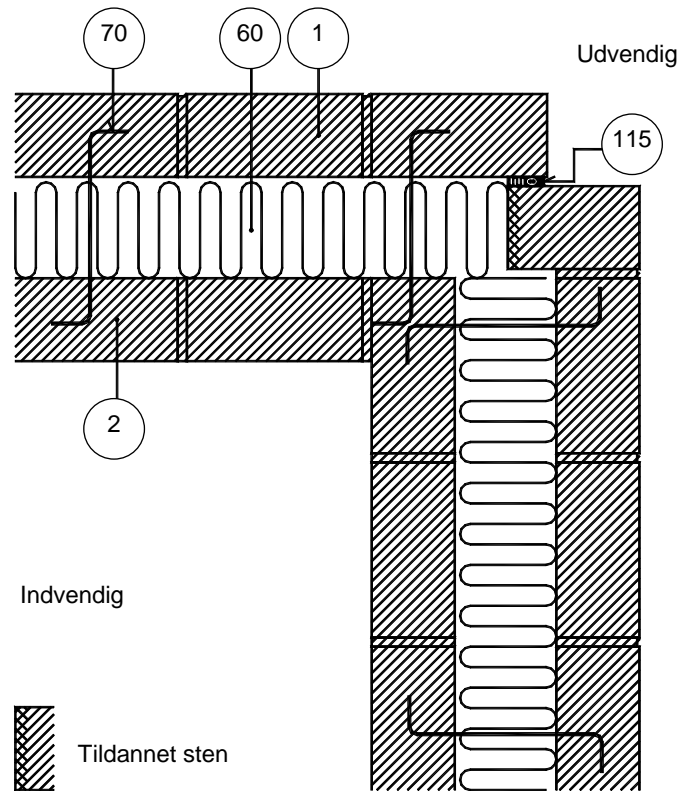
Mindst afstand ved murværk med mange åbninger og størst afstand ved murværk uden åbninger. Andre afstande kan vælges, såfremt det sker efter forudgående beregninger.

På efterfølgende figur med tilhørende detailtegninger er de steder vist, hvor det normalt vil være relevant at have dilatationsfuger. De forannævnte spændingskoncentrationer kan i nogle tilfælde fordeles ved at indlægge armering (rustfast) i liggefugerne. Se endvidere SBI-anvisning 156, Skalmure ved udvendig efterisolering.



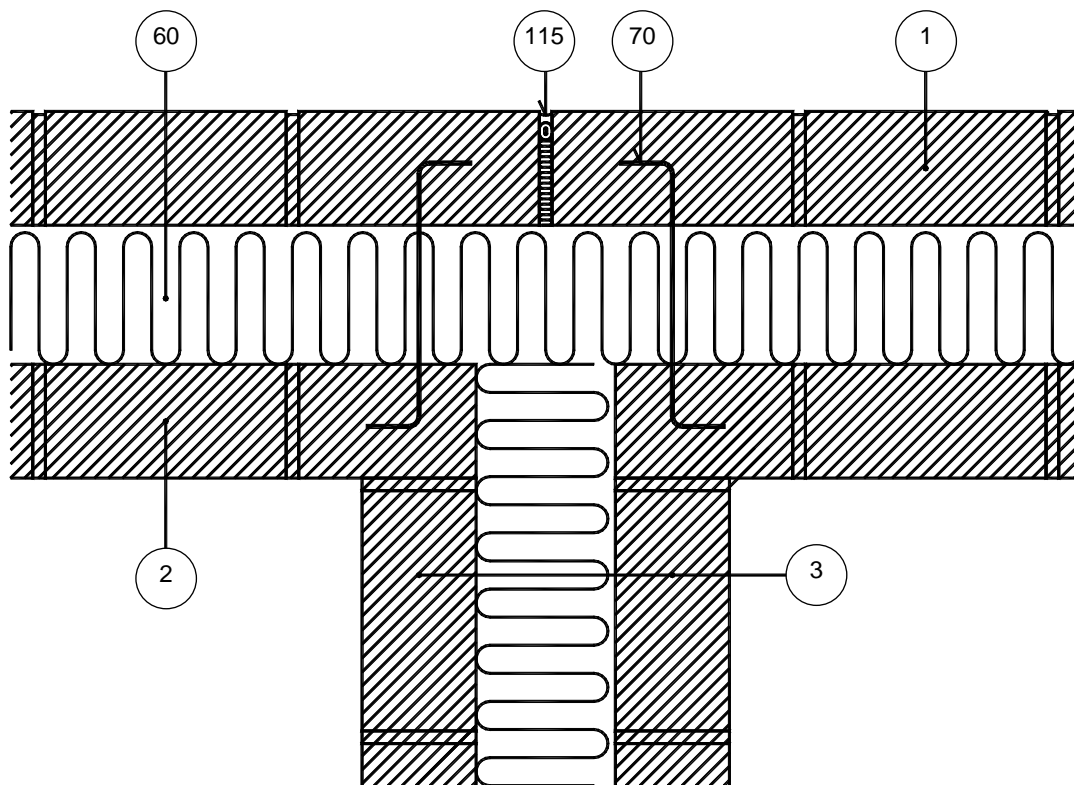
Hjørne (vandret snit)

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



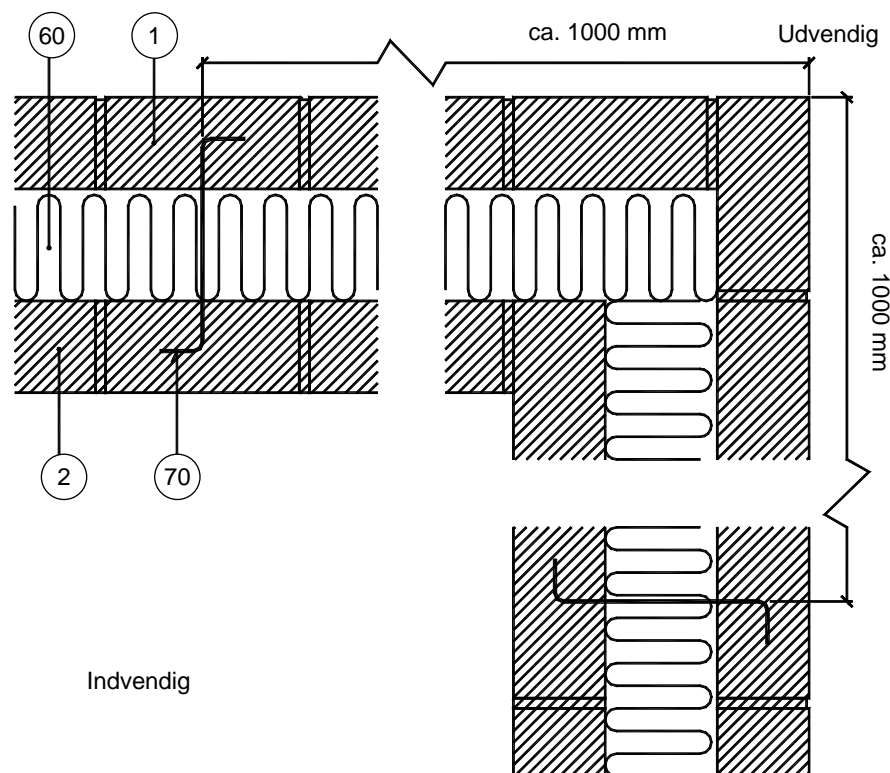
Hjørne (vandret snit)

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



Lodret skel (vandret snit)

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



Hjørne (vandret snit)

- | | | | |
|---|---------------|----|------------|
| 1 | Tegl i formur | 60 | Isolering |
| 2 | Tegl i bagmur | 70 | Trådbinder |

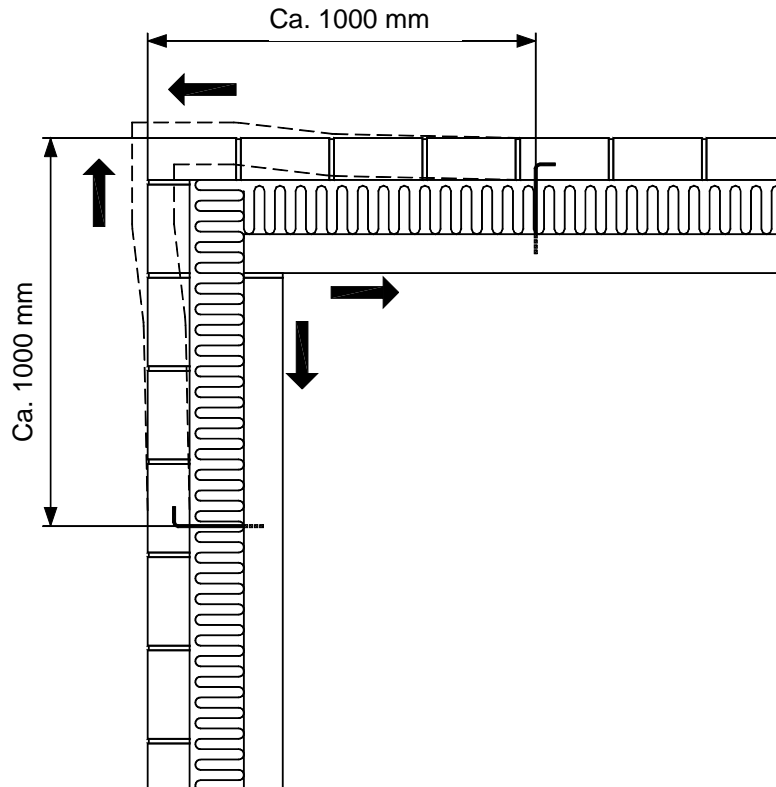
Udførelse af murhjørner

Ved hjørner vil to formure trykke hinanden udad ved udadgående hjørner og indad ved indadgående hjørner, når de forlænges om sommeren.

Denne tvangsflytning af det lodrette hjørne skal optages af murfeltet mellem hjørnet og den første binderkolonne. Er afstanden mellem hjørnet og den første binderkolonne lille, risikerer formuren at knække under dannelse af en lodret revne i hjørnet.

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

I vægfelter med større længde end ca. 7 m kan de lodrette revner i hjørner undgås ved at holde en afstand på ca. 1 m til første binderkolonne eller ved at indlægge en lodret dilatationsfuge i hjørnet eller i nærheden af denne.



Revnedannelse i hjørnerne kan normalt undgås ved at placere murbinderne mellem for- og bagmuren i ca. 1 m afstand til hjørnet.

Tegltage

Tegltagsten - tekniske data

Betegnelse:	Tagsten betegnes efter form, formgivning og farve.
Form:	Uden fals: Vingetagsten og bæverhaler. Med fals: Falstagsten. Med dobbeltfals: K21 (produceres ikke mere).
Formgivning:	Vingetagsten og bæverhaler fås både maskin- og håndstrøgne.
Farve:	Røde, gule, brune, blådæmpede samt glaserede.
Lægteafstand:	Leverandøren angiver lægteafstand.
Rumvægt:	1750-1950 kg/m ³ .
Taghældninger:	Der henvises til: Tegl 36, Oplægning af tegltage, samt leverandørens anvisning.

Særlige tagstensformer

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

Arbejdsudførelse

Se Tegl 36, Oplægning af tegltage samt leverandørens anvisning.

Materialeforbrug:

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

Oplægning af tagsten

Spærhældning

Af hensyn til tagfladens tæthed, holdbarhed og udseende skal følgende regler nøje overholdes:

Generelt anbefaler teglindustrien, at tagsten oplægges på vandtæt undertag.
For alle tagstentyper oplagt på vandtæt undertag skal spærhældningen mindst være 25° (1:2,1); for bæverhaler dog mindst 30° (1:1,7).

Tegltage med mindre hældning end 25° må kun udføres efter aftale med producenten.

For tagsten oplagt til understrygning skal spærhældningen mindst være 35° (1:1,4) for falstagsten og mindst 40° (1:1,2) for vingetagsten, og ønsker man et tag med understrygning skal leverandøren kontaktes.

På vandtæt undertag kan alle typer tagsten anvendes.

Undertage

Oplægning af tegltage sker i dag på et tæt undertag.

Undertagene kan f.eks. opdeles i:

1. Tagpap på brædder eller vandfast krydsfinér.
2. Plader, f.eks. hårde træfiberplader, gipsplader, vandfast krydsfiner o.lign., lagt fra spær til spær med overlæg.
3. Fritspændende banevarer, f.eks. bitumenbaserede banevarer, armeret plastfolie eller fiberduge.

Endvidere opdeles undertage i diffusionstætte og diffusionsåbne undertage.

Funktionskrav til undertage

Undertage til tegltagsten skal vælges ud fra de brugsmæssige egenskaber som f.eks. robusthed, vandtæthed, UV-bestandighed mv.

Undertage til tegltagsten skal vælges ud fra kravene i byggeblad nr. 22, Valg af undertage, udgivet af TOP, Træbranchens Oplysningsråd.

Hvilke krav der stilles til undertage under tegltagsten kan bl.a. ses af efterfølgende tabeller, der er et uddrag af klassificeringsskemaer fra byggeblad nr. 22, Valg af undertage, udgivet af TOP:

Table 1. Klassifikation af undertagsmaterialer.

Det er en forudsætning, at der udover nedenstående foreligger det nødvendige tilbehør til oplægning og udførelse af detaljer, samt at tilbehøret er tilpasset til undertagsmaterialet.

Forudsætninger¹⁾

Der skal foreligge dokumentation for materialets brugsmæssige egenskaber, f.eks. vandtæthed, ingen telteffekt, dimensionsstabilitet, UV-bestandighed, robusthed og kemisk resistens. Diffusionsåbne materiale skal have en Z-værdi mindre end 3 GPa s m²/kg.

Klasse Kriterier¹⁾

- | | |
|---|--|
| 1 | Materialet har yderligere på grundlag af erfaringer vist, at det har mange års levetid, og at det om nødvendigt kan fungere som selvstændig tagdækning. Den egentlige tagdækning kan derfor primært vælges af hensyn til udseende (bygningsskarakter). |
| 2 | Der skal yderligere foreligge oplysninger om, at materialet forventes at have en levetid på mindst 50 år. Der skal være længere tids praktisk erfaring med brugen af materialet. |
| 3 | Der skal yderligere foreligge oplysninger om, at materialet forventes at have en levetid på mindst 30 år. Der skal være nogen tids praktisk erfaring med brugen af materialet. |
| 4 | Der foreligger ingen oplysninger fra prøvning og vurdering af materialets forventede levetid. |
-

¹⁾ Oplysninger vedrørende materialeegenskaber og forventede levetider kan enten foreligge i form af erfaringer fra mange års tilfredsstillende brug under de forventede brugsforhold eller være resultater af afprøvninger og vurderinger på uvildige institutter.

Hvis den forventede levetid er baseret på prøvninger og efterfølgende vurdering, bør prøvningen være baseret på en vurdering af de fremtidige brugsforhold, svarende til typiske danske forhold. Bemærk, at en forventet levetid ikke er ensbetydende med, at materialet under alle brugsforhold vil kunne opnå en levetid af denne længde.

Tabel 2. Valg af undertagsmaterialer til forskellige tagdækninger og taghældninger.

Hvor der er stor og gentagen påvirkning, f.eks. ved udsat beliggenhed, vælges en bedre klasse end angivet i tabellen. En streg i tabellen betyder, at et undertag ikke er nødvendigt.

Tagdækning	Taghældning, mindst	Laveste undertagsklasse	Forbehold
Tegl			
Vingetagsten	25°	3 ²⁾	1) Bør kun anvendes, hvor det er muligt at foretage udbedring af understrygningen
Vingetagsten, S-formet	25°	3 ²⁾	
Vingetagsten med understrygning ¹⁾	40°	-	2) Ved lave taghældninger og ved tagsten med små overlæg skal undertagsmaterialet i hele levetiden kunne tåle UV-lys samt stor og gentagen vandpåvirkning
Falstagsten	25°	3 ³⁾	
Falstagsten med understrygning ¹⁾	35°	-	
Falstagsten med tætningssystem	25°	-	
Bæverhaler	30°	3 ²⁾	3) Hvor påvirkningen på undertaget er lille, kan der vælges et undertag fra en klasse under den anførte

Oplægning af undertage skal udføres i henhold til producenternes anvisninger samt i henhold til TOP's byggeblade nr. 21, 22, 23, 24 og 25.

Oplægningen udføres endvidere i henhold til BYG-ERFA erfaringsbladene:

- 971124, Undertage, Opbygning, materialer og projektering
- 971125, Undertage, Udførelse og detaljer
- 970422, Blafrende undertage af banevarer

Oplægning

Der skal være afstandslister, tykkelse mindst 25 mm under vingetagsten og mindst 34 mm under falstagsten, mellem spær og lægter.

På tagfladen skal afstanden overalt mellem undertaget og lægternes underside være mindst 25 mm henholdsvis 34 mm.

Kravet tilgodeser følgende 3 funktioner:

1. Plantedele og lignende, der med vinden føres ind på undertaget, skal frit kunne føres til tagrenden.
2. Ventilation af hulrum mellem undertag og tegltagsten.
3. Montering af tagstensbinder.

Før oplægning af tagsten påbegyndes skal mureren sikre:

- at der til tage med falstagsten er anvendt mindst 34 mm tykke afstandslisters mellem undertag og lægter,
- at der til tage med andre tagstensmodeller er anvendt mindst 25 mm tykke afstandslisters mellem undertag og lægter.

Endvidere bør mureren efterse, at undertaget ikke er beskadiget inden oplægningen påbegyndes. Er undertaget beskadiget gives der meddelelse herom til tilsynet, som kan foranledige, at hullerne tætnes.

Tagsten oplægges efter anvisningerne i Tegl 36, Oplægning af tegltage samt leverandørens anvisninger.

Stenene oplægges fra højre mod venstre.

Dækbredden og lægteafstanden opgives af producenten, eller afstandene findes ved en prøveoplægning. En god regel er indledningsvis at afsætte øverste og nederste række tagsten vha. mållægter.

Stenene rettes ind efter snor eller bræt. Overlægget i faldretningen bestemmes af lægteafstanden. Dækbredden bestemmes for vingetagsten af de skrå afskæringer, idet der ved disse skal være så lidt luft som muligt.

Ved oplægning af de store vingetagstentyper kræves en særlig omhyggelig overholdelse af dækbredde og lægteafstand, afstandene må gerne reduceres, men *ikke* øges.

Stenene skal falde sammen og ligge tæt sammen ved de skrå hjørneafskæringer. Under oplægningen kan det ske, at enkelte sten skal "nakkes", dvs. der hugges noget af den øverste skrå hjørneafskæring for at stenene kan være der.

For falstagsten gælder, at stenene skal passe sammen, således at ribberne falder ind i hinanden, som fer og not. Producentens vejledning skal følges.

Binding

Der må kun anvendes den type tagstensbindere, som er foreskrevet af tagstensleverandøren.

Tagstensbindere skal leveres sammen med tagstenene.

Binding af tagsten sker under oplægningen. Undtagelsesvis kan sten oplagt til understrykning bindes, når understrykningen er foretaget.

Mindst hver 3. sten skal bindes. De bundne sten skal være jævnt fordelt over tagfladen, diagonalbinding som vist på figur A og B. Ved at binde stenene diagonalt, hvor diagonalen går nedefra fra højre mod venstre, opnår man at hver enkelt sten fastholdes i tagfladen.

Ved binding, hvor diagonalen ikke går nedefra fra højre mod venstre skal mindst hver anden sten bindes.

Begge metoder - hvor enten hver 3. sten bindes diagonalt korrekt, eller hvor hver 2. sten bindes - kan anvendes, og der er valgfrihed mellem hvilken metode, der anvendes.

Herudover skal alle sten bindes i nederste eller næstnederste "vandrette" række ved tagrenden og i yderste række ved gavl og alle sten langs skotrender, omkring ovenlys og ved gennembrydninger i tagfladen.

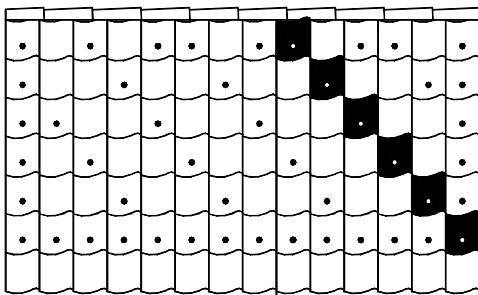
På tage med særlig udsat beliggenhed og specielle konstruktioner bør erfaringsmæssigt flere sten end hver 3. bindes. For eksempel skal samtlige sten bindes på mansardtage, og ved vestkysten er reglen den, at mindst hver anden sten bindes. I særlige tilfælde kan det være nødvendigt at skrue stenene fast.

Det skal af den projekterende vurderes, om taget har en særlig udsat beliggenhed ud fra

- bygningens beliggenhed (terrænklasse)
- bygningens udformning
- lokale vind- og turbulensforhold.

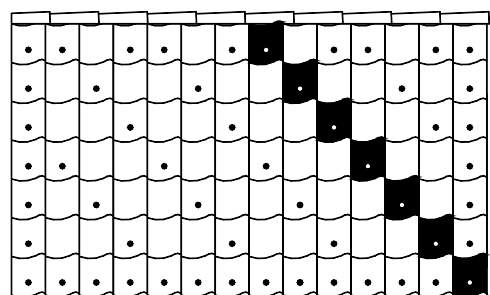
Generelt skal man være opmærksom på, at tagsten og binder følges ad. Det vil sige, at producenten leverer både tagsten og binder, idet binderen er udformet og tilpasset til de enkelte tagstentyper og lægtedimensionen.

Ved større lægtedimensioner skal der anvendes specielle bindere.



Figur A. Vingetagsten

Placering af JP-tagstensbindere



Figur B. Falstagsten

Placering af bindere:
krampe/klemmer/sidefalsbindere

Understrygning

Til understrygning anvendes så lidt mørtel som muligt, og en af følgende mørtler skal anvendes:

Enten en hydraulisk kalkmørtel KK_h 50/50/575, 2 dele kulekalk, 1 del jurakalk og 9 dele sand (efter rumfang). Mørtlen kan eventuelt iblandes fæhår (ca. 4 liter pr. 80 liter mørtel) eller kalkcementmørtel KC 60/40/850.

Dersom understrygningsmørtlen - uanset arten - ikke er smidig nok, bør konsistensen forbedres ved yderligere bearbejdning, om nødvendigt ved aktivering. Understrygningen foretages bedst i gråvej, og når tagstenene er fugtige, så mørtlen får gunstige hærdningsbetingelser. Om fornødent må tagstenene fugtes før understrygningen, men de må ikke være blanke af vand, når understrygningen foretages.

Over gavlmur, hvor tagstenene ikke kan understryges, henlægges de i mørtel KC 35/65/650 eller en stærkere mørtel afhængig af miljøpåvirkningen.

Arbejdet må ikke foretages på tidspunkter, hvor der kan forventes frost.

Forbehold: Da ikke alle tagstenstyper er egnede til understrygning, skal eventuel understrygning godkendes af producenten.

Ventilation

Tage skal være konstrueret og udført på en sådan måde, at der ikke opstår skadelig kondensation i tagkonstruktioner eller på indvendige overflader.

Diffusionstæt undertag

For at der ikke skal opstå skadelig kondensation i ventilerede tage, hvori der anvendes diffusionstætte undertage, skal tagrummet ventileres.

Dette kan ske ved at etablere ventilationsåbninger med et samlet areal på mindst 1/500 af bygningens grundareal. Arealet skal fordeles med mindst 1/1000 ved kip og 1/1000 ved tagfod, jævnt fordelt over tagfladerne.

Se endvidere Bygningsreglement BR 95 og SBI-anvisning 178, Bygningers fugtisolering.

Under vingetagsten kan der eventuelt etableres ventilationsstudse i undertaget, når der er anbragt en dampspærre mod underliggende, opvarmede rum, såfremt det sikres, at der er mindst 25 mm fri luftspalte under rygningen.

Under falstagsten må der ikke etableres ventilationsstudse i undertaget. Ventilationsluften fra tagrummet her skal ledes direkte ud til det fri.

Ventilering af hulrum mellem undertag og tagsten

For alle tagstenstyper skal der i hver tagflade være ventilationsåbninger ved såvel tagfod som kip svarende til en mindst 15 mm fri gennemgående spalte hvert sted ved en husbredde på 8 m og derunder. Ved større husbredder øges ventilationsspaltens bredde proportionalt med den øgede husbredde.

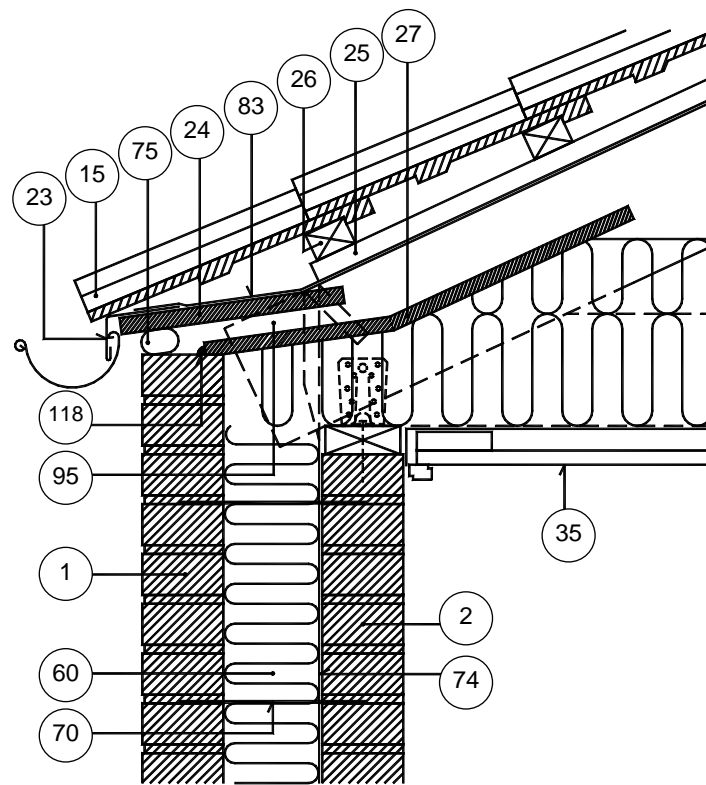
Hvor tagstenenes profil ikke giver et tilstrækkeligt ventilationsareal ved tagfoden kan dette f.eks. opnås ved at montere en præfabrikeret ventilationsliste mellem tagsten og fodblik.

Ved kippen kan det ske via mørtelfrie rygninger, ventilationsrygningssten eller tudtagsten.

For tage med vingetagsten og rygninger lagt i mørtel kan ventilation ved rygningen dog regnes at være i orden, uden at der indlægges tudtagsten.

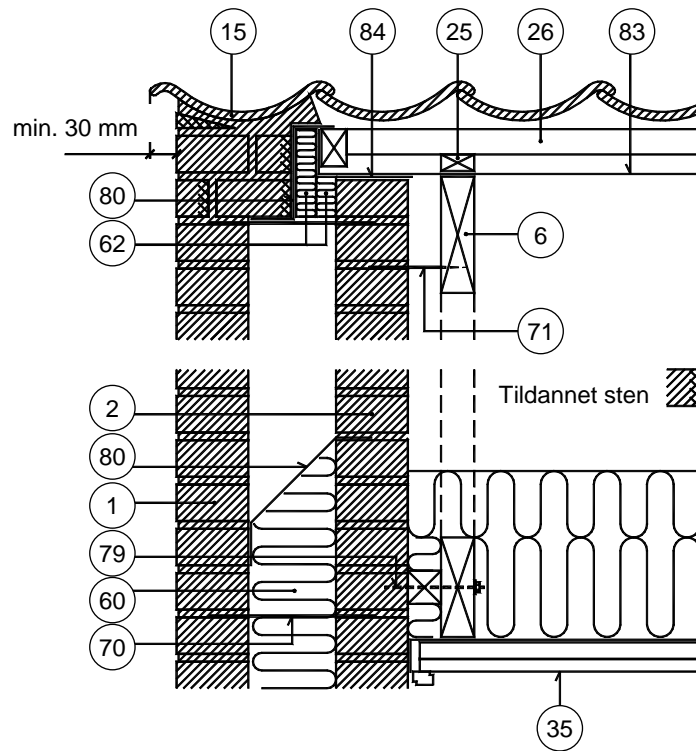
I tage med falstagsten **skal** rygninger og grater altid lægges mørtelfrie.

Bemærk, at et fuglegitter nedsætter ventilationsarealet med mindst 50%. Ved projekteringen af ventilationsarealet skal der tages højde for dette.



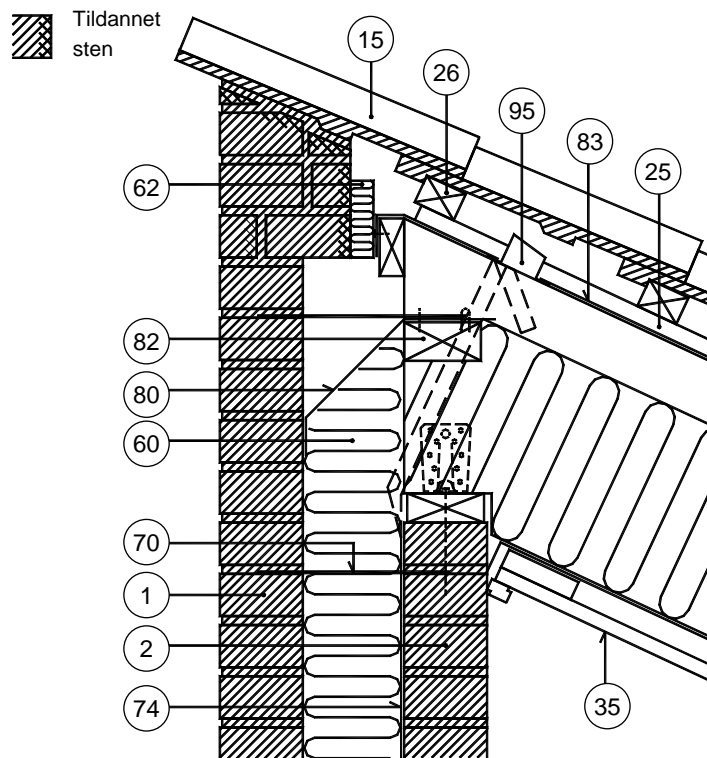
Tagfod (lodret snit)

- | | | | |
|----|---|-----|-----------------------|
| 1 | Tegl i formur | 35 | Loft |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 15 | Tegltagsten | 70 | Trådbinder |
| 23 | Fodblik | 74 | Forankring af tagværk |
| 24 | Brædder/vandfast krydsfiner | 75 | Snefangsrør |
| 25 | Afstandsliste (25/34 mm for vinge-/falstagsten) | 83 | Undertag |
| 26 | Lægte | 95 | Ventilation |
| 27 | Vandfast krydsfiner eller tilsvarende | 118 | Elastisk fuge |



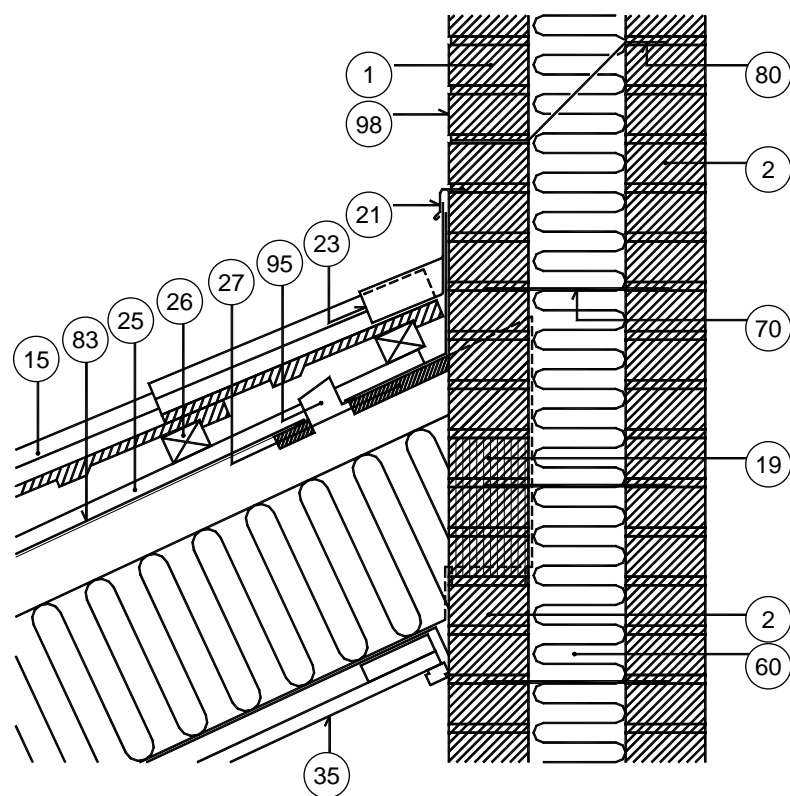
Gavl (lodret snit)

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Tegl i formur | 62 | Trykfast isolering |
| 2 | Tegl i bagmur | 70 | Trådbinder |
| 6 | Spær | 71 | Trådbinder, indboret |
| 15 | Tegltagsten | 79 | Indboret muranker, fastholdt i bjælkelag |
| 25 | Afstandsliste (25/34 mm for vinge-/falstagsten) | 80 | Fugtspærre |
| 26 | Lægte | 83 | Undertag |
| 35 | Loft | 84 | Svær asfaltpap |
| 60 | Isolering | | |



Tilslutning/tagfod (lodret snit)

- | | | | |
|----|---|----|-----------------------|
| 1 | Tegl i formur | 35 | Loft |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 15 | Vingetegltagsten (øverste række af topsten) | 62 | Trykfast isolering |
| 25 | Afstandsliste (25 mm for vingetagsten) | 70 | Trådbinder |
| 26 | Lægte | 74 | Forankring af tagværk |
| 28 | Vandret forankringspost mellem spær | 80 | Fugtspærre |
| | | 82 | |
| | | 83 | Undertag |
| | | 95 | Ventilation |



Tilslutning (lodret snit)

- | | | | |
|----|---|----|---------------------|
| 1 | Tegl i formur | 27 | Vandfast krydsfiner |
| 2 | Tegl i bagmur | 35 | Loft |
| 15 | Vingetegltagsten | 60 | Isolering |
| 19 | Isolerende byggesten | 70 | Trådbinder |
| 21 | Løskant | 80 | Fugtspærre |
| 23 | Bly | 83 | Undertag |
| 25 | Afstandsliste (25 mm
for vingetagsten) | 95 | Ventilation |
| 26 | Lægte | 98 | Åbne studsfulger |

Tagdetaljer

Rygninger og grater i mørtel

For at opnå et smukt resultat skal man sortere og udmåle (fordele rygningstenene), inden de oplægges.

Stenene udlægges på et plant underlag efter gratens eller rygningens længde og fordeles med et passende ensartet overlæg.

Dette markeres nu med en streg på tværs af stenene ved hvert overlæg, midten af stenen markeres i for- og bagkant.

Ved oplægningen er det nu nemt at fordele stenene over de streger, der blev afsat på tværs, og på langs lægges stenene mht. retningen efter en snor på midten.

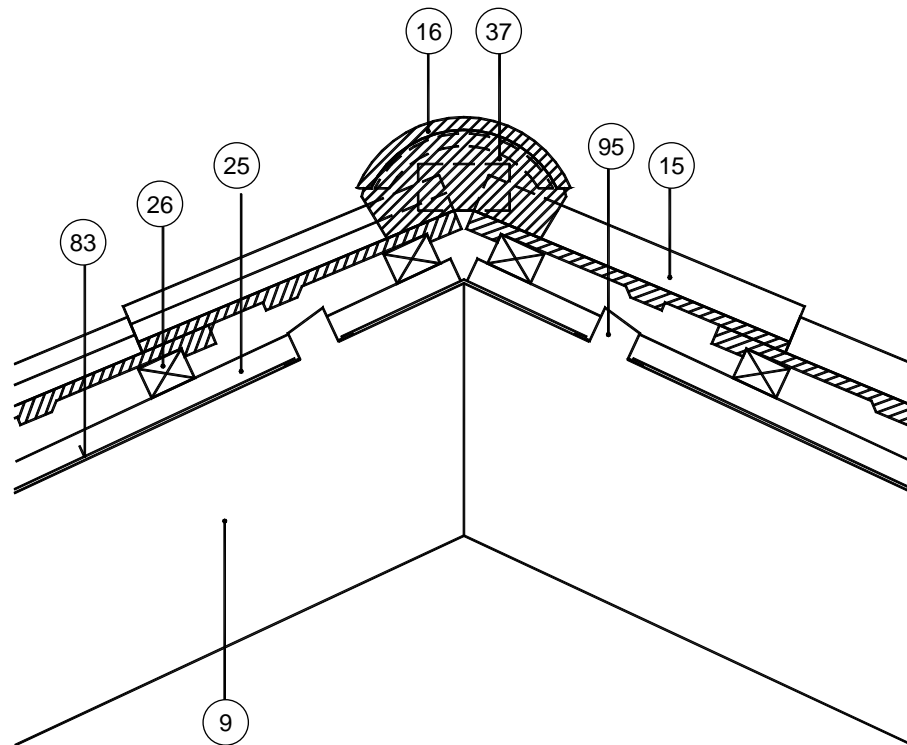
Bemærk: I tage med falstagsten **skal** rygninger og grater altid lægges mørtelfrie.

På tage af bæverhaler, eller vingetagsten anbefales følgende fremgangsmåde:

1. Rygningsstenene lægges ud med undersiden opad og spules rene med en kraftig vandstråle.
2. Inden stenene når at tørre, svømmes undersiden overalt med en mørtel af cement og groft sand i blandingsforholdet 1:3, og svummelaget skal derefter hærde uden tørring i mindst 1 døgn. Stenene må altså ikke lægges op dagen efter svumningen. Pas på, at svummemørtlen ikke kommer ud på oversiden af stenene, da det er meget vanskeligt at få fladen ren igen.
3. Renden mellem lægterne i kippen lukkes ved indlægning af murstensstumper (fortrinsvis petringer). Over murstensstumperne opfyldes med mørtel til sådan en højde, at der bliver plads til så meget henlægningsmørtel, at rygningstenen trykkes på plads deri og at der bliver udfyldt helt med mørtel. Det skal sikres, at der er mindst 25 mm fri ventilationsspalte under rygningen. I grater sikres denne min. 25 mm frie ventilationsspalte ved at montere en bane bitumenpap oven på lægterne under den mørtel stenene lægges i. Paplaget udlægges stramt og fastholdes til lægterne med papsøm eller lignende.
4. Rygningsstenene lægges i mørtel KC 35/65/650 i moderat miljøklasse. Se afsnittet om Mørtelvalg. Stenen skal trykkes så langt ned, at fugetykkelsen i overlapningen bliver den mindst mulige.
5. Mørtlen renskæres et par timer efter oplægningen. Hvis der skal efterfyldes, skal der anvendes samme mørtel, som den rygningen blev lagt i, og arbejdet skal udføres hurtigst muligt, og i hvert fald samme dag.

De frie mørtelflader på siderne skal stå med en let skråning indad, og såvel de langsgående kanter på stenene som de buede kanter ved overlapningen skal renskæres effektivt, så det forhindres, at der ledes vand ind i mørtelpuden. Når dette arbejde er afsluttet, bør stenene dækkes med våde sække, hvis der er fare for hurtig udtørring.

Arbejdet bør ikke udføres i regnvejr eller i perioder, hvor der kan forventes frost.



Rygning i mørtel (lodret snit)

9	Spærhoved	26	Lægte
15	Vingetegtagsten	37	Mørtelpude med indmurede murstensstumper
16	Rygningssten	83	Undertag
25	Afstandsliste (25 mm for vingetegtagsten)	95	Ventilation

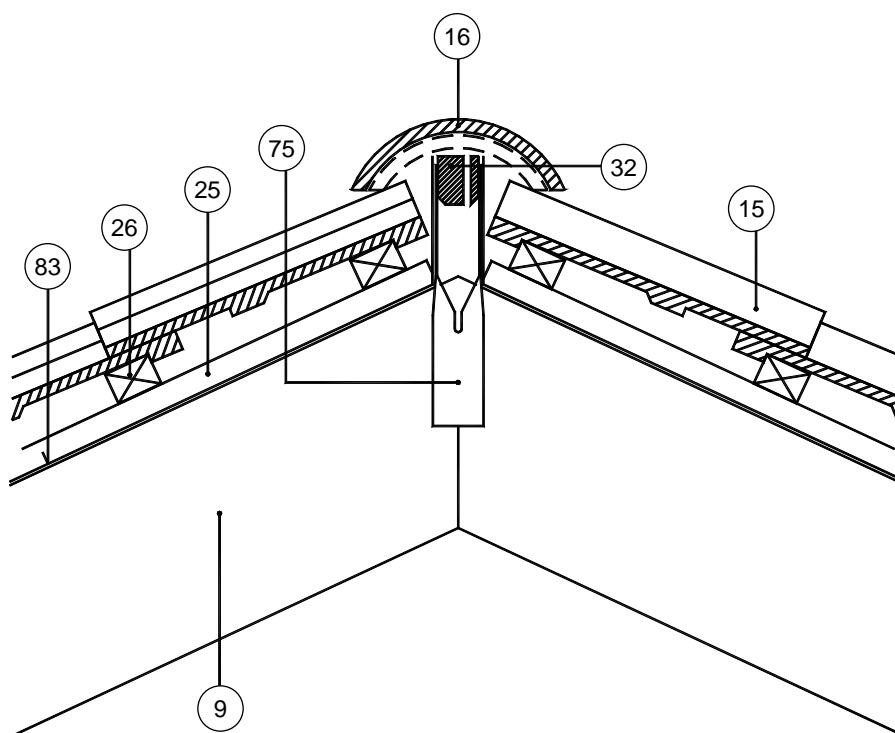
Lægning af rygning uden mørtel

Hvor undertaget i kippen giver den nødvendige tæthed, kan rygningen udføres mørtelfri. Oplægningen bliver derved hurtigere og billigere, kan udføres i frostvejr, og rygningen er stort set vedligeholdelsesfri. Der anbringes et specielt beslag for fastholdelse af en topplanke - en ventilationsplanke

Snit i mørtelfri rygning

Principtegningen viser en ventilationsplanke monteret i et gaffelankerbeslag (taghældning 25-35°. Der findes også et slankt topplankebeslag (taghældning $\geq 35^\circ$), hvor undertaget bøjes indad mod kippen af hensyn til plads for nakkeknaften på de to øverste rækker tagsten.

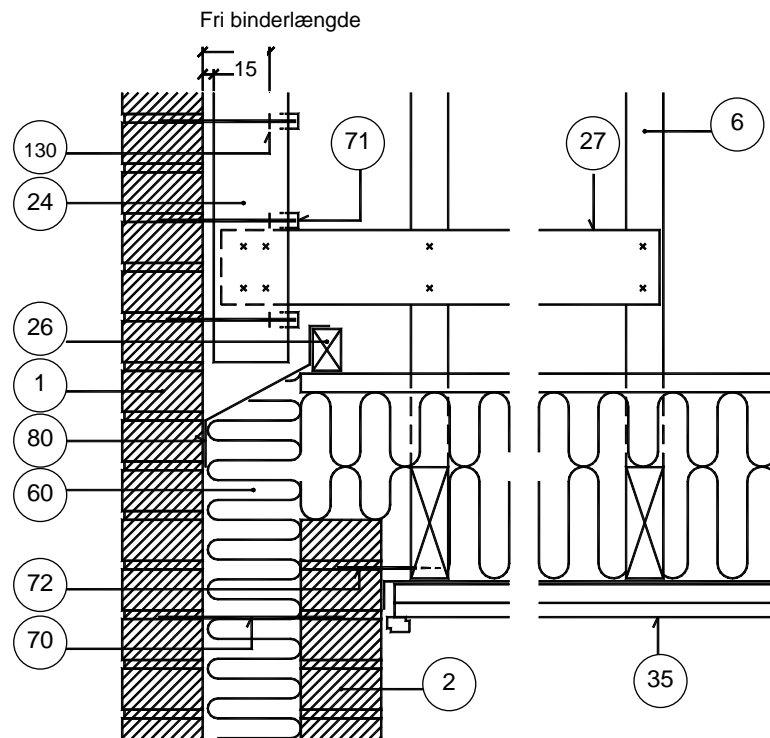
Andre rygningstyper, se Tegl 36, eller producentens vejledning.



Rygning, mørtelfri (lodret snit)

- | | | | |
|----|---|----|--------------------|
| 9 | Spærhoved | 26 | Lægte |
| 15 | Tegltagsten, øverste tegltagsten er en topsten | 32 | Ventilationsplanke |
| 16 | Rygningssten | 75 | Gaffelankerbeslag |
| 25 | Afstandsliste (25/34 mm for vinge-/falstagsten) | 83 | Undertag |

Forankring af 1/2-stens gavl. 1/2-stens gavl anbefales kun når murværket er beskyttet af et tagudhæng på min. 30 cm.



Gavl (lodret snit)

- | | | | |
|----|--|-----|-----------------------------------|
| 1 | Tegl i formur | 35 | Loft |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 6 | Spær | 70 | Trådbinder |
| 24 | Bræt, 25×100 mm, forankres til spær ved fastgørelse til 27 | 71 | Trådbinder, sømmes fast i brættet |
| 26 | Lægte | 80 | Trådbinder, indboret |
| 27 | Bræt placeres under spærhoved og forankres til spær | 130 | Fugtspærre Forankringspunkt |

Overfladebehandling

Generelle forhold

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

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

Det er ikke muligt præcist at angive, hvornår vandindholdet i nyopført murværk er ca. 3 vægtprocent, men normalt kan overfladebehandlingen først udføres 1-4 måneder efter opmuringen (afhængig af vejrlig og fugning). Udtørringstiden bliver kortere, hvis murværket afdækkes mod nedbør under opførelsen.

Overfladebehandling af murværk udføres bedst i forårs- og sommermånederne, med mindre murværket sikres mod frostpåvirkning gennem vinterforanstaltninger. Som nævnt forlænges udtørringsperioden, hvis der er stort vandindhold i murværket, når behandling foretages, og risikoen for frostskafer øges, hvis overfladebehandling udføres i efterårs- og vintermånederne.

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

Underlaget skal altid forvandes, men der er ikke bestemte regler for hvor kraftigt og hvor længe, der skal vandes. Det afhænger af luftens temperatur, fugtighed, vindforhold, mørteltype og underlagets evne til at suge.

Formålet med at vande er at nedsætte, men ikke ophæve sugsevnen. Hvis underlaget suger for kraftigt, vil det suge vandet ud af mørtlen så hurtigt, at det forringer vedhæftningen. Et for fugtigt underlag kan også give dårlig vedhæftning, fordi sugsevnen bliver for lille.

Murværk, der skal overfladebehandles, inddeles i afgrænsede felter, der færdiggøres 'vådt i vådt'. Dette sikrer, at den færdige overflade fremtræder ensartet og uden iøjnefaldende skel.

Afgrænsninger kan eksempelvis placeres ved hjørner, bag tagedløb, gesimsbånd, dilatationsfuger, vinduesfalse mv.

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

Ny overfladebehandling skal beskyttes mod hurtig udtørring, slagregn samt naturligtvis mod frost, indtil tilstrækkelig hærkning har fundet sted. For hurtig udtørring kan medføre, at der opstår revner.

De bedste resultat opnås, hvis stilladset dækkes ind eller hvis overfladebehandlingen holdes fugtig, typisk de første 1-2 uger efter behandlingen er udført.

Vandforstøvning kan med fordel bruges.

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

Hydratkalk (calciumhydroxyd) er delvist opløselig i vand indtil hærkning har fundet sted ved reaktion med CO_2 , hvilket først sker, når murværket har et fugtindhold på under ca. 7 vægtprocent.

Det er nødvendigt at træffe foranstaltninger til at bortlede evt. regnvand, så facaden ikke vandbelastes unødigt under opførelsen. Der skal være monteret tagrender, og vand fra tagfladerne må ikke opfugte murværket.

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

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

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

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

Kvalitetssikring

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

- *Produkter*
Der bør udføres modtagekontrol af mursten og fabriksfremstillet mørtel samt kontrol af pladsfremstillet mørtel jf. DS-414 samt evt. CE-mærkning.
- *Overflade af murværk*
Før udførelsen af overfladebehandling bør murværkets overflade kontrolleres og godkendes, således at den svarer til forskrifterne for den valgte overfladebehandling, f.eks. fyldte fuger helt frem til murstenenes forkant.
- *Udførelseskontrol*
Foreligger der ikke anden beskrivelse af udførelseskontrol, bør der som minimum foretages kontrol af udførelsen svarende til den valgte overfladebehandling.

Pudsning

Udvendig

2-lags opbygning

Forbehandling

Underlagets forbehandling spiller en lige så stor rolle som mørtellagenes sammensætning.

Underlaget skal være nogenlunde jævnt, rent og have en svag sugeevne. Fremspringende grater, udragende jernender, søm og lignende fjernes. Grove fordybninger udfyldes enten ved indmuring af teglstykker eller med mørtel alene.

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

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

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

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

Udkast

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

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. Tyndgrundning koster på underbunden med en kost.

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

Grovpuds

Grovpudset har som hovedopgave at udfylde underlagets fordybninger og gøre fladen plan. Grovpudslaget bliver derfor langt det tykkeste af de tre lag, og får derfor hovedparten af ansvaret for væggens beskyttelse mod alle de påvirkninger, den kan komme ud for.

Grovpudset skal tillige - sammen med grundingslaget - regulere afsugningen af slutpudset, således at det får en ensartet struktur og farve. Grundingslag og grovpuds kaldes samlet for underpuds.

Grovpudslagets mørtel kan trækkes, kastes eller sprøjtes på, og udføres normalt i en tykkelse på 10-15 mm. Grovpudslagets overflade skal være plan.

Sandet i grovpudsmørtlerne skal helst være groft med korn op til 4 mm i tværmål; de groveste korn bør dog ikke have tværmål, der ligger over halvdelen af pudslagets tykkelse.

3-lags opbygning

De første 2 lag - udkast og grovpuds - udføres som beskrevet ovenfor under 2-lags opbygning, dog skal grovpudsmørtlen indeholde tilslagsmaterialer med større kornstørrelser.

Når der påføres flere lag mørtel efter hinanden, skal kornstørrelse og indhold af bindemiddel være faldende i lagene udefter.

Det tredje og sidste lag mørtel, slutpudsen, kan påføres som indfarvet mørtel, se afsnit om pudsning med farvet mørtel.

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

Pudsning med farvet mørtel

Pudsning med farvet mørtel udføres bedst som 3-lags opbygning. Valg af farve bør foretages med stor hensyntagen til omgivelserne, og beslutningen bør træffes ud fra påførte, udtørrede farveprøver.

Ved brug af færdigt indfarvede mørtler til både grovpuds og tyndpuds henvises til fabrikantens vejledning.

Indvendig

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

Finpuds

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

Finpudslagets mørtel trækkes i reglen på med stålbræt.

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

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

Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag

Overfladebehandling med tyndt mørtellag kan defineres som ”finpuds”, der påføres direkte på underlaget - eksempelvis murværk - således at dettes overfladekarakter bibeholdes.

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

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

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

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

- vandskuring
- sækkeskuring
- filtsning
- svumning
- berapning

Tyndpuds er en anden form for overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag. Tyndpuds kendetegnes ved, at mørtel - ofte indfarvet mørtel - trækkes på murværket i et tyndt, dækkende lag, svarende til en maksimal lagtykkelse på ca. 1½ mm.

Efterfølgende krav til overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag bør overholdes:

- Påførsel af et tyndt mørtellag på murværk i aggressiv miljøklasse frarådes, medmindre en vis form for løbende vedligehold accepteres.
- Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag på udvendigt murværk må tidligst udføres 1-4 måneder (afhængig af vejrlig) efter opmuring (og fugning).
- Vandindholdet i udvendigt murværk må max. være ca. 3 vægt%.
- Påførsel af et tyndt mørtellag på udvendigt murværk må kun foretages i forårs- og sommermånederne og helst om foråret, idet bedste hærdebetingelser for mørtlen forekommer her.
- Påførsel af et tyndt mørtellag må ikke udføres i direkte sol.
- Fuld hærkning af overfladebehandlingen skal være opnået inden risiko for frost indtræder.

Underlag - generelle forhold

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

Murværket skal opføres som blankt facademurværk. Mørtelfugerne skal udfyldes med mørtel helt frem til stenenes forkant. Dette er vigtigt, da der ellers let opstår revner langs stankanterne, og da især hvis der anvendes en cementrig mørtel, og hvis der sker en hurtig udtørring.

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

Hvis murværket er stærkt sugende forvandes der inden mørtlen påføres.

Vandskuring

Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Den maksimale lagtykkelse må ikke komme over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm.

Straks efter påføringen skrubes overskydende mørtel af med ske eller stålbræt. Herefter skures med fladen af en våd mursten, der jævnlige dyppes i vand.

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

Sækkeskuring

Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Den maksimale lagtykkelse må ikke komme over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm.

Straks efter påføringen skrubes overskydende mørtel af med ske eller stålbræt. Herefter skures med en tør sæk.

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

Filtsning

Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Den maksimale lagtykkelse må ikke komme over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm.

Straks efter påføringen skrubes overskydende mørtel af med ske eller stålbræt. Herefter filtses med et pudsebræt, hvorpå der er påklæbet hårdt filt.

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

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

Tyndpuds

Tyndpuds er betegnelsen for et tyndt - oftest farvet - og heldækkende pudslag udført med fabriksfremstillet mørtel. Tyndpudsen kan påføres, når murværkets overflade efter forvanding er matfugtig og svagt sugende.

En korrekt forvanding beror på kendskab til underlagets sugeevne og udtøringsforholdene i øvrigt. Forvandingen skal foregå kontinuerligt i takt med pudsearbejdet.

Tyndpudsmørtel blandes efter producentens anvisning. Vandtilsætning og blandetiden skal være ens fra blanding til blanding for at undgå farveforskelle. Farvet tyndpudsmørtel skal normalt bruges inden ca. 60 minutter efter blanding (se producentens anvisning). Der må ikke genoprøres med ekstra vand. Det anbefales, at anvende farvede tyndpudsprodukter med samme produktionsdato på stemplet emballagen.

Ensartet vandtilsætning og blandetid af mørtlen er en forudsætning for et vellykket resultat.

Mørtlen trækkes på underlaget med stålbræt i et jævnt heldækkende ensartet lag på ca. 1,5 mm. Maksimalt 3 mm over fuger og lokale ujævnheder.

Herefter filtses med filtsebræt med brug af så lidt vand som muligt. Der sammenfiltses til en jævn og ensartet overflade. Det er vigtigt, at der overalt anvendes samme arbejdsteknik samt at vandtilsætning, blandetid, vandmængde på filtsebræt og lagtykkelse er ensartet.

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

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

Udførelse – generelle forhold

Vandskuring, sækkeskuring, filtsning og tyndpuds kan udføres i passivt og moderat miljø.

Udførelse i aggressivt miljø frarådes, medmindre en vis form for løbende vedligehold accepteres.

Ved overfladebehandling inddeles murværket i naturligt afgrænsede felter, der færdiggøres ”vådt i vådt”. Dette er for at sikre, at murværket i færdig tilstand fremtræder ensartet og uden iøjnefaldende skel.

Naturlige afgrænsninger er eksempelvis hjørner, bag tagedløb, gesimsbånd, dilatationsfuger mv.

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

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

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

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

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

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

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

Berapning

Berapning er ikke egnet til udvendigt murværk.

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

Til slut koster overfladen med en tør græskost.

Svumning

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

Farvet puds

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

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

Det anvendte farvestof må ikke reagere med mørtlens bindemiddel, og det bør ikke være opløseligt i vand. Endvidere skal farvestoffet være lysægte, mat, kalk- og cementbestandigt (alkalifast) og må ikke i væsentligt omfang indeholde vandopløselige salte.

Der må ikke anvendes jernvitriol som farvestof tilsat mørtlen, idet dette farvestof virker retarderende på mørtlens hærdning.

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

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

Ofte opnås det bedste resultat, når murværket grundes, før det bliver pudset med farvet puds. Et sådant grundingslag har til formål dels at gøre underlagets sugeevne ensartet, dels at sikre en god vedhæftning og ensartet lagtykkelse. Ved grunding påføres et tyndt mørtellag. Laget koster på, og mørtlens konsistens skal være således, at porerne efter kosten bliver stående.

Ved pudsningsarbejde med indfarvet mørtel kan der ofte forekomme farveforskelle - eksempelvis mellem sammenstødende felter. Pudslaget kan efter udtørring evt. lases med indfarvet kalkvand eller kalk til udligning af farveforskelle. Der anvendes samme type farvestof som i den indfarvede mørtel.

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

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

Kalkning

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

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

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

Kalkning udføres i perioder, hvor luftens fugtighed er høj. Det vil normalt sige forårs- og efterårsperioder uden for perioder med frost. Dette er vigtigt for kalkens hærdning. Kalken hærdner ved optagelse af kuldioxid fra luften, og denne optagelse sker kun mærkbart, når fugtindholdet i kalklaget er mellem ca. 0,5 og 7 vægt%.

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

Puds med højt cementindhold kan nedsætte kalkens vedhæftning.

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

Sandkalk:

1 rummål meget fint kvartssand

4 rummål vellagret kulekalk

3 rummål kalkvand,

der kan fortyndes med yderligere kalkvand.

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

Tilberedning af kalkvand:

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

Tilberedning af hvidtekalk (kalkmælk):

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

Udførelse af hvidkalkning/krav til underbund:

1. Vægfladen rengøres for løstsiddende materiale med almindelig kost og et skrabejern.
2. Der vandes med kost eller slange med strålespids, der kan indstilles til spredning. Ved kalkningen skal bunden være så fugtig, at der kan kalkes vådt i vådt, og således at der ikke bliver stød og striber i kalklaget. Ofte vil supplerende vanding være nødvendig løbende under arbejdet.
3. Nyt puds grundes med kalkvand.
4. Herefter kalkes med den tilberedte hvidtekalk.
Der kalkes til fuld dækning, hvilket for nyt puds i reglen vil sige 3-4 gange.
Der bør gå mindst ½-1 døgn mellem hver strygning.
5. Til slut stryges fladen med kalkvand.

Kalkningen skal udføres med en tynd blanding - tyndtflydende som mælk. Anvendelse af tykke blandinger medfører ofte afskalninger. Det er bedre at kalke flere gange med en tynd blanding end få gange med en tyk. Det har været en gammel regel, at kalkmælken skal være så tynd, at den kun efterlader et tyndt gennemsigtigt slør på neglen, når en finger har været dyppet ned i blandingen.

Endvidere er det vigtigt, at murværket bliver vandet, før der kalkes, og om nødvendigt imellem kalkblandingerne, når behandlingen gentages flere gange. Vandingen har til formål at sikre, at der kalkes vådt i vådt, og at underbunden er ensartet sugende under kalkbehandlingen. Dette skal medvirke til, at der bliver påført et ensartet tyndt lag, og at der ikke bliver striber i laget.

Indfarvet kalk

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

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

Farvepigmenterne udblødes i kalkvand i mindst et døgn før brug, tilsættes hvidtekalk i den ønskede dosering og påføres murværket som anført under kalkning.

Før den indfarvede hvidtekalk blandes, skal der altid udføres prøveblandinger og prøvestrygninger. Efter endt tørretid kan det afgøres om farverne passer, eller de skal ændres.

Når endelig farve er fundet, skal der altid blandes så meget, at blandingen rækker til en hel side, altså fra hjørne til hjørne hele vejen oppefra og ned.

Lasering med indfarvet kalkvand

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

Farvepigmenter udblødes i kalkvand mindst et døgn før brug.

Det anbefales at udføre prøver på den ønskede bund. Efter endt tørretid kan det afgøres om farverne passer, eller de skal ændres.

Lasering med indfarvet kalkvand skal gennemføres i skygge. Væggene fugtes, så indtrængningsdybden forbedres og således, at en kraftig udtørring undgås.

Arbejdet skal udføres i én arbejdsgang og afsluttes på steder, hvor man ikke kan se farveforskelle, f.eks. ved hjørner, muråbninger, tagnedløb, vandrette frem-spring eller lignende.

Lasering med indfarvet kalkvand kan endvidere tjene som bundfarve til en følgende kalkning med indfarvet kalk.

Maling

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

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

Murværkets vandindhold skal være det mindst mulige, når malingslaget påføres, og man må aldrig male umiddelbart efter opførelsen af murværket. I de fleste tilfælde bør malingen på nyt murværk udsættes i et år eller to.

Murværket må ikke kunne optage nævneværdige vandmængder, efter at malingslaget er påført, og det bør derfor sikres, at murværket er muret med fyldte fuger. I en ydermur, som skal males, stilles der større krav til murværkets tæthed mod slagregn end en ydermur, som ikke skal males.

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

Der findes et meget stort antal vidt forskellige facademalinger på markedet. Et ikke diffusionsåbent malingslag på udvendigt blankt murværk vil i mange tilfælde kunne fremkalde skader, som regel som følge af udskillelse af krystaller lige bag overfladen, hvorved ikke blot malingen, men også teglstenene kan skalle af, eller som følge af frost på tidspunkter, hvor vandindholdet i murværket er stort.

Imprægnering

Erfaringerne viser også, at siliconerne ganske rigtigt har stor vandafvisende virkning, så længe de er intakte, men med tiden slides de, eller nær overfladen nedbrydes de af ozon og ultraviolet lys.

Siliconebehandlet murværk patinerer anderledes end ikke behandlet murværk, og behandlede områder vil derfor i løbet af nogen tid skille sig ud fra ikke behandlede områder.

En eventuel imprægnering bør i forvejen godkendes af murstensleverandøren.

Fliseopsætning

Underlagets beskaffenhed

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.

I øvrigt henvises til Fliser, opsætning og lægning fra Forlaget Tegl.

Udlæg

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

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

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

Arbejdets udførelse med fliseklæb

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 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 180.

Teglgulve

Indvendige teglgulve

Underlag

I SBI-anvisning nr. 184, Bygningers energibehov, gives vejledning i udformning ved fundamenter og isolering af gulve.

Valg af golvsten/gulvklinker

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

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

Valg af lægningsmørtel og fugemørtel til gulve

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

Lægning

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

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

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

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

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

Dilatationsfugerne skal for det første indføres overalt, hvor belægningen afbrydes, dvs. langs væggene og ved søjler, fundamenter, afløbsriste og lignende. Dernæst skal de indføres som begrænsning for felter, som allerhøjest må være 30-40 m² og helst mindre, og ingen sidelinie må være over 8 m. Har gulvet fald, bør dilatationsfugerne ligge langs de højeste og dybeste linier, 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 stærke syrer må ikke anvendes til at gøre teglgulve rene med.

Vedligeholdelse af teglgulve bør ske efter teglleverandørens anvisning.

Udendørs belægnings i tegl

Teglklinker og hårdtbrændte teglsten

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

Klinker leveres i følgende formater:

228×112×53 mm

97×97×53 mm

240×118×52 mm

Klinkerne leveres i farverne røde, brune, rødbrune og med farvespil.

Enkelte producenter leverer hårdtbrændte teglsten til terrasse- og stibelægnings.

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

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

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

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

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

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

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

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

Renovering

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

Der indledes med en forundersøgelse.

Forundersøgelse

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

- bygningens opførelsetidspunkt
- bygningens tidligere anvendelse
- bygningens hidtidige lastpåvirkning.

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

Bygningens tidligere anvendelse kan få betydning for den nøjagtige fastlæggelse af skadesårsagen. Ud fra oplysninger om bygningens tidligere anvendelse/hidtidige lastpåvirkning fastlægges den hidtidige lastpåvirkning på bygningen i overensstemmelse med DS 410, Last på konstruktioner.

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

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

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

Tilstandsvurdering

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

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

Projekt

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

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

- bygningers fremtidige anvendelse
- almindelige myndighedskrav
- særlige myndighedskrav.

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

- miljøpåvirkning på materialer og bygningsdele
- mekaniske påvirkninger på materialer og bygningsdele
- lastpåvirkninger på bygningskonstruktioner.

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

Inden en renovering af fredede bygninger kan iværksættes, skal der ansøges om godkendelse af det pågældende projekt ved Planstyrelsens bygningsbevaringskontorer.

Denne ansøgning kan udelades, såfremt renoveringen kun omfatter almindelig vedligeholdelse.

Planstyrelsen kan især stille krav om ikke at renovere med andre materialetyper, end der hidtil har været benyttet i den pågældende bygning, der er behæftet med fredningsklausuler. Ved udbedring af opståede skader i muret byggeri, der er

behæftet med fredningsklausuler, stilles der især krav om ikke at ændre på eller udbedre med anden mørteltype end den, bygningen oprindeligt er opført med. Dette indebærer som regel, at der ikke må anvendes cementbundne mørtler - eksempelvis kalkcementmørtler.

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

For murværkskonstruktioner, der opføres af nye materialer, kræves det i DS 414, at de skal henregnes under en af følgende miljøklasser:

- aggressivt miljø
- moderat miljø
- passivt miljø.

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

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

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

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

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

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

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

Misfarvet murværk

Teglprodukter patinerer normalt smukt, med der kan forekomme misfarvninger på et stykke murværk, og som omtalt under afsnittet om afsyring er det desværre ikke ualmindeligt, at man ved næsten alle former for misfarvninger forsøger at rense murværket ved en afsyring. En afsyring tjener som nævnt først og fremmest til at rense en murflade for kalk, og ved man ikke, hvad en misfarvning består af, må det tilrådes at søge dette oplyst samt undersøge, hvordan den eventuelt kan fjernes (tal f.eks. med Teknologisk Institut, Murværk).

Udvendigt murværk kan især blive misfarvet af, at:

- luftens svævestøv har afsat sig på murværkets synsflade,
- regnvands forsurening, der skyldes den almindelige luftforurening, går i forbindelse med mørtelmateriale i murværket og danner gips. Denne gips afsætter sig herefter på murværkets synsflade.

Misfarvninger, der skyldes luftens svævestøv, kan forsøges fjernet med 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 der nødvendigt at anvende sandblæsning for at få et stykke murværk rensset, 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.
Algevækst	kan fjernes ved mekanisk rensning eller i mange tilfælde ved damprensning.

Saltpeter-udslag

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 drift

Murværk og tegltage kræver normalt et minimum af vedligehold.

Eftersyn af udvendigt, blankt murværk foretages visuelt med intervaller på 3-5 år afhængig af miljøpåvirkningerne.

På tegltage foretages et eftersyn noget oftere.

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

Definitioner

Aggressivt miljø:	Særligt fugtigt miljø eller miljø med tilstedeværelse af aggressive stoffer som f.eks. salt- eller røgholdig atmosfære.
Armeret murværk:	Murværk, hvori stænger eller armeringssystemer, sædvanligvis af stål, er indstøbt i mørtel eller beton, således at alle materialerne samvirker ved optagelse af påvirkninger.
Armeringssystemer:	Præfabrikeret armeringsgitter bestående af mindst 2 parallelle armeringsstænger med en påsvejst gitterudfyldning bestående af armeringsstænger.
Basisstyrker:	Murværkets styrkemæssige egenskaber under hensyntagen til såvel murstens- som mørtel-egenskaber bestemmes som angivet i DS 438.14 ved prøvning.
Blokke:	Blokke er byggesten, hvis basishøjde er mindst 185 mm.
Blokkklasse:	Blokkes blokkklasse er afledt af blokkenes trykstyrke i MPa. De deklarerede værdier angives med spring på 0,5 MPa indtil 5,0 MPa og derefter med spring på 1,0 MPa. Trykstyrken bestemmes som angivet i DS 438.1.
Bruttodensitet:	Byggestenens tørmasse divideret med totalrumfanget uden fradrag af eventuelle huller, men med fradrag af udsparinger.
Brændt kalk:	Ulæsket, brændt kalksten (i form af stykker eller finmalet pulver), CaO.
Byggesten:	Fællesbetegnelse for mursten og blokke.
Cementmørtel, C-mørtel:	Mørtel fremstillet af cement, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Forbandt:	Systematisk sammenføjning af byggesten ved forsætning af studsfulger.

Funktionsmørtel:	Mørtel, der er foreskrevet og fremstillet til at opfylde fastlagte egenskaber og underkastet prøvningskrav.
Hulmur med stenbindere:	Dobbeltmur af byggesten, hvor to massive mure er samvirkende, idet de er indbyrdes forbundet ved byggesten, der er muret i forbandt med begge mure.
Hulsten:	Hulsten er mursten med huller vinkelret på liggefladen.
Hydratkalk:	Brændt kalk læsket med netop det kvantum vand, der er nødvendigt for at danne tørt pulver.
Hydraulisk kalk:	Brændt kalk fremstillet af egnede, lerholdige kalkarter. Mørtel fremstillet af hydraulisk kalk har hydrauliske egenskaber, dvs. mørtlen kan afbinde uden tilgang af luft.
Kalkcementmørtel, KC-mørtel:	Mørtel fremstillet af hydratkalk eller kulekalk, cement, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kalkhydrat:	Ren calciumhydroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
Kalkmørtel, K-mørtel:	Mørtel fremstillet af hydratkalk eller kulekalk, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kalksandsten:	Kalksandsten er byggesten fremstillet ved autoklavering af brændt kalk, kvartssand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kombinationsvæg:	Væg, som forudsættes at bestå af en massiv mur forbundet med en væg eller konstruktion af andre konstruktionselementer.
Kulekalk:	Vådlæsket, brændt kalk med konsistens som dej, fremstillet ved læskning med overskud af vand.
Letbeton med porøse tilslag:	Et produkt fremstillet af uorganiske bindemidler, porøse tilslagsmaterialer og vand, eventuelt med sand og tilsætningsstoffer. Porøse tilslagsmaterialer defineres som angivet i DS 406.
Letbeton uden porøse tilslag, porebeton:	Et produkt fremstillet ved autoklavering af uorganiske bindemidler, finkornet, kiselholdigt materiale og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.

Letklinkerbeton:	Letbeton med porøse tilslag af ekspanderet brændt ler (letklinker).
Limfugemørtel:	Mørtel til brug i fuger, hvis tykkelse er mellem 1 mm og 3 mm.
Letmørtel:	Mørtel med tørdensitet i hærdnet tilstand mindre end eller lig 1500 kg/m^3 .
Massiv mur:	Enkeltmur, opført af byggesten med eller uden huller. Massive mure af mursten i 1/1-stens tykkelse eller mere udformes således, at der er effektiv forbindelse med sten eller trådbindere gennem alle lodrette snit i murens plan.
Massive sten:	Til massive sten henregnes sten, hvor arealet af huller vinkelret på liggefladen højst udgør 10% af stenens liggeflade.
Minutsugning:	En byggestens minutsugning er den vandmængde, stenens liggeflade kan opsuge på 1 minut ved en standardiseret prøvning, angivet i masse pr. arealenhed.
Moderat miljø:	Miljø med tilstedeværelse af fugt som f.eks. fugtigt udendørs eller indendørs klima.
Molerblokke:	Et produkt fremstillet ved brænding af moler eller molerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Molersten:	Et produkt fremstillet ved brænding af moler eller molerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Murcementmørtel:	Mørtel fremstillet af murcement, sand og vand.
Mursten:	Mursten er byggesten, hvis basishøjde er mindre end 185 mm.
Murstenssortering:	Mursten, der opfylder samme, fuldstændige varedeklaration, benævnes en sortering.
Murværk:	Byggesten sammenføjet i forbandt ved brug af mørtel eller lim.
Mørtel:	Mørtel er en blanding af bindemiddel, tilslagsmateriale og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.

Nettodensitet:	Stenmassens densitet.
Overfladebehandling:	Omfatter enhver påført belægning på eller behandling af murede overflader. Tynde overfladebehandlinger kan foruden pudslag med tykkelse mindre end 12 mm, sækkeskuring, vandskuring og lignende f.eks. være behandling med maling eller imprægneringsmiddel.
Passivt miljø:	Tørt miljø uden fugt eller aggressive stoffer som f.eks. tørt, navnlig indendørs, klima.
Receptmørtel:	Mørtel, der er fremstillet i et forud fastlagt blandingsforhold, og hvis egenskaber antages ud fra det angivne forhold mellem bestanddelene.
Sand:	Sand fra naturlige aflejringer eller sand fremstillet af knuste eller formalede natursten.
Skalmur:	Massiv mur, der ud over sin egenlast ikke bærer andre væsentlige, lodrette laster, og som er fastholdt med bindere til en bagved liggende stivere konstruktion, som i sig selv er stabil over for alle laster.
Tegl:	Et produkt fremstillet ved brænding af ler eller lerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Tilslagsmaterialer:	Kornede materialer, som ikke deltager aktivt i mørtlens hærdning.
Tilsætningsstoffer:	Stoffer, som - uden at være bindemiddel eller tilslagsmateriale - giver mørtlen specielle, tilslagtede egenskaber.
Trykstyrke:	Trykstyrken for et parti mursten bestemmes som angivet i DS 438.11. Trykstyrken angives som et heltal og angives i MPa.
Tyndpuds:	Overfladebehandling af murværk, hvorunder tyndt, dækkende mørtellag - ofte indfarvet mørtel - trækkes på og filtses med egnet filtsebræt. Lagtykkelse svarende til maksimalt ca. 1½ mm.
Typeprøvning:	Førstegangsprøvning med det formål at fastsætte en eller flere af et materiales eller en konstruktions egenskaber.

Vandoptagelse:	En byggestens vandoptagelse er det vandrumfang, stenen kan optage på 2 døgn ved en standardiseret prøvning, angivet i procent af stenmassens rumfang.
Vedhæftningsstyrke:	Styrke ved adskillelse af en liggefuge ved bøjning således, at der sker brud i fugen eller i skillefladen mellem fuge og byggesten.
Åbningstid:	Den tidsperiode, hvori mørtel og lim kan anvendes.