

**TEKNOLOGISK INSTITUT,
MURVÆRK OG BYGGEKOMPONENTER**

**MURERHÅNDBOGEN
2011**

**MURO
September 2010**

FORLAGET TEGL

Hvor kan jeg få besked?	5
Valg af murværkskonstruktioner	12
Konstruktive forhold	12
Eksponeringsklasser	12
Murværk skal beregnes og kontrolleres	15
Konsekvensklasser	16
Kontrolklasser	16
Beregning af murværk	16
Mørtelvalg	17
Mørtelskema	19
Materialeforbrug	21
Bygningsfysiske forhold	22
Fugtisolering	22
Lydisolation	24
Lydregulering	25
Brandfasthed	25
Ventilering af hule mure	26
Bygningsdele	27
Massive mure, hule mure og skalmure	27
Kælderydervægge	28
Murafslutninger	28
Armeret murværk	29
Materialer	30
Mursten	30
Stentype	30
Trykstyrke	32
Stenformat	32
Teglmursten	33
Holdbarhed	33
Bruttodensitet	33
Nettodensitet	33
Minutsugning	33
Vandoptagelse	34
Blokke	34
Bloktyper	34
Format og styrke	34
Teglblokke	34
Letklinkerbetonblokke	35
Porebetonblokke	35
Mørtel	35
Receptmørtel	36
Funktionsmørtel	38
Bindemidler og tilslagsmaterialer til byggepladsfremstillet mørtel	39

Tilsætningsstoffer	39
Kvalitetssikring	40
Produktionskontrol	40
CE-mærkning og -deklaration	41
Modtagekontrol iht. DS/INF 167	41
Udførelseskontrol	43
CE-mærkning af byggevarer	46
Udførelse	49
Målafsætning	49
Forbandt	50
Opmuring	51
Tolerancer	52
Blanding af mørtel på byggeplads	52
Fugtspærre	58
Fundamenter	58
Tegloverligger	58
Detaljer visende fugtspærres placeringer	60
Trådbindere	64
Armering	65
Fugning	66
Fugefærdiggørelse	67
Teglbjælker	68
Kompositbjælker - bæreevnediagram	69
Fjernelse af understøtninger	70
Afstivning af murværk under opførelsen	72
Afsyring af murværk	75
Vejrligets påvirkninger	76
Murværkets beskyttelse under udførelsen	77
Materialeoplagring	77
Afdækning	78
Vinterforanstaltninger	78
Detaljer	79
Sålbænke	79
Murafslutninger	82
Dilatationsfuger	89
Tegltage	97
Tegltagsten - tekniske data	97
Overfladebehandling	98
Generelle forhold	98
Kvalitetssikring	100
Pudsning	100
Udvendig	100
Udkast	101
Grovpuds	101
Indvendig	102
Finpuds	102

Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag	102
Underlag - generelle forhold	103
Vandskuring	104
Sækkeskuring	104
Filtsning	104
Tyndpuds	104
Udførelse – generelle forhold	105
Berapning	106
Svumning	106
Farvet puds	106
Kalkning	107
Indfarvet kalk	109
Lasering med indfarvet kalkvand	109
Maling	110
Imprægnering	110
Fliseopsætning	113
Teglgulve	115
Indvendige teglgulve	115
Udendørs belægninger i tegl	116
Renovering	118
Forundersøgelse	118
Tilstandsvurdering	119
Projekt	119
Misfarvet murværk	121
Vedligeholdelse og drift	123
Definitioner	124

Hvor kan jeg få besked?

Murerfagets Oplysningsråd (MURO)

Lille Strandstræde 20C, 1254 København K, tlf. 33 32 22 30,

e-mail: info@muro.dk, www.muro.dk

NB. MURO OPDATERER SELV DETTE AFSNIT

Vejledninger:

Vintermuring

Murerfagets kontrolordninger, Mursten / Mørtler

Murværk og lydisolering (refererer til Bygningsreglement 95)

Isolering i hulmure

Håndtering og montage af teglelementer

Afsyring af udvendigt murværk

Eftermontering af trådbindere i hule mure

Praktisk branddimensionering af murede konstruktioner

Skæring af tagsten ved skotrender

CE-mærkning af murværksmaterialer

Eftermontering af trådbindere

Publikationer:

Vejledning i vedligeholdelse af murværk og tegltage, 2001

Vejledning - Fugtspærre i murværk, 2002

TEGL 36, Vejledning i oplægning af tegltage, 2005

Fliser på væg og gulv, 2006

Murerhåndbogen, 2008

Murede ildsteder, 2006

Murværk - lærebog for ingeniører, 2005

Murstensforbandter (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)

Murerbogen (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)

Materialelære (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)

Puds – før og nu (Erhvervsskolernes Forlag, MURO)

Teglpjecer:

TEGL 18 Overfladebehandling af murværk, ny udgave 2003

TEGL 26 Tegl og akustik

TEGL 28 Fuger i murværk

TEGL 30 Natursten - inde

TEGL 31 Armeret murværk i praksis, incl. CD-rom

TEGL 38 Udfaldskrav til blankt murværk

Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter

Kongsvang Allé 29, 8000 Århus C, tlf. 72 20 38 00, e-mail: [\[karm@teknologisk.dk\]\(mailto:karm@teknologisk.dk\), \[www.teknologisk.dk\]\(http://www.teknologisk.dk\), \[www.mur-tag.dk\]\(http://www.mur-tag.dk\)](mailto:klimas-</p></div><div data-bbox=)

Publikationer:

Pudsning med indfarvet mørtel, 1990

Rensning af tilsmudsede facader, 1993

Renoveringshåndbogen – Mur og Tag, 1999

Lærebog i EN 1996-1-1. Eurocode 6 - Murværkskonstruktioner, 2008
Murværksprojektering, ver. 5.0 – hentes på www.ec6design.com
Mur- og tagdetaljer – hentes på www.mur-tag.dk

SBI, Statens Byggeforskningsinstitut

Dr. Neergaardsvej 15, 2970 Hørsholm, tlf. 45 86 55 33, fax. 45 86 75 35
e-mail: info@sbi.dk, www.sbi.dk

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 178 Bygningers fugtisolering, 1993
SBI-anvisning 186 Småhuses stabilitet (inkl. tillæg I)
SBI-anvisning 189 Småhuse. Isolering, fugt, lyd, brand, ventilation, styrke, 1999 (inkl. tillæg I)
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
SBI-anvisning 200 Vådrum, 2001
SBI-anvisning 211 Korroderede trådbindere i murværk
SBI BE06 Beregning af bygningers varmebehov (pc-program)
SBI-anvisning 213 Bygningers energibehov – vejledning til SBI BE06
SBI-anvisning 214 Klimaskærmens lufttæthed
SBI-anvisning 224 Fugt i bygninger, 2009
SBI-anvisning 230 Anvisning om Bygningsreglement, 2010

BYG-ERFA

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

Byggetekniske erfaringsblade:

1. Bygningsbasis

(13) Terrændæk

- 04 08 03 Terrændæk – kuldebroer ved indervægge og rørgennemføringer
07 10 30 Vandbelastede sokler ved terrændæk - terrænforhold og niveaufri adgang

(19) Bygningsbasis under ét

- 04 07 30 Fugtopstigning i ydermure – efter renovering af terrændæk i ældre bygninger
04 12 28 Fugtskader i ældre kældre – undersøgelser
04 12 29 Fugtskader i ældre kældre – udbedring og forebyggelse

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 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
04 12 31 Trådbindere i murværk – undgå risiko for nedstyrtning
08 06 27 Undgå afsyring af murværk – misfarvninger og forvittringer
10 05 19 Murbier i murværk – forebyggelse og reparation

(22) Indervægge

05 12 30 Utætte ydervægge ved gulv - under døre og vinduer

(27) Tage

97 11 24 Undertage – Opbygning, materialer og projektering
97 11 25 Undertage – Udførelse og detaljer
98 12 02 Fugt på undersiden af tegl- og betontagsten i tagrum uden undertag
05 06 28 Traditionelt, fast undertag med vingetagsten
05 12 08 Oplægning af naturskifer
10 05 26 Små, murede skorstenene – reparation og vedligehold

(29) Primære bygningsdele under ét

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

3. Kompletterende bygningsdele

(31) Ydervægge

98 06 26 Sålbenke i murværk, 3. udg.

09 10 29 Indvendig efterisolering af ældre ydermure

(37) Tage

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

06 04 06 Taginddækninger af zink, aluminium, kompositter og bly

4. Overfladebygningsdele

(41) Udvendige vægoverflader

91 04 15 Maling af pudsede facader

93 09 01 Kalkning og maling af ældre facader

94 06 27 Plantevækst på facader

95 06 26 Udskiftning af fuger i ydervægge

95 06 27 Fejlfinding og materialevalg ved udskiftning af fuger

06 12 31 Fuger omkring vinduer i teglydervægge – udskiftning

(42) Indvendige vægoverflader

02 10 16 Malebehandling af vægge i vådrums ”fugtige zone”

05 04 11 Misfarvning af fuger i vådrum – årsager, forebyggelse og udbedring

(43) Dæk

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

02 09 26 Gulvafløb og afløbsledninger i badeværelser

(47) Tage

00 10 18 Tagunderstrygning med PUR-skum. Tilstandsvurdering og skade-
udbedring

(49) Overflader under et

04 05 28 Begroninger – alger, lav og mos på tagsten, facader og udendørs gang-
arealer

9. Sum-Gruppe

(99) Bygninger under ét

00 08 07 Termografisk undersøgelse af kuldebroer m.m.

01 12 20 Udtørring af bygninger efter vandskader – metoder og materialehensyn

02 09 27 Radon – forebyggelse og afhjælpning

05 05 05 Fugtindhold i beton og murværk – måling og fejlkilder

05 06 26 Fugtundersøgelse af bygninger

05 12 31 Skimmel i bygninger - vækstbetingelser og forebyggelse

06 04 01 Klimaskærmens tæthed - krav, måling, lufttætning

06 12 28 Betonskader - undersøgelse og reparation

Byggecentrum Boghandel

Lautrupvang 1B, 2750 Ballerup, tlf. 70 12 06 00, fax 70 12 08 00

e-mail: info@byggecentrum.dk, www.byggecentrum.dk

Alle nævnte publikationer, vejledninger, anvisninger mv. bestilles hos Byggecentrum Boghandel.

Træinformation

Lyngby Kirkestræde 14, 2800 Lyngby, tlf. 45 28 03 33, fax 45 28 03 30

e-mail: traeinfo@traeinfo.dk, www.traeinfo.dk

Byggeblade vedrørende undertage udgives her.

Dansk Byggeri

Nørre Voldgade 106, 1015 København K, tlf. 72 16 00 00, fax 72 16 00 10

e-mail: info@danskbyggeri.dk, www.danskbyggeri.dk

Håndbøger:

Hvor går grænsen? - Tolerancer for murværk og overflader

Hvor går grænsen? – Måleregeler og kontrolmetoder

Pjece:

Veludført murerhåndværk, 1. udgave – Juni 2008

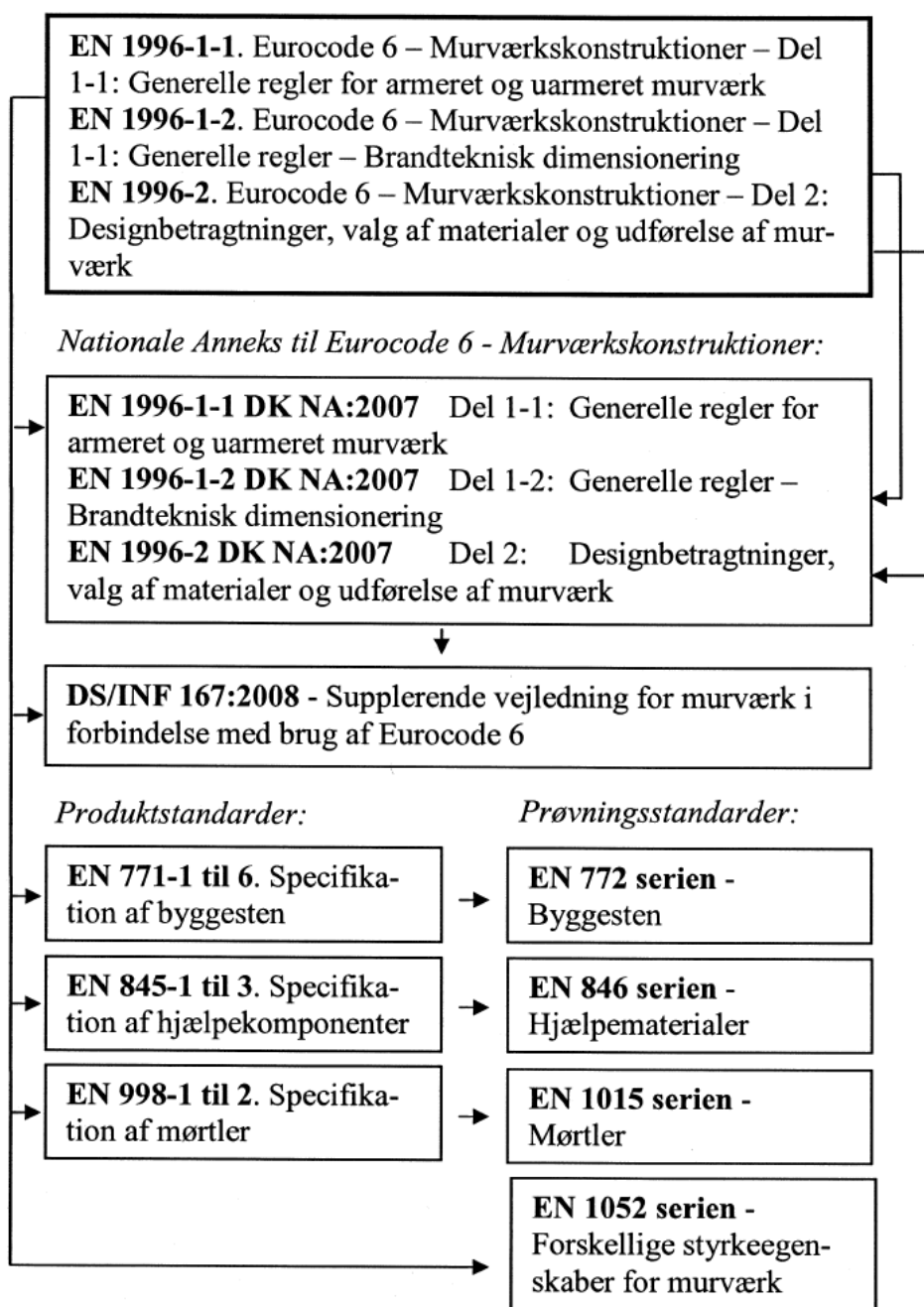
Normer og lovgivning

Bygningsreglement 2008 1. februar 2008, gældende fra 1. august 2008.

Bygningsreglement 2010 30. juni 2010, gældende fra 30. juni 2010 med en overgangsperiode frem til den 31. december 2010. Eurocode-systemet, som trådte i kraft d. 1. januar 2009, er vist nedenfor, og der vil i de efterfølgende afsnit blive refereret til Eurocode 6 - systemet.

EUROCODE 6 - SYSTEMET

(pile angiver henvisninger/sammenhænge)



Ovenstående viser princippet for opbygning/henvisninger, Alle standarder inden for murværksområdet er ikke medtaget.

U-værdi 2010, udgivet af Dansk Forening af Fabrikanter af Varmeisoleringsmaterialer, VIF, Sekretariatet, v/Byggecentrum, Lautrupvang 1B, 2750 Ballerup.

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

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

Produktstandarder:

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

Tegningsdetaljer i Murerhåndbogen

er fra hjemmesiden www.mur-tag.dk, udarbejdet af Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter.

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.

Eksponeringsklasser

For en muret konstruktion vurderes, hvilket miljø konstruktionen 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. Disse omtales i Eurocode 6 som makroklimaet.

Eurocode 6 omtaler mikroklimaet, forstået som det klima der forekommer inde i murværket.

Resultatet af miljøvurderingen skal herefter sammenholdes med tilgængelige erfaringer vedrørende holdbarheden af den påtænkte konstruktion eller konstruktionsdel, herunder oplysninger vedrørende holdbarheden af de indgående materialer, som fx byggesten og mørtler.

Der skelnes mellem følgende eksponeringsklasser (mikroklima):

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

Tidligere blev eksponeringen opdelt i 3 miljøklasser: Aggressivt, moderat og passivt miljø.

Der er ikke direkte sammenfald mellem eksponeringsklasserne og de tidligere miljøklasser, men følgende omtrentlige sammenligning kan anvendes:

Passivt miljø: MX1

Moderat miljø: MX2 til MX3.1

Aggressivt miljø: MX3.2 til MX.5

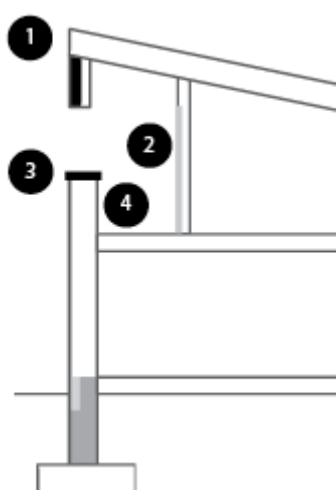
Materialer skal vælges i overensstemmelse med miljøvurderingen.

Vurderingen af hvilken eksponeringsklasse, bygningen skal henføres til, fremgår af følgende *skemavejledning*. Når eksponering af murværk bestemmes, bør der tages højde for virkningen af overfladebehandlinger og beskyttende beklædninger.

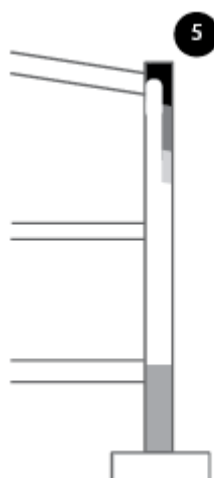
Med overfladebehandlinger menes der eksempelvis filtsning og pudsning, hvor kun sidstnævnte giver beskyttelse af det underliggende murværk. Ved filtsning skal der som minimum forventes samme eksponering som for blankt murværk.

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

Eksempler på murværks relative eksponering for vandpåvirkning (uden beskyttelse fra overfladebehandling eller beklædning undtagen hvor angivet, med fundament i godt drænet jord).



- 1) Flugtende udhæng
- 2) Altan
- 3) Murafdækning
- 4) Pudslag



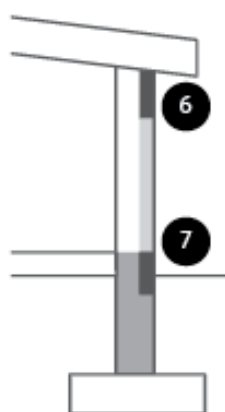
- 5) Murkrone

Forklaring

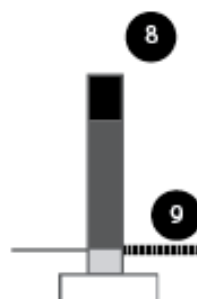
Relativ eksponering for vandpåvirkning



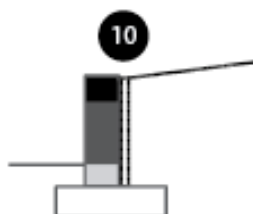
NOTE – Omfanget af zonerne for relativ vandpåvirkning påvirkes af makroklimaet.



- 6) Tagudhæng
- 7) Sokkel

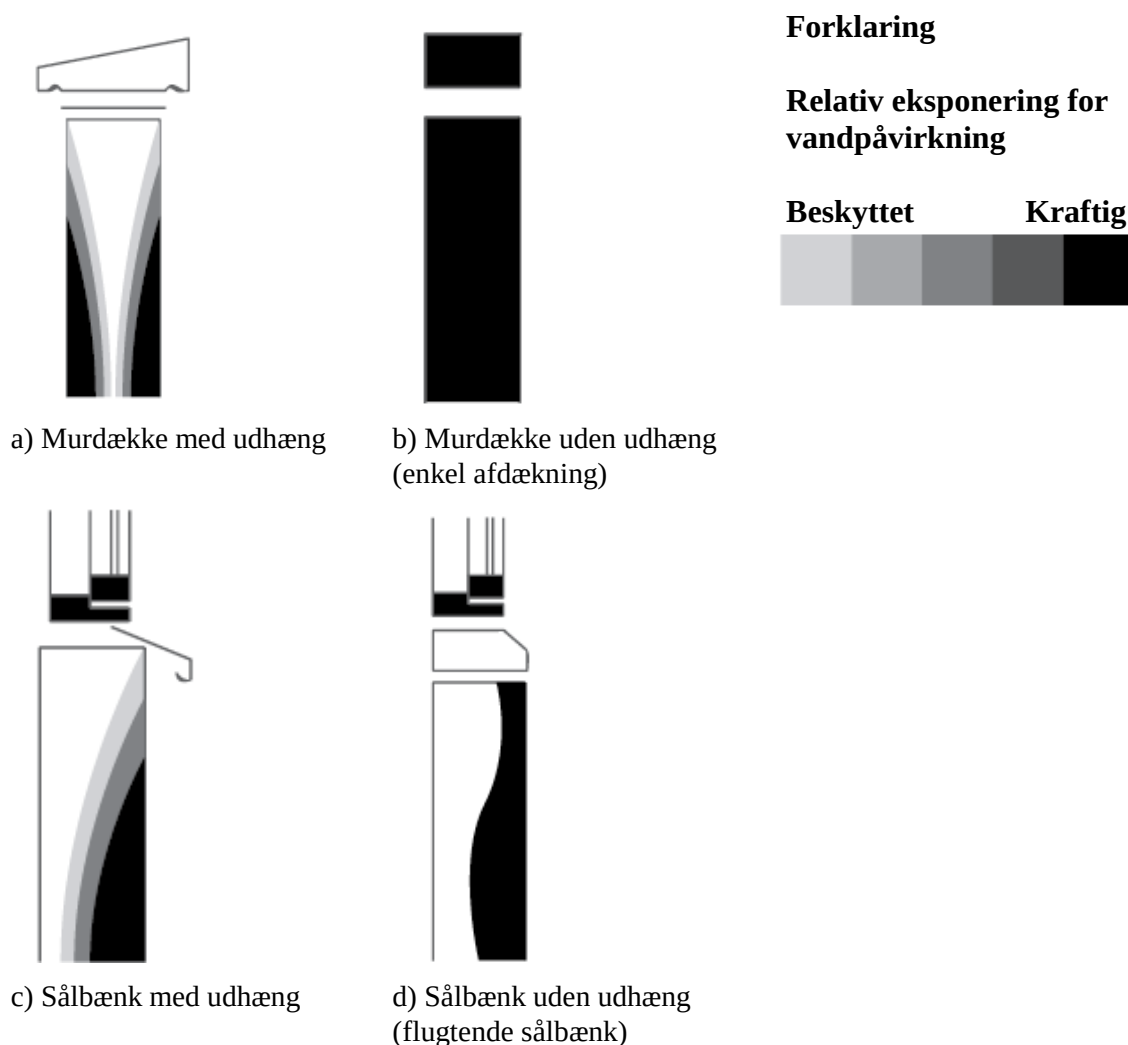


- 8) Fritstående mur
- 9) Vejbelægning



- 10) Støttemur

Eksempler på relativ eksponering for vandpåvirkning. (Mikroklima).



Figureerne tager udgangspunkt i typiske moderne bygværker, men for klarhedens skyld viser de ikke alle detaljer ved hulrum og fugtspærre.

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

Murværk skal beregnes og kontrolleres

I Bygningsreglement 2010, kap. 4, Konstruktive bestemmelser, anses kravene til dimensionering af byggekonstruktioner at være opfyldt, når konstruktionerne dimensioneres på grundlag af Eurocodes med tilhørende danske annekser, hvilket i denne sammenhæng vil sige Eurocode 6.

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.

Konsekvensklasser

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 konsekvensklasse (CC2)*.

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

Lav konsekvensklasse (CC1).

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

Høj konsekvensklasse (CC3).

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

Kontrolklasser

Murværkskonstruktioner skal 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 *lempet kontrol*, *normal kontrol* eller *skærpet kontrol* og således, at kravene i DS/INF 167 til den foreskrevne kontrol bliver opfyldt.

Beregning af murværk

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

Teknologisk Institut har udviklet Edb-programmet Murværksprojektering til beregning af murede konstruktioner af tegl, letklinkerbeton og porebeton, som 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 og stabiliserende vægges bæreevne kan eftervises.

Mørtelvalg

Mørteltypen vælges på baggrund af styrkeegenskaber og holdbarhed i overensstemmelse med hhv. de statiske påvirkninger og eksponeringsklassen. Ved valg af mørtel tages der endvidere hensyn til byggestenens minutsugning i forhold til muretekniske forhold samt mørtlens afhærdningsbetingelser.

Muremørtel kan iht. EN1996-1-1 være defineret som enten receptmørtel eller funktionsmørtel.

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. Mørteltrykstyrke betegnes "MC" for mørtler med cement som primært bindemiddel og "ML" for mørtler med kalk som primært bindemiddel. Med "primært" forstås, at 50 % af bindemiddelmængden er cement henholdsvis kalk. Vedhæftning mellem mursten og mørtel er i mange tilfælde en vigtig styrkeparameter.

Styrkeegenskaber for funktionsmørtler skal deklareres af producenten.

Styrkeegenskaber for receptmørtler (4 typer kalkcementmørtel) er defineret i DS/INF 167 sammen med en række betingelser for mørtlens fremstilling og delmaterialer.

For receptmørtel med anden sammensætning eller andre betingelser end anført i DS/INF 167 skal styrkeegenskaberne være dokumenteret og fastlagt gennem prøvning, og materialeegenskaberne skal deklareres på et statistisk grundlag. Efterfølgende skema angiver styrkeegenskaber for receptmørtler iht. DS/INF 167, gældende for murværk af tegl.

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

¹⁾ Styrkeparametre skal deklareres af mørtelleverandøren.

For alle andre typer af receptmørtler samt for funktionsmørtler anvendes styrker deklareret og dokumenteret af producenten.

Eksponeringsklasse

Miljømæssig eksponering er en anden parameter for valg af mørtel. I efterfølgende skema er anført vejledende eksempler på valg af mørtel, hvor der alene er taget hensyn til de miljømæssige eksponeringer. Statistiske forhold og fysiske påvirkninger kan betinge en stærkere mørtel end anført i oversigten, jf. afsnittet Bærende konstruktioner ovenfor.

Skemaet 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. Det gælder endvidere, at anvisninger fra materialeproducenter altid bør følges forud for skemaets forslag.

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

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

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

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

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

Eksponeringsklasse	MX1	MX 2–MX 3.1	MX 3.2–MX 5
- Udvendig puds:			
- Vandskuring, filts- ning, sækkeskuring		KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500 Fabriksfremstillet mørtel	
- Tyndpuds		Fabriksfremstillet mørtel	
- Indvendig puds:			
- Grovpuds	KC 60/40/850 KC 50/50/700 KK _h 50/50/575 K 100/750-1010		
- Finpuds	K 100/300		
- Loftspuds	KC 60/40/850 KK _h 50/50/575 K 100/750-1010		
- Vandskuring, filts- ning, sækkesku- ring, berapning, svumning, tynd- puds	KC 60/40/850 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500 Fabriksfremstillet mørtel		
- Tegltage:			
- Lægning af vinge- tegltagsten 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 afsnit om Teglulve s. 115			
- Vægfliser:			
- Udkast	KC 35/65/650	KC 20/80/550	C 100/300
- Opsætning af sint- rede fliser	KC 35/65/650	KC 35/65/650	C 100/400
- Opsætning af porø- se fliser	KC 50/50/700	KC 35/65/650	C100/600 KC 20/80/550
- Fuger omkring vinduer og døre			
	KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 35/65/500	KC 35/65/650 KC 50/50/700 KC 60/40/850 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500	KC 35/65/650

Materialeforbrug

(Nettomængder)

Opmuring

Materialeforbrug, antal mursten i ”normalformat”, eller i ”bredstensformat” og mørtelmængde i liter pr. m² (Eurocode 6 definerer hverken ”normalformat” eller ”bredstensformat”).

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

*29, 35 eller 41 cm hul facademur med trådbindere

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:

	Mursten	1/2-stens vange	1/1-stens vange
	Mørtel	90 stk.	240 stk.
		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

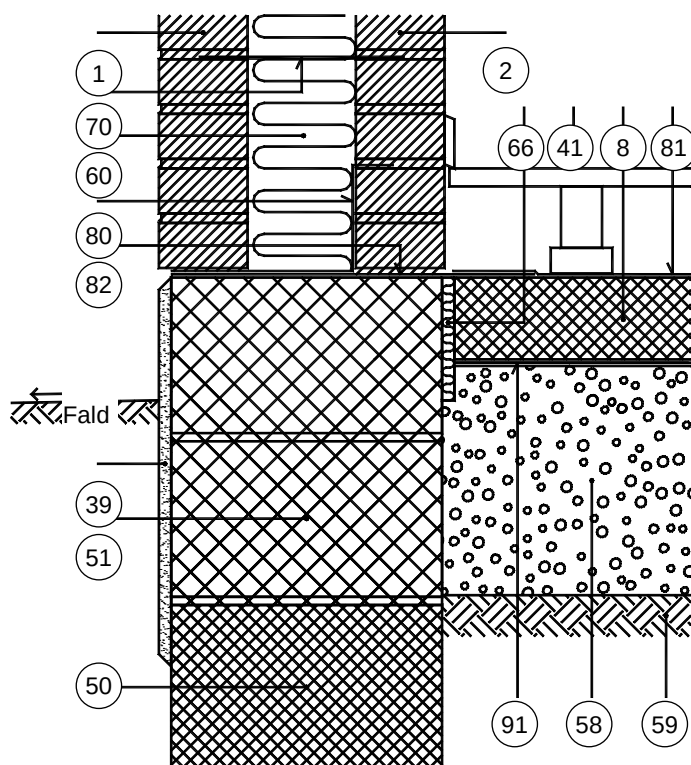
Fugtisolering

I alle murværkskonstruktioner skal det sikres, f.eks. ved indlæggelse af fugtstandsede membraner, at fugtopsugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele, hvor fugt kan forekomme, forhindres. Nærmere vejledning om fugtspærre finde i afsnittet Fugtspærre.

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 |

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 10.

BR 10 6.41. generelt.

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

Definitioner og begreber med hensyn til luftlydisolation, trinlydniveau og lydtrykniveau er angivet i DS 490:2007 lydklassifikation af boliger.

Der skelnes i DS 490:2007 mellem lydklasse A, B, C, D, hvor lydklasse C er svarende til intentionerne i byggelovgivningens minimumskrav for boliger.

Klasse B og A har en lydmæssig bedre kvalitet end bygningsreglementets minimumskrav.

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

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

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

1) Boliger omfatter i denne forbindelse også hoteller, kollegier, pensionater, kroer, klublejligheder, kostskoler, sygehjem, plejehjem, døgninstitutioner og lignende bygninger, der benyttes til overnatning.

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

For øvrige mindste tilladelige luftlydisolation, R'_w , henvises der til BR 10 6.4 Akustisk indeklime.

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.*

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

Lydregulering

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

Brandfasthed

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

Byggevarers og bygningsdeles brandmæssige egenskaber skal dokumenteres. Dokumentation kan bestå i klassifikation af byggevarer og bygningsdele, hvilket vil sige fælleseuropæiske regler for prøvning og klassifikation af både byggevarer og bygningsdele. Dokumentation kan også ske ved eksempelvis:

- Beregning
- Brandprøvning efter gældende prøvningsmetoder
- CE-mærkning

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

Erhvervs- og Boligstyrelsen har udgivet ”Eksempelsamling om brandsikring af byggeri”, april 2004 og Brandteknisk Vejledning 35, Brandvægge og brandadskillelser, Udførelsesmæssige detaljer, december 2003 er udgivet af Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut.

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 (brandkamserstatning).

Eksempler på brandkam og brandkamserstatning kan ses i Tegl 36 eller på www.mur-tag.dk.

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 studs-fuger stå tomme foroven og forneden i begge sider.

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

Bygningsdele

Massive mure, hule mure og skalmure

I Eurocode 6 skelnes mellem:

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

De mure, der typisk anvendes i Danmark, er hulmuren som med trådbindere forbinder for- og bagmur og skalmuren som danner klimaskærm til en bærende bagvæg. Skalmuren er normalt forbundet til bagmuren med trådbindere.

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

Krav og anbefalinger for trådbindere i skalmure og hulmure er angivet nedenstående.

	Skalmure	Hule mure
Murbindere	Korrosionsfast i ekspone-ringsklasse MX2 - MX5	Korrosionsfast i ekspone-ringsklasse MX2 - MX5
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 400 mm.

2) Ved formurens understøtninger i siderne, ved dilatationsfuger og omkring huller skal der placeres tætsiddende bindere med afstand mindre end 400 mm. Kravet om mindst 4 bindere pr. m² gælder dog ikke ved hjørner.

Kælderydervægge

Kælderydervægge under jord skal beskyttes mod fugt og vandtryk.

Kælderydervægge beskyttes udvendig 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.

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 fugtspærre, og vandafvisning sikres ved fremspring eller indmuring af løskanter, se senere under afsnittet Detaljer.

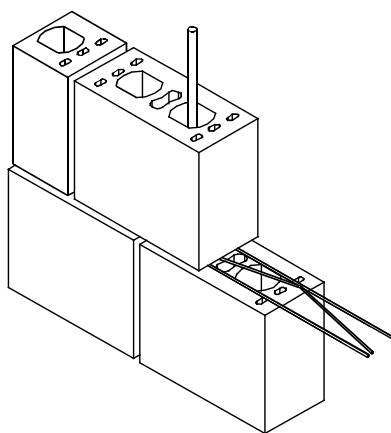
Armeret murværk

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 påsvejst gitterudfyldning diagonalt eller retvinklet på de parallelle armeringsstænger.

Armeringssystemer er sædvanligvis af rustfast stål og anvendes i liggefuger.

Skitse armeret murværk/blok



Armeringsstænger og armeringssystemer i murværkskonstruktioner i eksponeringsklasse MX2-MX5 skal være af rustfast stål eller være korrosionsbeskyttet svarende til eksponeringsklassen.

Kravet om korrosionsfasthed kan for armeringsstål regnes opfyldt ved benyttelse af rustfast stål efter EN 10088. Alternativt kan armeringsstænger og armeringssystemer omstøbes med beton eller mørtel.

I DS/INF 167 er der angivet følgende skærpede krav:

Øgede isoleringskrav til byggeriet medfører forøgede temperatur- og fugtbetingede bevægelser/differensbevægelser. Dette forhold er væsentligt at have for øje i forbindelse med valg af korrosionsbeskyttelse af hjælpematerialer herunder især murbindere. Sårbarheden af korrosionsbeskyttelsen i forbindelse med håndtering af hjælpematerialer er også vigtig.

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

Armeringssystemer omstøbt med beton eller mørtel

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

Materialer

Kravene til de materialer, der anvendes til murværk, er angivet i de europæiske produktstandarder med tilknyttede prøvningsstandarder. 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 i DS/INF 167 defineret som byggesten, hvis basishøjde er mindre end 185 mm. (Eurocode 6 skelner ikke mellem mursten og blokke).

Stentype

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

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

Byggesten opdeles i grupper, gruppe 1, 2 og 3, afhængig af hulareal. Kravene er beskrevet i tabel 3.1 i EN 1996-1-1, vist nedenfor.

Geometriske krav til inddeling af murværksbyggesten i grupper

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

a) Den kombinerede tykkelse er tykkelsen af kroppe og skaller målt vandret i den relevante retning.

Kontrollen skal betragtes som en kvalifikationsprøvning, og det er kun nødvendigt at gentage den, hvis stenenes væsentlige dimensioner er ændret væsentligt.

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

Byggesten (mursten) skal endvidere være CE-mærkede.

Trykstyrke

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

Mursten skal deklareres i enten:

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

eller

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

Stenformat

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

Med indførelse af CE-mærke og harmoniserede standarder skal producenten deklarere byggestens (murstens) format, og i den henseende er der frihed til at deklarere formatet vilkårligt. Ud over formatet skal producenten iht. EN 771-serien deklarere byggestenen i en toleranceklasse. Iht. teglstensstandarden EN 771-1 er toleranceklasserne T1, T2 eller Tm.

Murstens tilladte målafvigelser fra deklareret basismål fremgår af efterfølgende tabel, hvor tolerance for teglmursten i såvel ”dansk normalformat” som ”bredstensformat”

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

Toleranceklassen T2 svarer omtrent til de tidligere gældende tolerancekrav for dansk normalformat. Foruden deklarering af toleranceklasser kan producenten, hvor det måtte være relevant, vælge at deklarere enkeltmål på teglstenene efter tilsvarende principper, betegnet ved R1, R2 eller Rm.

Tm (og Rm) er tolerancer, som producenten selv definerer (kan være større eller mindre end T1 og T2 henholdsvis R1 og R2).

Teglmursten

Facademurstens overfladestruktur afhænger af formgivningsmåden.

Der skelnes mellem:

- håndstrøgne sten
- blødstøgne 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.

Holdbarhed

Producenten kan deklarere byggestenenes frostfasthed. Disse egenskaber har indflydelse på byggestenenes holdbarhed i de respektive eksponeringsklasser.

Ved anvendelse af byggesten i særlig kemisk, aggressivt miljø bør producenten kontaktes angående den specifikke teglstens egenskaber og holdbarhed.

Bruttodensitet

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

Bruttodensitet anvendes som enhed ved angivelse af vægt, når der gælder lyd-krav, 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. Murstens minutsugning bør tages i vurdering i forhold til valg af mørtel. Nogle teglværker anviser bestemte opmuringsmørtler til specifikke teglsten.

Forsøg (med KC-tørmørtel) har vist, at minutsugningen er afgørende for vedhæftningen imellem mørtel og sten. Ved stærkt sugende mursten (mursten med en minutsugning større end ca. $2,2 \text{ kg/m}^2$) kan vedhæftning imellem mursten og mørtel fordobles, hvis stenene forvandes inden henmuring.

Vandoptagelse

Vandoptagelsen angiver, hvor meget vand en mursten kan indeholde.

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

Blokke

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

Bloktyper

Der skelnes mellem følgende bloktyper: betonblokke, kalksandstensblokke, letklinkerbetonblokke, molerblokke, porebetonblokke, naturstensblokke, industrielt fremstillede natursten og teglblokke. Blokkene kan være massive eller med huller.

Byggesten (blokke) skal være CE-mærkede.

Format og styrke

Der henvises til samme krav, som for mursten.

Teglblokke

Teglblokke forefindes som facade- og bagmursblokke samt som blokke til lodret, armeret murværk. Gængse teglblokke på markedet leveres i flg. formater:
285×108×188 mm for teglblokke til bagmuren
285×85×188 mm for teglblokke til formuren

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

Letklinkerbetonblokke

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

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

For tolerancer henvises der til EN 771-3.

Porebetonblokke

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

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

For tolerancer henvises der til EN 771-4.

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.

Mørtel skal opfylde krav i Eurocode 6 og kan defineres ud fra deres fremstillingsmåde som fabriksfremstillet eller byggepladsfremstillet. Fabriksfremstillet mørtel skal være CE-mærket iht. EN 998-2. For byggepladsfremstillet mørtel henvises der til krav i EN 1996-2.

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

Receptmørtel

Receptmørtel, der er fremstillet i et forud fastlagt blandingsforhold, og hvis egenskaber antages ud fra et givet forhold mellem bestanddelene. Styrkereferencen findes i DS/INF 167 sammen med visse betingelser for fremstilling og delmaterialer. Se afsnit Mørtelvalg.

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 evt. indhold af tilsætningsstoffer skal være angivet.

I henhold til Eurocode 6 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(EN 998-2)	Byggepladsfremstillet (EN 1996-2)
Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres	- Fremstillingsmetode skal dokumenteres, især at fremstillingsmetode er egnet til at frembringe korrekt blandingsforhold i hele byggeperioden - Mørtlen blandes effektivt, hvorunder ensartet fordeling sikres - Blandetid max. 15 minutter for anden mørtel end kalkmørtel - Cementholdige mørtler skal være færdige, når de tømmes ud af blandemaskine - Kloridindhold må ikke overstige 0,1 % Cl⁻.

Fælles for fabriksfremstillet og byggepladsfremstillet mørtel gælder:

- Blandingsforholdet mellem bindemiddel eller bindemidler skal angives
- Mørtlens trykstyrke – MC/ML – skal angives
- Mørtelmaterialeerne skal udmåles og blandes, så den færdige mørtel er korrekt sammensat i henhold til specificeret blandingsforhold
- Tilsætningsstoffer skal være angivet
- Tørmassen af de enkelte delmaterialer må maksimalt afvige 5 % (gælder dog kun ved brugen af styrkeparametre i DS/INF 176 og tilsætningsstoffer må i givet fald ikke anvendes).

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

*) gælder kun fabriksfremstillet receptmørtel

Funktionsmørtel

Funktionsmørtel, der er foreskrevet og fremstillet til at opfylde fastlagte egenskaber, eksempelvis opmuringsmørtel med deklarerede 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 Eurocode 6 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 funktionsmørtel:	
Fabriksfremstillet(EN 998-2)	Byggepladsfremstillet (EN 1996-2)
Hvis speciel blandeprocedure skal anvendes, skal dette specificeres	Krav til fabriksfremstillet mørtel skal opfyldes

Fælles for fabriksfremstillet og byggepladsfremstillet mørtel gælder:

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

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

Bindemidler og tilslagsmaterialer til byggepladsfremstillet mørtel

Kalk

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

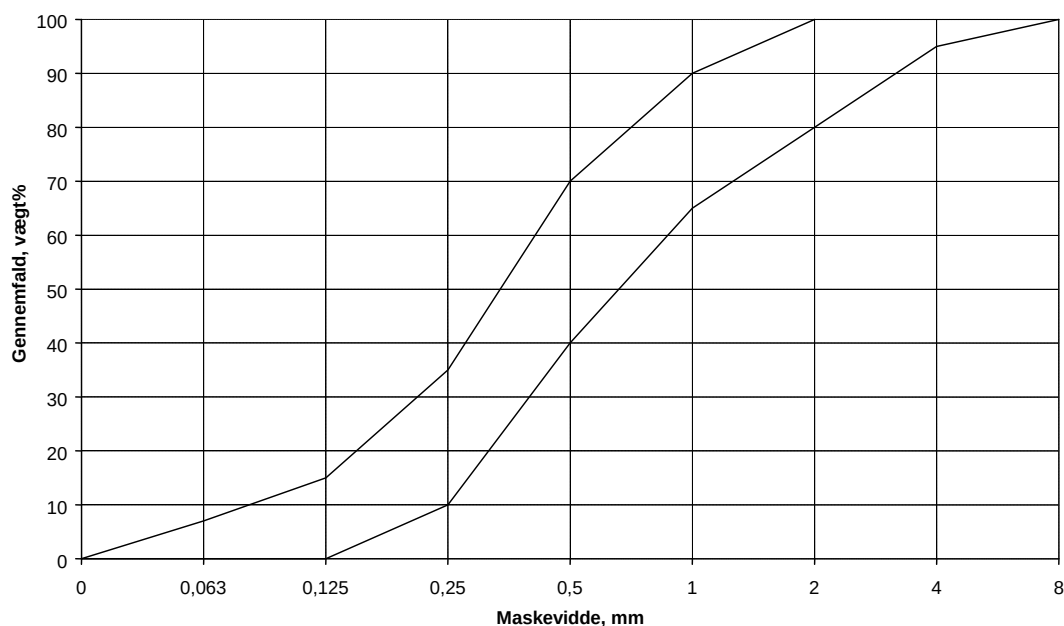
Cement

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

Sand

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

Grænsekurver for mørtelsand



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

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.

Ifølge EN 1996-2 må antifrostmidler ikke anvendes, medmindre det specifikt er tilladt ifølge projekt materialet.

Ifølge danske erfaringer kan ethanol (denatureret sprit) og blandingsprodukter af ethanol og isopropanol med op til 40 % indhold af isopropanol anvendes som frysepunktssænkende middel til kalkmørtel og kalkcementmørtel med højst 55 % cementindhold af den samlede bindemiddelmængde under forudsætning af, at der tilsættes mindst 1 og højst 4 liter pr. 100 liter mørtel.

Det er samtidig en forudsætning, at mørtlen fremstilles iht. DS/INF 167:2008, pkt. 2.2 vedr. specifikation for mørtel.

Det vil sige, at ud over rene kalkmørtler, må de nævnte frysepunktssænkende midler kun tilsættes til KC 60/40/850 og KC 50/50/700.

Tilsætningsstoffer i øvrigt må ikke anvendes.

Hvis der til fabriksfremstillet funktionsmørtel tilsættes tilsætningsstoffer på byggepladsen, overgår mørtlen til at blive byggepladsfremstillet med krav om, at egenskaberne skal dokumenteres ved prøvning.

Kvalitetssikring

Produktionskontrol

Producenter skal løbende via en produktionsstyring sikre, at produkter, der sendes på markedet, opfylder kravene i de relevante produktstandarter samt overholder de deklarerede værdier, oplysninger i produktblade mv.

I henhold til produktstandarterne 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

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 de harmoniserede produktstandarter samt opfylder de deklarerede værdier.

CE-mærkning og -deklaration

Der skal på grundlag af en typeprøvning og en produktionsstyring udfærdiges et CE-mærke med tilhørende deklaration af produktets egenskaber. Produkterne, deres emballage, en medfølgende etiket eller ledsagende handelsdokumenter fx en følgeseddel skal, eventuelt i kode, være mærket således, at stenene kan identificeres, og CE-mærke og deklaration skal medfølge. Krav til CE-mærke og deklarationens indhold findes i de respektive produktstandarder.

Modtagekontrol iht. DS/INF 167

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), skal der desuden gennemføres en supplerende modtagekontrol.

Med andre ord afhænger omfanget af modtagekontrollen således af om produkterne er underlagt en tredjepartskontrol eller ikke. Bemærk, at det ikke er alle CE-mærkede produkter, der er underlagt en 3. parts kontrol, da der er forskel på kravene for de enkelte produkter.

For følgende produkter er der ikke et lovkrav om 3. partskontrol (løbende overvågning), uanset at de skal være CE-mærkede:

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

Produkterne kan i stedet være underlagt en frivillig 3. partskontrol, f.eks. via Dansk Murstenskontrol (tegloverliggere og bjælker) eller Dansk Mørtelkontrol.

For produkter, der ikke er underlagt 3. parts kontrol, kan dette sammenfattes til følgende krav til modtagekontrol, hvor kontrollen som minimum skal omfatte:

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

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

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

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

Modtagekontrol – fabriksfremstillet mørtel:

Underlagt 3. parts kontrol (underlagt kontrolordning)	Ikke underlagt 3. parts kontrol (ikke underlagt kontrolordning)
• Visuel kontrol af mørtel foretages • Kontrol af CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning.	• Visuel kontrol af mørtel foretages • Kontrol af CE-mærkning • Følgesedler kontrolleres Ved ovennævnte modtagekontrol sikres det herved, at varedeklarationen svarer til forudsætningerne anvendt ved beregning og konstruktionsudformning. Endvidere skal der foretages en mørtelprøvning for hver mørteltype til eftervisning af de deklarerede egenskaber. Denne prøvning skal foretages: Normal kontrol: • For de først påbegyndt 20 m³ • Og for hver efterfølgende påbegyndt 60 m³ Skærpet kontrol: • 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.

Udførelseskontrol

Det skal kontrolleres, at alle krav i Eurocode 6, 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 byggepladsfremstillet mørtel / kalktilpasset mørtel kan gældende krav skematisk angives som følger:

Udførelseskontrol – mørtel:

Byggepladsfremstillet mørtel / kalktilpasset mørtel

Forudsat blandingsforhold eller forudsatte egenskaber skal mindst dokumenteres som følger:

Lempet kontrol:

Det skal dokumenteres, at den fremstillede mørtel overholder de forudsatte blandingsforhold og egenskaber. Dokumentation skal foretages for den først producerede mørtel.

Normal kontrol:

- For de først påbegyndt producerede 15 m³ mørtel
- Og for hver efterfølgende påbegyndt producerede 40 m³ mørtel.

Skærpet kontrol:

- For hver påbegyndt producerede 15 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	Lempet kontrol		Normal kontrol	Skærpet kontrol
<i>Mørtelfremstilling:</i>				
Generelt		Delmaterialer udmåles efter vægt eller efter rumfang med kontrolleret mål	Delmaterialer udmåles efter vægt eller efter rumfang med kontrolleret mål	Delmaterialer udmåles efter vægt eller efter rumfang med kontrolleret mål
Blandetid og -maskine		Max. 15 minutter i tvangsblander eller ligeså effektiv blander	Max. 15 minutter i tvangsblander eller ligeså effektiv blander	Max. 15 minutter i tvangsblander eller ligeså effektiv blander
<i>Murværk:</i>				
Centrering f. mure og søjler: Midterplansafvigelser v. 2 etager		Max. 20 mm	Max. 15 mm	Max. 10 mm
Lodafvigelse ved mur ≤3,5 m		Max. 10 mm	Max. 10 mm	Max. 10 mm
Pilhøjde ved mur ≤3,5 m		Max. 10 mm	Max. 10 mm	Max. 10 mm
<i>Fuger:</i>				
Kontaktfladeareal mellem mørtel og mursten *		Min. 75 %	Min. 85 %	Min. 95 %
<i>Armeringsdækning:</i>				
Aggressivt miljø		Min. 35 mm	Min. 35 mm	Min. 35 mm
Moderat miljø		Min. 25 mm	Min. 25 mm	Min. 25 mm
Passivt miljø		Min. 15 mm	Min. 15 mm	Min. 15 mm
<i>Tolerancer for fugemål:</i>	<i>Nominelt mål (n)</i>			
<i>Tykfuge:</i>				
Liggefuger	14	n ± 7 mm	n ± 6 mm	n ± 5 mm
Studsuger	14	$n \begin{cases} +14 \text{ mm} \\ -7 \text{ mm} \end{cases}$	$n \begin{cases} +12 \text{ mm} \\ -6 \text{ mm} \end{cases}$	$n \begin{cases} +10 \text{ mm} \\ -5 \text{ mm} \end{cases}$
<i>Normalfuge:</i>				
Liggefuger	8-14	n ± 5 mm	n ± 4 mm	n ± 3 mm
Studsuger	8-14	$n \begin{cases} +10 \text{ mm} \\ -5 \text{ mm} \end{cases}$	$n \begin{cases} +8 \text{ mm} \\ -4 \text{ mm} \end{cases}$	$n \begin{cases} +6 \text{ mm} \\ -3 \text{ mm} \end{cases}$
<i>Tyndfuge:</i>				
Liggefuger og studsuger	3-8	n ± 4 mm	n ± 3 mm	n ± 2 mm
<i>Limfuge:</i>				
Liggefuger og studsuger	3	n ± 3 mm	n ± 2 mm	n ± 1 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	4 mm trådbinder i hvert 3. skifte for bygninger indtil 8,5 m i højden, eller eftervisning ved beregning	Eftervisning ved beregning. Tegninger, som viser forbandt, nødvendige sammenskræingsdetaljer og placering af bindere, skal forefindes på byggepladsen.
<i>Diverse:</i>				
Delformater		Hugning/skæring/klipning	Hugning/skæring/klipning	Skæring/klipning
Rilleudførelse for el mm.		Hugning	Fræsning	Fræsning

* Manglende kontaktareal må ikke have form af gennemgående hulrum fra 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, for hvilke der foreligger en harmoniseret produktstandard, skal CE-mærkes, og bekendtgørelsen slår fast, at ansvaret for påsætning af CE-mærket 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, er der bl.a. krav til CE-mærkning for følgende produkttyper:

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

Der er desuden krav til CE-mærkning af tegltagsten.

Hvad er et CE-mærke

CE-mærket på en byggevare er ikke et kvalitetsmærke, men et symbol (”harmoniseret datablad”), der sikrer, at byggevaren kan markedsføres i hele EU’s indre marked. Reglerne om CE-mærkning gælder dog også for byggevarer, der udelukkende produceres til hjemmemarkedet (altså Danmark).

I Bygningsreglementet, arbejdsbeskrivelser eller udbudsmateriale kan der være stillet krav til værdien af bestemte egenskaber i det produkt, der ønskes benyttet. Vær opmærksom på, at Miljø- og Arbejdsmiljølovgivningen ikke omfattes af CE-mærkningen; her gælder stadig de danske regler.

Hvad skal man være opmærksom på som indkøber og bruger?

Det er vigtigt ved indkøb at sikre sig, at de byggevarer, der skal være CE-mærkede, også er det. Læg også mærke til om rådgiveren har krævet bestemte værdier for egenskaberne for den pågældende byggevare.

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

Man skal tillige være opmærksom på, at myndighederne har udstrakte beføjelser til både at udføre kontrol, kræve dokumentation og til at kræve byggevarer fjernet fra en byggeplads eller et byggeri. Det betyder, at man som udførende har et stort medansvar.

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. Fortegnelsen kan også indeholde oplysninger om specifikke krav til de enkelte egenskaber på CE-mærkningen – oplysninger, der ofte fremgår af projektmaterialet.

I Eurocode 6 stilles forskellige krav til modtage- og udførelseskontrol afhængig af, om producenten er tredjepartsovervåget eller ej – et forhold man skal være opmærksom på.

De generelle krav er:

- Ved modtagelsen på byggepladsen skal der foretages visuel kontrol af materialer, mærkning og medfølgende dokumenter. Herved sikres, at de leverede materialer opfylder de forudsætninger, der er anvendt ved beregning af konstruktionsudformningen.
- Ved leverance af materialer, hvis produktion ikke er omfattet af en tredjepartskontrol, skal desuden gennemføres en supplerende modtagekontrol (Der henvises til afsnittet ”Modtagekontrol iht. DS/INF 167”).

Hvordan læses CE-mærket

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

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

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

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

Eksempel på CE-mærke

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

Udførelse

Murerarbejdet skal udføres efter Eurocode 6 samt de tilhørende produktstandarder.

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

Eurocode 6 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 byggeforløbet 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 med byggesten (mursten) med deklareret mål på 228×108×54 mm ("Dansk normalformat") og byggesten med deklareret mål på 228×108×38 mm ("Flensborgsten").

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 (murpiller fradrages 1 cm – åbninger tillægges 1 cm).

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

Brugsanvisning:

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

Eksempel ("alm. sten"):

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

Lodrette mål

Mursten:

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

Flensborgsten:

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

Eksempel:

Hvor mange skifter er der i alm. murværk 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

Der findes på www.mur-tag.dk et program der kan omsætte en givet længde til nærmeste pillemål eller muråbning.

Forbandt

Alle konstruktioner skal mures i forbandt i overensstemmelse med projektmaterialet. For bærende murværk skal studsfigurerne i to på hinanden følgende skifter være forskudt mindst en kvart byggesten eller minimum 40 mm.

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, medmindre andet fremgår af projekt materialet.

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 lempet og 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, afhængig af kontrolklassen, være som følger:

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

I alle tilfælde gælder, at kontaktarealet regnes fra synsfladen af en eventuel foreskrevet tilbageliggende fugeforside, og 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 hulmur udsættes for slagregns-påvirkning, 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 tilstede. 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 stene-
ne 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 mure-
mørtlen 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 og/eller anvende cement med lang åbningstid.

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

Ved armeret murværk skal fugetykkelsen være 5 mm større end armeringens diameter, og mørtlen 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 eldåser 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 udførelsestolerancer.

Målafsætninger 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 47. Der henvises i øvrigt til Hvor går grænsen? – Tolerancer for murværk og overflader. Udgivet af Dansk Byggeri.

Blanding af mørtel på byggeplads

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 doku-

menteres, 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.

Blandetiden må for anden mørtel end kalkmørtel ikke være længere end 15 minutter. Overskrides blandetiden nedsættes mørtlens styrke væsentligt.

Blandingsnøjagtighed. Kravet i normen til blandingsnøjagtighed er, at delmaterialernes tørvægt (kalk, cement, murcement og sand) i den færdige mørtel højst må afvige 5 % fra mængderne angivet i blandingsforholdet, såfremt man anvender omsætningsforholdene angivet i DS/INF 167.

For at opfylde 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 eller ved at benytte regneark på www.mur-tag.dk der kan udregne blandingsforholdet for KC-mørtler.

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

Blanding af kalkcementmørtel KC 60/40/850

Vægtudmåling. Antal kg 6,6 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
kg/m³	10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %
1400-2000	25,0	25,5	25,9	26,4	26,9	27,3

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

1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.

Eksempel:

For en 6,6 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1500 kg/m³ og et vandindhold på 14 % er blandingsforholdet efter:

Vægtudmåling: 1 kg Mestercement til 25,9 kg 6,6 % kalkmørtel

Rumfangsudmåling: 1 liter Mestercement til 22,5 liter 6,6 % kalkmørtel.

Blanding af kalkcementmørtel KC 50/50/700

Vægtudmåling. Antal kg 6,6 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
kg/m³	10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %
1400-2000	16,5	16,8	17,1	17,4	17,7	18,0

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

1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.

Eksempel:

For en 6,6 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1600 kg/m³ og et vandindhold på 14 % er blandingsforholdet efter:

Vægtudmåling: 1 kg Mestercement til 17,1 kg 6,6 % kalkmørtel

Rumfangsudmåling: 1 liter Mestercement til 13,9 liter 6,6 % kalkmørtel.

Blanding af kalkcementmørtel KC 35/65/650

Vægtudmåling. Antal kg 5,1 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
kg/m³	10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %
1400-2000	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6

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

1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.

Eksempel:

For en 5,1 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1700 kg/m³ og et vandindhold på 10 % er blandingsforholdet efter:

Vægtudmåling: 1 kg Mestercement til 11,6 kg 5,1 % kalkmørtel

Rumfangsudmåling: 1 liter Mestercement til 8,9 liter 5,1 % kalkmørtel.

Blanding af kalkcementmørtel KC 20/80/550

Vægtudmåling. Antal kg 3,5 % kalkmørtel pr. 1 kg cement (Mestercement)						
Kalkmørtlens vådrumvægt	Kalkmørtlens vandindhold i procent af tørvægten					
kg/m³	10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %
1400-2000	7,8	8,0	8,1	8,3	8,4	8,6

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

1 liter Mestercement regnes at veje 1,30 kg.

Eksempel:

For en 3,5 % kalkmørtel med vådrumvægt på 1700 kg/m³ og et vandindhold på 10 % er blandingsforholdet efter:

Vægtudmåling: 1 kg Mestercement til 7,8 kg 3,5 % kalkmørtel

Rumfangsudmåling: 1 liter Mestercement til 6,0 liter 3,5 % kalkmørtel.

Anden cementtype

Anvendes der en anden cementtype end Mestercement til blanding af kalkcementmørtler, 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/m³	Faktor til korrektion af rumfangsblandeforholdet
Mestercement	1300	1,0
Basis-cement	1100	0,85
ABC-cement	1100	0,85
Rapid-cement	1250	0,96
Hvid Portland-cement	1100	0,85
Lavalkali sulfat- bestandig cement	1300	1,0

Ved blanding af fabriksfremstillet mørtel skal leverandørens anvisning vedrørende blandemetode anvendes.

Fugtspærre

I alle murværkskonstruktioner skal det sikres, f.eks. ved indlæggelse af fugtspærre, at fugtopsugning fra jord, fundament eller andre bygningsdele forhindres. Nærmere vejledning findes i Vejledning, Fugtspærre i murværk udgivet af MURO eller på www.mur-tag.dk og www.muro.dk.

Til fugtisolering skal der anvendes asfaltpap, PF 2000, modificeret med 3 % SBS polymer eller materiale med tilsvarende egenskaber.

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

Fundamenter

Mellem fundament og murværk indlægges en fugtstandsende 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 fundaments forside vandret ind til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og 2 skifter op ad den, hvor membranen indmures i bagmuren eller fastgøres til eksempelvis elementerne. Andet lag pap ved dørfalse udføres iht. til videovejledning på www.mur-tag.dk ”Andet lag sokkelpap, v. dørfalse og forankringsbånd”.

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

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

Alternativt kan huller/riste for afvanding af hulmuren placeres i studs-fuger, og huller/riste skal i givet fald placeres direkte nede på den fugtisolierende membran.

Tegloverligger

Der skelnes mellem kompositbjælker (tegloverligger og antal påmurede skifter) og selvstændige teglbjælker.

Kompositbjælker

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

Ved kompositbjælker placeres den fugtstandsende membran umiddelbart over bjælkens højde (tegloverligger og antal påmurede skifter).

Den fugtstandsende membran føres fra formurens forside til bagmurens bagside (side mod hulrummet) og fastgøres her. Membranen skal altid gives et fald mod formuren og skal ved falsene føres mindst 150 mm ind i hulrummet. Bemærk, at der ved denne løsning er risiko for vandindtrængning i skifterne under den fugtstandsende membran.

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

Som et supplement til fugtstandsende membraner kan der anvendes en TB-rende. TB-renden leveres sammen med de præfabrikerede tegloverligger, og den indmures i hulumuren i den 2. liggefuge over åbningen. TB-renden svækker ikke teglbjælkens styrkemæssige egenskaber og kan derfor altid indmures i den 2. liggefuge. Hvor det er muligt, anbefales en løsning, hvor der både indlægges den fugtstandsende membran og TB-rende.

Brug af afløbsstuds og slanger til TB-rende kan ikke anbefales. Såfremt placering af underliggende åbninger i murværket ikke tillader en afvanding til formurens bagside, anbefales en løsning med murpap, der er opskottet i enderne, og afvandingen sker gennem åbne studsfiger til murværkets forside. Der anvendes PF 2000 murpap, som limes fast til både tegl og mørtel med hæftemørtel således, at der ikke kan presses vand ind under murpappen.

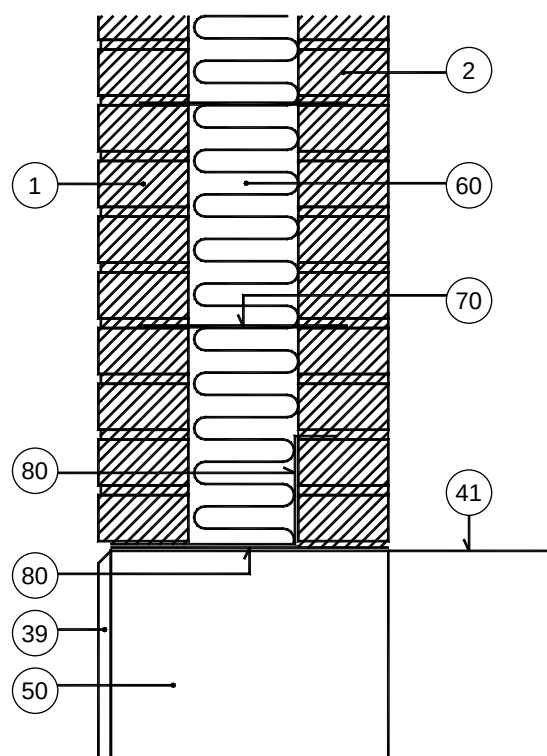
Den sikreste løsning er, at fugtisoleringen indlægges over vinduet. Denne løsning fordrer, at vinduer og dørpartier ikke fastgøres i formurens teglbjælke, men i bagmurens.

Selvstændige bjælker

Ved selvstændige teglbjælker kan fugtspærren indlægges umiddelbart over bjælken.

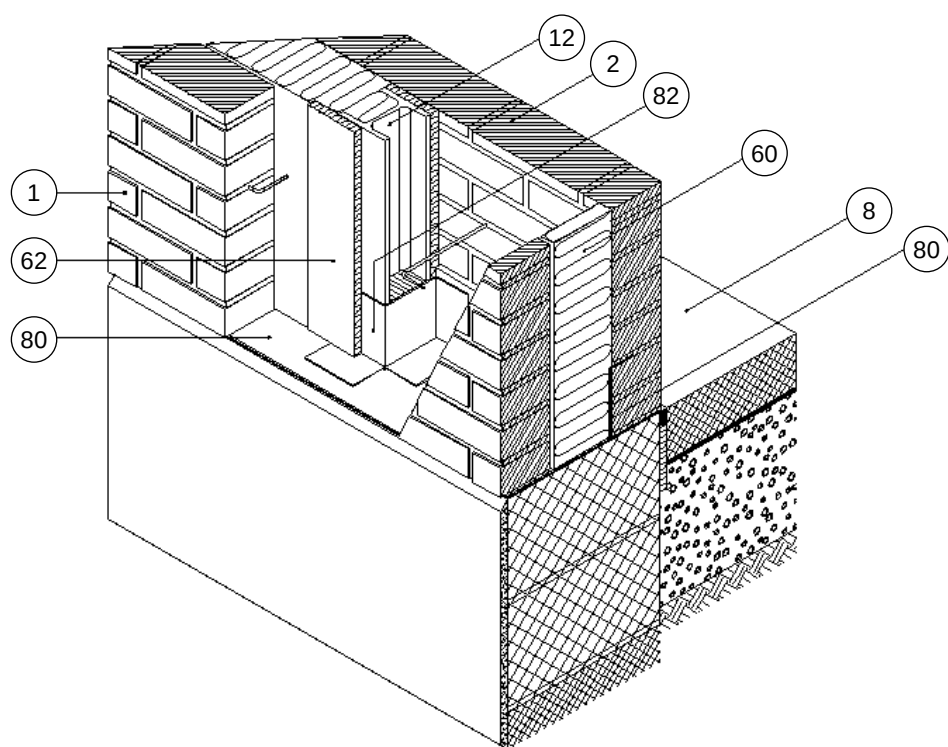
Detaljer visende fugtspærres placeringer

Hulmur/sokkel:



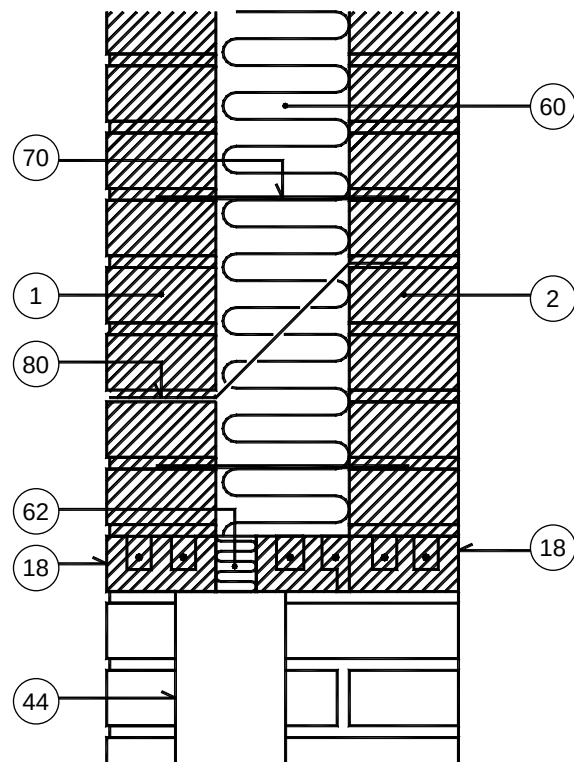
Sokkel (lodret snit)

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



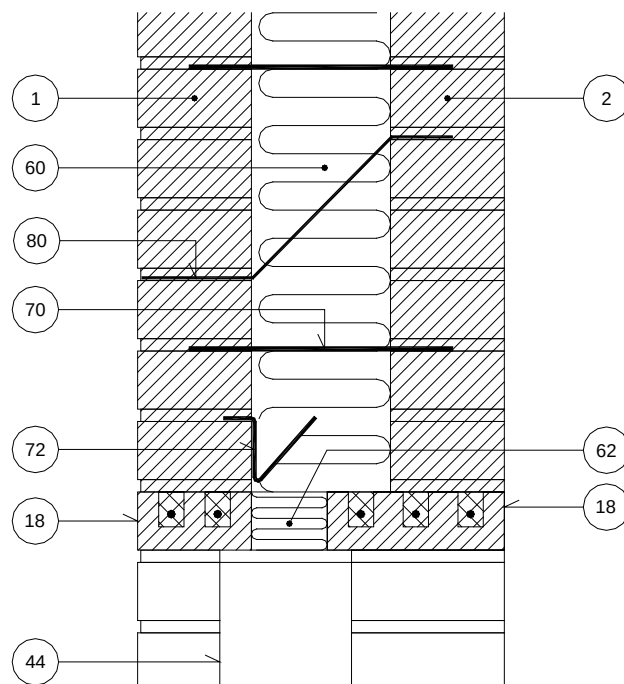
Søjle (3D)

- | | | | |
|----|--------------------|----|---|
| 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 bør anvendes mindst 4 stk. korrosionsfaste trådbindere pr. m^2 jævnt fordelt, og til forankring af skalmure bør placeres mindst 2 stk. korrosionsfaste trådbindere pr. m^2 .

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

Ved 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 400 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 bindernes placering i hjørner, såfremt der ikke indlægges en dilatationsfuge. Første 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 projektmaterialet.

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

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

Armering

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

Stød i armeringen må kun udføres som angivet i projektmaterialet.

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

Den frie afstand mellem armeringsstænger skal følge reglerne i Eurocode 2 (Den fælleseuropæiske betonnorm).

Liggefugearmering

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

Stålprofiler

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

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

Bemærk, at korrosionsbeskyttelse ved varmforzinkning kræver en forzinkning med min. 300 µm lagtykkelse i kategori C5-I og min. 200 µm lagtykkelse i kategori C4. Disse lagtykkelser er i reglen ikke standard, hvorfor specielle krav til stålets kvalitet skal være opfyldt. Endvidere kan varmforzinkning med de anførte store lagtykkelser kun opnås på ståldele med godstykkelse på mindst 3 mm.

Korrosionsbeskyttelse kan dog laves som en kombination af maling, overykkelse og varmforzinkning. Se www.mur-tag.dk.

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 eksponeringsklasse MX 1). I hulumuren bag formuren skal der minimum regnes med samme eksponering som udvendig (altid eksponeringsklasse MX2-MX5).

Ofte indbygges der stålsøjler i hule mure, og det kritiske punkt, hvor disse stålsøjler skal henregnes til 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. den miljømæssige eksponeringsklasse. 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 kan færdiggøres ved udkradsning og efterfølgende fugning. Specielt i vinterhalvåret i perioder med udsigt til frost er denne metode at foretrække.

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

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

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

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

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

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

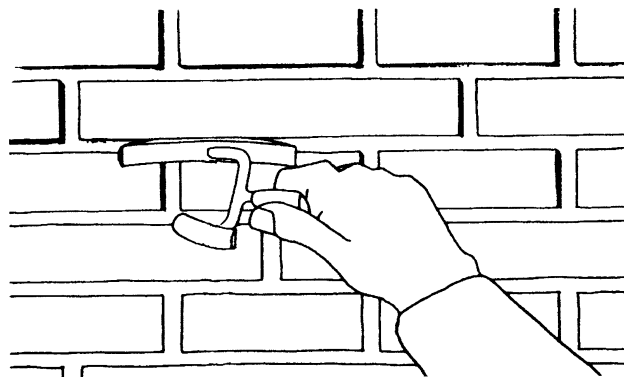
Skal arbejdet udføres i en periode med risiko for frostvejr, kan stilladset tildækkes (telt), og der kan opvarmes. Underlag og materialer skal have en temperatur på mindst +5 °C, for at mørtlen kan hærde tilstrækkelig hurtigt. Hvis murværket ikke kan holdes frostfrit, skal man afvente bedre vejrforhold. 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 sugsevne og mørtlens aktuelle muretekniske egenskaber som konsistens og vandholdsevne.

Fugefærdiggørelse

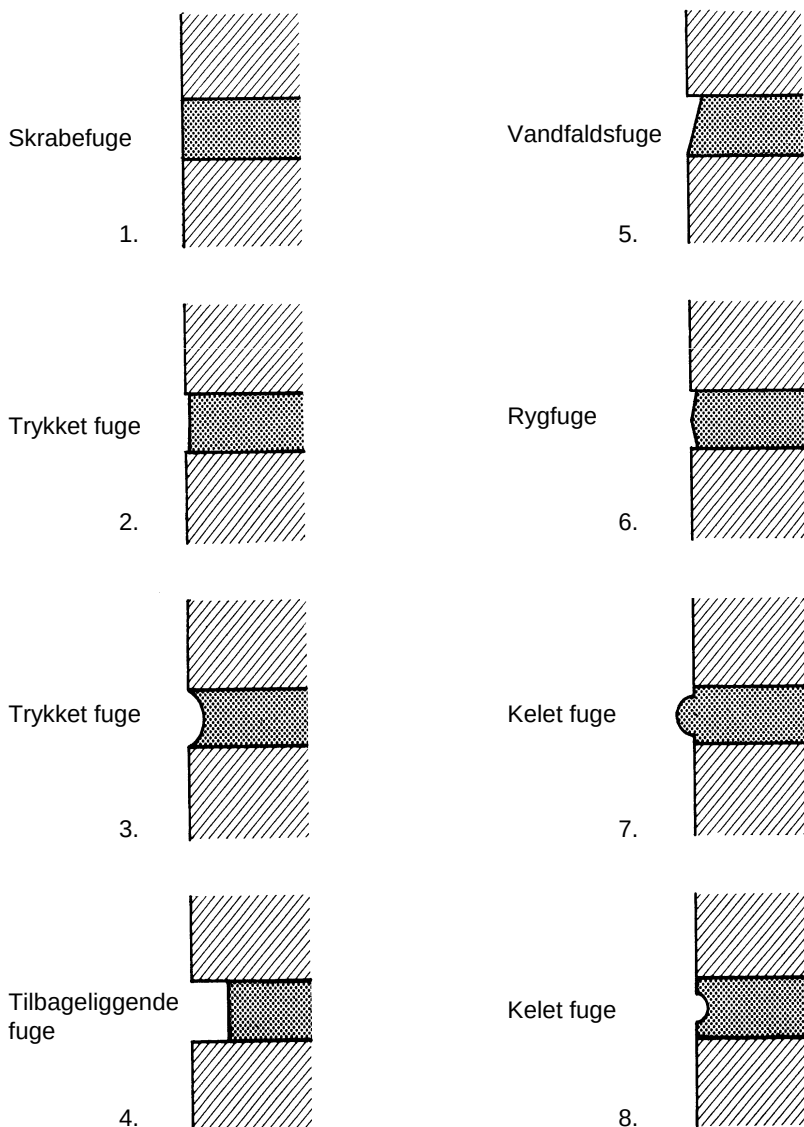


Komprimering af mørtlen i fugen kan ske ved at trykke den (glitte den) med en fugeske, der føres frem og tilbage over fugen. Er fugen tilbageliggende, må der anvendes en flad fugeske, og fugeoverfladen kan derved rykkes yderligere et par millimeter tilbage. Mørtlen kan også trykkes med et fugejern med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

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

Fugeformer

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

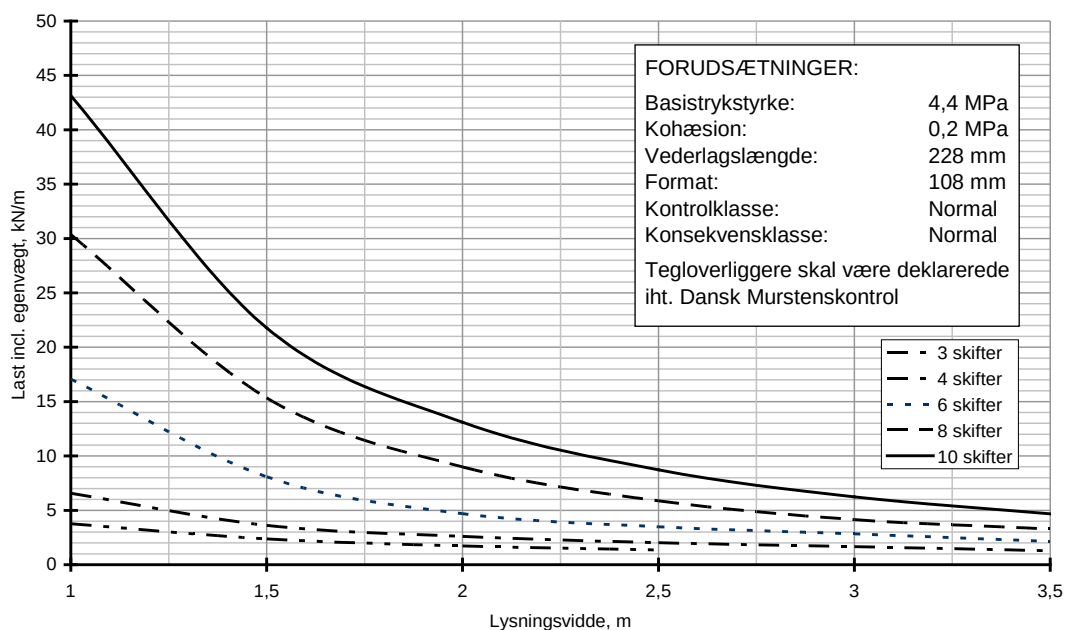
Kompositbjælker – bæreevnediagram

En tegloverligger er et præfabrikeret, armeret konstruktionselement. Ved at påmure en tegloverligger et antal murstensskifter fremkommer en bærende kompositteglbjælke. 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, kompositteglbjælker.

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

Bæreevnediagram, kompositteglbjælker

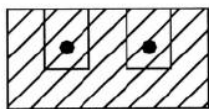


Udførelse

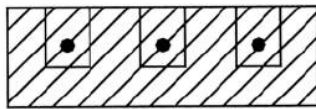
Den præfabrikerede overligger placeres og indmures med det antal overliggende skifter mursten og med den mørteltype, som fremgår af projektmaterialiet.

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.

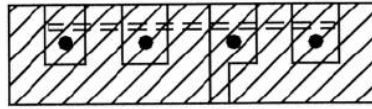
Tegloverliggerer fås som lagervare i 3 forskellige typer (se efterfølgende skitse), og teglværkerne kan levere overliggerer af de stentyper, som de producerer.



$\frac{1}{2}$ -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 opfylde kravene i EN 10088.

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 studs-fuger) er helt fyldte, og at stenene ikke rokkes efter at mørtlen er suget død.

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

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

Selvstændige teglbjælker/betonbjælker

Ved teglbjælker med stor andel af beton og betonbjælker virker den fugtstandsede membran desuden som en del af et glidelag (2 paplag danner glidelag), der skal optage differensbevægelser mellem beton og murværk. Ved vederlag indlægges der neopren, som ligeledes virker som glidelag.

Teglbjælker, hvor andelen af beton er minimal, kan indbygges uden etablering af glidelag.

Fjernelse af understøtninger

Som forannævnt skal tegloverliggerer 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 så længe.

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

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

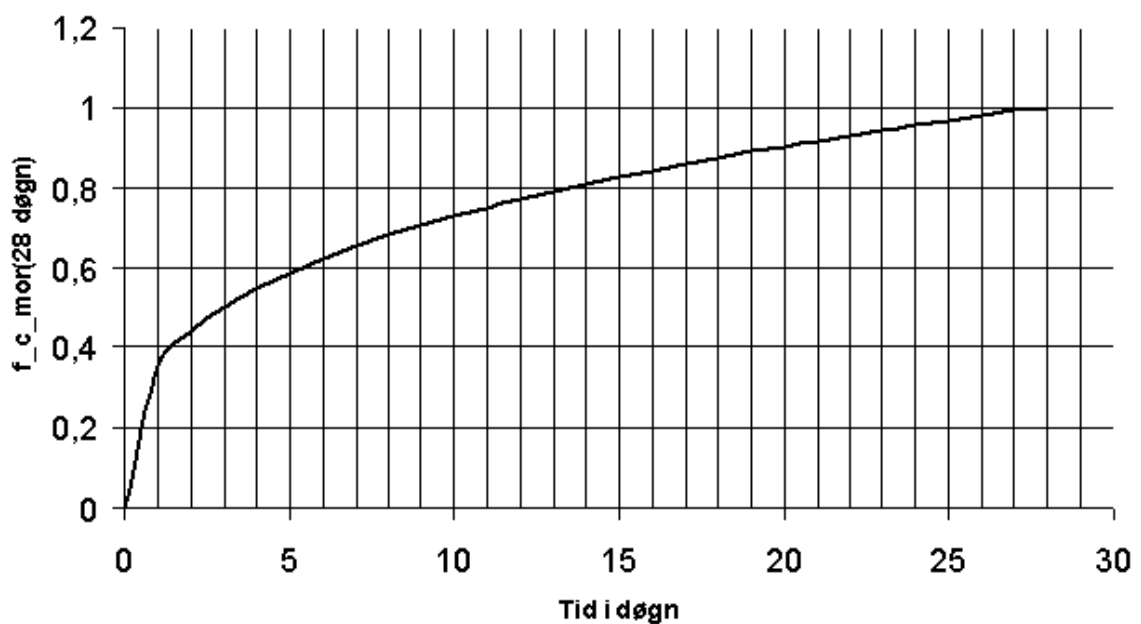
Dette gælder:

- hvis opmurings- og hærdningstemperaturen 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 $t > 5$ °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 linje ud for 0,43 til skæringspunktet med grafen, kan der lodret aflæses, at understøtningerne kan fjernes efter ca. 5,2 døgn svarende til, at understøtningerne tidligst kan fjernes efter **5½ døgn**.

Afstivning af murværk under opførelsen

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.

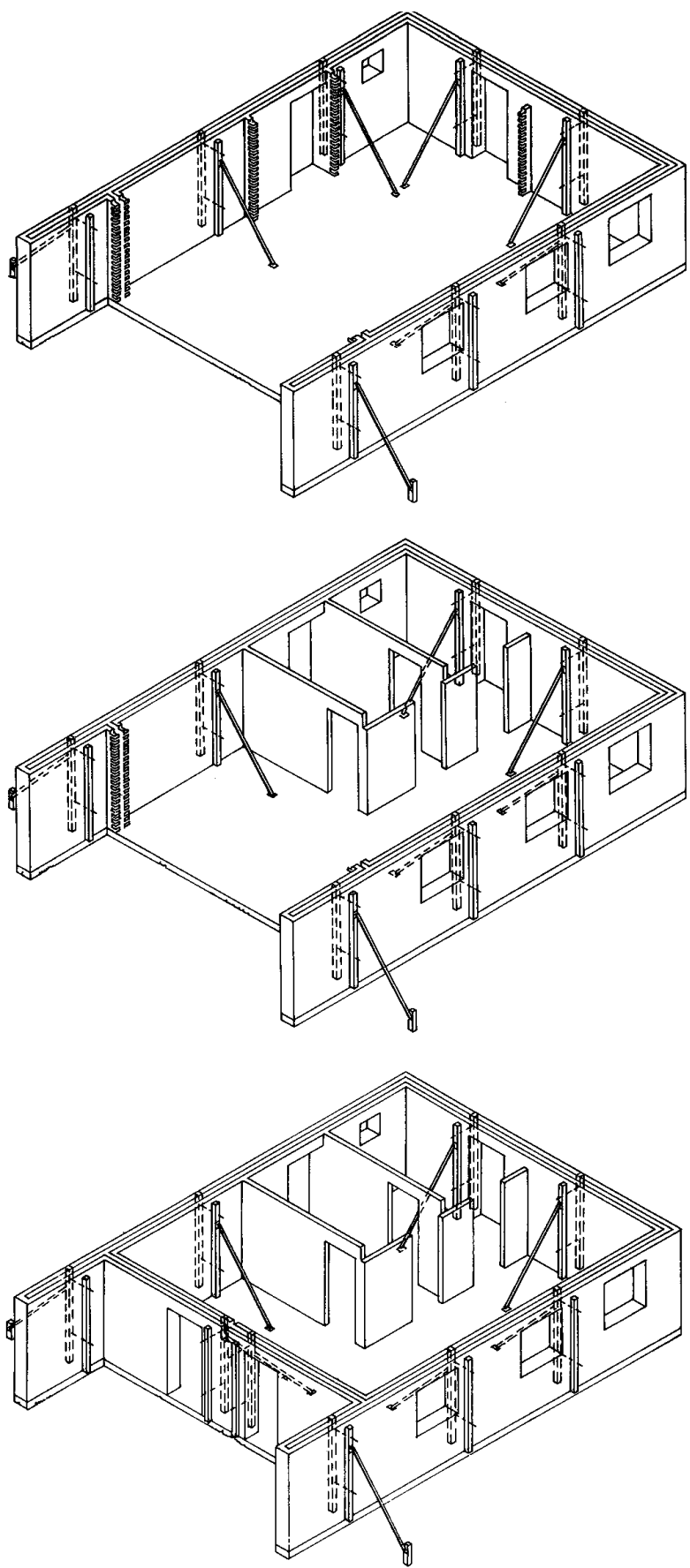
Skråafstivningerne foreslås udført af to stykker 50×100 mm eller 50×125 mm planker anbragt lodret ud for hinanden på hver sin side af murværket. Plankerne sammenspændes forsigtigt ved hjælp af rundstål eller snoet bindetråd, idet der indlægges fornødent modhold ved murværkets overside.

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

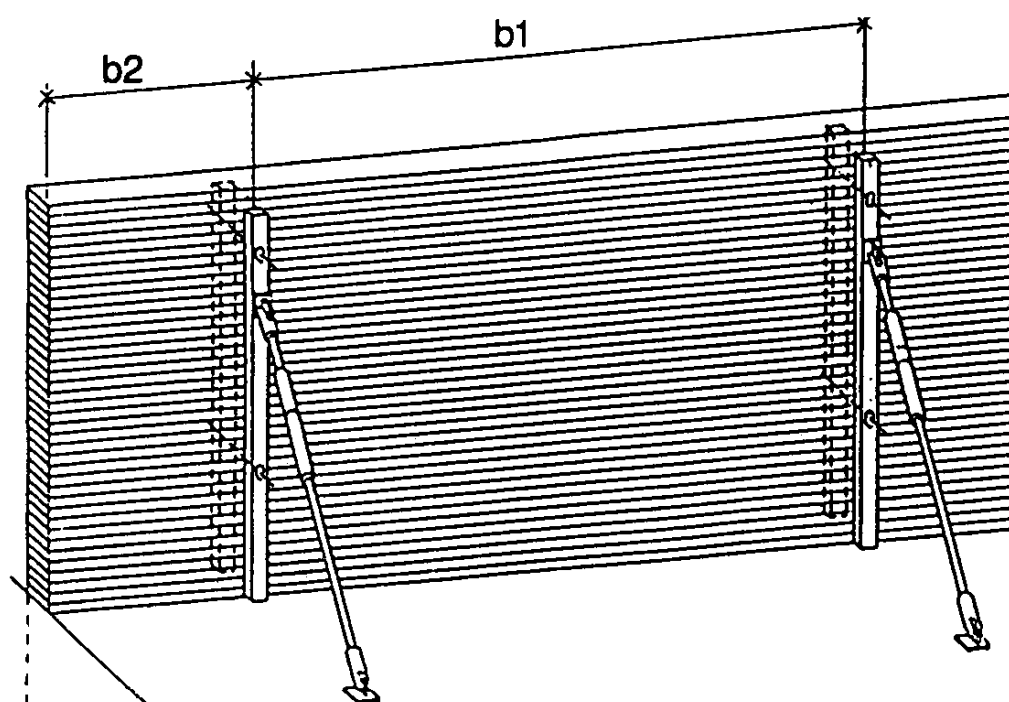
Den maksimale afstand mellem disse skråafstivninger kan aflæses af efterfølgende tabeller.

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 (eller FM2½) og med teglmursten (trykstyrke på 10 MPa eller mere). Er der anvendt KC 20/80/550 multipliceres tabelværdierne med 1,2, og er der anvendt KC 35/65/650 (eller FM5) multipliceres tabelværdierne med 1,1.



Figur 1



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

Tabel 1. Maksimal afstand, b_1 , i meter mellem skråafstivninger eller afstivende tværvægge for 2,5 m høje mure.

Maksimal højde i meter over terræn	Beliggenhed (terrænklasse)	Murens tykkelse		
		108 mm ($\frac{1}{2}$ -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, b_2 , i meter mellem skråafstivninger eller afstivende tværvægge og frie murender for 2,5 m høje mure.

Maksimal højde i meter over terræn	Beliggenhed (terrænklasse)	Murens tykkelse		
		108 mm (½-sten)	168 mm (bredsten)	108+108 mm (hulmur)
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 kan være årsag til forskellige former for skader. Derfor bør det tilstræbes at mure så rent, at afsyring kan undgås. 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 kan der forekomme 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 ”Når afsyring af murværk går galt” udgivet af Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter .

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

Afsyring

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

Før afsyringen børstes murværket med en skuresvamp for at fjerne løse mørtelrester. Fastsidende 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 renses med 30 % saltsyre fortyndet med vand i forholdet 1:20 (eller tyndere). Et filtsebræt med skumgummibelægning anses for at være det bedst egnede værktøj til afsyringen; alternativt anvendes der en syrekost.
- Der skal ikke for- og eftervandes i forbindelse med afsyring.
- Syren skal leveres færdigblandet på byggepladsen.

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

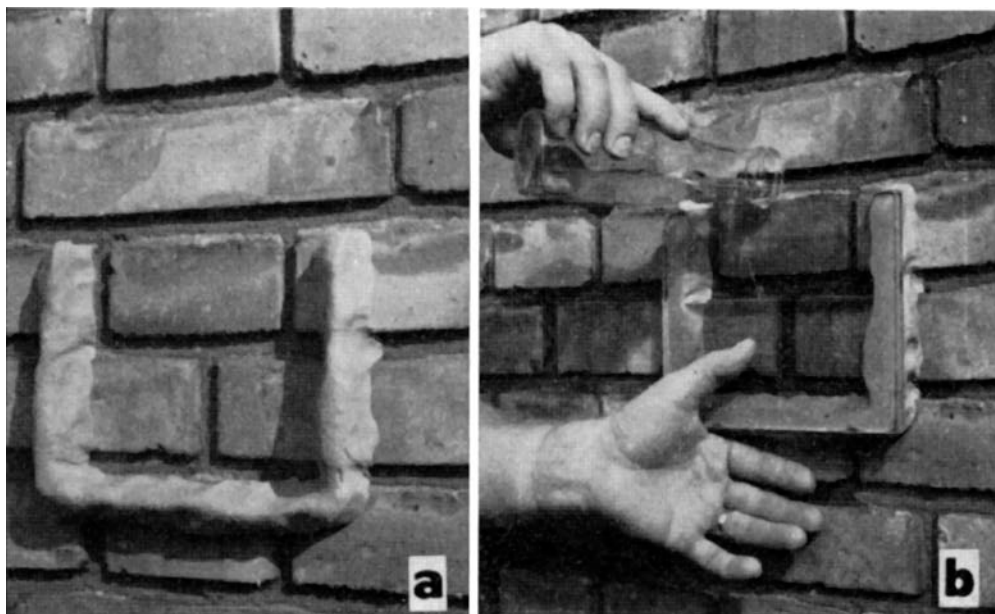
Syren skal jævnligt udskiftes, idet forurenede syre kan fremkalde misfarvninger. Afsyring skal foregå oppefra og nedefter, og afsyring bør kun udføres én gang, se også Vejledning, Afsyring af udvendigt murværk, udgivet af MURO eller www.mur-tag.dk.

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

Hvis murstensleverandøren anviser afsyrimsmetode skal disse anvisninger altid følges.

Vejrligets påvirkninger

Når regnvand piskes mod en ydermur, kan vinden medføre tryk svarende til 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 muren ikke tæt overfor slagregn.

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

Det er ikke nok at slå studsene på murstenene, før de henmures. 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. (Specielt aktuelt om vinteren).

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 gum-mibånd eller lignende.

Ved oplagring af sække af cementmørtel, tørlæsket kalk og lignende skal murermesteren især sikre sig:

- at fugt holdes borte fra sækkene,
- at sækkene oplagres på paller eller andet underlag, som hæves over terræn,
- at sække oplagret i skur eller telt ikke anbringes lige op ad ydervægge,
- at der er ventilation omkring stablerne.

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

I mere nedbørsrige perioder og ved særlige fugtfølsomme arbejder er totaloverdækning en velegnet afdækningsmetode.

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

Vinterforanstaltninger

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

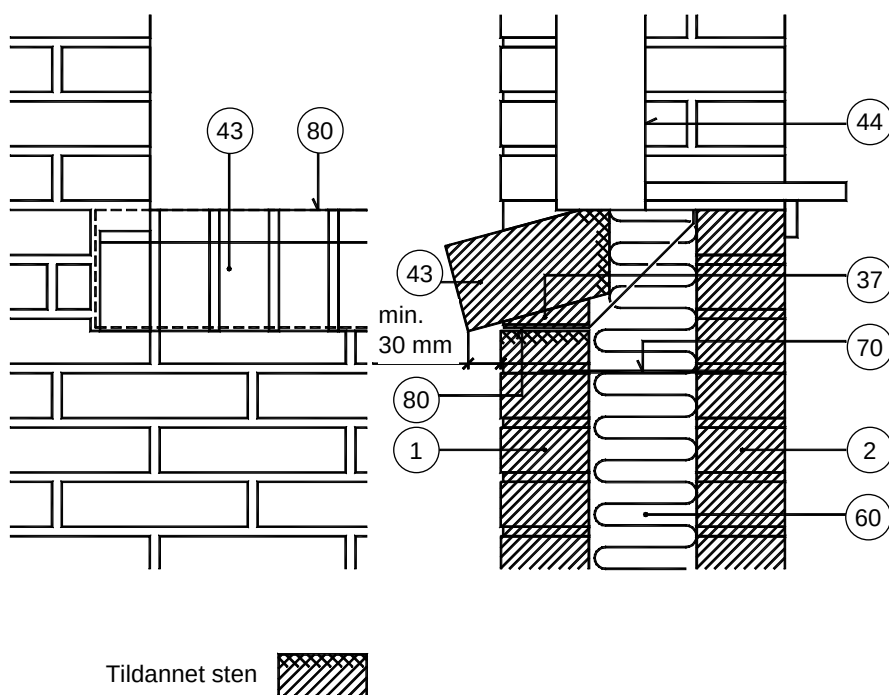
der på materialer. Udover de overenskomstmæssige forhold, der omhandler afdækning af murværk og materialer mv. er det i reglen nødvendigt med en række udvidede vinterforanstaltninger, se "Vejledning om Vinterbyggeri" fra Bygge- og Boligstyrelsen, oktober 1995 og "Vintermuring" fra Murerfagets Oplysningsråd, samt "Håndbog i vinterbyggeri" fra Erhvervsskolernes Forlag.

Totalafdækninger, hvor der mures under et telt, kan være økonomisk fordelagtigt i vinterperioden. En vurdering af om en totaloverdækning kan betale sig, kan foretages med cost/benefit-modellen, som findes på www.vinterkonsulenterne.dk

Detaljer

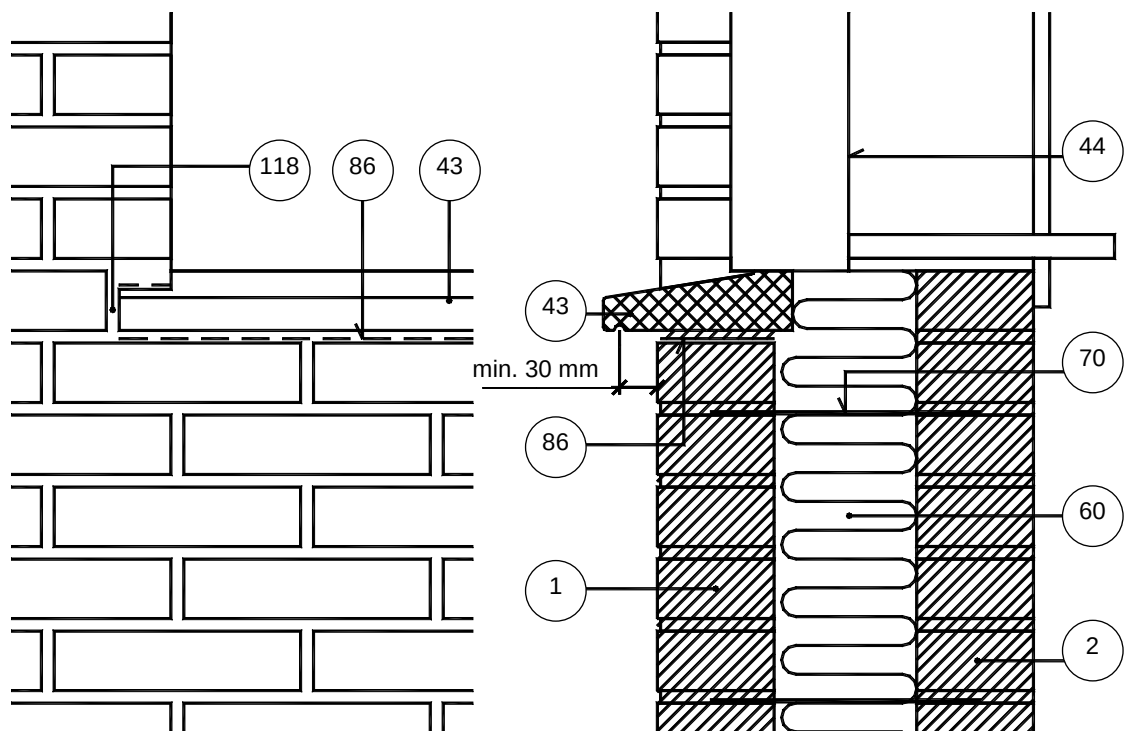
Sålbænke

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.



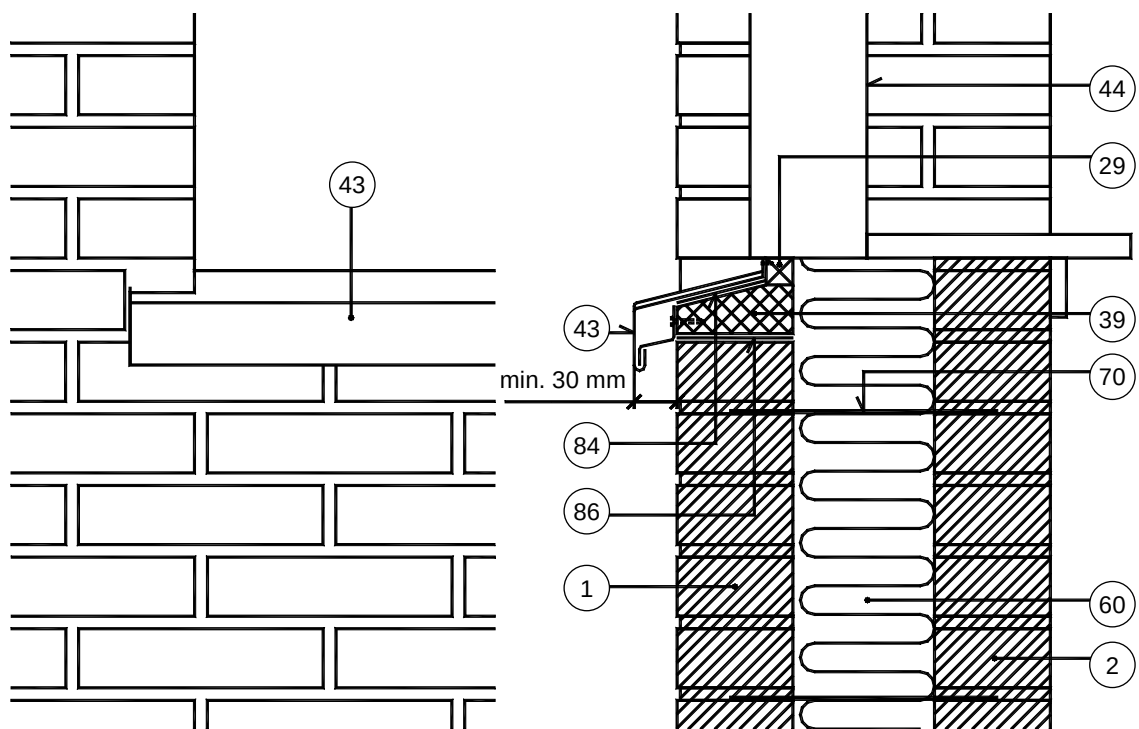
Vindue (lodret snit)

- | | | | |
|----|------------------|----|------------------------------------|
| 1 | Tegl i formur | 44 | Vindue |
| 2 | Tegl i bagmur | 60 | Isolering |
| 37 | Mørtelpude | 70 | Trådbinder |
| 43 | Rulskiftesålbænk | 80 | Fugtspærre, 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
- 2 Tegl i bagmur
- 29 Trykimprægneret liste
- 39 Beton
- 43 Metalsålbænk/endebund med inddækning

- 44 Vindue
- 60 Isolering
- 70 Trådbinder
- 84 Asfaltpap
- 86 Glidelag (f.eks. pap)

Murafslutninger

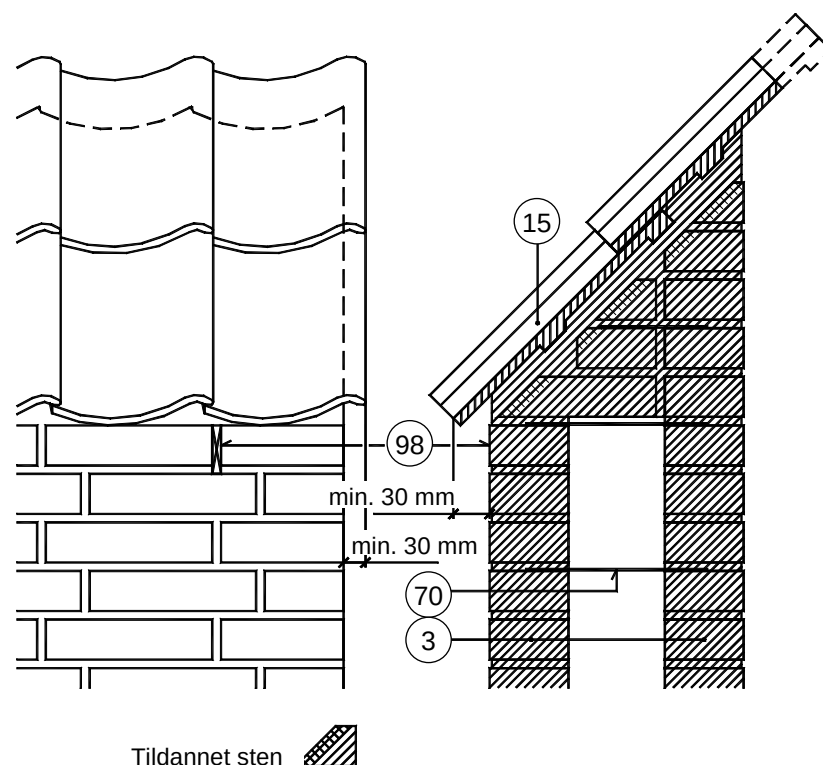
Ved fritstående mure er det vigtigt, at murværkets overside beskyttes mod nedbør.

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 hærdbetingelser.
- 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.



Tilslutning (lodret snit)

3 Tegl i fritstående mur
15 Tegltagsten

70 Trådbinder
98 Åbne studsfiger

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

Afslutning med rulskifte

Rulskifte er én blandt mange afslutninger på murværk. **Når den fremdrages her, skyldes det ikke, at teglindustrien anbefaler denne udformning, snarere tværtimod.** Der begås desværre mange fejl ved projektering og udførelse af rulskifter. Fejl der resulterer i hyppige skader, hvor rulskiftet ligger frit udsat for vejrliget.

Nedenstående regler har til formål at sikre rulskiftet størst mulig chance for en rimelig levetid.

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 $\frac{1}{2}$ -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 tykkel-

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

Opmuring indtil murafslutning

Der skal mures med fyldte fuger.

Ventilation

I 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. ½ m (2 løbere); i nederste skifte skal fugerne være tomme helt ned til fugtspærren på fundamentet, og der må ikke ligge ”spildmørtel” på fugtspærren.

Henmuring af rulskifte

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

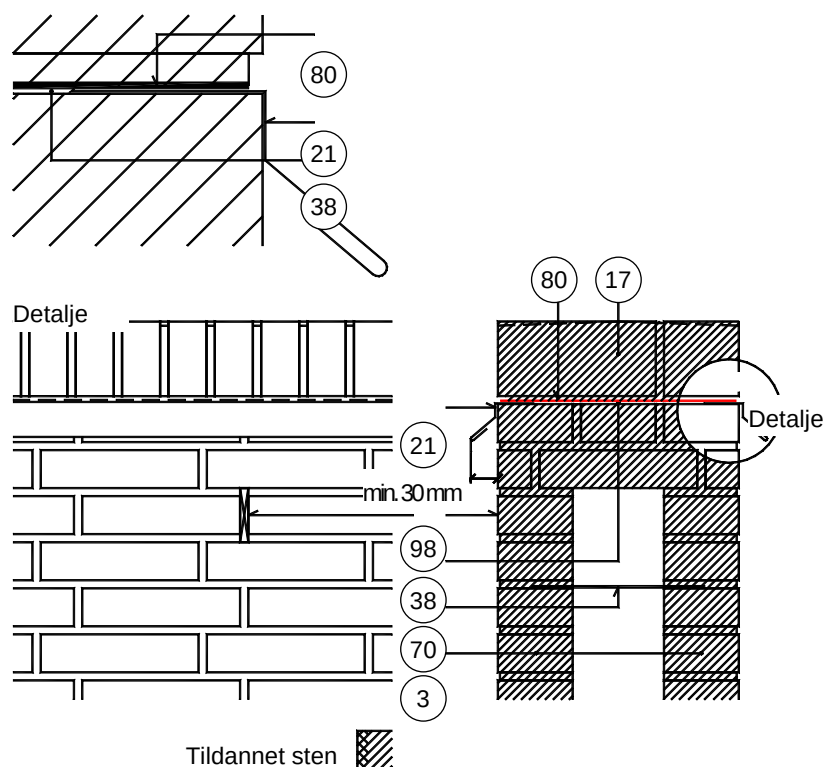
Som glidelag og fugtstandsende lag indlægges en fugtstandsende membran, og for at hindre vandindtrængning under membranen indlægges der yderligere metalløskanter i begge sider under fugtspærren. Løskanterne kan være udformet som vist på efterfølgende tegning. Det er vigtigt, at underkanten holder vandret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

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

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

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

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



Tilslutning (lodret snit)

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

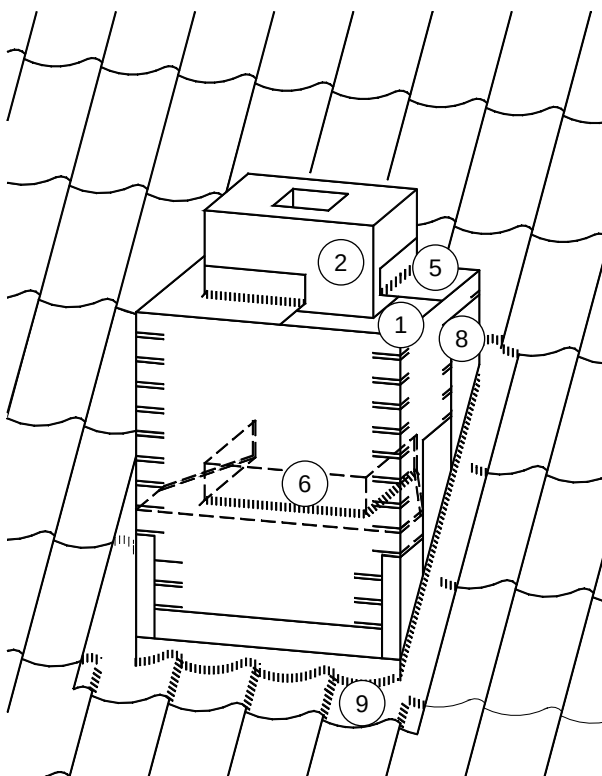
Note: Løsningen kan kun anvendes for fritstående mure med begrænset udstrækning i højde og længde pga. sammenmuringens ringe evne til at optage differensbevægelser. Alternativ løsning kan findes på www.mur-tag.dk.

Muraflutning 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.

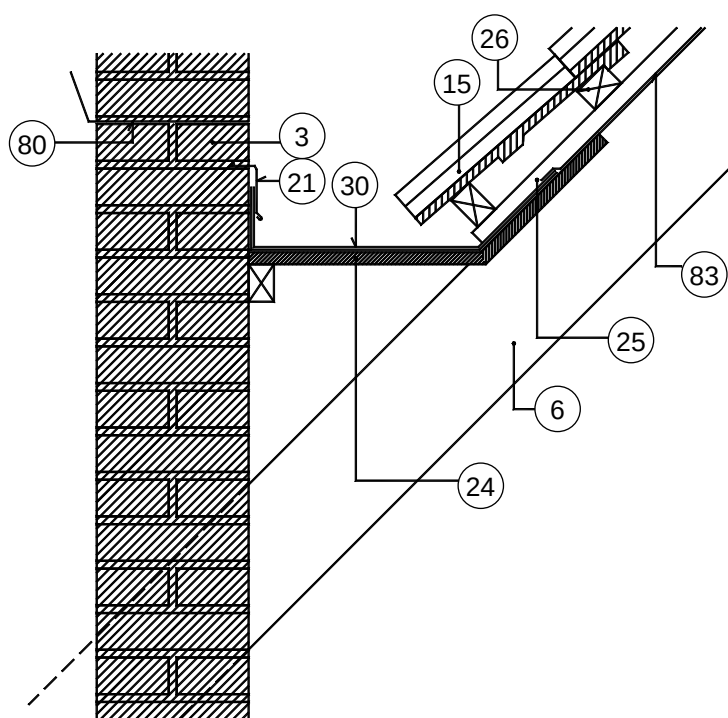
Skorstensafslutninger

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



Skalmuret elementskorsten

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | $\frac{1}{2}$ -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, skorstensvange (én side)	25	Afstandsliste
6	Spær	26	Lægte
15	Tegltagsten	30	Skotrende
21	Løskant	80	Fugtspærre, klæbet til skorstenselement
24	Krydsfiner, min. 18 mm	83	Undertag

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

Følgende krav må stilles for følgende afslutningstyper:

Betonplade

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

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

Rulskifte

Murafslutningen udføres som tidligere beskrevet.

Dilatationsfuger

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

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

Regningsmæssige parametre for længdeændringer.

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

1. Længdeændring fra fugtindhold ved levering til ligevægt ved 23 °C og 43 % RF.
2. Længdeændring fra ligevægt ved 23 °C og 43 % RF til fugtindholdet efter 3 døgn ved 23 °C og 90 % RF.
3. Værdierne afhænger af vandindholdet pr. m³. Værdierne gælder for intervaller 125-225 l/m³.
4. Værdien er afhængig af hærdningsprocessen.
5. Værdien er ikke kendt.

Samlet set kan der regnes med en bevægelse på 0,2 mm pr. m for en formur i teglsten.

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

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

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

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

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

Eksempler:

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

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

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

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

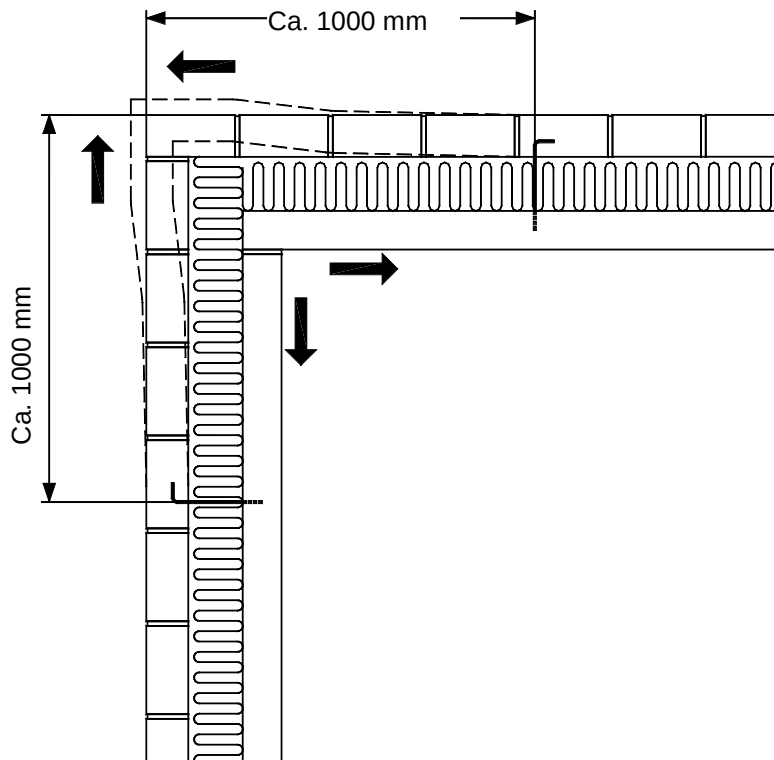
Såfremt dele af murværket er båret af konsoller påmonteret bagmuren og andre dele understøttet på fundamentet, bør der etableres en dilatationsfuge imellem de 2 typer murværk.

Placering af lodrette dilatationsfuger:

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

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

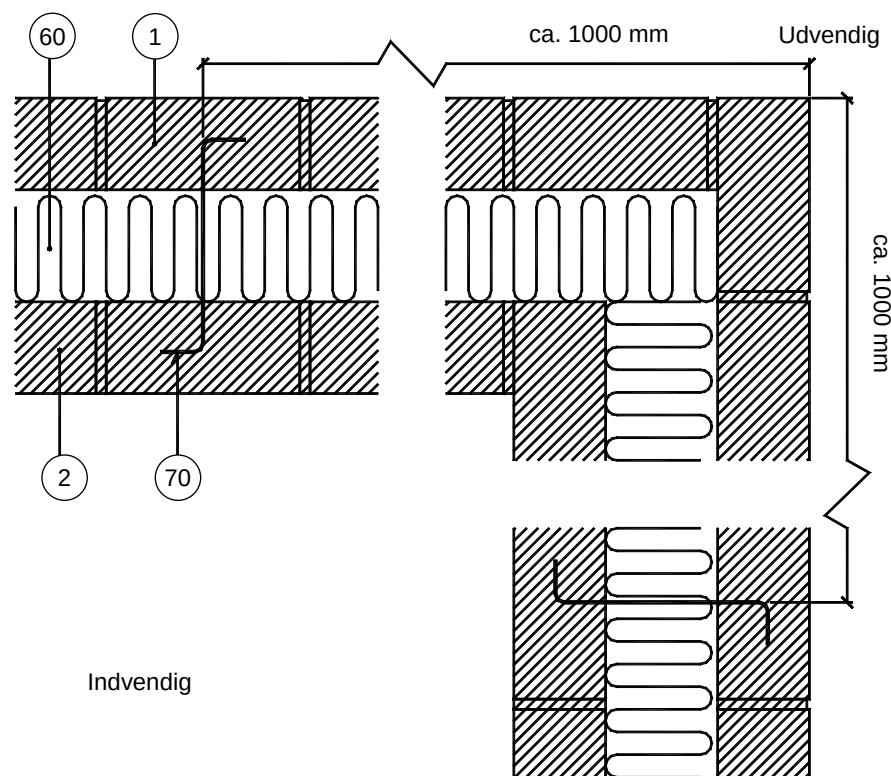
en tvangsflytning af det lodrette hjørne svarende til tværvæggens relative fugt- og temperaturbevægelse, som skal optages mellem hjørnet og den første binderkolonne. Formuren risikerer derved at knække under dannelse af en lodret revne i hjørnet, såfremt binderne ikke placeres i passende afstand fra hjørnet.



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

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

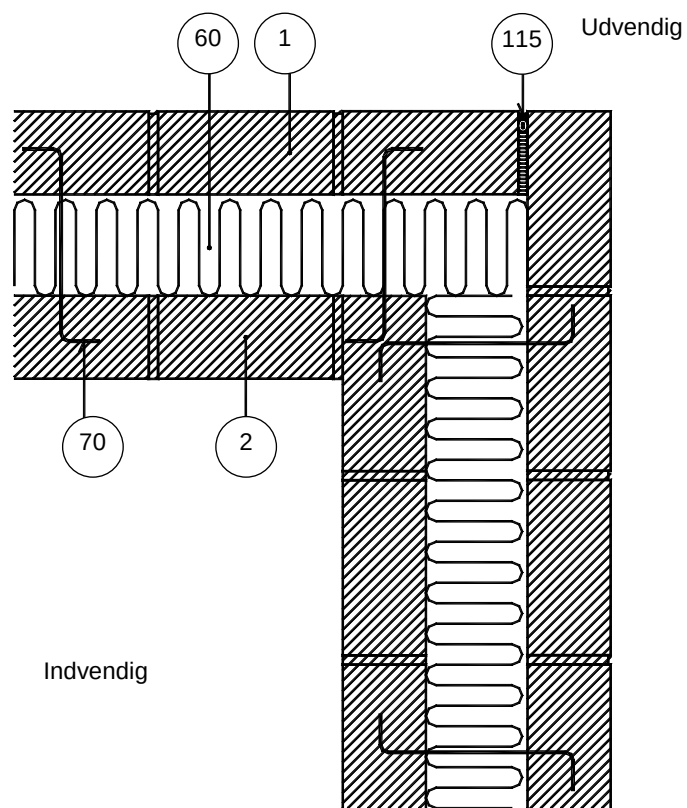
Dette problem undgås ved at holde binderne i en afstand på ca. 1 m fra hjørnet. Såfremt hjørnet består af korte hosliggende vægfelt kan afstanden reduceres.



Hjørne (vandret snit)

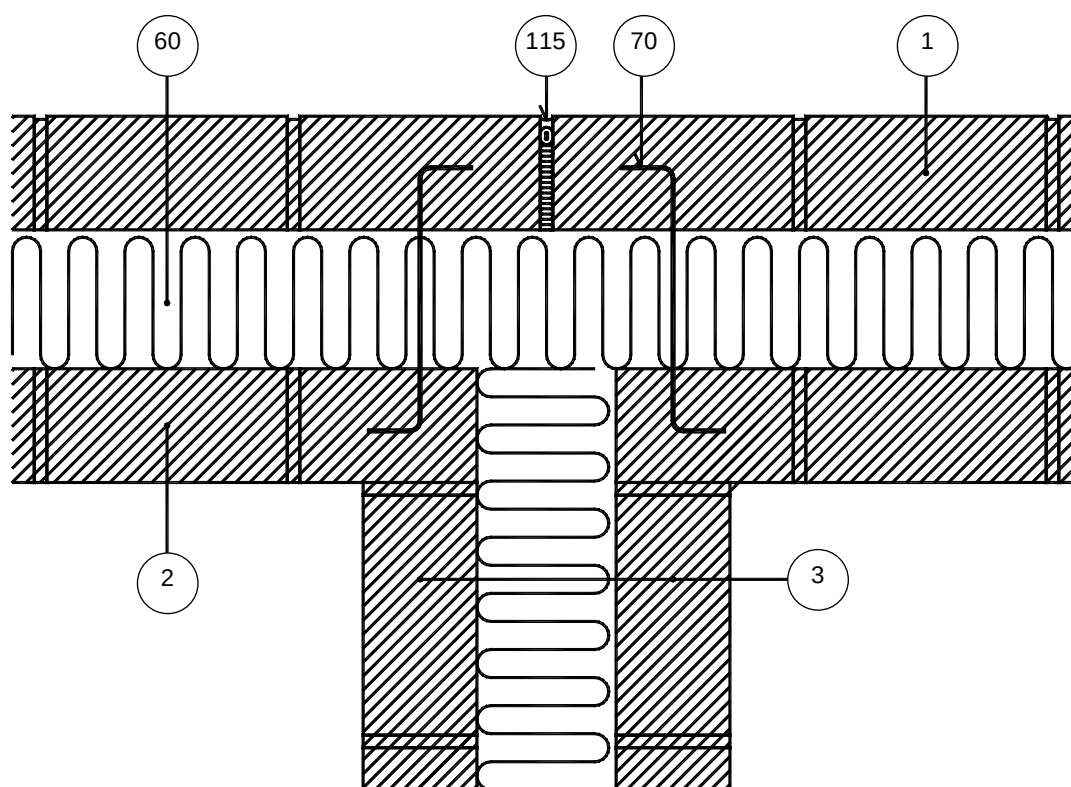
- | | | | |
|---|---------------|----|------------|
| 1 | Tegl i formur | 60 | Isolering |
| 2 | Tegl i bagmur | 70 | Trådbinder |

På efterfølgende figur med tilhørende detailtegninger er de steder vist, hvor det normalt vil være relevant at have dilatationsfuger.



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 |

Tegltage

Tegltagsten skal være CE-mærkede iht. EN 1304.

Deklarerede egenskaber omfatter bl.a. bredde og længde, vandgennemtrængelighed, bøjningsstyrke og holdbarhed, der bedømmes i forhold til prøvning af frostfasthed.

Tegltagsten - tekniske data

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

Særlige tagstensformer

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

Arbejdsudførelse

Materialeforbrug:

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

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

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

Overfladebehandling

Generelle forhold

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

Ved opførelse af murværk tilfører mørtlen normalt vandmængder svarende til ca. 4-5 vægt%. En del af dette vand skal udtørres inden overfladebehandling foretages, da overfladebehandling i sig selv reducerer vandets 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 vægt%, men normalt kan overfladebehandlingen først udføres 1-4 måneder efter opmuringen (afhængig af vejrlig og fugning). Såfremt opmuringsmørtlen indeholder kalkhydrat, bør mørtlens kalkdel være afhærdnet 2-3 cm ind fra murværkets forside, inden der udføres en overfladebehandling. Udtørringstiden bliver kortere, hvis murværket afdækkes mod nedbør under opførelsen.

Overfladebehandling af murværk udføres bedst i forårs- og sommermånederne, medmindre murværket sikres mod frostpåvirkning gennem vinterforanstaltninger. 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 sugesevnen. 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 sugesevnen bliver for lille.

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

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

Det er vigtigt, at arbejdsprocessen planlægges, så de afgrænsede felter færdiggøres helt, inden der gøres ophold i arbejdet, og det er vigtigt, at bemalingen 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.

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

Vandforstøvning kan med fordel bruges.

Hvis ny overfladebehandling ikke beskyttes mod slagregn, indtil mørtlen er tilstrækkelig afhærdnet, vil der være risiko for, at slagregn vasker en del af hydratkalken (calciumhydroxyd) ud af mørtlen. Når vandet fordamper, vil denne kalk udfældes i overfladen, hvor den vil 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 CO₂, hvilket først sker, når murværket har et fugtindhold på mellem ca. ½ og 7 vægt%.

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

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

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

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

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

Kvalitetssikring

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

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

Pudsning

Udvendig

2-lags opbygning

Forbehandling

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

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

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

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

Hovedreglen er dog, at der skal vandes. Vanding skal udføres fra slange med spreder, og pudning 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, 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. Tyndgrunding 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 to lag, og får derfor hovedparten af ansvaret for væggen 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.

Slutpuds

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

Pudsning med farvet mørtel udføres bedst som 3-lags opbygning. Valg af farve

bør foretages med hensyntagen til omgivelserne, og beslutningen bør træffes ud fra påførte, udtørrede farveprøver.

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

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

Indvendig

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

Finpuds

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 (indvendig)
- Berapning (indvendig)

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

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

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

Underlag - 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. Efter opmuring afrenses og rengøres murværket med en stiv kost uden brug af syre eller vand. Bemærk, at der ved anvendelse af vand trækkes et mørtelslør med forholdsvis svagstyrke ud over teglstenene. En overfladebehandling herpå har nedsat levetid.

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

Hvis murværket er stærkt sugende forvandes der inden mørtlen påføres.

Vandskuring

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

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

Sækkeskuring

Som mørtel anvendes tyndtflydende, smidig mørtel, hvis sammensætning varieres efter de klimatiske og mekaniske påvirkninger. Maksimal lagtykkelse må ikke være over 0,5-1 mm, og sandets største korn bør normalt højst være 1 mm. Straks efter påføringen 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. Maksimal lagtykkelse må ikke være 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 pudslagets frie overflade med krakeleringsrevner til følge.

Tyndpuds

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

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

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

Ensartet vandtilsætning og blandetid af mørtlen er en forudsætning for 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 linjer. 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 overfladebehandlings 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 Pudsning/Overfladebehandling ved påførsel af et tyndt mørtellag.

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

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

Hvis der skal opnås et godt resultat, er det vigtigt, at murværket har en ensartet sugeevne dels af hensyn til pudsearbejdets udførelse, dels af hensyn til udseendet bagefter. En uensartet sugeevne – f.eks. forskelle i sugeevnen fra mursten

til fuger – kan i perioder give varierende vandindhold i pudslaget med farveforskelle til følge. Dette forhold ses undertiden for vandskuret murværk. Der kan også opstå farveforskelle mellem sten og fuger ved vandskuring af murværk med tilbageliggende fuger.

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

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

Kalkning

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

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

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

Kalkning udføres i perioder, hvor luftens fugtighed er høj. Det vil normalt sige forårs- og efterårsperioder uden for perioder med frost. Dette er vigtigt for 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 ad flere gange. Som pudsmørtel er kalkrig mørtel bedst egnet, og mørtlen bør

ikke være mere cementrig end kalkcementmørtel KC 50/50/700.
Puds med højt cementindhold kan nedsætte kalkens vedhæftning.
En grunding med følgende blanding kan i nogle tilfælde forbedre kalkens vedhæftning.

Sandkalk:

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

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

Tilberedning af kalkvand:

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

Tilberedning af hvidtekalk (kalkmælk):

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

Udførelse af hvidkalkning/krav til underbund:

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

ke 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 farvekorner imellem kalkkrystallerne, og indfarvet kalk vil aldrig blive så mørk i farverne. Ønskes mørkere farver, må der kalkes flere gange med samme farvedosering.

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

Farvepigmenterne udblødes i kalkvand i mindst et døgn før brug, tilsættes hvidtekalk i den ønskede dosering og påføres murværket som anført under kalkning. Før den indfarvede hvidtekalk blandes, skal der altid udføres prøveblandinger og prøvestrygninger. Efter endt tørretid kan det afgøres om farverne passer eller de skal ændres.

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

Lasering med indfarvet kalkvand

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

Farvepigmenter udblødes i kalkvand mindst et døgn før brug.

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

Lasering med indfarvet kalkvand skal gennemføres i skygge. Væggene fugtes, så indtrængningsdybden forbedres og således, at en kraftig udtørring undgås. Arbejdet skal udføres i én arbejdsgang og afsluttes på steder, hvor man ikke kan se farveforskelle, f.eks. ved hjørner, muråbninger, tagedløb, 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. Det er vigtigt, at der ikke er revner, som tillader vandindtrængning og kan forårsage fugtophobning i murværket.

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

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

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

Imprægnering

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

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

Formålet med imprægnering kan være følgende:

- Forhindring af vandgennemtrængning i f.eks. vestvendte gavle
- Nedsættelse af tendens til misfarvning
- Fjernelse af gipsbaserede misfarvninger.

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

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

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

Imprægneringsmidler vil have forskellig indtrængningsdybde fra det næsten umålelige til flere centimeter. Indtrængningsdybden afhænger af:

- Imprægneringsmaterialets kemiske sammensætning
- Murværkets porøsitet
- Murværkets vandindhold
- Teglttype: f.eks. gul/rød
- Mørtlens hærdningsforhold
- Murværkets pH/surhedsgrad.

Ved eventuel imprægnering er følgende forhold væsentlige:

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

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

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

- Yderligere misfarvninger
- I ældre bygninger, hvor der er sammenmuringer mellem for- og bagmur eller ved massivt murværk, forårsage vandindtrængning og deraf indvendige fugtproblematikker
- Manglende færdighærdning af mørtel
- Frostskader på ikke frostfaste teglsten og fuger.

Imprægnering kan foretages på både nyt og gammelt murværk. Det skal her bemærkes, at murværk med tiden – faktisk i løbet af få år – oftest får en naturlig imprægnering. Denne imprægnering skyldes for en stor del dannelse af biofilm (bakterievækst) i poresystemet.

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

En eventuel imprægnering bør i forvejen godkendes af murstensleverandøren.

Såfremt der mures med sten, der er imprægneret fra murstensleverandøren, må dette tages med i vurdering af mørtelvalg, da der må forventes en større vandbelastning på fuger.

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.

Der henvises til ”Fliser, opsætning og lægning” fra Forlaget Tegl, samt til Gulvbranchens Samarbejds- og Oplysningsråds (GSO) publikation gulvfakta, afsnit ”Klinker og fliser” der kan findes på www.gulvbranchen.dk.

Udlæg

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

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

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

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

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

Arbejdets udførelse

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

Leverandørernes anvisninger for de enkelte produkter skal følges.

Opsætningen af fliser i badeværelser kræver særlig stor omhu, og i 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 gulvsten/gulvklinker

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

Stenenes slidstyrke vokser med stigende brændingsgrad, medens det arbejde, der kræves til renholdelse, falder. Dette betyder, at de hårdtbrændte sten som regel bør foretrækkes for de almindelige, 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 KK _h 20/80/475	KC 50/50/700 KK _h 20/80/475 KK _h 35/65/500
Fugning	C 100/300	KC 20/80/550 KK _h 20/80/475	KC 35/65/650 KK _h 20/80/475

Lægning

Inden lægningen skal undergulvet være i orden. Er råbetongulvet blevet for glat, bør det hakkes i overfladen før lægningen, og undergulvet skal i øvrigt være rent og fugtes omhyggeligt. Er guldstenene/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 allerhøjst må være 30-40 m² og helst mindre, og ingen sidelinje må være over 8 m. Har gulvet fald, bør dilatationsfugerne ligge langs de højeste og dybeste linjer, dersom det kan gennemføres.

Rengøring efter lægning

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

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

Vedligeholdelse af teglgulve bør ske efter teglleverandørens anvisning.

Udendørs belægninger i tegl

Teglklinker og hårdtbrændte teglsten

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

Klinker leveres i følgende formater:

228×112×53 mm

97×97×53 mm

240×118×52 mm

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

Enkelte producenter leverer hårdtbrændte teglsten til terrasse- og stibelægninger.

Med hensyn til egenskaber henvises til producenternes erfaringer og datablade.

Forarbejde

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

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

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

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

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

Ved mindre arealer såvel som ved større arealer kan man med fordel anvende afretningsskiner 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 fuger 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 detal løsninger og hvilke materialer, der indgår i byggedelene, eller når de enkelte materialers sammensætning skal bestemmes ved laboratorieanalyse, eksempelvis en mørtels blandingsforhold.

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

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

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

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

Tilstandsvurdering

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

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

Projekt

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

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

- Bygningers fremtidige anvendelse
- Almindelige myndighedskrav
- Særlige myndighedskrav.

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

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

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

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

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

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

Dette indebærer som regel, at der ikke må anvendes cementbundne mørtler – eksempelvis kalkcementmørtler.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Misfarvet murværk

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

Eksempler herpå kan være:

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

Salpeterudslag er en populær betegnelse for hvidlige udfældninger på murværket. De hvidlige udfældninger er i virkeligheden ikke salpeterudslag, men mursalte (kalium, magnesium, calcium mv.), som er naturligt forekommende i leret.

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

Typiske skader kan være:

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

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

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

Vedligeholdelse og drift

Murværk og tegltage kræver normalt et minimum af vedligehold.

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

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

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

Definitioner

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 påsvejt gitterudfyldning bestående af armeringsstænger.
Basisstyrker:	Murværkets styrkemæssige egenskaber under hensyntagen til såvel murstens- som mørtelegenskaber bestemmes som angivet i EN 1052-serien.
Blokke:	Blokke er byggesten, hvis basishøjde er mindst 185 mm.
Bruttodensitet:	Byggestenens tørmasse divideret med totalrumfanget uden fradrag af eventuelle huller, men med fradrag af udsparinger.
Brændt kalk:	Ulæsket, brændt kalksten (i form af stykker eller finmalet pulver), CaO.
Byggesten:	Fællesbetegnelse for mursten og blokke.
Cementmørtel, C-mørtel:	Mørtel fremstillet af cement, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Forbandt:	Systematisk sammenføjning af byggesten ved for-sætning af studs fuger.
Funktionsmørtel:	Mørtel, der er foreskrevet og fremstillet til at opfylde fastlagte egenskaber og underkastet prøvningskrav.
Eksponeeringsklasse MX1:	Svarer til passivt miljø: Tørt miljø uden fugt eller aggressive stoffer som f.eks. tørt, navnlig indendørs, klima.
Eksponeeringsklasse MX2-MX3.1:	Svarer til moderat miljø med tilstedeværelse af fugt som f.eks. fugtigt udendørs eller indendørs klima.
Eksponeeringsklasse MX3.2-MX5:	Svarer til aggressivt miljø, som er særligt fugtigt miljø eller miljø med tilstedeværelse af aggressive stoffer som f.eks. salt- eller røgholdig atmosfære.
Gruppe 1-4 sten:	Angivelse af hulmængden. Se tabel 3.1 i EN 1996-1-1

Hulmur med stenbindere:	Dobbeltmur af byggesten, hvor to massive mure er samvirkende, idet de er indbyrdes forbundet ved byggesten, der er muret i forbandt med begge mure.
Hydratkalk (tør):	Brændt kalk læsket med netop det kvantum vand, der er nødvendigt for at danne tørt pulver.
Hydraulisk kalk:	Brændt kalk fremstillet af egnede, lerholdige 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.
Kalkmørtel, K-mørtel:	Mørtel fremstillet af hydratkalk eller kulekalk, sand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kalksandsten:	Kalksandsten er byggesten fremstillet ved autoklavering af brændt kalk, kvartssand og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Kulekalk:	Vådlæsket, hydratkalk, brændt kalk med konsistens som dej, fremstillet ved læskning med overskud af vand.
Letbeton med porøse tilslag:	Et produkt fremstillet af uorganiske bindemidler, porøse tilslagsmaterialer og vand, eventuelt med sand og tilsætningsstoffer. Porøse tilslagsmaterialer defineres som angivet i DS 406.
Letbeton uden porøse tilslag, porebeton:	Et produkt fremstillet ved autoklavering af uorganiske bindemidler, finkornet, kiselholdigt materiale og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Letklinkerbeton:	Letbeton med porøse tilslag af ekspanderet brændt ler (letklinker).
Limfugemørtel:	Mørtel til brug i fuger, hvis tykkelse er mellem 1 mm og 3 mm.
Letmørtel:	Mørtel med tørdensitet i hærdnet tilstand mindre end eller lig 1500 kg/m ³ .

Massiv mur:	Enkeltmur, opført af byggesten med eller uden huller. Massive mure af mursten i 1/1-stens tykkelse eller mere udformes således, at der er effektiv forbindelse med sten eller trådbindere gennem alle lodrette snit i murens plan.
Massive sten:	Til massive sten henregnes sten, hvor arealet af huller vinkelret på liggefladen højst udgør 10 % af stens liggeflade.
Minutsugning:	En byggestens minutsugning er den vandmængde, stenens liggeflade kan opsuge på 1 minut ved en standardiseret prøvning, angivet i masse pr. arealenhed.
Molersten:	Et produkt fremstillet ved brænding af moler eller molerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Mursten:	Mursten er byggesten, hvis basishøjde er mindre end 185 mm.
Murstenssortering:	Mursten, der opfylder samme, fuldstændige varedeklaration, benævnes en sortering.
Murværk:	Byggesten sammenføjet i forbandt ved brug af mørtel eller lim.
Mørtel:	Mørtel er en blanding af bindemiddel, tilslagsmateriale og vand, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Nettodensitet:	Stenmassens densitet.
Overfladebehandling:	Omfatter enhver påført belægning på eller behandling af murede overflader. Tynde overfladebehandlinger kan foruden pudslag med tykkelse mindre end 12 mm, sækkeskuring, vandskuring og lignende f.eks. være behandling med maling eller imprægneringsmiddel.
Receptmørtel:	Mørtel, der er fremstillet i et forud fastlagt blandingsforhold, og hvis egenskaber antages ud fra det angivne forhold mellem bestanddelene.
Sand:	Sand fra naturlige aflejringer eller sand fremstillet af knuste eller formalede natursten.

Skalmur:	Massiv mur, der ud over sin egenlast ikke bærer andre væsentlige, lodrette laster, og som er fastholdt med bindere til en bagved liggende stivere konstruktion, som i sig selv er stabil over for alle laster.
Tegl:	Et produkt fremstillet ved brænding af ler eller lerholdig masse, eventuelt med tilsætningsstoffer.
Tilslagsmaterialer:	Kornede materialer, som ikke deltager aktivt i mørtlens hærdning.
Tilsætningsstoffer:	Stoffer, som – uden at være bindemiddel eller tilslagsmateriale – giver mørtlen specielle, tilsigtede egenskaber.
Trykstyrke:	Trykstyrken for et parti mursten bestemmes som angivet i EN 772-1. Trykstyrken angives som et heltal og angives i MPa.
Tyndpuds:	Overfladebehandling af murværk, hvorunder tyndt, dækkende mørtellag – ofte indfarvet mørtel – trækkes på og filtses med egnet filtsebræt. Lagtykkelse svarende til maksimalt ca. 1½ mm.
Typeprøvning:	Førstegangsprøvning med det formål at fastsætte en eller flere af et materiales eller en konstruktions egenskaber.
Vandoptagelse:	En byggestens vandoptagelse er det vandrumfang, stenen kan optage på 1 døgn ved en standardiseret prøvning, angivet i procent af stenmassens rumfang.
Vedhæftningsstyrke:	Styrke ved adskillelse af en liggefuge ved bøjning således, at der sker brud i fugen eller i skillefladen mellem fuge og byggesten. Bestemmes ud fra EN 1052-2 eller EN 1052-5.
Åbningstid:	Den tidsperiode, hvori mørtel og lim kan anvendes.