



\* Interaktiv indholdsfortegnelse - klik på emne

<b>GENEREL PROJEKTERING</b>	<b>2</b>	<b>BEREGNINGSEKSEMPEL</b>	<b>7</b>
elementgeometri	2	Eksempel	7
Geometri	2		
Længder	2	Konsekvensklasse	8
Varianter	2	Revnekriteriet	8
Armering	2	Balancekriteriet	8
Pilhøjde	2		
Vederlag	3	<b>DEFORMATION</b>	<b>8</b>
		Generelt	8
Indstøbningsdele	4	Eksempel	9
Standard indstøbninger	4		
Andre indstøbninger	4	Vinkeldrejninger	10
		Længdeændringer	10
Overflader	5		
Normgrundlag	5		
Norm	5		
Kontrolklasse	5		
Miljøpåvirkning	5		
Tolerancer	5		
Sekundære påvirkninger	6		
Toppladen	6		
Overragende ender	6		
Tværfordeling	6		
Skivevirkning	7		
Sidepåvirkning	7		

## ELEMENTGEOMETRI

### Geometri

TT plader udføres i 5 hovedtyper: TT30, TT40, TT50, TT60 og TT76 som vandrette ribbeplader i forspændt beton. Tallene angiver pladens totale højde i cm. Pladebredden er modulært 2400 mm.

TTD-pladerne produceres i størrelserne 78, 90 og 102 cm. Bredden er 2400 mm.

### Længder

Afhængig af belastning. Se bæretabeller i linket øverst på denne side.

### Varianter

Foruden standardtyperne kan TT plader også fremstilles i afvigende bredder, idet det er muligt at variere bredden af toppladen ved hjælp af indlæg i formene. Smaller plader end 1500 mm kan imidlertid ikke udføres med begge ribber i behold.

Plader med kun én ribbe kan formmæssigt fremstilles uden vanskelighed, men er yderst problematiske eller umulige at håndtere på grund af manglende stabilitet. Både ved normal understøtning og ved transport og montage frembyder de en sikkerhedsmæssig risiko, hvorfor det ofte vil være nødvendigt at afvise sådanne varianter.

I plader med reduceret bredde er det muligt at øge tykkelsen af toppladen. Ændringen af formkanter er arbejdskrævende og dermed fordyrende. Det vil derfor normalt kun komme på tale ved større leverancer.

Der kan udføres skrå ender i vilkårlige grader. Vær dog opmærksom på overpladens bæreevne, specielt på flig af overplade ved overførsel af last fra andre bygningsdele.

### Armering

#### Forspændt armering

Der anvendes normalt liner i dimensionen 12,5 mm, der betegnes L12,5. Armeringen leveres i henhold til pr. EN 10138.

#### Pladenet og bøjler

Udføres af profileret eller ribbet tråd, i henhold til EN 10080.

### Pilhøjde

På grund af armeringens forspænding vil pladerne få en pilhøjde, der varierer afhængig af belastning og andre påvirkninger.

Tolerancen på pilhøjden er + 50% dog minimum + 10mm.

Pilhøjder hidrører alene fra de påvirkninger – forspændinger, egenvægt m.m. – som betonen udsættes for, idet elementerne støbes i forme uden pilhøjde. Størrelsen af betonens deformationer er desuden afhængig af adskillige faktorer, som uundgåeligt varierer en del. Nogle af de væsentligste faktorer er lagringsforholdene og afspændingsstyrken.

Som et resultat heraf kan pilhøjderne allerede ved leveringen variere betydeligt, og det vil som regel være umuligt at forudsige variationer for en given leverance med større nøjagtighed.

Som en tommelfingerregel gælder, at pilhøjderne for et antal i øvrigt ens elementer kan variere +/- 50 % i forhold til gennemsnittet.

Gennemsnittet for en leverance ligger erfaringsmæssigt tæt på den beregnede værdi, når lagringstiden ikke afviger væsentligt fra den normale, som er regnet til ca. 1 måned.

Vil man undtagelsesvis forsøge at vurdere pilhøjdens tidsmæssige udvikling, må der henvises til speciallitteraturen.

## Vederlag

Lejedybden skal fastsættes således, at det nødvendige vederlag er til stede ved maksimale målafgivelser. Lejedybden mindre end 100 – 120 mm kan normalt ikke sikre at dette opfyldes.

Ribben vil, i kraft af den indstøbte lejeplade og den høje betonstyrke, være i stand til at overføre de lodrette belastninger, der kan forekomme i henhold til bæretabellerne. Lasten må dog ikke stå på de yderste 20 mm af ribben, og den vandrette regningsmæssige påvirkning må ikke overstige 30 kN i ribbens længderegning.

Et typiske vederlag kan opdeles i 3 dele:

### 1. TT-ribben

Er som standard forsynet med en indstøbt, forankret lejeplade, som bl.a skal sikre mod skader ved afspændingen.

### 2. Mellemlægget

Skal sikre at der ikke overføres belastning på de yderste 20 mm af ribbe og underlag, samt optage eventuelle bevægelser.

### 3. Underlaget

Skal optage de lodrette og vandrette kræfter, som overføres gennem mellemlægget.

Mellemlægget afhænger af kravene til vederlaget:

1. Er der ingen vandrette bevægelser i selve vederlaget, kan mellemlægget bestå af en simpel stålplade. Det er tilfældet, hvor underlaget kan følge med uden væsentlig modstand, som for eksempel ved relativt slappe indspændte søjler, bærende facader og lignende.
2. Ved moderate engangsbevægelser, som svind og krybning fra et enkelt fag, kan det normalt accepteres, at bevægelsen sker stål mod stål eller endda stål mod beton, forudsat at de resulterende friktionskræfter, der kan blive af betragtelig størrelse, kan optages.
3. Er der tale om større bevægelser – for eksempel ophobet fra flere fag – eller bevægelser, der må forventes at optræde flere gange, bør der tilføjes en form for "glidelag" til mellemlægget. Der findes flere forskellige produkter på markedet til disse løsninger.
4. Gentagne eller meget store bevægelser kalder på egentlige bevægelige lejer af neoprene, teflon eller lignende. I disse tilfælde må der foretages en egentlige dimensionering og indbygning efter leverandørens anvisninger.

Underlaget kan bestå af alle tænkelige bygningsmaterialer og afhængigt heraf må dimensioneringen foregå. Består underlaget af armeret beton – eventuelt forstærket med indstøbte beslag – vil løse lejeplader normalt være tilstrækkelige. Ved murværk må ofte anvendes en trykfordelende lejeplade for at begrænse normalspændingerne. Udover de lodrette kræfter skal underlaget naturligvis også optage de vandrette påvirkninger der forekommer. Endelig må de spaltekræfter imødegås, der opstår når normalspændingerne spredes.

## Generelt

Ved udformningen af vederlagene skal der tages hensyn til alle de påvirkninger, der kan tænkes at forekomme. Den lodrette og vandrette last skal naturligvis kunne optages, men lige så vigtigt er det at tage højde for de knapt så veldefinerede tvangskræfter, der opstår når konstruktionens naturlige deformationer hindres i større eller mindre grad.

Vurdering af ekstraordinære påvirkninger – som for eksempel brand – skal også indgå i overvejelserne.

Vinkeldrejninger som følge af varierende belastning og krybning bevirker, at reaktionerne ikke kan regnes virkende centralt på vederlaget. Begrænsning af denne vinkeldrejning vil altid medføre en grad af indspænding, hvilket i praksis er uheldigt, da TT-pladerne ikke er egnede til optagelse af negative momenter. Der bør derfor altid sørges for, at vinkeldrejningerne kan foregå så frit som muligt – enten som bevægelse ved pladeoverside eller i selve vederlaget.

Længdeændringerne kan fremkalde meget store tvangskræfter. Der er tale om forkortelser på grund af betonens svind og krybning samt temperaturbevægelser.

Svind og krybning er i alt væsentligt en engangsforeteelse, som overstås i løbet af de første år af konstruktionens levetid. Temperaturbevægelser kan derimod være stærkt varierende i både størrelse og hyppighed, alt efter hvilken konstruktion det drejer sig om. En fuldstændig hindring af længdeændringerne lader sig næppe gøre i praksis. Som regel er understøtningerne imidlertid så eftergivelige, at de resulterende kræfter kan optages, men er dette ikke tilfældet, må bevægelserne kunne udløses i selve vederlaget.

Det er ikke muligt at angive en enkelt, generelt anvendelig vederlagsudformning. Kravene variere fra projekt til projekt, og der må i hvert enkelt tilfælde vælges en løsning, der i rimelig grad opfylder kravene.

### To skadetyper optræder med mellemrum

1. Afskalninger af forkanten af underlaget eller yderste hjørne af TT-ribbe. Årsagen er at lasten er koncentreret for tæt på kanterne, f.eks. ved at mellemlægget er forkert placeret. Vandrette kræfter kan øge skaderisikoen.
2. Revnede underlag, som følge af vandrette kræfter, der er større end forudset, eller fordi armeringen, der skulle optage kræfter, er forkort placeret eller forkert form.

Skaden kan typisk fremkaldes ved at en forudsat eftergivenhed af understøtningerne er hindret ved bygningshjørne, tværvægge og lignende. Der kan ligeledes være grund til at minde om, at armeringsjern ikke kan bukkes så skarpt som de kan tegnes, og at de heller ikke altid er placeret så nøjagtigt som de er vist på tegningerne.

### Følgende grundregler vil udelukke de fleste af disse fejl:

1. Hold lasten væk fra de yderste 20-30 mm.
2. Brug indstøbte, forankrede lejeplader i bjælker og vægge af beton, hvis der kan opstå tvangskræfter.
3. Undgå fast forbindelse i begge ender til ueftergivelige underlag.

## INDSTØBNINGSDELE

### Standard indstøbninger

TT plader er normalt forsynet med følgende standard indstøbningsdetaljer:

- Fugelåse eller stringer langs pladekant. Anvendes til samling af pladerne indbyrdes og anbringes efter behov – normalt med 3-4 meters mellemrum.
- Lejeplader med påsvejste ankre. Sikrer mod skader ved afspændingen samt i de endelige vederlag.
- Når pladerne skal suppleres med pladsstøbt overbeton udføres de med opdragende armeringsnet kombineret med ru overside.
- Løftebøjler nær pladeende til anhugning ved aflæsning og montage.

### Andre indstøbninger

Indstøbningsmulighederne er begrænset af statiske og økonomiske hensyn samt af mulighederne for placering i formene.

Kabler, mindre rør og lignende, som ønskes ført gennem ribberne umiddelbart under toppladen, lader sig let etablere, gennem indstøbte A1-polystyren klodser. De tilpassede klodser findes i 100 og 250mm længde, og i 50, 100, 150, 200 og 250mm højde, og indstøbes i overgangen mellem ribbe og topplade. Antal og dimension af klodserne begrænses i øvrigt af statiske hensyn og af lineplacering.

Huller i toppladen bør generelt holdes fri af afrundingen mellem ribbe og topplade, for at undgå vanskelige tilpasninger i formene.

Ved huller for ovenlys bør man desuden være opmærksom på at huller udføres med 10 mm smig på sidekanter så hullet er 20 mm større i begge retninger på pladeoverside.

Statiske hensyn kan begrænse størrelse eller placering af huller i toppladen, blandt andet må man sikre sig, at der er tilstrækkelig trykzone overalt.

## OVERFLADER

Elementerne støbes med grå beton og overflader udføres jf. Bips publikation A24.

Pladernes underside er glat, svarende til BO 42. Ribber og formender er BO 41. Elementer for pladsstøbt overbeton leveres med ru overside, svarende til BO 53. Oversiden på elementer uden pladsstøbt overbeton er grov afrettet, svarende til BO 43, klar til pålægning af isolation.

TT pladernes ender, der normalt ikke ses i det færdige byggeri, har en grovere karakter, og de afskårne spændliner er synlige. Hvor pladeenderne ses i det færdige bygværk kan pladerne på bestilling leveres med skjulte lineender.

## NORMGRUNDLAG

### Norm

Dimensioneringsgrundlag er det europæiske normsæt – Sikkerhedsbestemmelser EC 0, Laster EC 1, Betonkonstruktioner EC 2 og Produktstandarden EN 13224 – Ribbelementer til gulve incl. Nationale annekser.

### Kontrolklasse

Elementerne fremstilles efter normens regler for skærpet udførelseskontrol, mens evt. pladsstøbt overbeton regnes udført i normal udførelseskontrol.

### Miljøpåvirkning

TT/TTD elementer tilbydes i passiv, moderat eller aggressiv miljøpåvirkning. Dog er de forspændte liner afskåret binding med endefladen.

TT dæk med overbeton opfylder i forbindelse med en række gængse gulvkonstruktioner kravene i bygningsreglementet til såvel luftlydisolation som trinlydniveau. I øvrigt henvises til SBI-anvisning nr. 172.

### Tolerancer

Tolerance krav er fastlagt, så de overholder kravene i produktstandarden, EN 13224 og branchevejledningen "Hvor går Grænsen?".

Længde		L/1000
		min.: +/- 10 mm
		max.: +/- 30 mm
Bredde		+/- 8 mm
Højde (H)	H ≤ 0,4 m.	+ 10 mm / - 5 mm
	H > 0,4 m.	+/- 10 mm
Udsparinger og huller	Størrelse	+/- 10 mm
	Placering	+/- 20 mm

Længdetolerancen er sammensat af bidrag fra afsætning, forkortelse på grund af forspænding og eventuel skæv placering af endeforskalling.

Bredde- og højdetolerancerne er normalt uden praktisk betydning. Længdetolerancerne er derimod bestemte for valg af fugestørrelser ved sammenbygning. I praksis anvendes normalt lidt større fuger end overnævnte længdetolerance direkte skulle foreskrive.

Hvor flere TT plader ligger i forlængelse af hinanden vil en fuger på 40 mm normalt være tilstrækkelig. Ligger en TT plade mellem to faste vægge bør der ikke regnes med mindre end 30 mm luft i begge ender, når væggene placeres indenfor  $\pm 10$  mm fra korrekt position.

## SEKUNDÆRE PÅVIRKNINGER

### Toppladen

TT-pladernes topplade er armeret med svejst net og dimensioneret for en jævnt fordelt regningsmæssig nytelast på  $2,0 \text{ kN/m}^2$ . Hvor bæretabellerne angiver større bæreevne kan denne altså kun udnyttes hvis lasten koncentrerer sig over ribberne. Dette gælder specielt for oplagring af materialer og lignende i byggeperioden. Tal med Spæncom i tvivlstilfælde.

Når pladerne skal anvendes som etagedæk suppleres de med pladsstøbt overbeton, der samvirker med TT-pladerne. Bæreevnen af overpladen afhænger derfor af overbetonens tykkelse, kvalitet og armering. 60 mm overbeton i B25 og normal kontrolkasse er den mindste tykkelse og mest almindelige udførelse.

Med denne overbeton og armering bestående af T6 beliggende midt i overbetonen fås eksempelvis følgende:

#### Bæreevner udover egenvægt, $\text{kN/m}^2$ :

T6 pr. mm	250	200	150	100
-----------	-----	-----	-----	-----

#### Med 50 mm topplade

Regningsmæssig	25	32	43	64
Revnevidde = 0,3 mm	5	9	15	29
Revnevidde = 0,2 mm	3	5	9	19

#### Med 60 mm topplade

Regningsmæssig	28	36	48	73
Revnevidde = 0,3 mm	6	10	17	33
Revnevidde = 0,2 mm	3	5	10	21

Linielast mellem ribberne må – i  $\text{kN/m}$  – højst andrage halvdelen af de anførte talværdier, og på frie dækkanter må linielast yderligere halveres til en fjerdedel af de anførte talværdier. Punktlaster mellem ribberne må – i  $\text{kN}$  – højst andrage 0,6 gange de anførte talværdier og på frie kanter højst halvdelen heraf, dvs. 0,3 gange talværdierne. På dæk, der belastes af tunge køretøjer eller tilsvarende uensformige belastninger, anbefales det at anvende en tykkere overbeton og tilsvarende armering. Tal med Spæncom.

### Overrørende ender

Ved kraftigt armerede plader er spændingerne i undersiden af ribberne hidrørende fra forspændingen så store, at der ikke er overskud til optagelse af negative momenter. Som hovedregel gælder derfor, at TT-pladerne ikke må understøttes længere fra enden end løftebjælkerne, dvs. ca. 0,5 m.

### Tværfordeling

For plader uden overbeton, der normalt kun anvendes som tagplader, er der normalt ikke behov for tværfordeling. Når pladerne suppleres med en armeret, pladsstøbt overbeton opnås en tværfordelende evne, der er tilstrækkelig til alle normale anvendelser. Er der undtagelsesvis behov for at fordele større enkeltkræfter eller linielaste, må der foretages en vurdering i hvert enkelt tilfælde, da fordelingsevnen afhænger af stivhed og armering i begge retninger.

## Skivevirkning

TT-plader uden overbeton kan udnyttes til skivevirkning på samme måde som TT-plader – altså ved hjælp af svejdesamlinger til forskydningsoptagelse og pladsstøbte stringere til optagelse af træk- og tryk- resultanterne.

For plader med overbeton opnås skivevirkning uden videre i overbetonen, der som regel også kan optage stringerkræfterne. Overbetonen muliggør ligeledes en direkte overførel af skivekræfterne til de afstivende vægge.

## Sidepåvirkning

TT-pladerne har stor stivhed i sideretningen og er derfor velegnede til at optage tværkræfter i toppladens plan. Tværkræfter af væsentlig størrelse kan imidlertid ikke overføres til vederlagene gennem ribberne alene, men kan for eksempel overføres gennem et passende antal armerede udstøbninger af ribbemellemrummene.

# BEREGNINGSEKSEMPEL

## Eksempel

TT 50 etageplade med 60 mm overbeton. Spændvidde 12,0 meter.  
Belastning udover egenvægt af plade og overbeton:

Lette vægge	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Gulv	0,3 kN/m <sup>2</sup>
I alt hvilende nyttelast	0,8 kN/m <sup>2</sup>
Bevægelig nyttelast	5,0 kN/m <sup>2</sup>
Samlet forekommende last	5,8 kN/m <sup>2</sup>

Regningsmæssig last:  $0,8 + 1,5 \times 5,00 = 8,3 \text{ kN/m}^2$

Af bæretabellen ses, at der skal armeres med 8 liner pr. plade, der giver følgende kapaciteter:

$$q_{Rd} = 9,0 > 8,30 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{rev} = 6,0 > 5,80 \text{ kN/m}^2$$

## Bæretabel TT med overbeton

<b>TT50/240</b>	<b>+ 6</b>	<b>Retlinet arm</b>	Egenvægt ekskl overbeton i kN/m <sup>2</sup>	2,65	07-05-2014								
MRd	564,2 kNm	Lgd m	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8
		qRd kN/m <sup>2</sup>			32,2	22,6	16,3	12,0	9,0	6,7	5,0	3,6	2,6
		qrev kN/m <sup>2</sup>			25,7	17,5	12,2	8,6	6,0	4,0	2,6	1,4	0,5
		flev mm			16,7	21,3	25,8	29,7	32,5	33,9	33,1	29,7	23,1
		fob mm			1,0	1,8	3,0	4,8	7,3	10,7	15,2	21,0	28,2
I:	9387 *10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	f1 mm			0,3	0,6	1,0	1,6	2,4	3,5	5,0	6,9	9,3
	8 L12,5 retlinet	Egenf Hz			11,8	9,8	8,3	7,1	6,1	5,4	4,7	4,2	3,7



## KONSEKVENSKLASSE

De regningsmæssige bæreevner, som er anført i tabellerne gælder for normal konsekvensklasse (CC2). I de tilfælde, hvor en konstruktion skal henføres til lav eller høj sikkerhedsklasse, reguleres lasterne henholdsvis op eller ned med en faktor KFI. I høj konsekvensklasse skal denne faktor også multipliceres på egenvægte. Da disse allerede er indregnet i bæretabellerne med faktor 1 skal der altså regnes med en ekstra last på  $g \cdot (KFI - 1)$  hvor  $g$  er vægten af element+overbeton.

For pladen i eksempelet andrages den samlede regningsmæssige bæreevne  $9,0 + 1,44 + 2,65 = 13,1 \text{ kN/m}^2$  i normal konsekvensklasse. Den samlede regningsmæssige bæreevne ud over egenvægt er:

i høj konsekvensklasse:  $9,0 - (1,44 + 2,65) \cdot (1,1 - 1) = 8,5 \text{ kN/m}^2$

i lav konsekvensklasse:  $9,0 \text{ kN/m}^2$  da det ikke giver mening at nedsætte egenvægten under det forventede.

Hvis pladen skulle henføres til høj konsekvensklasse ville det altså være nødvendigt at øge armeringen, idet den disponible regningsmæssige bæreevne  $- 8,5 \text{ kN/m}^2$  er mindre end lasten  $- 1,1 \cdot 8,30 \text{ kN/m}^2 = 9,1 \text{ kN/m}^2$ .

## REVNEKRITERIET

Selvom dette ikke er et normalkrav dimensioneres Spæncom-elementer normalt således, at der ikke opstår revner for den maksimale belastning, der kan tænkes at forekomme. Revnebæreevnen angiver den belastning, der svarer til den første revnedannelse, idet den er beregnet således, at spændingen i undersiden netop svarer til betonens bøjningstrækstyrke. Hvis maksimalbelastningen på elementerne overstiger revnebæreevnen, må det eftervises at revnevidden ikke overskrider normens grænser, og desuden vil det som regel være tilrådelige at sørge for, at revnerne er lukkede for hvilende last – med andre ord: at der er tryk i hele tværsnittet. Disse eftervisninger kan ikke foretages på grundlag af bæretabellerne, men Spæncom foretager gerne de nødvendige beregninger.

## BALANCEKRITERIET

Vigtigheden af at kontrollere deformationerne afhænger helt af det enkelte projekt, men ønskes krybningsbevægelserne begrænset mest muligt vil det være nødvendigt at bringe spændingerne fra den permanente last i balance med spændingerne fra forspændingskraften. Det er ikke muligt at angive balancelasten for elementer med overbeton da denne afhænger af hvor stor del af den permanente last der virker før overbetonen er støbt og hærdnet.

## DEFORMATION

### GENERELT

Betonens deformationer er sammensat af et elastisk og et plastisk bidrag. Det elastiske bidrag kommer momentant, mens det plastiske tilkommer gradvis i tidens løb. Svind og krybning, som udgør den plastiske deformation, er i praksis engangsfænomener, som overstås i løbet af den første del af konstruktionens levetid.

Betonnormen angiver vejledende værdier på 7 og 25 for forholdet mellem betonens og stålets elasticitetsmoduler ved henholdsvis korttids- og langtidspåvirkninger. Disse værdier danner grundlag for deformationsvurderingerne, idet der på leveringstidspunktet regnes med middelværdien 16.

Tallene kan fortolkes således:

En elastisk deformation på 7 mm vil med tiden øges med 18 mm til i alt 25 mm, når påvirkningen holdes uændret. Halvdelen af den plastiske deformation antages at ske inden levering, på hvilket tidspunkt den samlede deformation altså vil være  $7 + 9 = 16 \text{ mm}$  og restdeformationen derefter 9 mm.



Frem til leveringstidspunktet svarer påvirkningen til balancebæreevnen opadrettet, og leveringspilhøjden er derfor beregnet som:

$$\text{Leveringspilhøjde} = q_{\text{bal}} * f_{e1} * 16 / 7$$

$f_{e1}$  er den elastiske nedbøjning for en jævnt fordelt enhedslast på 1 kN/m<sup>2</sup> og fremgår af bæretabellerne.

Efter indbygningen, når den stadigt virkende last er påført, svarer påvirkningen til balancebæreevnen minus den stadigt virkende last, og man kan derfor regne:

$$\text{Restdeformation} = (q_{\text{bal}} - q_{\text{stadig}}) * f_{e1} * 9 / 7$$

For plader med overbeton er forholdene mere komplicerede, idet stivheden ændrer sig, når TT-plade og overbeton virker sammen. Leveringspilhøjden fremgår imidlertid af bæretabellerne, og udtrykket for restdeformationen kan betragtes som rimeligt, idet der dog ikke er taget hensyn til overbetonens startsvind og -krybning.

En deformationsvurdering efter disse regler er naturligvis forenklet. Såfremt man har nøjere kendskab til tidsforløb, fugtighed m.m. kan man ved hjælp af speciallitteraturen opnå en nogen nøjagtigere vurdering, men oftest er dette uden betydning, da væsentlige variationer ikke kan undgås. Se mere under tolerancer.

Forskel i lagringstid er den dominerende årsag til disse variationer. Lagringstidens indflydelse ses af udtrykket for leveringspilhøjden, idet forholdet 16 / 7 varierer fra 7 / 7 til 25 / 7, når lagringstiden øges fra nul til uendelig. Samtidig vil forholdet i udtrykket for restdeformationen gå fra 18 / 7 til nul, idet summen af de to forhold er konstant: 25 / 7.

Betydningen af den stadige last fremgår af udtrykket for restdeformationen: afhængig af om den stadige last er større eller mindre end balancebæreevnen vil pilhøjden øges, mindskes eller holde sig uændret. For en plade uden overbeton, der påvirkes af en stadig last på ca. 1,6 gange balancebæreevnen, vil pilhøjden i tidens løb aftage til nær nul.

### Eksempel (under beregningseksempel, side 7)

TT50/240, spændvidde 12,0 meter med overbeton fås:

Leveringspilhøjde		33 mm
Nedbøjning for overbeton: - 1,44 x 3	=	- 4 mm
Nedbøjning for hvilende last: - 0,80 x 3	=	- 2 mm
Efter færdiggørelse		27 mm
Krybning: (3,8 - 1,0) x 3 x 1,3 =		12 mm
Efter overstået krybning		39 mm
Nedbøjning for nyttelast: - 5,00 x 3	=	- 15 mm
Med fuld belastning		24 mm

Hvis f.eks. 0,5 kN/m<sup>2</sup> af nyttelasten er permanent til stede, vil de resulterende pilhøjder blive ca. 4 mm mindre.

Denne pilhøjdevurdering kan bl.a. bruges til en bedømmelse af behovet for afretning:

26 mm ekstra tykkelse ved enderne kan f.eks. udligne den teoretiske pilhøjde på byggetidspunktet. Efter krybning fås da 11 mm opbøjning af færdigt gulv. En ekstra tykkelse på 26 mm ved enderne svarer mængdemæssigt til ca. 8 mm ekstra tykkelse på hele arealet.

Normalt må der regnes med, at leveringspilhøjderne kan variere ca. 50 % for ens plader. Efter denne tommelfingerregel skulle man altså forvente følgende grænseværdier af pilhøjderne:

For hvilende last, max. 39 + 17	=	54 mm
For hvilende last, min. 39 - 17	=	22 mm
Med nyttelast, min. 24 - 17	=	7 mm

Disse ekstremværdier må sammenholdes med, hvad der kan tolereres i det enkelte projekt, men det må erindres, at det drejer sig om enkeltelementer – særlig unge eller særlig gamle elementer. Flertallet af elementerne vil have pilhøjder omkring det normale. Den foreskrevne hvilende last er ofte fastsat på den sikre side, men deformationsvurderingen bør altid baseres på et realistisk skøn over den belastning, der må regnes at virke til stadighed.

Kræves også udligning af pilhøjdeforskelle på tværs af pladerne må der kompenseres for den normale variation: 50 % af leveringspilhøjden. Der må altså regnes med ca. 17 mm ekstra afretning overalt, medmindre der foretages en hel eller delvis opretning af pilhøjderne.

Udover pilhøjder og dimensionsvariationer skal der også tages hensyn til montagetolerancer og underliggende konstruktioner ved fastsættelse af den endelige afretning.

## VINKELDREJNINGER

Sammen med pilhøjdeændringerne optræder der tilhørende vinkeldrejninger ved vederlagene. I beregningseksempelet fandt vi en nedbøjning for nyttelast på 15 mm. Med en spændvidde på 12,0 meter svarer dette til en vinkeldrejning på ca.  $4 * 15 / 12000$  eller ca. 5 ‰. Denne vinkeldrejning vil give anledning til at oversiden af TT-pladen bevæger sig ca. 2,0 mm vandret i forhold til vederlaget, ved en pladehøjde på 400 mm. Vinkeldrejningen vil desuden bevirke en flytning af reaktionen på vederlaget. Den vinkeldrejning, der hører til leveringspilhøjden – 33 mm – kan tilsvarende anslås til ca. 11 ‰.

## LÆNGDEÆNDRINGER

Pladerne forkorter sig elastisk ved afspændingen. Denne forkortelse kompenseres der for ved afsætning af længderne i formene. Som følge af svind og krybning for forspændingskraften vil TT-pladerne yderligere forkortes i tidens løb, altså også efter indbygningen. Når pladerne har nået en alder på ca. 2 måneder kan størrelsesordenen af dette restsvind og –krybning anslås til 0,3 ‰. Temperaturbevægelser følger de kendte love, altså ca. 1 ‰ pr. 1000 C.