

Hvor går grænsen?

Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader

Tolerancer og overfladespecifikationer



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

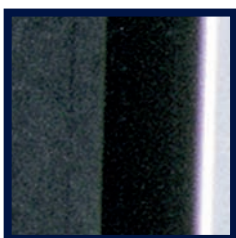
Forudsætninger for malebehandling og kontrolmetoder

Hvor går grænsen?

Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader

Tolerancer og overfladespecifikationer

1. version / marts 2007



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

TOLERANCER

Udvendige arbejder

1. Facader	14
1.1 Lette facadeelementer	14
1.1.1 Træelementer	16
1.1.2 Udsparinger	17
1.1.3 Montage	18
1.2 Let facadekonstruktion (in situ)	20
1.3 Facader med træ eller stålskelet på underlag af beton, mur mv.	23

2. Beklædning og facadepartier	25
2.1 Udvendige beklædninger på træ eller stålskelet	25
2.2 Facadepartier af glas/træ og glas/aluminium	28

3. Tagkonstruktion	32
3.1 Tagkonstruktion	32
3.1.1 Murrem	32
3.1.2 Træelementer (præfabrikerede tagkassetter) – udsparinger og montage	33
3.1.3 Præfabrikerede spær – elementer og montage	37
3.1.4 Bjælkespær – spær og montage	39
3.1.5 Lægter	41

Indvendige arbejder

4. Gulvkonstruktioner	42
4.1 Bjælkelag	42
4.2 Gulve	44
4.2.1 Trægulve (på strøer og bjælkelag)	44
4.2.2 Gulve på betonelementer (til limede eller svømmende trægulve, tæpper og elastiske gulvbelægninger)	46
4.2.3 Cement- eller anhydritbaseret undergulv til limede eller svømmende trægulve, tæpper og elastiske gulvbelægninger	48

5. Vægge, lofter, døre og snedkerpartier	50
5.1 Indvendige vægge og beklædninger på træ eller stålskelet	50
5.2 Lofter	52
5.3 Indvendige døre og snedkerpartier	54

6. Vinkelrethed	57
6.1 Vinkelrethed af rum	57

KONTROLMETODER

Oversigt	58
A Vandrette afsætningsmål	
A1: Vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier	60
A2: Måltolerancer for monterede elementer	61
B Vandrethed	
B1: Vandrethed	65
B2: Flugt i vandrette linier	65
B5: Gulvflader	67
C Lodrette afsætningsmål	
C1: Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål	67
C2: Tolerancer for monterede elementer i højden	67
C3: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter	67
C4: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage ...	68
C5: Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt i rum	69
C6: Centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele	69
D Elementer	
D1: Måltolerancer for enkelte elementer	70
D3: Vinkelrethed på enkelte lette træelementer	70
E Lodtolerancer	
E1: Montage af elementer	71
E2: Montage af elementer < 2 m og < 1 m	72
E3: Lodrethed	73
E4: Flugt i lodret linie	73
F Planhed og planhedsafvigelse	
F1: Måling med retskinne	73
F7: Flader med mellemrum, fx ved spær, lægter og gulvstrøer	74
F8: Gulve jf. GSO-metode	76
G Rethed	
G1: Rethed	77
G2: Nedbøjning	77
G3: Krumning	78
H Vinkelrethed	
H1: Rum	79
H2: Udadgående hjørner på vægge > 2 m	79
H3: Udadgående hjørner på vægge ≤ 2 m	79
I Visuel bedømmelse	
I2: Trægulve samt klinke- og flisegulve	81
I3: Vægge med beklædning af gips, krydsfiner eller træ	81
K Fugt	
K2: Fugtindhold i træ	81
Litteraturliste	82
Ordforklaringer	83
Bilag 1: Notat om sikring af kvalitet i byggeriet	84

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.

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

København, marts 2007



Povl Christensen
Formand



Jens Klarskov
Adm. direktør

Fagligt forord

Denne håndbog er en del af Dansk Byggeris projekt om tværfaglige tolerancer i nybyggeriet, der har til formål at forebygge konflikter som følge af forskellige opfattelser af kvalitetsniveauet for et byggearbejde – herunder ved overgang fra én entrepris 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.

Hvor går grænsen mellem projekt, producent og montør/udførende?

Håndbogen er opdelt i afsnit for hver enkelt bygningsdel, der behandles i bogen. Hvert afsnit beskriver forudsætningerne for arbejdets tolerancemæssige udførelse, herunder:

- Forventninger til andre fags udfaldskrav og konditioner
- Egne fags forudsætninger, ind- og udfaldskrav
- Supplerende bemærkninger.

Håndbogen fastlægger med andre ord grænserne mellem fx elementleverandør, tidlige arbejder og efterfølgende arbejder sammenholdt med eget fags arbejder.

I kapitlet om *kontrolmetoder* på side 58 findes en beskrivelse af de metoder, som fagene er enige om egner sig til at kontrollere det aftalte niveau for kvaliteten.

Toleranceklasser

Dansk Byggeris tolerancehåndbøger opererer generelt med tre toleranceklasser:

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

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

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

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

LT: Lempet toleranceklasse = 10 %

NT: Normal toleranceklasse = 80 %

ST: Skærpet toleranceklasse = 10 %

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

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

Hvad er med?

Håndbogen omfatter vægge, tagkonstruktioner, dæk, ud- og indvendige overflader – herunder også gulve – kompletterende arbejder som vindues- og facadelukninger samt snedkerarbejder mv.

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

Hvad er ikke med?

I denne udgave af håndbogen er ikke medtaget:

- Porebetonelementer og montage heraf
- Stålkonstruktioner og montage heraf
- Visuelle trækvaliteter.

Vedr. overfladebehandling på ud- og indvendige overflader henvises til *Hvor går grænsen? Malerfaget*.

Ansvarsforhold

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

Ved fagentreprise er det således den enkelte fagentreprisen 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, fagentrepriserne skal klare indbyrdes.

Forudsætninger

Forhold til andre fag

For tømrer-, træelementer-, snedker-, gulv- og glas-alu-arbejder gælder, at næsten alle arbejder udføres på et underlag, der er produceret, monteret eller udført af andre fag. Hvis tømrer-, træelementer-, snedker-, gulv- og glas-alu-arbejder skal indfri de stillede krav, er det derfor en vigtig forudsætning, at der er overensstemmelse mellem de indfaldskrav, der er nødvendige for disse fag, og de forudgående fags udfaldskrav.

Forudsætninger for udvendige arbejder

- Alt træ til konstruktioner forudsættes at have 18 % \pm 2 % træfugt
- Alt træ til udvendig beklædning forudsættes at have 18 % \pm 2 % træfugt
- Alt træ til udvendige døre og vinduer forudsættes leveret i overensstemmelse med Vinduesindustriens Tekniske Bestemmelser.

Forudsætninger for indvendige arbejder

- Alt træ til indvendig beklædning forudsættes at have 8 % \pm 2 % træfugt
- Alt træ til indvendige døre og vinduer forudsættes leveret i overensstemmelse med Tekniske Bestemmelser for Dansk Dør Kontrol
- Alt træ til snedkerarbejde forudsættes at have 8 % \pm 2 % træfugt
- Træ til underlag for gulve, ekskl. bjælkelag og gulve, forudsættes at have 10 % \pm 2 % træfugt
- Bjælkelag forudsættes at have 18 % \pm 2 % træfugt ved indbygning
- Gulvbelægninger forudsættes at have 8 % \pm 2 % træfugt
- Alt indvendigt arbejde forudsættes udført i lukkede, opvarmede og udtørrede bygninger.

Mulige konfliktområder

Der kan være konflikt mellem tømrer- og snedkerarbejdets udfaldskrav og malerfagets indfaldskrav:

- hvor der pga. udtørringssvind over tid (i byggeperioden) af fugt i de bagvedliggende konstruktioner ikke er overensstemmelse mellem udfalds- og indfaldskrav til fx planhed
- hvor der ikke er overensstemmelse mellem definitioner på trækvaliteter (almindelige handelsvarer) som udfaldskrav og malerfagets indfaldskrav til de aktuelle malebehandlinger.

Ydelsesfordeling

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

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

Den specifikke fordeling af ydelser for arbejder på de enkelte bygningsdele uddybes i det følgende.

Historik

Dette er den første udgave af *Hvor går grænsen? Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader*, som udkom i 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

TOLERANCER · Udvendige arbejder

1. Facader

1.1 Lette facadeelementer

Forudsætninger

En facadekonstruktion kan enten bestå af lette facadeelementer alene, eller også kan de lette elementer indgå i en samlet let konstruktion, fx som en del af facaden i en beton- eller stålkonstruktion. I begge tilfælde gælder det, at der skal vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx normal eller skærpet toleranceklasse (NT eller ST), der sikrer overensstemmelse mellem bygningsdelene.

Mulige konfliktområder

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

- Montage af større gennemgående vinduespartier over flere etager
- Målfølsomme indvendige bygningsdele som trapper, elevatorer, branddøre mv.
- Indvendigt gulvarbejde, herunder fastlæggelse af højder og etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer
- Placering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion.

Derfor er det nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng. Hvor det er nødvendigt, anvendes skærpet toleranceklasse (ST).

Anbefalinger

- I skærpet toleranceklasse (ST) afsættes og monteres i forhold til eventuelle gennemgående åbninger i facaden for at sikre flugt og lod, og der skal indregnes større fugeafstande (15–20 mm) mellem og under facadeelementer for at kunne optage produktions- og montagetolerancerne
- Det foreslås i toleranceklasserne normal og skærpet (NT og ST), at elementer målsættes og produceres efter et (x, y) koordinatsystem, dvs. ud fra et 0-punkt, for at minimere fejlforsætning og toleranceafvigelse.

Beskyttelse mod fugt

- **Producenten** skal sikre, at fugtforholdene i elementerne er korrekte frem til levering på byggepladsen, dvs. under produktion, oplagring og transport.
- **Montøren** skal sikre elementerne mod fugtpåvirkning ved en evt. kortvarig oplagring på byggepladsen samt under og efter indbygning.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinere og projekttere, så der tages hensyn til element-, udsparrings- og montagetolerancer ved vinduers og facadepartiets flugt vandret/lodret • Sikre i projekt- og overordnet procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning • Krav til udfyldning af fuger mellem væg/væg og væg/dæk, herunder valg af materialer • Krav til max fugt i elementer • Valg af overflade ud- og indvendig • Valg af udfaldskrav til ud- og indvendig overflade • Beskrive evt. malebehandling til ud- og indvendig overflade og forventet udfald heraf
Elementleverandør	<ul style="list-style-type: none"> • Levere elementer, der opfylder de fastlagte krav til det enkelte element
Elementmontage (tømrer)	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre montage, der opfylder kravene til de færdigmonterede elementer • Færdigkomplettering på facaden, herunder ud- og indvendig overflade samt evt. vindues- og facadepartier
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre malerarbejdet i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

1.1.1 Træelementer

Forudsætninger

Se Forudsætninger under 1.1 Lette facadeelementer, side 14.

Udfaldskrav: Fremstilling af facadeelementer i træ

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Længde/højde					
0-3,6 m	±5 mm	±4 mm	-	D1	Målebånd
3,6-7,2 m	±7 mm	±6 mm	-		
> 7,2 m	±8 mm	±6 mm	-		
Bredde					
< 2,4 m	±3 mm	±3 mm	-	D1	Målebånd
Ribbehøjder					
< 200 mm	±2 mm	±2 mm	-	D1	Skydelære/ målestok
> 200 mm	±1,5 %	±1,5 %	-		
Krydsmaal (vinkelrethed)					
0-3,6 m	±5 mm	±5 mm	-	D3	Vinkel og målebånd
3,6-7,2 m	±5 mm	±5 mm	-		
> 7,2 m	±7 mm	±5 mm	-		
Krumning					
> 2 m	±5 mm	±5 mm	-	G1	Retskinne

Bemærkning

DS 413 Norm for trækonstruktioner angiver ingen måltolerancer.

1.1.2 Udsparinger

Forudsætninger

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

Anbefalinger

- Det anbefales at øge udsparinger til vinduer og døre med +10 mm i forhold til det normale hulmål for at imødegå tolerancer 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 monteres udligningsplader, der indmåles og monteres efter elementmontagen
- Se endvidere Forudsætninger under 1.1 Lette facadeelementer, side 14.

Udfaldskrav: Udsparinger

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Placering	±10 mm	±8 mm	-	D1	Målebånd
Udsparing	±8 mm	±6 mm	-		
Krydsmål	-	±5 mm	-		
El-indbygning	±12 mm	±10 mm	-		

Bemærkninger

Der er konflikt mellem Træelementbranchens tolerancer og annekset til DS 1003. Vinduer. Modulmål. Det kan derfor anbefales, at der anvendes tolerancer fra normal toleranceklasse (NT).

1.1.3 Montage

Forudsætninger

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.

Placering af fundamenter

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

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

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

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

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

Indstøbninger i fundamenter

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

NT (normal toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier: ± 8 mm.

ST (skærpet toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier: ± 5 mm.

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

Egne arbejder

I skærpet toleranceklasse (ST) afsættes og monteres i forhold til evt. gennemgående åbninger i facaden for at sikre flugt og lod. Der skal indregnes større fugef afstande (15–20 mm) mellem og under facadeelementer for at kunne optage produktions- og montage tolerancerne.

Udfaldskrav: Montage

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Placering i plan	-	±5 mm	-	A1 A2	Målebånd
Kote: o.s.	-	±5 mm	-	C1	Nivellement
Lod	-	2 mm/m	-	E1	Lodstok
Særlige bemærkninger	Se fodnote 1)	Se fodnote 2)	Se fodnote 3)		

- 1) Mindstekrav dvs. gældende DS- og normkrav eller frivillige branchekrav for det udførende fag i den pågældende toleranceklasse overholdes. Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet i forslaget.
- 2) De angivne tolerancer er ekskl. produktionstolerancer. Det forudsættes, at der anvendes fugef afstande på mellem 10 og 15 mm (neutralzone).
- 3) I ST afsættes elementer i forhold til gennemgående åbninger i facaden, og der skal indregnes større fugef afstande mellem og under facadeelementer.

Bemærkninger

- DS 413 Norm for trækonstruktioner angiver ingen tolerancer for lod-, ret- eller planhed
- Montøren skal sikre elementerne mod fugtpåvirkning ved en evt. kortvarig oplagring på byggepladsen samt under og efter indbygning. Ved langvarig oplagring er der risiko for angreb af skimmelsvamp.

1.2 Let facadekonstruktion (in situ)

Forudsætninger

Mulige konfliktområder

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

- Montage af større gennemgående vinduespartier over flere etager
- Målfølsomme indvendige bygningsdele som trapper mv.
- Indvendige vægoverflader, herunder forventet udfaldskrav.

Hvor det er nødvendigt med skærpede tolerancer for efterfølgende arbejder, er det nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng, fx ved at anvende tolerancer fra ST.

Afsætning og kontrol af mål

Det forudsættes, at alle mål 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.

Fundamenter

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

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

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

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

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

Indstøbninger i fundamenter

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

NT (normal toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier: ± 8 mm.

ST (skærpet toleranceklasse): Placering i forhold til centerlinier: ± 5 mm.

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

Egne arbejder

Lette facader udført in situ kan indgå i primært og sekundært byggeri.

- Ved sekundært byggeri forstås lader, udhuse, carporte ol. Her kan anvendes toleranceklasserne LT, NT og ST (lempet, normal og skærpet)
- Ved primært byggeri forstås byggeri til bolig, erhverv samt offentligt byggeri mv. Her kan anvendes toleranceklasserne NT og ST (normal og skærpet).

Ved en konstruktion, der alene består af en let in situ-trækonstruktion, forudsættes det, at der vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx NT eller ST, der sikrer overensstemmelse mellem øvrige bygningsdele og forventet indfaldskrav for øvrige fag.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinere og projektere, så der tages hensyn til evt. samling med andre bygningsdele • Valg af ud- og indvendige overflader • Valg af udfaldskrav til ud- og indvendige overflader • Beskrive krav, herunder max fugt i elementer • Beskrive evt. malebehandlingen til ud- og indvendige overflader og forventet udfald heraf
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre skelet, der opfylder de opstillede projektkrav • Udføre færdigkomplettering på facaden, herunder isolering mv. samt ud- og indvendig beklædning
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre indvendigt malerarbejdet i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

Udfaldskrav: Let facade-konstruktion in situ

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Høvlet/rettet træ					
Placering i plan	±10 mm	±5 mm	-	A1	Målebånd
Kotehøjder		Tolerancer på +5/-10 mm på o.s. etagehøjden	-	C1	Nivellement
Lod	3 mm/m	2 mm/m	-	E1	Lodstok
Plan- og rethed	-	±5 mm over 2 m retskinne	Ved opretning ±3 mm over 2 m retskinne	F1 G1 G3	Retskinne og snor
Vandrethed i forhold til åbninger/flugt	-	±5 mm mellem naboåbninger	-	B2	< 12 m: Snor > 12 m: Nivellement
Udsparinger til vindues- og døråbninger	-	±5 mm	-	A1 C1	Målebånd
Andre udsparinger	-	Størrelser: ±10 mm Placering: ±5 mm Kotehøjder: ±3 mm	-	A1 C1	Målebånd
Ru træ/ tømmer (til carporte, udhuse og lader)					
Placering i plan	±10 mm	-	-	A1	Målebånd
Kotehøjder	+10/-20 mm	-	-	C1 C3	Nivellement og målebånd
Lod	3 mm/m	-	-	E1	Lodstok
Plan- og rethed	±10 mm over 2 m retskinne	-	-	F1 G1 G3	Retskinne og snor
Vandrethed i forhold til åbninger/flugt	±10 mm mellem nabo-åbninger	-	-	B2	< 12 m: Snor eller nivellement > 12 m: Nivellemnet

Bemærkninger

- DS 413 Norm for trækonstruktioner angiver ingen tolerancer for lod-, ret- eller planhed
- DS 1003: Vinduer. Modulmål angiver hultolerance til ±5 mm
- Montøren skal sikre materialer og konstruktion mod fugtpåvirkning ved oplagring på byggepladsen samt under og efter indbygning.

1.3 Facader med træ eller stålskelet på underlag af beton, mur mv.

Forudsætninger

Det forudsættes, at facade, underlag og beklædning er projekteret under hensyn til bagvæggens samlede tolerancer. Der skal være overensstemmelse mellem bagvæggens udsparinger og evt. gennemgående åbninger og de opstillede udfaldskrav til beklædning, vinduer og facadepartier.

Anbefalinger

- Det anbefales, at målsætte udsparinger til vinduer og døre med +10 mm i forhold til det teoretiske hulmål for at imødegå tolerancer ved elementproduktionen og montagen.
- Udsparinger til vinduer kan, hvor vinduer skal fugte 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.

Afsætning og kontrol af mål

Det forudsættes, at alle mål 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.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none">• Valg af udfaldskrav til udvendig beklædning• Valg af underlag til udvendig beklædning• Koordinere mål på skelet og efterfølgende beklædning med åbninger i bagvæg
Tømrer	<ul style="list-style-type: none">• Udføre skelet, der opfylder de opstillede projektkrav• Udføre færdigkomplettering på facaden, herunder isolering mv.

Udfaldskrav: Facader med træ- eller stålskelet på underlag af beton, mur mv.

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
Træskelet af høvlet/rettet træ					
Lod	-	3 mm/m	Ved opretning 2 mm/m	E2	Lodstok
Plan- og rethed	-	±5 mm over 2 m retskinne	Ved opretning ±3 mm over 2 m retskinne	F7	Retskinne
Vandrethed i forhold til forkant åbninger/flugt	-	±5 mm mellem naboåbninger	±5 mm mellem naboåbninger	B2	≤ 20 m: Snor > 20 m: Nivellement
Udsparinger til kant af vindues- og døråb- ninger	-	Følger bagvæggens udsparinger hhv. vandret og lodret	Nivelleres ind, hvis der i bagvæg er valgt løsning iht. ST	E4	Lodsnor Ved bygninger > 2 etager: Nivellement Ved ST: Nivellement
Andre udsparinger	-	Følger bagelement	Følger bag- element	A1 C3	Målebånd Nivellement
Stålskelet					
Lod	-	2 mm/m	2 mm/m	E2	Lodstok
Plan- og rethed	-	±3 mm over 2 m retskinne	Ved opretning ±2 mm over 2 m retskinne	F7	Retskinne
Vandrethed i forhold til forkant åbninger/flugt	-	±5 mm mellem naboåbninger	±5 mm mellem naboåbninger	B2	≤ 20 m: Snor > 20 m: Nivellement
Udsparinger til kant af vindues- og døråb- ninger	-	Følger bagvæggens udsparinger hhv. vandret og lodret	Nivelleres ind, hvis der i bagvæg er valgt løsning iht. ST	E4	Lodsnor Ved bygninger > 2 etager: Nivellement Ved ST: Nivellement
Andre udsparinger	-	Følger bagvægge	Følger bagvægge	A1 C3	Målebånd Nivellement

Bemærkninger

- DS 413 Norm for trækonstruktioner angiver ingen tolerancer for lod-, ret- eller planhed
- Tolerancer på o.s. etagehøjden skal følge bagelement
- Tømreren skal sikre materialer og konstruktion mod fugtpåvirkning ved oplagring på byggepladsen samt under og efter indbygning.

2. Beklædning og facadepartier

2.1 Udvendige beklædninger på træ- eller stålskelet

Forudsætninger

De opstillede tolerancer for forventet udfaldskrav er ekskl. beklædningens egne tolerancer for ruhed, krumning og vinkelskævhed.

Mulige konfliktområder

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om montage af vinduer lodret/vandret over og ved siden af hinanden samt ved større gennemgående facadepartier mv.

Hvor det er nødvendigt med skærpede tolerancer for efterfølgende arbejder, er det nødvendigt at gennemanalysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng, fx ved at anvende skærpet toleranceklasse (ST).

Der kan være konflikt mellem kvaliteten af udvendige beklædningsbrætter i almindelig handelskvalitet og malerfagets indfaldskrav.

Anbefalinger

- Det anbefales, at målsætte udsparinger til vinduer og døre med +10 mm i forhold til det teoretiske hulmål for at imødegå evt. toleranceafvigelse 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.

Afsætning og kontrol af mål

Alle mål skal afsættes og kontrolleres ud fra en fortløbende målkæde i et (x, y, z) koordinatsystem.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Valg af udvendig overflade • Valg af udfaldskrav til udvendig beklædning • Ved pladebeklædninger, beskrive krav til udførelsen af kantsamlinger • Koordinere mål på skelet og beklædning med åbninger i bagvæg
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre færdig udvendig overflade på facaden, evt. koordineret med vinduer og døre mv.
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre udvendig malerarbejdet i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

Udfaldskrav: Udvendig beklædning på skeletunderlag

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
På ru træskeletunderlag					
Lodrette beklædninger: Planhed på udvendig side af beklædning	±10 mm/2 m	-	-	F1	Retskinne
Kant af beklædning	±3 mm/2 m	-	-	G1	Retskinne
Vandret klinkbeklædning: Planhed på udvendig side af beklædning	±10 mm/2 m	-	-	F1	Retskinne
Kant af beklædning	±3 mm/2 m	-	-	G1	Retskinne
På ret træskeletunderlag					
Lodret træbeklædning: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±5 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Kant af beklædning	-	±3 mm/2 m	-	G1	Retskinne
Vandret klinkbeklædning: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±5 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Kant af beklædning	-	±3 mm/2 m	-	G1	Retskinne
Træplade: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±5 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Kant af beklædning, max 6 m	-	±3 mm	-	G1	Retskinne
Cementfiberbølgeplader + profil-metalbeklædning: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±5 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Kant af beklædning, max 6 m	-	±3 mm	-	G1	Retskinne
Plane facadeplader + skærmtegl: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±5 mm/2 m	-	F1	Retskinne
Planhed på underlag og med oprettede plane stødsamlinger i underlaget	-	-	±3 mm/2 m	G1	Retskinne
Planhed på udvendig side af beklædning med synligt stød	-	-	±3 mm/2 m	G1	Retskinne
Kant af beklædning, max 6 m	-	±3 mm	±3 mm	G1	Retskinne

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetode og -middel	
På ret træskeletunderlag (fortsat)					
Metalplade og falsat beklædning: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±5 mm/2 m	±5 mm/2 m	F1	Retskinne
Planhed på underlag og med oprettede plane stødsamlinger i underlaget	-	±3 mm/2 m	±3 mm/2 m	F1	Retskinne
Planhed på udvendig side af beklædning	-	±3 mm/2 m	±3 mm/2 m	F1	Retskinne
Kant af beklædning, max 6 m	-	±2 mm	±2 mm	G1	Retskinne
På stålskeletunderlag					
Plane facadeplader + skærmtegl: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±3 mm/2 m	±2 mm/2 m	F1	Retskinne
Kant af beklædning, max 6 m	-	±3 mm	±3 mm	G1	Retskinne
Metalplade og falsat beklædning: Planhed på udvendig side af beklædning	-	±3 mm/2 m	±2 mm/2 m	F1	Retskinne
Kant af beklædning, max 6 m	-	±2 mm	±2 mm	G1	Retskinne

Bemærkninger:

- Tømreren skal sikre materialer og konstruktion mod fugtpåvirkning ved oplagring på byggepladsen samt under og efter indbygning
- Ved metalpladebeklædninger er det særlig vigtigt, at der i projektet er sikret overensstemmelse mellem underlaget og kravene til den valgte profilbeklædning. Er der krav om skærpede tolerancer ud over de anførte i klasse ST, skal der træffes særlig aftale.

2.2 Facadepartier af glas/træ og glas/aluminium

Forudsætninger

Det forudsættes, at der i projekteringen sker en afklaring omkring forhold vedr. pilhøjder, hultolerancer mv.

Mulige konfliktområder og anbefalinger

- Der er ikke overensstemmelse mellem DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner og annekts til DS 1003 vedr. udsparinger til vinduer og døre. Det anbefales derfor, at målsætte udsparinger til vinduer og døre med +10 mm i forhold til det teoretiske hulmål for at imødegå DS 482 tolerancer. Det gælder fx krav til flugt i facader lodret og vandret samt det tilhørende indgangsniveau fra terræn, altaner mv.
- Udsparinger til vinduer kan som alternativ til skærpet montagenøjagtighed udføres med et overmål i bredde og højde på 30 mm. Efterfølgende udføres pålimning af udligningsplader, der indmåles og monteres efter elementmontagen.
- Risiko for uoverensstemmelse kan være forøget ved anvendelse af forspændte dækelementer som følge af disses pilhøjde, hvis der ikke projekteringsmæssigt er taget højde herfor. Der kan ved facadeflugter på langs og tværs af bygningen være koteforskelle på helt op til 60 mm.
- I skærpet toleranceklasse (ST) kan en løsning til imødegåelse af pilhøjder være, at der indbygges en vandret neutralzone svarende til pilhøjden på dækket.
- Hvis der ikke er taget højde for de nødvendige forudsætninger og relevante tolerancer i projektet – vil der være konflikt mellem de forventede udfaldskrav og muligheden for at udføre arbejdet i overensstemmelse hermed. Derfor er det nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng, fx ved at anvende tolerancer og forslag anført i skærpet toleranceklasse (ST).

- Ved anvendelse af tolerancer for in situ-støbt beton, beton-, letklinkerbetonelementer og træelementer kan der være konflikt mellem tolerancerne for råhuset vedr. åbningers flugt vandret/lodret samt pilhøjder og de efterfølgende aktiviteter.

Det kan fx dreje sig om:

- Hultolerancer for vinduesmontage
- Montage af vinduer, flugt vandret/lodret
- Montage af større vinduespartier mv.
- Målfølsomme indvendige bygningsdele som trapper, elevatorer, branddøre mv.
- Indvendigt gulvarbejde, herunder fastlæggelse af højder og etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer
- Placering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion
- DS 482 angiver hultolerancen ± 10 mm
- Anneks til DS 1003 angiver montagehullets tolerance til ± 5 mm
- DS 1003 angiver vindues- eller facadeelementets tolerance til ± 2 mm.

Vindues- og dørmontage

- Ved indbygning af vinduer og døre forudsættes jf. DS 1003 Vinduer. Modulmål en fuge på "10 mm" – i praksis 11 mm
- Vinduer og døre monteres lige fordelt i råhusets åbninger i det omfang råhuset respekterer vindues- og facadepartiernes montagetolerancer.

Beskyttelse af leverede elementer:

Ved modtagelsen af vindues- og dørelementer skal det sikres, at elementerne henstilles på et plant og tørt underlag, og at de afdækkes forsvarligt for beskyttelse mod nedbør.

Afsætning af mål

Alle elementer skal afsættes 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.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none">• Valg af råhuskonstruktion• Valg af udvendig overfladebeklædning• Valg af vinduer/facadepartier• Valg af udfaldskrav i forhold til krav til sammenbygning med andre bygningsdele, herunder æstetik og tolerancer• Udarbejde detaljørtegninger i overensstemmelse med tolerancer for de forventede udfaldskrav og de valgte tolerancer
Evt. elementproducent	<ul style="list-style-type: none">• Producere bagvægselementer i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. elementmontør	<ul style="list-style-type: none">• Udføre montage af bagvægselementer i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. murer	<ul style="list-style-type: none">• Udføre fuldt murværk, fuld for- og bagmur eller fuld skalmur i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. tømrer	<ul style="list-style-type: none">• Udføre facadebeklædning, inkl. skelet mv. i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. vindueselementproducent	<ul style="list-style-type: none">• Producere vindues- og dørelementer i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. tømrer	<ul style="list-style-type: none">• Udføre montage af vinduer i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. facadeelementproducent	<ul style="list-style-type: none">• Producere facadepartier i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. facadelukningsentreprenør	<ul style="list-style-type: none">• Udføre montage af facadepartier i overensstemmelse med projektets tolerancer
Evt. maler	<ul style="list-style-type: none">• Udføre malebehandling i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

Udfaldskrav: Vinduer og døre samt facadepartier af glas/aluminium

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Lodtolerance	±2 mm i lod pr. element, max pr. etagehøjde	±2 mm i lod pr. element, max pr. etagehøjde	Til imødegåelse af problemer med koteforskelle ved forspændte dækelementer (pilhøjde) foreslås det, at der indskydes en neutralzone på fx. 66 mm (svarende til 1 skiftegang) til udligning af dette forhold	E1 E2	Lodstok
Nye bygninger	Døre monteres i lod og vage, således at funktionalitet er intakt, med fri gang og anslag samt uden selvåbning/-lukning	Døre monteres i lod og vage, således at funktionalitet er intakt, med fri gang og anslag samt uden selvåbning/-lukning		E1 E2	Lodstok
Gamle bygninger	Døre monteres hvor det er muligt i lod og vage, således at funktionalitet opnås på bedst mulig måde i den aktuelle situation – med fri gang og anslag, samt hvor det er muligt uden selvåbning/-lukning	-		E1 E2	Lodstok

3. Tagkonstruktion

3.1 Tagkonstruktion

En tagkonstruktion kan udføres af mange materialer. I efterfølgende afsnit 3. behandles alene træbaserede konstruktioner, såvel elementer som in situ-konstruktioner med tilhørende ydelser for arbejdets færdiggørelse, ekskl. tagdækning.

3.1.1 Murrem

Forudsætninger

Ved normal toleranceklasse (NT) forudsættes en max afvigelse på o.s. underliggende konstruktion på +5/-15 mm.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> Koordinere, så der er overensstemmelse mellem krav til montage af murremmens vandretthed og underlaget ifm. elementets lod, flugt og planhed Beskrive krav til fastgørelse
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> Udføre montage af murrem, der opfylder kravene i projektet samt til de færdigmonterede elementer

Udfaldskrav: Murrem

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og -midler
Koter over facaden	+5/-10 mm/5 m	+3/-10 mm/15 m	-	C1 C3 Målebånd/ Nivellement
Planhed	±5 mm/3 m	±3 mm/3 m	-	F7 Retskinne
Centerafstand	±5 mm	±3 mm	-	A1 Målebånd

Bemærkninger

- DS 413 Norm for trækonstruktioner. Ingen krav til murrem
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner. Pkt. 14.1: Kote ±10 mm, og naboplan (spring mellem elementer): ±5 mm
- DS 414 Norm for murværkskonstruktioner. Ingen krav til kotehøjde
- DS 420 Norm for letbetonkonstruktioner af letbetonelementer. Ingen krav til kotehøjde. Evt. som DS 482
- Hvor murremme placeres på underlag af beton eller letklinkerbeton, er der som følge af store tolerancer i underlaget risiko for, at kotehøjder ikke kan overholdes, og at kraftoverførelse fra tagkonstruktion til underlag bliver svækket ved for høj påføring.

3.1.2 Træelementer (præfabrikerede tagkassetter) – udsparinger og montage

Elementer og udsparinger

Forudsætninger

- Lette, præfabrikerede tagkassetter kan indgå i en samlet let konstruktion eller som tag over en beton- eller stålkonstruktion. Det forudsættes, at der vælges en toleranceklasse for alle bygningsdele, fx normal eller skærpet (NT eller ST), der sikrer overensstemmelse mellem bygningsdelene
- Det forudsættes, at der projekteres med sammenbygningsløsninger, der tager højde for de årstidsrelaterede bevægelser i tagelementer
- Hvor det er nødvendigt med skærpede tolerancer for efterfølgende arbejder, er det nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng, fx ved at anvende tolerancer fra ST.

Mulige konfliktråder

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om placering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion.

Anbefaling

Det foreslås i normal og skærpet toleranceklasse (NT og ST), at elementer målsættes og produceres efter et (x, y) koordinatsystem, dvs. ud fra et o-punkt for at minimere fejlafsætning og toleranceafvigelse.

Beskyttelse mod fugt

Producenten skal sikre, at fugtforholdene i elementerne er korrekte frem til levering på byggeplads, dvs. under produktion, oplagring og transport.

Montøren skal sikre elementerne mod fugtpåvirkning ved en evt. kortvarig oplagring på byggepladsen samt under og efter indbygning.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none">• Koordinere og projekttere, så der tages hensyn til element-, udsparrings- og montagetolerancer• Sikre i projekt og overordnet procesplanlægning, at det er teknisk muligt at udføre en fugtteknisk sikker løsning• Krav til udfyldning af fuger mellem dækelement og væg• Krav til max fugt i elementer• Valg af overflade indvendig• Valg af udfaldskrav til indvendig overflade• Krav til malebehandling af indvendig overflade inkl. forventet udfald heraf
Elementleverandør	<ul style="list-style-type: none">• Levere elementer, der opfylder de fastlagte krav til det enkelte element
Elementmontage (tømrer)	<ul style="list-style-type: none">• Udføre montage, der opfylder kravene til de færdigmonterede elementer• Færdigkomplettering på taget, herunder ud- og indvendig overflade samt evt. ovenlysvinduer
Tagdækning	<ul style="list-style-type: none">• Udføre tagdækning i overensstemmelse med projektet
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none">• Udføre malerarbejdet i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

Udfaldskrav: Tagkassetteelementer

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler
Længde/højde 0-3,6 m 3,6-7,2 m > 7,2 m	±5 mm ±7 mm ±8 mm	±4 mm ±6 mm ±7 mm	- - -	D1 Målebånd
Bredde < 2,4 m	-	±3 mm	-	D1 Målebånd
Ribbehøjder ≤ 200 mm > 200 mm	- -	±2 mm ±1,5 %	- -	D1 Skydelære/ målebånd
Krydsmål (vinkelrethed) 0-3,6 m 3,6-7,2 m > 7,2 m	- - ±7 mm	±5 mm ±5 mm ±5 mm	- - -	D3 Målebånd/ vinkel
Krumning > 2 m	±5 mm	±5 mm	-	G1 Retskinne
Placering af udsparing	±10 mm	±8 mm	-	D1 Målebånd
Mål på udsparing	±8 mm	±6 mm	-	D1 Målebånd
Krydsmål af udsparing	-	±5 mm	-	D1 Målebånd
El-indbygning	±12 mm	±10 mm	-	D1 Målebånd

Bemærkninger

- DS 413 Norm for trækonstruktioner angiver ingen måltolerancer
- I lempet toleranceklasse (LT) er der risiko for konflikt mellem råhuset og de efterfølgende toleranceafhængige aktiviteter, herunder tagelementer
- I alle toleranceklasser kan der være forhold vedr. planhed i samlinger og forskelle omkring pilhøjder, der kan påvirke efterfølgende arbejder, herunder tagpararbejder og underliggende loftmontage
- Der er konflikt mellem Træelementbranchens tolerancer og anneks til DS 1003. Vinduer. Modulmål. Det kan derfor anbefales, at der anvendes tolerancer fra normal toleranceklasse (NT)
- Træelementer har en fugtrelateret årstidsvariation – opadgående om vinteren og nedadgående om sommeren – og en variation over tid (svind), der kan medføre deformationer, som det er nødvendigt at tage hensyn til under projekteringen, herunder særligt samlinger mod andre lodrette konstruktioner.

Montage

Forudsætninger

- I normal toleranceklasse (NT) må underlag have en max afvigelse på o.s. underliggende konstruktion på + 5/-15 mm, hvor der ikke monteres murrem
- I NT forudsættes det, at der anvendes fugeafstande på mellem 10 og 15 mm (neutralzone)
- Alle tolerancer i NT er ekskl. produktionstolerancer
- Se i øvrigt under afsnittet "Elementer og udsparinger" på side 33.

Afsætning og kontrol af mål

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

Udfaldskrav: Montage

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og -midler	
Kote o.s.	* Se fodnote	±5 mm	-	C1	Nivellement
Placering i plan		±5 mm	-	A1	Målebånd
Lod		2 mm/m	-	E1	Lodstok

* *Mindestekrav, dvs. gældende DS- og normkrav for det udførende fag i den pågældende toleranceklasse, overholdes. Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet i forslaget.*

Bemærkninger

- Montøren skal sikre elementerne mod fugtpåvirkning ved en evt. kortvarig oplagring på byggepladsen og medvirke til at konstruktionen kommer hurtigst muligt under tag. Ved langvarig oplagring og fugtpåvirkning er der risiko for angreb af skimmelsvamp.

3.1.3 Præfabrikerede spær – elementer og montage

Forudsætninger

Præfabrikerede spær – herunder gitterspær, halvspær, saksespær og hanebåndsspær – kan indgå i en samlet let konstruktion eller som tag over en beton- eller stålkonstruktion.

Det forudsættes, at der projekteres med sammenbygningsløsninger, der tager højde for de årstidsrelaterede bevægelser i spærelementer.

Mulige konfliktområder

Der kan være konflikt mellem tolerancerne for råhuset og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om placering af andre bærende elementer, dragere og tagkonstruktion.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinere og projekttere, så der tages hensyn til element- og montagetolerancer • Valg af tagbelægning • Valg af spærgeometri • Valg af indvendig loftbeklædning • Valg af udfaldskrav til indvendige overflader (loft) • Beskrive evt. malebehandling til indvendige overflader inkl. forventet udfald heraf
Elementleverandør	<ul style="list-style-type: none"> • Levere elementer, der opfylder de fastlagte krav til det enkelte element
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre montage, der opfylder kravene til de færdigmonterede elementer • Udføre færdigkomplettering på taget, herunder: <ul style="list-style-type: none"> • Undertag, lægtning mv. til tegl og betontagsten • Underlag mv. til tagpapdækning • Ovenlysvinduer, kviste mv.

Udfaldskrav: Spærelementer

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og -midler
Trædimension ved 20% fugtindhold	prEN 14250*	TOP, Træ 52 træspær: ≤ 100 mm: +3/-1 mm > 100 mm: +6/-2 mm	-	D1 Skydelære
Smalsidekrumning	Max 4 mm pr. 2 m længde	-	-	G1 Retskinne
Bredsidekrumning	Max 6 mm pr. 2 m længde	-	-	G1 Retskinne
Vridning	Max 2 mm pr. 25 mm bredde pr. 2 m længde	-	-	G1 Retskinne
Krumning mellem knudepunkter	-	Max 15 mm/3000 mm	-	G1 Retskinne
Hovedmål: ≤ 10 m > 10 m	20 mm 2 mm pr. meter	±10 mm ±1 promille	-	D1 Målebånd

* Mindstekrav, dvs. gældende DS- og normkrav for det udførende fag i den pågældende toleranceklasse, overholdes. Andre fags indfaldskrav er ikke indarbejdet i forslaget.

Bemærkninger

Se bemærkning under Montage af præfabrikerede spær herunder.

Udfaldskrav: Montage af præfabrikerede spær

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler
Spring mellem spær	-	Max 3 mm/m Se Bemærkninger	-	F7 Retskinne
DS 413 Krumning	-	l/500, max 45 mm målt ved spærfod	-	G3 Snor eller retskinne
DS 413 Lod	-	h/100, max 45 mm	-	E2 Lodsnor og målestok

Bemærkninger

- DS 413 Norm for trækonstruktioner angiver i nyt tillæg krav til lod- og rethedstolerancer for montage af spær, men ingen planhedstolerancer
- Variationen i lempet toleranceklasse (LT) og normal toleranceklasse (NT) for præfabrikerede spær kan være af en sådan størrelse, at det ikke er muligt at overholde planhedskrav til enkelte tagdækningsmaterialer uden en væsentlig og omfattende opretningsindsats under lægtearbejdet. Denne opretning kan få indflydelse på sammenhængskræfterne mellem tagflade og spær pga. dimensionerne på fastgørelsesmidlerne
- Planheden på den færdige tagflade følger spærenes nedbøjning over tid.

3.1.4 Bjælkespær – spær og montage

Forudsætninger

Se under 3.1.3 Præfabrikerede spær – elementer og montage, side 37.

Ydelsesfordeling

Se under 3.1.3 Præfabrikerede spær – elementer og montage, side 37.

Udfaldskrav: Bjælkespær (in situ)

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
DS 413	K 14 eller bedre spærtræ	K 18 eller bedre spærtræ	-	-	-
Retlinjethed for konstruktionstræ	Max 1/300	Max 1/300	-	G3	Snor eller retskinne
Langtids nedbøjning for egenlast	≤ 1/300 hvor det kan accepteres i relation til beklædning mv.	< 1/400	-	G2	Snor og målestok

Bemærkninger

- Der kan over tid vise sig sætninger i tagflader, der kan påvirke andre konstruktionselementer på tagoverfladen og fx nedhængte lofter mv.
- Ved anvendelse af høvlet/rettet K18 eller bedre spærtræ er det muligt at opnå de forventede planhedskrav til efterfølgende arbejder.

Udfaldskrav: Montage af bjælkespær (in situ)

Tagværker og spær med < 15 m spændvidde	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Spring mellem spær	-	Max 3 mm/m	-	F7	Retskinne

Bemærkninger

- Variationen i LT og NT for bjælkespær kan være af en sådan størrelse, at det ikke er muligt at overholde planhedskrav til enkelte tagdækningsmaterialer uden en væsentlig og omfattende opretningsindsats under det videre tagdækningsarbejdet, herunder fx lægtning. Denne opretning kan få indflydelse på sammenhængskræfterne mellem tagflade og spær pga. dimensionerne på fastgørelsesmidlerne
- Ved anvendelse af høvlet/rettet K18 eller bedre spærtræ er det muligt at opnå de forventede planhedskrav mv. til efterfølgende arbejder
- Planheden på den færdige tagflade følger bjælkespærenes nedbøjning over tid.

3.1.5 Lægter

Forudsætninger

Det forudsættes, at spær overholder tolerancer, der ikke kræver opretning ud over det normale, hvilket vil sige, at almindelig ringede maskinsøm til lægtning kan anvendes. Det kan derfor anbefales, at der stilles krav om ensartethed til fabriksfremstillede spær.

- For tegltage, gælder Tegl 36, Oplægning af tegltage, november 2005
- For betontagsten gælder producenternes vejledning
- For tagpaptage gælder Tagpapbranchens Oplysningsråds vejledning
- For stråtag gælder Tækkevejledningen, marts 2006.
(Se Litteraturlisten side 82).

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinere og projekttere, så der tages hensyn til element- og montagetolerancer • Valg af tagbelægning
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre montage, der opfylder kravene til tagdækningen • Færdigkomplettering på taget, herunder: <ul style="list-style-type: none"> • Fastlægge lægteafstand med murer/tagdækker samt valg af: <ul style="list-style-type: none"> • Undertag, lægtning mv. til tegl og betontagsten • Underlag mv. til tagpapdækning • Ovenlysvinduer, kviste mv.
Tagdækker, murer/-beton, tagpap	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre tagdækningen i overensstemmelse med projektet mv.

Udfaldskrav: Lægtarbejde

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler
Lægteafstand	±3 mm	±3 mm	-	C4 Målelægte
Planhed	±3 mm/2 m	±3 mm/2 m	-	F7 Retskinne

Bemærkninger

- Se bemærkning om montage i 3.1.3 Præfabrikerede spær – elementer og montage, side 37
- Planhed på den færdige tagflade følger spærenes nedbøjning over tid
- Ved specielle tage, fx ved stråtag ol., hvor der ikke er behov for de i de tre toleranceklasser anførte tolerancer, kan der aftales andre tolerancer for lægtningen
- Ved metalprofiltag skal det sikres, at der er overensstemmelse mellem underlaget og kravene til den valgte profilbeklædning. Er der krav om skærpede tolerancer ud over de anførte i klasse NT (normal toleranceklasse), skal der træffes særlig aftale.

TOLERANCER · Indvendige arbejder

4. Gulvkonstruktioner

4.1 Bjælkelag

Forudsætninger

Når der er tale om udvendige og uoverdækkede arbejder, er det ikke muligt at opfylde skærpede krav til fugtindhold i træet for de efterfølgende arbejder. Af hensyn til udførelsen af de indvendige arbejder bør der derfor i udbudstidsplanen tages hensyn til den nødvendige udtørring.

Alt indvendigt arbejde forudsætter, at der er sat permanent varme på bygningen, og at den relative fugtighed (RF) er som forudsat for trægulve (se 4.2.1 Trægulve, side 44).

Muligt konfliktområde

Den tilladte fugt jf. DS 413 til konstruktionstræ er på 18 % \pm 2 %. Det høje fugtindhold medfører problemer i forhold til efterfølgende processer pga. svind mv. i træet.

Anbefaling

Det anbefales, at der anvendes bjælke dimensioner, jf. normal toleranceklasse (NT), der max har en nedbøjning på 1:600.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	• Koordinere og projektere, så der tages hensyn til element- og montagetolerancer og/eller opmuringstolerancer mht. udspæringer og montagebeslag
Tømrer	• Udføre montage, der opfylder kravene til bjælkelag

Udfaldskrav: Bjælkelag

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler
DS 413 Trænormen				
Krav til max nedbøjning:				G1 Retskinne Ved større flader: Nivellement
Etageboliger	-	1,7 mm ved punktlast på 1,0 kN	-	
Enfamiliehuse	-	l/600 for en fladelast på 1,5 kN/m ²	-	
Fugt	-	18 % ± 2 %	-	K2 Træfugtmåler
Koter	-	+3/-10 mm	-	C1 C3 Målebånd/ nivellement
Planhed	-	±3 mm/2 m	-	F7 Retskinne
Centerafstand	-	±5 mm	-	A1 Målebånd

Bemærkninger

Plan- og vandretthed på færdigt gulv følger bjælkelagets nedbøjning over tid.

4.2 Gulve

4.2.1 Trægulve (på strøer og bjælkelag)

Forudsætninger

- Alt indvendigt arbejde forudsætter, at der er sat permanent varme på bygningen, og at den relative fugtighed (RF) er i overensstemmelse med kravene for udførelse af det aktuelle trægulv
- Tolerancerne for gulv på bjælkelag er ekskl. permanente sætninger fra nedbøjning i underlag efter arbejdets udførelse
- Vedr. opmåling af vinkelrethed på rum se kontrolmetode H1, side 79.

Anbefaling

Af hensyn til installationer under gulv mv. anbefales det ved strøgulve at anvende en samlet min. gulvhøjde målt fra overside af gulv på 140–160 mm. Yderligere skal der tages højde for pilhøjde på dækelementer samt spring mellem elementerne.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Valg af gulvkonstruktion – ved strø- og bjælkelagsgulve anvendes bærende gulvbelægninger • Valg af udfaldskrav • Valg af evt. overfladebehandling
Tømrer/gulvlægger	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre strøunderlag til gulv • Oprette bjælkelag • Udføre gulvbeklædning i overensstemmelse med beskrivelsen

Udfaldskrav: Trægulve på strøer eller bjælkelag

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Strørgulve					
Planhed under strørgulve	-	±2 mm på 2 m retskede og ±0,6 mm på 0,25 m retskede	-	G1 F8	Retskinne
Vandrethed	-	±10 mm på 6 m	-	B5	Retskinne/ nivelement
Kote	-	±3 mm	-	C1	Nivelement
Udseende	-	-	-	I2	Visuel
Bjælkelag					
Planhed	-	Planheden på færdigt gulv følger bjælkelaget med en opretning til ±2 mm på 2 m retskede ved udlægning af gulv	-	F8	Retskinne
Vandrethed	-	Vandrethed på færdigt gulv følger bjælkelaget med en opretning til ±10 mm på 6 m	-	B5	Retskinne
Udseende	-	-	-	I2	Visuel

Bemærkninger

- Bjælkelagets relativt høje fugtindhold i forhold til indfaldskrav for gulvarbejder kan medføre, at den plan- og vandrethed, der bliver oprettet til, over tid vil ændre sig. Vandrethed vil følge bjælkelagets nedbøjning over tid
- Et krav om opretning til vandret kan medføre væsentlige ekstraudgifter fx ved bjælkelag med pilhøjde. Det bør derfor overvejes, om kravet til vandrethed kan fraviges
- Vandrethed følger bjælkelagets nedbøjning over tid
- Vedr. vinkelrethed af rum se 6.1 Vinkelrethed af rum, side 57
- Vedr. vinkelrethed af rum se kontrolmetode H1, side 79.

4.2.2 Gulve på betonelementer (til limede eller svømmende trægulve, tæpper og elastiske gulvbelægnings)

Forudsætninger

- GSO's tolerancer er ekskl. permanente sætninger fra pilhøjder og andre differenssætninger i underlaget efter arbejdets udførelse
- En opretning til planhed omfatter ikke en opretning til vandretthed, men gælder alene for opnåelse af planhedskravet. Krav om vandretthed kan medføre ekstra-udgifter til opretning, fx ved dækelementer med pilhøjde. Det bør derfor overvejes, om krav til vandretthed skal stilles
- Opfyldelse af planhedstolerancer angivet i normalt toleranceklasse (NT) forudsætter spartling/opretning af underlaget
- Ved branddøre med krav til overholdelse af max afstand på 6 mm mellem underside af dør og gulve kan en ekstra spartling/opretning af gulvområdet ved dør blive nødvendig
- Vedr. opmåling af vinkelrethed på rum se kontrolmetode H1, side 79.

Mulige konfliktområder

- Ved anvendelse af tolerancer i DS 411 Norm for betonkonstruktioner/482 Udførelse af betonkonstruktioner eller DS EN 1520 Præfabrikerede elementer af letklinkerbeton/-DS 420 Norm for letbetonkonstruktioner af letbetonelementer kan der være konflikt mellem tolerancerne for råhuset vedr. pilhøjder og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om indvendigt gulvarbejde, herunder fastlæggelse af højder, højden i elementåbninger samt etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer. Det forudsættes, at der i projekteringen sker en afklaring vedr. pilhøjder. Se forslag herunder
- Hvis der ikke i projektet er redegjort detaljeret for de nødvendige forudsætninger, vil der være risiko for konflikt mellem det forventede udfaldskrav og muligheden for at udføre arbejdet i overensstemmelse hermed.

Anbefalinger

- Ved håndspartling skal underlaget have en planhedstolerance på højst ± 3 mm. Ved opretning i tykke lag er det både teknisk og økonomisk mest fordelagtigt at anvende flydemørtel eller tilsvarende
- En opretning til vandret kan medføre væsentlige ekstraudgifter til opretning, fx ved dækelementer med pilhøjde. Det bør derfor overvejes, om der skal stilles krav om vandretthed
- I skærpet toleranceklasse (ST) kan en løsning til at opnå en vandret konstruktion være at indbygge en vandret neutralzone svarende til pilhøjden på dækket.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> Valg af dækelement, konstruktion/type Vurdere forhold omkring pilhøjder/nedbøjning Vurdere evt. at projektere med neutralzone til udligning af pilhøjden Valg af overfladebelægning Valg af ind- og udfaldskrav til underlag og belægning Valg af opretningsmetode
Betonentreprenør/ gulventreprenør	<ul style="list-style-type: none"> Udføre evt. underlag til udligning af pilhøjden til vandret flade
Gulvlægger	<ul style="list-style-type: none"> Udføre en evt. spartling/opretning i henhold til beskrivelsen Udføre gulvbelægning i overensstemmelse med beskrivelsen

Udfaldskrav: Gulve på betonelementer (til limede eller svømmende gulve, trægulve, tæpper og elastiske gulvbelægninger)

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler
Planhed Jvf. G50	-	± 2 mm på 2 m For tæpper dog ±3 mm	-	F8 Retskinne
Vandrethed	-	±10 mm på 6 m	-	B5 Retskinne/ nivelement
Udseende	-	-	-	I2 Visuel

Bemærkninger

- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner fastsætter ikke krav til max eller min. pilhøjde ved levering eller for den brugersituation, som følger af gulvopbygning samt øvrige belastninger
- Krav til planhed og vandrethed er vanskelige at fastlægge pga. stor variation ved koter, pilhøjder som følge af belastninger, svind og krybning.

4.2.3 Cement- eller anhydritbaseret undergulv til limede eller svømmende trægulve, tæpper og elastiske gulvbelægninger

Forudsætninger

- Murerfagets tolerance for slidlagsgulve til planhed og lunke på overfladen er ± 5 mm målt med 2 m retskinne
- En opretning til planhed omfatter ikke en opretning til vandretthed, men gælder alene til opnåelse af planhedskravet
- Krav om vandretthed skal beskrives selvstændigt, og kan medfører ekstraudgifter til opretning, alt efter forskellen i underlagets vandrette udfaldskrav og indfaldskravet til gulvbelægningen
- En forudsætning for at kunne opnå de opstillede planhedstolerancer i normal toleranceklasse (NT) er, at gulventreprenøren udfører en spartling/opretning
- Ved branddøre med krav til overholdelse af max afstand på 6 mm mellem underside af dør og gulve er en ekstra spartling/opretning af gulv nødvendig
- Vedr. opmåling af vinkelrethed på rum se kontrolmetode H1, side 79.

Muligt konfliktområde

Der er ikke overensstemmelse mellem udfaldskrav til slidlagsgulv og det forventede indfaldskrav til efterfølgende gulvbelægning. Derfor skal der efterfølgende udføres en spartling/opretning for at opnå tilfredsstillende udfaldskrav på gulvoverfladen.

Anbefaling

Ved håndspartling skal underlaget have en planhedstolerance på højst ± 3 mm. Ved opretning i tykke lag er det både teknisk og økonomisk mest fordelagtigt at anvende flydemørtel eller tilsvarende.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> Valg af gulvkonstruktion Valg af overfladebelægning Valg af ind- og udfaldskrav til underlag og belægning Valg af opretningsmetode
Murer/gulvlægger	<ul style="list-style-type: none"> Udføre slidlagsundergulv i overensstemmelse med beskrivelsen og det opstillede udfaldskrav
Gulvlægger	<ul style="list-style-type: none"> Udføre en evt. spartling/opretning i henhold til beskrivelsen Udføre gulvbelægning i overensstemmelse med beskrivelsen

Udfaldskrav: Cement- eller anhydritbaseret undergulv til limede eller svømmende trægulve, tæpper og elastiske gulvbelægninger

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Planhed jf. GSO	Planhed og lunke for gulve: ±8 mm Se fodnote 1)	Planhed for gulve: ±5 mm/2 m Se fodnote 2)	-	F8	Retskinne
Udseende	-	-	-	I2	Visuel

1) Jf. Gulvkonstruktioner af beton, udgivet af CTO 1993.

2) Opfyldelse af GSO's planhedstolerancer på ±2 eller ±3 mm forudsætter spartling/opretning af underlaget.

Bemærkninger

Forbruget af spartel- eller opretningsmateriale beregnes ud fra underlagets planhedstolerance og den ønskede planhedstolerance for gulvet.

5. Vægge, lofter, døre og snedkerpartier

5.1 Indvendige vægge og beklædninger på træ eller stålskelet

Forudsætninger

- Arbejder med indvendig vægbeklædning kan udføres i overensstemmelse med forudsætningerne i Gipsplademontage og overfladebehandling, Hvor går grænsen? 3. udgave 2005. (Se Litteraturliste, side 82)
- Vedr. opmåling af vinkelrethed på rum se kontorlm metode H1, side 79.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none">• Valg af konstruktion for lette indvendige vægge• Valg af udfaldskrav til indvendig beklædning• Hvor vægbeklædning er gipsplader, beskrive kantaftslutninger/samlinger jf. Gipsplader, Hvor går grænsen?• Ved andre beklædninger end gipsplader, beskrive kantsamlinger mv.• Koordinere mål på skelet og beklædning med åbninger i væg
Tømrer	<ul style="list-style-type: none">• Udføre skelet i overensstemmelse med de opstillede projektkrav• Udføre færdig indvendig overflade på vægge koordineret med vinduer og døre mv.
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none">• Udføre indvendigt malerarbejde i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

Udfaldskrav: Skelet til indvendige vægge

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Lod*	-	3 mm pr. 2 m	-	C1	C1 Lodstok
Målafsætning*: vandret lodret	-	±3 mm ±3 mm	-	A1 C6	Målebånd Lodstok
Udseende	-	-	-	I3	Visuel

* Tolerancerne er angivet i overensstemmelse med Gipsplademontage og overfladebehandling, Hvor går grænsen?

Udfaldskrav: Vægbeklædningers planhed

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler	
Gipsplader på træ*	±8 mm/2 m	±5 mm/2 m	±3 mm/2 m	F1	Retskinne
Gipsplader på stål*	±5 mm/2 m	±3 mm/2 m	±2 mm/2 m	F1	Retskinne
Træprofilbeklædning, træunderlag	±8 mm/2 m	±5 mm/2 m	±3 mm/2 m	F1	Retskinne
Udseende	-	-	-	I3	Visuel

* Tolerancerne er angivet i overensstemmelse med Gipsplademontage og overfladebehandling, Hvor går grænsen?

5.2 Lofter

Forudsætninger

- Arbejder med loftbeklædning kan udføres i overensstemmelse med forudsætningerne i Gipsplademontage og overfladebehandling, Hvor går grænsen? 3. udgave 2005. (Se Litteraturliste, side 82).
- Vedr. opmåling af vinkelrethed på rum se kontrolmetode H1, side 79.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Valg af loftbeklædning • Hvor loftet er gipsplader, beskriv kantafslutninger/samlinger jf. Gipsplader, hvor går grænsen? • Ved andre beklædninger end gipsplader, beskrive kantsamlinger mv. • Valg af udfaldskrav til indvendige overflader (loft) • Evt. beskrive malebehandlingen til indvendige overflader inkl. forventet udfald heraf
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre evt. underlag til loft • Udføre loftbeklædning
Malerentreprenør	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre malerarbejdet i henhold til beskrivelsen for malerarbejdet

Udfaldskrav: Loftbeklædninger mv.

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og –midler
Gipsplader på træ Jf. Gipsplademontage*	±8 mm/2 m	±5 mm/2 m	±3 mm/2 m	G1 Retskinne
Nedhængt loft af gipsplader på stål Jf. Gipsplademontage*	-	±3 mm/2 m	±2 mm/2 m	G1 C3 Retskinne Målebånd/ nivellement
Træprofilbeklædning, træunderlag	±8 mm/2 m	±5 mm/2 m	-	G1 Retskinne
Træbeton, træunderlag	±8 mm/2 m	±3 mm/2 m	-	G1 Retskinne
Underlag af tæt forskalling til pudsede lofter	-	±5 mm/2 m	-	G1 Retskinne

* Tolerancerne er angivet i overensstemmelse med Gipsplademontage og overfladebehandling, Hvor går grænsen?

Bemærkninger

- Vandretthed på en loftoverflade vil følge spærenes eller bjælkelagets nedbøjning over tid
- Ved in situ-støbt betondæk, dækelementer af beton, letklinkerbeton eller træ, vil et nedhængt loft følge de sætninger, der sker i dækket over tid.

5.3 Indvendige døre og snedkerpartier

Forudsætninger

Det forudsættes, at der i projekteringen sker en afklaring omkring forhold vedr. pilhøjder, hultolerancer mv. Se forslag under bemærkninger.

Mulige konfliktområder

- DS 1028 Indvendige, enfløjede døre. Modulmål angiver i anneks hultolerance til ± 5 mm. DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner angiver fx ± 10 mm
- Ved anvendelse af tolerancer for in situ-støbt beton, beton- og letklinkerbetonelementer samt træelementer kan der være konflikt mellem tolerancerne for råhuset vedr. indvendige åbninger, deres højde samt pilhøjder på dækelementer og de efterfølgende aktiviteter. Det kan fx dreje sig om:
 - Hultolerancer for dørmontage
 - Montage af indvendige vægge mv., flugt vandret/lodret
 - Montage af større snedker- og glaspartier mv.
 - Målfølsomme indvendige bygningsdele som trapper, elevatorer, branddøre mv.
 - Indvendigt gulvarbejde, herunder fastlæggelse af højder samt etablering af ensartede ud-/indgangsniveauer
 - Placering af andre bærende elementer, dragere samt tagkonstruktion
 - Der er konflikt mellem snedkerarbejdets udfaldskrav i trækvaliteten almindelig handelsvare og malerfagets indfaldskrav.

Anbefalinger

I skærpet toleranceklasse (ST) kan en løsning til imødegåelse af pilhøjder være, at der indbygges en vandret neutralzone svarende til pilhøjden på dækket.

Visuelle trækvaliteter: Der er ikke overensstemmelse mellem den handelsvare, der findes i dag, og MBK's definition på snedkertræ. I MBK paradigma Træværk (august 2006) skal kvaliteten være minimum JT. MBK henviser til DS/EN 942 Træ til snedkerbrug – Generel kvalifikation af trækvaliteter samt til EN-standard prEN 1310, der imidlertid endnu ikke er trådt i kraft. DS/EN 942 er under revision og ligger i forslag som prEN 942 Træ til snedkerbrug – Generel kvalifikation af trækvaliteter. Denne EN-standard indeholder flere sorteringsklasser, herunder J10 og J20. Snedkertræ indkøbes og leveres i dag i kvalitet svarende til "u/s" (usorteret), der kan defineres som en kvalitet, der ligger mellem J10 og J30 (tidligere sorteringsklasse 1 til 4). En yderligere finsortering af en leverance "u/s" vil indeholde kvaliteter imellem J10 og den nye klasse J20 (tidligere sorteringsklasse 1 og 2). Det bør sikres, at den foreskrevne malebehandling svarer til aktuelle trækvalitet.

Afsætning af mål

Det er en forudsætning, at alle elementer afsættes 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.

Dør- og vinduesmontage

- Ved indbygning af indvendige døre forudsættes jf. DS 1028 en fuge på 10 mm. Indvendige døre monteres lige fordelt i åbninger og i det omfang, råhuset respekterer montagetolerancer. Se forslag til løsning under bemærkninger herunder
- Vedr. branddøre og krav til overholdelse af max afstand på 6 mm mellem underside af dør og gulve kan en ekstra spartling/opretning af gulv omkring døren være nødvendig. Det kan få betydning for dørudsparingsens højde, der herved skal øges
- Alt indvendigt arbejde forudsætter, at der er sat permanent varme på bygningen, og at den relative luftfugtighed er som forudsat for trægulve (se Forudsætninger under 4.2.1 Trægulve, side 44)
- Vedr. vinkelrethed af rum se 6.1 Vinkelrethed af rum, side 57
- Vedr. vinkelrethed af rum se kontrolmetode H1, side 79.

Ydelsesfordeling

Aktør	Opgave
Arkitekt/ingeniør	<ul style="list-style-type: none"> • Valg af råhuskonstruktion og indvendige overflader • Valg og projektering af indvendige døre, glas- og snedkerpartier • Valg af udfaldskrav i forhold til krav til sammenbygning med andre bygningsdele, herunder æstetik og tolerancer • Udarbejdet detailløsninger i overensstemmelse med tolerancer for de forventede udfaldskrav og de valgte tolerancer
Indvendig dørproducent	<ul style="list-style-type: none"> • Producere dørelementer i overensstemmelse med projektet
Tømrer	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre montage af dørelementer i overensstemmelse med projektet
Inventarproducent	<ul style="list-style-type: none"> • Producere inventar i overensstemmelse med projektet
Snedkerpartier og inventar	<ul style="list-style-type: none"> • Montere snedkerpartier og inventar i overensstemmelse med projektet
Maler	<ul style="list-style-type: none"> • Udføre overfladebehandling i overensstemmelse med projektet

Udfaldskrav: Indvendige døre

Nye bygninger	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og -midler	
Døre	Døre monteres i lod og vage, således at funktionalitet er intakt, med fri gang og anslag samt uden selvåbning/-lukning	Døre monteres i lod og vage, således at funktionalitet er intakt, med fri gang og anslag samt uden selvåbning/-lukning	Til imødegåelse af problemer med koteforskelle ved forspændte dækelementer (pilhøjde) foreslås det, at der indskydes en neutralzone på fx 66 mm (svarende til 1 skiftegang) til udligning af dette forhold	E1 E2	Lodstok
Branddøre	Ved branddøre er max afstand 6 mm til gulve. Dette stiller krav om ekstra spartling/opretning af gulv	Ved branddøre er max afstand 6 mm til gulve. Dette stiller krav om ekstra spartling/opretning af gulv	-	E1 E2	Lodstok

Bemærkninger

- Ved anvendelse af tolerancer for in situ støbt-beton, beton-, letklinkerbeton- samt træelementer er der ikke overensstemmelse med annekset til DS 1028 vedr. udsparinger til indvendige snedkerpartier og døre. Det anbefales, at øge udsparinger til indvendige døre med +10 mm for at imødegå tolerancer i råhuskonstruktionen.
- Hvor dette ikke kan lade sig gøre, fx ved branddøre, og hvor der ikke monteres indfatninger mv., er det nødvendigt, at der stilles skærpede krav til råhusets samlede tolerancer
- Uoverensstemmelsen kan være yderligere vanskeliggjort ved anvendelse af forspændte dækelementer som følge af disses pilhøjde, hvis der ikke projekteringsmæssigt er taget højde herfor
- Der kan ved facadeflugter på langs og tværs af bygningen være koteforskelle på helt op 60 mm
- Hvis der ikke i projektet er taget højde for de nødvendige forudsætninger og relevante tolerancer, vil der være konflikt mellem de forventede udfaldskrav og muligheden for at udføre arbejdet i overensstemmelse hermed. Det er derfor nødvendigt at analysere bygningen og fastlægge de tværfaglige tolerancer ud fra en overordnet sammenhæng, fx ved at anvende tolerancer fra skærpet toleranceklasse (ST).

6. Vinkelrethed

6.1 Vinkelrethed af rum

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

Vinkelretheden er væsentlig for:

- Opsætning af lofter, herunder "lige" fordeling af plader/brædder med aldrig under 1/2 plade, med mindre andet er aftalt
- Udlægning af gulve og andre gulvbelægninger, for retningsbestemmelse og evt. mønsterfordeling
- Montage af inventar, herunder køkkenbordplader mod væg mv.
- Montage og placering af inventar i rum.

Forudsætning for opmåling

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

Tolerancer for rums vinkelrethed

	Lempet toleranceklasse	Normal toleranceklasse	Skærpet toleranceklasse	Kontrolmetoder og -midler
Målafsætning				
Længder og højder Tolerancer må ikke ophobes	-	±3 mm	-	H1 Målebånd C1 C4 Lodstok/ nivelement
Vinkelrethed: Tolerance på diagonal mål				
Rum ≤ 20 m ²	-	±4 mm	-	H1 Målebånd
Rum ≤ 50 m ²	-	±5 mm	-	H1 Målebånd
Rum > 50 m ² < 100 m ²	-	±6 mm	-	H1 Målebånd
Rum > 100 m ² aftales særligt				

For Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader benyttes følgende kontrolmetoder:

Nr.	Metode	Side
A	Vandrette afsætningsmål	
A1	Vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier	60
A2	Måltolerancer for monterede elementer	61
B	Vandrethed	
B1	Vandrethed	65
B2	Flugt i vandrette linier	65
B5	Gulvflader	67
C	Lodrette afsætningsmål	
C1	Lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål	67
C2	Tolerancer for monterede elementer i højden	67
C3	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter	67
C4	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage	68
C5	Lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt i rum	69
C6	Centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele	69
D	Elementer	
D1	Måltolerancer for enkelte elementer	70
D3	Vinkelrethed på enkelte lette træelementer	70
E	Lodtolerancer	
E1	Montage af elementer	71
E2	Montage af elementer < 2 m og < 1 m	72
E3	Lodrethed	73
E4	Flugt i lodret linie	73

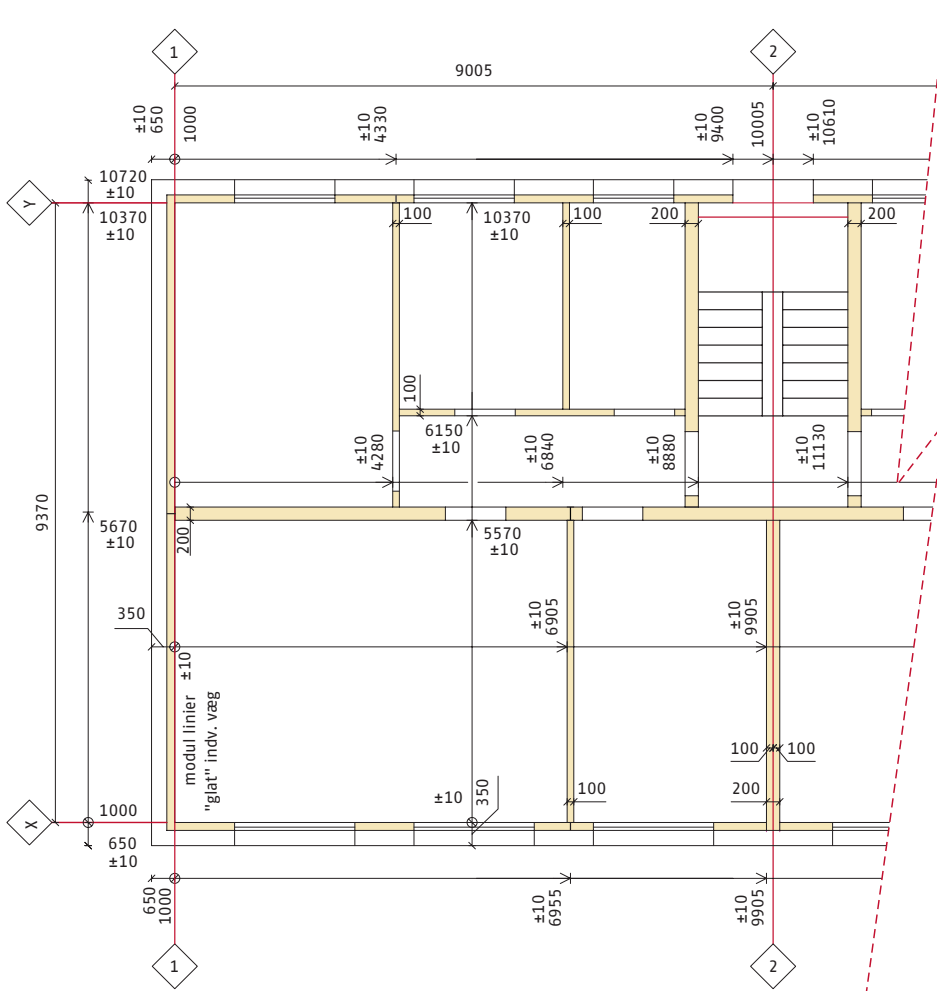
Nr.	Metode	Side
F	Planhed og planhedsafvigelser	
F1	Måling med retskinne	73
F7	Flader med mellemrum, fx ved spær, lægter og gulvstrøer	74
F8	Gulve jf. GSO-metoden	76
G	Rethed	
G1	Rethed	77
G2	Nedbøjning	77
G3	Krumning	78
H	Vinkelrethed	
H1	Rum	79
H2	Udadgående hjørner på vægge > 2 m	79
H3	Udadgående hjørner på vægge ≤ 2 m	79
I	Visuel bedømmelse	
I2	Trægulve samt klinke- og flisegulve	81
I3	Vægge med beklædning af gips, krydsfiner eller træ	81
K	Fugt	
K2	Fugtindhold i træ	81

A1 Kontrol af vandrette mål i forhold til hovedafsætningslinier

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

Mål < 30 m kontrolleres med stålband eller totalstation.

Mål > 30 m kontrolleres med totalstation.



A1.1 Afsætningsplan med fortløbende målsætning og tilhørende tolerancer.

(Illustrationen refererer ikke til et fag eller produkt).

A2 Kontrol af måltolerancer for monterede elementer

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

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

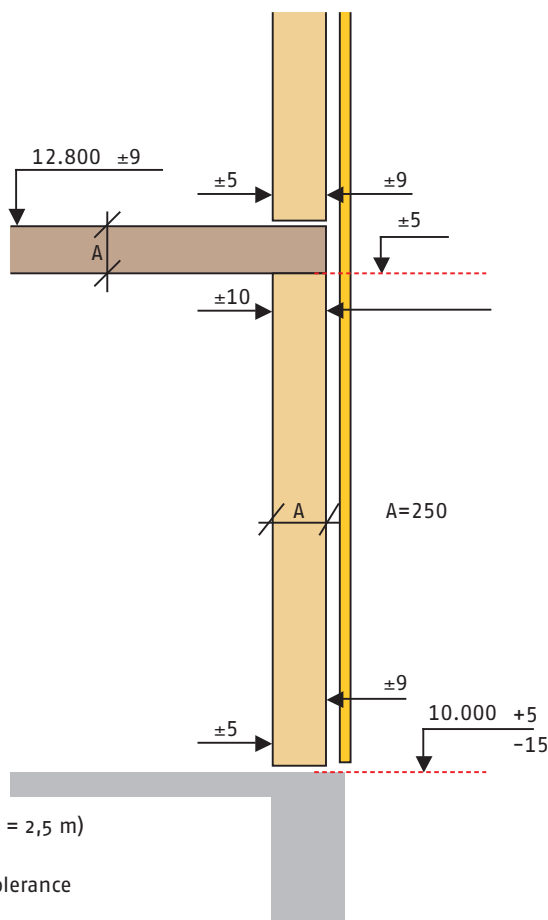
A2.1.3 Elementers vandrette placering, højder og i lod

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.

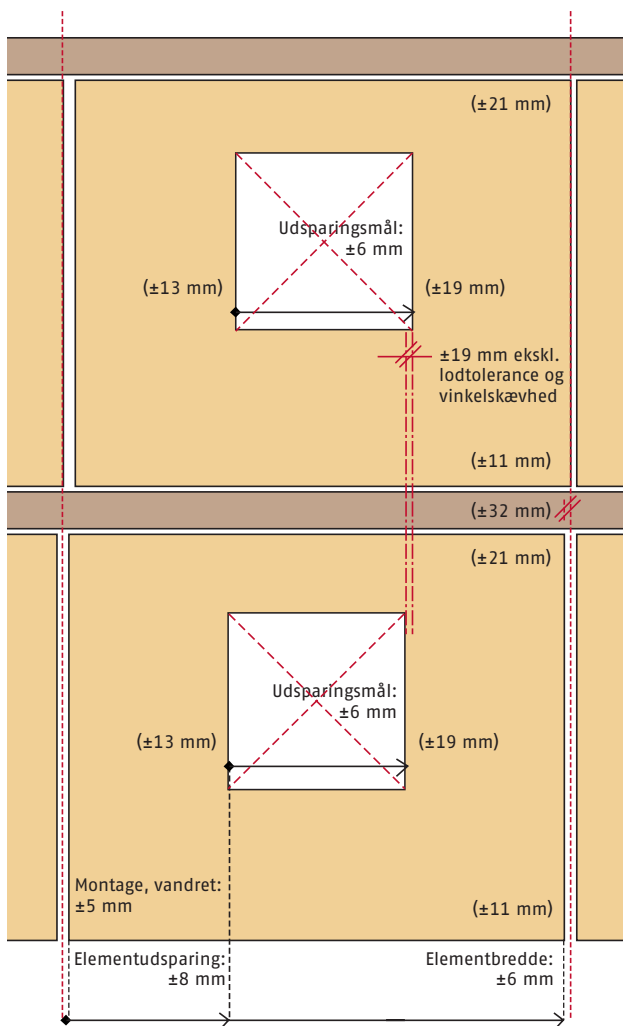
I projekteringen skal der jf. DS 1050 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$.

Elementhøjden er sat til 2,5 m
Tykkelsestolerance på element: ± 4 mm
Højdetolerance på element: ± 5 mm
Montagetolerance lod: 2 mm/m (5 mm ved $h = 2,5$ m)
Vandret placeringstolerance: ± 5 mm
Forudsætning, o.s. fundament $+5/-15$ mm tolerance
Elementhøjde ca. 2,5 m
Toleranceklasse NT (normal)



A2.2.3 Udsparinger i vægge, flugt over hinanden inkl. montageolerancer i vandret plan, men ekskl. lodtolerance

Krydsmål i udsparing skal overholde ± 5 mm



Lette vægelementer

Udsparinger i vægge, flugt over hinanden inkl. montageolerancer i vandret plan, men ekskl. lodtolerance og vinkelskævhed.

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 $\sqrt{a^2 + b^2 + \dots + n^2}$.

Eksempel

Toleranceklasse NT (normal)

Elementhøjde er sat til 2,5 m.

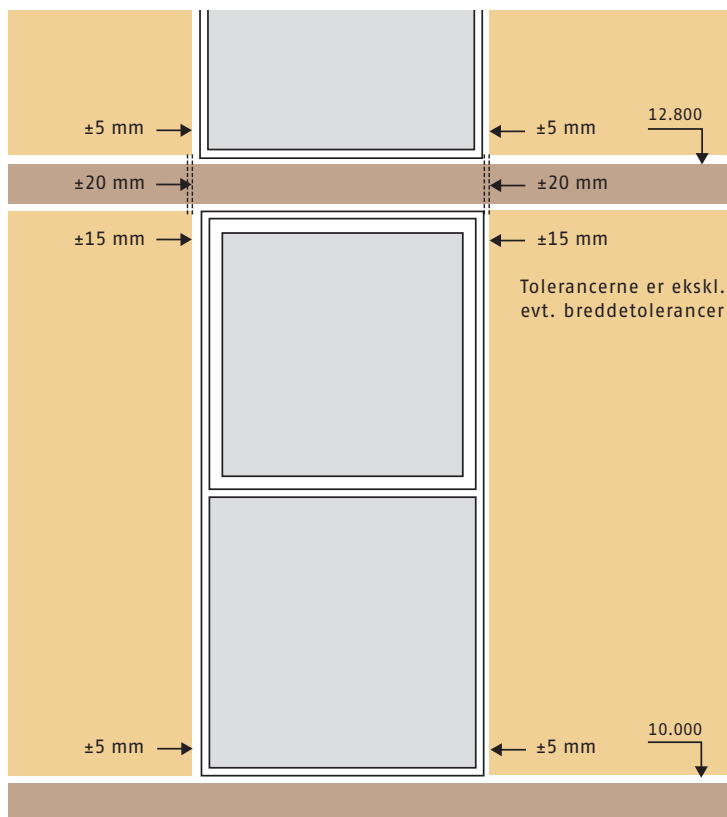
Breddetolerance på element: $B > 3,6$ og $< 7,2$ m = ± 6 mm

Vinkelskævhed, krydsmål: Diagonal $> 3,6$ og $< 7,2$ m = ± 5 mm

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

Vandret placeringstolerance: ± 5 mm

A2.3.3 Tolerancer for lodret gennemgående facadeåbning, kantet af lette træelementer og optegnet uden vinkelskævhed. Toleranceklasse NT (normal).



Bemærkninger

De angivne plus-/minus-tolerancer 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

Elementhøjde ca. 2,5 m

Placeringstolerance: ±5 mm

Lodtolerance: 2 mm/m

Vinkelskævhed på element: < 3,6 m: ±5 mm på diagonal mål

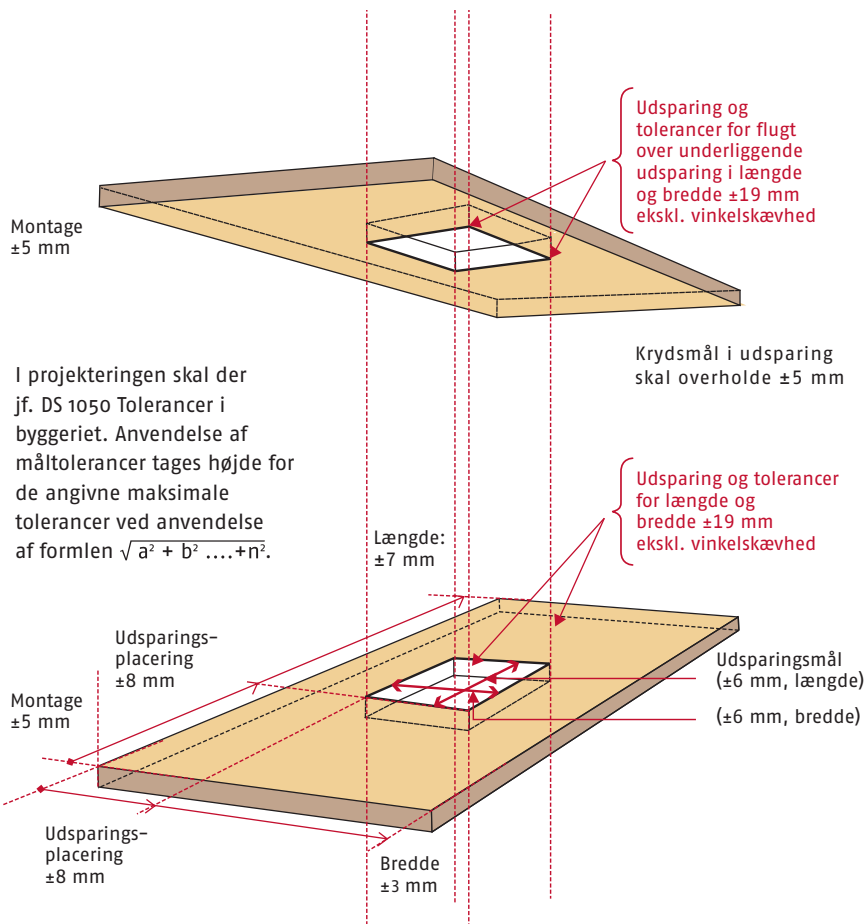
A2.4.3 Lette træbaserede dækelementer

Udsparinger i dækelement, flugt over hinanden inkl. monteretolerancer i vandret plan, men ekskl. elementets vinkelskævhed. Montage i toleranceklasse NT (normal).

Breddetolerance på element: $B \leq 2,4 \text{ m} = \pm 5 \text{ mm}$

- Vinkelskævhed, krydsmaal: Diagonal $> 3,6$ og $< 7,2 \text{ m} = \pm 5 \text{ mm}$
- Udsparingsplacering: $\pm 8 \text{ mm}$
- Udsparing: $\pm 6 \text{ mm}$.

Montage, vandret placeringstolerance: $\pm 5 \text{ mm}$



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

Bemærkninger (til A2.4.3)

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.

B1 Kontrol af vandretthed

Enkelte elementer

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

Hel facade eller del af en facade

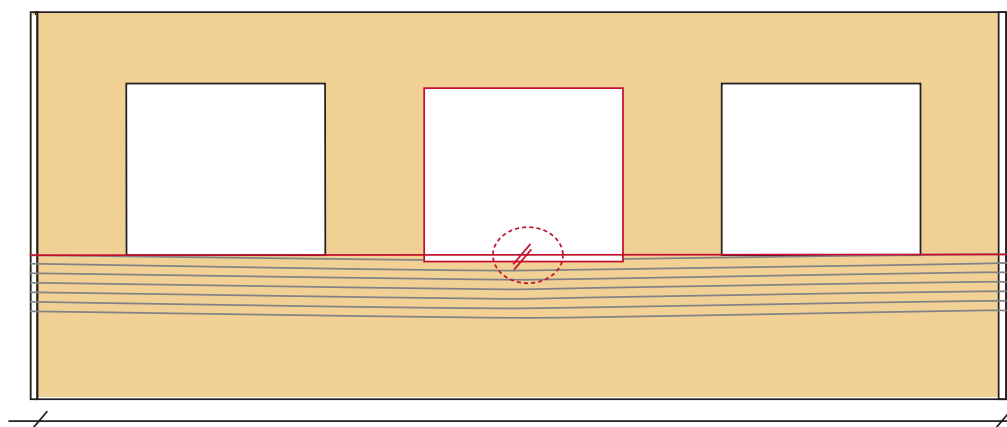
Ved nivellement af enkelte bygningsdele.

B2 Kontrol af flugt i vandrette linier

≤ 20 m: Vandret flugt, op/ned, kontrolleres med snor.

> 20 m: Nivellement.

B2.1 Kontrol af flugt i vandrette linier, se også figur B2.2.2.



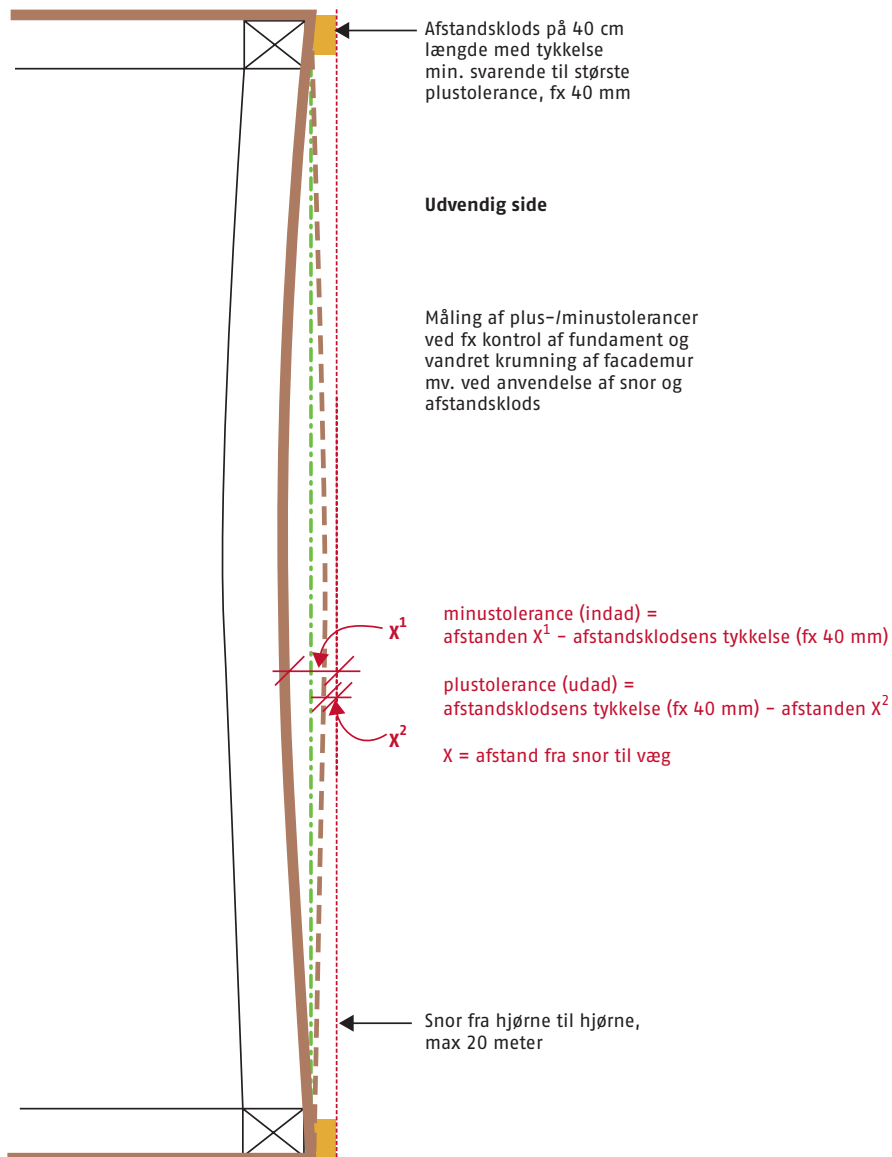
Vandret flugt med snor, max. 20 meter
Ved > 20 m anvendes nivellement

B2.2.2 Vandret flugt, afvigelser, ud- og indgående

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

> 20 m: Totalstation.

Se også figur B2.1



B5 Kontrol af vandretthed på gulvflader

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

C1 Kontrol af lodrette mål i forhold til hovedafsætningsmål

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

Metode: Nivellement.

C2 Kontrol af tolerancer for monterede elementer i højden

Elementer afsættes til underside, hvis andet ikke er anført. Se figur 2.1.3.

Metode: Nivellement.

C3 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter

Bygninger ≤ 2 etager

Stålmålebånd eller nivellement.

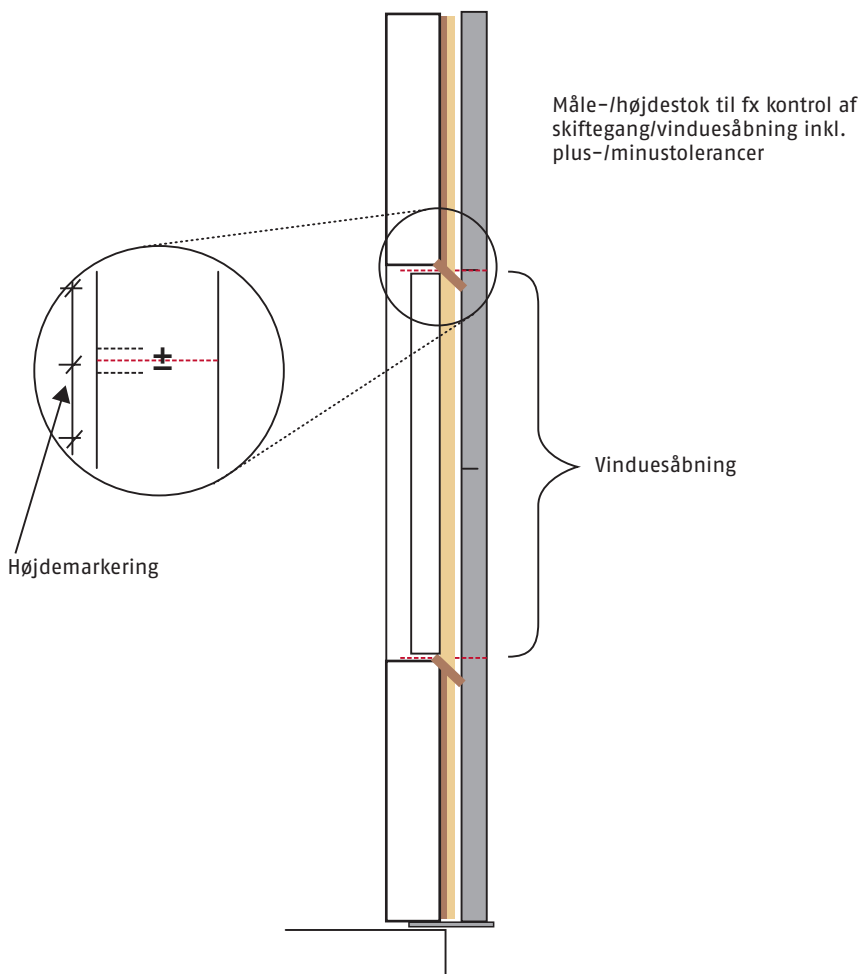
Bygninger > 2 etager

Nivellement.

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

Der kan anvendes en højdestok/målelægte.

C4.2 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt pr. etage.



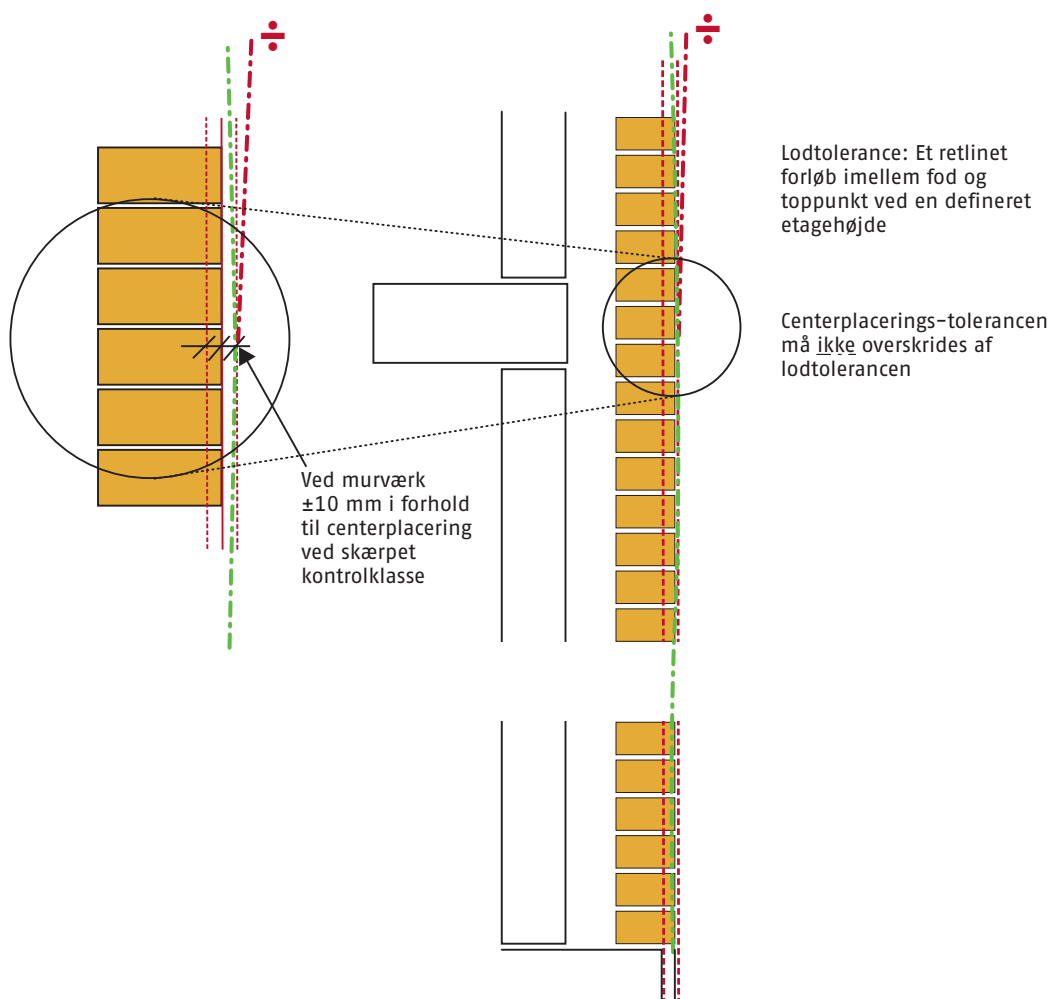
C5 Kontrol af lodrette detailmål i forhold til hovedafsætning og koter internt i rum

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

C6 Kontrol af centerplacering og lodtolerance for murværk og andre bygningsdele

Metode: 2 m lodstok samt teodolit/totalstation.

C6.2 Eksempel på centerplacering og lodtolerance. Begge krav skal overholdes.

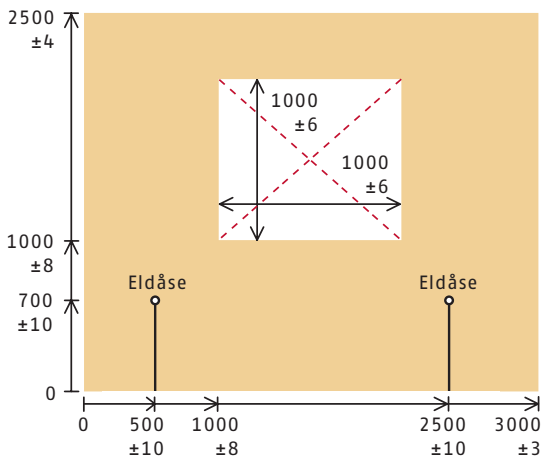


D1 Kontrol af måltolerancer for enkelte elementer

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

D1.3 Kontrol af måltolerancer for enkelte producerede lette træelementer

Krydsmaal i udsparing skal overholde ± 5 mm

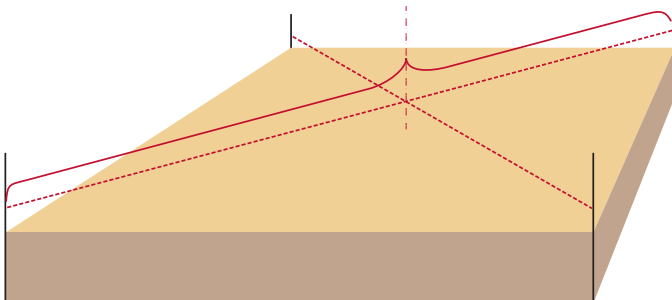


I projekteringen skal der jf. DS 1050 Tolerancer i byggeriet. Anvendelse af måltolerancer tages højde for de angivne maksimale tolerancer ved anvendelse af formlen $\sqrt{a^2 + b^2 \dots + n^2}$.

D3 Kontrol af vinkelrethed på det enkelte producerede lette træelement

Vinkelmål foretages med diagonalmål og stålvinke på kant.

D3.1 Eksempel på opmåling af vinkelrethed



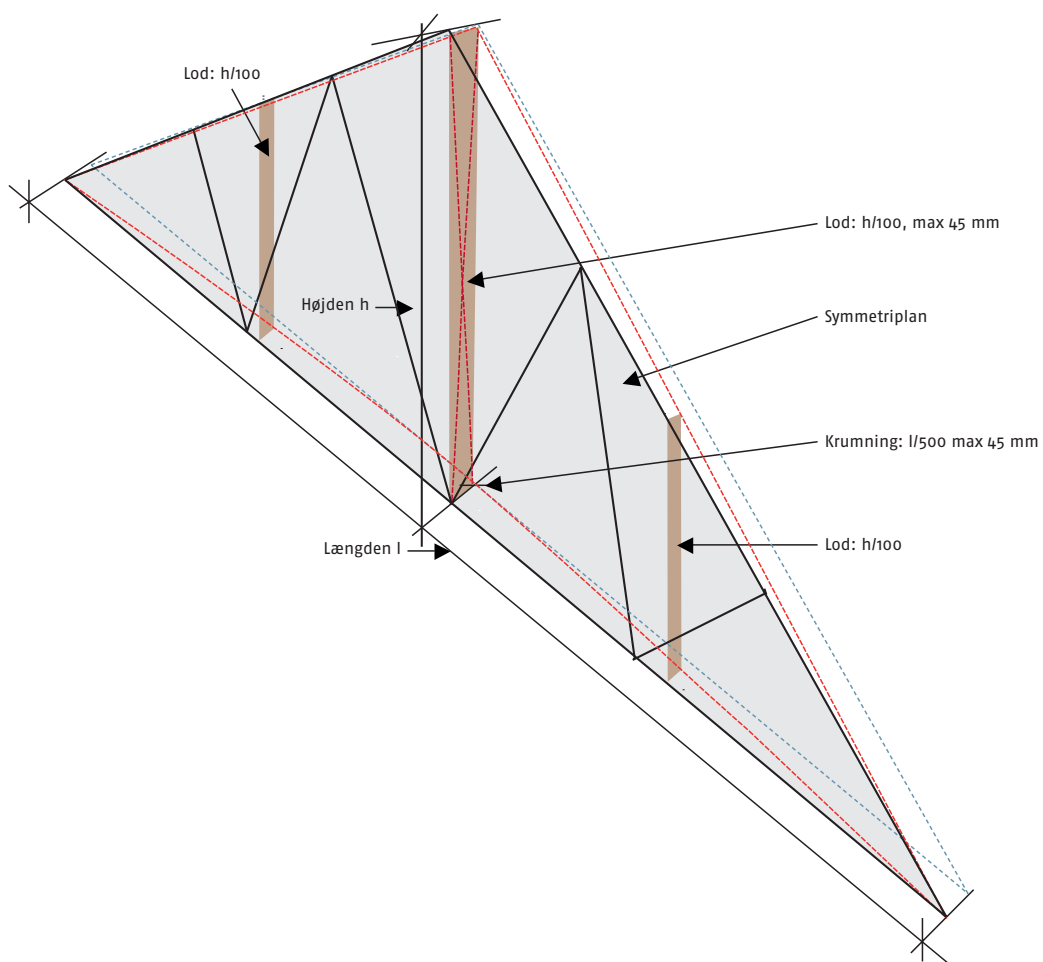
Krydsmaal (vinkelrethed):
3,6–7,2 m: ± 5 mm
Den angivne tolerance er afvigelsen mellem de målte diagonaler

E1 Kontrol af tolerancer for montage af elementer i lod

Metode: 1 m eller 2 m lodstok.

E1.3 Tolerancer for spæropstilling

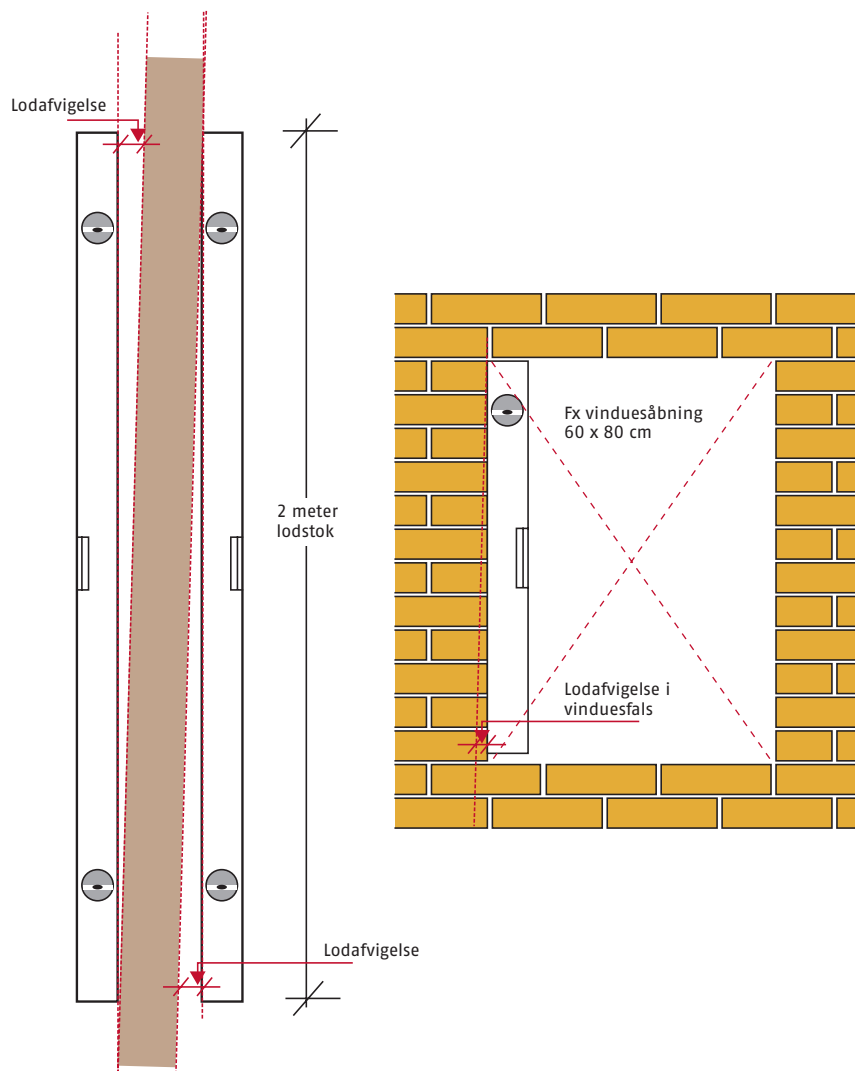
Den største afvigelse fra det lodrette symmetriplan må max være 45 mm, dog højst $l/500$ mht. krumning og $h/100$ mht. lod.



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

Metode: 1m lodstok eller mindre.

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



E3 Kontrol af lodretthed

Bygningsdel måles med 1 eller 2 meter lodstok.

Facade

Bygninger < 2 etager: Måles med lodsnoer (for murer og tømrer) eller totalstation.

Bygninger ≥ 2 etager: Måles med totalstation.

E4 Kontrol af flugt i lodret linie

Bygninger < 2 etager: Måles med lodsnoer.

Bygninger ≥ 2 etager: Måles med teodolit/totalstation.

F1 Måling af planhed og planhedsafvigelser med retskinne

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

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

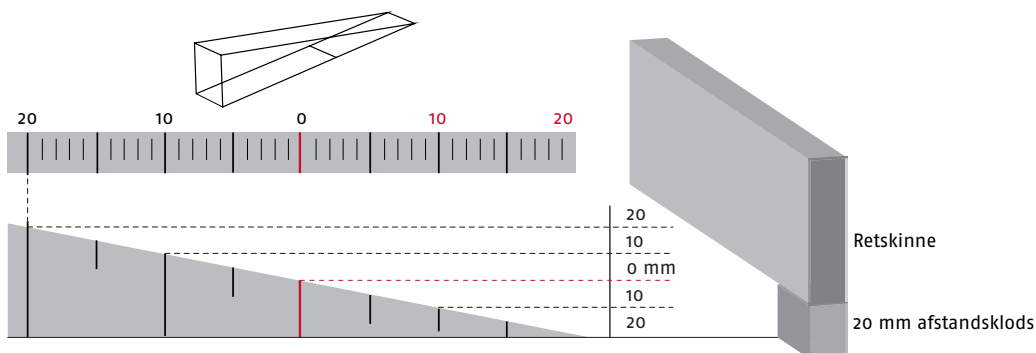
Ved præcisionsmåling anvendes retskinne og målekile af aluminium.

Sådan bruges en retskinne

Brættet anbringes med benene skønsmæssigt vinkelret på den aktuelle flade.

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

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.

F7 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

KONTROLMETODER

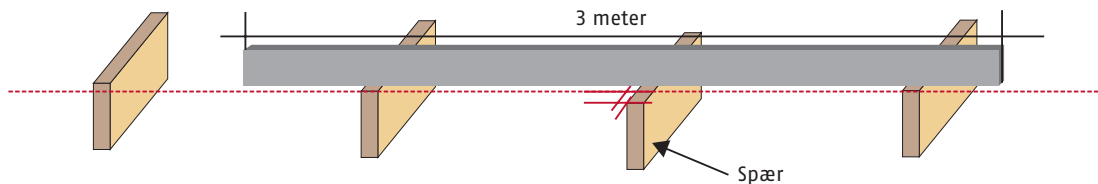
F7.1 Kontrol af flader med mellemrum, fx ved spær, gulvstrøer mv.

Ved flader med mellemrum, fx spær:

Planhed, målt med 3 mm retskinne på oversiden af spær over

min. 2 spærmellemrum med c/c 1 m

Planhed på spær, ± 3 mm, måles altid over 3 spær

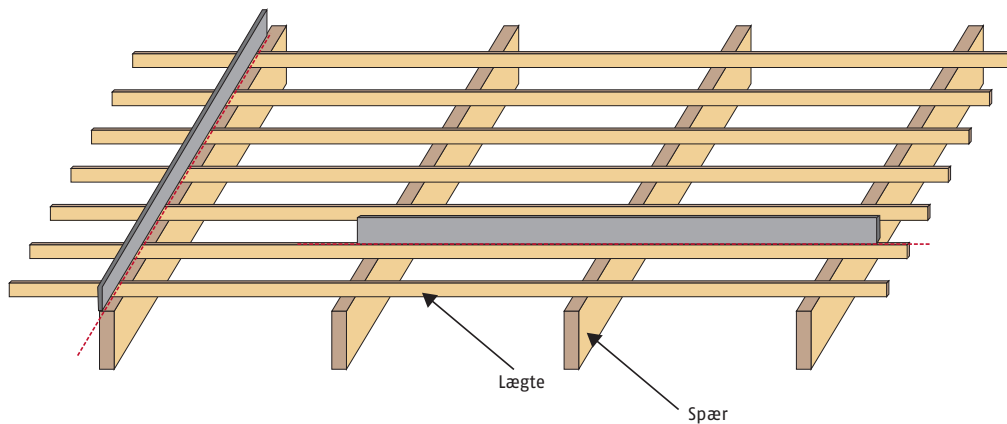


F7.2 Kontrol af flader med mellemrum, fx ved lægter, træskeletunderlag mv.

Planhed på fx lægter, målt med 2 m retskinne på oversiden

af lægter over min. 2 spærmellemrum med c/c 1 m

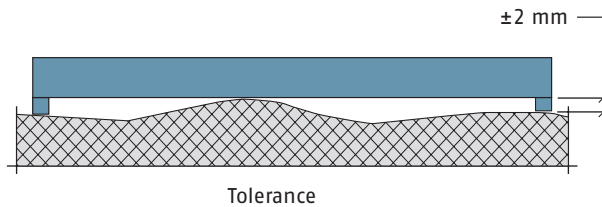
Planhed på lægter, ± 3 mm



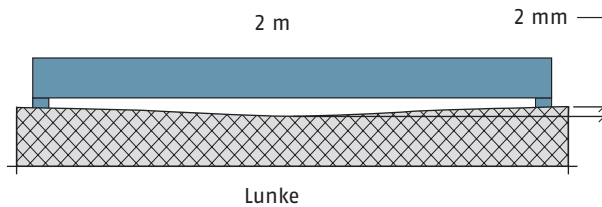
F8 Kontrol af planhed ved gulve jf. G50-metoden

Metode: 2 m retskinne med afstandsholder og målekile.
0,25 m retskinne med afstandsholder og målekile. Se figur F8.1-4.

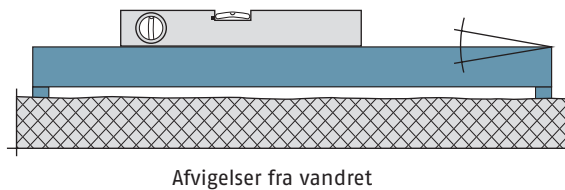
F8.1 Kontrol af planhedstolerance



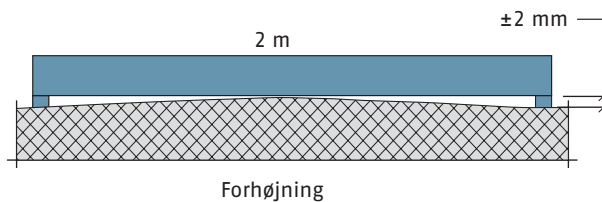
F8.2 Lunke



F8.3 Afvigelser fra vandret



F8.4 Forhøjning



G1 Kontrol af rethed

G1.1 Kontrol af rethed

Mål < 6 m

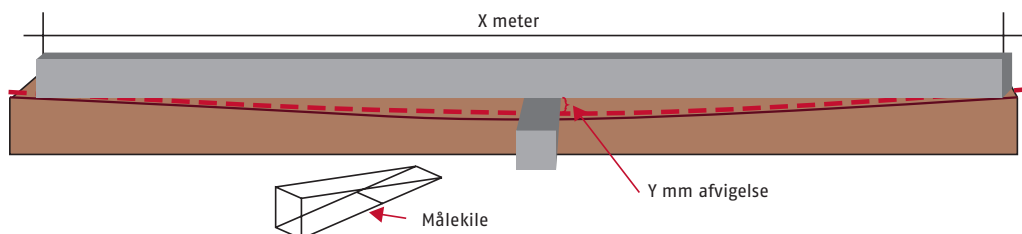
Retskinne + målekile, i længder svarende til kravspecifikation.

Mål < 20 m

Snor + mål, udspændt. Se i øvrigt figur D2.1 og D2.2.

Mål > 20 m

Nivellement.



(Detaljer vedr. målekile, se figur F1.1)

G2 Kontrol af nedbøjning

(Se tegning G1.1)

Længde < 6 m

Retskinne + målekile, i længder svarende til kravspecifikation.

Længde < 20 m

Snor + mål, udspændt.

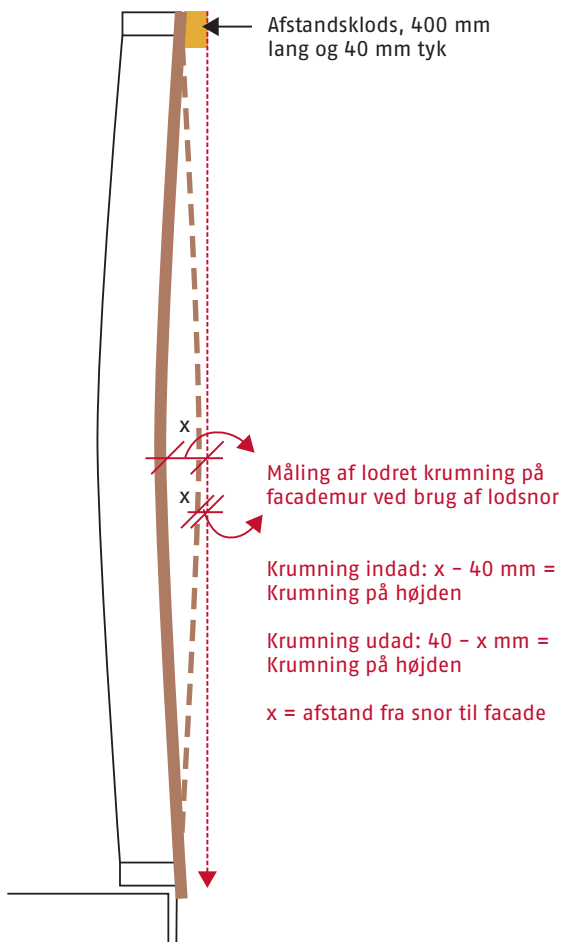
Længde \geq 20 m

Nivellement.

G3 Kontrol af krumning

Måles med snor eller retskinne i længde svarende til bygningsdel.

G3.2 Mål af krumning i forhold til lodret på let facade



H1 Kontrol af vinkelrethed i rum

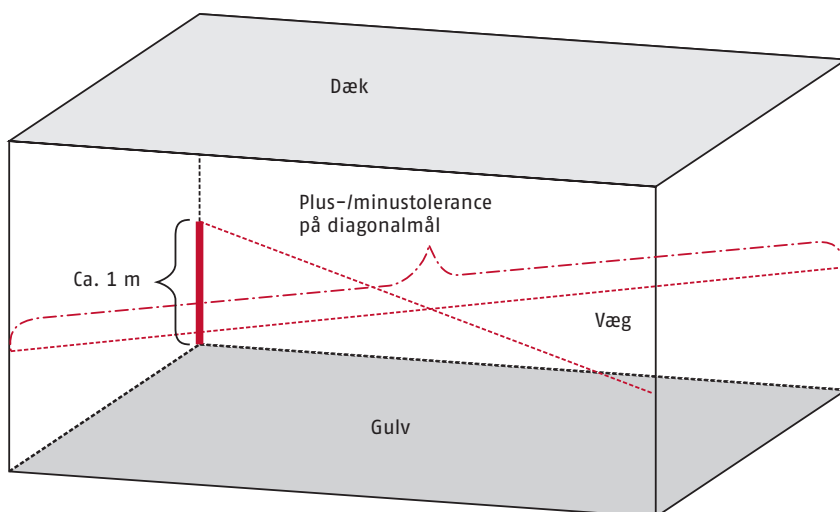
Rum $\leq 100 \text{ m}^2$

Ved diagonalmål med stålmålebånd. Se figur H1.1.

Rum $> 100 \text{ m}^2$

Målemetode aftales.

H1.1 Kontrol af vinkelrethed i rum



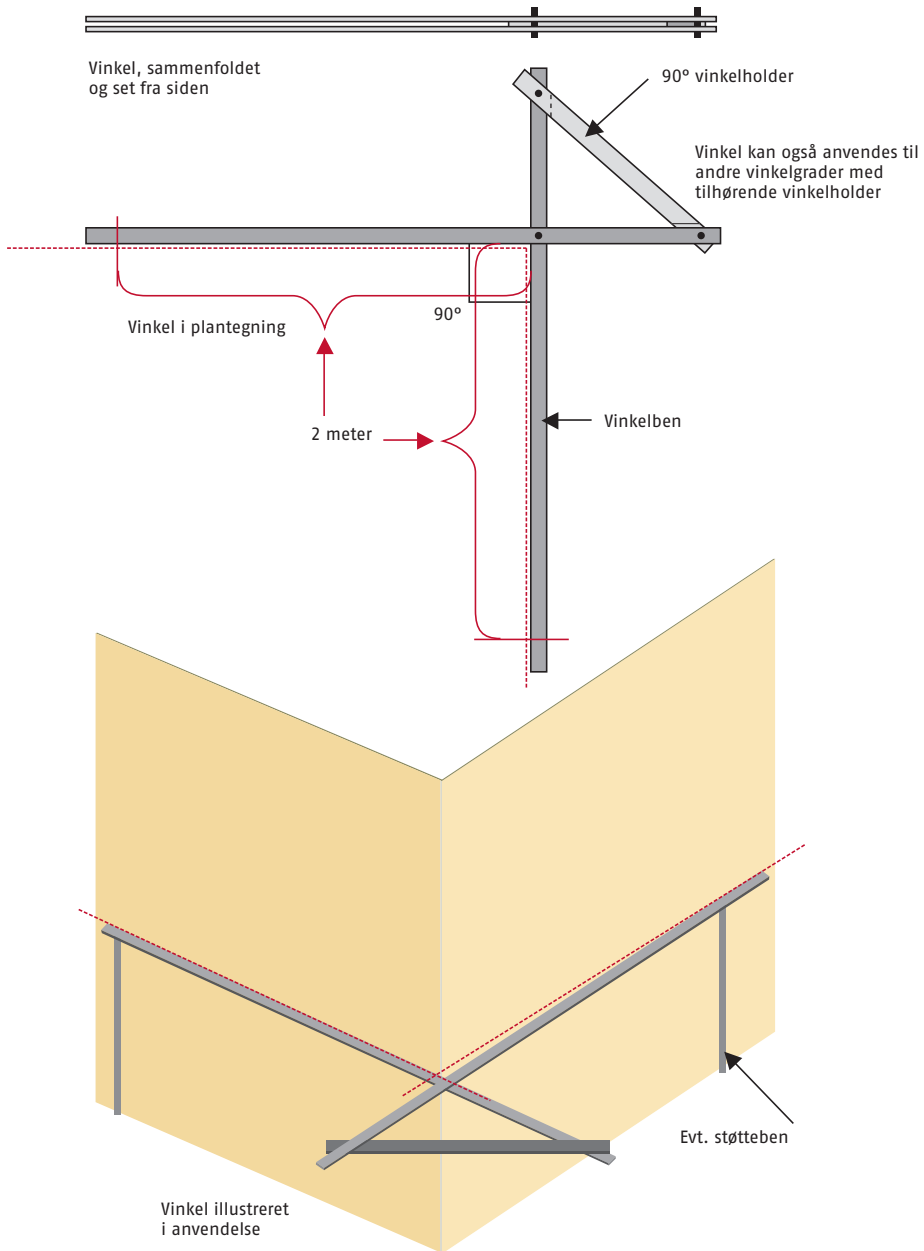
H2 Kontrol af vinkelrethed ved udadgående hjørner på vægge $> 2 \text{ m}$

Måles med teodolit/totalstation

H3 Kontrol af vinkelrethed ved udadgående hjørner på vægge $\leq 2 \text{ m}$

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

H3.1 Kontrol af vinkel på udadgående hjørner på vægge ≤ 2 meter



I3 Visuel bedømmelse af trægulve samt klinke- og flisegulve

Udfaldskrav til træ-, klinke- og flisegulve, der skal bedømmes visuelt, betragtes i medlys og stående i en afstand af ca. 1,6 m over gulvet og i en vinkel på 45 grader.

I4 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.

K2 Kontrol af fugt i træ

Fugtindholdet i træ kontrolleres med veje-tørre-metoden og elektriske stikbensemålere. Ved måling af fugtindholdet i træ er veje-tørre-metoden referencemetode.

Veje-tørre-metoden

På et repræsentativt sted udtages/afskæres en prøve. Prøven emballeres umiddelbart herefter i en tæt plastpose og transporteres til laboratoriet, hvor prøven først vejes og herefter tørres i et varmeskab/ovn ved 105 °C til konstant vægt. Prøven vejes igen, og fugtindholdet bestemmes. Metoden er den mest præcise og er referencemetode for andre målingsmetoder.

Træfugtighedsmålere

Til træfugtismåling anvendes elektroniske indstiksmålere med indstiksben.

For udvendigt konstruktionstræ og beklædning anvendes indstiksmålere med isolerede ben.

Ved indvendigt træ kan anvendes indstiksmålere med uisolerede indstiksben.

Ved anvendelsen af elektroniske målere, skal måleren altid kalibreres og korrigeres for temperatur.

Benlængde skal tilpasse det, man skal måle, overfladefugt eller træfugten samt dimension på emnet. Ved emner tykkere end 25 mm anbefales indstiksben på 20-25 mm.

Litteraturliste

Dansk Standard

- DS 411 Norm for betonkonstruktioner
- DS 413 Norm for trækonstruktioner
- DS 414 Norm for murværkskonstruktioner
- DS 420 Norm for letbetonkonstruktioner af letbetonelementer
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner
- DS 1003 Vinduer. Modulmål
- DS 1028 Indvendige, enfløjede døre. Modulmål
- DS EN 1520 Præfabrikerede armerede elementer af letklinkerbeton med åben struktur
- prEN 14250 Trækonstruktioner – Produkter til præfabrikerede spær med tandpladeforbindelser.

Standarderne kan mod betaling downloades på www.ds.dk eller på www.bygviden.dk *

Gipsplader

Gipsplademontage og overfladebehandling, Hvor går grænsen? 3. udgave 2005.

Pjecen kan downloades på www.bygviden.dk

Gulve

- Gulvfakta, udgivet af Gulvbranchens Samarbejds- og Oplysningsråd. Tilgængelig for abonnenter og Dansk Byggeris medlemmer på www.gso.dk
- Træ 41 – Trægulve 1. Lægning og reparation, udgivet af Træbranchens Oplysningsråd. Kan kun købes i trykt udgave, fx via Dansk Byggeris servicebutik
- Træ 47 – Trægulve 2. Valg og vedligehold, udgivet af Træbranchens Oplysningsråd. Kan kun købes i trykt udgave, fx via Dansk Byggeris servicebutik
- Byg-Erfa blade. Kan mod betaling downloades på www.byg-erfa.dk eller på www.bygviden.dk *

Tage

- For tegltage gælder Tegl 36, Oplægning af tegltage, november 2005. Kan mod betaling downloades på www.bygviden.dk *
- For betontagsten gælder producenterens vejledning
- For tagpaptage gælder Tagpapbranchens Oplysningsråds vejledninger. Kan mod betaling downloades på www.bygviden.dk *
- For stråttage gælder Tækkevejledningen, marts 2006. Kan downloades på www.bygviden.dk
- Byg-Erfa blade. Kan mod betaling downloades på www.byg-erfa.dk eller på www.bygviden.dk *

* *Køb og download af publikationer på www.bygviden.dk forudsætter log-in. Medlemsvirksomheder af Dansk Byggeri, Foreningen af Rådgivende Ingeniører og Danske Arkitektvirksomheder har log-in.*

Ordforklaringer

Fortløbende målkæde

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

Hultolerance

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

Lod og vage

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

Lunker

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

Nedskalkning

Ved en nedskalkning øges dimensionen i nedadgående retning.

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.

Påforing

Ved en påforing øges dimensionen i udad- eller opadgående retning.

O.s.

Overside.

RF

Relativ luftfugtighed.

Udsparing

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

U.s.

Underside.

Bilag 1

Notat om kvalitetssikring

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

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

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

Hovedprincipperne i bekendtgørelse er:

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

Det er en væsentlig forudsætning for at indfri bekendtgørelsens formål, at udbuds-materialet indeholder en kontrolplan (udbudskontrolplanen) med de konkrete og specificerede krav til dokumentation af de kontraktmæssige ydelser. Udover disse kontraktmæssige forpligtelser vil entreprenøren typisk selv have nogle forhold, som han ud fra egne erfaringer ønsker at kontrollere. Disse kontroller kan samles i en kvalitetsplan (eller kontrolplan) for det konkrete byggeri og udgør således den samlede

kvalitetssikring. Bygherren har imidlertid ikke uden særskilt aftale herom krav på, at entreprenøren udfærdiger en samlet kvalitetsplan.

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

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

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

For nærmere information om kvalitetssikring kan der henvises til www.danskyggeri.dk under Erhvervsteknik.

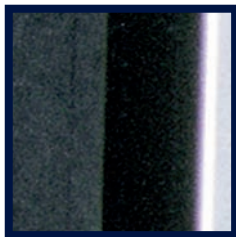
Hvor går grænsen?

Tømrer / Træelementer / Snedker / Gulv / Glas-alufacader
Tolerancer og overfladespecifikationer

1. udgave, marts 2007

Udgiver: Dansk Byggeri
Postboks 2125
1015 København K
Telefon 72 16 00 00
Telefax 72 16 00 10
www.danskybyggeri.dk

Layout: Montagebureauet ApS
Tekstass.: www.selvskrevet.dk
Foto: Ricky John Molloy
Tryk: Kailow Graphic A/S
Oplag: 5.250
ISBN: 978-87-92008-03-9



- 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.