

MURVÆRK

UDFØRELSE AF BLANKT

FORLAGET TEGL/MURO

Murstens egenskaber
Murværksbjælker og overliggere
Mørtel
Murbindere samt øvrig armering
Ståldele
Saltsyre
CE-mærkning
Projektering
Konstruktiv beskyttelse
Store, ikke-sugende partier
Konstruktive forhold

Miljømæssig påvirkning
Afstivning af konstruktioner
Udførelse
Udfaldskrav
Helårsforanstaltninger
Vejrligsforanstaltninger
Entreprisegrænser
Modtagelse af andre entrepriser
Entrepreseskel
Kvalitetssikring
Aftaleforhold og tvister
Rådgivning og litteratur

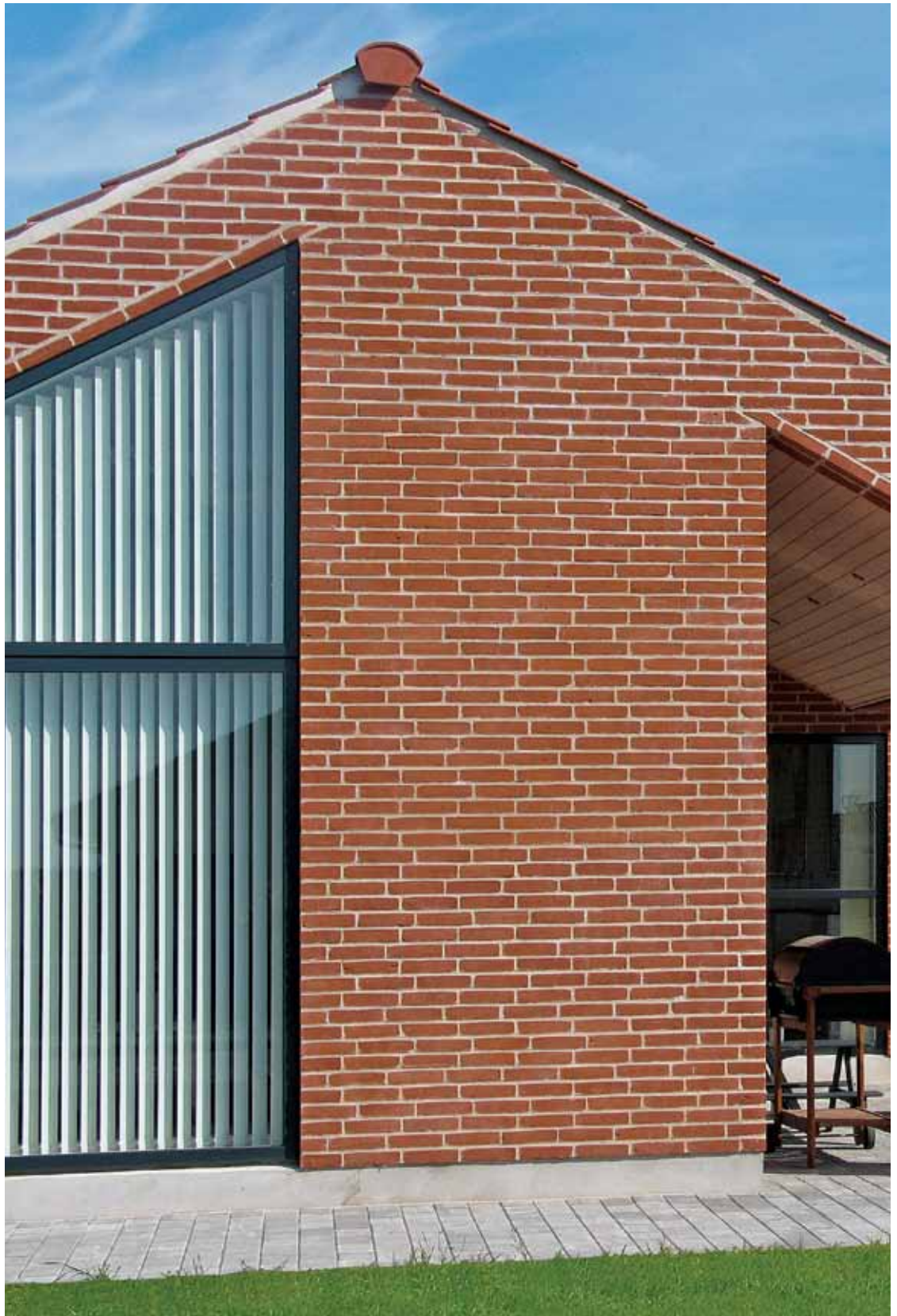
Titel	Murværk, Tegl 37
Tekst	Eksterne eksperter i murværk i samarbejde med murerfagets parter
Redaktion	Forlaget Tegl/Murerfagets Oplysningsråd
Tegninger	BEAK graphic design, Teknologisk Institut Tabeller og graf side 19 gengivet med tilladelse fra Fonden Dansk Standard
Fotos	Teknologisk Institut, André Schmidt, Peter Kalmar, Søren B. Jørgensen, Susanne Ulrik, Søren Bøgh
Grafik	Andreas Weiland/BEAK graphic design
Tryk	Rosenberg Bogtryk Aps
Papir	Maxioffset 300/150g
Oplag	5.000
ISBN	978-87-88925-21-0 Trykt udgave 978-87-88925-27-2 Web udgave
Udgivelse	Forlaget Tegl/Murerfagets Oplysningsråd Lille Strandstræde 20 C, 3. 1254 København K T+45 33 32 34 84 info@muro.dk November 2010

UDFØRELSE AF BLANKT

MURVÆRK

TEGL 37

FORLAGET TEGL/MURO



INDHOLD

FORORD	5		
INTRODUKTION	7		
MATERIALER OG DERES EGENSKABER	9		
Mursten	9	Sommer- og vinterforanstaltninger	36
Murværksbjælker og overliggere	10	Modtagekontrol	37
Mørtel	10	Udførelseskontrol	37
Murbindere og anden armering	12	Logistik på byggepladsen	38
Ståldele	12	Murværksdetaljer, konstruktive	
Saltsyre	12	foranstaltninger mod indtrængning af fugt	38
Særlige rensesvasker	12	Afrensning	39
CE-mærkning	12	Tæthed	41
		Afstivning af konstruktioner	
PROJEKTERING	14	under udførelse	42
Generelt	14	ENTREPRISEGRÆNSER	44
Udfaldskrav og materialevalg	14	Modtagelse af andre entrepriser	
Konstruktive forhold	14	og kontrol	44
Konstruktiv beskyttelse	18	Overdragelse af entrepriser	45
Store ikke-sugende partier	18	ARBEJDSMILJØ	47
Beskyttelse mod fugt under		KVALITETSSIKRING	49
og efter opførelsen	18	GENERELT	50
Dilatationsfuger	22	Tjeklister	51
Afstivning af konstruktioner	24	AFTALEFORHOLD OG TVISTER	55
Vejrligsforanstaltninger	24	RÅDGIVNING OG LITTERATUR	57
UDFØRELSE	26	WEB-ADRESSER	59
Udfaldskrav og prøvefelt	26		
Tolerancer	27		
Forbandter	31		
Murstensudlægning	31		
Fyldte fuger	32		
Riller og udsparinger	32		
Lufttæthed	32		
Helårsforanstaltninger	33		
Materialeopbevaring	33		
Beskyttelse af murværket			
under opførelsen	34		



FORORD

Tegl 37 er murerfagets anvisning på, hvordan blankt murværk udføres korrekt. Et enigt fag, murersvende, murermestre og producenter står bag.

Publikationen beskriver en række praktiske forhold vedrørende beslutninger, bygningsudformning og aftaleforhold og formidler relevante oplysninger om de materialer, der indgår i den murede overflade og konstruktion.

Flere års arbejde er gået forud for publiceringen. Mange af fagets aktører har været involverede i arbejdet, og indholdet har været til høring blandt en række af fagets eksperter.

En stor tak skal derfor rettes til alle, der har bidraget til udarbejdelsen af Tegl 37.

Det er vort håb, at Tegl 37 vil være et nyttigt redskab for alle, der i det daglige arbejder med at rådgive, beslutte og projektere og ikke mindst et godt værktøj for dem, der året rundt arbejder med murværket ude på pladserne.

Murerfagets Oplysningsråd
København, November 2010



INTRODUKTION

Solbagt, varm og ru kan man mærke muren mod kinden og det skrabede knæ; man er barn og leger gemmeleg med fætter Søren og kammeraterne hjemme i haven – ved morfar og mormors hus.

Mursten og mørtel "dufter" om kap med havens blomster, det er sol og sommer, og alt er endnu trygt og godt!

Mange kan måske nikke genkendende til sådan en erindring om hjørner og gemmesteder af mursten og mørtel; om murværk, som her i landet har været anvendt i så mange århundreder og i så stort et omfang, at man kan hævde, at det nærmest er blevet en del af os. En vuggegave for både øje og krop, som vi altid bærer med os, ikke mindst i erindringen.

Murede huse er en del af den danske kulturarv, og i århundreder har husene stået deres prøve under vore nordiske himmelstrøg.

Med arkitekturen, udvalget af sten og mørtler og med byggeskikken er der dog hen ad vejen sket meget – først og fremmest som følge af ændrede ønsker og krav til *klimaskærmens* udseende og funktion. Der stilles i dag nye krav til især varmeisolering, og hensynet til miljø og bæredygtighed vil fremover få afgørende betydning også for det murede byggeri.

Med nye tider følger altid en videre, fortsat udvikling af gældende byggeskik og metoder, og den er det til enhver tid vigtigt at delagtiggøre alle byggeriets aktører i – til fælles oplysning og bedste. Tegl 37 behandler derfor de vigtigste forhold i processen omkring det at opføre murværk i dag – fra det indledende valg af rigtige materialer og metoder til projektering og udførelse af byggeriet. Forhold som entreprisgrænser, kvalitets sikring og afsluttende aflevering af arbejdet er også søgt beskrevet på en sådan måde, at det bedste grundlag for veludført arbejde forhåbentlig skulle ligge nærmest lige for.

Når vi bygger, skal gældende normer, regler og lovgivning følges, og Tegl 37 er udarbejdet med afsæt i det gældende bygningsreglement BR10, Eurocode 6: Murværkskonstruktioner med tilhørende dansk nationalt annekks (NA) og Dansk Standards anvisninger. Ønsker man at sætte sig yderligere ind i dette stof, kan en række henvisninger hertil findes i afsnittene *Rådgivning og litteratur og Web-adresser*.

Lad os bevare den gode tradition og vores kulturarv gennem – også i fremtiden – at bygge velfungerende og bæredygtige murede huse; godt håndværk er, når alt kommer til alt, noget af det vigtigste – og noget af det dejligste!

God arbejdslyst!





MURBINDERE OG ANDEN ARMERING

Murbindere skal opfylde kravene i den europæiske standard for murbindere, EN 845-1. Bindere leveres ofte som Ø3 eller Ø4 mm trådbindere, men andre typer findes også på markedet. Bindere skal kunne modstå de påvirkninger, de udsættes for i henhold til eksponeringsgrad og -klasse og kunne overføre træk og tryk fra formur til bagmur eller andre konstruktionsdele. Bindere i moderat eller aggressivt miljø skal være korrosionsfaste, og af rustfast stål eller tinbronz. Kravene til anvendelsen af bindere er anført i Eurocode 6: Murværkskonstruktioner.

Armering i moderat eller aggressivt miljø skal også være korrosionsfast, og af rustfast stål eller korrosionsbeskyttet ved omstøbning. Armeringsstænger og armeringssystemer, der indmures i liggefuger, skal være rustfaste. Kravene til armering er anført i Eurocode 6: Murværkskonstruktioner med tilhørende dansk nationalt annek. s.

STÅLDELE

Stålprofiler og -plader, som indmures eller indbygges i murværkskonstruktioner i aggressivt og moderat miljø, skal være korrosionsfaste eller korrosionsbeskyttede i henhold til eksponeringsgrad og -klasse. Korrosionsbeskyttelse kan etableres ved omstøbning eller med en kombination af maling, overykkelse og varmforzinkning. Der må kalkuleres med, at en ståldel stadig skal have den fornødne dimension til at kunne modstå de forudsatte og fortsatte statiske påvirkninger af murværkskonstruktionen, når ståldelen efter et tidsrum forventeligt korroderer, da korrosionsbehandlingen har begrænset levetid/holdbarhed. Der må derfor etableres overykkelse/afstand til det omgivende murværk, således at der er plads til den ekspansion af ståldelen, der efter et tidsrum vil opstå som følge af korrosionen.

SALTSYRE

Saltsyre til afsyring skal være fabriksfremstillet i en fortynding ikke stærkere end 1 del 30% saltsyre til 20 dele vand (1:20).

SÆRLIGE RENSEVÆSKER

Til brug indendørs findes specielle rensesvæsker. Spørg altid murstensleverandøren, om murstenen kan tåle rensesvæsk, inden rensning foretages.

CE-MÆRKNING

Alle byggematerialer, der indgår i murerarbejdet, skal være CE-mærkede. CE-mærkningen er en obligatorisk mærkningsordning, der sikrer, at en byggevarer kan markedsføres i hele EU. Mærkningen skal dog også anvendes i forbindelse med byggevarer udelukkende produceret til salg på hjemmemarkedet.

CE-mærkningen må ikke forveksles med en kvalitetsmærkning, da det udelukkende er en ordning, der tjener til at sikre, at et produkt lever op til en række fælleseuropæiske mindstekrav til sundhed og sikkerhed.

Producenten har oplysningspligt om sit produkt, og bag mærkningen ligger forskellige systemer for styring og produktionskontrol. Producenten skal selv gennemføre produktionsstyring og -kontrol af f.eks. tør receptmørtel, og det gør sig også gældende for produktionen af funktionsmørtel, idet den gennemførte kontrol og styring dog her skal kontrolleres yderligere af tredje part. Producenter af våd mørtel har også tredje parts overvågning via Dansk Mørtelkontrol.

I forbindelse med den modtagekontrol, der skal foretages, når materialer leveres på byggepladsen, skal man være særligt opmærksom på de nævnte forhold, idet bygningsmyndighederne har beføjelse til at kræve byggevarer, der ikke opfylder bestemmelserne om CE-mærkning, fjernet fra en byggeplads eller fra et byggeri; se også afsnittene *Udførelse* og *Modtagekontrol*.

Flere oplysninger om CE-mærkning kan fås hos Dansk Standard og hos Erhvervs- og Byggestyrelsen på www.ds.dk og www.ebst.dk.





PROJEKTERING

GENERELT

Metoder og materialer til brug for opførelsen af murede konstruktioner bør vælges ud fra indledende overvejelser om ønsker og krav til den murede konstruktions eller bygnings *arkitektoniske udtryk, dens funktion, holdbarhed og vedligeholdelse, finansiering mv.*

På baggrund heraf kan byggeriet planlægges, beskrives og *projekteres* i henhold til gældende lovgivning.

UDFALDSKRAV OG MATERIALEVALG

Ved valg af materialer til anvendelse i muret byggeri skal der indledningsvis og under projekteringen tages hensyn til en række faktorer, herunder de fugtpåvirkninger, som murværket forventes udsat for såvel under opmuringen, som når det er blevet en del af den færdige bygning. Det skal ske for at sikre, at det færdige murværk er i overensstemmelse med de forventninger og aftaler, der gør sig gældende ved byggeriets start.

Udfaldskrav

Bygherren skal på et så tidligt tidspunkt som muligt – og så detaljeret og så godt som muligt – oplyses om, hvordan den færdige murværksoverflade vil komme til at se ud, således at forventningerne hertil afstemmes så præcist som muligt.

Dette kan eventuelt gøres ved hjælp af opmuring af en prøvemur eller et prøvefelt som omtalt yderligere i *Udførelse, Udfaldskrav og prøvefelt* eller ved hjælp af referencer til andet byggeri i form af fotos, en besigtigelse eller lignende.

Fastlæggelsen af *udfaldskrav*, dvs fastlæggelsen af kravene til, hvordan resultatet skal "falde ud" med henblik på både funktion, styrke, stabilitet og sikkerhed og med henblik på murværkets æstetiske fremtoning – dets udseende – skal tage udgangspunkt i, at murværket skal bedømmes som

en *helhed*. Der skal vælges sten, forbandt og fugedformning, og valget af farver og struktur i både sten og fuge vil være afgørende for det visuelle udtryk. Variationer i farver og størrelser forekommer naturligt i både sten og mørtel, ligesom håndværksmæssig bearbejdning og vejrlig sætter præg på både farve og overflade, og dette skal der også være taget højde for, når udfaldskravet fastlægges.

KONSTRUKTIVE FORHOLD

Beregning

Murværkskonstruktioner og konstruktionsdeles bæreevne og stabilitet skal eftervises ved beregning. Dimensioneringen skal ske i overensstemmelse med Eurocode 6: Murværkskonstruktioner, tilhørende dansk nationalt annekset og DS/INF 167:2010.

Retningslinjer til hjælp for projektering og beregning kan eksempelvis findes på www.mur-tag.dk.

Ved ekscentricitetsberegninger kan der tages udgangspunkt i de tolerancer, der er angivet i afsnittet *Tolerancer*. Hvis der benyttes andre tolerancer, er det vigtigt, at det fremgår tydeligt af den aktuelle projektbeskrivelse.

Svind, temperatur- og fugtrelaterede bevægelser

Det er vigtigt at udforme konstruktionerne således, at der ud over de laster, der almindeligvis tages hensyn til, også tages hensyn til laster, der som oftest optræder som følge af eksempelvis svind eller temperatur- og fugtrelaterede bevægelser i konstruktionen.

Bevægelserne kan eksempelvis tages i betragtning ved placering af dilatationsfuger, der kan være nødvendige for at sikre de enkelte materialers og konstruktionsdeles mulighed for indbyrdes bevægelse. Her tænkes ikke blot på bevægelser i murværket, men også på bevægelser i de andre materialer og delelementer, der måtte indgå i konstruktionen. Se også *Dilatationsfuger*.



Eksponeringsklasser

De miljømæssige påvirkninger, murede konstruktioner udsættes for i udførelses- og driftsfasen, skal også altid og allerede på projektstadiet indgå i vurderingen af de konstruktive forhold.

I Eurocode 6: Murværkskonstruktioner gives der en detaljeret vejledning i, hvorledes vurderingen af miljøet foretages.

Overordnet set skelnes der mellem en række *eksponeringsklasser* for miljømæssig påvirkning, nemlig klasserne MX1 – MX5 for murværk

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, og i
MX5	Et aggressivt kemisk miljø.

Det afgørende er i denne sammenhæng ikke makroklimaet, dvs. vejrliget, regn, vind, frost/tø-cykler osv., men det klima eller det miljø, der optræder *lige ved eller inde i selve murværket – mikroklimaet*.

Når eksponeringen af murværket bestemmes, bør der også tages højde for virkningen af overfladebehandlinger. Her menes eksempelvis filtsning og pudssning, hvor sidstnævnte giver størst beskyttelse af murværket. Ved filtsning skal der som minimum forventes samme grad af eksponering som den, der gælder for blankt murværk, da det påførte lag er så tyndt, at det under slagregn ikke i sig selv kan forhindre at vand trækker ind i murværket. Dette kan resultere i en u hensigtsmæssig ophobning af fugt, hvis den vandmængde, der afgives ved almindelig fordampning, er mindre end den tilførte.

Tidligere blev eksponeringen inddelt i tre miljøklasser: Aggressivt, moderat og passivt miljø.

Der er ikke direkte sammenfald mellem dagens eksponeringsklasser og tidligere tiders miljøklasser, men følgende omtrentlige sammenligning mellem tidligere og nu gældende klasser kan anvendes:

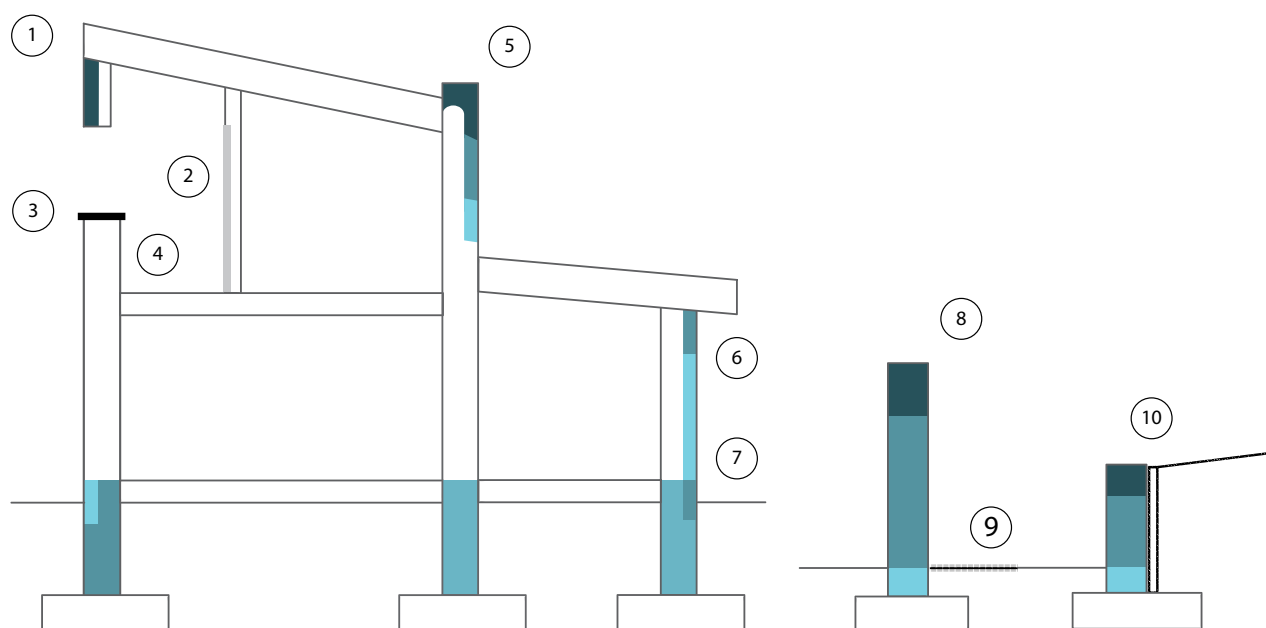
Passivt miljø:	Klasserne MX1 til MX2.1
Moderat miljø:	Klasserne MX2.2 til MX3.1
Aggressivt miljø:	Klasserne MX3.2 til MX5

I efterfølgende skema er eksponeringsklasserne yderligere defineret:

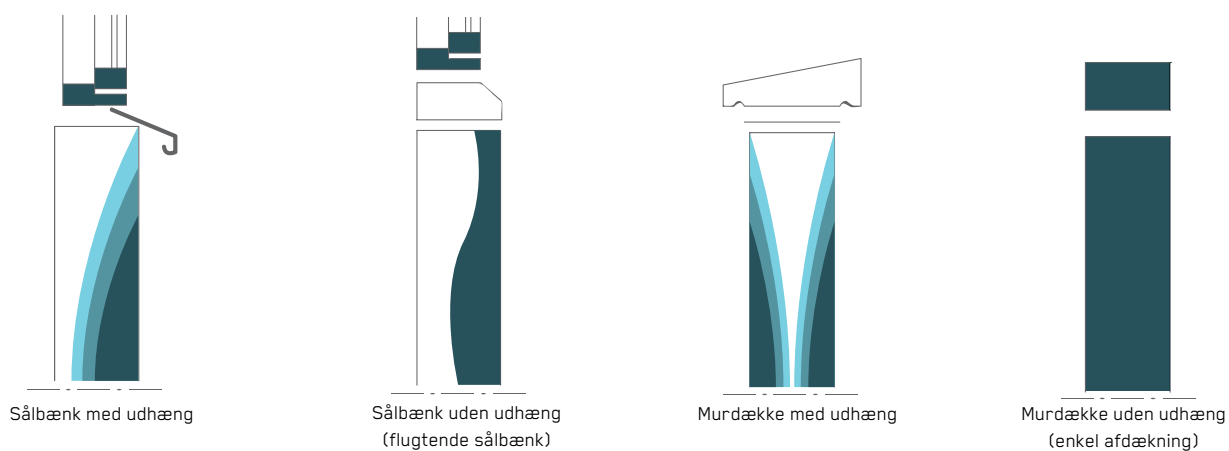


Klasse	Mikrobetingelse for murværket	Eksempler på murværk i denne tilstand
MX1	I et tørt miljø	Indvendigt murværk i bygninger til almindelig beboelse og kontorer, inklusive udvendige hulmures bagmur, der har lille sandsynlighed for at blive fugtig. Pudset murværk i udvendige mure, der ikke eksponeres for moderat eller kraftig slagregn, og som er isoleret mod fugt fra tilstødende murværk eller materialer.
MX2 MX2.1	Eksponeret for fugt eller vandpåvirkning Eksponeret for fugt, men ikke eksponeret for frost-tøcykler eller ydre kilder til signifikante niveauer af sulfater eller aggressive kemikalier.	Indvendigt murværk, der eksponeres for høje niveauer af vanddamp, f.eks. 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 plus frost-tø-cykler	
MX3.1	Eksponeret for fugt eller vandpåvirkning og frost-tøcykler, 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.

Eksponeringsklasser for miljømæssig påvirkning.



1) flugtende udhæng, 2) altan, 3) murdække, 4) pudslag, 5) brystning, 6) tagudhæng, 7) nedgangsbrønd, 8) fritstående mur, 9) vejbelægning, 10) Støttemur



Signaturforklaring

Relativ eksponering for vandpåvirkning



Beskyttet/svag

Ubeskyttet/kraftig

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

Fig.1. Eksempler på murværks relative eksponering for vandpåvirkning (fra makroklimaet) uden beskyttelse i form af overfladebehandling eller beklædning undtagen hvor angivet og med fundament i godt drænet jord.



Sten skal endvidere vælges i overensstemmelse med den eksponeringsklasse, der bestemmes i henhold til den aktuelle vurdering af miljøet, og vær opmærksom på, at der ved valg af sten skal tages hensyn til de gældende regler for afsyring, idet afsyring også har indflydelse på det færdige murværks udseende.

Ved murværk, hvor afsyring ikke foretages på grund af den valgte murstens egenskaber, eller hvor der af andre årsager vælges ikke at foretage en afsyring, anbefales det at opføre et prøvefelt for fastlæggelse og vurdering af murværkets forventede færdige udseende, og det anbefales i det hele taget, at der mures så rent, at afsyring ikke er nødvendig.

Valg af mørtel afhængig af den valgte murstens egenskaber

Fugen – mørtlen – udgør ca. en fjerdedel af den samlede murede overflade og vil have stor indflydelse på det færdige murværks udseende – afhængig af nuance, struktur og udformning.

Som regel udføres en statistisk beregning i forbindelse med projekteringen af et byggeprojekt, som resulterer i bestemmelse af et *minimumskrav* til mørtelstyrken.

Til bærende konstruktioner af murværk skal mørtlen vælges ud fra de statiske påvirkninger, konstruktionerne forventes udsat for, og det vil sige, at den mørtel, der vælges, skal kunne modstå de tryk- og bøjningspåvirkninger, der vil være i konstruktionerne.

Mørtelstyrken betegnes "MC" for mørtler med cement som primært bindemiddel, og "ML" for mørtler med kalk som primært bindemiddel.

I mange tilfælde er *vedhæftningen* mellem mursten og mørtel også en væsentlig styrkeparameter. Oplysninger herom skal fremgå af beskrivelsen for det aktuelle byggeprojekt.

Der skal anvendes mørtel med kendte eller deklarerede styrkeegenskaber (receptmørtel/funktionsmørtel), og det er op til den udførende at vælge den korrekte mørtel med de foreskrevne egenskaber.

Vælges en funktionsmørtel, vil de dokumenterede egenskaber fremgå direkte af deklarationen.

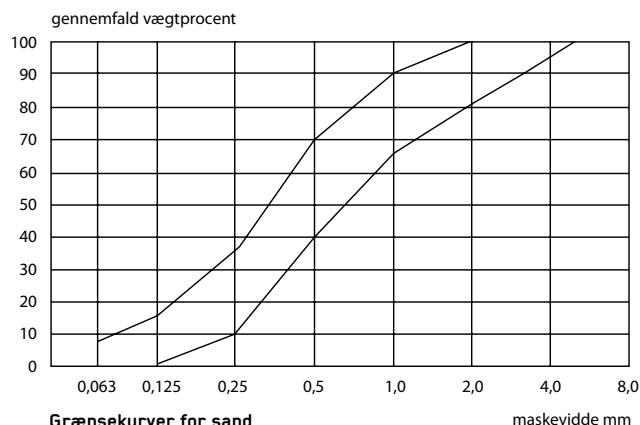
Vælges en receptmørtel, vil det være nødvendigt at finde en mørtel med tilhørende dokumentation for, at det anviste blandingsforhold resulterer i en mørtel med de foreskrevne og forventede egenskaber. En sådan dokumentation omfattende fire almindeligt anvendte typer kalkcementmørtel er tilgængelig i Dansk Standards vejledning DS/INF 167:2010.

I de følgende skemaer fra DS/INF 167:2010 angives de forskellige styrkeegenskaber (tryk- og bøjningstrækstyrker), som kan regnes for gældende for de fire gængse typer af kalkcementmørtel.

Ligeledes angives vedhæftningsstyrker for mursten.

Værdierne for tryk- og bøjningsstyrker er imidlertid kun gældende, hvis:

- det anvendte sand har en kornkurve, der ligger inden for de på følgende side angivne grænsekurver
- den anvendte cement mindst tilhører styrkeklasse 42,5 og
- der ikke anvendes tilsætningsstoffer til mørtlen.



	Mørteltype	Trykstyrke, $f_{mor,c}$ i MPa	Bøjningstrækstyrke, $f_{mor,t}$ i MPa
Receptmørtel ¹	KC 60/40/850	ML 0,8	0,2
	KC 50/50/700	MC 0,9 / ML 1,8	0,5
	KC 35/65/650	MC 2	0,6
	KC 20/80/550	MC 4,5	1,4

DS/INF 167:2010: Styrkeegenskaber for mørtel (tryk- og bøjningstrækstyrker).

Mørtel		
KC50 / 50 / 700 ¹⁾ K _h 100 / 400 ²⁾ KK _h 20 / 80 / 475 ²⁾	mørteltrykstyrke MC $\geq$ 1,5 MPa mørteltrykstyrke ML $\geq$ 3 MPa	mørteltrykstyrke MC $\geq$ 3,5 MPa mørteltrykstyrke ML $\geq$ 7 MPa
$f_{m,xk1}$	$f_{m,xk1}$	$f_{m,xk1}$
0,10 MPa	0,15 MPa	0,25 MPa

DS/INF 167:2010: Vedhæfningsstyrke $f_{m,xk1}$ for murværk af teglbyggesten.

1) Mørtlen skal fremstilles i overensstemmelse med DS/INF 167:2010.

2) Mørtlen skal fremstilles af hydraulisk kalk betegnet HL5 eller NHL5 og med en kornkurve som angivet i skemaet for grænsekurver for sand.

Valget af mørtel skal – i lighed med valget af sten – foretages med udgangspunkt i de *miljøpåvirkninger*, mørtlen forventes udsat for, når den indgår i murværket.

I Eurocode 6: Murværkskonstruktioner beskrives og defineres miljøpåvirkningerne med inddelingen i en række eksponeringsklasser for murværk, som stort set svarer til betegnelserne passivt miljø,

moderat miljø og aggressivt miljø i den tidligere gældende murværksnorm, DS 414. Jo kraftigere eksponering – dvs. jo større påvirkning eller udsathed – der er tale om, jo stærkere mørtel, skal der vælges. Dette kan i en given situation gøre det nødvendigt at øge mængden af bindemiddel, eller det kan blive nødvendigt at etablere særlige, rigtige og optimale hærdbetingelser.



den maksimale afstand mellem dilatationsfuger ved varierende kombinationer af mursten og mørtel.

Det er vigtigt at tilføje, at afstanden fra et bevægelsesnulpunkt til en dilatationsfuge maksimalt kan være det halve af den projekterede, angivne maksimale indbyrdes afstand mellem dilatationsfugerne; er den maksimale angivne afstand mellem dilatationsfuger således eksempelvis 20 meter, så skal afstanden fra bevægelsesnulpunkt til dilatationsfuge maksimalt være 10 meter.

En dilatationsfuge skal være gennemgående og fri for mørtel fra forside formur til bagside formur, og der skal placeres bundstop, hvorefter fugemassen påføres.

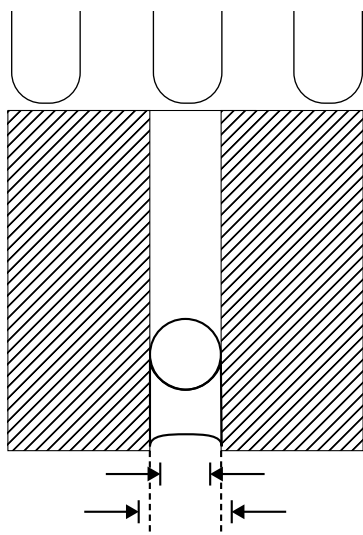


Fig. 5. Placering og udformning af dilatationsfuge med bundstop. (Pilene angiver største og mindste bredde af dilatationsfugen)

AFSTIVNING AF KONSTRUKTIONER

Det er den udførende/murerentreprenørens opgave at afstive konstruktioner forsvarligt under opførelsen. Hvis specielle forholdsregler skal tages eller hvis ekstraordinære laster optræder, er det dog den projekterende, der skal dimensionere og beskrive afstivningsmetoden. Anvisninger og forslag til afstivningsmetoder kan eksempelvis findes på www.mur-tag.dk.

VEJRLIGSFORANSTALTNINGER

Vejrligsforanstaltninger skal altid indgå i planlægningen af murerarbejdets udførelse uanset hvornår på året, arbejdet tænkes udført. Omfanget af foranstaltningerne afhænger af vejrliget på opførelsestidspunktet og i perioden umiddelbart efter. Planlægningen af vejrligsforanstaltninger skal sikre optimal beskyttelse af murværkskonstruktionerne særligt med henblik på påvirkninger, der kan være en følge af frost og nedbør, men også med henblik på beskyttelse mod stærk sol og varme med risiko for hurtig udtørring til følge, før den fornødne hærdning af mørtlen er opnået.

I overvejelserne omkring vejrligsforanstaltninger skal bl.a. indgå:

- Afdækning og afdækningsform
- Solafskærmning i form af f.eks. stillads med "halvtæg" og lodret afskærmning eller lignende
- Totalinddækning
- Udvidede vejrligsforanstaltninger (vintermåtter, varmekanoner med videre)

Under projekteringen bør opmærksomheden hele tiden være rettet mod princippet om 3 x V - Vis Vand Væk.



**Lod og planhed**

I efterfølgende tabel er de tilladelige afvigelser fra en lodlinie og en retskinne angivet.

Lod / lodret krumning	Ude af lod max	Krumning max
Etagehøjt murværk med højde indtil 3,4 meter (se figur 7)	10 mm	
Etagehøjt murværk med højde indtil 3,4 meter (se figur 8)		10 mm
Murværk, målt med 2 m retskinne (se figur 9)		6 mm
Murværk, målt med 1 m retskinne (se figur 9)		3 mm
Hjørner - udad- og indadgående - målt med 2 m retskinne (se figur 10)	4 mm	
False, målt med 2 m retskinne (se figur 10)	2 mm	

I fleretagers bygninger må eventuel afvigelse fra lodlinje ikke ophobes, og eventuel afvigelse fra lodlinje må ikke ske ensidigt til en side.

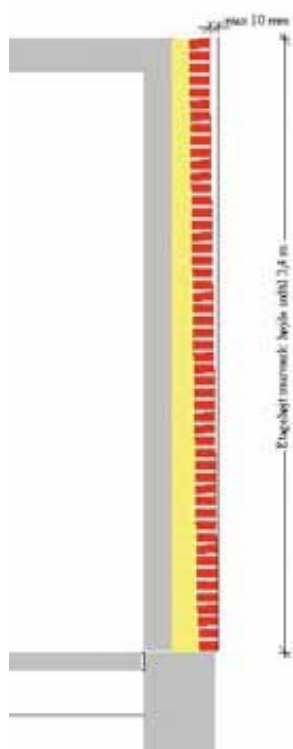


Fig. 7. Tilladelig afvigelse fra lodlinie for etagehøjt murværk.

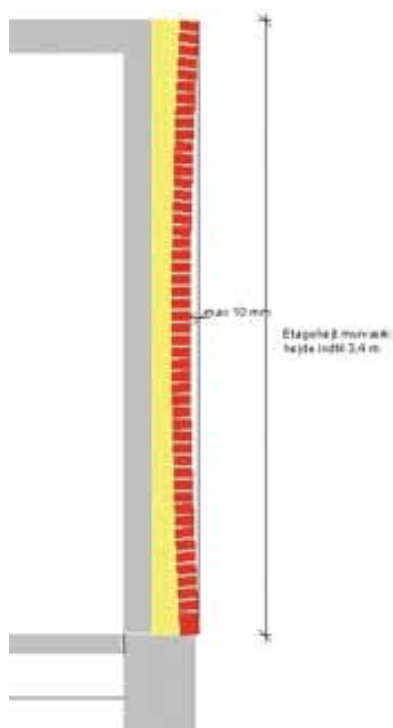


Fig. 8. Tilladelig krumning i etagehøjt murværk.

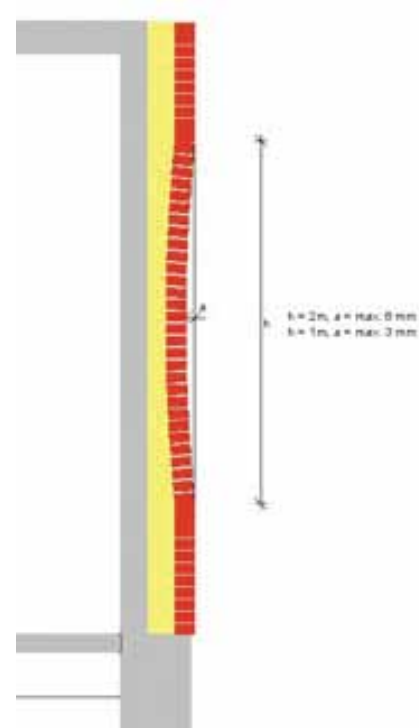


Fig. 9. Tilladelig krumning, målt med 1 eller 2 m retskinne.

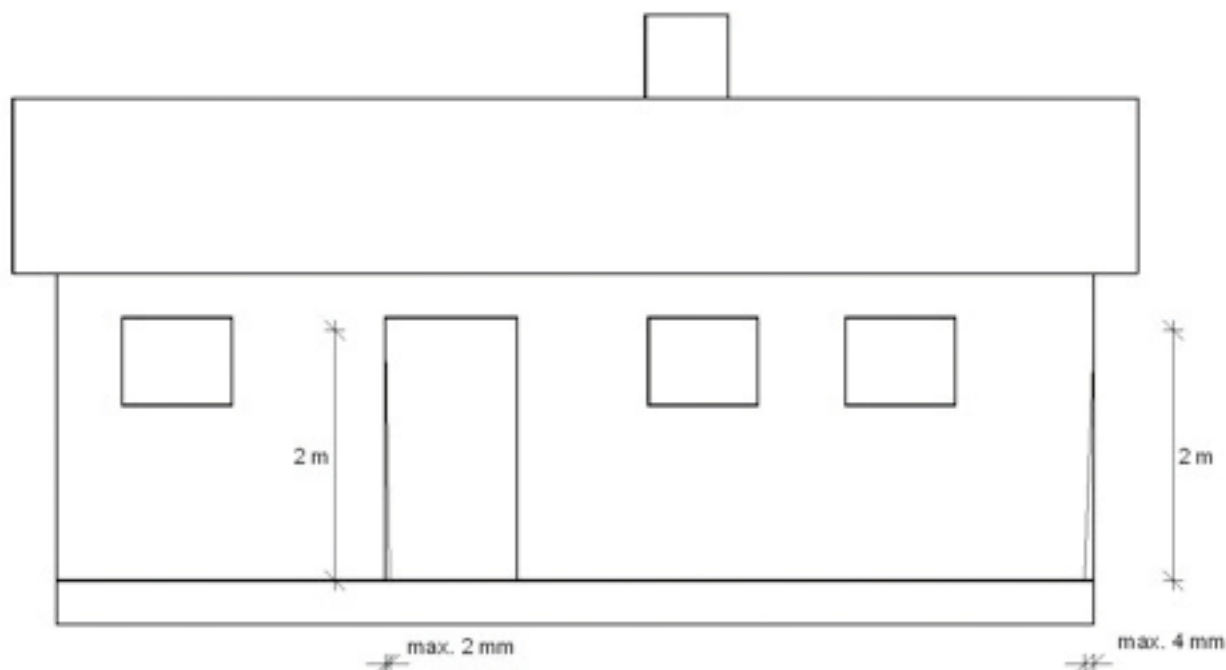


Fig. 10. Tilladelig afvigelse fra lodlinie i hjørner og false, målt med 2 m retskinne.

Vandret krumning i og ud af murværkets plan

I efterfølgende tabel er de tilladelige afvigelser fra en lodlinie og en retskinne angivet.

Krumning	Max
Positiv og negativ pilhøjde for etagehøjt murværk (indtil 3,4 m højde), regnet fra forbindelseslinjen mellem sokkel og overside øverste skifte (mellem fodpunkt og toppunkt) i en hel facade (se figur 11)	10 mm
Lokal bue/lunke vertikalt i facade, målt som afvigelse fra ret linje med 2 m retskinne	6 mm
Lokal bue/lunke vertikalt i facade, målt som afvigelse fra ret linje med 1 m retskinne	3 mm
Skiftegangsflugt, målt med 2 m retskinne (se figur 12) ¹⁾	3 mm
Murflugt, svag bue målt som horisontal afvigelse a fra ret linje i hele facadens flugt – facader over 10 meters længde (se figur 13)	15 mm
Murflugt, svag bue målt som horisontal afvigelse a fra ret linje i hele facadens flugt – facader indtil 10 meters længde (se figur 13)	10 mm
Murflugt, svag bue målt med 2 m retskinne som horisontal afvigelse a fra ret linje (se figur 13)	6 mm
Murflugt, svag bue målt med 1 m retskinne som horisontal afvigelse a fra ret linje (se figur 13)	3 mm

1) Dette gælder også for tegloverliggere og bjælker. Husk at understøtte overliggøren pr 60 cm i forbindelse med overmuring.

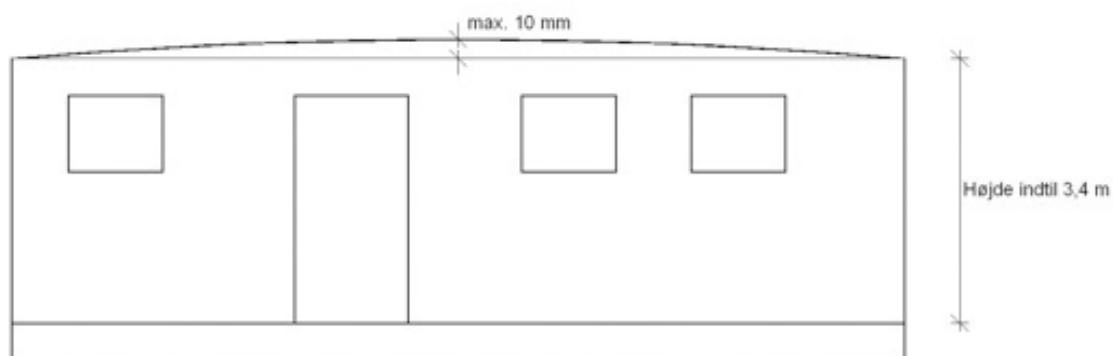


Fig. 11. Tilladelig positiv og negativ pilhøjde for etagehøjt murværk.

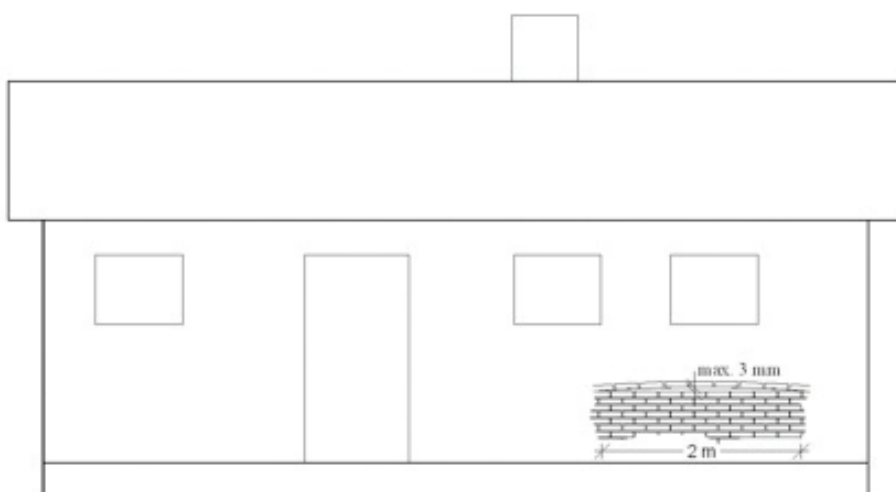


Fig. 12. Tilladelig afvigelse i skiftegangsfugt, målt med 2 m retsskinne.

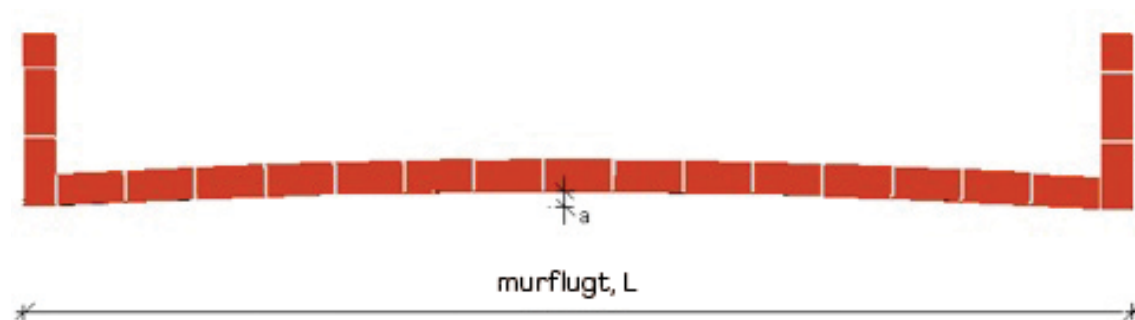


Fig. 13. Murflugt, vandret plan – lokal bue/lunke, afhængig af facadens flugt.

**BESKYTTELSE AF MURVÆRKET UNDER OPFØRELSEN**

For at undgå utilsigtede fugtpåvirkninger af byggeriet under opførelsen er det nødvendigt at vedtage afdækningsmetode og omfang allerede inden byggeriet påbegyndes, og materialer, der skal benyttes til afdækning, skal være leverede på byggepladsen, inden arbejdet igangsættes.

Det påhviler den udførende at sikre, at nyopførte konstruktioner er beskyttede, og at afdækningen til enhver tid er intakt og fungerer efter hensigten. Begge forhold sikres dagligt og senest ved arbejdstids ophør.

Beskyttelse af murværket under og umiddelbart efter opmuringen skal foretages i henhold til projekt-materialet. Hvis der ikke her er angivet beskyttelsesforanstaltninger, skal der som minimum, når

der ikke mures og senest ved arbejdstids ophør, foretages afdækning, der skal udføres tæt og være udformet således, at vand ledes bort og ikke siver ned ad eller ind i murværket. Det er vigtigt, at afdækningen vedligeholdes og forbliver intakt, indtil fornøden hærdning er opnået i opmuringsmørtlen, eller indtil permanent afdækning i form af tagkonstruktion, sålbænke og lignende er etableret.

Det skal ligeledes påses, at der ikke på stilladstraller er spildmørtel, som ved kraftig regn kan sprøjtes ind på murværket. Placeringen af et bræt oven på trallerne langs murværket kan normalt opfange dette.

Korrekte og tætsluttende afdækninger kan eksempelvis udføres som vist på de følgende illustrationer. **Det er vigtigt at understrege, at en strimmel murpap placeret vandret over øverste skifte ikke er en hverken korrekt eller tætsluttende afdækning.**

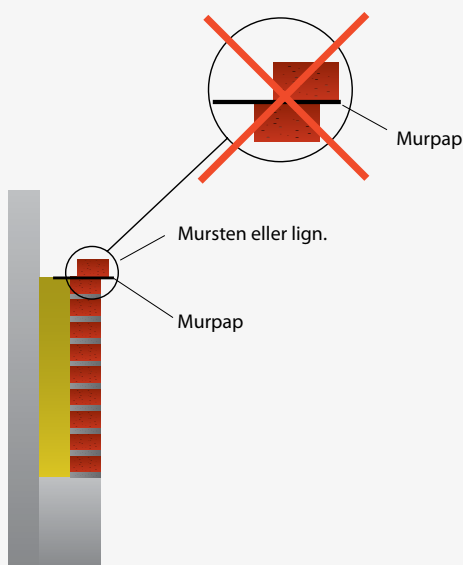


Fig. 15. Ikke-tilrådelig afdækningsform.

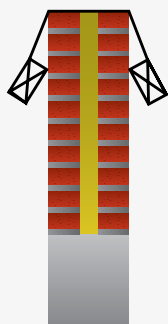


Fig. 16. Afdækning af murværk under opførelse.

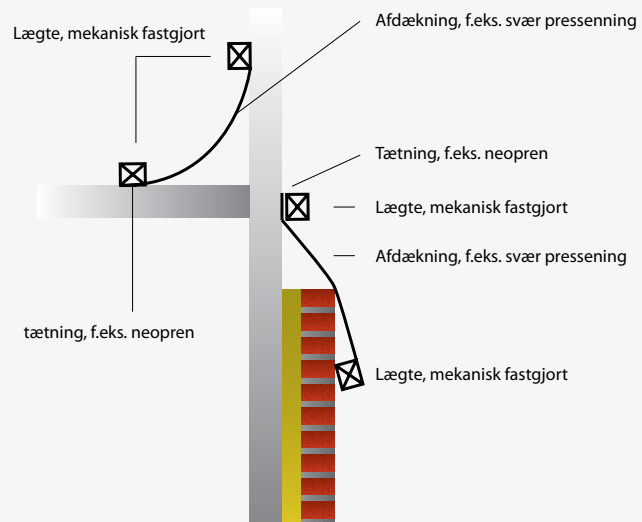


Fig. 18. Foranstaltning, der sikrer, at regnvand fra etagedæk ikke løber ned i hulmuren.



Fig. 17. Afdækning af skalmur under opførelse.

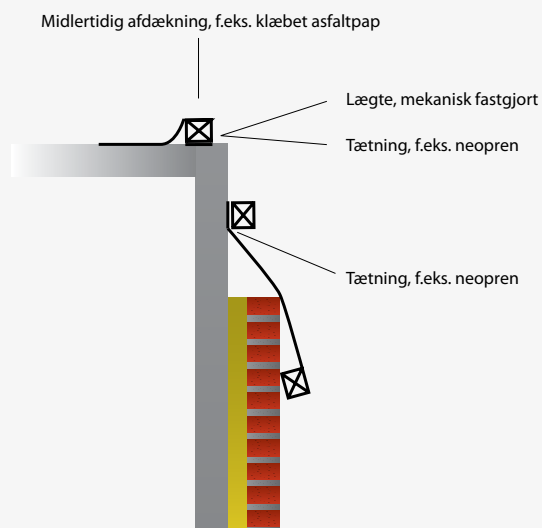


Fig. 19. Foranstaltning, der sikrer, at regnvand fra tagdæk ikke løber ned i hulmuren.



Eksempel på afskærmning



Eksempel på totalinddækning

En alternativ og mere sikker fremgangsmåde end en løbende, ad hoc etablering af afdækninger kan være brug af stillads afskærmet med armeret plastfolie eller lignende, der forsynes med "halvtæg", der beskytter ydervægskonstruktionerne mod nedbør. Totalinddækning af byggeriet er også en mulighed.



Eksempel på afskærmning

SOMMER- OG VINTERFORANSTALTNINGER

Sommerforanstaltninger

I perioder med varmt vejr skal der foretages tillægsforanstaltninger til helårsforanstaltningerne, som skal tjene til at beskytte det nyligt opførte murværk mod stærk sol og hurtig udtørring – f.eks. gennem opstillingen af skyggegivende skærme. Foranstaltningerne skal være planlagt inden byggeriets start.

Stærk sol og varmt vejr bevirker en hurtig udtørring af opmuringsmørtlen med risiko for nedsat styrke til følge. Solafskærmning i form af stillads med "halvtæg" og lodret afskærmning nedsætter effektivt risikoen for hurtig udtørring; en anden mulighed kan være at "arbejde modsat solens retning", således at konstruktionerne opføres når og hvor, der er skygge på pladsen, når dette er muligt. I perioder med stærk sol og varmt vejr er det en fordel at benytte opmuringsmørtler med lang åbningstid. I receptmørtel kan normal hærdende cement f.eks. Mester cement med fordel benyttes.

Vinterforanstaltninger

I perioder med risiko for frost skal tillægsforanstaltninger til helårsforanstaltningerne etableres (udvidede vejrligsforanstaltninger). Tillægsforanstaltningerne skal sikre, at der i nyligt opført murværk ikke opstår skader som følge af frost. De udvidede vinterforanstaltninger skal planlægges inden byggeriets start og skal som minimum bestå i en frostsikring af de anvendte materialer og det nyligt opførte murværk bl.a. gennem

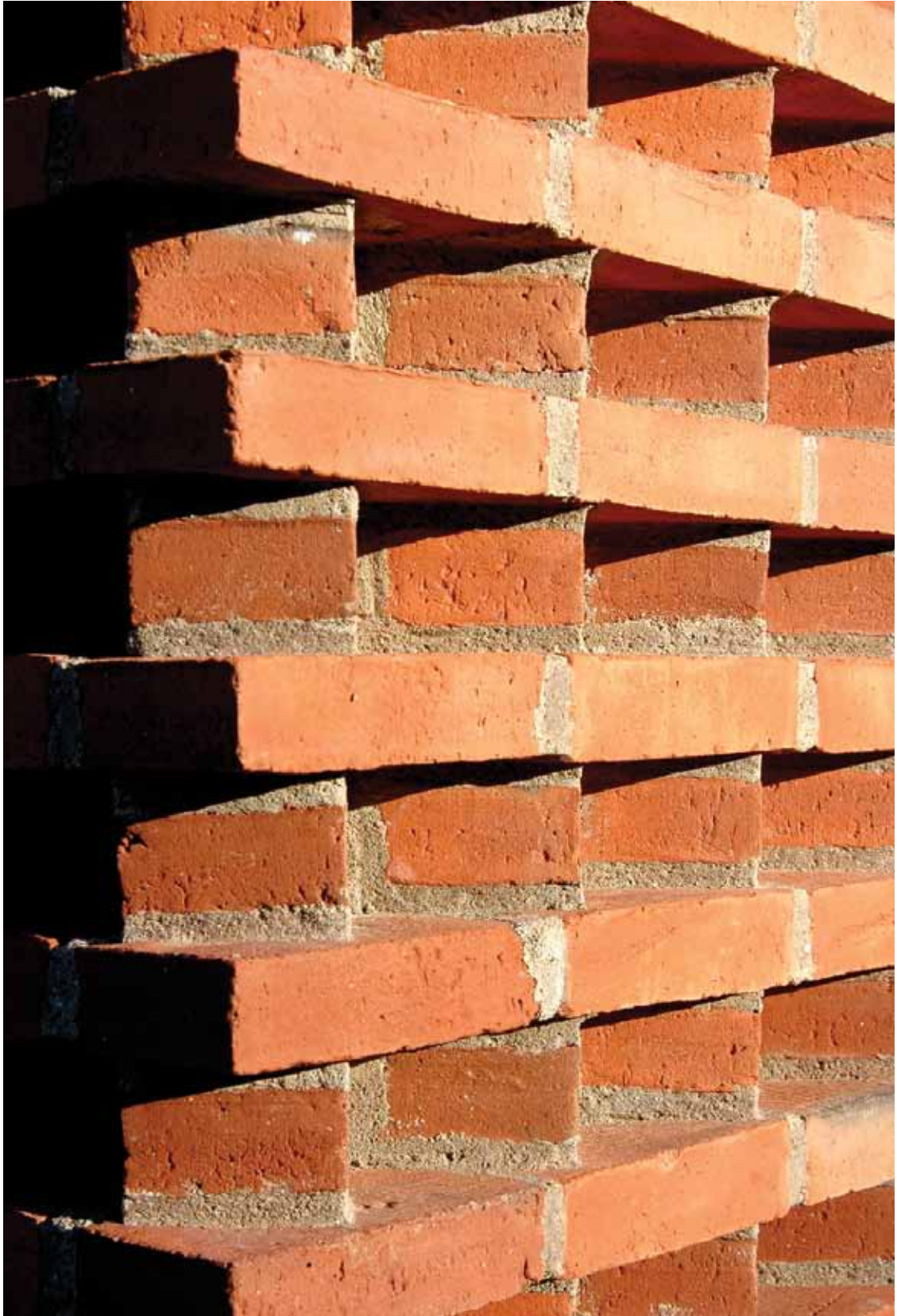


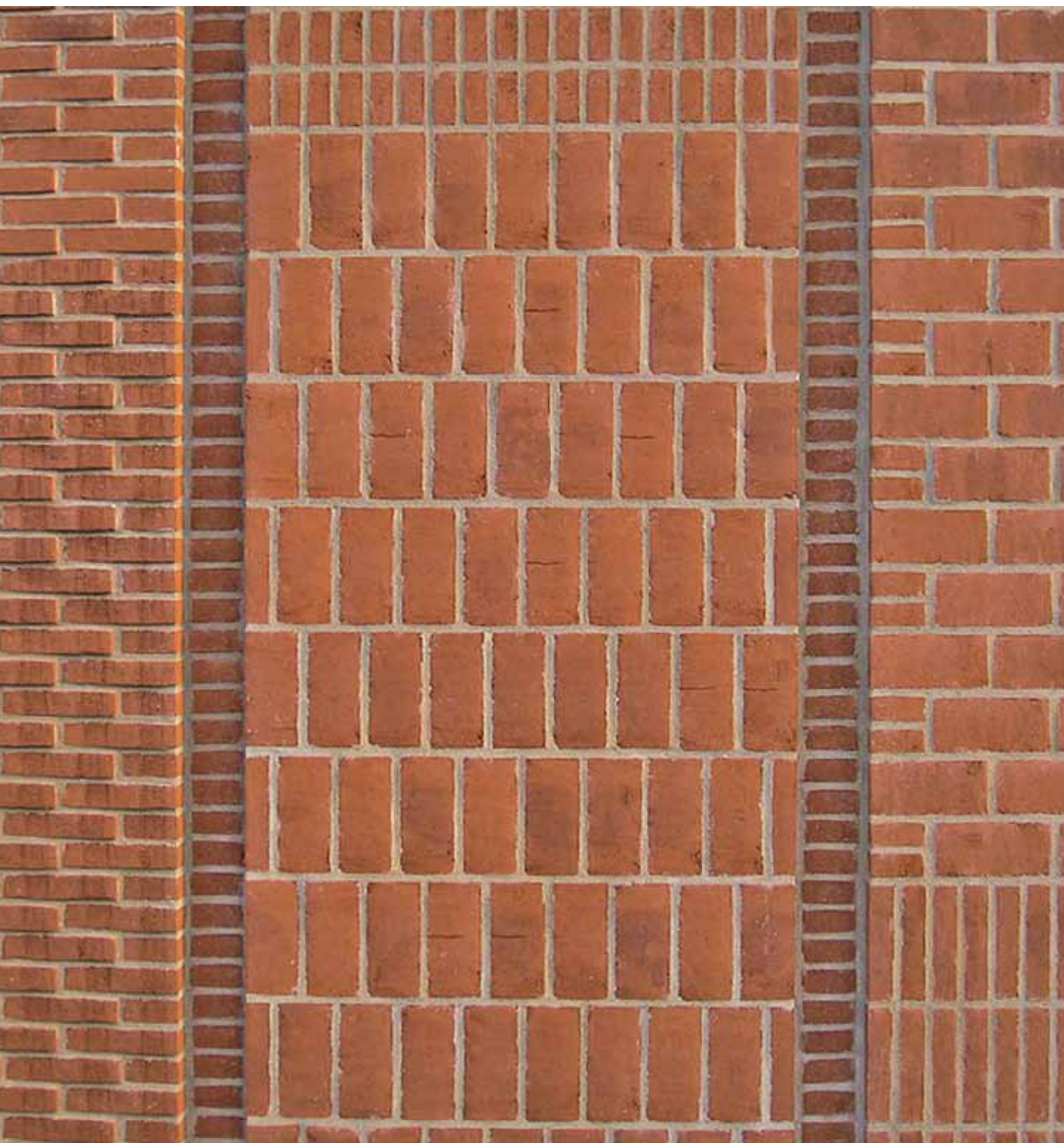
For at undgå eventuelle ekstraordinære foranstaltninger og udbedringer, er det af afgørende betydning, at isolering monteres, *inden* formuren opføres. Ideelt set opsættes eller opmures bagvæggen først. Derefter monteres varmeisoleringen i hele bagvæggens udstrækning/på hele bagvæggen, inden formuren opmures. Det giver mulighed for at kontrollere, at den udførte isolering er korrekt monteret. Er dette ikke muligt, kan ét skifte mures, hvorefter noget isoleringsmateriale monteres; efterfølgende mures fire skifter og mere isoleringsmateriale monteres, og sådan fortsættes, til konstruktionen har nået fuld højde. Vær opmærksom på at fjerne eventuel spildmørtel i isoleringsstødene.

Utilsigtede utætheder i den færdige bygning påvirker også det samlede energiforbrug. Derfor kræver bygningsreglementet et vist tæthedskrav opfyldt. Dette krav kan eftervises ved trykprøvning af det færdige byggeri. Murede konstruktioner er tætte og opfylder kravet til tæthed, når der mures med fyldte fuger, og når vedhæftningen mellem mørtel og sten er god.

AFSTIVNING AF KONSTRUKTIONER UNDER UDFØRELSE

Under opførelsen skal murede yder- og indermure tværafstives med passende afstande, så konstruktionen ikke vælter ved kraftig blæst. Den midlertidige afstivning kan udføres med skråafstivninger, som først må fjernes, når murværkets stabilitet er sikret. Yderligere retningslinjer kan eksempelvis findes på www.mur-tag.dk.







ARBEJDSMILJØ

Tegl 37 omhandler kun byggetekniske forhold i forbindelse med udførelsen af murerarbejde.

Ved udførelsen af murerarbejde skal arbejdsmiljølovgivningen overholdes, og forhold i forbindelse hermed er eksempelvis beskrevet i 'Håndbog for sikkerhedsgruppen – bygge & anlæg' udarbejdet af Branchearbejdsmiljørådet for Bygge & Anlæg.

På www.bar-ba.dk (faggruppe murere) findes yderligere vejledninger og faktablade omkring arbejdsmiljøet.



**GENERELT**

Kvalitetssikring er lovpligtig ved statslige og statsstøttede byggerier, ombygninger og renoveringer. Andre bygherrer stiller dog almindeligvis også krav til kvalitetssikring af byggeriet gennem udbudsmateriale, der baseres på 'By- og Boligministeriets Bekendtgørelse om kvalitetssikring af byggearbejder, marts 2004', som erstatter bekendtgørelse nr. 202. Bekendtgørelse nr. 202 af 23. marts 2000 er dog fortsat gældende for byggearbejder, der er omfattet af lov om byfornyelse, jf. lovbekendtgørelse nr. 260 af 7. april 2003.

Entreprenøren kan anvende kvalitetssikringen som et værktøj, hvormed det kan dokumenteres over for bygherre og rådgiver, at arbejdet er udført i overensstemmelse med de kvalitetskrav, der fremgår af entrepriseaftalen.

Anvendes kvalitetssikringen systematisk, vil den kunne medvirke til, at misforståelser og fejl under udførelsen af byggeriet undgås, og sikringen vil endvidere kunne anvendes i dokumentationen af kvaliteten af det færdige byggeri.

En *kvalitetssikringshåndbog* kan anvendes og bør indeholde:

- Basisinformationer om byggesagen
- Redegørelse for entreprisens organisering
- Fortegnelse over gældende projektmateriale
- Resultat af procesgranskning og projektgennemgangsmøder
- Redegørelse for hvordan kvalitetssikringen gennemføres
- Kontrolplan
- Modtagekontrolskemaer og evt. fotodokumentation
- Proceskontrolskemaer og evt. fotodokumentation
- Slutkontrolskemaer (evt.)
- Dagbogsoptegnelser og
- Afvigerapporter

Kvalitetssikringshåndbogen skal være tilgængelig for alle byggeprojektets parter.



beskyttelse af murværket ved arbejdstids ophør?

- Hvem har ansvaret for, at forpligtelsen omkring løbende afdækning/beskyttelse foretages og at løbende vedligeholdelse af afdækningen overholdes?
- Er sanktionsmuligheder juridisk gyldige, såfremt aftalerne ikke overholdes?
- Bliver løskanter, afdækninger mv udført med tilstrækkeligt fremspring i forhold til murværket?
- Er sålbænke ført ind i de murede false?
- Er forholdsregler truffet eller konstruktionsdetaljer udført således, at regnvand fra ikke-sugende beklædninger, glaspartier mv ikke ledes ned ad murværket?





AFTALEFORHOLD OG TVISTER

Byggearbejder udføres i almindelighed i henhold til AB92, Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed. I visse tilfælde kan der være truffet særlige aftaler, eller entreprenøren kan tage forbehold, der bevirker, at AB92 eller dele deraf, træder ud af kraft.

Inden arbejdet begyndes, bør alle aftaler foreligge skriftligt og ansvarsfordelingen være fastlagt. Aftalen skal – ud over de økonomiske forhold – blandt andet omfatte opgavens omfang, hvordan og hvornår arbejdet skal udføres, hvornår det skal være færdigt, samt oplysninger om hvem, der er ansvarlig for eventuelle statiske beregninger.

Det bør også fremgå, hvilke aftaler, der er indgået, for at sikre, at det færdige murværk får det ønskede udseende (udfald) – gerne med henvisning til et prøvefelt eller et egnet referencebyggeri.

Dansk Byggeri har i samarbejde med Forbrugerrådet, Erhvervs- og Byggestyrelsen og byggeriets øvrige organisationer udfærdiget en standardaftale til brug for private, der ønsker at bygge. Aftalematerialet kan findes på www.danskbyggeri.dk.

I tilfælde af tvister eller uoverensstemmelser parterne imellem kan udmeldelse af syn og skøn være nødvendigt, dels for at sikre bevisets stilling og dels for at få afsagt dom.

Begæring om syn og skøn rettes til Voldgiftsnævnet for bygge og anlægsvirksomhed i København.





RÅDGIVNING OG LITTERATUR

RÅDGIVNING :

**Teknologisk Institut,
Murværk og Byggekomponenter**
Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C
T+ 45 72 20 38 00

Murerfagets Oplysningsråd/Forlaget Tegl
Lille Strandstræde 20 C, 3.
DK-1254 København K
Tlf + 45 33 32 22 30

LITTERATUR:

Eurocode 6: Murværkskonstruktioner DS/EN 1996-serien og tilhørende nationalt anneks, Dansk Standard
DS/INF 167:2010, Supplerende vejledning for murværk i forbindelse med brug af Eurocode 6, Dansk Standard
DS 414: Norm for murværkskonstruktioner, Dansk Standard
Bygningsreglement BR10, Erhvervs- og Byggestyrelsen
Murværksprojektering, beregningsprogram, Kalk- og Teglværksforeningen af 1893
Hvor går grænsen? Murerfaget, Tolerancer for murværk og overflader, Dansk Byggeri
Hvor går grænsen? Murerfaget, Tolerancer for murværk og overflader, rettelsesblad, Dansk Byggeri
Veludført Murerhåndværk, Dansk Byggeri
Murerhåndbogen, Murerfagets Oplysningsråd/Forlaget Tegl
Teglpjecer og vejledninger, Murerfagets Oplysningsråd/Forlaget Tegl
Håndbog i Vinterbyggeri, Erhvervsskolernes Forlag
Håndbog for Sikkerhedsgruppen, Bygge- og Anlæg, Branchearbejdsmiljørådet for Bygge- og Anlæg
Branchevejledning om opmuringsarbejde, Branchearbejdsmiljørådet for Bygge- og Anlæg
Projektgranskning, Hvad og Hvordan, Byggeskadefonden
CE-Mærkning, Erhvervs- og Byggestyrelsen og Dansk Standard
Tegl 38, Udfaldskrav til blankt murværk, Murerfagets oplysningsråd/Forlaget Tegl





WEB-ADRESSER

Teknologisk Institut	www.teknologisk.dk
Murerfagets Oplysningsråd	www.muro.dk og www.forlagettegl.dk
Kalk-og Teglværksforeningen af 1893	www.mur-tag.dk , www.byg-i-tegl.dk og www.taenkitegl.dk
Dansk Byggeri	www.danskbyggeri.dk
Murersektionen	www.murersektionen.dk
Eurocodes	www.eurocodes.dk
Dansk Standard	www.ds.dk
Erhvervs-og Byggestyrelsen	www.ebst.dk
Statens Byggeforskningsinstitut	www.sbi.dk
Byggetekniske Erfaringer	www.byg-erfa.dk
Branchearbejdsmiljørådet for Bygge- og Anlæg	www.bar-ba.dk
Byggeskedefonden	www.bsf.dk
Byggevarerinfo	www.byggevarerinfo.dk
Om kvalitetssikring, eksempelvis	www.mur-tag.dk og www.danskbyggeri.dk
Om modtagekontrol, eksempelvis	www.mur-tag.dk og www.danskbyggeri.dk



