

# Hvor går grænsen?

Måleregler og kontrolmetoder



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?

## Måleregler og kontrolmetoder

1. version / marts 2007

### INDHOLD

<b>1. På vej mod højere kvalitet og produktivitet</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Fagligt forord</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Historik</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Om tolerancer</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Toleranceklasser</b> .....	<b>11</b>
<b>6. Bygherrens afsætning</b> .....	<b>12</b>
<b>7. Generelt om måleregler</b> .....	<b>13</b>
7.1 Afsætningsmål .....	14
7.2 Flademål .....	14
7.3 Visuel bedømmelse .....	14
<b>8. Kontrolmetoder</b> .....	<b>15</b>

### 1. 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 håndværksvirksomheder 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

### 2. Fagligt forord

Denne håndbog er en del af Dansk Byggeris projekt "Hvor går grænsen" om tværfaglige tolerancer i nybyggeriet. Projektet har til formål at forebygge konflikter som følge af forskellig opfattelse af kvalitetsniveauet for et byggearbejde – herunder ved overgang fra en entreprise til den næste.

Håndbogen er endvidere et værktøj for de projekterende arkitekter og ingeniører til at opnå overensstemmelse mellem projektets samlede forventninger (udfaldskrav) og de enkelte bygningsdele med tilhørende arbejdsoperationer.

Denne håndbog, som er udarbejdet i samarbejde mellem Dansk Byggeri og repræsentanter for en bred kreds af udførende og leverandører, er udgivet marts 2007.

#### **Hvad er med**

Bogen indeholder primært en oversigt over samtlige de målemetoder, der findes i de fem fagligt orienterede håndbøger i Dansk Byggeris serie om nybyggeriets måltolerancer: "Hvor går grænsen".

De mange målemetoder er i en matrix inddelt i hovedkategorier fra A til K plus udvalgte metoder fra Malerfagligt Behandlingskatalog (MBK). Samtlige målemetoder er endvidere fordelt på de 5 faglige bøger, hvor de finder anvendelse. Matrixen giver således et overblik over hvilke metoder, der anvendes hvor. Metoderne er de metoder, som fagene er enige om egner sig til at måle de aftalte krav til kvaliteten.

Bogen indeholder endvidere generelle betragtninger om tolerancer, om toleranceklasser, om bygherrens afsætning samt om måleregler.

### **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.



### 3. Historik

Dette er den første udgave af *Hvor går grænsen? Måleregler og kontrolmetoder*, 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



### 4. Om tolerancer

Tolerancer i nybyggeriet er baseret på de normer og standarder, der er fastlagt i takt med den industrielle udvikling af det danske byggeri gennem det 20. århundrede.

Det gælder generelt for de fastsatte tolerancer, at de primært er udarbejdet for at sikre, at den færdige konstruktion lever op til de beregningsmæssige forudsætninger og i mindre grad for at medvirke til en smidig og gnidningsløs byggeproces. Det skyldes måske, at indflydelsen fra entreprenører og håndværksmestre på udformningen af normer og standarder historisk set har været for begrænset.

I Dansk Byggeris håndbøger om tolerancer er der for en række bygningsdele og fag opstillet et fælles grundlag for tværgående tolerancer, således at der for en given bygningsdel skabes klarhed og overensstemmelse mellem udfaldskrav for udførelse af bygningsdelen og indfaldskrav for den entreprenør, der skal arbejde videre på den pågældende bygningsdel. Det er naturligvis en afgørende forudsætning for en konditionsmæssig udførelse af efterfølgende arbejder i byggeprocessen, at indfaldskrav til disse er opfyldt.

Håndbøgerne arbejder med tolerancer i følgende former:

- Udførelses- og montagetolerancer
- materiale og produkttolerancer
- visuelle overflade og afslutningstolerancer

Grundlaget for udarbejdelse af Dansk Byggeris tolerancehåndbøger i serien "Hvor går grænsen" har været normer og standarder fra Dansk Standard suppleret med fagenes egne vurderinger, hvor der enten ikke er fastsat tolerancer, eller hvor disse ikke lever op til normal kvalitet.

Særlige bemærkninger:

a. Forklaring til kvadratrodsformlen:

Tolerancer påvirker byggeprocessen med de fysiske toleranceafvigelser, som den eller de enkelte bygningsdele og byggeprocesser har.

De angivne samlede plus-/minustolerancer skal forstås som den 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 mindre sandsynlige.

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

b. Tolerancer over tid:

Bevægelser på grund af statiske og dynamiske belastninger kan over tid medføre ændringer i plan- og vandretteden. I arbejdsprocessen anvendes de oplysninger og forudsætninger, der er oplyst i projektet.

Ønskes der i forbindelse med fastlæggelse af tolerancer for den enkelte konstruktion eller bygningsdel, at der skal tages særligt hensyn til fx en nedbøjning for en nytelast, forhold vedr. svind og krybning eller for variable dynamiske påvirkninger, skal der i dimensioneringen være taget højde for disse belastninger.

c. Variable tolerancer på grund af fugt:

Træ til råhusets væg- og tagkonstruktioner leveres som almindelig handelsvare med et fugt-indhold på 18 % + 2 %. Det betyder, at træet vil svinde såvel i byggeperioden som ind i brugsperioden.

Svindet i træet kan medføre en ændring af konstruktionens tolerancer, hvilket kan betyde, at en konstruktion udført i overensstemmelse med gældende tolerancer efterfølgende ikke opfylder disse, f.eks. til malerarbejdets indfaldskrav.

d. Asymmetriske +/- tolerancer

I en række tilfælde er der angivet en asymmetrisk tolerance f.eks. +5/-15 mm. Nogle faggrupper har udtrykt bekymring for, at dette vil øge risikoen for fejl i målsætningen. Når det alligevel i enkelte tilfælde er valgt at fastlægge en asymmetrisk tolerance, skyldes det, at en ophobning af plustolerancer kan indebære en stor hindring for en rationel proces for mange fag. Det er væsentligt lettere at klodse op/påfore/øge end det modsatte, hvilket ofte vil kræve en væsentlig mekanisk bearbejdning.

### 5. Toleranceklasser

Det er naturligvis ikke alle projekter eller dele af et projekt, som stiller samme krav til tolerancer. Unødvendigt høje krav til tolerancer vil uomgængeligt fordyre byggeriet unødigt. Det er derfor vigtigt, at der gennem projekteringen arbejdes systematisk med fastsættelse af de for den konkrete konstruktionsdel nødvendige tolerancer.

Dansk Byggeris tolerancehåndbøger opererer med tre toleranceklasser, som benævnes henholdsvis lempet, normal og skærpet toleranceklasse. Det er vigtigt i projekteringen, at vælge de rette tolerancer. Ved det rette valg af tolerancer er der mulighed for at billiggøre byggeriet. Krav om skærpede tolerancer vil alt andet lige indebære en merpris og bør derfor 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 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.

### 6. Bygherrens afsætning

I følge AB 92, § 9, stk. 2 påhviler det bygherren at foretage afsætning af byggeriets bestemmende hovedlinier og koter. Dette sker sædvanligvis ved en landinspektør antaget af bygherren. Landinspektøren udarbejder i forbindelse hermed en afsætningsplan, som udleveres til entreprenøren, som foretager al videre afsætning ud fra denne.

Der findes ikke standarder eller toleranceregler for landinspektørarbejder. Ydelsen må specificeres konkret i aftalen mellem bygherren og landinspektøren. Resultatet af denne skal fremgå af udbudsmaterialet, således at det er specificeret over for entreprenøren hvilke udfaldskrav, der foreligger for landinspektørarbejdet. Det er vigtigt af hensyn til det videre arbejde på byggepladsen, at der foreligger fyldestgørende oplysninger for afsætningen og tolerancer for denne.

Det er Dansk Byggeris opfattelse, at der er behov for i samarbejde med Landinspektørforeningen at udarbejde en vejledende beskrivelse for afsætning af bygninger.

I DS/ISO 4463, pkt. 4.1 bestemmes:

”Primærpunkt (planfikspunkt): Punkt som er fastlagt ved måling. Primærpunkter knyttes til et nationalt, kommunalt eller andet vedtaget referencesystem og udgør reference for afsætning af sekundærpunkter. Punkterne skal være udjævnet lokalt.”

Det er Dansk Byggeris opfattelse, at de anførte fejlgrænser i DS/ISO 4463 er for store set i forhold til moderne afsætningsmetoder og instrumenter og i forhold til kravene til udførelse af byggerier. Dansk Byggeri forventer følgende krav til hovedafsætningen opfyldt:

”Efter en netudjævning, som skal holdes fri af eventuelle spændinger i det overordnede referencenet, skal standardafvigelse (middelfejl) på de enkelte primærpunkter være bedre end  $\pm 3$  mm i planplacering (YX) og  $\pm 2$  mm i højden (Z).

Hvis afstanden mellem primærpunktet og byggeriets centrum overstiger 200 m lempes kravene med 1 mm for hver 100 m afstanden overstiger 200 m til centrum. Fx vil kravene til et punkt, der ligger 500 m fra centrum, blive henholdsvis  $\pm 6$  mm/  $\pm 5$  mm.

Standardafvigelser på alle primærpunkterne skal dokumenteres med udskrift af netudjævningsberegningen”.

### 7. Generelt om måleregler

Måleregler opdeles i to områder:

- Afsætningsmål, herunder længde, højde, vinkelrethed samt i 3D (se 7.1)
- Flademål, herunder jævnhed og vandrethed (se 7.2)

Fastlæggelse af afgrænsninger:

- Alle opstillede mål og tolerancer forholder sig alene til byggeriet inden for byggefeltet iht. afsat fikspunkt og ikke i forhold til eksterne forhold, fx dansk normal kote.

Fastlæggelse af definitioner:

- Ved kote forstås højdeplacering i bygning med tilhørende tolerancer
- Ved planhed forstås bygningsdelens overside/overflade/afslutning med tilhørende tolerancer. Dette gælder både ved lodrette og vandrette flader
- Ved centerlinie forstås den linie, som den angivne tolerance forholder sig til. Ved plustolerancer forøges målet i forhold til det fastlagte teoretiske mål fra centerlinien og ved minustolerancer formindskes målet i forhold til det fastlagte teoretiske mål fra centerlinien.

Særlige bemærkninger:

a. Kontrolmetoder:

Der er metodefrihed for den enkelte udførende/producerende virksomhed mht. anvendelse af måle- og kontrolmetoder ved fremstilling af byggekomponenter/elementer og byggepladstilvirkede ydelser.

De anførte måle- og kontrolmetoder i de enkelte tværfaglige tolerancehåndbøger anvendes, hvor der er tvivl mellem parterne om en tolerance er overholdt, med mindre der er enighed om anvendelse af en anden metode.

b. Mål i decimaler, op- og nedrunding:

Tolerancer måles inden for byggeriet i enheder ned til 1 millimeter, med mindre andet er aftalt i det aktuelle byggeri.

For tolerancer > 1 millimeter er det den konkrete måling, der tæller med en nøjagtighed ned til 1 millimeter.

Ved målinger, hvor der måles enheder < 1 mm, anvendes den almindelige afrundingsregel forstået således, at intervallet > 0,5 mm og < 1,5 mm hhv. op- eller nedrundes til nærmeste hele millimeter.

Enkelte steder i byggeriet gælder op- eller nedrundingsreglen ikke fuldt ud. Hvor det er tilfældet, må der defineres et acceptområde i projektet.

*Et eksempel:*

*Et badeværelsesgulv kan uden for vådzone udføres vandret – men må **ikke** have bagfald. Kravet til vandretthed er her  $\geq 0$  mm, hvilket medfører at der ikke kan ske en oprunding fra  $-0,5$  mm til nærmeste "hele" millimeter =  $0$  mm.*

## 7.1 Afsætningsmål

Det gælder generelt for alle fag at ved afsætningsmål forudsættes det, at der ved afsætning/udførelse anvendes fortløbende målekæde, vandret og lodret på bygnings hoved- og delmål.

Der henvises til afsnit 8, hvor der er opstillet de kontrolmetoder for afsætningsmål, som fagene er enige om at anvende.

## 7.2 Flademål

Der er i afsnit 8, fastlagt generelle måleregler for flademål for en række fag og konstruktionselementer. De overensstemmende målemetoder betyder, at fagene har en ensartet vurdering af grænsefladerne – dvs. af indfalds- og udfaldskrav.

## 7.3 Visuel bedømmelse af en overflade

I afsnit 8, pkt. I er der anført metoder til bedømmelse af overflader for forskellige bygningsdele.

I de enkelte håndbøger fastlægges udfaldskriterierne for bedømmelse af overflader, herunder af, hvad der er det acceptable niveau i hhv. lempet, normal og skærpet toleranceklasse for den rå overflade samt den færdige overflade, og hvordan det beskrives.

Af metoden fremgår alene, hvordan registreringen skal foregå, herunder:

- Hvordan registreres/måles fx huller/grater/revner og andre ujævnheder.
- I hvilken afstand, belysning og synsvinkel skal overfladen ved en visuel bedømmelse betragtes.

## 8. Kontrolmetoder

Kontrolmetoderne er opstillet i afsnit fra A til K plus MBK-metoderne og efter de emner/områder, som de behandler. Der er specificeret i alt 59 kontrolmetoder – og flere af disse har tilknyttede tegninger:

<b>A</b>	Vandrette afsætningsmål
<b>B</b>	Vandrethed
<b>C</b>	Lodrette afsætningsmål
<b>D</b>	Elementer
<b>E</b>	Lodtolerancer
<b>F</b>	Planhed og planhedsafvigelser
<b>G</b>	Rethed
<b>H</b>	Vinkelrethed
<b>I</b>	Visuel bedømmelse
<b>K</b>	Fugt
<b>MBK</b>	kontrolmetoder

Det er endvidere angivet, hvilken håndbog eller hvilke håndbøger de enkelte metoder er gældende i.

I serien "Hvor går grænsen?" er der udarbejdet følgende bøger:

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

Kontrolmetodens tilhørsforholdet til den enkelte håndbog er markeret med et X.

Er der tilknyttet en tegning til kontrolmetoden, vil det være markeret med det aktuelle tegningsnummer.

A. Vandrette afsætningsmål							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>A1</b>	Vandrette mål i forhold til afsætningsmål	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	X A1.1	X A1.1	X A1.1	X A1.1	
<b>A2</b>	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 stålbånd eller totalstation.  Mål > 30 m kontrolleres med totalstation	X A2.1.1 A2.2.1 A2.3.1 A2.4.1	X A2.1.2 a til c A2.2.2 A2.3.2 A2.4.2	A2.1.1 til 3 A2.2.1 til 3 A2.3.1 til 3 A2.4.1 til 3	X A2.1.3 A2.2.3 A2.3.3 A2.4.3	
<b>A3</b>	Afsætning af vandrette detailmål internt i rum	Målestok, målelægte mv. interne mål < 2 m			X		



B. Vandretthed							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>B1</b>	Vandrethed	<p>Enkelte elementer:</p> <p>Vaterpas + evt. retskinne i længder svarende til bygningsdel og kravspecifikation.</p> <p>Hel facade eller del af en facade: Ved nivellement af enkelte bygningsdele</p>	X	X	X	X	
<b>B2</b>	Flugt, i vandrette linier	<p>≤ 20 m: Vandret flugt, op/ned, kontrolleres med snor.</p> <p>&gt; 20 m: Nivellement</p>		X B2.1 B2.2.1	X B2.1 B2.2.1	X B2.1 B2.2.2	
<b>B3</b>	Fald på gulv i brusenicher	Kontrol med 40 cm vaterpas med udlig-ningsplader i tykkelse på 0,4 mm			X B3.1		
<b>B4</b>	Fald på gulv i brusenicher med fast ben og målekile	Kontrol med 40 cm vaterpas med fast 10 mm ben og målekile med fald 0,4 mm/10 mm			X B4.1		
<b>B5</b>	Vandrethed på gulvflader	Retskinne på op til 6 meter efter rumstørrelse samt vaterpas eller nivellement			X	X	

C. Lodret afsætningsmål							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>C1</b>	Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål	Mål afsættes ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på opstalt	X A2.1.1	X A2.1.2a til c	X A2.1.1	X A2.1.3	
<b>C2</b>	Tolerancer for monterede elementer i højden	Elementer afsættes til underside, hvis andet ikke er anført.  Metode: Nivellement	X A2.1.1	X A2.1.2a til c		X A2.1.3	
<b>C3</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter	Bygninger ≤ 2 etager: Stålmålebånd eller nivellement. Bygninger > 2 etager: Nivellement		X	X	X	
<b>C4</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage	Der kan anvendes en højdestok/målelægte			X C4.1	X C4.2	
<b>C5</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. rum	Der kan anvendes en målestok, (tom-mestok), internt for mål < 2 m			X	X	
<b>C6</b>	Centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele	Kontrolleres med 2 m lodstok eller teodolit/totalstation			X C6.1	X C6.2	

D. Elementer							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>D1</b>	Måltolerancer for det enkelte støbte/producerede elementer	Måltolerancer kontrolleres ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på elementet. Fremgangsmåden er generel for alle elementtyper	X D1.1	X D1.2		X D1.3	
<b>D2</b>	Vinkelrethed på enkelte producerede elementer	Kontrol af vinkelmål foretages i overensstemmelse med tegning	X D2.1	X D2.1 D2.2			
<b>D3</b>	Vinkelrethed på det enkelte producerede lette træelement	Vinkelmål foretages med diagonal mål samt stålvinkel på kant				X D3.1	
<b>D4</b>	Afrunding og afskalling	Måles med stålvinkel i henhold til projektspecifikation	X	X			
<b>D5</b>	Elementaffasning	Måles med målestok i henhold til projektspecifikation	X	X			

E. Lodtolerancer							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>E1</b>	Tolerancer for montage af elementer i lod	Måles med 1 m eller 2 m lodstok	X A2.1.1 A2.2.1 A2.3.1	X A2.1.2 A2.2.2 A2.3.2 a til c		X A2.1.3 A2.2.3 A2.3.3 E1.3	
<b>E2</b>	Tolerancer for montage af elementer, hhv. < 2 m og < 1 m i lod	Måles med 2 m, 1 m eller mindre lodstok tilpasset emnet			X E.2.1	X E.2.1	
<b>E3</b>	Lodrethed	Bygningsdel måles med 1 eller 2 m lodstok. Facader: Bygninger < 2 etager: Måles med lodsno (for mur og tøj) eller totalstation. Bygninger ≥ 2 etager: Måles med totalstation	X	X	X	X	
<b>E4</b>	Flugt i lodret linie	Bygninger < 2 etager: Måles med lodsno. Bygninger ≥ 2 etager: Måles med teodolit/totalstation.		X	X	X	

F. Planhed og planhedsafvigelser							
Målemetode	Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snekker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler	
<b>F1</b>	Plane sammenhængende flader, fx vægge, dæk og lofter	Plane sammenhængende flader: Måles med retskinne på hhv. 1 og 2 m med 20 mm afstandsholder og målekile – alt efter materiale	Se F1.1a og F1.2	X F1.1b	X F1.1a	X F1.1a	X F1.1a
<b>F2</b>	Planhed generelt ved beton og letklinkerbetonelementer	Målemetode nr. 5.1 og 5.2 jf. bips 24A Betonoverflader: Måles med retskinne på 1 m med 20 mm afstandsholder og målestok/målekile	X F2.1a til F2.2a	X F2.1b			X F2.1a til F2.2a F2.1b
<b>F3</b>	Lokal planhedsafvigelse ved beton og letklinkerbetonelementer	Målemetode nr. 5.1 og 5.2 jf. bips 24A Betonoverflader: Måles med retskinne på 1 m med 20 mm afstandsholder og målestok/målekile	X F3.1a F3.2a	X F3.1b og F3.2b			X F3.1a F3.2a F3.1b F3.2b
<b>F4</b>	Planhedsafvigelse ved samlinger (væg) ved beton og letklinkerbetonelementer	Måles med retskinne på 1 m med 20 mm afstandsholder og målestok/målekile	X F4.1a til F4.3a	X F4.1b til F4.3b			X F4.1a til F4.3a F4.1b til F4.3b
<b>F5</b>	Planhedsafvigelse ved samlinger (dæk) ved beton og letklinkerbetonelementer	Måles med retskinne på 1 m med 20 mm afstandsholder og målestok/målekile	X F5.1a	X F5.1b			X F5.1a F5.1b
<b>F6</b>	Højdemåling og dybdemåling på små toppe, grater og porer med måleur ved beton og letklinkerbetonelementer	Målemetode nr. 6 jf. bips A24 Betonoverflader: Stedvise afvigelser måles ved hjælp af mikrometer-måleur med to faste og et bevægeligt ben. Måleområde ca. ±10 mm	X F6.1	X F6.1			X F6.1

fortsættes

F. Planhed og planhedsafvigelse (fortsat)							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alfacader	Maler
<b>F7</b>	Planhed på flader med mellemrum, fx ved spær, lægter, gulvstrøer mv.	Spær: Planhed, målt med 3 m retskinne på oversiden af spær over min. 2 spærmellemrum med c/c 1 m. Se figur F7.1  Strøer: Planhed, målt med 2 m retskinne på oversiden af gulvstrøer over min. 2 mellemrum. Se figur F7.1.  Lægter: Planhed, målt med 2 m retskinne på oversiden af lægter, vandret over 2 spærmellemrum med c/c 1 m. Se figur F7.2				X F7.1 og F7.2	
<b>F8</b>	Planhed mv. ved gulve jf. G50-metode	2 m retskinne med afstandsholder og målekile.  0,25 m retskinne med afstandsholder og målekile				X F8.1 til F8.4	
<b>F9</b>	Niveauspring mellem fliser	Mål af niveauspring mellem fliser foretages med måleklods med spring på 1 mm			X F 9.1		
<b>F10</b>	Kontrol af porehuller	Kontrol af porehuller med skydelære	X	X			X

G. Rethed							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>G1</b>	Rethed	Mål < 6 m: Retskinne + målekile, i længder svarende til kravspecifikation. Mål < 20 m Snor + mål, udspændt. Se i øvrigt figur D2.1 og D2.2. Mål > 20 m: Nivellement		X B2.1 B2.2.1 G1.1		X B2.1 B2.2.2 G1.1	
<b>G2</b>	Nedbøjning	Længde < 6 m: Retskinne + målekile, i længder svarende til kravspecifikation. Længde < 20 m: Snor + mål, udspændt Længde > 20 m: Nivellement		X G1.1		X G1.1	
<b>G3</b>	Krumning	Måles med snor eller retskinne i længde svarende til bygningsdel			X G3.1	X E1.3 G3.2	

H. Vinkelrethed							
Målemetode	Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler	
H1	Vinkelret i rum	Rum < 100 m <sup>2</sup> : Ved diagonal mål med stålmålebånd. Se figur H1.1. Rum > 100 m <sup>2</sup> : Målemetode aftales			X H1.1	X H1.1	
H2	Vinkelret-hed på udad-gående hjørner	Måles med teodolit/totalstation			X	X	
H3	Vinkelret-hed på udad-gående hjørner < 2 m	Måles med 2 m vinkel eller teodolit/totalstation			X H3.1	X H3.1	



I. Visuel bedømmelse						
Målemetode	Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>I1</b>	<p>Visuel bedømmelse af overflader på elementer af letklinkerbeton og beton</p> <p>Ved en visuel bedømmelse betragtes overfladerne fra ca. tre meters afstand i medlys og i normal belysning. Overflader bedømmes i første omgang visuelt med hensyn til:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planhed</li> <li>• Lokal planhedsafvigelse</li> <li>• Spring</li> <li>• Porestørrelse og antal</li> <li>• Afsmitning.</li> </ul> <p>I tilfælde af tvivl om, hvorvidt kravene er overholdt, anvendes en af kontrolmetoderne fra dette kapitel.</p> <p>Bemærk, at der generelt må forudses struktureforskelle på overflader støbt henholdsvis mod forbund, mod sideform eller som opside</p>	X				X

fortsættes

I. Visuel bedømmelse (fortsat)						
Målemetode	Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
12	<p>Visuel bedømmelse</p>	<p>Målemetode nr. 1 jf. bips A24 Betonoverflader.</p> <p>Generelt ved kontrol af betonoverflader, såvel som ved fremstilling af leverance.</p> <p>Visuel bedømmelse omfatter vurdering af:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planhed</li> <li>• Lokal planhedsafvigelse</li> <li>• Spring</li> <li>• Porestørrelse og antal</li> <li>• Afsmitning.</li> </ul> <p>For de enkelte bygningsdele/flader benyttes følgende fremgangsmåde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gulve</b> betragtes i medlys i en øjenhøjde på ca. 170 cm over fladen og i en vinkel på 45 grader. Bedømmelse sker i dagslys.</li> <li>• <b>Lofter</b> betragtes i medlys i en øjenafstand til loftet på ca. 150 cm og i en vinkel på 45 grader. Bedømmelse sker i dagslys.</li> <li>• <b>Vægge</b> betragtes i medlys i en øjenafstand fra væggen på ca. 150 cm og i en vinkel på 45 grader. Bedømmelse sker i dagslys.</li> </ul> <p>I tilfælde af tvivl om overholdelse af krav anvendes kontrolmetode 2–6 i bips A24.</p> <p>Betonoverflader for en nærmere analyse, alt efter hvilke krav, der rejses tvivl om.</p> <p>Der må generelt forudses struktureforskelle på overfladerne og farveforskel såvel elementer imellem som inden for den enkelte flade/det enkelte element.</p> <p>Overflader støbt mod glat form kan udvise krakeleringer og kalkudblomstringer i et vist omfang</p>		X		X

fortsættes

I. Visuel bedømmelse (fortsat)						
Målemetode	Beskrivelse af måle- metode	Elemen- ter af letklin- kerbeton	Beton – in situ, elemen- ter og montage	Murer	Tømrer / Træele- menter / Snedker / Gulv / Glas-alu- facader	Maler
13	Visuel bedømmelse af trægulve samt klinke- og flisegulve	Udfaldskrav til træ-, klinke- og flisegulve, der skal bedømmes visuelt, betragtes i medlys og i en øjenhøjde på ca. 1,6 m over gulvet og i en vinkel på 45 grader			X	X
14	Visuel bedømmelse af vægge med pladebeklædning af gips, krydsfiner eller lignende samt profilbeklædning af træ	Udfaldskrav til vægge med plade- eller profilbeklædning, der skal bedømmes visuelt, betragtes i medlys og stående i en afstand af ca. 1,6 m fra væggen			X	X
15	Visuel bedømmelse af blankt 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			X	X (MBK A5)

J. Afsmitning						
Målemetode	Beskrivelse af måle-metode	Elemen-ter af letklin-kerbeton	Beton – in situ, elemen-ter og montage	Murer	Tømrer / Træele-menter / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
J1	Afsmitning	<p>For at bedømme graden af afsmitning benyttes metode SIS 184197. Elementets overflade skal være tør, før der kan foretages en prøve. Hjælpemidler: Rent, sort, blødt bom- uldsstof.</p> <p>Sådan gør man:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fjern støv med støvkost eller støvsuger</li> <li>• Fold stoffet, læg det omkring en finger, og før det én gang hen over den aktuelle flade med et jævnt let tryk i en bane på ca. 25 cm. <p>Sådan bedømmes graden af afsmitning:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Væsentlig afsmitning = tydelig hvid-/gråfarv-ning af stoffet.</li> <li>2) Uvæsentlig afsmitning = svag gråtoning af stoffet, som ikke øges afgørende, hvis man gnider kluden mod den prøvede flade et par gange til.</li> <li>3) Ingen afsmitning: Hvis ikke andet er angivet i entreprisebeskri- velsen, er normen, at "Væsentlig afsmitning må ikke forekomme."</li> </ol> </li></ul>	X	X		X (MBK A5)

K. Fugt							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>K1</b>	Fugtindhold i letklinkerbeton og beton	Veje/tørre-, fugtindikator og RF-metoden. Veje/tørremetoden er referancemetoden (Se Beton- eller letklinkerbeton håndbøgerne)	X	X			X
<b>K2</b>	Fugt i træ	Veje-tørre metoden samt elektroniske indstiksmålere (Se Tømrer / Træelement / Snedker / Gulv / Glas-alu håndbogen)				X	X (MBK F4)

MBK-kontrolmetoder							
Målemetode		Beskrivelse af målemetode	Elementer af letklinkerbeton	Beton – in situ, elementer og montage	Murer	Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alu-facader	Maler
<b>MBK A 2</b>	Malingsfilm – tæthed ved blækprøve	Hvor går grænsen? Maler side 79					X
<b>MBK A 3</b>	Glanstrin	Hvor går grænsen? Maler side 80					X
<b>MBK E 8</b>	Overfladehårdhed	Hvor går grænsen? Maler side 81					X
<b>MBK F 1</b>	Fugtniveau	Hvor går grænsen? Maler side 82					X
<b>MBK F 5</b>	Fugtighed i betongulve	Hvor går grænsen? Maler side 82					X
<b>MBK K 1</b>	Registrering af klimaforhold	Hvor går grænsen? Maler side 83					X
<b>MBK L 2</b>	Beregnet lagtykkelse	Hvor går grænsen? Maler side 84					X
<b>MBK L 4</b>	Tør lagtykkelse – måling med bor og målemikroskop	Hvor går grænsen? Maler side 85					X
<b>MBK V 1</b>	Vedhæftning ved tapeprøve	Hvor går grænsen? Maler side 86					X
<b>MBK V 2</b>	Vedhæftning ved krydssnitprøve	Hvor går grænsen? Maler side 88					X
<b>MBK V 3</b>	Vedhæftning ved gittersnitprøve	Hvor går grænsen? Maler side 89					X
<b>MBK V 8</b>	Vedhæftning ved møntprøve	Hvor går grænsen? Maler side 90					X

## Hvor går grænsen?

Måleregler og kontrolmetoder

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  
og foto: Montagebureauet ApS



- 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.