

# Hvor går grænsen?

Murerfaget

Tolerancer for murværk og overflader



dansk byggeri



## Hvor går grænsen?

Beton – in situ, elementer og montage

*Tolerancer og kontrolmetoder*



## Hvor går grænsen?

Elementer af letklinkerbeton

*Tolerancer og overfladespecifikationer*



## Hvor går grænsen?

Murerfaget

*Tolerancer for murværk og overflader*



## Hvor går grænsen?

Tømmer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader

*Tolerancer og overfladespecifikationer*



## Hvor går grænsen?

Malerfaget

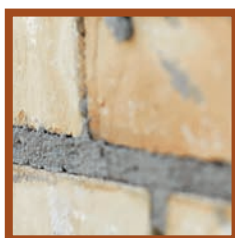
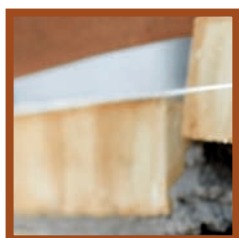
*Forudsætninger for malebehandling og kontrolmetoder*

# Hvor går grænsen?

## Murerfaget

Tolerancer for murværk og overflader

1. version / marts 2007



På vej mod højere kvalitet og produktivitet .....	6
Fagligt forord .....	8
Forudsætninger .....	11
Historik .....	13

## TOLERANCER

<b>1. MURVÆRK .....</b>	<b>14</b>
1.1 Hulmure med for- og bagvæg .....	14
1.2 Skalmure .....	18
1.3 Skillevægge .....	24
1.4 Gesimser .....	28
1.5 Sålbænke .....	29
<b>2. UDVENDIG OVERFLADEBEHANDLING .....</b>	<b>30</b>
2.1 Puds .....	30
2.2 Tyndpuds – herunder filtsning, vandskuring, sækkeskuring og tyndpudsning .	32
<b>3. INDVENDIG OVERFLADEBEHANDLING .....</b>	<b>35</b>
3.1 Puds på vægge .....	36
3.2 Puds på lofter .....	37
3.3 Tyndpuds – herunder filtsning, vandskuring, sækkeskuring og berapning .....	38
<b>4. FLISER OG KLINKER PÅ VÆG OG GULV .....</b>	<b>40</b>
4.1 Vægfliser i våde og tørre rum .....	40
4.2 Klinke- og flisegulve i våde og tørre rum .....	42
<b>5. TEGLTAGE .....</b>	<b>44</b>
<b>6. VINKELRETHED AF RUM .....</b>	<b>45</b>

## KONTROLMETODER

Oversigt .....	47
<b>A Vandrette afsætningsmål</b>	
A1: Vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier .....	48
A2: Måltolerancer for monterede elementer .....	49
A3: Afsætning af vandrette detailmål internt i rum .....	52
<b>B Vandrethed</b>	
B1: Vandrethed .....	52
B2: Flugt i vandrette linier .....	52
B3: Fald på gulv i brusenicher .....	54
B4: Fald på gulv i brusenicher – målt med fast ben og målekile .....	54
B5: Vandrethed på gulvflader .....	55
<b>C Lodrette afsætningsmål</b>	
C1: Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål .....	55
C3: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter .....	55
C4: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage ..	56
C5: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt i rum .....	57
C6: Centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele .....	57
<b>E Lodtolerancer</b>	
E2: Tolerancer for montage af elementer < 2 m og < 1 m i lod .....	58
E3: Lodrethed .....	59
E4: Flugt i lodret linie .....	59
<b>F Planhed og planhedsafvigelse</b>	
F1: Måling med rets kinne .....	59
F9: Niveauspring mellem fliser .....	60
<b>G Rethed</b>	
G3: Krumning .....	61
<b>H Vinkelrethed</b>	
H1: Rum .....	62
H2: Udadgående hjørner > 2 m .....	62
H3: Udadgående hjørner ≤ 2 m .....	63
<b>I Visuel bedømmelse</b>	
I3: Trægulve samt klinke- og flisegulve .....	64
I5: Blank murværk, vægge med fliser eller pudsede overflader .....	64
Litteraturliste .....	65
Ordforklaringer .....	67
Bilag 1: Notat om kvalitetssikring .....	68

### **På vej mod højere kvalitet og produktivitet**

Byggeriet er i stigende grad blevet komplekst. Den opdelte byggeproces og pres på tid og økonomi giver en række udfordringer for projektering og udførelse og for den planlægning og koordinering, der er helt afgørende for alle parter. Samtidig er der behov for en forstærket indsats for at forbedre byggeriets kvalitet og produktivitet. Men der er ingen nemme løsninger på disse udfordringer. Resultaterne skal nås ved at fokusere på en række områder, som hver især kan bidrage til den ønskede udvikling.

Entreprenører og håndværkervirksomheder har ofte peget på, at nogle af de væsentlige årsager til kvalitetsproblemer skal findes i grænsefladerne mellem bygningsdelene og de mange forskellige fag, der er involveret i en byggesag. Der er således talrige eksempler fra praksis og analyser på, at der i projektering og planlægning ikke er gjort tilstrækkeligt for at sikre, at udfaldskrav for ét fag stemmer overens med indfaldskrav for de efterfølgende fag.

Dansk Byggeri ønsker at medvirke aktivt til at forbedre byggeriets kvalitet og produktivitet og finder, at en øget fokusering på de problemer, der opstår i grænsefladerne mellem konstruktionsdele og fag, vil kunne bidrage til dette formål. Derfor har vi taget initiativ til at fastlægge tolerancer og måleregler på nogle væsentlige faglige områder inden for nybyggeriet. Initiativets resultat foreligger nu i form af en række håndbøger, som hver på sit faglige område afklarer fagets tolerancer med særlig vægt på de tolerancer, som ligger i grænsefladerne til andre fag.

I første omgang er der udarbejdet følgende håndbøger:

- Beton – in situ, elementer og montage
- Elementer af letklinkerbeton
- Murerfaget
- Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader
- Malerfaget

Tanken er endvidere, at udgivelsen skal føre til, at der fremkommer kommentarer og erfaringer med håndbøgerne, så vi i lyset heraf kan vurdere behovet for ajourføringer. Håndbøgerne er med andre ord første version og vil i takt med et øget fokus på byggeprocessen og overgangene mellem fagene blive ajourført og videreudviklet. Håndbøgerne samt en oversigt over de anvendte kontrolmetoder stilles frit til rådighed via videnportalen [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk).

Tolerancehåndbøgerne kan efter Dansk Byggeris opfattelse blive et nyttigt værktøj for byggeriets parter til fremme af kvalitet og produktivitet i nybyggeriet. Det er endvidere vores håb, at den afklaring, som håndbøgerne giver, kan reducere omfanget af svigt og tvistigheder i byggeriet.

København, marts 2007



Povl Christensen  
Formand



Jens Klarskov  
Adm. direktør

### Fagligt forord

Denne håndbog er en del af Dansk Byggeris projekt om tværfaglige tolerancer i nybyggeriet. Den har til formål at bryde med vanetænkning og at forebygge konflikter som følge af forskellige opfattelser af kvalitetsniveauet – herunder ved overgang fra en entreprise til den næste. Samtidig er det et forsøg på at give de projekterende arkitekter og ingeniører et værktøj til at opnå en overensstemmelse mellem projektets samlede forventninger (udfaldskrav) og realistiske muligheder for udførelsen af de enkelte bygningsdele med tilhørende arbejdsoperationer.

Håndbogen, som belyser grænser mellem projekt, producent og montør/udførende, er opdelt i seks faglige afsnit.

Hvert afsnit behandler forudsætninger for, at arbejdet kan udføres tolerancemæssigt korrekt, herunder:

- Forventninger til andre fags udfaldskrav og konditioner
- Eget fags forudsætninger, indfaldskrav og udfaldskrav
- Supplerende bemærkninger.

Håndbogen fastlægger med andre ord grænserne mellem tidligere arbejder og efterfølgende arbejder sammenholdt med murerfagets egne arbejder.

Det er angivet i skemaerne, hvad der er tolerancer jf. en DS-standard. Alle øvrige tolerancer er fastlagt af branchen.

I kapitlet om *kontrolmetoder* findes en beskrivelse af de metoder, som fagene er enige om, egner sig til at måle de aftalte krav for kvaliteten.

#### Toleranceklasser

Dansk Byggeris tolerancehåndbøger opererer generelt med tre toleranceklasser:

- Lempet toleranceklasse (LT)
- Normal toleranceklasse (NT)
- Skærpet toleranceklasse (ST).

Det er vigtigt i projekteringen at vælge de rette tolerancer. Ved det rette valg af tolerancer er der mulighed for at øge kvaliteten, effektivisere byggeprocessen, minimere konflikter og samlet at gøre byggeriet billigere.



Krav om skærpede tolerancer vil alt andet lige indebære en merpris for den enkelte bygningsdel, hvor ST kræves, men ikke nødvendigvis for det samlede byggeri. Skærpet toleranceklasse bør imidlertid kun kræves, hvor dette er nødvendigt efter en konkret vurdering.

Dansk Byggeri vurderer, at fordelingen i anvendelse af de tre klasser vil blive i følgende størrelsesorden:

- Lempet klasse = 10 %
- Normal klasse = 80 %
- Skærpet klasse = 10 %

Opfyldelse af kravene til normal toleranceklasse vil som udgangspunkt være indeholdt i prislisteaftalerne med de forskellige fag.

Ved anvendelse af toleranceklasserne i et projekt skal man være opmærksom på, at der godt kan anvendes forskellige klassekrav inden for samme byggeri fx til henholdsvis kontor og lager, men at der som hovedregel ikke bør anvendes "stigende" klassekrav til bygningsdele, der hænger sammen i den fremadskridende byggeproces. Det kan fx ikke lade sig gøre ved overfladebehandling. Der er derimod normalt intet til hindring for anvendelse af "faldende" krav.

#### **Hvad er med?**

Håndbogen omfatter bl.a. følgende fagdiscipliner: Grundmuring, skalmuring, skillevægge, grovpudsning, tyndpudsning, flise- og klinkearbejde samt tegltage.

Som bilag 1 er medtaget en kortfattet redegørelse for principperne i kvalitetssikring, som udgør et væsentligt element i overholdelse af tolerancer.

#### **Hvad er ikke med?**

- Beton-, letklinker-, og porebetonelementer samt blokke
- Fundamenter, terrændæk og slidlagsgulve
- Stålkonstruktioner.

### **Ansvarsforhold**

Fastsættelse af tolerancer ændrer ikke på de grundlæggende ansvarsforhold mellem parterne.

Ved fagentreprise er det således den enkelte fagentreprenørs ansvar over for bygherren, at eventuelle tolerancekrav er overholdt. Endvidere har bygherren over for den efterfølgende entreprenør ansvaret for, at arbejdsgrundlaget er egnet – og er det på det fastlagte tidspunkt for igangsættelse af det efterfølgende arbejde.

Modtagekontrol går som udgangspunkt ikke videre, end at den efterfølgende entreprenør ikke må fortsætte på et arbejdsgrundlag, der åbenbart for ham ikke er egnet.

Finder den efterfølgende entreprenør, at arbejdsgrundlaget ikke er egnet, er det et forhold, bygherrens tilsyn skal tage stilling til, og ikke et forhold, fagentreprenørerne skal klare indbyrdes.

### Forudsætninger

Murerarbejde er traditionelt et fag, hvor alle faglige arbejder udføres på byggepladsen ved alle typer af byggerier, fx nyopførte huse, boligblokke og renovering af eksisterende boligmasse. Arbejder, der tidligere blev udført af murerfaget, ses dog i dag undertiden udført med teglstenselementer og badeværelsesunit fremstillet på fabrik.

Murerarbejdet udføres ofte på et underlag eller ifm. tilstødende vægge produceret og monteret af andre fag. Det drejer sig fx om fundamenter, vægge og dæk af beton støbt in situ, elementer af beton, letklinkerbeton eller porebeton. For at kunne opnå de forventede udfaldskrav for murerfaget skal der være overensstemmelse mellem murerfagets indfaldskrav og udfaldskrav for de forudgående arbejder.

Det er især vigtigt, at:

- Fundamentet er afsat og udført korrekt efter byggelinien (vandrette, lodrette linie) og med korrekt kote
- Fundamentet er afsat og udført med de korrekte vinkler
- Fundamentet er bæredygtigt og ført til frostfri dybde
- Elementerne fx til flisearbejde maksimalt indeholder 4-8 % fugt
- Lægtingen og montagen af undertaget er udført korrekt inden oplægning af tegltag
- Alt indvendigt arbejde kan forudsættes udført i lukkede, opvarmede og udtørrede bygninger.

DS 414 Norm for murværkskonstruktioner, SBI-anvisninger, Murværksdetaljer og Murerhåndbogen 2006 danner grundlag for et veludført murerarbejde, såvel procesmæssigt som konstruktivt.

### Ydelsesfordeling

Den principielle fordeling af ydelser for det enkelte byggeprojekt kan opstilles således:

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valg af konstruktion under hensyn til funktion, æstetik, statik, miljø og sikkerhed i arbejdsprocessen</li> <li>• Tidsplan for bl.a. vinterperioden, der tager højde for følsomme arbejder, såsom filtsning/vandskuring og færdigfugning etc.</li> <li>• Koordinere og projektere, så der bl.a. tages hensyn til byggeprocessens tolerancer mellem bygningsdele</li> <li>• Beskrive krav til samlinger under hensyn til konstruktive og energimæssige krav samt sammenbygning med andre bygningsdele</li> <li>• Valg af materialer ud- og indvendige</li> <li>• Beskrive krav til fugt og udtørring</li> <li>• Beskrive udfaldskrav for råhus, overflader og komplettering i overensstemmelse med ovenstående valg</li> <li>• Beskrive malebehandlingen og forventet udfald heraf</li> </ul>
Elementleverandør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levere elementer, der opfylder de fastlagte krav til det enkelte element</li> </ul>
Udførende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udføre montage, overflader og kompletteringsarbejder.</li> </ul>

### Historik

Dette er den første udgave af *Hvor går grænsen? Murerfaget*, som udkom marts 2007.

#### **Dette er et vigtigt kapitel – på sigt**

På sigt er det planen, at håndbogen skal opdateres efter behov, fx når måltolerancer ændres. Derfor bliver dette kapitel vigtigt at holde øje med i kommende versioner, fordi det rummer den historiske oversigt over, hvad der har ændret sig, og fra hvilket tidspunkt ændringen har effekt. Er en tolerance fx blevet skærpet, kan det både have faglig og juridisk betydning i forhold til tidligere og igangværende arbejder.

Dette kapitel vil i de følgende versioner give en oversigt over, hvad der er ændret mht. mål, tolerancer og ansvarsfordeling i grænsefladerne mellem de forskellige fag, og kunne bruges som dokumentation for, hvornår ændringerne er trådt i kraft.

#### **Kommentarer er velkomne**

Efterhånden som fagene får erfaring med at bruge håndbøgerne i praksis, regner vi med, at der kommer kommentarer til både indhold og udformning. Og på baggrund heraf skal håndbøgerne løbende føres ajour, så de bliver det bedst mulige værktøj for alle – håndværkere, projekterende og bygherrer.

Kommentarer er velkomne. Både til indhold og udformning. Kontakt  
Dansk Byggeri, Erhvervsteknisk Afdeling  
Postboks 2125  
1015 København K  
Telefon 72 16 00 00

## 1. Murværk

### 1.1 Hulumure med for- og bagvæg

#### Forudsætninger generelt

- Hulumure med for- og bagvæg kan indgå i en samlet konstruktion som en del af facaden i beton-, stål- og trækonstruktioner
- Murstenen har et deklareret mål på 228 x 108 x 54 mm. (Standardmål for en dansk mursten). Alle vandrette og lodrette mål til murværk bør være modulprojekteret i overensstemmelse med murmål (60 x 120 x 240 mm)
- Ved en konstruktion, der alene består af hulumure i teglsten, anbefales det, at der vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx normal eller skærpet (NT eller ST), der sikrer overensstemmelse med de kompletterende bygningsdele.

#### Mulige konfliktområder under projekteringen

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:

- Kotehøjden på det færdige murværk og de forventede indfaldskrav for efterfølgende aktiviteter
- Indplacering af andre bærende elementer, dragere samt tagkonstruktion
- Tolerancer for vindues- og døråbninger.

Det er derfor nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Hvor det er nødvendigt, anvendes skærpet tolerance. Det foreslås i normal og skærpet toleranceklasse (NT og ST) at anvende et (x, y) koordinatsystem, dvs. at gå ud fra et fælles 0-punkt for at minimere fejlfastsættelse og toleranceafvigelser.

#### Placering af fundamenter

Hvis fundamenter udføres i lempet toleranceklasse (LT) med kotetolerancer fra +25/-10 mm, er der risiko i efterfølgende entrepriser for ekstraarbejder som fx:

- Forøget opklodsning/afhugning ved de fleste typer elementer
- Opretning/afhugning for første skifte ved mur.

Ved en tolerance for afvigelser fra centerlinien på  $\pm 30$  mm vil der være risiko for, at efterfølgende aktiviteter ikke kan optage denne tolerance. In situ-støbte fundamenter, betonfundamentsblokke inkl. letklinkerblokke samt præfabrikerede fundamenter anbefales derfor udført i normal eller skærpet toleranceklasse (NT eller ST) med følgende maksimale tolerancer:

- Kote o.s. i NT  $\pm 10$  mm
- Kote o.s. i ST +5/-10 mm
- Placering i forhold til centerlinie i NT: +5/-10 mm.

Det er en forudsætning, at alle mål afsættes og kontrolleres ud fra en fortløbende målkæde i et (x,y,z) koordinatsystem.

#### Indstøbninger i fundamenter

Der er ikke i danske standarder taget stilling til tolerancer for indstøbningsdele, såsom bolte, beslag etc. Der skal derfor i forbindelse med projekteringen tages stilling til nøjagtigheden for at sikre, at tolerancerne er nøjagtige nok. Hvor det er nødvendigt anvendes løsning som beskrevet i enten normal eller skærpet toleranceklasse:

NT (normal toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier:  $\pm 8$  mm.

ST (skærpet toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier:  $\pm 5$  mm.

Ved afsætning af indstøbte dele med tolerance på  $\pm 5$  mm eller med større nøjagtighed kan det anbefales, at der projekteres med udsparinger i fundament og efterfølgende placering ved indstøbning. Ved efterfølgende indstøbning af ankerbolte mv. i udsparinger foretages der en kontrolmåling.

### Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sikre, at målsætning af vandrette og lodrette modulmål sker i overensstemmelse med murmål</li> <li>• Tidsplan for bl.a. vinterperioden, der tager højde for følsomme arbejder, såsom filtsning/vandskuring og færdigfugning etc.</li> <li>• Sikre i projekt og overordnet procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning</li> <li>• Krav til udfyldning af fuger mellem væg/væg og væg/dæk, herunder valg af materialer</li> <li>• Valg af overflade ud- og indvendig</li> <li>• Valg af udfaldskrav til ud- og indvendig overflade</li> <li>• Evt. beskrive malebehandling af ud- og indvendige overflader samt udfaldskrav</li> </ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li> </ul>

## Udfaldskrav til hulmure med for- og bagvæg

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
<b>Kote</b>					
Færdig kote på murværk målt over en facadelængde	-	Max $\pm 10$ mm	Max $+5/-10$ mm	<b>C1</b> <b>C3</b>	Nivellering
<b>Lod</b>					
Ved mur med en højde $\leq 3,4$ m gælder, at lod på forbindelseslinien mellem toppunkt og fodpunkt må variere	-	Max $\pm 10$ mm *	-	<b>E3</b>	Lodsnor
Lodsteder fra fodpunkt til toppunkt ved 3 m højt murværk: Afvigelse i henhold til centerlinien	-	$\pm 3$ mm/m	-	<b>C6</b>	Lodstok
<b>Krumning</b>					
Murens krumning fra fod til top	-	Max 10 mm *	-	<b>G3</b>	Snor eller retskinne
<b>Midterplaner</b>					
Ved placering af to over hinanden stående mure eller søjler på hver sin etage må afstanden mellem midterplaner være	-	Max $\pm 15$ mm * (normal kontrolklasse)	Max $\pm 10$ mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A1</b> <b>A2</b>	Målebånd Totalstation
<b>Planhed</b>					
Vandret plan i skiftegangsflugt målt over en facadelængde	-	Max $\pm 10$ mm	-	<b>C1</b>	Nivellering
Skiftegangsflugt	-	Max $\pm 10$ mm	-	<b>B2</b> <b>F1</b>	Opspændt snor Retskinne
Planhedskrav for første udlægningskifte samt afsluttende kifte ved rem o. lign.	-	$\pm 5$ mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Planhed for murværk som facade	-	$\pm 6$ mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
<b>Indbygning</b>					
Indbygning af andre bygningskomponenter	-	$\pm 5$ mm	-	<b>A1</b>	Målebånd



	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Vinduer og døre					
Afsætning af vindueshuller over hinanden	-	±5 mm	-	<b>C1</b> <b>C4</b> <b>E4</b>	Målebånd eller lodsnor Teodolit
Afsætning af hulmål ved vindues- og døråbninger	-	±10 mm	-	<b>A1</b>	Målebånd
Murværksfals					
Murværksfals i gennemmurede vægge: Forskydning i henhold til for- og bagmur	-	Max ±2 mm	-	<b>F1</b>	Retskinne
Lodsteder i murværksfals. Måles fra bundfals til overfals (fodpunkt til toppunkt)	-	±2 mm/2 m	-	<b>E2</b>	Lodstok
Murhjørner					
Vinklen om et murhjørne	-	±3 mm/2 m	-	<b>H2</b> <b>H3</b>	Vinkel eller totalstation
Planhed ved murhjørner i afstand ≤ 2 m	-	±3 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Fugetolerancer for mursten i dansk standardformat					
Liggefuger 12 mm	-	±4 mm * (normal kontrolklasse)	±3 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A3</b> <b>C5</b>	Målestok
Studsuger 12 mm	-	+8/-4 mm * (normal kontrolklasse)	+6/-3 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A3</b> <b>C5</b>	Målestok
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse

\* Krav jfr. DS 414 Norm for murværkskonstruktioner

#### Bemærkninger

- Ved anvendelse af rustikke mursten må ovennævnte tolerance slækkes i forhold til murstens karakter. Normens mindstekrav skal overholdes
- DS 1048 Normalmurværk og modulprojektering anfører idealmål for placering af åbninger, men ingen udførelsestolerancer
- Ved hjørner eller 'skæve vinkler' i murværket må den beskrevne vinkel ikke fraviges. I fals ved åbninger og ved afslutninger af forbandt bør der kun anvendes mursten, fx trekvarter, halve og petringer, der i skæringer er udført vinkelrettede.

## 1.2 Skalmure

### Forudsætninger

- Skalmure kan indgå i en samlet konstruktion som en del af facaden i en beton-, stål- eller trækonstruktion
- Murstenen har et deklareret mål på 228 x 108 x 54 mm. (Standardmål for en dansk mursten). Alle vandrette og lodrette mål til murværk bør være modulprojekteret i overensstemmelse med murmål (60 x 120 x 240 mm)
- Ved en konstruktion, der alene består af en skalmur opført af teglsten og sammenbygget med fx en råkonstruktion af beton eller stål, forudsættes det, at der vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx normal eller skærpet (NT eller ST), der sikrer overensstemmelse mellem bygningsdelene.

#### Mulige konfliktområder under projekteringen

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:

- Kotehøjden på det færdige murværk og de forventede indfaldskrav for efterfølgende aktiviteter
- Indplacering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion
- Forholdet mellem vindues- og døråbninger i råhus og skalmur samt efterfølgende vindues- og dørmontage.

Det er derfor nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Hvor det er nødvendigt, anvendes skærpet tolerance. Det foreslås i normal og skærpet toleranceklasse (NT og ST) at anvende et (x, y) koordinatsystem, dvs. at gå ud fra et fælles 0-punkt for at minimere fejlfastsættelser og toleranceafvigelse.

Hvor der er krav om særligt krævende opgaver, fx i forbindelse med gennemgående vinduesbånd, store lodrette facadepartier gennem flere etager eller vinduer, der skal flugte lodret/vandret, skal der i projekteringen tages højde for element-, udsparrings- og montagetolerancer, således at det udførelsesmæssigt er muligt at opnå de stillede krav.

I lempet og normal toleranceklasse (LT og NT) er der en uoverensstemmelse mellem DS 414 Norm for murværkskonstruktioner, DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner, DS 420 Norm for letbetonkonstruktioner, DS/EN 1520 Præfabrikerede elementer af letklinkerbeton samt branchernes egne opstillede tolerancer. Der er således risiko for væsentlige målforskelle ved afsætning af mål vandret og lodret samt ved afsætninger af koter.

I normal toleranceklasse (NT) er det nødvendigt, at der sker en samlet koordinering mellem de gennemgående "åbninger i facaden", således at kanter flugter bedst muligt mellem bagelement og facademurværk.

#### **Anbefalinger vedr. åbninger i facaden**

- Det anbefales at øge udsparinger til vinduer og døre med +10 mm i forhold til det normale hulmål for at imødegå toleranceafvigelser ved elementproduktionen og montagen
- Udsparinger til vinduer kan, hvor vinduer skal flugte vandret/lodret, som alternativ til skærpet montagenøjagtighed udføres med et overmål i bredde og højde på fx 30 mm. Efterfølgende monteres fx udligningsplader, der indmåles og monteres efter elementmontagen.

Murerfaget kan – under forudsætning af, at ovenstående tiltag gennemføres – sikre, at vinduer og dørpartier i flugt lodret over hinanden eller vandret ved siden af hinanden kan monteres med en flugttolerance på  $\pm 10$  mm.

#### **Placering af fundamenter**

Hvis fundamenter udføres i lempet toleranceklasse (LT) med kotetolerancer fra +25/-10 mm, er der risiko i efterfølgende entrepriser for ekstraarbejder som fx:

- Forøget opklodsning/afhugning ved de fleste typer elementer
- Opretning/afhugning for første skifte ved mur.

Ved en tolerance for afvigelser fra centerlinien på  $\pm 30$  mm vil der være risiko for, at efterfølgende aktiviteter ikke kan optage denne tolerance. In situ-støbte fundamenter, betonfundamentsblokke inkl. letklinkerblokke samt præfabrikerede fundamenter anbefales derfor udført i normal eller skærpet toleranceklasse (NT eller ST) med følgende maksimale tolerancer:

- Kote o.s. i NT  $\pm 10$  mm
- Kote o.s. i ST  $+5/-10$  mm
- Placering i forhold til centerlinie i NT:  $+5/-10$  mm.

Det er en forudsætning, at alle mål afsættes og kontrolleres ud fra en fortløbende målkæde i et (x,y,z) koordinatsystem.

### Indstøbninger i fundamenter

Der er ikke i danske standarder taget stilling til tolerancer for indstøbningsdele, såsom bolte, beslag etc. Der skal derfor i forbindelse med projekteringen tages stilling til nøjagtigheden for at sikre, at tolerancerne er nøjagtige nok. Hvor det er nødvendigt anvendes løsning som beskrevet i enten normal eller skærpet toleranceklasse:  
NT (normal toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier:  $\pm 8$  mm.  
ST (skærpet toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier:  $\pm 5$  mm.

Ved afsætning af indstøbte dele med tolerance på  $\pm 5$  mm eller med større nøjagtighed kan det anbefales, at der projekteres med udsparinger i fundament og efterfølgende placering ved indstøbning. Ved efterfølgende indstøbning af ankerbolte mv. i udsparinger foretages der en kontrolmåling.

## Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sikre, at målsætning af vandrette og lodrette modulmål sker i overensstemmelse med murmål</li><li>• Koordinere og projektere, så der tages hensyn til, at element-, udsparings- og montagetolerancer ved vinduers og facadepartiets flugt vandret/lodret er i overensstemmelse med murmål</li><li>• Tidsplan for bl.a. vinterperioden, der tager højde for følsomme arbejder, såsom filtsning/vandskuring og færdigfugning etc.</li><li>• Sikre i projekt og overordnet procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning</li><li>• Krav til udfyldning af fuger mellem væg/væg og væg/dæk, herunder valg af materialer</li><li>• Valg af overflade ud- og indvendig</li><li>• Valg af udfaldskrav til ud- og indvendig overflade</li><li>• Evt. beskrive malebehandling af ud- og indvendige overflader og udfaldskrav</li></ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li></ul>

## Udfaldskrav til skalmure

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
<b>Kote</b>				
Færdig kote på murværk målt over en facadelængde	-	Max ±10 mm	Max +5/-10 mm	<b>C1</b> <b>C3</b> Nivellering
<b>Lod</b>				
Ved mur med en højde ≤ 3,4 m gælder, at lod på forbindelseslinien mellem toppunkt og fodpunkt må variere	-	Max ±10 mm *	-	<b>E3</b> Lodsnor
Lodsteder fra fodpunkt til toppunkt ved 3 m højt murværk: Afvigelse i henhold til centerlinien	-	±3mm/m	-	<b>C6</b> Lodstok
<b>Krumning</b>				
Murens krumning fra fod til top	-	Max 10 mm *	-	<b>G3</b> Snor eller retskinne
<b>Midterplaner</b>				
Ved placering af to over hinanden stående mure eller søjler på hver sin etage må afstanden mellem midterplaner være	-	Max ±10 mm	-	<b>A1</b> <b>A2</b> Målebånd Totalstation
<b>Planhed</b>				
Vandret plan i skiftegangsflugt målt over en facadelængde	-	Max ±15 mm * (normal kontrolklasse)	Max ±10 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>B2</b> Opspændt snor
Skiftegangsflugt	-	±3 mm/2 m	-	<b>B2</b> <b>F1</b> Opspændt snor Retskinne
Planhedskrav for første udlægningskifte samt afsluttende kifte ved rem o. lign.	-	±5 mm/2 m	-	<b>F1</b> Retskinne
Planhed for murværk som facade	-	±6 mm/2 m	-	<b>F1</b> Retskinne
<b>Indbygning</b>				
Indbygning af andre bygningskomponenter	-	±5 mm	-	<b>A1</b> Målebånd

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Vinduer og døre				
Afsætning af vindueshuller over hinanden	-	±5 mm	-	<b>C1</b> <b>C4</b> <b>E4</b> Målebånd eller lodsnor Teodolit
Afsætning af hulmål ved vindues- og døråbninger	-	±10 mm	-	<b>A1</b> Målebånd
Murværksfals				
Murværksfals i gennemmurede vægge: Forskydning i henhold til for- og bagmur	-	Max ±2 mm	-	<b>F1</b> Retskinne
Lodsteder i murværksfals. Måles fra bundfals til overfals (fodpunkt til toppunkt)	-	±2 mm/2 m	-	<b>E2</b> Lodstok
Murhjørner				
Vinklen om et murhjørne	-	±3 mm/2 m	-	<b>H2</b> <b>H3</b> Vinkel eller totalstation
Planhed ved murhjørner i afstand ≤ 2 m	-	±3 mm/2 m	-	<b>F1</b> Retskinne
Fugetolerancer for mursten i dansk standardformat				
Liggefuger 12 mm	-	±4 mm * (normal kontrolklasse)	±3 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A3</b> <b>C5</b> Målestok
Studsuger 12 mm	-	+8/-4 mm * (normal kontrolklasse)	+6/-3 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A3</b> <b>C5</b> Målestok
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I5</b> Visuel bedømmelse

\* Krav jfr. DS 414 Norm for murværkskonstruktioner

#### Bemærkninger

- Ved anvendelse af rustikke mursten, må ovennævnte tolerance slækkes i forhold til murstens karakter. Normens mindstekrav skal overholdes
- DS 1048 Normalmurværk og modulprojektering anfører idealmål for placering af åbninger, men ingen udførelsestolerancer
- Ved hjørner eller 'skæve vinkler' i murværket må den beskrevne vinkel ikke fraviges. I fals ved åbninger og ved afslutninger af forbandt bør der kun anvendes mursten, fx trekvarter, halve og petringer, der i skæring er udført vinkelrettede.

### 1.3 Skillevægge

#### Forudsætninger

- Skillevægge af muret teglsten kan indgå i en samlet konstruktion, fx af tegl, beton, stål eller træ
- Murstenen har et deklareret mål på 228 x 108 x 54 mm. (Standardmål for en dansk mursten). Alle vandrette og lodrette mål til murværk bør være modulprojekteret i overensstemmelse med murmål (60 x 120 x 240 mm)
- Ved en konstruktion, der alene består af skillevægge opført af teglsten og sammenbygget med fx en råkonstruktion af beton eller stål, forudsættes det, at der vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx normal eller skærpet (NT eller ST), der sikrer overensstemmelse mellem bygningsdelene.

#### Mulige konfliktområder under projekteringen

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:

- Kotehøjden på det færdige murværk og de forventede indfaldskrav for efterfølgende aktiviteter
- Indplacering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion
- Højder på døråbninger i forhold til dæk med pilhøjder.

Det er derfor nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Hvor det er nødvendigt, anvendes skærpet tolerance. Det foreslås i normal og skærpet toleranceklasse (NT og ST) at anvende et (x, y) koordinatsystem, dvs. at gå ud fra et fælles 0-punkt for at minimere fejlfastsætning og toleranceafvigelse.

#### Underlag for skillevægge som fundamenter, terrændæk eller etagedæk

Det er vigtigt, at underlaget for skillevægge med tilhørende indstøbninger er udført med tolerancer, som svarer til indfaldskrav for murerarbejde for vægge. Der skal i projekteringen tages højde for tolerancekrav til underlaget for at sikre korrekt vederlag/overgang til skillevægge og samtidig sikre, at der er en sammenhæng med de fastsatte kotehøjder og skillevæggenes skiftegangsmål.



## Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sikre, at målsætning af vandrette og lodrette modulmål sker i overensstemmelse med murmål</li><li>• Tidsplan for bl.a. vinterperioden, der tager højde for følsomme arbejder, såsom filtsning/vandskuring og færdigfugning etc.</li><li>• Sikre i projekt og overordnet procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning</li><li>• Krav til udfyldning af fuger mellem væg/væg og væg/dæk, herunder valg af materialer</li><li>• Valg af overflade og udfaldskrav</li><li>• Valg af malebehandling og udfaldskrav</li></ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li></ul>

## Udfaldskrav til skillevægge af tegl

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
<b>Kote</b>					
Færdig kote på bærende murværks længde	-	Max $\pm 10$ mm	Max $+5/-10$ mm	<b>C3</b>	Nivellering
<b>Lod</b>					
Ved mur med en højde $\leq 3,4$ m gælder, at lod på forbindelseslinien mellem toppunkt og fodpunkt må variere	-	Max $\pm 10$ mm *	-	<b>E3</b>	Lodsnor
Lodsteder fra fodpunkt til toppunkt ved 3 m højt murværk: Afvigelse i henhold til centerlinien	-	$\pm 3$ mm/m	-	<b>C6</b>	Lodstok
<b>Krumning</b>					
Murens krumning fra fod til top	-	Max 10 mm *	-	<b>G3</b>	Snor eller retskinne
<b>Midterplaner</b>					
Ved placering af to over hinanden stående mure eller søjler på hver sin etage må afstanden mellem midterplaner være	-	Max $\pm 10$ mm	-	<b>A1</b> <b>A2</b>	Målebånd Totalstation
<b>Planhed</b>					
Vandret plan i skiftegangsflugt i murværkets længde	-	Max $\pm 15$ mm * (normal kontrolklasse)	Max $\pm 10$ mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>C1</b>	Nivellering
Skiftegangsflugt	-	$\pm 3$ mm/2 m	-	<b>B2</b> <b>F1</b>	Opspændt snor Retskinne
Planhedskrav for første udlægningskifte samt afsluttende kifte ved rem o. lign.	-	$\pm 5$ mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Planhed for murværk som facade	-	$\pm 6$ mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
<b>Indbygning</b>					
Indbygning af andre bygningskomponenter	-	$\pm 5$ mm	-	<b>A1</b>	Målebånd

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Vinduer og døre					
Afsætning af hulmål ved vindues- og døråbninger	-	±10 mm	-	<b>A1</b>	Målebånd
Murværksfals					
Murværksfals i gennemmurede vægge: Forskydning i henhold til for- og bagmur	-	Max ±2 mm	-	<b>F1</b>	Retskinne
Lodsteder i murværksfals. Måles fra bundfals til overfals (fodpunkt til toppunkt)	-	±2 mm/2 m	-	<b>E2</b>	Lodstok
Murhjørner					
Vinklen om et murhjørne	-	±3 mm/2 m	-	<b>H2</b> <b>H3</b>	Vinkel Totalstation
Planhed ved murhjørner i afstand ≤ 2 m	-	±3 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Fugetolerancer for mursten i dansk standardformat					
Liggefuger 12 mm	-	±4 mm * (normal kontrolklasse)	±3 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A3</b> <b>C5</b>	Målestok
Studsuger 12 mm	-	+8/-4 mm * (normal kontrolklasse)	+6/-3 mm * (skærpet kontrolklasse)	<b>A3</b> <b>C5</b>	Målestok
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse

\* Krav jfr. DS 414 Norm for murværkskonstruktioner

#### Bemærkninger

- Ved anvendelse af rustikke mursten må ovennævnte tolerance slækkes i forhold til murstenens karakter. Normens mindstekrav skal overholdes
- Ved hjørner eller 'skæve vinkler' i murværket må den beskrevne vinkel ikke fraviges. I fals ved åbninger og ved afslutninger af forbandt bør der kun anvendes mursten, fx trekvarter, halve og petringer, der i skæringer er udført vinkelrettede
- Ved opførelse af skillevægge til filtsning eller vandskuring forudsættes, at åbninger er udført med vinkelrette skæringer af murstenene i falsene.

## 1.4 Gesimser

Gesimsen er ydermurens afslutning foroven og tjener til at føre den nederste del af tagskægget ud fra murlinien og derved beskytte muren mod nedløbende vand.

### Forudsætninger

Ved en konstruktion, der alene består af et murværk med afsluttende gesims opført af teglsten og sammenbygget med fx en råkonstruktion af beton eller stål, forudsættes det, at der vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx normal eller skærpet (NT eller ST), der sikrer overensstemmelse mellem bygningsdelene.

#### Mulige konfliktområder under projekteringen

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:

- Kotehøjden på det færdige murværk og de forventede indfaldskrav for efterfølgende aktiviteter
- Indplacering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion.

Det er derfor nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Hvor det er nødvendigt, anvendes skærpet tolerance. Det foreslås i normal og skærpet toleranceklasse (NT og ST) at anvende et (x, y) koordinatsystem, dvs. at gå ud fra et fælles 0-punkt, for at minimere fejlforsætning og toleranceafvigelse.

### Ydelsesfordeling

Se under 1.2 Skalmure, side 21.

### Udfaldskrav til gesimser

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Forkanten på den vandrette kant	-	±3 mm/2 m	-	H3	Vinkel

#### Bemærkninger

Udførelse: En muret gesims med større udgraving eller udladning, hvortil der fordres anvendelse af "stol", skal være konstrueret således, at denne er i stand til at bære de overliggende led uden særlige foranstaltninger. Til muring af gesims til puds bør der benyttes klinkbrændte mursten eller håndstrøgne sten.

## 1.5 Sålbænke

Sålbænken har som funktion at føre vandet væk fra murfladen og kan udføres af klinker, hårdtbrændte mursten, eternit, metal, som betonelement eller være støbt i beton in situ.

### Forudsætninger

Sålbænken udføres med fald og fremspring. Sålbænken indhugges 3–5 cm ved falsen for at undgå misfarvning af murværket under falsen. Dette gælder i særlig grad, hvor der anvendes materialer til sålbænken med anden varme- og fugtudvidelse end murværk (fx beton). Fuge under underkarmen på vinduet bør være min. 1,5 cm.

### Ydelsesfordeling

Se under 1.2 Skalmure, side 21.

### Udfaldskrav til sålbænke

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Hældning på rulleskifte ift. fastlagt hældning	-	±4 mm	-	<b>B2</b> <b>C5</b> Opspændt snor og målestok
Forkanten på den vandrette kant ift. fastlagt fremspring	-	±4 mm	-	<b>B2</b> Opspændt snor (fra hjørne til hjørne) og målestok
Bagkanten på rulleskifte under vindueskarmen ift. fastlagt fremspring	-	±4 mm	-	<b>B1</b> <b>B2</b> Opspændt snor, vaterpas og målestok (fra hjørne til hjørne)

## 2. Udvendig overfladebehandling

### 2.1 Puds

Et udvendigt pudslag har en række forskellige funktioner, som fx at:

- Beskytte en bygning mod klimatiske og mekaniske påvirkninger samt mod brand
- Skaffe en æstetisk tiltalende overflade
- Skaffe en plan overflade, der er velegnet som underlag for keramiske fliser, maling eller tapet.

Puds opdeles normalt i tre arbejdsoperationer:

- Udkast; grundingslag
- Grovpuds
- Slutpuds; finpuds.

Vedrørende det visuelle udtryk og udfaldskrav henvises der til Tegl 18.  
Overfladebehandling af murværk, juni 2003.

#### Forbehandling

Grundingslaget har som funktion at sikre vedhæftningen mellem underlag og puds samt at regulere sugningen for et eventuelt uensartet underlag. En håndregel ved opbygning af puds er, at det første underlag udføres med et stærkt materiale og slutpudsen af et lidt svagere materiale. I slutpudsen eller finpudsen er kornstørrelsen mindre end i grovpudsen og udjævner dermed den mere åbne struktur i grovpudsen. Overfladen vil herefter fremtræde med en ensartet, homogen overflade.

### Forudsætninger

For at maksimere vedhæftningen af overfladebehandlingen skal underlagets sugsevne bedømmes, herunder om vandindholdet i murværket er for højt, eller om der bør forvandes. I varme og tørre perioder med blæst skal overfladen beskyttes mod for hurtig udtørring med afskærmning. For at forebygge eventuelle svindrevner anbefales det at holde overfladen fugtig med vandforstøvning typisk de første 1 til 2 uger efter den færdige behandling.

## Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sikre, at målsætning af vandrette og lodrette modulmål sker i overensstemmelse med murmål</li> <li>• Tidsplan for bl.a. vinterperioden, der tager højde for følsomme arbejder, såsom filtsning/vandskuring og færdigfugning etc.</li> <li>• Sikre i projekt og overordnet procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning</li> <li>• Krav til udfyldning af fuger mellem væg/væg og væg/dæk, herunder valg af materialer</li> <li>• Valg af overflade og udfaldskrav</li> <li>• Valg af malebehandling og udfaldskrav</li> </ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li> </ul>

## Udfaldskrav til puds

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Planhed og lunger på grovpudsede vægge	-	±5 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Lodsteder på grovpudsede vægge med en rumhøjde af 2,40 og 2,60 m murværk	-	±5 mm/2 m	±3 mm/2 m	<b>E3</b>	Lodstok
Planhed og lunger på grovpudsede vægge i vindues- og dørfalse	-	±2 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne eller mindre efter vinduets højde
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse

### Bemærkninger

Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Tegl 18. Overfladebehandling af murværk, juni 2003. Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.

## 2.2 Tyndpuds – herunder filtsning, vandskuring, sækkeskuring og tyndpudsning

Begrebet tyndpuds kan defineres ud fra overfladebehandlingen. Der skelnes mellem

- Filtsning
- Vandskuring
- Sækkeskuring
- Berapning
- Tyndpudsning.

Strukturen på den færdige overflade er afhængig af, hvilket arbejdsredskab eller hvilken metode der anvendes.

### Forudsætninger

Ved nyopførte boliger bør teglstenen være egnet til en overfladebehandling, og fugerne i murværket komprimeres under færdiggørelse af facaden. Fuger i murværket skal være ru og udfyldt helt frem til kanten af murstenen.

For at maksimere vedhæftningen af overfladebehandlingen skal underlagets sugeevne bedømmes, om vandindholdet i murværket er for højt, eller om der bør forvandes. I varme og tørre perioder med blæst skal overfladen beskyttes mod en hurtig udtørring med afskærmning. For at forebygge eventuelle svindrevner anbefales det at holde overfladen fugtig med vandforstøvning typisk de første 1 til 2 uger efter den færdige behandling.

Ved overfladebehandling af ældre villaer er grundlaget ofte et kompromis af, hvad der bør eller kan gøres. Nogle af de centrale spørgsmål er:

- Skal/bør overfladen afrenses?
- Skal der ske en omfugning og udskiftning af mursten?
- Er overfladen eller murstenene egnet til overfladebehandling?
- Ligger huset i aggressivt miljø etc.?

Vedligeholdelse af en overfladebehandlet facade indebærer en meromkostning i forhold til en traditionel facade.

Tyndpudsning på overflader af murværk indbefatter et lag af mørtel fra 1,5–3 mm til partiel fuld dækning af murværket. Laget af mørtlen påføres med et stålbræt og behandles efterfølgende med filtsebræt og lignende til en færdig overflade på væggene.



**Behandlinger**

- **Filtsning** bliver ofte forvekslet med eller fejlagtigt anvendt om vandskuring. Ved filtsning anvendes der et bræt med påklæbet skumgummi, der i arbejdsprocessen giver en fin, gennemsigtig overflade. Mørtellaget påføres med et stålbret og må maksimalt have en lagtykkelse på 0,5-1,0 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrettet eller murskeen.
- **Vandskuring** bliver ofte forvekslet med eller fejlagtigt anvendt om filtsning. Ved vandskuring anvendes der en blødstrøgen mursten, der dyppes i vand og bruges til at skure overfladen med. Deraf navnet vandskuring. Mørtellaget påføres med et stålbret og må maksimalt have en lagtykkelse på 0,5-1,0 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrettet eller murskeen.
- Ved **sækkeskuring** anvendes der et sækkelærred til færdiggørelse af overfladen. Heraf navnet sækkeskuring. Ved sækkeskuring påføres mørtlen med et stålbret og må maksimalt have en lagtykkelse på 0,5-1,0 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrettet eller murskeen.
- **Berapning** bør kun udføres indvendigt. Se afsnit 3.3 Tyndpuds under Indvendig overfladebehandling, side 38.
- Ved **tyndpudsning** bliver der oftest anvendt et farvet produkt, der er heldækkende. Mørtellaget påføres med et stålbret og må maksimalt have en lagtykkelse på 1,5-3,0 mm partielt over fuger og lokale ujævnheder. Farvet tyndpudsmørtel skal helst påføres i én arbejdsgang og på en hel facade ad gangen. Det skyldes bl.a., at ny forarbejdning af overfladen vil ændre farvepigmenterne væsentligt. En farvet tyndpudsmørtel skal normalt bruges inden ca. 60 minutter.

## Udfaldskrav til "tynd" overfladebehandling på murværk

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Overflade	-	Efter behandlingen fremstår overfladen jævn	-	15	Visuel bedømmelse
Filtsning og vandskuring	-	Kun ujævnheder er udfyldt med mørtel. Flest mulige stenflader fremstår uden mørteldækning	-	15	Visuel bedømmelse
Sækkeskuring	-	Kun ujævnheder er udfyldt med mørtel. Den overvejende del af stenflader fremstår uden mørteldækning	-	15	Visuel bedømmelse
Tyndpudsning	-	Afhængig af mørtelaget vil omridsene af forbandet fremtræde	-	15	Visuel bedømmelse

**Bemærkninger**

Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Tegl 18. Overfladebehandling af murværk, juni 2003. Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.

### 3. Indvendig overfladebehandling

Et indvendigt pudslag har en række forskellige funktioner, som fx at:

- Skaffe en æstetisk tiltalende overflade
- Skaffe en plan overflade, der er velegnet som underlag for keramiske fliser, maling eller tapet
- Opnå en særlig virkning som fx brandbeskyttelse, lydabsorption eller strålebeskyttelse.

Puds opdeles normalt i tre arbejdsoperationer:

- Udkast; grundingslag
- Grovpuds
- Slutpuds; finpuds.

Vedrørende det visuelle udtryk og udfaldskrav henvises der til Tegl 18.

Overfladebehandling af murværk, juni 2003

#### Forbehandling

Grundingslaget har den funktion at sikre vedhæftningen mellem underlag og puds samt at regulere sugningen for et eventuelt uensartet underlag. En håndregel ved opbygning af puds er, at det første underlag udføres med et stærkt materiale og slutpudsen af lidt svagere materiale.

I slutpudsen eller finpudsen er kornstørrelsen mindre end i grovpudsen og udjævner dermed den mere åbne struktur i grovpudsen. Overfladen vil herefter fremtræde med en ensartet homogen overflade.

#### Forudsætninger

For at maksimere vedhæftningen af overfladebehandlingen skal underlagets sugsevne bedømmes, herunder om vandindholdet i murværket er for højt, eller om der bør forvandes. I varme og tørre perioder med blæst skal overfladen beskyttes mod for hurtig udtørring med afskærmning. For at forebygge mod eventuelle svindrevner anbefales det at holde overfladen fugtig med vandforstøvning typisk de første 1 til 2 uger efter den færdige behandling.

## Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krav til varme og udførelsestemperatur (vinterperioden)</li> <li>• Valg af overflade og udfaldskrav</li> <li>• Valg af malebehandling og udfaldskrav</li> </ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li> </ul>

### 3.1 Puds på vægge

#### Udfaldskrav til puds på vægge

Grovpudsede vægge	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Planhed og lunke	-	±5 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Lodsteder på vægge med en rumhøjde af 2,40 og 2,60 m murværk	-	±5 mm/2 m	±3 mm/2 m	E3	Lodstok
Planhed og lunke på vægge i vindues- og dørfalse	-	±2 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Visuel bedømmelse	-	-	-	I5	Visuel bedømmelse

#### Bemærkninger

Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Tegl 18. Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.

### 3.2 Puds på lofter

#### Udfaldskrav til puds på lofter

Grovpudsede lofter	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Planhed og lunke på grovpudsede lofter	-	±8 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Overgang mellem vægge og loft. Planhed af sammenskæring	-	±3 mm/2 m	±3 mm/2 m	<b>F1</b>	Retskinne
Reparation af puds i vægfladen o.lign.	-	±1 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse

#### Bemærkninger

- Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Tegl 18. Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen
- Ved pudsning af lofter forudsættes det, at underlaget (fx forskalling og rørvæv eller betonunderlaget o. lign.) er oprettet til ±12 mm.

### 3.3 Tyndpuds – herunder filtsning, vandskuring, sækkeskuring og berapning

Begrebet tyndpuds kan defineres ud fra overfladebehandlingen. Der skelnes mellem

- Filtsning
- Vandskuring
- Sækkeskuring
- Berapning.

Strukturen på den færdige overflade er afhængig af, hvilket arbejdsredskab eller hvilken metode der anvendes.

#### Forudsætninger

Ved nyopførte boliger bør teglstenen være egnet til en overfladebehandling, og fugerne i murværket komprimeres under færdiggørelse af facaden. Fuger i murværket skal være ru og udfyldt helt frem til kanten af murstenen.

For at maksimere vedhæftningen af overfladebehandlingen skal underlagets sugsevne bedømmes, mht. om vandindholdet i murværket er for højt, eller om der bør forvandes. For at forebygge eventuelle svindrevner anbefales det at holde overfladen fugtig med vandforstøvning typisk de første 1 til 2 uger efter den færdige behandling.

Ved overfladebehandling af ældre villaer med indvendigt blankt murværk, skal det overvejes, hvad der bør eller kan gøres. Nogle af de centrale spørgsmål er:

- Skal/bør overfladen afrensnes for gammelt smuds?
- Skal der ske en omfugning og udskiftning af mursten?

Tyndpudsning på overflader af murværk indbefatter et lag af mørtel fra 1,5–3 mm til partiel fuld dækning af murværket. Laget af mørtlen påføres med et stålbræt og behandles efterfølgende med filtsebræt og lignende til en færdig overflade på væggene.

#### Behandlinger

- **Filtsning** bliver ofte forvekslet med eller fejlagtigt anvendt om vandskuring. Ved filtsning anvendes der et bræt med påklæbet skumgummi, der i arbejdsprocessen giver en fin, gennemslagtig overflade. Mørtellaget påføres med et stålbræt og må maksimalt have en lagtykkelse på 0,5–1,0 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrættet eller murskeen.
- Vandskuring bliver ofte forvekslet med eller fejlagtigt anvendt om filtsning. Ved vandskuring anvendes der en blødstrøgen mursten, der dyppes i vand og bruges til at skure overfladen med. Deraf navnet vandskuring. Mørtellaget påføres med et stålbræt og må maksimalt have en lagtykkelse på 0,5–1,0 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrættet eller murskeen.

- Ved **sækkeskuring** anvendes der et sækkelærred til færdiggørelse af overfladen. Heraf navnet sækkeskuring. Ved sækkeskuring påføres mørtlen med et stålbræt og må maksimalt have en lagtykkelse på 0,5-1,0 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrættet eller murskeen.
- Ved **berapning** påføres mørtlen med et stålbræt eller en spandeske og må maksimalt have en lagtykkelse på 2-3 mm. Overskydende lag af mørtel afstødes med stålbrættet eller murskeen. Overfladen bearbejdes med en våd græskost i diagonale bevægelse. De sidste strøg skal i reglen være vandrette. Overfladen vil efter behandlingen fremstå ujævn og dækket med et tyndt lag mørtel med spor efter kosten. Denne overfladebehandling bør kun udføres indvendigt.

### Udfaldskrav til "tynd" overfladebehandling på murværk

	Lempet tole- ranceklasse	Normal tole- ranceklasse	Skærpet tole- ranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Tegl 18 illustrerer den visuelle overflade	-	Efter behandlingen fremstår overfladen jævn	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse
Filtsning og vandskuring	-	Kun ujævnheder er udfyldt med mørtel	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse
Sækkeskuring	-	Kun ujævnheder er udfyldt med mørtel. Den overvejende del af stenflader fremstår uden mørteldækning	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse
Berapning	-	Efter behandlingen fremstår overfladen udjævnet og dækket med et tyndt lag mørtel med spor af kosten	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse

#### Bemærkninger

Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Tegl 18. Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.

## 4. Fliser og klinker på væg og gulv

Et keramisk flise- og klinkeprodukt eller natursten har både en praktisk og æstetisk funktion. Produkterne ses anvendt som udsmykning af facader, beklædning af vægge og gulve i badeværelser, køkken og alrum mv. Mange fabrikker er innovative og markedsfører jævnligt nye spændende produkter. Mængden og kombinationen af produkter er derfor mangfoldig. Dette stiller krav til funktionsdueligheden, kreativiteten og flisemurerens dygtighed.

### 4.1 Vægfliser i våde og tørre rum

#### Forudsætninger

Inden der vælges en keramisk flise, klinker eller natursten til vægge i våde rum, er der visse forudsætninger, der bør overvejes:

- Opfylder produktet kravene til at kunne anvendes i våde rum?
- Skal der eventuelt udføres en opretning på væggene af lunke eller af hjørner, der ikke er i lod?
- Hvor flisearbejdet skal udføres i vådrum, skal man sikre sig, at konstruktionen er vandtæt, fx ved at etablere en vandtæt membran. Der skelnes mellem våd zone og fugtig zone
- Udfaldskrav til den færdige overflade (finishen og planheden).

Fliser – opsætning og lægning, udgivet af Forlaget Tegl, angiver hvilke tolerancer, der kan forventes.

Inden mureren går i gang med opgaven, er det vigtigt at fastlægge de forventede ind- og udfaldskrav. Det drejer sig fx om:

- Mønster, borter, sokkelflise, forbandt og farven på fugen
- Skæring i smig ved udadgående hjørne
- Ingen flise må ved skæring af vægfladens endepunkt være under det halve i bredden
- Udmåling til gennemgående fuger (vandrette og lodrette fuger på væggen og gulv flugter hinanden)
- Er den valgte konstruktion egnet til beklædning af vægge?
- Kan tolerancer overholdes ved den valgte flise?



## Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sikre i projektet og den overordnede procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning</li> <li>• I vådrum, beskriv vådrumstætning</li> <li>• Valg af overflade og udfaldskrav</li> <li>• Valg af malebehandling og udfaldskrav</li> </ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li> </ul>

## Udfaldskrav til vægfliser i våde og tørre rum

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Planhed og lunger	-	±3 mm/2 m	-	<b>F1</b>	Retskinne
Variation for fugebredden 2,0-7,0 mm 7,0-12,0 mm > 12,0 mm	- - -	Max ±20 % Max ±15 % Afhængig af fugebredden og flisekvalitet, især længde og bredde	- - -	<b>A3</b>	Målestok
Forskydninger i plan mellem fliser	-	Max 1,0 mm	-	<b>A3</b>	Målestok
Spring i plan mellem fliser	-	Max 1,0 mm	-	<b>F9</b>	Retskinne og målekile
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I5</b>	Visuel bedømmelse

## Bemærkninger

Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Fliser – opsætning og lægning. Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.

## 4.2 Klinker- og flisegulve i våde og tørre rum

### Forudsætninger

Inden der vælges en keramisk flise, klinker eller natursten til gulve i våde rum, er der visse forudsætninger, der bør overvejes:

- Opfylder produktet kravene til at kunne anvendes i våde rum, fx mht. tæthed?
- Der skal påregnes en opretning af gulvet med spartelmasse ved tolerance på  $\pm 2,0$  mm
- Hvor flisearbejdet skal udføres i vådrum, skal man sikre sig, at konstruktionen er vandtæt, fx ved at etablere en vandtæt membran
- Er der en stor belastning af gående trafik?
- Er gulvet fx rengøringsvenligt og kræver det minimal vedligehold og pleje?
- Udfaldskrav til den færdige overflade (finish og planhed).

Inden mureren går i gang med opgaven, er det vigtigt at fastlægge de forventede ind- og udfaldskrav. Det drejer sig fx om:

- Mønster, borter, forbandt og farven på fugen
- Skæring omkring gulvafløb, hvor den valgte klinker er af en størrelse, der fordrer en konvolutskæring
- Er den valgte konstruktion egnet til flisebelægning?
- Kan tolerancer overholdes, herunder fx fald på gulvet, ved den valgte flise?

### Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sikre i projektet og den overordnede procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning</li> <li>• I vådrum, beskriv vådrumstætning</li> <li>• Valg af overflade og udfaldskrav</li> <li>• Valg af malebehandling og udfaldskrav</li> </ul>
Murerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udføre murerarbejdet i henhold til beskrivelsen herfor</li> </ul>

## Udfaldskrav til klinke- og flisegulve i våde og tørre rum

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Planhed og lunker	-	±2 mm/2 m	-	<b>F1</b> Retskinne
Vandrethed > 5 m	-	Max ±8 mm	-	<b>B5</b> Retskinne og vaterpas
Variation for fugebredden 2,0-7,0 mm 7,0-12,0 mm > 12,0 mm	- - -	Max ±20 % Max ±15 % Afhængig af fugebredden og flisekvalitet, især længde og bredde	- - -	<b>A3</b> Målestok
Forskydninger i plan mellem fliser	-	Max 1,0 mm	-	<b>A3</b> Målestok
Spring i plan mellem fliser	-	Max ±1,0 mm	-	<b>F9</b> Målekile
Fald på gulv	-	*Se fodnote		<b>B3</b> <b>B4</b> Vaterpas med 10 mm ben + målekile/plader
Visuel bedømmelse	-	-	-	<b>I3</b> Visuel bedømmelse

\* I brusenicher og tilsvarende vådområder udføres gulv med 1-2 % fald. Øvrige gulvarealer i vådrum udføres med fald efter aftale.

### Bemærkninger

- Ved anvendelse af materialer med rustik overflade kan der forekomme afvigelser fra de angivne tolerancer
- En tegklynke kræver kontinuerligt vedligehold og pleje
- Den samlede overflade bedømmes visuelt i overensstemmelse med Fliser – opsætning og lægning
- Udfaldskrav til vægge med fliser eller pudsede overflader skal bedømmes visuelt stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.

## 5. Tegltage

### 5.1 Tegltage

#### Forudsætninger og udfaldskrav

Der henvises til Tegl 36 Oplægning af tegltage, november 2005.



## 6. Vinkelrethed af rum

En opmåling af et rums vinkelrethed kan ikke vurderes, uden at man også bedømmer planheden af de vægge, der afgrænser rummet. Alle indvendige mål afsættes efter fikslængder og -højder i forhold til hovedfikspunktet og ud fra en fortløbende målkæde/nivellering.

Vinkelretheden er væsentlig for:

- Opsætning af fliser, herunder "lige" fordeling med ikke under 1/2 flise, med mindre andet er aftalt
- Udlægning af gulvklinker eller -fliser med hensyn til retningsbestemmelse og evt. mønsterfordeling.

### Forudsætning for opmåling

- Forholdet mellem væggenes sider må ikke overstige 1 til 3
- Ved vinkelrum opdeles rummet i målbare firkanter i maksimalt ovenstående forholdstal
- Tolerancer må ikke ophobes
- Den angivne tolerance er afvigelsen mellem de målte diagonaler.

### Udfaldskrav til rums vinkelrethed

Målafsætning og vinkelrethed indvendig	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Målafsætning for længder og højder	-	±3 mm * Se fodnote	-	A1 E3 Målebånd Lodstok
Vinkelrethed: Tolerance på diagonal mål				
Rum ≤ 20 m <sup>2</sup>	-	±4 mm	-	H1 Målebånd
Rum ≤ 50 m <sup>2</sup>	-	±5 mm	-	H1 Målebånd
Rum > 50 m <sup>2</sup> < 100 m <sup>2</sup>	-	±6 mm	-	H1 Målebånd
Rum > 100 m <sup>2</sup> aftales særligt				

\* Tolerancer må ikke ophobes.



For murerarbejde benyttes følgende kontrolmetoder:

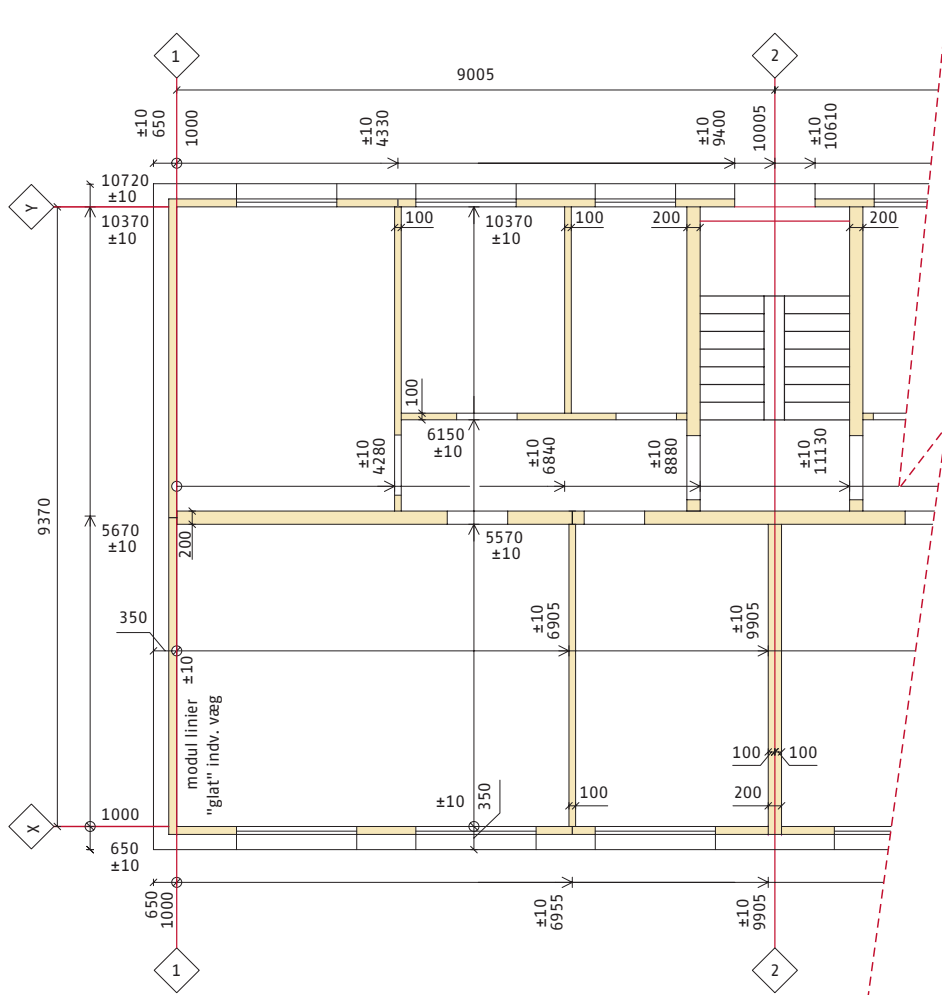
Nr.	Metode	Side
<b>A</b>	<b>Vandrette afsætningsmål</b>	
<b>A1</b>	Vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier	48
<b>A2</b>	Måltolerancer for monterede elementer	49
<b>A3</b>	Afsætning af vandrette detailmål internt i rum	52
<b>B</b>	<b>Vandrethed</b>	
<b>B1</b>	Vandrethed	52
<b>B2</b>	Flugt i vandrette linier	52
<b>B3</b>	Fald på gulv i brusenicher	54
<b>B4</b>	Fald på gulv i brusenicher med fast ben og målekile	54
<b>B5</b>	Vandrethed på gulvflader	55
<b>C</b>	<b>Lodrette afsætningsmål</b>	
<b>C1</b>	Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål	55
<b>C3</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter	55
<b>C4</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage	56
<b>C5</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt i rum	57
<b>C6</b>	Centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele	57
<b>E</b>	<b>Lodtolerancer</b>	
<b>E2</b>	Tolerancer for montage af elementer < 2 m og < 1 m i lod	58
<b>E3</b>	Lodrethed	59
<b>E4</b>	Flugt i lodret linie	59
<b>F</b>	<b>Planhed og planhedsafvigelser</b>	
<b>F1</b>	Måling med retskinne	59
<b>F9</b>	Niveauspring mellem fliser	60
<b>G</b>	<b>Rethed</b>	
<b>G3</b>	Krumning	61
<b>H</b>	<b>Vinkelrethed</b>	
<b>H1</b>	Rum	62
<b>H2</b>	Udadgående hjørner > 2 m	62
<b>H3</b>	Udadgående hjørner < 2 m	63
<b>I</b>	<b>Visuel bedømmelse</b>	
<b>I3</b>	Trægulve samt klinke- og flisegulve	64
<b>I5</b>	Blank murværk, vægge med fliser eller pudsede overflader	64

## A1 Kontrol af vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier

Mål afsættes og kontrolleres ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på plan. Se figur A1.1

Mål < 30 m kontrolleres med stålbånd eller totalstation.

Mål > 30 m kontrolleres med totalstation.



**A1.1** Afsætningsplan med fortløbende målsætning og tilhørende tolerancer (illustrationen refererer ikke til et fag eller produkt)



## A2 Kontrol af måltolerancer for monterede elementer

Måltolerancer for elementernes placering kontrolleres ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på plan og opstalt. Se figur A1.1

Mål < 30 m kontrolleres med stålband eller totalstation.  
Mål > 30 m kontrolleres med totalstation.

De følgende figurer A2.1.1, A2.1.2-3, A2.2.2-3, A2.3.2-3 og A2.4.2-3 er eksempler på montageforhold fra *Hvor går grænsen? Elementer af letklinkerbeton*.

### A2.1.1 Eksempel på elementers vandrette placering, højder og lod

Eksempel fra *Hvor går grænsen? Elementer af letklinkerbeton*

Elementhøjde er sat til 2,5 m

Tykkelsestolerance på element: ±5 mm

Højdetolerance på element: ±8 mm

Vinkelskævhed: 2 mm/0,5 m (10 mm ved h = 2,5 m)

Montagetolerance lod: 2 mm/m (5 mm ved h = 2,5 m)

Vandret placeringstolerance: ±10 mm

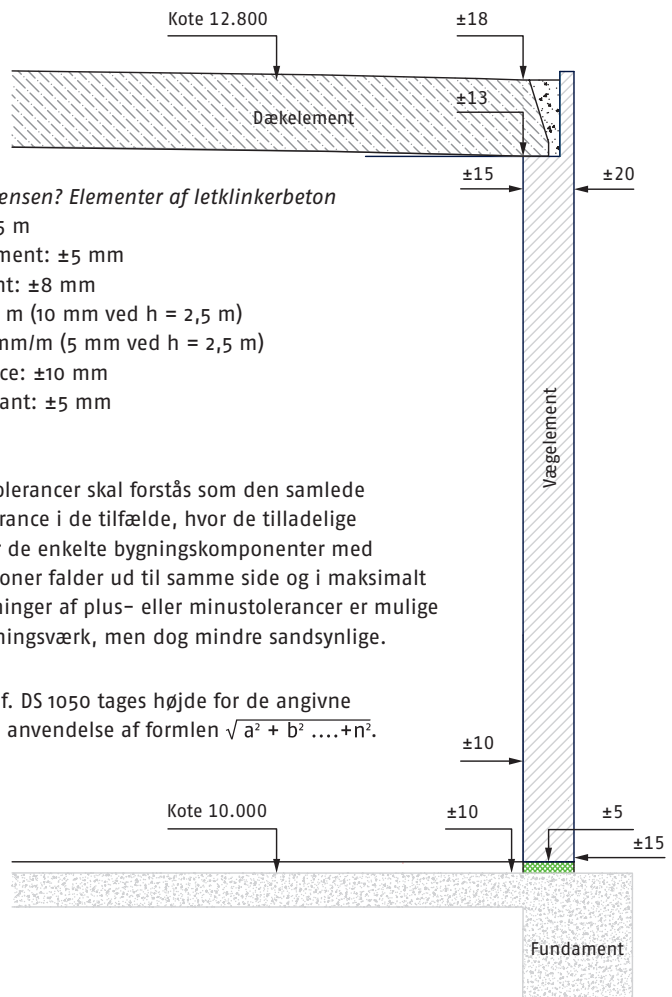
Kotetolerance ved underkant: ±5 mm

#### Bemærkninger

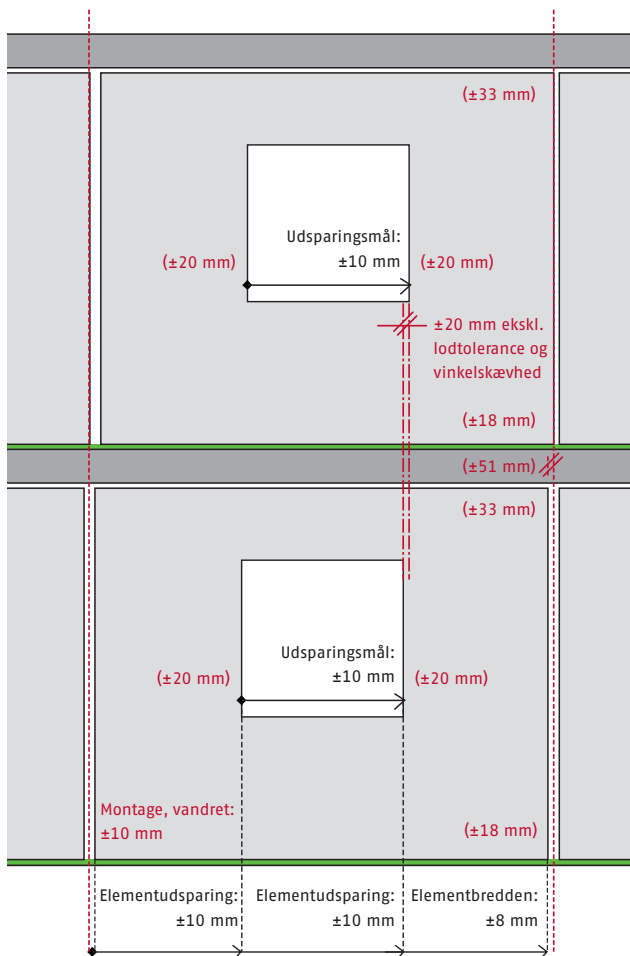
De angivne plus-/minustolerancer skal forstås som den samlede maksimalt tilladelige tolerance i de tilfælde, hvor de tilladelige plus-/minustolerancer for de enkelte bygningskomponenter med tilhørende arbejdsoperationer falder ud til samme side og i maksimalt omfang. Sådanne ophobninger af plus- eller minustolerancer er mulige i enkelte tilfælde i et bygningsværk, men dog mindre sandsynlige.

I projekteringen skal der jf. DS 1050 tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

For at kunne overholde de angivne tolerancer kan tildannelse på byggepladsen være nødvendig.



### A2.2.1 Eksempel på udsparinger i vægge, flugt over hinanden inkl. montageolerancer i vandret plan, men ekskl. lodtolerance



#### Bemærkninger

De angivne plus-/minustolerancer skal forstås som den samlede maksimalt tilladelige tolerance i de tilfælde, hvor de tilladelige plus-/minustolerancer for de enkelte bygningskomponenter med tilhørende arbejdsoperationer falder ud til samme side og i maksimalt omfang. Sådanne ophobninger af plus- eller minustolerancer er mulige i enkelte tilfælde i et bygningsværk, men dog mindre sandsynlige.

I projekteringen skal der jf. DS 1050 tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 \dots + n^2}$ .

For at kunne overholde de angivne tolerancer kan tildannelse på byggepladsen være nødvendig.

Eksempel fra *Hvor går grænsen? Elementer af letklinkerbeton*

Elementhøjde er sat til 2,5 m

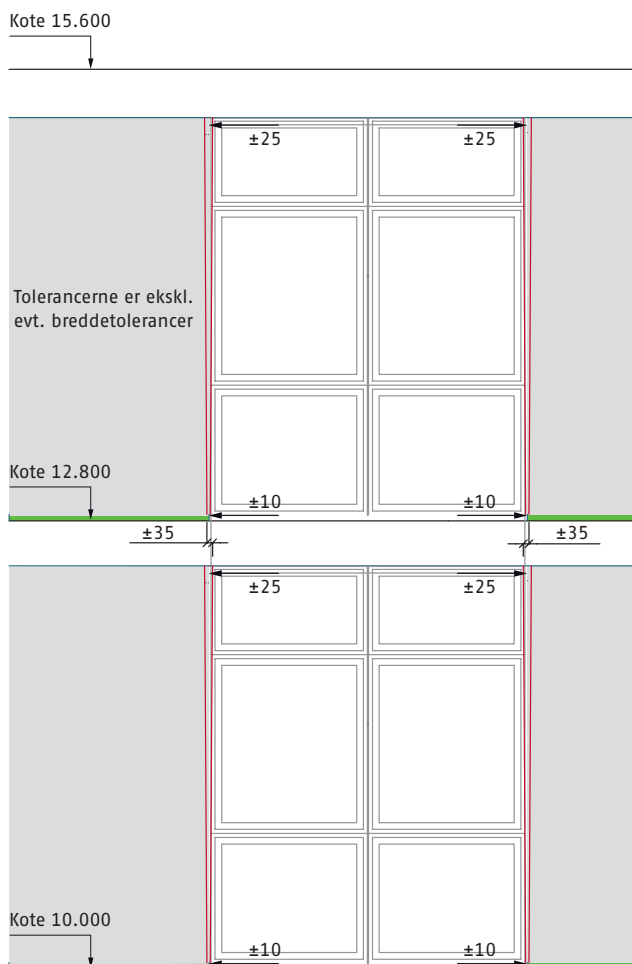
Bredden tolerance på element:  $\pm 8 \text{ mm}$

Vinkelskævhed: 2 mm/0,5 m (10 mm ved  $h = 2,5 \text{ m}$ )

Montagetolerance lod: 2 mm/m (5 mm ved  $h = 2,5 \text{ m}$ )

Vandret placeringstolerance:  $\pm 10 \text{ mm}$

### A2.3.1 Eksempel på lodrette gennemgående facadeåbninger, kantet af elementer, optegnet alene efter montagetolerancer



#### Bemærkninger

De angivne plus-/minustolerancer skal forstås som den samlede maksimalt tilladelige tolerance i de tilfælde, hvor de tilladelige plus-/minustolerancer for de enkelte bygningskomponenter med tilhørende arbejdsoperationer falder ud til samme side og i maksimalt omfang. Sådanne ophobninger af plus- eller minustolerancer er mulige i enkelte tilfælde i et bygningsværk, men dog mindre sandsynlige.

I projekteringen skal der jf. DS 1050 tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

For at kunne overholde de angivne tolerancer kan tildannelse på byggepladsen være nødvendig.

Eksempel fra *Hvor går grænsen? Elementer af letklinkerbeton*

Elementhøjde ca. 2,5 m

Breddetolerance på element: ±8 mm

Vinkelskævhed: 2 mm/0,5 m (10 mm ved h = 2,5 m)

Montagetolerance lod: 2 mm/m (5 mm ved h = 2,5 m)

Vandret placeringstolerance: ±10 mm

### A3 Afsætning af vandrette detailmål internt i rum

Interne mål < 2 m afsættes med målestok, målelægte mv.

### B1 Kontrol af flugt i vandrette linier

#### Enkelte elementer

Vaterpas + evt. retskinne i længder svarende til bygningsdel og kravspecifikation.

#### Hel eller del af en facade

Ved nivellement af enkelte bygningsdele.

### B2 Kontrol af flugt i vandrette linier

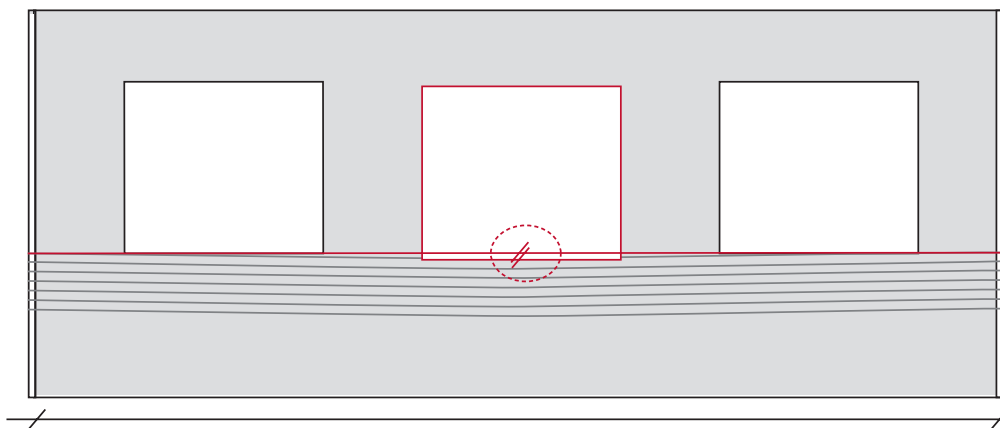
#### < 20 m

Vandret flugt, op/ned, måles med snor.

#### > 20 m

Nivellement

#### B2.1.1 Kontrol af flugt i vandrette linie, se også figur B2.2.1



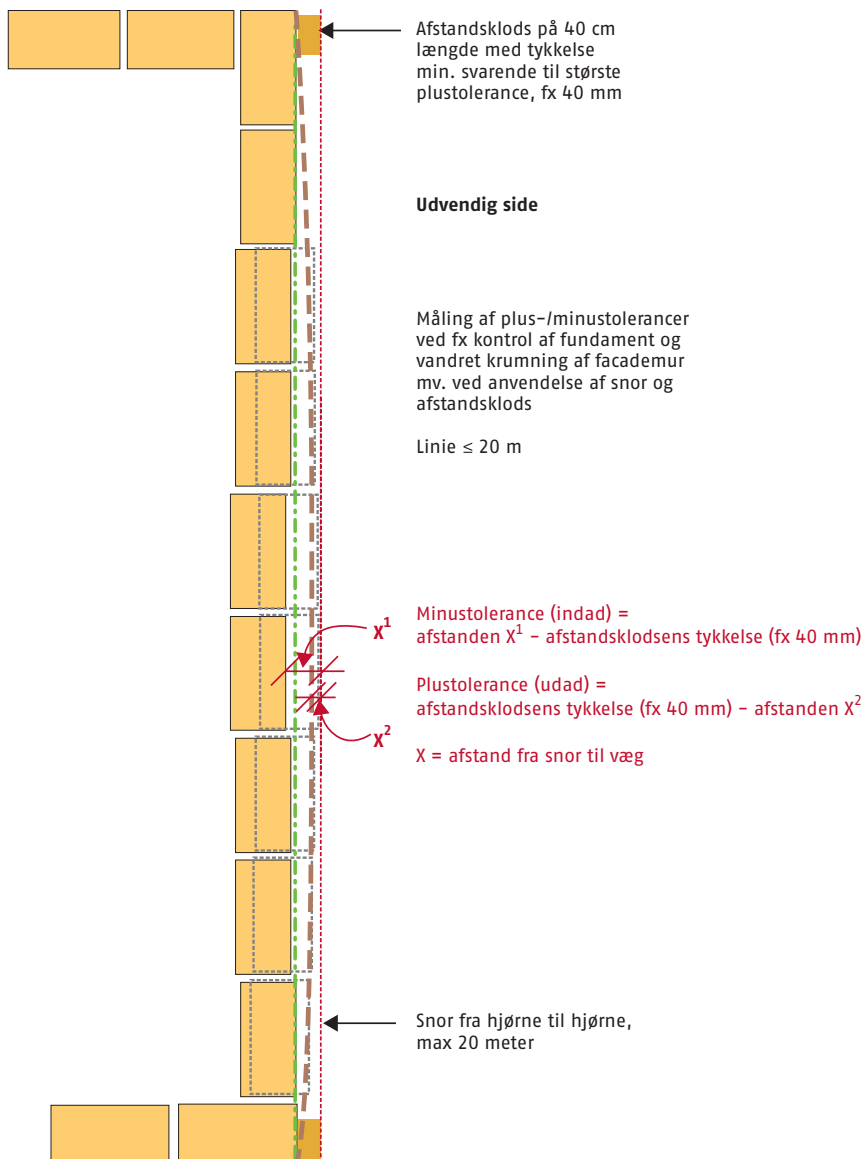
Vandret flugt med snor, max 20 meter  
Ved > 20 m anvendes nivellement

### B2.2.1 Vandret flugt, afvigelser ud- og indadgående

< 20 m: Vandret flugt, ud/ind, kontrolleres med snor.

> 20 m: Totalstation.

Se også figur B2.1.1

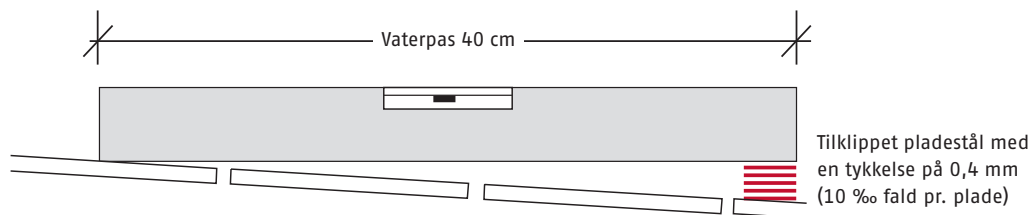


### B3 Kontrol af fald på gulv i brusenicher

#### B3.1 Kontrol af fald på gulv i brusenicher

Kontrol med 40 cm vaterpas med udligningsplader i tykkelse på 0,4 mm.

Kontrol af fald på flisegulv, hvor der er brug for korte vaterpas, specielt i brusenicher

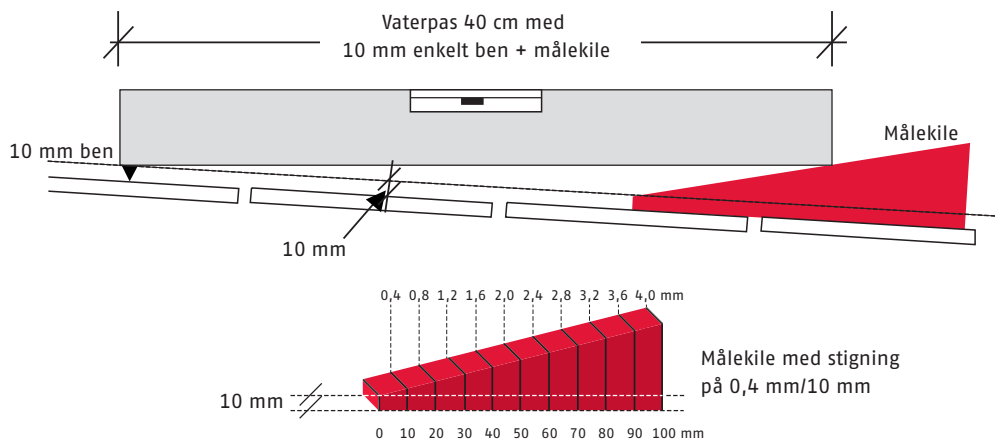


### B4 Kontrol af fald på gulv i brusenicher – målt med fast ben og målekile

#### B4.1 Kontrol af fald på gulv i brusenicher

Kontrol med 40 cm vaterpas med fast 10 mm ben og målekile med fald 0,4 mm/10 mm.

Alternativ: Kontrol af fald på flisegulv, hvor der er brug for korte vaterpas, specielt i brusenicher.



### **B5 Kontrol af vandretthed på gulvflader**

Metode: Retskinne på op til 6 meter efter rumstørrelse samt vaterpas eller nivellement.

### **C1 Kontrol af lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål**

Mål afsættes ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på opstalt. Se figur A2.1.3.

Metode: Nivellement.

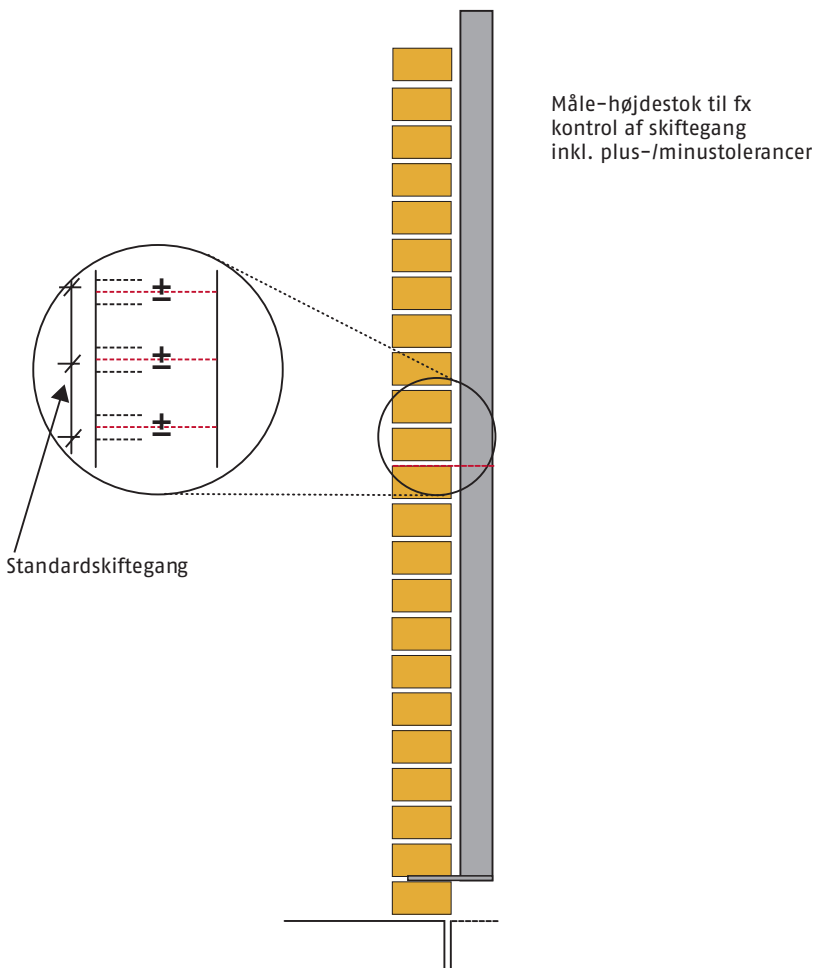
### **C3 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter**

Bygninger  $\leq$  2 etager kontrolleres med stålbandmål eller nivellement.  
Bygninger  $>$  2 etager kontrolleres med nivellement.

### C4 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage

Der kan anvendes en højdestok/målelægte.

#### C4.1 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage





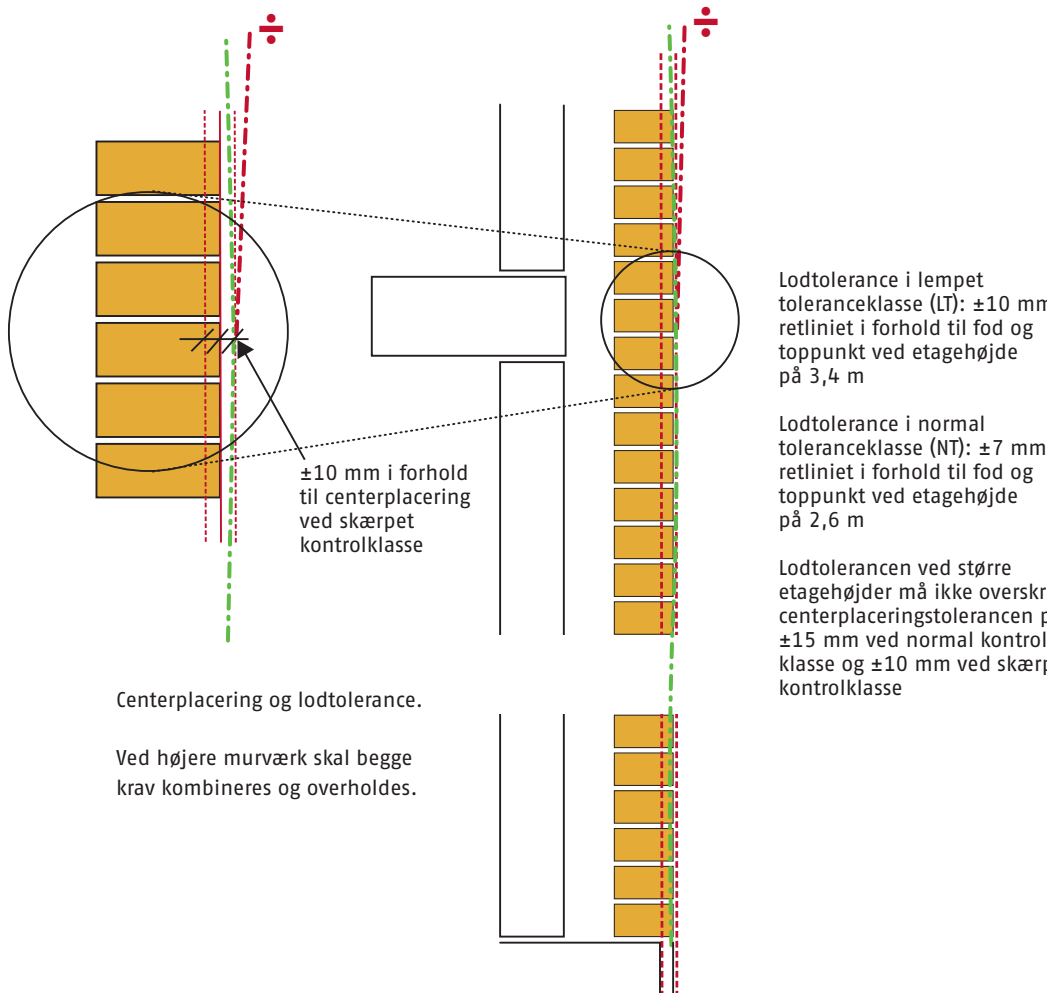
### C5 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. rum

Der kan anvendes målestok ("tommestok") internt for mål < 2 m.

### C6 Kontrol af centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele

Kontrolleres med 2 m lodstok eller teodolit/totalstation.

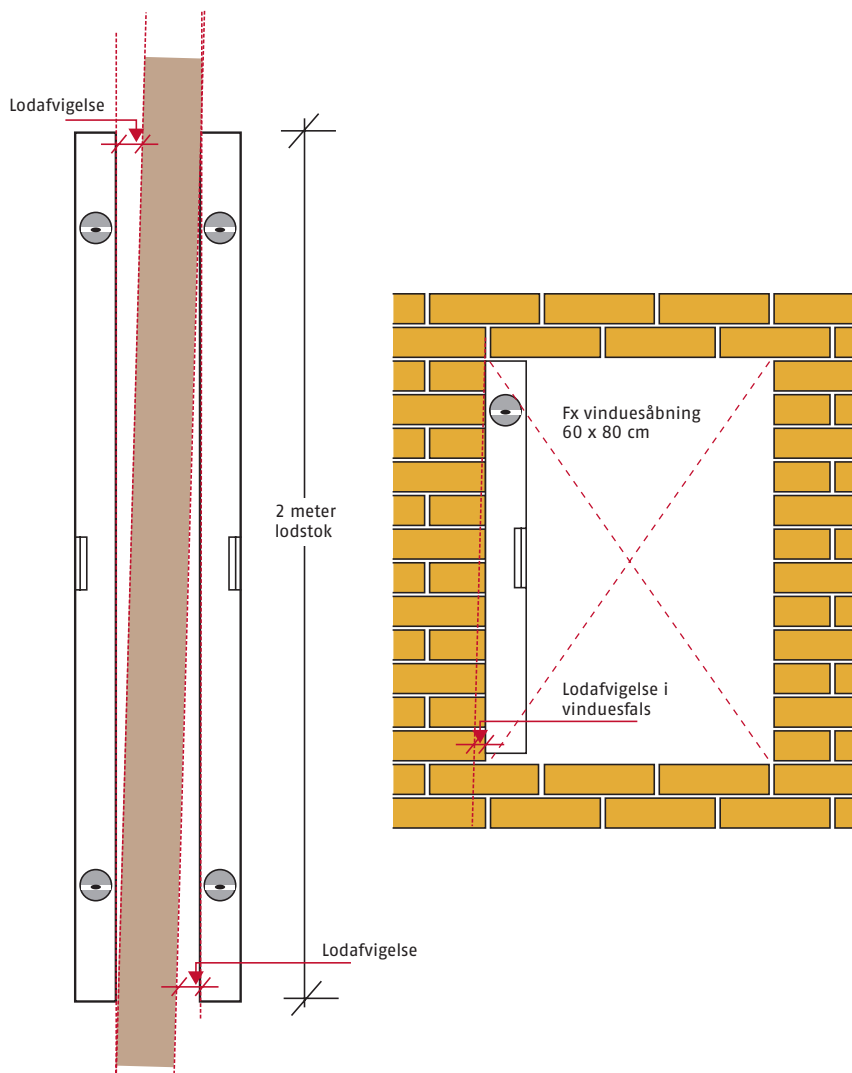
#### C6.1 Centerplacering og lodtolerance for murværk



### E2 Kontrol af tolerancer for montage af elementer < 2 m og < 1 m i lod

Metode: 2 m, 1 m eller mindre lodstok tilpasset emnet.

#### E2.1 Princip for montage af mindre elementer, < 2 m og < 1 m, i lod



### E3 Kontrol af lodretthed

Bygningsdel måles med 1 eller 2 meter lodstok.

#### **Facade**

Bygninger < 2 etager: Måles med lodsnoer (for mur og tøj) eller totalstation.

Bygninger ≥ 2 etager: Måles med totalstation.

### E4 Kontrol af flugt i lodret linie

Bygninger < 2 etager: Måles med lodsnoer.

Bygninger ≥ 2 etager: Måles med teodolit/totalstation.

### F1 Måling med retskinne

Metoden benyttes ved plane sammenhængende flader, fx vægge, dæk og lofter.

**Ved plane flader**, fx vægge, dæk og lofter anvendes retskinner på hhv. 1 og 2 m med 20 mm afstandsholder og målekile af aluminium.

*Ved præcisionsmåling anvendes retskinne og målekile af aluminium.*

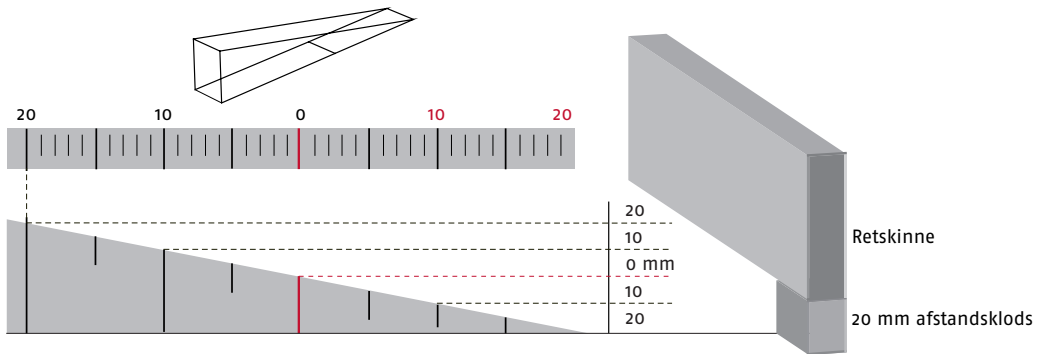
#### **Sådan bruges en retskinne**

Brættet anbringes med benene skønsmæssigt vinkelret på den aktuelle flade.

Med målestokken måles afstanden fra brættets underkant til fladen. Måler man over 20 mm, er afvigelsen fra retskinnen negativ (minus), og størrelsen af afvigelsen svarer til den målte afstand minus 20 mm. Måler man mindre end 20 mm, er afvigelsen positiv (plus) og svarer til 20 mm minus den målte afstand.

*Ved præcisionsmåling anvendes retskinne og målekile af aluminium.*

F1.1 Målekile med tilhørende retskinne af fx aluminium



### Positive og negative afvigelser

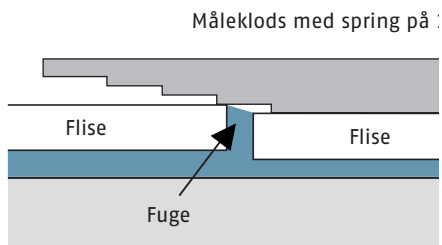
Ved **positiv afvigelse** er afstanden fra centerlinjen **mindre end** det fastlagte teoretiske mål, dvs. mindre end 20 mm.

Ved **negativ afvigelse** er afstanden fra centerlinjen **større end** det fastlagte teoretiske mål, dvs. større end 20 mm.

## F9 Kontrol af spring mellem fliser

F9.1 Kontrol af niveauspring mellem fliser

Mål af niveauspring mellem fliser foretages med måleklods med spring på 1 mm.

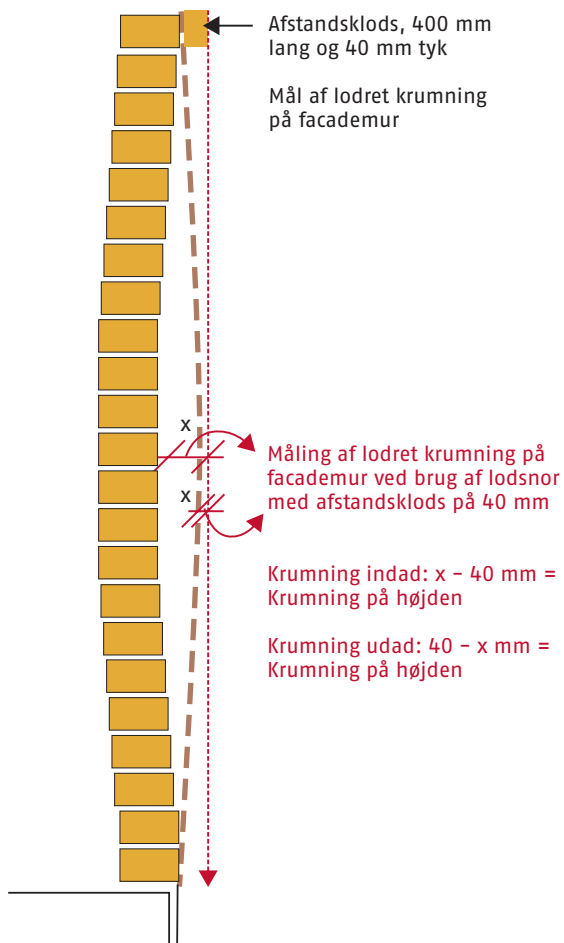


På grund af pladmangel er det ofte ikke mul

### G3 Kontrol af krumning

Måles med snor eller retskinne i længde svarende til bygningsdel.

#### G3.1 Mål af krumning i forhold til lodret på let facade



### H1 Kontrol af vinkelrethed i rum

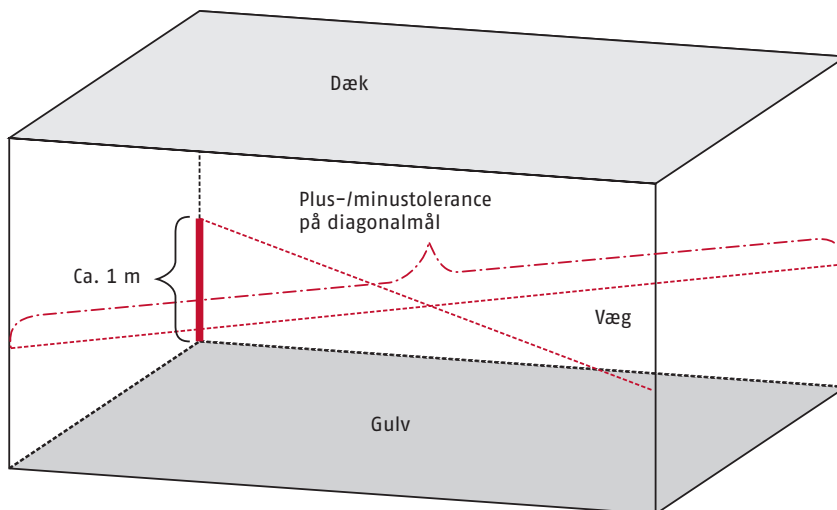
**Rum < 100 m<sup>2</sup>**

Kontrolleres med diagonalmål med stålbandmål. Se figur H1.1.

**Rum > 100 m<sup>2</sup>**

Kontrolleres med diagonalmål med stålband.

#### H1.1 Kontrol af vinkelrethed i rum



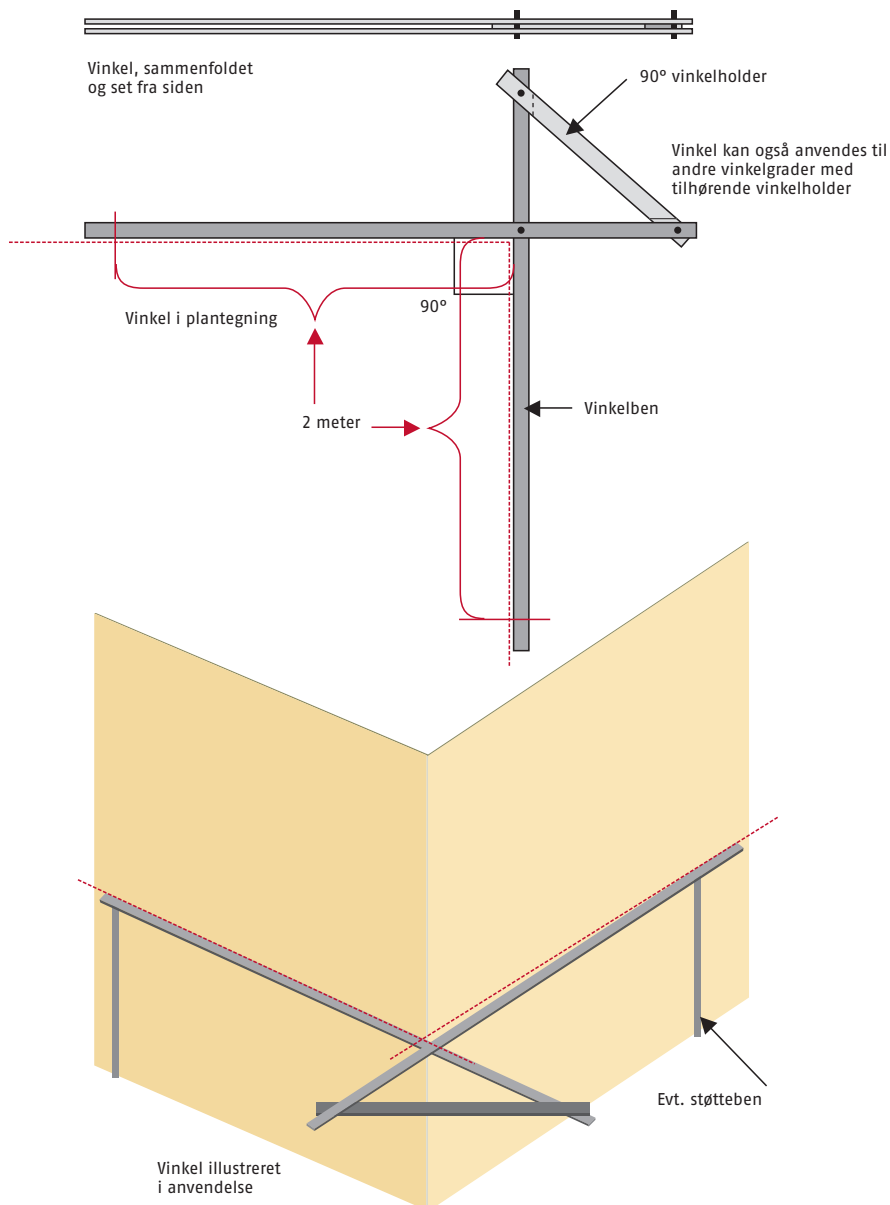
### H2 Kontrol af vinkelrethed på udadgående hjørner > 2 m

Måles med teodolit/totalstation.

### H3 Kontrol af vinkelrethed på udadgående hjørner $\leq 2$ m

Måles med 2 m vinkel eller teodolit/totalstation. Se figur H3.1.

#### H3.1 Kontrol af vinkel på udadgående hjørner $\leq 2$ meter



### **I3 Visuel bedømmelse af trægulve samt klinke- og flisegulve**

Gulvene betragtes i medlys og bedømmes stående i en afstand af ca. 1,6 m over gulvet og i en vinkel på 45 grader.

### **I5 Visuel bedømmelse af murværk, vægge med fliser eller pudsede overflader**

Blankt murværk, vægge med fliser eller pudsede overflader betragtes i medlys og bedømmes stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen.



### Litteraturliste

#### **BYG-ERFA**

Diverse erfaringsblade kan mod betaling downloades på [www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk) eller gratis for medlemmer af Dansk Byggeri på [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk) \*

#### **Byggeskadefonden**

- Byggeskadefonden generelt: [www.bsf.dk](http://www.bsf.dk)
- Bygningsfornyelse: [www.bvb.dk](http://www.bvb.dk)
- Gode tage – din genvej til god tagreovering: [www.godetage.dk](http://www.godetage.dk)

#### **Bygviden**

Portal for søgning på tolerancehåndbøgerne og på bygningsdele, tekniske anvisninger m.m.: [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk)

#### **Dansk Standard**

- DS 414 Norm for murværkskonstruktioner, 2005
- DS 420 Norm for letbetonkonstruktioner, 2006
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner, 2005
- DS 1048 Normalmurværk og modulprojektering
- DS/EN 1520 Præfabrikerede elementer af letklinkerbeton, 2004

Standarderne kan mod betaling downloades på [www.ds.dk](http://www.ds.dk) eller på [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk) \*

#### **Dansk Undertagsklassifikationsordning**

Når undertag skal vælges – klassifikation af undertage: [www.duko.dk](http://www.duko.dk)

#### **Forlaget Tegl/MURO Murerfagets Oplysningsråd**

- Fliser – opsætning og lægning, 2006
- Murerhåndbogen, 2006, september 2005
- Tegl 18 vandskuring, filtsning, sækkeskuring etc., juni 2003
- Tegl 36, november 2005

Kan mod betaling downloades på [www.muro.dk](http://www.muro.dk) eller på [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk) \*

**Statens Bygningsforskningsinstitut**

- SBI-Anvisning 64 Mørtel, muring, pudsning, 1981
- SBI-Anvisning 180 Badeværelser. Eksempler på planlægning, projektering og udførelse af badeværelser i nye og gamle boliger, januar 1998
- SBI-Anvisning 189 Småhuse. Isolering, fugt, brand, ventilation, styrke, juni 1998
- By og Byg Anvisning 200, Vådrum, november 2001

Anvisningerne kan mod betaling downloades på [www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

**Teknologisk Institut (Murværkscentret)**

Murværksdetaljer, 2006: [www.mur-tag.dk](http://www.mur-tag.dk) og [www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)

**Træbranchens Oplysningsråd**

- TOP 51 Lægter, maj 2005
- TOP 52 Træspær 2, august 2005

Kan mod betaling downloades på [www.top.dk](http://www.top.dk)  
eller på [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk) \*

*\* Køb og download af publikationer på [www.bygviden.dk](http://www.bygviden.dk) forudsætter log-in.  
Medlemsvirksomheder af Dansk Byggeri, Foreningen af Rådgivende Ingeniører og  
Danske Arkitektvirksomheder har log-in.*

### Ordforklaringer

#### **Fortløbende målkæde**

Ved afsætning efter fortløbende målkæde forstås, at alle mål afsættes ud fra samme nulpunkt/modullinie i modsætning til afsætning først af ét mål og dernæst afsætning af et andet mål i forlængelse heraf.

#### **Hultolerance**

Den tolerance, som et hul eller en udsparings indvendige mål kan påregnes at ligge indenfor.

#### **Konvolutskæring**

En konvolutskæring er en betegnelse for diagonalskæringer fra rumhjørner til hjørner af afløb i en flise- eller klinkebelægning for at tilvejebringe forskriftsmæssigt fald og klæbning. Konvolutskæring anvendes typisk på mindre gulvflader, såsom brusenicher med stor format på fliser eller klinker.

#### **Lod og vage**

Lod og vage er en forkortelse af ordene "lodret og vandret."

#### **Lunker**

Lunker er en negativ afvigelse i forhold til et plan, dvs. en hulning i forhold til vandret- eller planheden.

#### **Neutralzone**

Ved neutralzone forstås et mellemrum – enten i lodret eller vandret plan – til optagelse af konstruktionsvarianter samt ikke kalkulerbare tolerancer fx fra pilhøjder på dæk m.v. Anvendelse af en neutralzone indgår som en del af projekteringen.

#### **Ordbøger på nettet**

- Aktiviteter for byggeprocessen – 8.2 Ordliste: [www.leanconstruction.dk](http://www.leanconstruction.dk)
- Ordliste for byggeteknik og jura, BvB Byggeskadefonden: [www.bvb.dk](http://www.bvb.dk)
- Illustreret Byggeordbog, med 4.500 relaterede fagudtryk: [www.huset-hovmand.dk](http://www.huset-hovmand.dk)

#### **O.s.**

Oversiden.

#### **RF**

Relativ luftfugtighed.

#### **Udsparring**

En åbning, et hul eller en fordybning i forhold til en given overflade.

#### **U.s.**

Undersiden.

### Bilag 1

#### **Notat om kvalitetssikring**

De gældende regler om kvalitetssikring af byggearbejder findes i bekendtgørelse nr. 169 af den 15. marts 2004. Udgangspunktet for denne bekendtgørelse er den kombinerede ansvars- og kvalitetsreform fra 1986, hvor der blev indført en femårig forældelse af ansvar kombineret med en pligt for byggeriets parter til at kvalitetssikre egne arbejder.

Bekendtgørelsen er gældende for statsligt og statsstøttet byggeri, og hvor den er konkret aftalt mellem parterne. Bekendtgørelsen berører ikke direkte byggeriets ansvarsregler, men manglende kvalitetssikring kan i sig selv indebære en misligholdelse af kontraktforholdet.

Formålet med kvalitetssikring er via en systematisk indsats at reducere omfanget af svigt ved primært at fokusere på kendte problemområder.

Hovedprincipperne i bekendtgørelse er:

- Bygherren skal sikre, at byggeriet opnår den rette byggetekniske kvalitet, således at senere svigt modvirkes. Dette indebærer en pligt til at sætte kvaliteten for det konkrete byggeri
- Rådgiverne og entreprenører skal hver for sig kvalitetssikre egne ydelser
- Hovedvægten i kvalitetssikringen skal lægges på de enkelte områder, som erfaringsmæssigt har størst risiko for svigt, eller hvor konsekvensen af et svigt er særlig stor
- Rådgiverne skal gennemføre en projektgranskning – herunder identificere særligt risikobehæftede bygningsdele og konstruktioner
- Entreprenørerne skal – inden en eventuelt krævet projektgennemgang – udføre en procesgranskning
- Der er metodefrihed med hensyn til udførelse af kvalitetssikring.

Det er en væsentlig forudsætning for at indfri bekendtgørelsens formål, at udbuds-materialet indeholder en kontrolplan (udbudskontrolplanen) med de konkrete og specificerede krav til dokumentation af de kontraktmæssige ydelser. Ud over disse kontraktmæssige forpligtelser vil entreprenøren typisk selv have nogle forhold, som

han ud fra egne erfaringer ønsker at kontrollere. Disse kontroller kan samles i en kvalitetsplan (eller kontrolplan) for det konkrete byggeri og udgør således den samlede kvalitetssikring. Bygherren har imidlertid ikke uden særskilt aftale herom krav på, at entreprenøren udfærdiger en samlet kvalitetsplan.

Kvalitetssikringen er altså en sagsbestemt dokumentation af kontraktmæssige ydelser i et specificeret omfang og et forhold imellem bygherren og entreprenøren.

En del virksomheder har sat deres bestræbelser for at sikre kvaliteten i system, idet de har udarbejdet et kvalitetsstyringssystem for virksomheden. Heri er bl.a. virksomhedens kvalitetspolitik og retningslinier (procedurer) for opfyldelsen heraf nedfældet.

Gennem sådanne interne procedurer/retningslinier kan virksomheden systematisere sin kontrol af, om grundlaget for udførelse af konditionsmæssigt arbejde er til stede samt af kontrol med udførelsen af eget arbejde. Med andre ord sætte fokus på indfaldskrav og udfaldskrav.

For nærmere information om kvalitetssikring kan der henvises til [www.danskyggeri.dk](http://www.danskyggeri.dk) under Erhvervsteknik.

## NOTER

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hvor går grænsen?

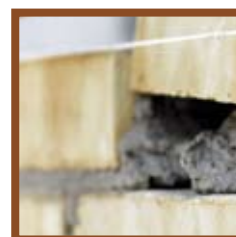
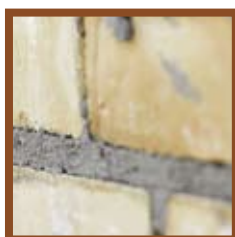
Murerfaget

*Tolerancer for murværk og overflader*

1. udgave, marts 2007

Udgiver: Dansk Byggeri  
Postboks 2125  
1015 København K  
Telefon 72 16 00 00  
Telefax 72 16 00 10  
[www.danskbyggeri.dk](http://www.danskbyggeri.dk)

Layout: Montagebureauet ApS  
Tekstass.: [www.selvskrevet.dk](http://www.selvskrevet.dk)  
Foto: Ricky John Molloy  
Tryk: Kailow Graphic A/S  
Oplag: 3.480  
ISBN: 978-87-92008-04-6



- Hvad er kvalitet?
- Hvordan måler man det?
- Hvem har ansvaret?
- Og hvor går grænserne?

Denne håndbog er en del af Dansk Byggeris tværfaglige toleranceprojekt, som giver klare svar på, hvad god håndværksmæssig udførelse er – i millimeter og grader.