

# Hvor går grænsen?

Beton – in situ, elementer og montage

Tolerancer 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?

## Beton – in situ, elementer og montage

Tolerancer og kontrolmetoder

1. version / marts 2007



På vej mod højere kvalitet og produktivitet .....	6
Fagligt forord .....	8
Forudsætninger .....	10
Historik .....	12

## TOLERANCER

<b>1 Beton støbt in situ .....</b>	<b>13</b>
1.1 Fundamenter inkl. fundamentsblokke .....	13
1.2 Indstøbninger i fundamenter .....	15
1.3 Dæk .....	16
1.4 Overbeton/cementbaseret afretningslag på dæk .....	18
1.5 Vægge .....	20
<b>2. Betonelementer .....</b>	<b>22</b>
2.1 Facader og vægge med slap armering .....	24
2.2 Forspændte huldæk .....	24
2.3 Søjler og bjælker med slap armering .....	25
2.4 Søjler og bjælker med forspændt armering .....	26
2.5 Store pladeelementer med forspændt eller slap armering .....	27
2.6 Indstøbningsdele og udsparinger .....	27
<b>3. Montage af betonelementer .....</b>	<b>30</b>
3.1 Fundamentelementer .....	31
3.2 Dæk og store pladeelementer .....	31
3.3 Facader og vægge .....	33
3.4 Søjler .....	35
3.5 Bjælker .....	36
<b>4. Øvrige forhold .....</b>	<b>37</b>
4.1 Fugtforhold .....	37
4.2 Overflader .....	38
4.3 Forarbejder ved malebehandling .....	38

## KONTROLMETODER

Oversigt .....	39
<b>A Vandrette afsætningsmål</b>	
A1: Vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier .....	40
A2: Måltolerancer for monterede elementer .....	41
<b>B Vandrethed</b>	
B1: Vandrethed .....	47
B2: Flugt i vandrette linier .....	47
<b>C Lodrette afsætningsmål</b>	
C1: Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål .....	49
C2: Måltolerancer for monterede elementer .....	49
C3: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter .....	49
<b>D Elementer</b>	
D1: Måltolerancer for det enkelte element .....	49
D2: Vinkelrethed på det enkelte element .....	50
D4: Afrunding og afskalning .....	51
D5: Elementaffasning .....	51
<b>E Lodtolerancer</b>	
E1: Tolerance for montage af elementer i lod .....	51
E3: Lodrethed .....	51
E4: Flugt i lodret linie .....	51
<b>F Planhed og planhedsafvigelser</b>	
F1: Måling med retskinne .....	52
F2: Planhed generelt ved elementer (bips A24) .....	54
F3: Lokal planhedsafvigelse (bips A24) .....	55
F4: Planhedsafvigelse ved samlinger (væg) .....	56
F5: Planhedsafvigelser ved samlinger (dæk) .....	57
F6: Højde- og dybdemåling med måleur (bips A24) .....	57
<b>I Visuel bedømmelse</b>	
I2: Visuel bedømmelse (bips A24) .....	58
<b>J Afsmitning</b>	
J1: Undersøgelse af smitning ved aftørring (bips A24) .....	59
<b>K Fugtindhold</b>	
K1: Fugtindhold .....	60
Litteraturliste .....	61
Ordforklaringer .....	62
Bilag 1: Notat om kvalitetssikring .....	64

### **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.

Entrepenører 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

### Fagligt forord

Denne håndbog er en del af Dansk Byggeris projekt om tværfaglige tolerancer i ny-byggeriet, der 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.

Håndbogen er udarbejdet i samarbejde mellem Dansk Byggeri, Betonelement-Foreningen og en arbejdsgruppe, der repræsenterer beton- og montageentreprenører, og er udgivet marts 2007.

#### **Hvor går grænserne mellem entreprenør, leverandør, montør og maler?**

Håndbogen er opdelt i følgende afsnit:

- Tolerancer for beton støbt in situ, som fastlægger udfaldskravene for beton-entreprenøren
- Tolerancer for producerede elementer, som fastlægger udfaldskravene for elementleverandøren
- Tolerancer for monterede betonelementer, som fastlægger udfaldskravene for elementmontøren
- Øvrige forhold, som kortfattet omtaler fugtforhold, overflader og forarbejder for malebehandling.

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

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

Håndbogen omfatter beton støbt in situ, betonelementer samt montage af betonelementer.

Måltolerancer for bygningsdele og for monterede elementer er beskrevet i hvert sit afsnit.



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

Overfladespecifikationer er ikke behandlet. Der henvises til bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

Den malermæssige overfladebehandling og forventet udfald heraf er ikke beskrevet i denne håndbog. Der henvises til Hvor går grænsen? Malerfaget og Malerfagligt Behandlings-Katalog (MBK).

### **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

For at opnå et korrekt resultat er der en række forudsætninger, som skal være på plads i byggeriet. Det er således vigtigt at gennemanalysere bygningen og fastlægge konstruktionen, så summen af tolerancer for in situ-støbt beton, betonelementer og montagen er i overensstemmelse med indfaldskrav til de efterfølgende fag.

Ud over nedennævnte generelle forudsætninger er der i kapitlerne 1. Beton støbt in situ, 2. Betonelementer og 3. Montage af betonelementer nævnt de særlige forudsætninger, mulige konfliktområder og anbefalede løsningsforslag, der gælder specifikt for de enkelte bygningsdele.

I afsnit 4.1 Fugtforhold beskrives de væsentligste forhold vedrørende fugt, udtørring og udtørringsmetoder, der er afgørende for, at fagene i fællesskab kan levere byggeriet i den aftalte kvalitet.

I afsnit 4.2 Overflader nævnes nogle væsentlige forhold vedrørende udfaldskrav for overflader.

I afsnit 4.3 Forarbejder ved malebehandling beskrives nogle særlige forhold, der gør sig gældende i grænsefladen mellem på den ene side leverandør/montør og på den anden side malerentreprenør.

### 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 toleranceklasse: Lempet, normal eller skærpet</li><li>• Beskrive udfaldskrav for elementmontagen og in situ-beton</li><li>• Valg af overfladespecifikation ved hjælp af bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol</li><li>• Beskrive udfaldskrav til elementsamlinger, indadgående hjørner samt frie kanter og lysningsfals</li><li>• Beskrive krav til udfyldning af fuger mellem vægge og dæk, herunder valg af materialer og detaljer</li><li>• Beskrive krav til udtørring</li><li>• Fastsættelse af den bestemmende kote for elementmontagen</li><li>• Beskrive/detaljere, hvordan tolerancer optages</li><li>• Beskrive krav til pilhøjder, og hvorledes disse håndteres</li><li>• Beskrive malebehandlingen og forventet udfald heraf</li></ul>
Betonentreprenør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udføre arbejdet iht. beskrivelse for in situ-arbejdet</li></ul>
Elementleverandør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Levere elementer, der opfylder de fastlagte krav til det enkelte element</li></ul>
Elementmontør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udføre montage, der opfylder kravene til de monterede elementer</li></ul>
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udføre malerarbejdet i henhold til beskrivelsen</li></ul>

### Historik

Dette er den første udgave af *Hvor går grænsen? Beton – in situ, elementer og montage*, der 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. Beton støbt in situ

### Generelle forudsætninger

De nye branchetolerancer er opstillet ud fra følgende normer og standarder:

- DS 411 Norm for Betonkonstruktioner
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner.

I yderste højre kolonne findes de kontrolmetoder, der skal anvendes for at afgøre, om tolerancerne er overholdt. De anførte numre henviser til afsnittet med kontrolmetoder.

### Om brugen af tolerancerne

De følgende tolerancer for hhv. fundamenter, dæk og vægge angiver udfaldskravene for konstruktioner støbt in situ og dermed for betonentreprenøren. Tolerancerne er anført efter DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner – suppleret med branchens egne tolerancer.

Det skal sikres, at de valgte tolerancer er i overensstemmelse med indfaldskravene til de efterfølgende fag såsom murerfaget, tømmerfaget og malerfaget. Projektspecifikationerne skal derfor angive, i hvilken toleranceklasse in situ-konstruktionerne skal udføres.

De angivne udførelsetolerancer forudsætter, at der ud fra den overordnede hovedafsætning foretages en detailafsætning i form af kote og modullinier på hver etage.

### 1.1 Fundamenter inkl. fundamentsblokke

#### Forudsætninger

Hvis fundamenter udføres i lempet toleranceklasse (LT), er der risiko for ekstraarbejder i efterfølgende aktiviteter som fx:

- Opretning/afhugning for første skifte ved murværk
- Forøget opklodsning/afhugning ved de fleste typer facadeelementer
- Dyre og vanskelige elastiske fugeløsninger

Ved den angivne tolerance for centerlinie i lempet toleranceklasse vil der være risiko for, at efterfølgende aktiviteter ikke kan optage denne tolerance.

In situ-støbte fundamenter og betonfundamentsblokke, inkl. letklinkerblokke samt præfabrikerede fundamenter anbefales derfor udført i mindst normal toleranceklasse (NT).

Hvis der er særlige udfaldskrav til yderside af fundamenter i facadelinier, fx ved fundamenter for en glas- eller alufacade, skal projektet stille krav herom.

#### Afsætning og kontrol af mål

Alle mål skal afsættes og kontrolleres ud fra en fortløbende målkæde i et (x, y, z) koordinatsystem. Kravet om en fortløbende afsætning efter målkæde forudsætter, at afsætningsgrundlaget fra bygherrens landinspektør er defineret med overholdelse af de nødvendige tolerancer.

### Udfaldskrav til fundamenter, in situ-støbt eller af blokke

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Koter	DS 482	+25/-10 mm*	±10 mm	-	C1	Nivellement
	Branche	-	-	+5/-10 mm		
Placering med forskalling og blokke i forhold til centerlinie	DS 482	±30 mm	-	-	A1	Målebånd
	Branche	-	+5/-10 mm	-	B2	Totalstation
Uden forskalling i jordrender						
Centerlinie	Branche	-	±50 mm	-	A1	Målebånd
					B2	Totalstation
For- og bagside	Branche	-	+30/-10 mm	-	A1	Målebånd
					B2	Totalstation

\* Jf. note til DS 482, stk. 14.1.

#### Bemærkninger

- Tolerancer ved støbning i jordrender forudsætter, at de efterfølgende aktiviteter ikke kræver større tolerancenøjagtighed
- Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet.

## 1.2 Indstøbninger i fundamenter

- Der er ikke i danske standarder taget stilling til tolerancer for indstøbningsdele, såsom bolte, beslag etc.
- Der skal ifm. projekteringen tages stilling til nøjagtigheden for at sikre, at tolerancerne er nøjagtige nok. Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet i forslaget.

### Udfaldskrav til indstøbninger i fundamenter

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Placering i forhold til centerlinier	Branche	-	+/-8 mm	+/-5 mm	A1 Målebånd og/eller teodolit

#### Bemærkninger

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 kontrolindmåling.

### 1.3 Dæk

#### Forudsætninger

##### Mulige konfliktområder

Ved anvendelse af tolerancer i DS 411 Norm for Betonkonstruktioner/DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner kan der være konflikt mellem betonarbejdet og de efterfølgende arbejder. Det anbefales derfor at overveje, hvilke tolerancer der er behov for. Det kan fx dreje sig om tolerancer ifm.:

- Montage af større vinduespartier mv.
- Målfølsomme indvendige bygningsdele såsom trapper, elevatorer, branddøre mv.
- Indvendigt gulvarbejde – herunder fastlæggelse af højder samt etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer
- Indplacering af andre bærende elementer.

##### Anbefaling

Det er nødvendigt at gennemanalysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Det kan være nødvendigt at tilpasse detaljer og tolerancer, så det ønskede resultat kan opnås for de forskellige fag. Hvor det er nødvendigt af hensyn til de efterfølgende arbejder, foreskrives skærpede krav til tolerancer.

#### Udfaldskrav til terrændæk

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Planhed og lunke på overfladen	Branche	±15 mm	±10 mm	-	F1 Retskinne
Koter ved almindelig råbeton (afkølet overflade)	Branche	+15/-30 mm	+10/-20 mm	-	C1 Nivellement
Koter ved råbeton udstøbt med SCC-beton (vibreringslet beton)	Branche	±17 mm	±12 mm	-	C1 Nivellement

##### Bemærkninger

Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet.



## Udfaldskrav til etagedæk

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Placering i planen i forhold til afsætningslinien	DS 482	±10 mm	±10 mm	-	A2	Målebånd
Geometriske mål (Der kan interpoleres lineært mellem de angivne grænser)						
Mål ≤ 150 mm	DS 482	±8 mm	±8 mm	-	A2	Målebånd
Mål = 500 mm	DS 482	±15 mm	±15 mm	-	A2	Målebånd
Mål ≥ 2500 mm	DS 482	±30 mm	±30 mm	-	A2	Målebånd
Placering af udspæringer i slapt armeret dæk	Branche	-	±20 mm	-	A2	Målebånd
Spring mellem naboflader i form	Branche	-	5 mm	-	F4	Retskinne
Koter	DS 482	+10/-10 mm	+10/-10 mm	-	C1	Nivellement
	Branche	-	-	+5/-10 mm	C1	Nivellement

## Bemærkninger

- Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet
- **Mulige konfliktområder.** Der er fx konflikt mellem tolerancer i DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner og anneks til DS 1003 Vinduer. Modulmål, fx ved placering af ovenlys. Det kan derfor anbefales, at der sættes særlig fokus på tolerancer i byggeprocessen, der har betydning for efterfølgende aktiviteter
- Spring mellem naboflader kan være i konflikt med normal indvendig overfladebehandling
- **Anbefalinger.** Hvis dækket skal udføres med pilhøjde, skal det fremgå af projektet. Det kan være en løsning at indbygge en vandret neutralzone svarende til en evt. foreskrevne pilhøjde på dækket.

## 1.4 Overbeton/cementbaseret afretningslag på dæk

### Forudsætninger

Det forudsættes, at underlaget er udført med en tolerance på max  $\pm 12$  mm, hvilket ikke er i overensstemmelse med udfaldskravet for Terrændæk støbt med afkostet overflade i lempet toleranceklasse (LT).

Koter på underlaget måles som et gennemsnit ud fra et tilfældigt udlagt målenet.

Krav til planhed og vandretthed skal fastlægges pga. stor mulighed for variation i koter og pilhøjder som følge af forskellige belastninger, svind og krybninger i løbet af byggeprocessen.

#### Mulige konfliktområder og anbefalinger

DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner fastsætter ikke krav til maksimal eller minimal pilhøjde ved levering eller for den brugersituation, som følger af gulvopbygningen og øvrige belastninger. Hvis der ikke i projektet er redegjort og taget højde for disse forhold, vil der være risiko for konflikt mellem de forventede udfaldskrav og muligheden for at udføre efterfølgende arbejder i overensstemmelse hermed – med deraf følgende konsekvenser.

Projektet bør derfor omfatte en statisk ingeniørberegning, der angiver størrelsen for pilhøjde og/eller nedbøjning – henholdsvis før og efter udførelsen af overbeton. Beregningen bør endvidere vurdere de fremtidige nedbøjninger forårsaget af svind og krybning samt nyttelast. Vurderingen af den statiske beregning bør indgå i entreprisedeskrivelser.

Det kan være en løsning til at eliminere virkningen af en pilhøjde på dæk at indbygge en neutralzone svarende til pilhøjden på dækket.

## Udfaldskrav til overbeton/cementbaseret afretningslag på dæk

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Gennemsnit for færdig kote	Branche	-	+5/-10 mm	-	<b>C1</b>	Nivellement
Vandretthed/hældning på gulve. Måleafstand:						
< 2 m	Branche	-	±5 mm	-	<b>B1</b>	Retskinne og vaterpas
2-6 m	Branche	-	±8 mm	-	<b>B1</b>	Retskinne og vaterpas
6-18 m	Branche	-	±12 mm	-	<b>B1</b>	Nivellement
Planhed og lunger på overfladen	Branche	-	±5 mm	-	<b>F1</b>	2 m retskinne

## 1.5 Vægge

### Forudsætninger

Det forudsættes, at facade, underlag og beklædning er projekteret under hensyn til bagvæggens samlede tolerancer, således at der er overensstemmelse mellem bagvæggens udsparinger og evt. gennemgående åbninger, flugter lodret/vandret samt de opstillede udfaldskrav til beklædning, vinduer og facadepartier.

#### Mulige konfliktområder

I lempet toleranceklasse (LT) kan der ved anvendelse af tolerancerne i DS 411 Norm for Betonkonstruktioner/DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:

- Montage af større vinduespartier mv.
- Målfølsomme indvendige bygningsdele som trapper, elevatorer, branddøre mv.
- Indvendigt gulvarbejde – herunder fastlæggelse af højder samt etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer
- Indplacering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion.

#### Anbefalinger

- **Overordnet analyse.** Det er nødvendigt at gennemanalysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Hvor det er nødvendigt af hensyn til de efterfølgende arbejder, foreskrives skærpede krav til tolerancer. Det kan være nødvendigt at tilpasse detaljer og tolerancer, der har betydning for de efterfølgende aktiviteter.
- **Udsparinger til vinduer og døre.** Det anbefales at målsætte udsparinger til vinduer og ud- og indvendige døre med +10 mm i forhold til det teoretiske hulmål for at imødegå evt. toleranceafvigelse i udførelsesprocessen.
- **Flugtende vinduer.** Udsparinger til vinduer kan, hvor vinduer skal flugte vandret og/eller lodret, som alternativ til skærpet montagenøjagtighed udføres med et overmål i bredde og højde på fx 30 mm. Efterfølgende udføres indmåling og pålimning af "udligningsplader" i false.
- **Tolerancer for vinkelrethed, vindskævhed og krumning.** Krav skal være specificeret af bygherren/rådgiver i udbudsmaterialet eller i aftalegrundlaget.

## Udfaldskrav til vægge støbt in situ

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Plan placering	DS 482	±10 mm	±10 mm	-	<b>A1</b>	Målebånd
Koter	DS 482	±10 mm	-	-	<b>C1</b>	Nivellement
	Branche	-	+5/-10 mm	+3/-5 mm		
Udsparinger	Branche	±20 mm	±10 mm	-	<b>B2</b> <b>C3</b>	Målebånd og nivellement
Lodafvigelse	DS 482	±4 mm/m	±4 mm/m	-	<b>E1</b> <b>E3</b> <b>E4</b>	Lodstok/teodolit
	Branche	-	-	±2 mm/m	<b>E1</b> <b>E3</b> <b>E4</b>	Lodstok/teodolit
Spring mellem naboflader i form	Branche	-	5 mm	-	<b>F4</b>	Retskinne
Planhed og lunger	Branche	±10 mm	For vægfliser: ±5 mm	-	<b>F1</b>	Retskinne
Indstøbningsdele ift. afsætningslinie i plan						
El-indstøbninger	Branche	-	±15 mm	±5 mm	<b>C3</b>	Nivellement
Andre indstøbningsdele	Branche	±20 mm	±10 mm	±5 mm	<b>C3</b>	Nivellement

## Bemærkninger

- Placering af indstøbningsdele i skærpet toleranceklasse (ST) kræver, at der først etableres en udsparing for senere indstøbning af genstanden.
- Spring mellem naboflader kan være i konflikt med normal indvendig overfladebehandling

## 2. Betonelementer

De nye branchetolerancer er opstillet ud fra følgende normer og standarder:

- DS 411 Norm for Betonkonstruktioner
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner.

Som det fremgår af skemaerne på de følgende sider, er tolerancerne identiske med de tolerancer, der er angivet i tabel 14.3 i DS 482. Dog er bjælke- og søjleelementer opdelt i slaptarmerede og forspændte og med lidt mindre tolerancer for de slaptarmerede end angivet i DS 482. Der er endvidere tilføjet et generelt krav til afvigelser fra ret vinkel for alle elementtyper. I yderste højre kolonne findes de kontrolmetoder, der skal anvendes for at afgøre, om tolerancerne er overholdt.

### Om brugen af tolerancerne

De følgende måltolerancer beskriver udfaldskravene til leverandøren – og dermed indfaldskravene til montøren og de efterfølgende fag.

Den rådgivende ingeniør eller arkitekt må i den enkelte byggesag vurdere, om de angivne tolerancer er forenelige med de valgte løsninger til andre bygningsdele og bygningen som helhed. Hvis der er særlige behov i det enkelte projekt for skærpede tolerancer, kan der indgås konkret aftale herom. I vurderingen bør indgå, at elementer i et vist omfang kan være krumme og med varierende pilhøjder.

### Vindskævhed, krumning og pilhøjder

Det er ikke muligt generelt at angive tolerancer for vindskævhed, krumning og pilhøjder, da mange forskellige forhold har indflydelse på disse størrelser. Projektspecifikationen kan angive tolerancer herfor.

**Vindskævhed** begrænses ved støbning på indnivellerede plane forme, men forkert opklodsning ifm. mellemlager kan medføre vindskæve elementer.

**Krumning** begrænses ligeledes ved støbning på indnivellerede plane forme, men naturlige forskelle i udtørringssvind på form- og opside, uens temperaturforhold på lager og uhensigtsmæssig lagring kan medføre krumning.

**Pilhøjde** forekommer normalt kun på forspændte elementer. For disse beregnes den teoretiske pilhøjde i ubelastet tilstand. Den beregnede værdi må forventes at kunne variere  $\pm 50$  %.

### Mulige konfliktområder

Ved anvendelse af lempet toleranceklasse (LT) og normal toleranceklasse (NT) kan der være konflikt mellem råhusets tolerancer og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:

- Montage af større vinduespartier mv.
- Målfølsomme indvendige bygningsdele som trapper, elevatorer, branddøre mv.
- Indvendigt gulvarbejde – herunder fastlæggelse af højder samt etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer
- Indplacering af andre bærende elementer, dragere samt tagkonstruktion.

Der er fx konflikt mellem DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner og anneks til DS 1003 Vinduer. Modulmål. Det kan derfor anbefales, at der sættes særlig fokus i projekteringen på tolerancer i byggeprocessen, der har betydning for efterfølgende aktiviteter.

### Anbefalinger

- **Overordnet analyse.** Det er nødvendigt at gennemanalysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Det kan være nødvendigt at tilpasse detaljer og tolerancer, der har betydning for de efterfølgende fag. Hvor det er nødvendigt af hensyn til de efterfølgende arbejder, foreskrives skærpede krav til tolerancer.
- **Udsparinger til vinduer og døre.** Det anbefales at målsætte udsparinger til vinduer og døre med +10 mm i forhold til det teoretiske hulmål for at imødegå evt. toleranceafvigelser ved elementproduktionen og montagen.
- **Flugtende vinduer og døre.** Udsparinger til vinduer og døre kan, hvor de skal flugte vandret og/eller lodret, som alternativ til skærpet montagenøjagtighed udføres med et overmål i bredde og højde på fx 30 mm. Efterfølgende udføres indmåling og pålimning af udligningsplader i false.

### Enkeltmål

Tolerancer er angivet for enkeltmål.

### Bearbejdning på pladsen

Selv om montagetolerancerne er overholdt, kan det i sjældne tilfælde blive nødvendigt med en bearbejdning (tildannelse, pudsning) af elementerne på pladsen. I så tilfælde må der indgås særftaler med rådgiver/bygherre om den ekstraydelse, der ligger i at udføre de fornødne tilpasninger. Problemet kan fx imødegås ved at projektore med en øget fugebredde.

## 2.1 Udfaldskrav til facader og vægge med slap armering

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Tykkelse (T)	DS 482	±5 mm	±5 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
<b>Bredden (B)</b>					
B ≤ 2,4 m	DS 482	±5 mm	±5 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
B ≤ 7,2 m	DS 482	±8 mm	±8 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
B ≤ 9,6 m	DS 482	±12 mm	±12 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
<b>Højde (H)</b>					
H ≤ 7,2 m	DS 482	±8 mm	±8 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
H ≤ 9,6 m	DS 482	±12 mm	±12 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
H > 9,6 m	DS 482	±20 mm	±20 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
<b>Afvigelse fra ret vinkel</b>					
L ≤ 1,0 m	Branche	-	Max 3 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b> Vinkel
L > 1,0 m	Branche	-	Max 2 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b> Vinkel

## 2.2 Udfaldskrav til forspændte huldæk

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Tykkelse (T)	DS 482	±8 mm	±8 mm	-	<b>D1</b> Målebånd*
Tykkelse (T) T ≥ 320 mm	Branche	-	±12 mm	-	<b>D1</b> Målebånd*
Bredden (B) B ≤ 2,4 m	DS 482	±5 mm	±5 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
Paselementer	Branche	-	±20 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
<b>Længder (L)</b>					
L ≤ 7,2 m	DS 482	±12 mm	±12 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
L ≤ 14,4 m	DS 482	±20 mm	±20 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
L > 14,4 m	Branche	-	±30 mm	-	<b>D1</b> Målebånd
Afvigelse fra ret vinkel	Branche	-	Max 6 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b> Vinkel

\* Der er tale om en middelværdi. Lokale afvigelser ud over tolerancen kan forekomme.



### 2.3 Udfaldskrav til søjler og bjælker med slap armering

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
<b>Tykkelse (T)</b>						
H ≤ 0,6 m	DS 482	±8 mm	-	-	<b>D1</b>	Målebånd
H ≤ 0,6 m	Branche	-	±5 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
H ≤ 2,4 m	DS 482	±12mm	-	-	<b>D1</b>	Målebånd
H ≤ 2,4 m	Branche	-	±8 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
<b>Bredder (B) B ≤ 2,4 m</b>						
Ved H ≤ 0,6 m	DS 482	±8 mm	-	-	<b>D1</b>	Målebånd
Ved H ≤ 0,6 m	Branche	-	±5 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
Ved H ≤ 2,4 m	DS 482	±12 mm	-	-	<b>D1</b>	Målebånd
Ved H ≤ 2,4 m	Branche	-	±8 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
<b>Længder (L)</b>						
L ≤ 7,2 m	Branche	-	±8 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
L ≤ 9,6 m	Branche	-	±12 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
L > 9,6 m	Branche	-	±20 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
L ≤ 14,4 m	DS 482	±20 mm	±20 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
L > 14,4 m	DS 482	±30 mm	±30 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
<b>Afvigelse fra ret vinkel</b>						
L ≤ 1,0 m	Branche	-	Max 3 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b>	Vinkel
L > 1,0 m	Branche	-	Max 2 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b>	Vinkel

## 2.4 Udfaldskrav til søjler og bjælker med forspændt armering

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
<b>Tykkelse (T)</b>						
$T \leq 0,6 \text{ m}$	DS 482	$\pm 8 \text{ mm}$	$\pm 8 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
$T \leq 2,4 \text{ m}$	DS 482	$\pm 12 \text{ mm}$	$\pm 12 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
<b>Bredden (B) <math>B \leq 2,4 \text{ m}</math></b>						
Ved $H \leq 0,6 \text{ m}$	DS 482	$\pm 8 \text{ mm}$	$\pm 8 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
Ved $H \leq 2,4 \text{ m}$	DS 482	$\pm 12 \text{ mm}$	$\pm 12 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
<b>Længder (L)</b>						
$L \leq 14,4 \text{ m}$	DS 482	$\pm 20 \text{ mm}$	$\pm 20 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
$14,4 \text{ m} < L \leq 28,8 \text{ m}$	DS 482	$\pm 30 \text{ mm}$	$\pm 30 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
$L > 28,8 \text{ m}$	Branche	-	$\pm 40 \text{ mm}$	-	<b>D1</b>	Målebånd
<b>Afvigelse fra ret vinkel</b>						
$L \leq 1,0 \text{ m}$	Branche	-	Max 3 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b>	Vinkel
$L > 1,0 \text{ m}$	Branche	-	Max 2 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b>	Vinkel

## 2.5 Udfaldskrav til store pladeelementer med forspændt eller slap armering

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Tykkelse (H)	DS 482	±12 mm	±12 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
Bredder (B)						
B ≤ 2,4 m	DS 482	±8 mm	±8 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
B ≤ 7,2 m	DS 482	±12 mm	±12 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
Længder (L)						
L ≤ 14,4 m	DS 482	±20 mm	±20 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
L ≤ 28,8 m	DS 482	±30 mm	±30 mm	-	<b>D1</b>	Målebånd
Afvigelse fra ret vinkel						
L ≤ 1,0 m	Branche	-	Max 3 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b>	Vinkel
L > 1,0 m	Branche	-	Max 2 mm pr. 0,5 m	-	<b>D2</b>	Vinkel

## 2.6 Indstøbningsdele og udsparinger

### Forudsætninger

- Det forudsættes, at facade, underlag og beklædning er projekteret under hensyn til bagvæggens samlede tolerancer, så der er overensstemmelse mellem bagvæggens udsparinger og evt. gennemgående åbninger, flugter lodret/vandret samt de opstillede udfaldskrav til beklædning, vinduer og facadepartier.
- Vedrørende el-indstøbninger, se branchevejledning for El-indstøbninger i elementer af beton og letklinkerbeton.

### Anbefalinger

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

## 2.6 Udfaldskrav til indstøbningsdele og udsparinger

		Toleran- cekrav	Lempet tolerance- klasse	Normal tole- ranceklasse	Skærpet tole- ranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Facader og vægge. Slaptarmerede søjler og bjælker						
Udsparinger: Størrelse Placering		Branche	- -	±10 mm ±10 mm	- -	D1 Målebånd
El- indstøb- ninger <sup>1)</sup>	El-dåser placering	Branche	-	±15 mm	-	D1 Målebånd
	El-dåser under plan		-	Max 5 mm	-	
	El-dåser afvigelse fra lod over 150 mm		-	Max 5 mm	-	
	Tomt el-rør uden dåse – vandret afvigelse		-	±10 mm	-	
Placering af andre indstøbningsdele end el		Branche	-	±10 mm	-	D1 Målebånd
Inserts med mid- lertidig funktion	Rærkværksinserts: Lodret Vandret	Branche Branche	- -	±20 mm ±150 mm	- -	D1 Målebånd
	Afstivningsinserts: Lodret Vandret	Branche Branche	- -	±100 mm ±250 mm	- -	
	Forspændte søjler og bjælker					
Udsparinger: Størrelse Placering		Branche	- -	±20 mm ±20 mm	- -	D1 Målebånd
Placering af andre indstøbningsdele end el		Branche	-	±20 mm	-	D1 Målebånd

	Toleran- cekrav	Lempet tolerance- klasse	Normal tole- ranceklasse	Skærpet tole- ranceklasse	Kontrolmetode og -middel
Forspændte huldæk					
Udsparinger <sup>2)</sup> : Størrelse Placering	Branche Branche	- -	±30 mm ±20 mm	- -	D1 Målebånd
Placering af andre indstøbningsdele end el	Branche	P.t. ikke fastlagt			D1 Målebånd
Store pladeelementer. Slaptarmerede eller forspændte					
Udsparinger: Størrelse Placering	Branche Branche	- -	±20 mm ±20 mm	- -	D1 Målebånd
Placering af andre indstøbningsdele end el	Branche	P.t. ikke fastlagt			D1 Målebånd

1) Indstøbning af el foretages iht. branchevejledning *El-indstøbninger i elementer af beton og letklinkerbeton*.

2) I forspændte huldæk udføres der ikke udsparinger  $\leq \varnothing 200$  eller  $\leq 200 \times 200$  mm.

## 3. Montage af betonelementer

### Generelle forudsætninger

Tolerancerne i skemaerne er opstillet ud fra DS 411 Norm for Betonkonstruktioner og DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner suppleret med branchens egne tolerancer. I yderste højre kolonne i skemaerne findes de kontrolmetoder, der skal anvendes for at afgøre, om tolerancerne er overholdt. De anførte numre henviser til afsnittet med kontrolmetoder.

### Koter

DS 482's tolerancekrav på  $\pm 10$  mm til koter kan i mange tilfælde være fordyrende og overbestemmende. Det anbefales derfor, at tolerancer knyttes til særligt udvalgt koter. Det kan fx være til en af følgende:

- U.s. vægelement
- O.s. vægelement
- U.s. dækelement
- Over- eller underkant af vinduesudsparing.

### Om brugen af tolerancerne

De følgende måltolerancer for hhv. fundamenter, facader og vægge, søjler og bjælker samt dæk og store pladeelementer beskriver udfaldskravene til montøren – og dermed indfaldskravene til de efterfølgende fag.

I de angivne montagetolerancerne er der ikke indregnet bidrag fra eventuel pilhøjde, vindskævhed, krumning samt vinkelafvigelse i elementer. Der skal i det konkrete projekt stilles specifikke krav hertil.

Det er normal praksis, at elementmontøren ved hjælp af mindre justeringer forsøger at mindske følgerne af uens krumninger og vindskævheder, dvs. spring mellem flader, der skal danne en færdig samlet overflade. Det er ikke normalt at deformere elementer for at udligne spring mellem vindskæve eller krumme elementer. Når undersider af huldækelementer skal danne færdigt synligt loft, kan projektspecifikationerne dog foreskrive, at spring mellem undersider skal udlignes ved at deformere elementerne inden sammenstøbning, således at spring overholder normal tolerance.

#### Hoved- og detailafsætning

De følgende montagetolerancer forudsætter, at der ud fra en overordnet hovedafsætning på hver etage foretages en detailafsætning i form af linier svarende til elementsiden, midte af elementfuger, og en opklodsning svarende til elementernes underside.

### 3.1 Fundamentslementer

#### Forudsætninger

Hvis der er særlige udfaldskrav til yderside af fundamenter i facadelinier, fx når disse er fundament for en glas- eller alufacade, skal projektet stille krav herom.

#### Udfaldskrav til montage af fundamentslementer

	Tolerance-krav	Lempet tolerance-klasse	Normal tolerance-klasse	Skærpet tolerance-klasse	Kontrolmetode og -middel	
Vandret placering i forhold til afsætningslinie	DS 482	±30 mm	-	-	A2	Målebånd
	Branche	-	±10 mm	-		
Kote til overside	DS 482	±10 mm	-	-	C2	Nivellement
	Branche	-	+5/-10 mm	-		

### 3.2 Dæk og store pladelementer

#### Forudsætninger

Elementer monteres normalt ud fra linier til elementfuger, med lige store vederlag i begge ender og direkte på overside af væg eller bjælke. Hvis der er særlige udfaldskrav til placeringen af elementerne i plan eller højde, skal projektet gøre opmærksom på dette.

#### Pilhøjder

Projektet skal tage højde for pilhøjder på elementer og om nødvendigt stille krav til størrelsen bl.a. i følgende tilfælde:

- Hvor badekabiner monteres på elementer
- Hvor elementer ligger på bjælker med pilhøjde
- Hvor elementer ligger parallelt med og evt. under elementvæg
- Hvor elementer med forskellig længde ligger ved siden af hinanden, fx ved trappetårne
- Hvor elementer ligger vinkelret på hinanden
- Hvor ens elementer har forskellig opspænding
- Gulve generelt og gulve med indlagte installationer.

Der kan være særlige indfaldskrav fra tømrerfaget mht. tagrem på et monteret dæk både i forhold til koten og planheden. Projektet skal tage højde for dette forhold.

**Udfaldskrav til montage af dæk og store pladeelementer**

	Tolerance-krav	Lempet tolerance-klasse	Normal tolerance-klasse	Skærpet tolerance-klasse	Kontrolmetode og -middel	
Placering ved bund, indvendig side af element	DS 482	±10 mm	±10 mm	-	A2	Målebånd
Spring mellem underside af flader	Branche	-	5 mm	-	F5	Retskinne
Dækkote fastlagt til u.s. ved vederlag på in situ-støbt væg						
Underside	DS 482	±10 mm	-	-	C2	Nivellement
	Branche	-	+5/-10 mm	+3/-5 mm	C2	Nivellement
Overside*	DS 482	±18 mm	-	-	C1 C2	Nivellement
	Branche	-	+13/-18 mm	-	C1 C2	Nivellement
Dækkote fastlagt til u.s. ved vederlag på elementvæg						
Underside* H ≤ 4,0 m H ≤ 7,2 m H ≤ 9,6 m H > 9,6 m	Branche	-	-	+5/-15 mm	C2	Nivellement
	Branche	-	±13 mm	-		
	Branche	-	±17 mm	-		
	Branche	-	±25 mm	-		
Overside* H ≤ 7,2 m H ≤ 9,6 m H > 9,6 m	Branche	-	±21 mm	-	C1 C2	Nivellement
	Branche	-	±25 mm	-		
	Branche	-	±33 mm	-		

\* Udfaldskrav er inklusiv tolerancer fra væg- og/eller dækelementer.

**Bemærkning**

Spring mellem naboflader kan være i konflikt med normal indvendig overfladebehandling.



### 3.3 Facader og vægge

#### Forudsætninger

Normal montage forudsætter, at elementernes indvendige side/bund afsættes på hver etage, både i højde og plan. Der bliver således ikke tale om "toleranceophobning" som følge af elementer, der står ude af lod eller er for høje, forudsat at der i projektet er fastsat en korrekt vurdering af den nødvendige højde på understøbningsfugen.

#### Afsætning af højdeplacering

I det konkrete projekt kan der stilles krav om, at elementernes højdeplacering skal afsættes enten efter:

- Underside
- Overside
- Vindueshuller

Projektet kan ligeledes stille krav om, at elementerne monteres ud fra midte af vinduesåbninger for at opnå større overensstemmelse mellem vinduer lodret over hinanden.

Det bør fremgå tydeligt af projektspecifikationerne, til hvilken etagekote elementmontagen er fikseret.

Ved montage efter andet end koten til underside af element, skal man være opmærksom på, at dette kræver ekstra tid, mandskab og kranressourcer.

#### Anbefaling

Tolerancerne forudsætter montage med en normal lodret fugebredde på 16 mm. Det konkrete projekt kan fastsætte en forøget fugebredde på fx 24 mm mellem vægelementerne for at imødegå breddetolerancer på elementerne samt lodafvigelse og vinkelafvigelse på enden af elementet.

## Udfaldskrav til montage af facadeelementer og betonelementer til bagmur og skillevægge

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Placering ved bund, indvendig side af element	DS 482	±10 mm	-	-	A2	Målebånd
	Branche	-	±7 mm	±5 mm		
Spring mellem flader, indvendig side	Branche	-	5 mm	-	F4	Retskinne
Kote underside (bagvæg)	DS 482	±10 mm	-	-	C2	Nivellement
	Branche		±5 mm	+3/-5 mm		
Lodafvigelse	DS 482	±4 mm/m	-	-	E1 E3 E4	Lodstok/teodolit
	Branche	-	±2 mm/m	±1 mm/m		
Dækkote fastlagt til u.s. ved vederlag						
Kote overside *	Branche	-	-	+5/15 mm	C2	Nivellement
≤ 4 m	Branche	-	±13 mm	-		
≤ 7,2 m	Branche	-	±17 mm	-		
≤ 9,6 m	Branche	-	±25 mm	-		
> 9,6 m	Branche	-				

\* Kote til overside er lig med summen af tolerancen på elementhøjden og tolerancen til undersiden.

### Bemærkninger

- Ved montage af facadeelementer kan projektspecifikationerne fastlægge, at tolerancen for spring mellem flader på ±5 mm er gældende på forsiden af elementet. Spring mellem indvendige flader har i så fald en tolerance på ±10 mm
- Tolerancen for spring mellem flader tager ikke højde for vindskævheder og krumninger i elementerne
- Spring mellem naboflader kan være i konflikt med normal indvendig overfladebehandling
- Skemaet er baseret på en projektspecificeret kote til u.s. vægelement.

### 3.4 Søjler

Montage af søjler kan sammenlignes med montage af en kort væg. I nedenstående skema er placeringstolerancer og tolerancer på underside af element angivet som ved elementvægge.

#### Udfaldskrav til montage af søjler

	Tolerancekrav	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Plan placering ved bund målt ift. afsætningslinien	DS 482	±10 mm	-	-	A2	Målebånd
	Branche	-	±7 mm	±5 mm		
Kote til u.s. søjle						
Kote underside	DS 482	±10 mm	-	-	C2	Nivellement
	Branche	-	±5 mm	+3/-5 mm		
Kote overside* H ≤ 7,2 m H ≤ 14,4 m H > 14,4 m	Branche	-	±13 mm	-	C2	Nivellement
	Branche	-	±20 mm	-		
	Branche	-	±35 mm	-		
Lodafvigelse						
Lodafvigelse	DS 482	±4 mm/m	-	-	E1	Lodstok/teodolit
	Branche	-	±3 mm/m	-		

\* Kote til overside er lig med summen af tolerancen på elementhøjden og tolerancen til undersiden.

#### Bemærkning

- Skemaet er baseret på en projektspecificeret kote til u.s. vægelement.

### 3.5 Bjælker

Bjælker monteres ofte på søjler og vil derfor blive placeret efter søjletoppen både i plan og højde. Nedenstående tolerancer er angivet som relative tolerancer.

#### Udfaldskrav til montage af bjælker

	Tolerance-krav	Lempet tolerance-klasse	Normal tolerance-klasse	Skærpet tolerance-klasse	Kontrolmetode og -middel	
Placering i plan af CL i forhold til understøtning	DS 482	±10 mm	-	-	A2	Målebånd
	Branche	-	±5 mm	±3 mm		
Kote underside i forhold til understøtningen	Branche	-	±3 mm	-	C2	Nivellement

#### Bemærkninger

- For at få den totale højdetolerance skal man tillægge tolerancen for understøtningen, fx af en søjletop
- Skemaet er baseret på en projektspecificeret kote til u.s. vægelement.

## 4. Øvrige forhold

### 4.1 Fugtforhold

#### Betonelementer

Betonelementer udstøbes sædvanligvis med relativt lave vandcementtal (v/c-forhold) og leveres normalt først efter mindst 70 % udhærdning. Dette bevirker, at der sædvanligvis ikke skal iværksættes særlige foranstaltninger omkring udtørring af betonelementerne.

Dette forudsætter dog, at der ikke tilføres vand på byggepladsen. Eksempelvis kan der tilføres ganske meget vand igennem isolering og ned i bagvæg i et facadeelement inden kantstøbning. Kanaler i huldæk skal afdrænes for det vand, der måtte danne sig i perioden, indtil bygningen er tæt.

#### Fugt i beton i relation til andre arbejder

Fugt i betonelementer og i in situ-støbte konstruktioner kan give problemer for de efterfølgende fag, særligt hvor der arbejdes med tidsplaner, der ikke tager højde for den naturlige udtøringsproces. Fugt kan kontrolleres efter kontrolmetode K1.

##### Kontrolleret udtørring

De fleste byggematerialer svinder under udtørring og risikerer derfor at slå mindre revner. Dette gælder i højere grad for betonkonstruktioner støbt in situ end for betonelementer. For at forebygge skader i den færdige behandling af overfladerne skal der foretages en kontrolleret udtørring, fx før flisearbejde på gulv og væg, trægulve, gulve med banevare samt malerarbejde kan påbegyndes.

##### Opsætning af vægfliser

Før fliseopsætning skal væggene være udtørret til et fugtindhold, som svarer til den normale, gennemsnitlige relative luftfugtighed (RF) ved den fremtidige brug af det aktuelle rum. Betonvægge af elementer eller in situ-støbte kan udtørres til dette niveau i løbet af ca. 6 måneder ved opvarmning til stuetemperatur samtidig med effektiv udeluftsventilation. Ved anvendelse af kondens- og adsorptionstørrere kan udtørringstiden nedsættes.

##### Lægning af klinge- og flisegulve

Tilsvarende gælder for klinker og fliser lagt på beton med afretningslag, idet underlaget svinder. Der kan derved opstå trykspænding i fliserne. Svindet afhænger af betonsammensætning, lagtykkelse, temperatur og fugtforhold mv. I praksis kan svindet for normalt hærtnende cementtyper ved temperaturer på ca. 20° C regnes for at være overstået efter 4 til 8 uger.

**Trægulve**

Fugtindhold i det underliggende betondæk og eventuelle afretningslag skal være i ligevægt med den for årstiden normale relative fugtighed, dvs. porefugtindholdet skal være på 35-65 % RF. For betonen vil dette tage mindst et par måneder. Varigheden kan dog nedsættes noget ved at iværksætte konkrete tiltag til en forceret udtørring.

**Halvhårde gulvbelægninger, fx vinyl og linoleum**

Skal vinyl udlægges direkte på støbt dæk, må betonens porefugt (restbyggefugt) højst være 85 % RF.

**Malerarbejder**

Inden malerarbejdet påbegyndes, skal det sikres, at overflader på væg- og dækelementer fremstår med en hvidtør overflade.

## 4.2 Overflader

Farveforskelle kan forekomme i det enkelte element og elementer imellem. Der kan tillige ske kalkudfældning.

Specielle overfladekarakterer kan præciseres ved hjælp af modeller, prøvestøbninger eller prøveelementer, der godkendes af byggeriets parter forud for igangsættelse af arbejderne.

Spring mellem naboflader kan være i konflikt med normal indvendig overfladebehandling. Der skal i projektet være taget stilling til en eventuel afhjælpning.

Ujævnheder fra lunger og konvekse elementsamlinger kan ikke skjules via malebehandling, men kun sløres ved spartling.

Vedrørende specifikationer for overflader henvises der til bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol, 2007.

## 4.3 Forarbejder ved malebehandling

Malerfaget anvender normalt ikke spartelprodukter, der har samme hårdhed som betonoverflader. Alle udbedringer/opretninger – især på udadgående hjørner, vindues- og dørlysnings – skal derfor være foretaget med produkter med samme hårdhed som betonen, inden normal malebehandling iværksættes.

Det skal ligeledes være sikret, at overfladen opfylder de opstillede udfaldskrav i henhold til specifikationen for den givne betonoverflade.

For betonarbejde benyttes følgende kontrolmetoder:

Nr.	Metode	In situ	Elementer	Montage	Side
<b>A</b>	<b>Vandrette afsætningsmål</b>				
<b>A1</b>	Vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier	X		X	40
<b>A2</b>	Måltolerancer for monterede elementer			X	41
<b>B</b>	<b>Vandrethed</b>				
<b>B1</b>	Vandrethed	X		X	47
<b>B2</b>	Flugt i vandrette linier	X		X	47
<b>C</b>	<b>Lodrette afsætningsmål</b>				
<b>C1</b>	Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål	X		X	49
<b>C2</b>	Måltolerancer for monterede elementer			X	49
<b>C3</b>	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter	X		X	49
<b>D</b>	<b>Elementer</b>				
<b>D1</b>	Måltolerancer for det enkelte element		X		49
<b>D2</b>	Vinkelrethed på det enkelte element		X		50
<b>D4</b>	Afrunding og afskalning	X	X		51
<b>D5</b>	Elementaffasning	X	X		51
<b>E</b>	<b>Lodtolerancer</b>				
<b>E1</b>	Tolerance for montage af elementer i lod			X	51
<b>E3</b>	Lodrethed	X		X	51
<b>E4</b>	Flugt i lodret linie	X		X	51
<b>F</b>	<b>Planhed og planhedsafvigelser</b>				
<b>F1</b>	Måling med retskinne	X		X	52
<b>F2</b>	Planhed generelt ved elementer (bips A24)		X		54
<b>F3</b>	Lokal planhedsafvigelse (bips A24)	X	X		55
<b>F4</b>	Planhedsafvigelse ved samlinger (væg)	X		X	56
<b>F5</b>	Planhedsafvigelser ved samlinger (dæk)	X		X	57
<b>F6</b>	Højde- og dybdemåling med måleur (bips A24)	X	X		57
<b>I</b>	<b>Visuel bedømmelse</b>				
<b>I2</b>	Visuel bedømmelse (bips 24)	X	X	X	58
<b>J</b>	<b>Afsmitning</b>				
<b>J1</b>	Undersøgelse afsmitning ved aftørring (bips A24)	X	X	X	59
<b>K</b>	<b>Fugtindhold</b>				
<b>K1</b>	Fugtindhold	X	X	X	60



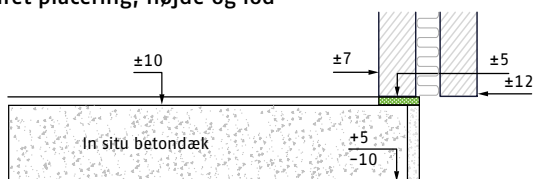


## A2 Kontrol af måltolerancer for monterede elementer

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 stålbånd eller totalstation.  
Mål > 30 m kontrolleres med totalstation.

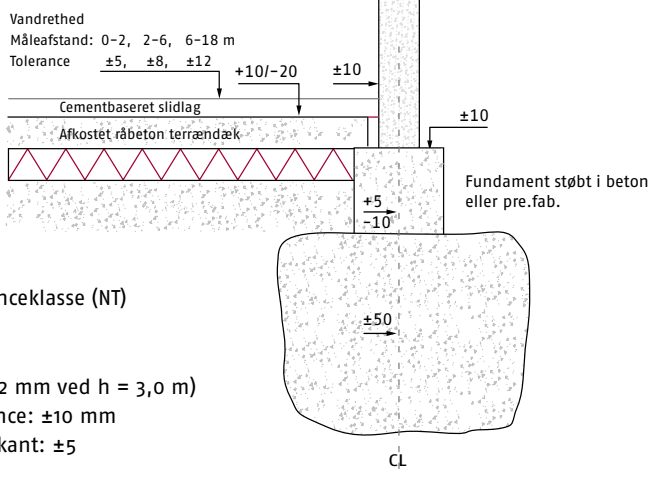
### A2.1.2a In situ-støbte vægge, vandret placering, højde og lod



#### 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.

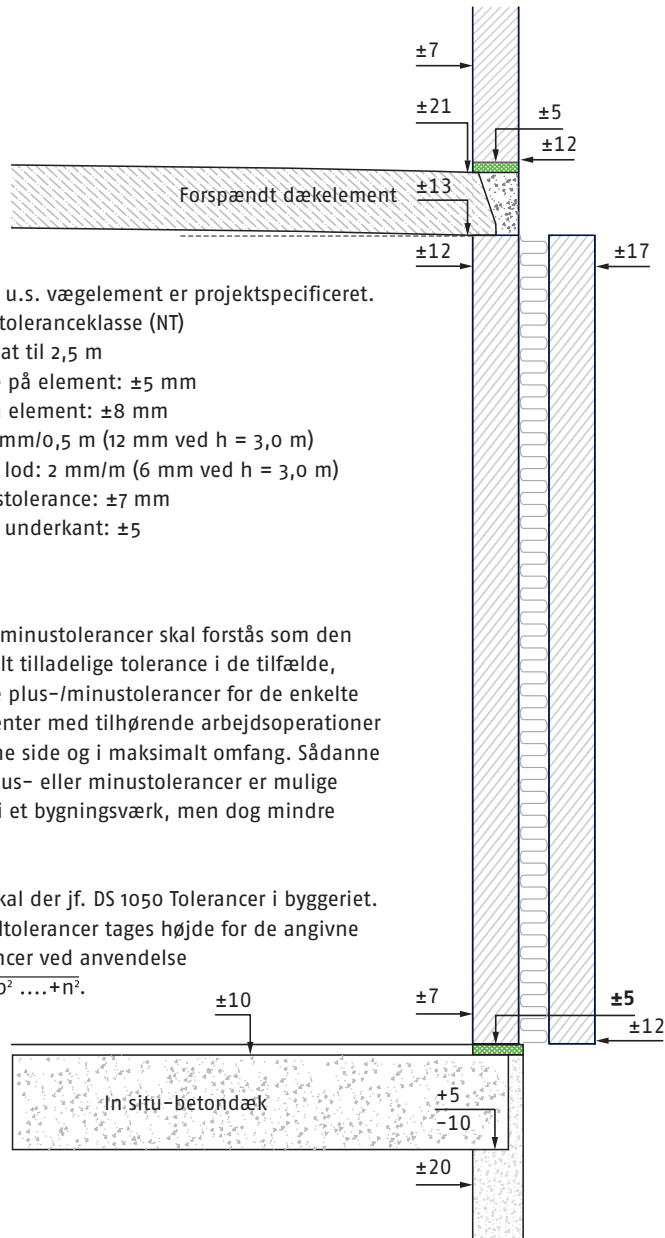
I projekteringen skal der jf. DS 1050 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 \dots + n^2}$ .



#### Eksempel:

Udførelse: Normal toleranceklasse (NT)  
Højde er sat til 2,5 m  
Kotehøjde: +5/-10 mm  
Lodtolerance: 4 mm/m (12 mm ved h = 3,0 m)  
Vandret placeringstolerance: ±10 mm  
Kotetolerance ved underkant: ±5

### A2.1.2b Element, vandret placering, højde og lod



Eksempel: Kote til u.s. vægelement er projektspecificeret.  
 Montage: Normal toleranceklasse (NT)  
 Elementhøjde er sat til 2,5 m  
 Tykkelsestolerance på element:  $\pm 5$  mm  
 Højdetolerance på element:  $\pm 8$  mm  
 Vinkelskævhed: 2 mm/0,5 m (12 mm ved  $h = 3,0$  m)  
 Montagetolerance lod: 2 mm/m (6 mm ved  $h = 3,0$  m)  
 Vandret placeringstolerance:  $\pm 7$  mm  
 Kotetolerance ved underkant:  $\pm 5$

#### 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 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formelen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

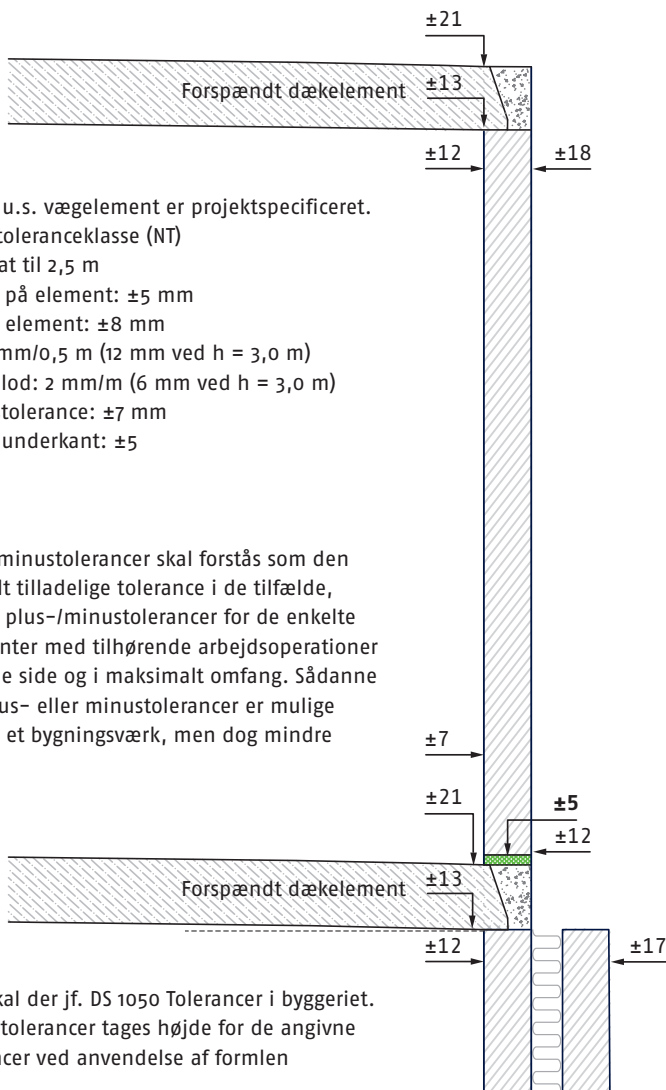
## A2.1.2c Element, vandret placering, højde og lod

Eksempel: Kote til u.s. vægelement er projektspecificeret.  
 Montage: Normal toleranceklasse (NT)  
 Elementenhøjde er sat til 2,5 m  
 Tykkelsestolerance på element: ±5 mm  
 Højdetolerance på element: ±8 mm  
 Vinkelskævhed: 2 mm/0,5 m (12 mm ved h = 3,0 m)  
 Montagetolerance lod: 2 mm/m (6 mm ved h = 3,0 m)  
 Vandret placeringstolerance: ±7 mm  
 Kotetolerance ved underkant: ±5

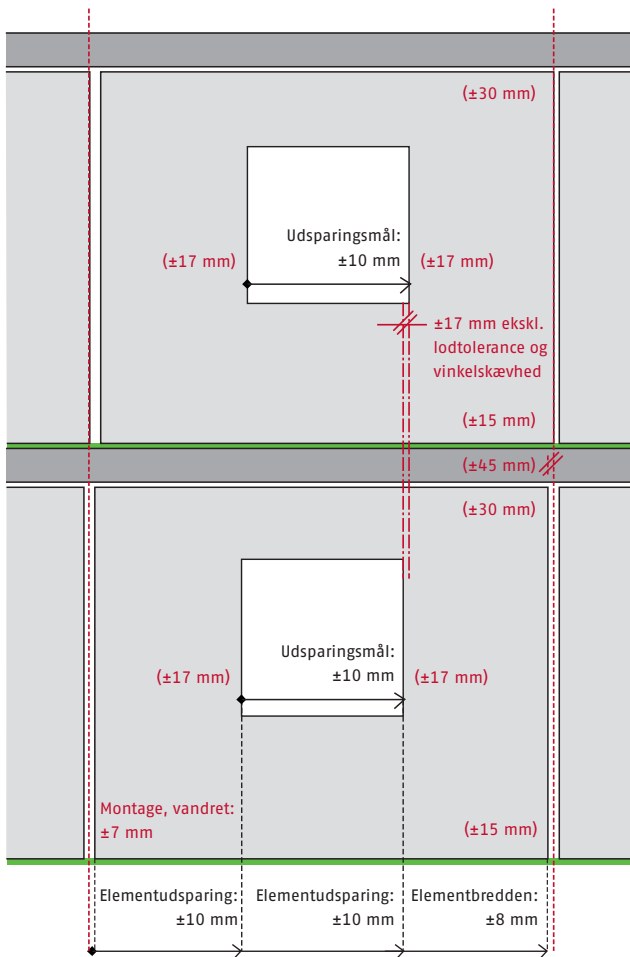
### Bemærkninger

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 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .



### A2.2.2 Udsparinger i vægge, flugt over hinanden inkl. montagetolerancer i vandret plan



#### 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 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

Eksempel: Normal toleranceklasse (NT)

Elementhøjde er sat til 2,5 m

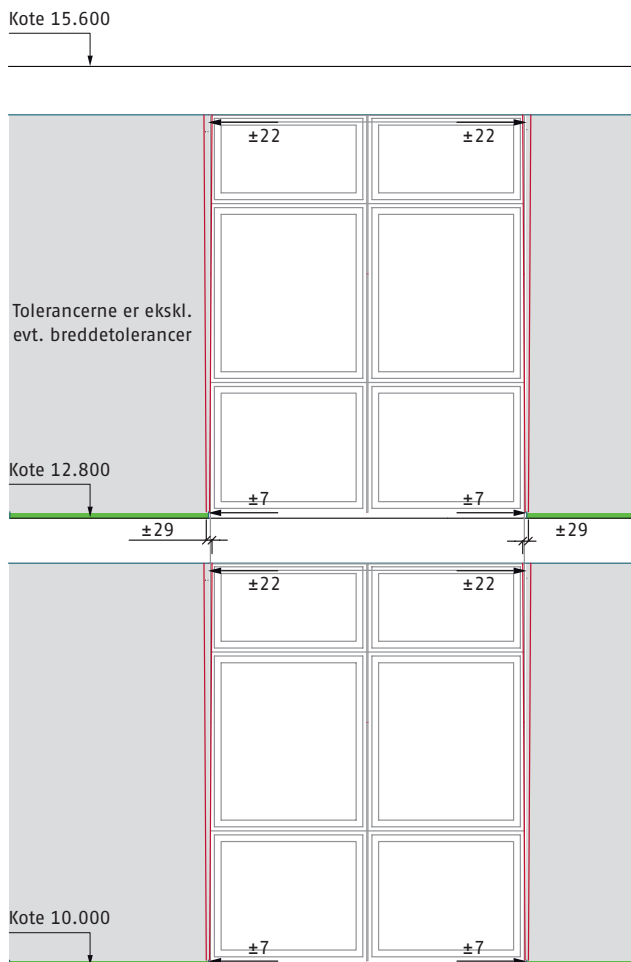
Breddetolerance på element:  $\pm 8$  mm

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:  $\pm 7$  mm

### A2.3.2 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 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maximale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

Eksempel: Normal toleranceklasse (NT)

Elementhøjde ca. 2,5 m

Breddetolerance på element:  $\pm 8$  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:  $\pm 7$  mm

## A2.4.2 Store pladeelementer, forspændte eller med slap armering

Udsparinger i dæk, flugt over hinanden inkl. montage tolerancer i vandret plan, men ekskl. elementets vinkelskævhed.

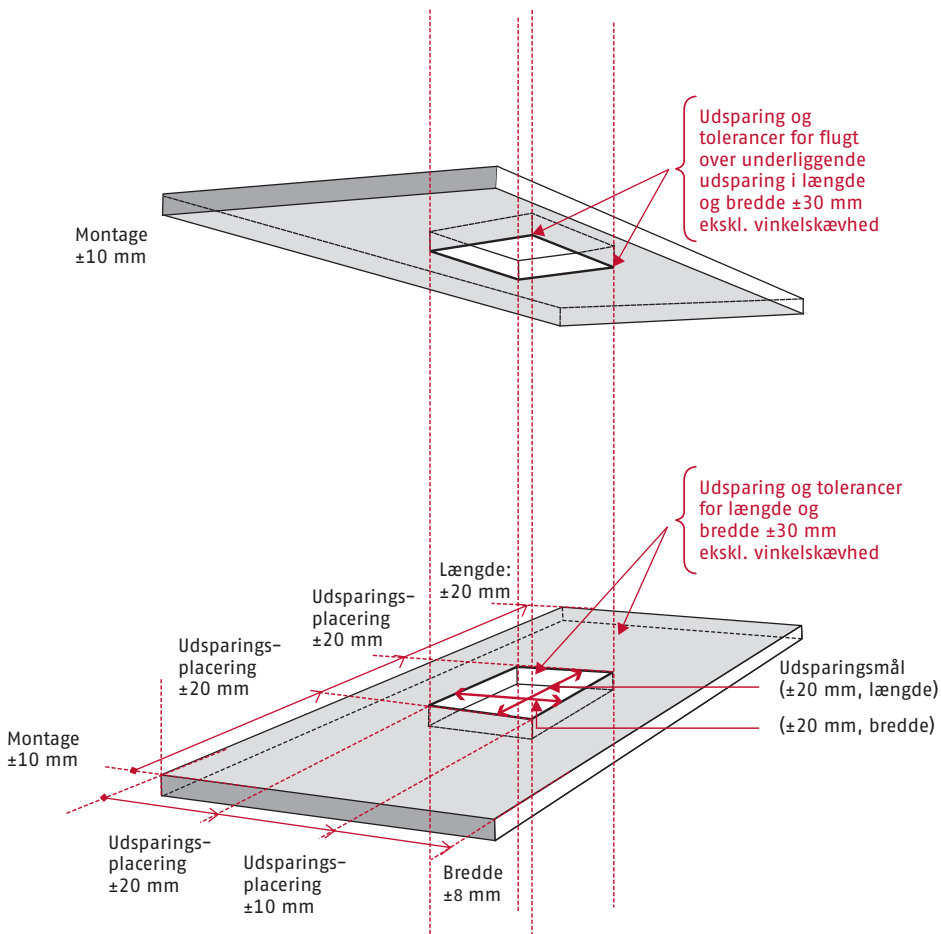
Eksempel: Normal toleranceklasse (NT)

Bredden tolerance på element ved  $B \leq 2,4$  m:  $\pm 8$  mm

Længdetolerance på element ved  $L \leq 14,4$  m:  $\pm 20$  mm

Vinkelskævhed:  $L > 1$  m, 2 mm/0,5 m (10 mm ved  $h = 2,5$  m)

Montage, vandret placeringstolerance:  $\pm 10$  mm



### Bemærkninger (til A2.4.2)

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 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maximale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

## B1 Kontrol af vandretthed

### 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

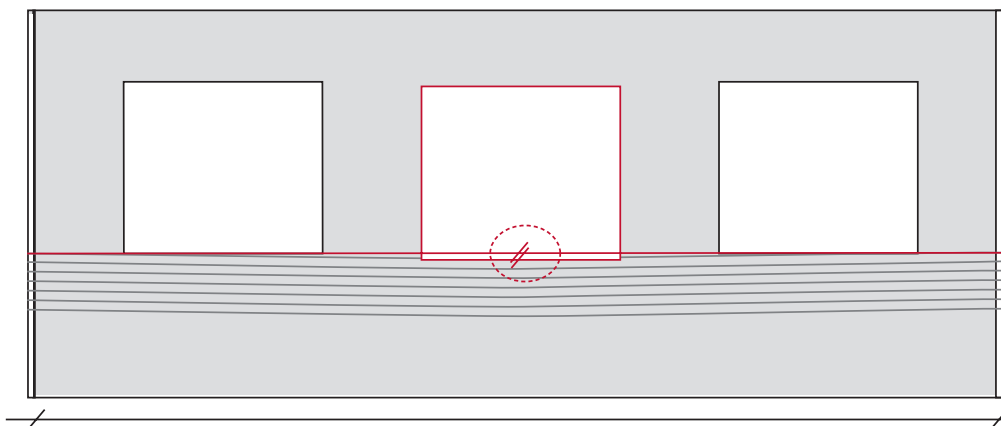
≤ 20 m

Vandret flugt, op/ned, måles med snor.

> 20 m

Måles ved nivellement.

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



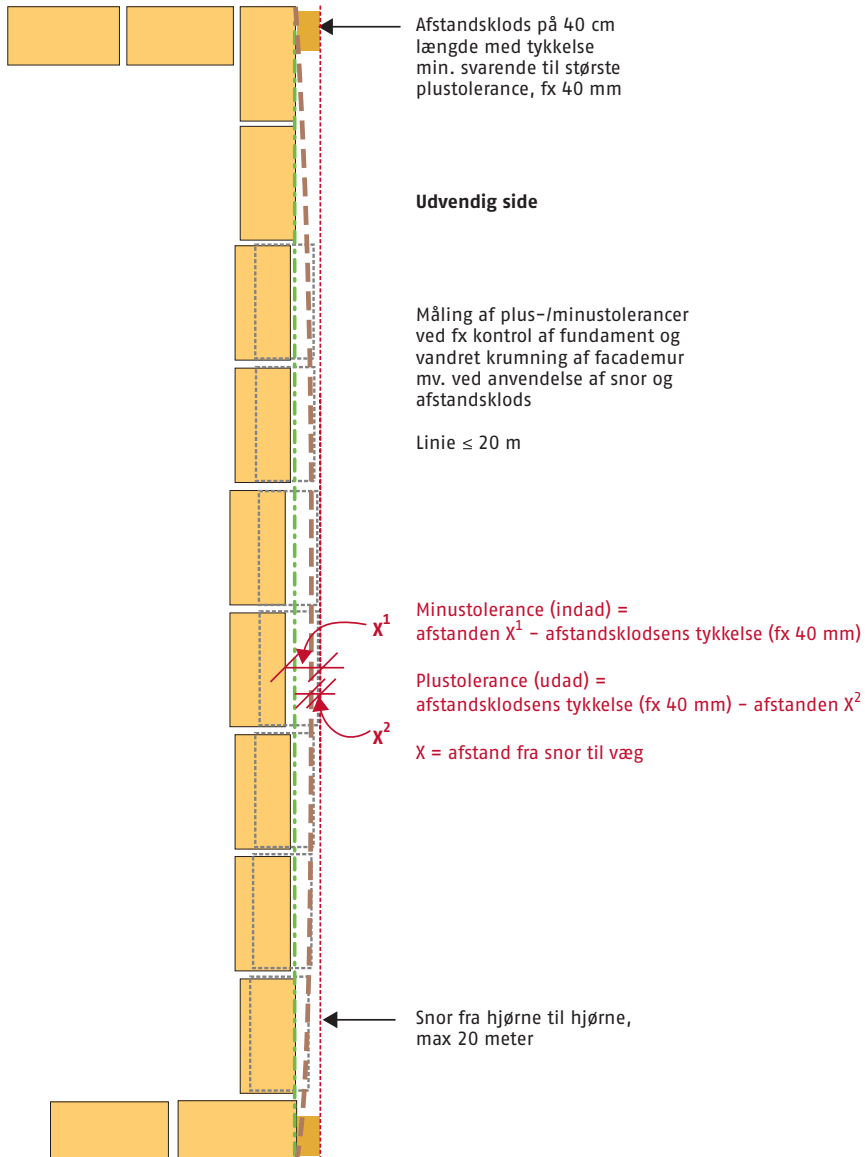
Vandret flugt med snor, max 20 meter  
Ved > 20 m anvendes nivellement

### 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.





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

Mål afsættes ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på opstalt.  
Metode: Nivellement.  
Se figur A2.1.2a-c.

### C2 Kontrol af tolerancer for monterede elementer i højden

Elementer afsættes til underside, hvis andet ikke er anført.  
Metode: Nivellement.  
Se figur A2.1.2a-c.

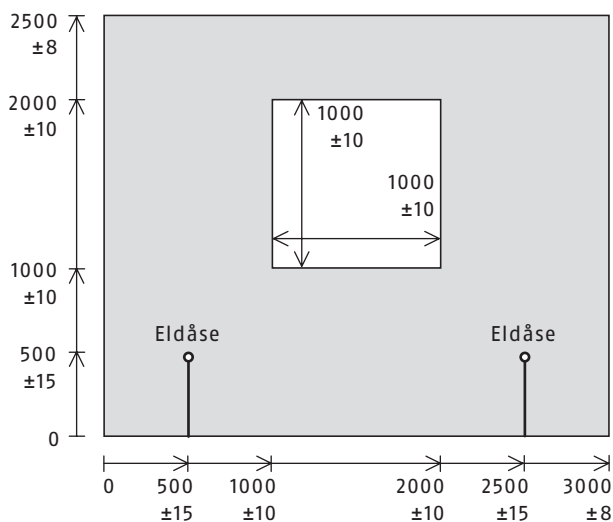
### C3 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter

Bygninger ≤ 2 etager: Stålbåndmål eller nivellement.  
Bygninger > 2 etager: Nivellement.

### D1 Kontrol af måltolerancer for enkelte elementer

Måltolerancer kontrolleres ud fra fortløbende målsætning i forhold til fastlagt nulpunkt på elementet. Fremgangsmåden er generel for alle elementtyper.

#### D1.2 Eksempel på måltolerancer for det enkelte element (alle mål er i mm)



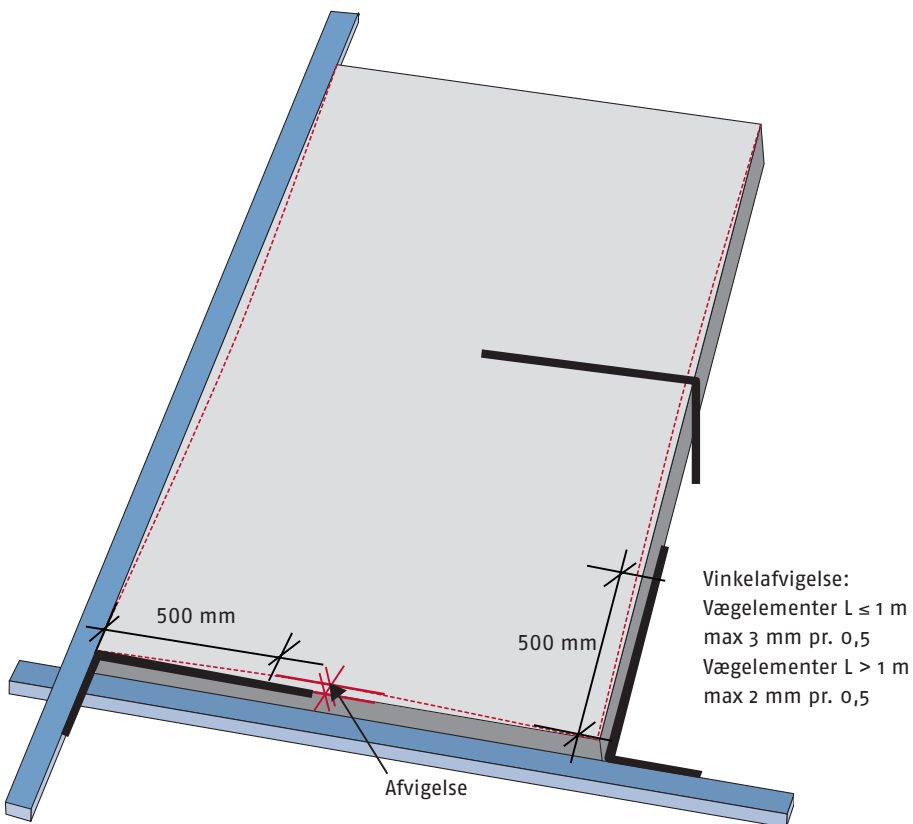
I projekteringen skal der jf. DS 1050 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen  $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$ .

### D2 Vinkelrethed på enkelte elementer

Kontrol af vinkelmål foretages i overensstemmelse med tegning.

#### D2.2 Eksempel på opmåling af vinkelrethed

Kontrol af vinkelrethed på enkelte støbte/producerede elementer foretages ved hjælp af en retskinne lagt på kant af element og en vinkel med min. et ben på 0,5 m.



### D4 Kontrol af afrunding og afskalling

Måles med stålvinkel i henhold til projektspecifikation.

### D5 Kontrol af elementaffasning

Måles med målestok i henhold til projektspecifikation.

### E1 Kontrol af tolerancer for montage af elementer i lod

Måles med 2 m eller 1 m lodstok. Se figur A2.1.2a-c, A2.2.2 og A2.3.2.

### E3 Kontrol af lodrethed

#### *Bygningsdel*

Måles med 2 m eller 1 m 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  $\geq$  2 etager: Måles med teodolit/totalstation.

### F1 Måling med retskinne

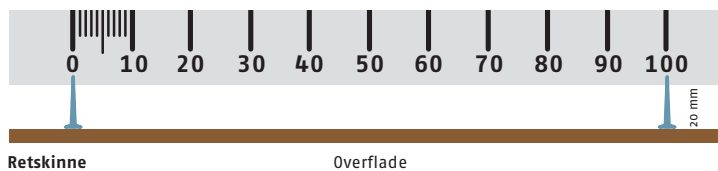
Målemetode nr. 5 jf. bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

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

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

Ved præcisionsmåling anvendes retskinne og målekile af aluminium.

**Ved overflader af beton** anvendes retskinne på 1 m med 20 mm afstandsholder og målekile.

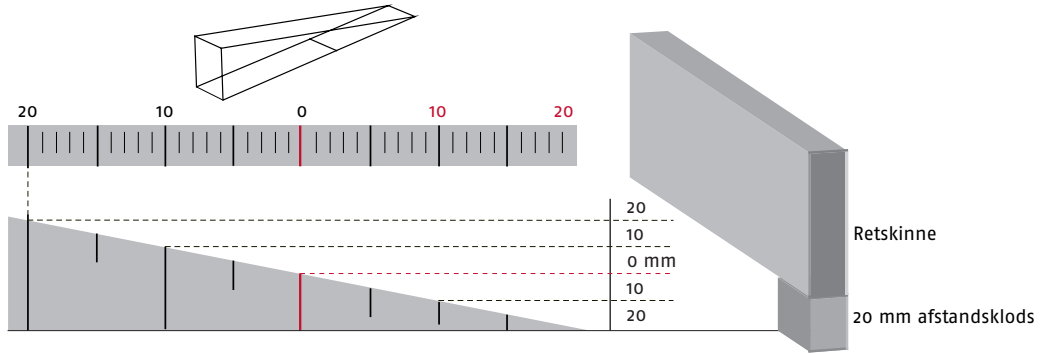


Retskinnen bør være af aluminium og have en bredde og højde på 1,5 x 10 cm samt en længde på 105 cm. Retskinnen skal være forsynet med 2 ben, der har en indbyrdes afstand på 100 cm. Benene skal have en højde på 20 mm.

#### Sådan bruges en retskinne

Retskinnen anbringes med benene skønsomt vinkelret på den aktuelle flade. Med målestokken måles afstanden fra retskinnens 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.

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.

### Eksempler på brug af retskinne

I det følgende vises en række eksempler på, hvordan man bruger en retskinne, når man kontrollerer planhed og planhedsafvigelser.

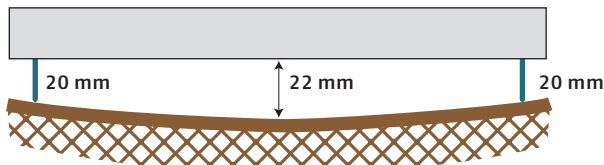
Emne	Eksempler
Planhed generelt	F2.1
Lokale planhedsafvigelser	F3.1-2
Planhedsafvigelser ved samlinger (væg)	F4.1-2
Planhedsafvigelser ved samlinger (dæk)	F5.1

### F2 Kontrol af planhed generelt

Målemetode nr. 5 jf. bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

#### F2.1 Planhed generelt

Planhed generelt måles med 1 m retskinne, jævnt stigende/jævnt faldende, max 1:100. Dvs. at kravet fx er opfyldt, ved krav  $\pm 3$  mm, hvis målene er min. 17 mm og max 23 mm. Krav: iht. B0-klasse.

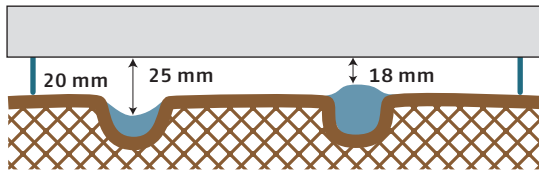


### F3 Lokal planhedsafvigelse

Målemetode nr. 5 jf. bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

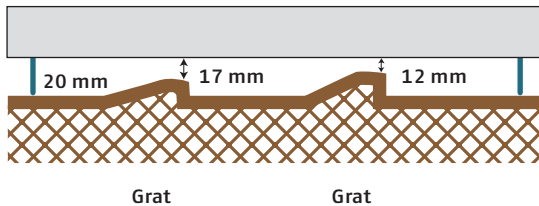
#### F3.1 Lokal planhedsafvigelse

Planhed generelt måles med 1 m retskinne. Krav: iht. B0-klasse.



#### F3.2 Lokal planhedsafvigelse

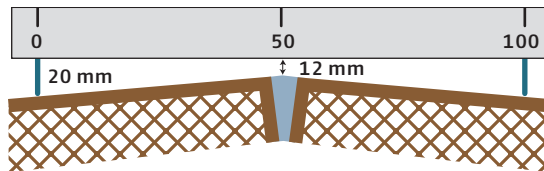
Planhed generelt måles med 1 m retskinne. Krav: iht. B0-klasse.



### F4 Planhedsafvigelse ved samlinger (væg)

#### F4.1 Planhedsafvigelse ved samlinger (væg)

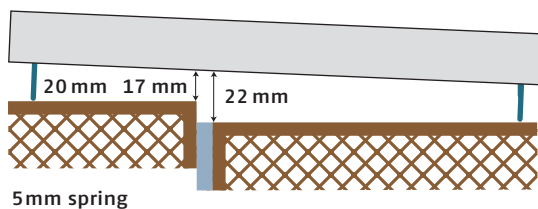
Krav: Planhedsafvigelse ved samlinger max 5 mm målt med 1 m retskinne, jævnt stigende/jævnt faldende, max 1:100. Dvs. at kravene er opfyldt, hvis målene er min. 15 mm og max 25 mm.



Spring mellem flader kan være i konflikt med den normale overfladebehandling. Der henvises til kapitel 4 Øvrige forhold.

#### F4.2 Planhedsafvigelse ved samlinger (væg)

Krav: Planhedsafvigelse ved samlinger max 5 mm målt med 1 m retskinne, jævnt stigende/jævnt faldende, max 1:100. Dvs. at kravene er opfyldt, hvis målene er min. 15 mm og max 25 mm.



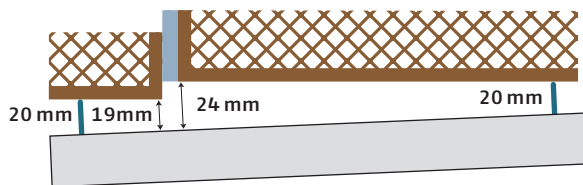
Spring mellem flader kan være i konflikt med den normale overfladebehandling. Der henvises til kapitel 4 Øvrige forhold.



### F5 Planhedsafvigelse ved samlinger (dækunderside)

#### F5.1 Planhedsafvigelse ved samlinger (dæk)

Krav: Planhedsafvigelse ved samlinger max 5 mm målt med 1 m retskinne, jævnt stigende/jævnt faldende, max 1:100. Dvs. at kravene er opfyldt, hvis målene er min. 15 mm og max 25 mm.



5 mm spring

Spring mellem flader kan være i konflikt med den normale overfladebehandling. Der henvises til kapitel 4 Øvrige forhold.

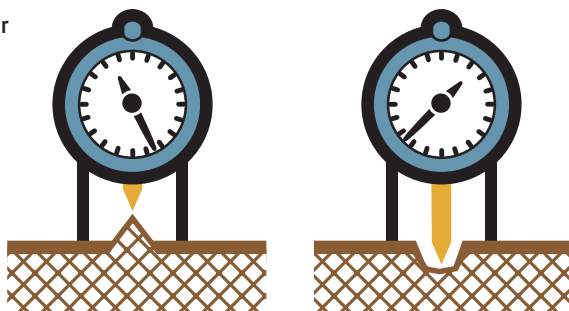
### F6 Højdemåling og dybdemåling med måleur ved beton

Målemetode nr. 6 jf. bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

Hvis overfladen i øvrigt er jævn og glat, kan stedvise afvigelser måles ved hjælp af mikrometer-måleur med to faste og et bevægeligt ben. Måleområde ca. ±10 mm.

(Om forskellen mellem toppe, grater og porer; se ordforklaringen i bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

#### F6.1 Måleur



### I2 Visuel bedømmelse

Målemetode nr. 1 jf. bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

**Anvendelse:** Generelt ved kontrol af betonoverflader, såvel ved fremstilling som leverance.

Visuel bedømmelse omfatter vurdering af:

- Planhed
- Lokal planhedsafvigelse
- Spring
- Porestørrelse og antal
- Afsmitning.

For de enkelte bygningsdele/flader benyttes følgende fremgangsmåde:

- **Gulve** betragtes i medlys i en øjenhøjde på ca. 170 cm over fladen og i en vinkel på 45 grader. Bedømmelse sker i dagslys.
- **Lofter** betragtes i medlys i en øjenafstand til loftet på ca. 150 cm og i en vinkel på 45 grader. Bedømmelse sker i dagslys.
- **Vægge** betragtes i medlys i en øjenafstand fra væggen på ca. 150 cm og i en vinkel på 45 grader. Bedømmelse sker i dagslys.

I tilfælde af tvivl om overholdelse af krav anvendes kontrolmetode 2–6 i bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol for en nærmere analyse, alt efter hvilke krav, der rejses tvivl om.

Der må generelt forudses strukturforskelle på overfladerne og farveforskel såvel elementer imellem som inden for den enkelte flade/det enkelte element. Overflader støbt mod glat form kan udvise krakeleringer og kalkudblomstringer i et vist omfang.

### J1 Undersøgelse af afsmitning ved aftørring

Målemetode nr. 6. jf. bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol.

En overflade, der smitter væsentligt af, når man gnider på den, har ringe overflade-fasthed og kan komplicere malebehandling. For at bedømme graden af afsmitning benyttes metode SIS 18 41 97. Elementets overflade skal være tør, før der kan foretages en prøve.

Som hjælpemiddel benyttes rent, sort og blødt bomuldsstof.

Fremgangsmåde:

- Støv fjernes med støvkost eller støvsuger.
- Stoffet foldes og lægges omkring en finger, hvorefter det føres med et jævnt let tryk hen over den aktuelle flade. Førings sker en gang og i en bane på ca. 25 cm.

Afsmitningen bedømmes i 3 afsmitningsgrader:

- "Væsentlig" – svarende til tydelig hvid/gråfarvning af stoffet.
- "Uvæsentlig" – svarende til svag gråtoning af stoffet, som ikke øges afgørende ved gentagelse af gnidningen mod den prøvede flade.
- "Ingen."

### K1 Måling af fugtindhold

Ved måling af fugtindholdet i elementer er veje-tørre-metoden referencemetode. For at finde stedet, hvor prøven til denne måling skal foretages, kan man finde det mest fugtige sted med en fugtindikator eller en RF-måling.

#### **Veje-tørre-metoden**

På et repræsentativt sted udbores en prøve (60–100 mm i diameter) ved tørborring. Prøven emballeres umiddelbart herefter i en tæt plastpose og transporteres til laboratoriet, hvor prøven vejes og tørres i et varmeskab ved 105° C til konstant vægt. Prøven vejes igen, og fugtindholdet bestemmes. Metoden er den mest præcise og er referencemetode for andre målemetoder.

#### **Fugtindikator (Gann-måling)**

Fugtindikatoren er et lille, elektrisk instrument forsynet med en kugleformet måle-sonde (kuglehoved). Kuglehovedet holdes mod elementet, og instrumentets display viser et relativt tal. Med kendskab til betonens middeldensitet kan fugtindholdet bestemmes ved tabelopslag. Metoden er ikke helt præcis.

#### **RF-måling**

Princippet i RF-måling er, at den relative luftfugtighed måles i et boret hul i elementet. Ved hjælp af sorptionskurver omsættes den aflæste relative luftfugtighed til fugtindholdet i elementet. Metoden er følsom over for svingninger i temperatur. Under ideelle forhold er resultaterne pålidelige.

### Litteraturliste

#### **Adsorptionstørring**

Adsorptionstørring er en meget anvendt metode, der bl.a. praktiseres af følgende landsdækkende firmaer:

- ISS Damage Control. Se [www.iss.dk](http://www.iss.dk), søg på "affugtning"
- Munters Fugtteknik A/S. Se [www.munters.dk](http://www.munters.dk)

#### **bips – Byggeri, informationsteknologi, produktivitet, samarbejde**

bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol. 2007.

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

#### **Dansk Standard**

- DS 411 Norm for Betonkonstruktioner
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner med tilhørende tillæg
- DS 1003 Vinduer. Modulmål. (Annekset)
- DS 1050 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer

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

#### **Betonelement-Foreningen**

EI-indstøbninger i elementer af beton og letklinkerbeton

Kan downloades på [www.bef.dk](http://www.bef.dk)

#### **Malerfagligt Behandlingskatalog (MBK)**

MBK – Malerfagligt Behandlings Katalog, Teknologisk Institut

MBK kan mod betaling ses i en online-version på [www.teknologisk.dk/byggeri/mbk](http://www.teknologisk.dk/byggeri/mbk)

#### **Teknologisk Institut, Beton. September 2006. Vejledning i udtørring af beton**

\* 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

#### **B0**

Forkortelse i bips A24 Betonoverflader – Specifikation, krav og kontrol. 2007.

#### **CL**

Centerlinie.

#### **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.

#### **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.

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

Overside.

#### **Paselement**

Et paselement er et specielt fremstillet element med en bredde svarende til, hvad der mangler i at fylde dækket ud. Altså, hvis dækkets samlede bredde ikke går op med standardelementer, må man støbe et paselement.

#### **Planhed generelt**

Planhed generelt angår afvigelsen fra plan flade inden for en formflades afgrænsning eller inden for et elements afgrænsning. Generel planhed angives som jævnt stigende/jævnt faldende afvigelse fra 1 m retskinne. Definitionen bygger på, at de hældninger, der forekommer som følge af jævnt stigende eller jævnt faldende afvigelser fra retskinnen, altid er mindre end 1:100. Jævnt stigende/jævnt faldende er forklaret under kontrolmetode F2 Planhed generelt og F4 Planhedsafvigelse ved samlinger (væg).

#### **Planhedsafvigelser ved elementsamlinger**

Planhedsafvigelser ved elementsamlinger angår planhedsafvigelser som følge af fx tykkelsesforskelle mellem elementer, elementmontage ol. Disse planhedsafvigelser

kan specificeres enten som bratte afvigelser eller som jævnt stigende/jævnt faldende afvigelser. Den sidste form bør kombineres med angivelse af, hvilken stigning (eller fald) der ønskes på udspartlingen af samlingerne. Den bratte afvigelse ved samlinger måles som niveauforskellen mellem de to sider af samlingen.

**Revner**

Revner er betegnelsen for utilsigtede regelmæssige eller uregelmæssige spalter med en dybde, der som regel ikke kan måles.

**RF**

Relativ luftfugtighed.

**Spring ved form- eller elementsamlinger**

Spring er planhedsafvigelser som følge af tykkelsesforskelle/spring i formen. Planhedsafvigelse specificeres som bratte spring.

**U.s.**

Underside.

**Vandcementtal (v/c-forhold)**

v/c står for vandcementtal, altså forholdet mellem mængden af vand og cement, hvilket er meget afgørende for betonens kvalitet.

### 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 udbudsmaterialet 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.danskbyggeri.dk](http://www.danskbyggeri.dk) under Erhvervsteknik.



## Hvor går grænsen?

Beton – in situ, elementer og montage

*Tolerancer 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: Montagebureauet ApS  
Tekstass.: [www.selvskrevet.dk](http://www.selvskrevet.dk)  
Foto: Ricky John Molloy  
Tryk: Kailow Graphic A/S  
Oplag: 2.430  
ISBN: 978-87-92008-05-3



- 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.