

# DS/EN 1992-1-1 DK NA:2024

## Nationalt anneks til **Eurocode 2: Betonkonstruktioner – Del 1-1: Generelle regler samt regler for bygningskonstruktioner**

---

### Forord

Dette nationale anneks (NA) er en revision af DS/EN 1992-1-1 DK NA:2021 og erstatter dette fra 2024-02-01.

Der er foretaget følgende ændringer

- Slettet ”eller ensidigt vandtryk” i NOTE 4 i 4.2 Miljøforhold
- Anvendelse af 56 døgnns styrke, jf. 3.1.2(2)P
- Præcisere beskrivelse af brug af genanvendt tilslag, jf. 3.1.3(2) og 3.1.4(1)

Et nationalt anneks indeholder nationale bestemmelser, dvs. nationalt gældende værdier eller valgte metoder. Annekset kan endvidere indeholde supplerende, ikke-modstridende information.

I dette NA er angivet:

- Oversigt over mulige nationale valg og punkter, hvortil der er supplerende information
- Nationale valg
- Supplerende, ikke-modstridende information.

For konstruktioner, hvor kontrol af udførelsen sker med udgangspunkt i anvendelsen af kontrolklasser (konstruktioner omfattet af bygningsreglementets anerkendelsesordning og konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementet), anvendes kontrolklasser til at angive kontrolomfang. De bestemmelser, herunder kontrolomfang, der knytter sig til kontrolklasser, er fastlagt i DS/EN 1990 DK NA, DS/EN 13670 og DS 2427.

For konstruktioner, hvor kontrol af udførelse sker med udgangspunkt i anvendelsen af udførelsesklasser (konstruktioner omfattet af bygningsreglementet BR 18 § 16, stk. 1), udgår kontrolklasser, og der anvendes udførelsesklasser (EXC1, EXC2 og EXC3) til at angive kontrolomfang og øvrige krav til udførelsen. De bestemmelser, herunder kontrolomfang, der knytter sig til udførelsesklasser, er fastlagt i DS/EN 1990 DK NA Anneks B5, DS 1140, DS/EN 13670 og DS 2427.

DS/EN 13670, Udførelse af betonkonstruktioner, gælder i sammenhæng med DS 2427. For præfabrikerede elementer gælder DS/EN 13369, såfremt elementerne er omfattet af en harmoniseret produktstandard eller underlagt en 3.-parts-overvågning i henhold til DS/EN 13369, anneks E.

---



## Oversigt over mulige nationale valg samt supplerende information

Nedenstående oversigt viser de steder, hvor nationale valg er mulige, og hvilke informative annekser, der er gældende/ikke gældende. Endvidere er det angivet, til hvilke punkter der er givet supplerende information. Supplerende informationer findes sidst i dette nationale annekse.

Punkt	Emne	Nationalt valg <sup>1)</sup>	Supplerende information <sup>2)</sup>
1.2.2	Andre referencestandarder		Supplerende information
2.3.1.4(2)	Forspænding		Supplerende information
2.3.3(3)	Betons deformation	Uændret	
2.4.2.1(1)	Partialkoefficient for last forårsaget af svind	Uændret	
2.4.2.2(1)	Partialkoefficienter for forspænding	Uændret	
2.4.2.2(2)	Partialkoefficienter for forspænding	Nationalt valg	
2.4.2.2(3)	Partialkoefficienter for forspænding	Uændret	
2.4.2.3(1)	Partialkoefficient for udmattelseslast	Uændret	
2.4.2.4(1)	Partialkoefficienter for materialer	Nationalt valg	
2.4.2.4(2)	Partialkoefficienter for materialer	Uændret	
2.4.2.5 (2)	Partialkoefficienter for materialer til fundamenter	Nationalt valg	
3.1.1(1)P	Generelt		Supplerende information
3.1.2(2)P	Styrke	Uændret	
3.1.2(4)	Styrke	Nationalt valg	
3.1.3(2)	Elastisk deformation	Nationalt valg	
3.1.4(2)	Krybning og svind		Supplerende information
3.1.6(1)P	Regningsmæssig trykstyrke og trækstyrke	Uændret	
3.1.6(2)P	Regningsmæssig trykstyrke og trækstyrke	Uændret	
3.2.1(1)P	Generelt		Supplerende information
3.2.2(3)P	Egenskaber	Uændret	Supplerende information
3.2.7(2)	Beregningsforudsætninger	Nationalt valg	
3.3.1	Generelt		Supplerende information
3.3.4(5)	Sejhedsegenskaber	Uændret	
3.3.6(7)	Beregningsforudsætninger	Uændret	
4.2	Miljøforhold	Nationalt valg	Supplerende information
4.4.1.2(3)	Minimumdækklag, $c_{min}$	Nationalt valg	
4.4.1.2(5)	Minimumdækklag, $c_{min}$	Nationalt valg	
4.4.1.2(6)	Minimumdækklag, $c_{min}$	Uændret	
4.4.1.2(7)	Minimumdækklag, $c_{min}$	Nationalt valg	Supplerende information
4.4.1.2(8)	Minimumdækklag, $c_{min}$	Uændret	
4.4.1.2(13)	Minimumdækklag, $c_{min}$	Uændret	
4.4.1.3(1)P	Tillæg ved dimensionering for tolerancer	Nationalt valg	
4.4.1.3(3)	Tillæg ved dimensionering for tolerancer	Nationalt valg	
4.4.1.3(4)	Tillæg ved dimensionering for tolerancer	Uændret	
5.1.3(1)P	Lasttilfælde og lastkombinationer	Nationalt valg	
5.2(1)	Geometriske imperfektioner		Supplerende information

<b>Punkt</b>	<b>Emne</b>	<b>Nationalt valg<sup>1)</sup></b>	<b>Supplerende information<sup>2)</sup></b>
5.2(5)	Geometriske imperfektioner	Uændret	
5.5(4)	Lineær elastisk analyse med begrænset omlejring	Uændret	
5.6.1(3)P	(Plastisk analyse) Generelt		Supplerende information
5.6.3(4)	Rotationsbæreevne	Uændret	
5.8.3.1(1)	Slankhedskriterium for enkeltstående konstruktionsdele	Uændret	
5.8.3.3(1)	Globale 2.-ordens-effekter i bygninger	Uændret	
5.8.3.3(2)	Globale 2.-ordens-effekter i bygninger	Uændret	
5.8.5(1)	Beregningsmetoder	Nationalt valg	
5.8.6(3)	Generel metode	Nationalt valg	
5.8.6(7)	Generel metode		Supplerende information
5.10.1(6)	Generelt	Nationalt valg	
5.10.2.1(1)P	Maksimal forspændingskraft	Uændret	
5.10.2.1(2)	Maksimal forspændingskraft	Uændret	
5.10.2.2(4)	Begrænsning af betonspænding	Uændret	
5.10.2.2(5)	Begrænsning af betonspænding	Uændret	
5.10.3(2)	Forspændingskraft	Uændret	
5.10.8(2)	Virkninger af forspænding i brudgrænsetilstande	Nationalt valg	
5.10.8(3)	Virkninger af forspænding i brudgrænsetilstande	Nationalt valg	
5.10.9(1)P	Virkninger af forspænding i anvendelsesgrænsetilstande og udmattelsesgrænsetilstande	Nationalt valg	
6.2.1(2)	Generel procedure for eftervisning		Supplerende information
6.2.2(1)	Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Nationalt valg	
6.2.2(6)	Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Nationalt valg	Supplerende information
6.2.3(2)	Konstruktionsdele, der regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Nationalt valg	
6.2.3(3)	Konstruktionsdele, der regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Nationalt valg	
6.2.4(4)	Forskydning mellem krop og flanger i T-tværsnit	Nationalt valg	
6.2.4(6)	Forskydning mellem krop og flanger i T-tværsnit	Uændret	
6.2.5(1)	Forskydning i støbeskel		Supplerende information
6.2.5(2)	Forskydning i støbeskel		Supplerende information
6.2.5(6)	Forskydning i støbeskel		Supplerende information
6.3.2(6)	Fremgangsmåde ved dimensionering		Supplerende information
6.4.3(6)	Beregning af gennemlokning	Uændret	

Punkt	Emne	Nationalt valg <sup>1)</sup>	Supplerende information <sup>2)</sup>
6.4.4(1)	Gennemlokningsbæreevne af plader og søjlefundamenter uden forskydningsarmering	Uændret	
6.4.5(1)	Forskydning i støbeskel	Uændret	
6.4.5(3)	Gennemlokningsbæreevne af plader og søjlefundamenter med forskydningsarmering	Uændret	
6.4.5(4)	Gennemlokningsbæreevne af plader og søjlefundamenter med forskydningsarmering	Nationalt valg	
6.5.2(2)	Trykstænger	Nationalt valg	
6.5.4(4)	Knudepunkter	Nationalt valg	
6.5.4(6)	Knudepunkter	Nationalt valg	
6.8.4(1)	Metode til eftervisning af armeringsstål og forspændingsstål	Uændret	
6.8.4(5)	Metode til eftervisning af armeringsstål og forspændingsstål	Uændret	
6.8.6(1)	Andre eftervisninger	Uændret	
6.8.6(3)	Andre eftervisninger	Uændret	
6.8.7(1)	Eftervisning af beton under tryk- eller forskydningspåvirkning	Uændret	
7.2(2)	Spændingsbegrænsning	Uændret	
7.2(3)	Spændingsbegrænsning	Uændret	
7.2(5)	Spændingsbegrænsning	Uændret	
7.3.1(5)	Generelle betragtninger	Nationalt valg	
7.3.2(1)P	Minimumarmering		Supplerende information
7.3.2(3)	Minimumarmering		Supplerende information
7.3.2(4)	Minimumarmering	Uændret	
7.3.4(1)	Beregning af revnevidder		Supplerende information
7.3.4(3)	Beregning af revnevidder	Nationalt valg	
7.3.4(4)	Beregning af revnevidder		Supplerende information
7.4.2(2)	Tilfælde, hvor beregninger kan udelades	Uændret	
8.2(2)	Armeringsafstand	Uændret	
8.3(2)	Tilladte dorndiametre for opbøjede stænger	Uændret	Supplerende information
8.4.1(2)	Generelt		Supplerende information
8.4.2(2)	Forankringsstyrke		Supplerende information
8.4.3(2)	Basisforankringslængde		Supplerende information
8.4.4	Regningsmæssig forankringslængde		Supplerende information
8.6(2)	Forankring med svejste stænger	Nationalt valg	
8.7.3	Stødlængde		Supplerende information
8.8(1)	Supplerende regler for stænger med stor diameter	Uændret	
8.9	Bundtet armering		Supplerende information
9.2.1.1(1)	Minimum- og maksimumarmering	Nationalt valg	
9.2.1.1(3)	Minimum- og maksimumarmering	Uændret	

<b>Punkt</b>	<b>Emne</b>	<b>Nationalt valg<sup>1)</sup></b>	<b>Supplerende information <sup>2)</sup></b>
9.2.1.2(1)	Andre konstruktionsudformningsregler	Uændret	
9.2.1.2(3)	Andre konstruktionsudformningsregler		Supplerende information
9.2.1.4(1)	Forankring af undersidearmering ved en endeunderstøtning	Uændret	
9.2.2(4)	Forskydningsarmering	Uændret	
9.2.2(5)	Forskydningsarmering	Nationalt valg	
9.2.2(6)	Forskydningsarmering	Uændret	
9.2.2(7)	Forskydningsarmering	Uændret	
9.2.2(8)	Forskydningsarmering	Uændret	
9.3.1.1(3)	Generelt	Uændret	
9.5.2(1)	Længdearmering	Uændret	
9.5.2(2)	Længdearmering	Uændret	
9.5.2(3)	Længdearmering	Uændret	
9.5.3(3)	Tværarmering	Uændret	
9.6.2(1)	Lodret armering	Uændret	
9.6.3(1)	Vandret armering	Uændret	Supplerende information
9.6.4	Tværarmering		Supplerende information
9.7(1)	Høje bjælker	Uændret	
9.8.1(3)	Pælefundamenter	Uændret	
9.8.2.1(1)	Generelt	Uændret	
9.8.3(1)	Trækbjælker	Uændret	
9.8.3(2)	Trækbjælker	Nationalt valg	
9.8.4(1)	Søjlefundament på klippe	Uændret	
9.8.5(3)	Borede pæle	Uændret	
9.10.1 (1)	Trækforbindelser, Generelt		Supplerende information
9.10.2.1(1)	Dimensionering af trækforbindelser, Generelt		Supplerende information
9.10.2.2(2)	Periferi-trækforbindelser	Nationalt valg	
9.10.2.3(3)	Interne trækforbindelser	Nationalt valg	
9.10.2.3(4)	Interne trækforbindelser	Nationalt valg	
9.10.2.4(1)	Vandrette trækforbindelser til søjler og/eller vægge		Supplerende information
9.10.2.4(2)	Vandrette trækforbindelser til søjler og/eller vægge	Nationalt valg	
9.10.2.5(1)	Lodrette trækforbindelser		Supplerende information
9.10.2.5(2)	Lodrette trækforbindelser		Supplerende information
9.10.3(3)	Kontinuitet og forankring af trækforbindelser		Supplerende information
11.3.5(1)P	Regningsmæssig trykstyrke og trækstyrke	Nationalt valg	
11.3.5(2)P	Regningsmæssig trykstyrke og trækstyrke	Nationalt valg	
11.3.7(1)	Indesluttet beton	Uændret	

<b>Punkt</b>	<b>Emne</b>	<b>Nationalt valg<sup>1)</sup></b>	<b>Supplerende information <sup>2)</sup></b>
11.6.1(1)	Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Nationalt valg	
11.6.1(2)	Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Uændret	
11.6.2(1)	Konstruktionsdele, der regningsmæssigt kræver forskydningsarmering	Nationalt valg	
11.6.4.1(1)	Gennemlokningsbæreevne af plader eller søjlefundamenter uden forskydningsarmering	Uændret	
12.3.1(1)	Beton: supplerende projekteringsforudsætninger	Nationalt valg	
12.6.3(2)	Forskydning	Uændret	
Anneks A	Ændring af partialkoefficienter for materialer	Ikke gældende	
C.1(1)	Generelt	Nationalt valg	Supplerende information
C.1(3)	Generelt	Uændret	
C.3(1)P	Bøjelighed		Supplerende information
E.1(2)	Generelt	Nationalt valg	
F.1(4)	Generelt		Supplerende information
Anneks G	Samvirkning mellem jord og konstruktion	Ikke gældende	
Anneks H	Globale 2.-ordens-effekter	Ikke gældende	
Anneks I	Beregning af paddehattedæk og afstivende vægge	Ikke gældende	
Anneks J	Armeringsudformningsregler for særlige tilfælde	Ikke gældende	
Anneks I	Beregning af visse søjler støbt på stedet		Supplerende information
<sup>1)</sup> <i>Uændret:</i> Anbefalingen i eurocoden følges. <i>Nationalt valg:</i> Der er foretaget et nationalt valg. <i>Ikke gældende:</i> Anneks er ikke gældende <sup>2)</sup> <i>Supplerende information:</i> Supplerende ikke modstridende regler for brug af Eurocode i DK			

## Nationale valg

### 2.4.2.2(2) Partialkoefficienter for forspænding

Følgende værdi skal anvendes:  $\gamma_{p,unfav} = 1,2$ .

### 2.4.2.4(1) Partialkoefficienter for materialer

Partialkoefficienter angivet i tabel 2.1Na NA benyttes for brudgrænsetilstande ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilstande.

**Tabel 2.1Na NA - Partialkoefficienter for materialer i brudgrænsetilstande ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilstande**

#### Konstruktioner, alment

Betons trykstyrke og E-modul i armeret beton	$\gamma_c = 1,45 \gamma_0 \gamma_3$
Betons trykstyrke og E-modul i uarmeret beton <sup>3)</sup>	$\gamma_c = 1,60 \gamma_0 \gamma_3$
Betons trækstyrke <sup>4)</sup>	$\gamma_c = 1,70 \gamma_0 \gamma_3$
Slap armerings styrke	$\gamma_s = 1,20 \gamma_0 \gamma_3$
Spændarmerings styrke	$\gamma_s = 1,20 \gamma_0 \gamma_3$

#### Præfabrikerede elementer, beregning<sup>1)</sup>

Betons trykstyrke og E-modul i armeret beton	$\gamma_c = 1,40 \gamma_0 \gamma_3$
Betons trykstyrke og E-modul i uarmeret beton <sup>3)</sup>	$\gamma_c = 1,55 \gamma_0 \gamma_3$
Betons trækstyrke <sup>4)</sup>	$\gamma_c = 1,60 \gamma_0 \gamma_3$
Slap armerings styrke	$\gamma_s = 1,20 \gamma_0 \gamma_3$
Spændarmerings styrke	$\gamma_s = 1,20 \gamma_0 \gamma_3$

#### Præfabrikerede elementer, funktionsprøvning<sup>1)</sup>

Funktionsprøvning med sejt brud <sup>2)</sup>	$\gamma_M = 1,20 \gamma_0 \gamma_3$
Funktionsprøvning med skørt brud	$\gamma_M = 1,40 \gamma_0 \gamma_3$

1): Partialkoefficienten for præfabrikerede elementer kan anvendes, såfremt elementerne er omfattet af en harmoniseret produktstandard eller underlagt en 3.-parts-overvågning i henhold til DS/EN 13369, anneks E.

2): Præfabrikerede elementer påvirket af tværlast antages at have et sejt brud, hvis mindst en af følgende forudsætninger er opfyldt:

- Det dokumenteres ved måling, at armeringen flyder ved brud
- Før brud er der et udpræget jævnt fordelt revnemønster svarende til den påsatte last
- Før brud er der en udbøjning, der overstiger 3/200 af spændvidden.

Alle andre brudformer betragtes som skøre brud. Brud i præfabrikerede elementer påvirket af normalkræfter skal altid betragtes som skøre brud.

3): Partialkoefficienten for betons trykstyrke og E-modul  $\gamma_c$  i uarmeret beton gælder for konstruktioner, der ikke indeholder minimumarmering svarende til reglerne i denne norm. Minimumarmeringsreglerne kan ændres, såfremt det ved forsøg dokumenteres, at svigttypen ikke ændres i forhold til det, der gælder for den konstruktion, der overholder minimumarmeringsreglerne i eurocoden.

4): Partialkoefficienten for betonens trækstyrke  $\gamma_c$  anvendes i de tilfælde, hvor bruddet i betonen er betinget af et trækbrud, og/eller hvor konstruktionen ikke rummer minimumarmering. For ikke-forskydningsarmerede bjælker og plader samt ved gennemlokning kan forskydningsbruddet regnes at være et trykbrud. For uarmerede konstruktioner, støbeskel, hvor der ikke er minimumarmering, og ved forankring/stød regnes bruddet at være et trækbrud.



Partialkoefficienterne er fastlagt i overensstemmelse med det nationale annekts til DS/EN 1990, annekts F, hvor  $\gamma_0\gamma_M = \gamma_0 \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \gamma_4$ , idet:

- $\gamma_0$  benyttes for konstruktionsdele, der indgår i geotekniske konstruktioner, jf. DS/EN 1990, tabel A1.2(B+C) og annekts F
- $\gamma_1$  tager hensyn til svigttypen
- $\gamma_2$  tager hensyn til usikkerhed relateret til beregningsmodel
- $\gamma_3$  tager hensyn til omfang af kontrol
- $\gamma_4$  tager hensyn til variationen i styrkeparameteren eller bæreevne.

Ved fastlæggelse af  $\gamma_1$  er de i tabel 2.1Nb NA angivne svigttyper anvendt.

**Tabel 2.1Nb NA - Forudsatte svigttyper ved fastlæggelse af  $\gamma_1$**

**Konstruktioner alment og præfabrikerede elementer, beregning**

Betons trykstyrke og E-modul i armeret beton	<i>Varslet brud uden bæreevnereserve</i>
Betons trykstyrke og E-modul i uarmeret beton	<i>Uvarslet brud</i>
Betons trækstyrke	<i>Uvarslet brud</i>
Armeringsstyrke	<i>Varslet brud uden bæreevnereserve</i>

**Præfabrikerede elementer, funktionsprøvning**

Funktionsprøvning med sejt brud	<i>Varslet brud uden bæreevnereserve</i>
Funktionsprøvning med skørt brud	<i>Uvarslet brud</i>

For konstruktioner, hvor kontrol af udførelsen sker med udgangspunkt i anvendelsen af kontrolklasser, fastsættes  $\gamma_3$  i henhold til Tabel 2.1Nc NA.

**Tabel 2.1Nc NA -  $\gamma_3$  i afhængighed af kontrolomfang**

Kontrolklasse	Skærpet	Normal	Lempet
$\gamma_3$	0,95	1,0	1,10

For konstruktioner, hvor kontrol af udførelse sker med udgangspunkt i udførelsesklasser, fastsættes  $\gamma_3$  til 1,0. Ved produktion af konstruktionsdele med attesteringsniveau AVCP 1+, 1 og 2+ og med certificering for kontrolomfang mindst svarende til skærpet kontrolklasse efter Tabel 2.1Nc NA, kan  $\gamma_3$  sættes til 0,95.

Følgende partialkoefficient benyttes for brudgrænsetilstande ved ulykkesdimensioneringstilstande  $\gamma_M = 1,0$ .

Ved eftervisning af udmattelse for vedvarende dimensioneringstilstande anvendes partialkoefficienterne i tabel 2.1Na NA multipliceret med 1,1 for værdierne  $\gamma_{C,fat}$  og  $\gamma_{S,fat}$ .

**2.4.2.5(2) Partialkoefficienter for materialer til fundamenter**

Følgende værdi skal anvendes:  $k_f = 1,0$ .

### 3.1.2(4) Styrke

Værdien af  $k_t$  bestemmes ud fra dokumenterede sammenhænge for betons styrke på bestemmelsestidspunktet og dens styrke ved 28 døgn.

### 3.1.3(2) Elastisk deformation

For beton op til styrkeklasse C35/45, hvor fint tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 10 % og/eller groft tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 20 % skal det E-modul, der anvendes være dokumenteret i henhold til DS/EN 206 DK NA.

For beton højere end styrkeklasse C35/45, hvor fint tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 10 % og/eller groft tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 10 % skal det E-modul, der anvendes være dokumenteret i henhold til DS/EN 206 DK NA.

For definitioner for genanvendt tilslag se DS/EN 206 DK NA.

### 3.2.7(2) Beregningsforudsætninger

Metode b, svarende til en vandret øvre linje, benyttes.

For  $\varepsilon_{uk}$  anvendes værdien  $\varepsilon_{gt} = A_{gt}$ , svarende til definitionen i DS/EN 10080.

## 4.2 Miljøforhold

Eksponeringsklasserne defineret i DS/EN 206 er gengivet i DS/EN 1992-1-1, tabel 4.1.

For konstruktionsdele skal det angives hvilke eksponeringer, angivet som klasser i tabel 4.1 NA, som konstruktionsdelens overflader bliver udsat for. En konstruktionsdel kan være udsat for flere af eksponeringerne nævnt i tabel 4.1 NA, og den samlede eksponering beskrives ved en kombination af eksponeringsklasser.

Konstruktionsdele kan være udsat for mere end én af de i tabel 1 nævnte påvirkninger, og det kan derfor være nødvendigt at beskrive de miljømæssige forhold, konstruktionsdelen udsættes for, som en kombination af eksponeringsklasser. En konstruktionsdels forskellige overflader være udsat for forskellige miljøpåvirkninger.

NOTE 1 – I visse tilfælde kan eksponeringen af en overflade ske såvel gennem den aktuelle overflade som gennem andre overflader af konstruktionsdelen.

NOTE 2 – Det skal vurderes om konstruktionsdele kan blive udsat for andre eksponeringer i byggeprocessen end i den permanente situation, fx frost og fugt.

NOTE 3 – Eksponeringsklasserne kan henføres til miljøpåvirkninger, som angivet i DS/EN 206 DK NA og gengivet i tabel 4.1 NA. Der anvendes fire miljøpåvirkninger: passiv, moderat, aggressiv og ekstra aggressiv miljøpåvirkning.

NOTE 4 – Eksponeringsklasserne dækker de klima og miljøpåvirkninger, der normalt forekommer i Danmark. Hvis konstruktionsdele udsættes for særlige, aggressive miljøpåvirkninger direkte på en revnet betonkonstruktion, kan dette medføre yderligere krav i forhold til holdbarhed.

NOTE 5 – Eksemplerne i tabel 4.1 NA og i den supplerende information til punkt 4.2 kan afviges, såfremt det via eksponeringsklasserne beskrevet i tabel 4.1 kan godtgøres, at der kan henføres til en mindre aggressiv eksponering.

NOTE 6 – Se også supplerende information pkt. 4.2 angående valg af eksponeringsklasser.

Tabel 4.1 NA – Eksponeringsklasser

Benævnelse af klasse	Beskrivelse af miljøet jf. DS/EN 206	Informative eksempler på, hvor eksponeringsklasser kan forekomme under danske klima- og miljøpåvirkninger
<b>1 Ingen risiko for korrosion eller påvirkning</b>		
X0	<p>For beton uden armering eller indstøbt metal: Alle eksposeringer undtagen, hvor frost-tø, afslidning eller kemisk påvirkning kan forekomme.</p> <p>For beton med armering eller indstøbt metal: Meget tørt</p>	<p>Passiv miljøpåvirkning, dvs. beton indendørs ved meget lav luftfugtighed, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– konstruktioner i opvarmede rum.</li> </ul>
<b>2 Korrosion forårsaget af karbonatisering</b>		
På steder, hvor beton med armering eller andet indstøbt metal udsættes for luft og fugt, skal eksposeringen klassificeres som følger:		
XC1	Tørt eller permanent vådt	<p>Passiv miljøpåvirkning, dvs. beton indendørs med lav luftfugtighed, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– konstruktioner i ikke opvarmede rum</li> <li>– terrændæk på isolering.</li> </ul> <p>eller</p> <p>beton permanent i jord uden strømmende vand, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– jorddækkede fundamenter, hvor bæreevnen er eftervist uden brug af armering.</li> </ul>
XC2	Vådt, sjældent tørt	<p>Moderat miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for langvarig kontakt med vand, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funderingspæle</li> <li>– elevatorgruber</li> <li>– installationskanaler</li> <li>– ingeniørgange</li> <li>– konstruktioner i ferskvand (fx vandtanke)</li> <li>– jorddækkede fundamenter, hvor bæreevnen er eftervist med brug af armering</li> <li>– bundplader.</li> </ul>

Benævnelse af klasse	Beskrivelse af miljøet jf. DS/EN 206	Informative eksempler på, hvor eksponeringsklasser kan forekomme under danske klima- og miljøpåvirkninger
XC3	Moderat fugtighed	<p>Moderat miljøpåvirkning, dvs. beton indendørs med moderat eller høj luftfugtighed, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– installationskanaler</li> <li>– ingeniørgange.</li> </ul> <p>eller</p> <p>beton udendørs beskyttet mod regn, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– bjælker med konstruktivt beskyttet overside.</li> </ul>
XC4	Cyklisk vådt og tørt	<p>Moderat miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for kontakt med vand, men som ikke er indeholdt i eksponeringsklasse XC2, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– udvendige vægge, facader, søjler, trapper, dæk og bjælker</li> <li>– altanbrystninger, -plader, -gange og -konsoller</li> <li>– fundamenter delvist over terræn</li> <li>– støttemure</li> <li>– kælderydervægge delvist over terræn</li> <li>– beton udsat for industrielt vand</li> <li>– vaskehaller</li> <li>– parkeringsdæk</li> <li>– brosøjler og kantbjælker på broer</li> <li>– marine konstruktioner nær vandlinjen.</li> </ul>

### **3 Korrosion forårsaget af chlorid fra andet end havvand**

På steder, hvor beton med armering eller andet indstøbt metal udsættes for kontakt med vand, der indeholder chlorid, herunder tøsalt, fra andet end havvand, skal eksponeringen klassificeres som følger:

Benævnelse af klasse	Beskrivelse af miljøet jf. DS/EN 206	Informative eksempler på, hvor eksponeringsklasser kan forekomme under danske klima- og miljøpåvirkninger
XD1	Moderat fugtighed	<p>Aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for luftbåret chlorid fra tøsalt, begrænset tøsaltning, eller som er i umiddelbar nærhed af arealer, der tøsattes, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– altanplader med begrænset adgang</li> <li>– støttemure</li> <li>– udvendige trapper</li> <li>– kælderydervægge delvist over terræn.</li> <li>– lodrette dele af parkeringsanlæg.</li> <li>– søjler, endevederlag, støttevægge, fundamenter mv. for broer og tunneler, som ikke henføres til XD3.</li> <li>– fugtisolerede brodæk.</li> </ul>
XD2	Vådt, sjældent tørt	<p>Ekstra aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for langvarig kontakt med vand og chlorid, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– svømmebassiner</li> <li>– beton udsat for industrielt vand, der indeholder chlorid.</li> </ul> <p>NOTE – For svømmebassiner henvises til DS 477 afsnit 6.2.2 og 7.2.</p>
XD3	Cyklisk vådt og tørt	<p>Ekstra aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for vandsprøjt, der indeholder chlorid, eller udsættes for tøsaltning, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– altangange og altankonsoller</li> <li>– udvendige trapper</li> <li>– parkeringsdæk</li> <li>– kantbjælker på broer</li> <li>– brosøjler.</li> </ul> <p>NOTE – Der henvises til DS/EN 1992-2 DK NA for specifikke regler vedr. broer og tunneler.</p>

<b>4 Korrosion forårsaget af chlorid fra havvand</b>		
På steder, hvor beton med armering eller andet indstøbt metal udsættes for kontakt med chlorid fra havvand eller luftbåret salt fra havvand, skal eksponeringen klassificeres som følger:		
XS1	Udsat for luftbåret salt, men ikke i direkte kontakt med havvand	<p>Aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for luftbåret salt fra havvand, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– konstruktioner i havneområder og nær kysten.</li> </ul> <p>NOTE - Hvis forholdet ikke undersøges, kan der normalt regnes med, at "nær kysten" svarer til en afstand på 1.000 m fra saltvandsholdige SV-V-N-vendte kyster og 200 m fra øvrige kyster. Ved Vestkysten bør de 1.000 m øges til 2.000 m.</p>
XS2	Permanent under vand	<p>Aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for permanent kontakt med havvand, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– marine konstruktioner under vand</li> <li>– jorddækkede konstruktioner i havne- eller kystnære områder med grundvand, som har chloridindhold svarende til det nærtliggende havvand.</li> </ul>
XS3	Tidevand, splash og sprøjtezoner	<p>Ekstra aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for vandsprøjt fra havvand, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– marine konstruktioner nær vandlinjen.</li> </ul>
<b>5 Frost-tø påvirkning med eller uden tøsalt</b>		
På steder hvor beton udsættes for kraftig påvirkning af frost-tø cykler, imens betonen er våd, skal eksponeringen klassificeres som følger:		
XF1	Moderat vandmætning, uden tøsalt	<p>Moderat miljøpåvirkning, dvs. vertikale betonoverflader udsat for regn og frost, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– fundamenter delvist over terræn</li> <li>– støttemure</li> <li>– kælderydervægge delvist over terræn</li> <li>– udvendige vægge og facader</li> <li>– udvendige søjler</li> <li>– udvendige bjælker med konstruktiv beskyttelse</li> <li>– altanbrystninger.</li> </ul>
XF2	Moderat vandmætning, med tøsalt	<p>Aggressiv miljøpåvirkning, dvs. vertikale betonoverflader udsat for frost og luftbåret chlorid fra tøsalt eller havvand, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– støttemure</li> <li>– udvendige trapper med begrænset trafik</li> <li>– kælder ydervægge delvist over terræn</li> <li>– konstruktioner i havneområder nær kysten</li> </ul>

XF3	Høj vandmætning, uden tøsalt	<p>Aggressiv miljøpåvirkning, dvs. horisontale betonoverflader udsat for regn og frost, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– altanplader med begrænset adgang</li> <li>– udvendige dæk</li> <li>– udvendige bjælker</li> <li>– lyskasser</li> <li>– kanaler, udendørs bassiner og gruber.</li> </ul>
XF4	Høj vandmætning, med tøsalt eller havvand	<p>Ekstra aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for vand, frost og chlorid, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– altangange og altankonsoller</li> <li>– parkeringsdæk</li> <li>– brostøjler</li> <li>– kantbjælker på broer</li> <li>– marine konstruktioner i splash zonen.</li> </ul> <p>NOTE – Frost-tø påvirkning af parkeringsdæk kan variere med parkeringsanlæggets udformning.</p>
<b>6 Kemisk påvirkning</b>		
På steder, hvor beton udsættes for kemiske påvirkninger fra jord og grundvand, skal eksponeringen klassificeres som følger:		
XA1	Let aggressivt kemisk miljø	<p>Moderat miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for jord og grundvand i henhold til tabel 2 i DS/EN 206, XA1, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kanaler og gruber</li> <li>– funderingspæle</li> <li>– tunneler</li> <li>– kælderydervægge.</li> </ul>
XA2	Moderat aggressivt kemisk miljø	<p>Aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for jord og grundvand i henhold til tabel 2 i DS/EN 206, XA2, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– eksempler som vist i XA1</li> </ul> <p>NOTE – Beton i havvand bør overholde XA2, da havvand indeholder SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,</p>
XA3	Stærkt aggressivt kemisk miljø	<p>Ekstra aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for jord og grundvand i henhold til tabel 2 i DS/EN 206, XA3, fx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– eksempler som vist i XA1</li> </ul>

#### 4.4.1.2(3) Minimumdæklag, $c_{min}$

For cirkulære foringsrør til efterspændte konstruktioner er den øvre grænse for  $c_{min,b}$  65 mm.

#### 4.4.1.2(5) Minimumdæklag, $c_{min}$

Konstruktionsklasser anvendt i DS/EN 1992-1-1 i kapitel 4.4.1.2. anvendes ikke.

Dæklag skal mindst være som angivet i tabel 4.4N NA for slap armering i overensstemmelse med DS/EN 10080 og som angivet i tabel 4.5N NA for forspændingsstål i overensstemmelse med DS/EN 10138.

De angivne værdier er baserede på en forventet levetid på mindst 50 år med forventet vedligeholdelse.

NOTE – Hvis den forventede levetid er kortere eller længere kan lempeligere eller strengere krav være nødvendige, jf. DS/EN 206.

**Tabel 4.4N NA – Krav til minimumdæklag,  $c_{min,dur}$ , med hensyn til holdbarhed af slapt armeringsstål i overensstemmelse med DS/EN 10080**

<b>Eksponeringsklasser</b>	<b>Minimumdæklag mm</b>
XD2, XD3, XS3 (ekstra aggressiv miljøpåvirkning)	40 mm
XD1, XS1, XS2 (aggressiv miljøpåvirkning)	30 mm
XC2, XC3, XC4 (moderat miljøpåvirkning)	20 mm
X0, XC1 (passiv miljøpåvirkning)	10 mm



**Tabel 4.5N NA – Krav til minimumdæklag,  $c_{min,dur}$ , med hensyn til holdbarhed af forspændingsstål i overensstemmelse med DS/EN 10138**

<b>Eksponeeringsklasser</b>	<b>Førspændt armering ikke-bundtet mm</b>	<b>Efterspændt armering i foringsrør mm</b>
XD2, XD3, XS3 (ekstra aggressiv miljøpåvirkning)	40 mm	50 mm
XD1, XS1, XS2 (aggressiv miljøpåvirkning)	30 mm	40 mm
XC2, XC3, XC4 (moderat miljøpåvirkning)	20 mm	35 mm
X0, XC1 (passiv miljøpåvirkning)	10 mm	30 mm

**4.4.1.2(7) Reduktion af minimumdæklag ved anvendelse af rustfri armering**

For konstruktionsdele med rustfri armering kan  $\Delta c_{dur,st}$  sættes til:

$$\Delta c_{dur,st} = c_{min,dur} - 10 \text{ mm}$$

ved anvendelse af rustfrit stål, der ikke er svejst, og som ved indstøbning opfylder den kemiske sammensætning angivet i Tabel 4.6 NA. Tabellen indeholder desuden eksempler på legeringer, der opfylder kravene.

**Tabel 4.6 NA - Krav til kemisk sammensætning af rustfri armering og eksempler på legeringer.**

<b>Eksponeeringsklasser</b>	<b>C %</b>	<b>PRE-værdi</b>	<b>Eksempler på tilladte legeringer</b>
XS2 (aggressiv miljøpåvirkning) XD2, XD3, XS3 (ekstra aggressiv miljøpåvirkning)	$\leq 0,08$	$\geq 23,0$	1.4362 (Duplex) 1.4571 (Austenitisk) 1.4462 (Duplex) 1.4401 (Austenitisk)
XC2, XC3, XC4, XD1, XS1 (moderat og aggressiv miljøpåvirkning)	$\leq 0,08$	$\geq 17,5$	Ovennævnte samt 1.4301 (Austenitisk) 1.4482 (Duplex)

NOTE 1 – Bestandighed mod grubetæring betegnes PRE og beregnes efter formlen givet i DS/EN 10088-1, Tabel D.1.

NOTE 2 – Sikring af den rustfri virkning ved indstøbning stiller krav til bearbejdning, herunder sikring imod forurening via det udstyr der anvendes for bearbejdningen.

#### **4.4.1.3(1)P Tillæg ved dimensionering for tolerancer**

For konstruktioner, hvor kontrol af udførelsen sker med udgangspunkt i anvendelsen af kontrolklasser, bør tolerancetillægget  $\Delta C_{dev}$  normalt ikke vælges mindre end 5 mm i normal og skærpet kontrolklasse, og 10 mm i lempet kontrolklasse.

For konstruktioner, hvor kontrol af udførelse sker med udgangspunkt i anvendelse af udførelsesklasser, bør tolerancetillægget  $\Delta C_{dev}$  normalt ikke vælges mindre end 5 mm i udførelsesklasse EXC2 og EXC3, og 10 mm i udførelsesklasse EXC1.

#### **4.4.1.3(3) Tillæg ved dimensionering for tolerancer**

Situationen er dækket af bestemmelserne i 4.4.1.3(1)P.

#### **5.1.3(1)P Lasttilfælde og lastkombinationer**

NOTE – Beregning af kontinuerte bjælker og plader på basis af plasticitetsteorien kan ske ved eftervisning af, at hvert fag kan optage påvirkninger svarende til maksimal last på hele faget og minimal last på hele faget, når der i begge tilfælde regnes med de fulde værdier af de valgte indspændingsmomenter.

Indspændingsmomenter vælges mellem elasticitetsteoriens værdier og en tredjedel heraf. For kontinuerte bjælker og plader med tilnærmelsesvis lige store fag og jævnt fordelt last kan eftervisning af indspændingsmomenternes placering i forhold til elasticitetsteoriens værdier udelades, hvis de vælges således, at der ved indspændinger og mellemunderstøtninger armeres for et indspændingsmoment, der numerisk er mindst 1/3 og højst det dobbelte af de dimensionsbestemmende momenter i tilstødende fag.

#### **5.2.1(P) Geometriske imperfektioner**

*Se supplerende information.*

#### **5.6.1(3)P (Plastisk analyse) Generelt**

*Se supplerende information.*

#### **5.8.5(1) Beregningsmetoder**

Følgende forenklede metode skal anvendes: (a) Metode baseret på nominel stivhed.

#### **5.8.6(3) Generel metode**

Følgende værdi skal anvendes:  $\gamma_{cE} = \gamma_c$ , jf. tabel 2.1Na NA.

#### **5.10.1(6) Generelt**

Følgende metode skal anvendes: Metode A.

#### **5.10.8(2) Virkninger af forspænding i brudgrænsetilstande**

Følgende værdi skal anvendes:  $\Delta\sigma_{p,ULS} = 0$ .

#### **5.10.8(3) Virkninger af forspænding i brudgrænsetilstande**

Følgende værdier skal anvendes:  $\gamma_{\Delta P, sup} = \gamma_{\Delta P, inf} = 1,0$ .

#### **5.10.9(1)P Virkninger af forspænding i anvendelsesgrænsetilstande og udmattelsesgrænsetilstande**

Følgende værdier skal anvendes:  $r_{sup} = r_{inf} = 1,0$ .

### 6.2.2(1) Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

$v_{\min}$  er bestemt ved:

$$v_{\min} = \left( \frac{0,051}{\gamma_c} \right) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

### 6.2.2(6) Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

Værdien af  $v$  findes efter supplerende informationer til 5.6.1(3)P.

### 6.2.3(2) Konstruktionsdele, der regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

Hvis der anvendes klasse B- og klasse C-stål iht. anneks C i EN1992-1-1, gælder følgende:

Betontrykkets hældning  $\theta$  med længdeaksen vælges således, at

$$\tan \frac{\alpha}{2} \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad (6.7a \text{ NA})$$

Anvendes afkortet armering, vælges

$$\tan \frac{\alpha}{2} \leq \cot \theta \leq 2,0 \quad (6.7b \text{ NA})$$

Den øvre grænse for  $\cot \theta$  sikrer normalt mod dannelse af uacceptable forskydningsrevner i anvendelsestilstanden for slapt armerede bjælker og plader. Grænserne for trykhældningerne kan overskrides, når forholdene taler for det. Fx kan  $\cot \theta$  øges ved fuldt forspændte konstruktioner, hvor forskydningsrevner normalt ikke giver problemer.

Klasse A-stål iht. anneks C i DS/EN 1992-1-1 kan anvendes til optagelse af forskydningspåvirkningen, hvis der er sikret tilstrækkelig deformationskapacitet til, at forskydningsbruddet kan udvikles som forudsat i forskydningsberegningen. Dette kan regnes at være tilfældet, hvis der for  $\cot \theta$  anvendes den værdi, der medfører, at den samlede beregningsmæssige armering for konstruktionen udgør et minimum. For statisk bestemte bjælker, der alene er påvirket af forskydning (V), vridning (T) og bøjning (M), og hvor der anvendes lodrette bøjler ( $\alpha = 90^\circ$ ), kan for  $\cot \theta$  anvendes værdierne  $1 \leq \cot \theta \leq 2$ , hvis  $T \leq 0,1V$ , hvor T er i kNm, og V i kN.

### 6.2.3(3) Konstruktionsdele, der regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

Værdien for  $v_1$  efter supplerende informationer i 5.6.1(3)P.

### 6.2.4(4) Forskydning mellem krop og flanger

Den anbefalede værdi skal anvendes, hvis der anvendes klasse B- og klasse C-stål iht. anneks C i DS/EN 1992-1-1.

Klasse A-stål iht. anneks C i DS/EN 1992-1-1 kan anvendes, hvis der er sikret tilstrækkelig deformationsbæreevne. Dette kan regnes at være tilfældet, hvis der for  $\cot \theta$  anvendes den værdi, der medfører, at den samlede beregningsmæssige armering for flangekonstruktionen udgør et minimum.

### 6.2.5(1) Forskydning i støbeskel

Se tillige supplerende information.

#### 6.4.5(4) Gennemlokningsbæreevne af plader og søjlefundamenter med forskydningsarmering

Følgende værdi skal anvendes:  $k = 2,0$  og  $k_{\max} = 1,5$ .

#### 6.5.2(2) Trykstænger

Følgende værdi skal anvendes:  $0,6\nu' = \nu$  efter supplerende informationer i 5.6.1(3)P.

#### 6.5.4(4) Knudepunkter

Følgende værdier skal anvendes:  $k_2 = k_3 = 1,0$  og  $\nu' = \nu$  efter supplerende informationer i 5.6.1(3)P.

#### 6.5.4(6) Knudepunkter

Følgende værdi skal anvendes:  $k_4 = 1,0$ , hvilket er på den sikre side. Værdien afhænger af tværtrykket.

#### 7.3.1(5) Generelle betragtninger

De anbefalede værdier for relevante eksponeringsklasser er anført i tabel 7.1 NA.

**Tabel 7.1 NA - Anbefalede maksimale værdier af beregnede revnevidder  $w_{\max}$  (mm)**

<b>Eksponeringsklasser</b>	<b>Slap armering</b>	<b>Spændarmering</b>
XD2, XD3, XS3 (ekstra aggressiv miljøpåvirkning)	0,2 mm	0,1 mm
XD1, XS1, XS2 (aggressiv miljøpåvirkning)	0,3 mm	0,2 mm
XC2, XC3, XC4 (moderat miljøpåvirkning)	0,4 mm	0,3 mm

#### 8.6(2) Forankring med svejste stænger

Anvendt værdi for  $F_{wd}$  skal være dokumenteret ved forsøg og opfylde normens foreskrevne sikkerhedsniveau, samtidig med at det skal være dokumenteret, at armeringens egenskaber efter svejsning fortsat opfylder de krav, der i denne norm er foreskrevet for armeringens egenskaber.

NOTE – Se tillige annek C.1(1).

#### 9.2.1.1(1) Minimum- og maksimumarmering

I høje bjælkekroppe indlægges en jævnt fordelt armering over bjælkekroppens sider og parallelt med bjælkeaksen. Armeringsforholdet bør mindst være det samme som for bøjlearmering, jf. punkt 9.2.2(5).

#### 9.2.2(5) Forskydningsarmering

Følgende værdi skal anvendes:

$$\rho_{w,\min} = \frac{(0,063 \sqrt{f_{ck}})}{f_{yk}} \quad (9.5N \text{ NA})$$

### 9.8.3(2) Trækbjælker

Følgende værdi skal anvendes:  $q_1$  fastsættes under hensyntagen til komprimeringsudstyret.

### 9.10.2.2(2) Periferi-trækforbindelser

Følgende værdi skal anvendes: Værdien af  $q_1$  skal som minimum være 7,5 kN/m for normal konsekvensklasse, og 15 kN/m for høj konsekvensklasse.

Trækraften  $F_{tie,per}$  sættes som minimum til den karakteristiske værdi 40 kN for normal konsekvensklasse, og 80 kN for høj konsekvensklasse. Begrænsningen  $q_2$  anvendes ikke i Danmark.

### 9.10.2.3(3) Interne trækforbindelser

Følgende værdi skal anvendes: Trækraft  $F_{tie,int}$  sættes lig med en karakteristisk værdi på 15 kN/m for normal konsekvensklasse, og 30 kN/m for høj konsekvensklasse.

### 9.10.2.3(4) Interne trækforbindelser

Følgende værdi skal anvendes: Værdien af  $q_3$  sættes til 15 kN/m for normal konsekvensklasse, og 30 kN/m for høj konsekvensklasse.  $F_{tie}$  skal som minimum være 40 kN for normal konsekvensklasse, og 80 kN for høj konsekvensklasse. Begrænsningen  $q_4$  anvendes ikke i Danmark.

### 9.10.2.4(2) Vandrette trækforbindelser til søjler og/eller vægge

Følgende værdi skal anvendes: For normal konsekvensklasse sættes værdien af trækraften  $f_{tie,face}$  til 15 kN/m i toppen af væggen, og 0 kN/m i bunden af væggen.  $F_{tie,col}$  sættes til værdien 80 kN i toppen af søjlen, og 0 kN i bunden af søjlen.

I høj konsekvensklasse sættes værdien af trækraften  $f_{tie,face}$  til 30 kN/m i toppen og i bunden af væggen.  $F_{tie,col}$  sættes til værdien 160 kN i toppen og i bunden af søjlen.

### 11.3.5(1)P Regningsmæssig trykstyrke og trækstyrke

Følgende værdi skal anvendes:  $\alpha_{lcc} = 1,0$ .

### 11.3.5(2)P Regningsmæssig trykstyrke og trækstyrke

Følgende værdi skal anvendes:  $\alpha_{lct} = 1,0$ .

### 11.6.1(1) Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

$V_{l,\min}$  er bestemt ved:

$$v_{l,\min} = \left( \frac{0,044}{\gamma_c} \right) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

### 11.6.2(1) Konstruktionsdele, der regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

Følgende værdi skal anvendes:

$$v_1 = \left( 0,4 + 0,6 \frac{\rho}{2200} \right) v \quad (11.6.6N \text{ NA})$$

hvor  $v$  er i overensstemmelse med supplerende informationer i 5.6.1(3)P.

### 12.3.1(1) Beton: Supplerende projekteringsforudsætninger

Følgende værdi skal anvendes:  $\alpha_{cc,pl}$  og  $\alpha_{ct,pl}$  sættes til 1,0.

#### C.1(1) Generelt

Armeringens udsvingsstyrke, udtrykt ved udmattelsesegenskaber, skal dokumenteres. For coils i udrettet tilstand og hæftesvejst armering til konstruktioner, hvor armeringen overvejende påvirkes af statisk last, er producentens dokumentation tilstrækkelig.

Dokumentation af udsvingsstyrken kan alternativt ske, ved at udsvingsstyrken  $R_{0/+p}$  bestemmes for  $2 \times 10^6$  cykler med en stødfri påvirkning af en given form og vekslende mellem  $R_0$  og  $R_{0/+p} = 1/3$  af den for styrkeklassen gældende karakteristiske værdi for øvre flyde- eller 0,2-%-spænding.

Udsvingsstyrketesten er en vikarierende test, der har til formål at sikre, at armeringsstålet ikke rummer kærnv, sprøde zoner m.m. Da det er en dynamisk test af armeringen, kan testen også for de angivne testværdier anvendes som dokumentation for armeringens udmattelsesegenskaber. For dynamisk påvirkede betonkonstruktioner, hvor armeringens påvirkninger ligger uden for de angivne testværdier, skal den projekterende foreskrive supplerende udmattelsestest i forhold til antal cykler og spændvidde, således at de supplerende test dokumenterer armeringens udmattelsesstyrke i forhold til de aktuelle påvirkninger af armeringen.

#### E.1(2) Generelt

For armeret beton stilles krav til minimumværdi af foreskrevne  $f_{ck}$  således:

**Tabel E.1(2) - Krav til  $f_{ck}$  for de enkelte eksponeringsklasser**

Eksponeringsklasser	Minimumværdi af foreskrevne $f_{ck}$ MPa
XD2, XD3, XS3, XF4, XA3 (ekstra aggressiv miljøpåvirkning)	40
XD1, XS1, XS2, XF2, XF3, XA2 (aggressiv miljøpåvirkning)	35
XC2, XC3, XC4, XF1, XA1 (moderat miljøpåvirkning)	30
X0, XC1 (passiv miljøpåvirkning)	12

## Supplerende (ikke-modstridende) information

### 1.2.2 Andre referencestandarder

DS/EN 206, Beton: *Specifikation, egenskaber, produktion og overensstemmelse* skal i Danmark anvendes i sammenhæng med DS/EN 206 DK NA, *Beton - Materialer - Regler for anvendelse af EN 206 i Danmark*.

DS/EN 13670, *Udførelse af betonkonstruktioner* skal i Danmark anvendes i sammenhæng med DS/EN 13670 DK NA, *Udførelse af betonkonstruktioner - Regler for anvendelse af DS/EN 13670 i Danmark*.

For armering med glat overflade gælder DS/EN 10025-1, *Varmvalsede produkter af konstruktionsstål - Del 1: Generelle tekniske leveringsbetingelser*, og DS/EN 10025-2, *Varmvalsede produkter af konstruktionsstål - Del 2: Tekniske leveringsbetingelser for ulegerede konstruktionsstål*.

Indtil DS/EN 10138 foreligger, anvendes prEN10138, *Prestressing steels*.

### 2.3.1.4(2) Forspænding

For ikke-injicerede kabler og kabler lagt i olie eller lignende skal de beregningsmetoder, der benyttes, reflektere, at der ikke kan overføres forskydningskræfter mellem armering og beton.

Ikke-injicerede kabler tillades ikke, hvor der er risiko for korrosion eller frostskafer, pga. indtrængende vand eller skadelige væsker.

### 3.1.1(1)P Generelt

Følgende krav til betonegenskaber bør specificeres i henhold til DS/EN 206 og DS/EN 206 DK NA i materialespecifikationen til betonproducenten:

- Minimum trykstyrkeklasse (C.../...). Bemærk at eksponeringsklasserne kan indeholde et skarpere minimumskrav til styrkeklassen, end hvad der er nødvendigt ud fra konstruktionsmæssige krav.
- Eksponeringsklasse(r) (X0, XC..., XS..., XD..., XF..., XA...) i henhold til kapitel 4.2 svarende til hver eksponeret overflade af konstruktionsdelen.
- Evt. kloridklasse (Cl ...) afhængig af eksponeringsklasse ved forspændte konstruktioner.
- Mindste tilladelige stenstørrelse ( $D_{\text{lower}}$ ) for den groveste tilslagsfraktion.
- Største tilladelige stenstørrelse ( $D_{\text{upper}}$ ) for den groveste tilslagsfraktion af hensyn til tværsnitsdimensioner og armeringsafstande.

### 3.1.2(2)P

Der kan projektspecifikt anvendes en  $f_{ck}$  bestemt efter 56 døgn (i stedet for efter 28 døgn) med en maksimal værdi af  $C_{\text{max}}$ . Dette forudsætter, at der ved projektstart foreligger dokumenterede kurver for den specificerede betons styrkeudvikling og en dokumentation, der sikrer den karakteristiske styrke ved 56 døgn. Styrkeklassen skal dokumenteres såvel efter 28 døgn som 56 døgn.

NOTE: Ved anvendelse af 56 døgn styrke skal man i forhold til byggeprocessen – byggetakt og midlertidige laster - sikre, at der er taget hensyn til betonens styrkeudvikling.

### 3.1.2(3)

NOTE – Ved beregning af betonens egenskaber i afhængighed af  $f_{ck}$ , er beregningsudtrykkene uafhængig af om betonen er deklareret efter 28 døgn eller 56 døgn.

### 3.1.3(2) Elastisk deformation

Danske betoner iht. DS/EN 206 DK NA kan normalt regnes at svare til betoner med kvartsittilslag.

### 3.1.4(1) Krybning og svind

For beton op til styrkeklasse C35/45, hvor fint tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 10 % og/eller groft tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 20 % skal de værdier, der anvendes for krybning og udtørringssvind være dokumenteret i henhold til DS/EN 206 DK NA.

For beton højere end styrkeklasse C35/45, hvor fint tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 10 % og/eller groft tilslag fra genanvendt tilslag udgør mere end 10 % skal de værdier, der anvendes for krybning og udtørringssvind være dokumenteret i henhold til DS/EN 206 DK NA.

For definitioner for genanvendt tilslag se DS/EN 206 DK NA.

### 3.1.4(2) Krybning og svind

For konstruktioner, hvor krybningen ikke har afgørende indflydelse på konstruktionens statiske virkemåde, kan som en tilnærmelse slutkrybetallet  $\varphi(\infty, t_0)$  sættes til 3. Eksempler på konstruktioner, hvor krybningen har en afgørende indflydelse på den statiske virkemåde, er forspændte konstruktioner og stabilitet af søjler og vægge.

### 3.2.1(1)P Generelt

#### CE-mærkning og certificering

Armeringsstål skal enten være CE-mærket eller produceret iht. kravene i DS/EN 10080, annekts ZA, og produktionen/produktet skal være certificeret svarende til kravene i annekts ZA i den pågældende standard. Såfremt produktet ikke er CE-mærket, skal certificeringsorgan og prøvningslaboratorium være akkrediteret til den pågældende standard af et akkrediteringsorgan, der er med i European co-operation for Accreditations multilateral Agreement for det pågældende område.

Coils leveret i henhold til DS/EN 10080 skal efter retning certificeres svarende til kravene i DS/EN 10080 for de egenskaber, der ændrer sig ved retning, i henhold til kravene for udrettet materiale i DS/EN 10080.

#### Anvendelse af rustfri armering i forbindelse med brug af Eurocode 2

Rustfri armering, der er certificeret i overensstemmelse med BS 6744, styrkeklasse 500 MPa, kan anvendes i overensstemmelse med DS/EN 1992-1-1.

#### Anvendelse af armeringsstål med profileret overflade

Såfremt armeringsstål med profileret overflade med opmålt  $f_p$  opfylder kravene til  $f_R$  for armeringsstål med ribbet overflade, kan armeringsstål med profileret overflade anvendes på lige fod med armeringsstål med ribbet overflade i henhold til Eurocode 2.

#### Anvendelse af armeringsstål med glat overflade



Såfremt de krav, der er angivet i nærværende DK NA for armeringsstål med glat overflade, er opfyldt, kan armeringsstål med glat overflade anvendes i henhold til Eurocode 2.

Armeringsstål med glat overflade skal være produceret som konstruktionsstål i henhold til DS/EN 10025-2 eller som armeringsstål iht. DS/EN 10080.

Konstruktionsstål iht. DS/EN 10025-2 skal være af typerne S235, S275 eller S355 og være deklareret med et inspektionscertifikat 3.1 iht. DS/EN 10204.

### **3.2.2(3)P Egenskaber**

Den nedre grænse på 400 MPa gælder ikke armeringsstål med glat overflade.

Såfremt der for armering med glat overflade regnes med overførelse af kræfter ved vedhæftning mellem beton og armering, må armeringen ikke have en karakteristisk flydespænding, der overstiger 250 MPa.

### **3.3.1 Generelt**

#### **CE-mærkning og certificering**

Spændarmering skal enten være CE-mærket eller produceret iht. kravene i FprEN 10138-1 annekts ZA, og produktionen/produktet skal være certificeret svarende til kravene i annekts ZA i den pågældende standard. Såfremt produktet ikke er CE-mærket, skal certificeringsorgan og prøvningslaboratorium være akkrediteret til den pågældende standard af et akkrediteringsorgan, der er med i European co-operation for Accreditations multilateral Agreement for det pågældende område.

#### **Anvendelse af spændarmering certificeret efter anden standard end DS/EN 10138-1 i forbindelse med brug af Eurocode 2**

Spændarmering med et Zulassungscertifikat kan accepteres på lige fod med spændarmering certificeret i henhold til FprEN 10138-serien.

### **4.2 Miljøforhold**

I tabel 4.2 NA er vejledende eksempler på hvilke kombinationer af eksponeringsklasser, som typiske konstruktionsdeles overflader som minimum bør henregnes til. Samtlige angivne eksponeringsklasser for de enkelte konstruktionsdele er relevante, men ikke nødvendigvis udtømmende. Listen er grupperet efter miljøpåvirkninger.

**Tabel 4.2 NA – Vejledende eksempler på eksponeringsklasser som overflader på typiske konstruktionsdele bør henregnes til.**

	Ingen risiko for korrosion eller påvirkning	Korrosion forårsaget af karbonatisering, XC	Korrosion forårsaget af chlorid fra andet end havvand, XD	Korrosion forårsaget af chlorid fra havvand, XS	Frost-tø påvirkning med eller uden tørsalt, XF	Kemisk påvirkning, Se Note efter tabellen XA
<b>Passiv miljøpåvirkning</b>						
Beton uden armering eller indstøbt metal	X0	-	-	-	-	-
Beton med armering i meget tørt miljø, fx i opvarmede rum	X0	-	-	-	-	-
Beton med armering indendørs med lav luftfugtighed, fx konstruktioner i ikke opvarmede rum, eller terrændæk på isolering	-	XC1	-	-	-	-
Jorddækkede fundamenter permanent i jord uden strømmende vand, hvor bæreevnen er eftervist uden brug af armering	-	XC1	-	-	-	-
<b>Moderat miljøpåvirkning</b>						
Funderingspæle	-	XC2	-	-	-	XA1
Elevatorgruber, udvendige overflader	-	XC2	-	-	-	XA1
Installationskanaler og ingeniørgange, udvendige overflader	-	XC2	-	-	-	XA1
Konstruktioner i ferskvand (fx vandtanke)	-	XC2	-	-	-	-
Jorddækkede fundamenter, hvor bæreevnen er eftervist med brug af armering	-	XC2	-	-	-	XA1
Bundplader, udvendige overflader	-	XC2	-	-	-	XA1
Installationskanaler og ingeniørgange, indvendige overflader udsat for moderat eller høj luftfugtighed	-	XC3	-	-	-	-
Udvendige bjælker med konstruktivt beskyttet overside	-	XC3	-	-	XF1	-
Konstruktioner udsat for vandpåvirkning (fx vaskehal-ler)	-	XC4	-	-	XF1	-
Udvendige vægge, facader, søjler, trapper, dæk og bjælker	-	XC4	-	-	XF1	-
Altanbrystninger, -plader, -gange og -konsoller	-	XC4	-	-	XF1	-
Støttemure	-	XC4	-	-	XF1	XA1
Fundamenter og kælderydervægge delvist over terræn	-	XC4	-	-	XF1	-

<b>Aggressiv miljøpåvirkning</b>						
Altanplader (altaner til en enkelt bolig, hvor der er begrænset adgang)	-	XC 4	XD 1		XF 3	-
Støttemure i umiddelbar nærhed af tørsaltede arealer	-	XC 4	XD 1	-	XF 2	XA2
Udvendige trapper med begrænset tørsaltning og trafik	-	XC 4	XD 1	-	XF 2	-
Fundamenter og kælderydervægge delvist over terræn i umiddelbar nærhed af tørsaltede arealer	-	XC 4	XD 1	-	XF 2	XA2
Lodrette konstruktionsdele i parkeringsanlæg	-	XC 4	XD 1	-	XF 2	-
Brosøjler, endevederlag og støttemure mv. for broer og tunneler, som ikke er eksponeret for ekstra aggressiv miljøpåvirkning	-	XC 4	XD 1	-	XF 2	-
Fugtisolerede brodæk	-	XC 3	XD 1	-	XF 2	-
Konstruktioner i havneområder og nær kysten udsat for luftbåret salt fra havvand	-	XC 4	-	XS 1	XF 2	-
Marine konstruktioner under vand	-	XC 2	-	XS 2	-	XA2
Jorddækkede konstruktioner i havne eller kystnære områder med grundvand med chloridindhold svarende til havvandet	-	XC 2	-	XS 2	-	XA2
Udvendige dæk og bjælker	-	XC 4	-	-	XF 3	-
Lyskasser	-	XC 4	-	-	XF 3	XA2
Kanaler, udendørs bassiner og gruber	-	XC 2	-	-	XF 3	XA2
<b>Ekstra aggressiv miljøpåvirkning</b>						
Svømmebassiner	-	XC 2	XD 2	-	-	-
Konstruktioner udsat for industrielt vand, der indeholder chlorid	-	XC 4	XD 2	-	-	-
Altangange og altankonsoller	-	XC 4	XD 3	-	XF 4	-
Udvendige trapper med tørsaltning	-	XC 4	XD 3	-	XF 4	-
Parkeringsdæk	-	XC 4	XD 3	-	XF 4	-
Kantbjælker på broer	-	XC 4	XD 3	-	XF 4	XA 3
Brosøjler og støttemure i nærheden af kørebanearealer med tørsaltning, jf. DS/EN 1992-2 DK NA	-	XC 4	XD 3	-	XF 2	XA 3
Marine konstruktioner nær vandlinjen	-	XC 4	-	XS 3	XF 4	XA 2

NOTE vedr. kemisk påvirkning: XA klasser er angivet vejledende i tabellen, da det afhænger af de specifikke jordbunds- og grundvandsforhold på den pågældende lokalitet, jf. DS/EN 206 Tabel 2.

### 5.2(1)P Geometriske imperfektioner

For bygninger, hvor det afstivende system udgøres af dækskiver og stabiliserende vægge eller hermed ækvivalente gittersystemer, kan følgende angivne simplificerede regler anvendes.

Den overordnede virkning af geometriske imperfektioner håndteres ved at dimensionere bygningen for ækvivalente horisontale laster, der angriber i de enkelte dækskivers tyngdepunkt. Lasten fastlægges iht. DS/EN 1992-1-1, 5.2(8) formel (5.4), idet  $(N_b - N_a)$  erstattes af den lodrette last, der virker på den aktuelle dækskive.

Den vandrette last skal i vedvarende dimensioneringstilstande regnes virkende samtidig med vindlast. Ved undersøgelse af bygningers stabilitet kan det for hver af de vindretninger der undersøges, antages, at lasten fra geometriske imperfektioner virker i samme retning som vindlasten.

For seismiske dimensioneringstilstande skal den vandrette last fra imperfektioner regnes at virke samtidig med den seismiske last. Det gælder, at den vandrette last fra imperfektioner virker i samme retning som den seismiske last.

Den særlige undersøgelse, svarende til figur 5.1 c1) og c2) i DS/EN 1992-1-1, 5.2(8), der gælder for modsatrettede skævheder af enkeltstående lodrette bærende bygningsdele over to etager, kan erstattes af en dimensionering af de lodrette bærende bygningsdele svarende til en vandret forsætning mellem bygningsdelene i etagerne. Forsætningen skal mindst sættes til  $\Delta e = h \Theta_1$ , hvor  $h$  er etagehøjden, og  $\Theta_1 = 1/200$ . Dette svarer til, at imperfektionerne optages ved momentvirkning i de lodrette bærende bygningsdele, og at der ikke optræder separate snitkræfter i det overordnede stabiliserende system.

### 5.6.1(3)P (Plastisk analyse) Generelt - Almene bestemmelser

Ved snitkraftbestemmelsen kan man anvende plasticitetsteorien med sædvanligt anerkendte tilnærmelser.

Anvendelse af plasticitetsteorien forudsætter, at konstruktionen har tilstrækkelig flydeevne, dvs. flydning i armeringen udvikles væsentligt inden andre brudformer, som fx instabilitet, afslutter et påbegyndt sejt brud. Ved anvendelse af plasticitetsteorien kan en eftervisning af flydeevnens tilstrækkelighed udelades, hvis følgende betingelser er opfyldt:

- Den bestemte snitkraftfordeling afviger ikke for stærkt fra snitkraftfordelingen svarende til anvendelse af elasticitetsteorien. En nøjagtig beregning af snitkraftfordelingen svarende til elasticitetsteorien er ikke påkrævet. Det vil i almindelighed være tilstrækkeligt at anvende et kvalificeret skøn eller simple tilnærmelsesmetoder. For nedreværdiløsninger kan følgende princip benyttes: Benævnes armeringsarealet knyttet til en plastisk løsning i et punkt af konstruktionen  $A_{SP}$  og armeringsarealet knyttet til den elastiske løsning i samme punkt af konstruktionen  $A_{SE}$ , kan ovennævnte regnes opfyldt, såfremt det for alle punkter i konstruktionen gælder, at  $1/3 A_{SE} \leq A_{SP} \leq 3 A_{SE}$ . Den elastiske løsning kan regnes at svare til den plastiske løsning,

hvor den samlede beregningsmæssige armering for konstruktionen udgør et minimum.

- Konstruktionen er normalt armeret, dvs. krav til minimum armering er opfyldt, og armeringen flyder ved brud.
- Der anvendes alene anvendes klasse B- og klasse C-stål iht. annek C i DS/EN 1992-1-1.
- Der anvendes en arbejdsurve for armeringen, hvor der ikke regnes med spændingstilvækster efter punktet svarende til flydespændingen. Såfremt der anvendes en arbejdsurve, hvor der regnes med spændingstilvækster efter punktet svarende til flydespændingen, skal såvel ligevægts- som kompatibilitetsbetingelser være opfyldt.
- Brudgrænsetilstanden er ikke betinget af instabilitet.

En tilfredsstillende virkemåde af konstruktionen i anvendelses- og brudgrænsetilstanden kan betinge, at der anvendes en armeringsudformning, der tager højde for snitkraftfordelingen, hvor der ikke er benyttet omfordeling. Anvendes eksempelvis en plastisk løsning, hvor der beregningsmæssigt ses bort fra vridningsmomenter, skal armeringen være således udformet, at den tilgodeser de virkeligt optrædende vridningsmomenter, fx ved at der i bjælker anvendes lukkede bøjler som forskydningsarmering, og at der i plader ved frie rande lukkes med U-bøjler.

Plastisk omfordeling af den nødvendige armering, fx ved anvendelse af  $\cot\theta$ , jf. 6.2.3(2), 6.2.4(4), 6.3.2(2) og annek F(4) i EN 1992-1-1, fordrer, at der benyttes klasse B- eller klasse C-stål iht. annek C i EN 1992-1-1.

For præfabrikerede elementer kan, såfremt elementerne er omfattet af en harmoniseret produktstandard eller underlagt en 3.-parts-overvågning i henhold til DS/EN 13369, annek E, anvendes klasse B-stål, hvor  $\varepsilon_{uk} \geq 5,0$  % er erstattet af  $\varepsilon_{uk} \geq 3,3$  %.

En tilfredsstillende virkemåde af konstruktionen i anvendelsesgrænsetilstanden kan betinge, at den bestemte snitkraftfordeling ikke afviger væsentligt fra snitkraftfordelingen bestemt ved anvendelse af elasticitetsteorien med revnet tværsnit.

Hvor lasten og dermed snitkræfterne er betinget af konstruktionens deformationsevne, fx ved jordtrykspåvirkede konstruktioner, bør konstruktionens deformationsevne vurderes. Speciel opmærksomhed henledes på deformationsevnenes indflydelse på størrelsen af fx forskydningskræfter og reaktioner ved vederlag. For konstruktioner, hvor lasten er større i anvendelsesgrænsetilstanden end i brudgrænsetilstanden, fx ved visse jordtrykspåvirkede konstruktioner, bør anvendelsestilstanden altid vurderes.

### **Beregningsmetoder, plane spændingstilstande**

For plane spændingstilstande kan fx plasticitetsteoriens nedreværdimetoder, stringermetoden, gitteranalogien og inddeling i homogene spændingsfelter benyttes.

### ***Stringermetoden***

- I stringermetoden simplificeres en plan spændingstilstand, ved at alle normalspændinger optages i stringere, mens forskydningspændingerne optages i de rektangulære forskydningsfelter mellem stringerne. Forskydningsfelternes udstrækning defineres som stringernes centerafstand. Krydsningspunkterne mellem stringerne benævnes knuder. Stringernes bredde bør maksimalt være 20 % af bredden af det tilstødende forskydningsfelt, der har den mindste udstrækning vinkelret på stringerens længderetning.
- Til optagelse af træk i stringerne ilægges den fornødne armering. Variationen i trækstringerens kraft bør ikke være større end svarende til, at stringerkraften, over en strækning svarende til forankringslængden, vokser fra nul til den regningsmæssige flydekraft. Trykspændingen i stringerne bør ikke overstige  $v f_{cd}$ , hvor effektivitetsfaktoren kan sættes til  $v = v_m$ , idet der kan regnes med normalt armeret tværsnit. Kraften i trykarmeringen må ikke regnes større end den regningsmæssige trykkraft, der kan optages i betonen. Hvis armeringen regnes at optage en større kraft end halvdelen af den regningsmæssige kraft, der kan optages i betonen, må der ikke benyttes overlappingsstød.
- Armeringsareal og betontrykkets størrelse i forskydningsfelterne beregnes efter formlerne i annek F. Betontrykket kontrolleres ved anvendelse af effektivitetsfaktoren angivet nedenfor. Det er en forudsætning for metodens gyldighed, at forskydningsarmeringen er effektivt forankret i stringerne. Såfremt forskydningsarmering udelades, skal stringerne og knuderne knyttet til de pågældende forskydningsfelter beregnes efter reglerne, der gælder for gitteranalogien.

### Effektivitetsfaktoren

Ved brudberegninger af armeret beton anvendes en effektiv regningsmæssig betontrykstyrke  $v f_{cd}$ , hvor  $v$  er effektivitetsfaktoren.

Medmindre andet er anført, gælder de angivne værdier for effektivitetsfaktoren i dette afsnit, under forudsætning af en armering, der mindst svarer til minimumarmering.

Er kravet til minimumarmering ikke opfyldt, benyttes  $v$  bestemt ved:

$$v = \frac{2}{\sqrt{f_{ck}}} \quad (f_{ck} \text{ i MPa}) \quad (5.100 \text{ NA})$$

Værdien bestemt ved (5.100 NA) udgør altid en nedre grænse for værdien af  $v$ .

Efterfølgende forudsætter, at påvirkningerne henføres til et ortogonalt koordinatsystem, som er sammenfaldende med armeringsretningerne.

### *Rene påvirkninger*

#### Ren tryknormalspænding

Effektivitetsfaktoren for rent tryk betegnes  $v_n$  og er bestemt ved:

$$v_n = \begin{cases} 1,0 \text{ såfremt normalspændingen er fremkaldt af en normalkraftpåvirkning} \\ v_m \text{ såfremt normalspændingen er fremkaldt af tryk fra en bøjningspåvirkning} \end{cases}$$

Effektivitetsfaktoren  $v_m$  er bestemt ved:

$$v_m = 0,97 - \frac{f_{yk}}{5000} - \frac{f_{ck}}{300}, \text{ dog ikke mindre end } 0,6 \quad (f_{ck} \text{ og } f_{yk} \text{ i MPa}) \quad (5.101 \text{ NA})$$

For tværsnit, der er normalt armeret mht. bøjningsmomentet, kan dog benyttes:

$$v_m = 0,98 - \frac{f_{ck}}{500}, \text{ dog ikke mindre end } 0,6 \quad (f_{ck} \text{ i MPa}) \quad (5.102 \text{ NA})$$

Ved kombineret normalkraft og bøjning benyttes en vægtet gennemsnitsværdi for  $v_n$ , idet der vægtes mellem værdierne knyttet til ren normalkraft og ren bøjning.

### Ren forskydning

Effektivitetsfaktoren for ren forskydning betegnes  $v_v$  og er bestemt ved:

$$v_v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200}, \text{ dog ikke mindre end } 0,45 \quad (f_{ck} \text{ i MPa}) \quad (5.103 \text{ NA})$$

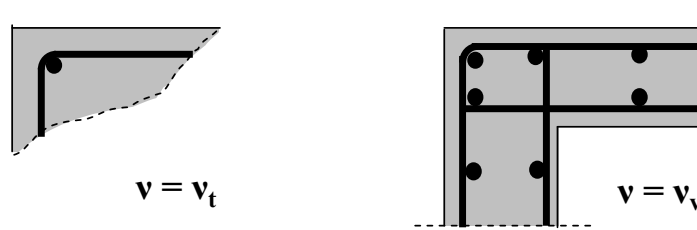
Værdien for  $v_v$  gælder også for bjælker i de tilfælde, hvor der anvendes skrå armering som forskydningsarmering.

$v_v$  gælder, hvor forskydningen er fremkaldt af en forskydningspåvirkning. Såfremt forskydningen er fremkaldt af en vridningspåvirkning, betegnes effektivitetsfaktoren  $v_t$  og er bestemt ved:

$$v_t = 0,7 \left(0,7 - \frac{f_{ck}}{200}\right) \quad (f_{ck} \text{ i MPa}) \quad (5.104 \text{ NA})$$

Ved ren forskydning fremkaldt af både en ydre forskydningskraftpåvirkning og ydre vridningspåvirkning benyttes en vægtet gennemsnitsværdi af  $v_v$  og  $v_t$ , idet der vægtes mellem værdierne knyttet til ren forskydning og ren vridning.

For vridningspåvirkede tværsnit, hvor de enkelte delvægge, som det tyndvæggede tværsnit er opbygget af, er armeret med lukkede bøjler langs periferien og jævnt fordelt langsgående armering i begge sider, kan  $v_t$  sættes til  $v_v$ . Dette gælder også for armerede plader, såfremt disse er forskydningsarmeret langs vridningspåvirkede rande.

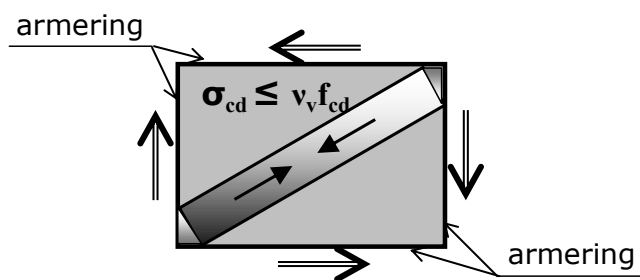


**Figur 5.100 NA - Effektivitetsfaktorer ved ren vridning**

For plastiske beregningsudtryk for bæreevnen af ikke-forskydningsarmerede konstruktionsdele kan værdien af effektivitetsfaktoren hæves under hensyntagen til buevirkningens gunstige virkninger på betonens styrke.

**Kombinerede påvirkninger ved plane spændingstilstande**

For trykstænger, der medvirker ved optagelse af forskydningskræfter, fx i gitteranalogien, må effektivitetsfaktoren højst sættes til  $v = v_v$ .



**Figur 5.101 NA - Effektivitetsfaktor for trykstænger, der medvirker ved forskydningsoptagelse**

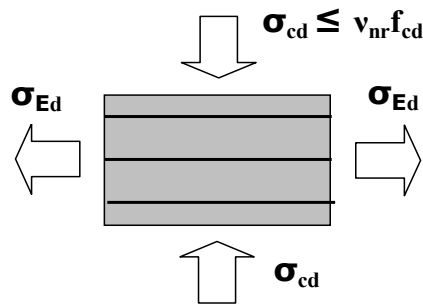
For knudepunkter, fx ved gitteranalogien og ved vederlag, kan effektivitetsfaktoren generelt sættes til  $v = 0,8$ . For knudepunkter, hvor der ikke føres armering gennem knuden, og spændingen i knuden alene er fremkaldt af et ydre tryk, kan effektivitetsfaktoren dog sættes til  $v = 1,0$ .

Såfremt der vinkelret på en tryknormalspænding virker en træknormalspænding, fremkaldt af en træknormalkraft eller et bøjningsmoment, betegnes effektivitetsfaktoren  $v_{nr}$  og er bestemt ved:

$$v_{nr} = v_n - 0,2 \frac{\sigma_{Ed}}{\rho f_{yd}} \quad (\sigma_{Ed} \text{ og } f_{yd} \text{ i MPa}) \quad (5.105 \text{ NA})$$

hvor  $\sigma_{Ed}$  er den ydre regningsmæssige træknormalspænding, og  $\rho f_{yd}$  er den regningsmæssige trækstyrke vinkelret på trykretningen.





**Figur 5.102 NA - Effektivitetsfaktoren ved tryk kombineret med et tværgående træk**

For kombinerede forskydnings- og normalspændingspåvirkninger kan på den sikre side anvendes effektivitetsfaktoren svarende til ren forskydning. Alternativt kan betontrykket sikres ved opfyldelse af følgende betingelser:

$$\sigma_{Edx} \geq -f_{cdx} \quad (5.106 \text{ NA})$$

$$\sigma_{Edy} \geq -f_{cdy} \quad (5.107 \text{ NA})$$

$$\tau_{Edxy}^2 \leq (f_{cdx} + \sigma_{Edx})(f_{cdy} + \sigma_{Edy}) \quad (5.108 \text{ NA})$$

$$|\tau_{Edxy}| \leq \frac{1}{2} f_{cdv} \quad (5.109 \text{ NA})$$

hvor

$\sigma_{Edx}$ ,  $\sigma_{Edy}$  og  $\tau_{Edxy}$  er de ydre påvirkninger, regnet positiv som træk.

$f_{cdv}$  er den effektive regningsmæssige trykstyrke ved ren forskydning, dvs. enten  $f_{cdv} = \nu_v f_{cd}$ ,  $f_{cdv} = \nu_t f_{cd}$  eller en vægtet af værdi af  $\nu_v f_{cd}$  og  $\nu_t f_{cd}$  alt efter den ydre påvirkning.

$f_{cdx}$  og  $f_{cdy}$  er det pågældende punkts regningsmæssige trykstyrke i henholdsvis x- og y-retningen, idet betonens bidrag i formlerne (5.106 NA) og (5.107 NA) højst må sættes til  $\nu_{nr} f_{cd}$ , mens det i formel (5.108 NA) højst må sættes til  $\nu_n f_{cd}$ .

For plader med små armeringsforhold, dvs.  $(\rho f_{yd}/f_{cd})$  mindre end ca. 0,1, kan effektivitetsfaktoren sættes til  $\nu = \nu_m$  ved beregning af momentpåvirkningerne, dvs. der kan ses bort fra vridningens indflydelse på effektivitetsfaktoren.

### 5.8.6(7) Generel metode

For stabilitetsberegning af enkeltstående konstruktionsdele, der indgår i bygninger, der er stabiliseret ved skiver, gælder, at der udover 2. ordensbidrag, regnes med den største af følgende ekscentriciteter:

- Geometrisk imperfektion fastlagt ved:

- a)  $l_0/400$ , hvis DS/EN 1992-1-1, 5.2, formel 5.5 og 5.6, benyttes.
- b)  $l_0/200$ , hvis DS/EN 1992-1-1 DK NA, 5.2, supplerende regler, benyttes
- Tolerance fastlagt ved enten DS/EN 13670, inkl. DK NA, eller DS/EN 13369 og tilknyttede harmoniseret standard.  
Optræder flere forskellige tolerancer, og det kan argumenteres at tolerancerne er statistisk uafhængige, kan kvadratrodsmetoden anvendes. Enkeltværdier svarer til største værdier på strækningen  $1/5l_0$  symmetrisk fordelt om området med største udbøjning.
- DS/EN 1992-1-1, 6.1(4), mindste værdi af  $h/30$  og 20 mm, hvor  $h$  er tværsnitshøjden.

For stabilitetsberegning af enkeltstående konstruktionsdele, der indgår i bygninger med mere end 1. etage, og som ikke er fuldt stabiliseret ved skiver, gælder for de konstruktionsdele, der indgår i bygningens stabilitet, at der udover 2. ordensbidrag, regnes med summen af eksentriciteterne for ovenfor angivne bidrag for geometrisk imperfektion og tolerance, idet der dog som minimum skal anvendes eksentriciteten givet ved DS/EN 1992-1-1, 6.1(4).

### 6.2.1(2) Generel procedure for eftervisning

Under hensyntagen til virkningen af spændarmering, der bøjes op i forskydningszonen, er forskydningsbæreevnen bestemt ved:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} + V_{ccd} + V_{td} + V_{pd} \quad (6.100 \text{ NA})$$

hvor  $V_{pd}$  er kraftkomponenten vinkelret på længdeaksen af bæreevnen af den opbøjede spændarmering.

$V_{pd}$  kan ikke antage større værdi end svarende til udnyttelse af spændarmeringen til den regningsmæssige flydespænding eller 0,2%-spænding. Kraften fastsættes i øvrigt under hensyntagen til forankringsbæreevnen samt lokal knusning og spaltning af betonen ved armeringsbukninger.

Anvendelse af opbøjet længdearmering som forskydningsarmering i bjælker kræver, at der samtidig anvendes bøjler, og at bøjlearmeringen mindst svarer til minimumarmeringen.

### 6.2.2(6) Konstruktionsdele, der ikke regningsmæssigt kræver forskydningsarmering

Indflydelse af en eventuel buevirkning ved understøtninger kan indregnes ved forskydningsstyrken  $\beta V_{Rd,c}$ , hvor faktoren  $\beta$ , der indregner indflydelsen af en eventuel buevirkning ved understøtninger, er bestemt ved  $\beta = 2,0d/x \leq 5$ , hvor  $x$  er afstanden fra understøtningens kant til det betragtede snit. En nedre grænseværdi for faktoren er  $\beta = 1$ . Anvendelse af værdier for  $\beta$  større end 1 kræver, at der benyttes direkte understøtning, og at armeringen er tilstrækkeligt forankret ved understøtningen.

For strækningen  $x \leq 2,0d$  kan effekten af buevirkningen kombineres med beregningen for forskydningsarmerede bjælker og plader, idet der beregningsmæssigt kræves ilagt forskydningsarmering efter (6.8) for de tværsnit, hvor  $V_{Ed} > \beta V_{Rd,c}$ .

Den forskydningsarmeringsintensitet, der kræves, hvor  $V_{Ed} \geq \beta V_{Rd,c}$ , skal videreføres helt til understøtning.

Ovennævnte regler må ikke anvendes i sammenhæng med 6.2.1(8).

### 6.2.5(1) Forskydning i støbeskel

For fortandet støbeskel regnes støbeskellets areal at være arealet af fortandingen. Tandarealet er defineret som tværsnitsarealet af tænder på samme side af støbeskellet og i snit parallelt med dette. Snittet kan placeres ved roden af de tænder, som ønskes undersøgt. Såfremt betonstyrken er den samme på begge sider af støbeskellet, er det det mindste areal, der er afgørende for styrken.

Minimumarmering for støbeskel er bestemt ved:

$$\rho = \frac{0,02f_{cd} - \sigma_n}{f_{yd} \sin\alpha} \quad (6.101 \text{ NA})$$

Når støbeskellet er holdt effektivt sammen via en minimumarmering, kan de for  $c$  og  $\mu$  angivne værdier regnes gældende. I modsat fald skal værdierne for  $c$  og  $\mu$  fastsættes med forsigtighed.

### 6.2.5(2) Forskydning i støbeskel

I glatte støbeskel regnes med kohæsionkoefficient  $c = 0,025$ .

### 6.2.5(6) Forskydning i støbeskel

For støbeskel, hvor armeringen gennem støbeskellet består af parvis overlappende U-bøjler, fx fuger mellem præfabrikerede betonelementer, bestemmes U-bøjlernes regningsmæssige styrke som den mindste af følgende værdier:

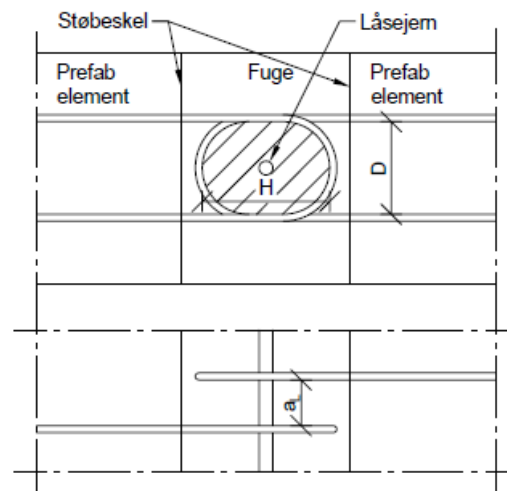
- Armeringens regningsmæssige flydekraft.
- Styrken af U-bøjlernes forankring i fugebetonen beregnet ved anvendelse af reglerne for effekten af indesluttet beton, jf. DS/EN 1992-1-1, 3.1.9 og som angivet nedenfor.
- Forskydningsbæreevnen af den indesluttede fugebeton i et plant snit mellem U-bøjlerne som angivet nedenfor.

Betonens styrke beregnes under hensyntagen til  $D_{\text{lower}}$ .

Styrken af U-bøjlernes forankring bestemmes under indregning af tværtrykket,  $\sigma_2$ . Dette tryk regnes fordelt over arealet indesluttet af U-bøjlerne, og resultanten af dette tryk kan ikke overstige låsejernets regningsmæssige kapacitet under hensyntagen til de aktuelle forankringsforhold. U-bøjlerne antages placeret som angivet i figur 6.100 NA.  $D$  angiver diameteren af den dorn, som armeringen bukkes over. Kravene til  $H$  og  $a_L$  er:

$$0,75D \leq H \leq 1,3D$$

$$a_L \leq \min \begin{cases} 4\phi \\ 50 \text{ mm} \end{cases}$$



**Figur 6.100 NA – Placering af U-bøjlerne med angivelse af H, D og aL**

### Betonsammensætning hvor $D_{\text{maks}} > 4 \text{ mm}$

For indesluttet beton anvendes DS/EN 1992-1-1, 3.1.9, for beregning af den tilladelige værdi af  $f_{cd,c}$ , dvs.

$$f_{cd,c} = f_{cd} \left( 1,0 + 5,0 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) \quad \text{for } \sigma_2 \leq 0,05 f_{ck} \quad (6.102 \text{ NA})$$

$$f_{cd,c} = f_{cd} \left( 1,125 + 2,5 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) \quad \text{for } \sigma_2 > 0,05 f_{ck} \quad (6.103 \text{ NA})$$

Spændingen er fordelt over arealet  $\phi D$ .

Forskydningsbæreevnen, fordelt over arealet af den indesluttede beton mellem U-bøjlerne, er bestemt ved:

$$\tau_{Rd} = f_{cd} \left( 0,22 + 0,89 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) \quad \text{for } \sigma_2 \leq 0,33 f_{ck} \quad (6.105 \text{ NA})$$

$$\tau_{Rd} = f_{cd} \left( 0,36 + 0,47 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) \quad \text{for } \sigma_2 > 0,33 f_{ck} \quad (6.106 \text{ NA})$$

### Betonsammensætning hvor $D_{\text{maks}} \leq 4 \text{ mm}$

For indesluttet beton gælder brudbetingelsen for betonsammensætning, hvor  $D_{\text{maks}} > 4 \text{ mm}$ , med efterfølgende angivne ændringer.

For indesluttet beton er den tilladelige værdi for  $f_{cd,c}$  for  $\sigma_2 > 0,85 f_{ck}$  begrænset til: **Error! Digit expected.**

$$f_{cd,c} = f_{cd} \left( 2,4 + \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) \quad f_{cd,c} = f_{cd} \left( 2,4 + \frac{\sigma_2}{f_{cd}} \right)$$

(6.107 NA)

Forskydningsbæreevnen, fordelt over arealet af den indesluttede beton mellem U-bøjlerne, er for  $\sigma_2 > 1,79 f_{ck}$  begrænset til :

$$\tau_{Rd} = 1,2 f_{cd} \quad (6.108 NA)$$

NOTE – Hvor krav til anvendelse af beregningsmetoden ikke er opfyldt, kan gitteranalogien benyttes.

### 6.3.2(6) Fremgangsmåde ved dimensionering

Reglerne i 6.3.2(4)-(5) gælder ikke kombineret V, T, N og M, men alene betontryk ved kombineret V og T.

For kombineret V, T, N og M gælder følgende regler.

Påvirkningerne kan optages, hvis det gælder:

$$\sum \left( \frac{S_{Ed}}{S_{Rd}} \right) \leq 1$$

hvor  $S_{Ed}$  er de enkelte regningsmæssige snitkraftpåvirkninger, mens  $S_{Rd}$  er bæreevnerne svarende til de enkelte snitkraftpåvirkninger virkende alene. Såfremt den til forskydningen benyttede længdearmring, udover hvad bøjningen kræver, er til stede, jf. 6.2.3, skal M og V ikke indsættes på samme tid i ovennævnte formel, men der gennemføres to uafhængige undersøgelser for M og V optrædende særskilt.

Ved beregning af tværsnit med kombinerede påvirkninger kan alternativt regnes med et effektivt tværsnit analogt til det, der gælder for ren vridning, idet tykkelsen af de enkelte delvægge tilpasses de aktuelle påvirkninger.

De regningsmæssige snitkræfter, der påvirker tværsnittet, omregnes efter elastiske eller plastiske metoder til normal- og forskydningsspændinger i det effektive tværsnit.

Til bestemmelse af den nødvendige armering og størrelsen af betontrykkene i det effektive tværsnit benyttes beregningsmetoden for plan spændingstilstand angivet i anneks F.

Den efter anneks F bestemte armering kan ændres til et andet statisk ækvivalent armeringsarrangement, forudsat at der tages hensyn til virkningerne af denne ændring i områder nær bjælkeender og huller.

For et vilkårligt punkt i det effektive tværsnit kontrolleres, som angivet i anneks F, at  $\sigma_{cd} \leq v f_{cd}$ , idet der for  $v$  henvises til 5.6.1(3)P.

### 7.3.2(1)P Minimumarmering

Som et alternativ kan efterfølgende angivne anvendes.

Uanset beregning kan overholdelse af et bestemt revneviddekrav forde, at der benyttes en mindste armering, der er større end minimumarmeringen. Denne armering benævnes mindste armering for kontrol af revnevidder. Den normale minimumarmering sikrer en kontrolleret revnedannelse.

For betonen i den virkelige konstruktion kan den spænding, for hvilken betonen revner være mindre end  $f_{ctm}$ , der er middelværdien af betons trækstyrke målt ved prøvning af standardiserede prøvelegemer. Årsagen hertil er fx virkningen af betonens håndtering under udførelse og hærdning, forskellige geometriske og armeringsmæssige udformninger samt lastvirkninger som fx svind, krybning og temperatur. Der kan ikke gives præcise informationer for, hvornår de første revner optræder. Erfaringsmæssigt sker det for betonspændinger på  $0,5\sqrt{0,1f_{ck}}$

For konstruktioner, hvor det er af afgørende betydning, at et bestemt revneviddekrav ikke må overskrides, fx vandtætte konstruktioner, bør der som minimum i de konstruktionsdele, der kan være udsat for rent træk, ilægges armeringsforholdet:

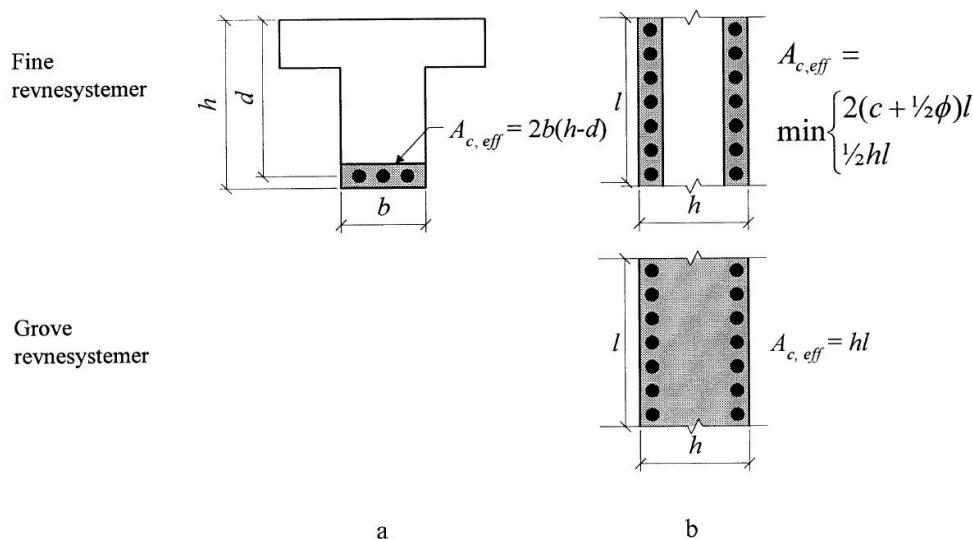
$$\rho = \sqrt{\frac{\phi f_{ct,eff}}{4E_{sk} k w_k}} \quad (7.100 \text{ NA})$$

hvor  $\phi$  er diameteren af de anvendte armeringsstænger,  $f_{ct,eff}$  er betonens effektive trækstyrke, der kan sættes til  $0,5\sqrt{0,1f_{ck}}$ , hvor  $f_{ck}$  er cylinderstyrken i MPa, og  $w_k$  er den maksimalt tilladelige revnevidde. Formlen gælder for armering, der opfylder normens krav til armering med ribbet eller profileret overflade. Såfremt der anvendes armering med glat overflade, multipliceres udtrykket med  $\sqrt{2}$ . For det fine revnesystem sættes  $k = 1$ , mens der for det grove revnesystem anvendes  $k = 2$ .

Størrelsen af det effektive trækareal  $A_{c,eff}$  afhænger af, hvilket revnesystem der betragtes.

For en konstruktion påvirket til bøjning eller bøjning med normalkraft er  $A_{c,eff}$  det største betonareal, hvis tyngdepunkt falder sammen med trækarmeringens tyngdepunkt, se figur 7.100 NA.

For tværsnit udsat for rent træk er  $A_{c,eff}$  for det fine revnesystem summen af det største betonareal, hvis tyngdepunkt falder sammen med armeringens tyngdepunkt. For det grove revnesystem er  $A_{c,eff}$  hele trækarealet, se figur 7.100 NA.



**Figur 7.100 NA – Effektive trækarealer ved beregning af revnevidder**

Ovennævnte krav til armeringen finder især anvendelse i de tilfælde, hvor en konstruktion, eller dele heraf, i større eller mindre grad er fastholdt over for svind og/eller temperaturtøjninger, og hvor der ikke er udført fuger til hindring af revnedannelsen, eller hvor en eventuel efterfølgende reparation af enkeltstående revner med store revnevidder er uacceptabel.

### 7.3.2(3) Minimumarmering

Udtrykket  $(h-x)/3$  gælder alene for plader og forspændte konstruktionsdele, hvor højden af trækzonen kan være lille.

### 7.3.4(1) Beregning af revnevidder

Formlen (7.8) gælder beregning af revnevidder knyttet til det fine revnesystem. For det grove revnesystem kan revnevidden regnes bestemt ved (7.8), idet  $A_{c,eff}$  fastsættes som angivet i figur 7.100 NA, og højresiden multipliceres med  $1/2$ .

### 7.3.4(3) Beregning af revnevidder

Følgende værdi skal anvendes:  $k_3 = 3,4(25/c)^{2/3}$  ( $c$  i mm).

### 7.3.4(4) Beregning af revnevidder

For tøjningen anvendes værdien:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_y + (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_z \quad (7.101 \text{ NA})$$

hvor  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_y$  og  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_z$  er tøjningen i armeringen i henholdsvis y- og z-retningen. Tensionstiffening kan tages i regning ved anvendelse af (7.9) for hver af de to retninger.

$\theta$  kan beregnes som angivet, såfremt armeringen er fastlagt på basis af en elastisk løsning eller en optimal plastisk løsning. I andre tilfælde er  $\theta$  bestemt ved udtrykket:

$$\frac{\tau_{Ezy}}{\rho_z} \cot^4 \theta + \frac{\sigma_{Ez}}{\rho_z} \cot^3 \theta - \frac{\sigma_{Ey}}{\rho_y} \cot \theta - \frac{\tau_{Ezy}}{\rho_y} = 0 \quad (7.102 \text{ NA})$$

### 8.3(2) Tilladte dorndiametre for opbøjede stænger

Det er tilladt at anvende mindre bukkediametre, såfremt dette er dokumenteret ved en bøjeprovning iht. DS/EN 10080. Bukkediameteren sættes for  $\phi \leq 16$  mm til 1,33 gange den ved bøjningsprovning opnåede værdi, og for  $\phi > 16$  mm til 1,16 gange den ved bøjningsprovning opnåede værdi. Mindre værdier end de i tabel 8.1N angivne må kun anvendes, hvis det ved projekteringen er dokumenteret, at de angivne værdier ikke giver anledning til lokal knusning af betonen.

For armeringsstål med glat overflade gælder:

Det tilladte mindste forhold for  $D/\phi$ , hvor  $D$  er den indvendige diameter (bukkediameter), som armeringsstænger med diameter  $\phi$  må bukkes med, er 2 for armeringsstænger med  $\phi \leq 12$  mm og 3 for armeringsstænger med  $\phi > 12$  mm. De anførte bukkediametre tager kun sigte på, hvad armeringsstålet kan tåle.

Tilbagebukning af stål iht. DS/EN 10025-2 er tilladt for  $\phi \leq 12$  mm, hvis den oprindelige bukkediameter  $D$  er mindst 2 gange minimumbukkediameteren. I alle andre tilfælde skal armeringens egenskaber eftervises efter tilbagebukning.

Ovennævnte gælder bukning i kold tilstand, der må finde sted for temperaturer, der ikke er lavere end  $-5^{\circ}\text{C}$ .

#### 8.4.1(2) Generelt

Forankringsmetoderne gælder ikke for armeringsstål med glat overflade.

#### 8.4.2(2) Forankringsstyrke

Reglerne gælder ikke armeringsstål med glat overflade.

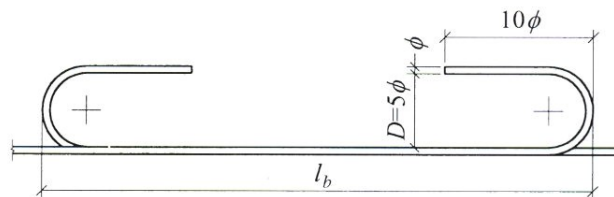
#### 8.4.3(2) Basisforankringslængde

Forankringslængden, svarende til at armeringen kan bære fuld last, benævnes  $l_b$ .

For armeringsstål med glat overflade henvises til kravet i 3.2.2(3)P vedrørende maksimal tilladelig spænding i armeringen ved forankring og stød.

Efterfølgende regler gælder for armering med glat overflade.

Hvis den nominelle diameter er større end 10 mm, skal armeringen være forsynet med kroge, som skal være udformet som vist i figur 8.100 NA. Forankringslængden  $l_b$  beregnes fra den på armeringen vinkelrette linje, som tangerer krogen udvendigt, se figur 8.100 NA.



**Figur 8.100 NA - Kroge ved forankring og stød**

Den regningsmæssige basisforankringsstyrke  $f_{bd}$  er bestemt ved:

$$f_{bd} = \frac{60}{\kappa} \frac{\gamma_s}{\gamma_c} \frac{f_{ctk}^2}{f_{yk}} \left[ \left( \frac{c_s}{\phi} \right) \cdot \left( \frac{c_c}{\phi} \right) + \Lambda + \Delta r \right] \quad (8.100NA)$$

hvor  $\gamma_c$  er partialkoefficienten for beton,  $\gamma_s$  er partialkoefficienten for armering, og  $\kappa$  afhænger af armeringens overfladestruktur.

For  $\left( \frac{c_s}{\phi} \right)$ ,  $\left( \frac{c_c}{\phi} \right)$ ,  $\Lambda$  og  $\Delta r$  henvises til efterfølgende.

Udtrykket gælder for  $\phi \leq 32$  mm.

For glat armering med  $\phi > 10$  mm med kroge anvendes  $\kappa = 2$ , og for glat armering med  $\phi \leq 10$  mm anvendes  $\kappa = 3$ .



Ved ensartet forhold over hele forankringslængden og spændingen  $\sigma_s$  i armeringen bestemmes den

aktuelle forankringslængde  $l_{b,net}$  af  $\frac{l_{b,net}}{\phi} = \frac{\sigma_s}{4f_{bd}}$

Ved beregning af forankringsbæreevnen forudsættes forholdene at være ens over den aktuelle forankringslængde. Såfremt dette ikke er tilfældet, opdeles i delstrækninger med ensartede forhold, og forankringsbæreevnen beregnes for hver af disse delstrækninger. Den samlede forankringsbæreevne beregnes som summen af forankringsbæreevnerne af de enkelte delstrækninger. Bæreevnen af den enkelte delstrækning med længden  $l$  er  $\pi\phi lf_{bd}$ .

$c_s$  er bredden parallelt med betonoverfladen, som den forankrede armeringsstang har til rådighed, dvs. summen af den halve afstand,  $\frac{1}{2}s$ , til naboarmering, der forankres, eller afstanden til randen  $c_c$ .

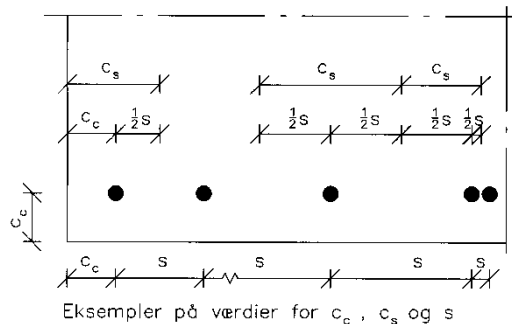
For  $\left(\frac{c_s}{\phi}\right) > 12$  sættes  $\left(\frac{c_s}{\phi}\right) = 12$  og for  $\left(\frac{s}{\phi}\right) > 12$  sættes  $\left(\frac{s}{\phi}\right) = 12$ , se figur 8.101 NA.

For bjælker kan sættes  $\left(\frac{c_s}{\phi}\right) = \frac{b}{\phi n_{sp}}$ , hvor  $b$  er bjælkebredden, og  $n_{sp}$  er antallet af armeringsstænger

ger i samme lag, der forankres, under forudsætning af at kravene til  $\left(\frac{c_s}{\phi}\right)$ ,  $\left(\frac{s}{\phi}\right)$  og  $\left(\frac{c_c}{\phi}\right)$  overholdes.

$c_c$  er mindste afstand fra fri overflade til centrumarmeringsstang, se figur 8.101 NA. For  $\left(\frac{c_c}{\phi}\right) > 6$

sættes  $\left(\frac{c_c}{\phi}\right) = 6$ .

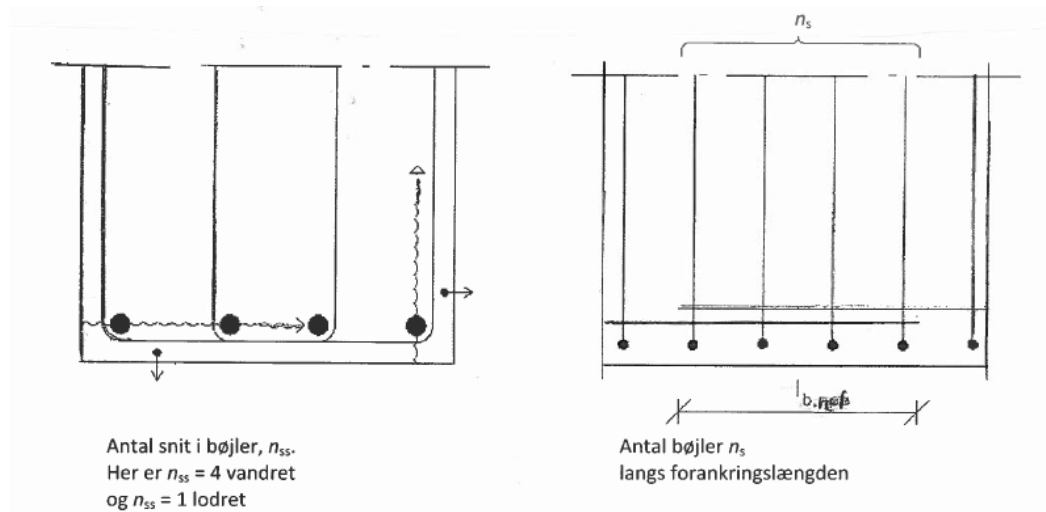


**Figur 8.101 NA - Definition af geometriske parametre**

$\Lambda$  er tværarmeringsforholdet givet ved:

$$\Lambda = \frac{n_s n_{ss}}{10 n_{sp}} \left(\frac{\phi_t}{\phi}\right)^2 \frac{f_{yd}}{f_{ctk}} \leq 1,3 \frac{f_{ck}}{f_{ctk}} \quad (8.101 NA)$$

hvor  $\phi_t$  er diameteren på bøjlearmeringen vinkelret på randen,  $f_{yd}$  er den regningsmæssige flyde-spænding for bøjlerne, og  $n_s$  er antallet af bøjler langs forankringslængden, som omslutter de  $n_{sp}$  stænger, der forankres. Bøjlen skal for at kunne regnes virksom for den pågældende armerings forankringsbæreevne ligge inden for afstanden  $c_s$ .  $n_{ss}$  angiver antal snit i bøjler, se figur 8.102 NA.



**Figur 8.102 NA - Definition af antal snit i bøjler og antal af bøjler**

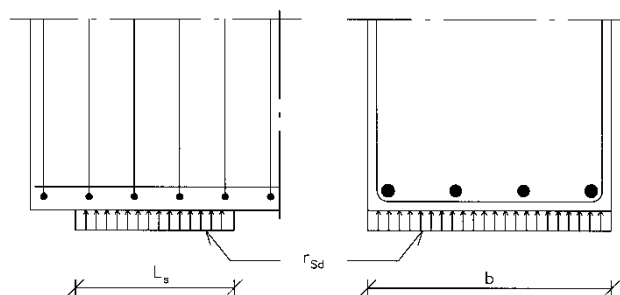
For forankring af en trækpåvirket armeringsstang må der ikke benyttes mindre forankringslængder end  $10 \phi_{\eta\kappa}$ , der dog ikke må regnes mindre end  $100 \eta$  mm.  $\eta$  tager hensyn til, om det er forankring eller stød, og  $\eta = 1$  anvendes for forankring, og  $\eta = 2$  for stød.

For forankring af en trykpåvirket armeringsstang må der ikke benyttes mindre forankringslængder end  $15 \phi_{\eta\kappa}$ , der dog ikke må regnes mindre end  $150 \eta$  mm.

Ved vederlag kan et gunstigt bidrag fra tværtryk medregnes. Tillægget  $\Delta r$  er bestemt ved

$$\Delta r = 0,06 \frac{L_s}{\phi} \left( \frac{c_s}{\phi} \right) \frac{r_{sd}}{f_{ctk}} \quad (8.102 \text{ NA})$$

hvor  $r_{sd}$  er den ydre regningsmæssige reaktionspænding (tværtryk), og  $L_s$  og  $b$  er lejepladens størrelse i henholdsvis bjælkeaksens retning og vinkelret herpå, se figur 8.103 NA. Tværtrykket  $r_{sd}$  må ikke regnes større end  $0,7 f_{cd}$ . Ved medtagelse af effekten for tværtryk kan  $c_s/\phi$  ikke regnes større end 3.



**Figur 8.103 NA - Tværtryk ved vederlag**

Ved forankringer og stød af træk- og trykarmering i randzoner skal der ilægges tilstrækkelig tværarmring. Tværarmringen skal ligge i længdearmringens dæklag for at være effektiv og kan fx bestå af bøjler. Tværarmringen skal fordeles jævnt over forankrings- eller stødlængden.

Ved forankringer og stød af længdearmring i bjælker og lignende konstruktionselementer bør der forefindes en tværarmring jævnt fordelt over forankrings- eller stødlængden, der opfylder kravet

$$n_s \geq \frac{l_{b,net}}{55} \frac{\phi}{\phi_i^2} \quad (8.103 \text{ NA})$$

eller udtrykt ved tværarmringsforholdet

$$\Lambda \geq \frac{1}{550} \frac{f_{yd}}{f_{ctk}} \frac{n_{ss}}{n_{sp}} \frac{l_{b,net}}{\phi} \quad (8.104 \text{ NA})$$

hvor  $f_{yd}$  er den regningsmæssige flydespænding for tværarmringen.

Bøjler, der er regnet udnyttet som forskydningsarmering, kan også udnyttes som tværarmring.

Ved armering med små bukkediametre anbefales det at indlægge tværgående armering for at forebygge spaltebrud.

Svejste net af glat armering skal forankres og stødes som ikke-svejst armering.

#### **8.4.4 Regningsmæssig forankringslængde**

Normalt dokumenteres kravet til forskydningsstyrker af svejsninger ikke, jf. punkt C.1(1) Generelt. Medmindre denne styrke er dokumenteret for den anvendte armering, skal  $\alpha_4 = 1,0$  anvendes.

Reglerne gælder ikke for armering med glat overflade. Der henvises til 8.4.3(2).

#### **8.7.3 Stødlængde**

Reglerne gælder ikke for armering med glat overflade. Der henvises til 8.4.3(2).

#### **8.9 Bundtet armering**

Reglerne gælder ikke for armering med glat overflade.

#### **9.2.1.2(3) Andre konstruktionsudformningsregler**

Tillige gælder reglerne angivet i 9.5.3(6).

#### **9.6.3(1), Vandret armering**

Lukning af armering kan udelades ved rande ved væggender i de tilfælde, hvor væggens duktilitet, statiske virkemåde og utilsigtede lastvirkninger ikke betinger en lukning af armeringen.

Eksempler, hvor ovennævnte krav er opfyldt, er vægge, hvor virkning af svind og temperatur er negligeabelt og:

- vægge alene er påvirket af normalkraft, bøjning samt forskydning ud af planet

- stabiliserende vægge, hvor vridningsmomenter er negligable, og hvor optagelse af skivefor-skydningskræfter, og dertil knyttede laster og reaktioner, sker i zoner, indenfor hvilke den beregningsmæssige og/eller konstruktive vandrette armering er tilstrækkeligt forankret.

#### **9.6.4 Tværarmering**

Reglerne gælder generelt ved anvendelse af armeringsnet som trykarmering, fx også i plader.

#### **9.10.1(1), Trækforbindelsessystemer, Generelt**

Reglerne i 9.10 angiver minimumskrav til en konstruktions trækforbindelser. Reglerne gælder i sammenhæng med DS/EN 1990 DK NA, Anneks E, Robusthed.

DS/EN 1992-1-1, 9.10 og DS/EN 1990 DK NA, Anneks E, skal begge være opfyldt for sikring af den fornødne robusthed.

Reglerne gælder ikke i sammenhæng med ulykkeslast.

Reglerne gælder alene hovedkonstruktionen.

#### **9.10.2.1(1), Dimensionering af trækforbindelser, Generelt**

Den iht. DS/EN 1992-1-1, 9.10, krævede armering er en minimumarmering, der kan beregnes ved hjælp af beregningsmetoderne angivet i normen. Lastvirkninger, som fx trykspændinger, må ikke regnes til gunst. Kohæsion kan regnes aktiv ved støbeskel, dvs. hvor beton er støbt mod beton.

#### **9.10.2.4(1), Vandrette trækforbindelser til søjler og/eller vægge**

Reglen gælder bærende søjler og vægge beliggende såvel ved rand som i konstruktionens indre.

For de bærende søjler/vægge, der ikke føres kontinuert gennem en dækkonstruktion, og hvor de vandrette trækforbindelser er ført ind i dækkonstruktionen, gælder for snitfladen mellem dækkonstruktion og søjler/vægge, at der kan overføres en vandret kraft af samme størrelse som den krævede styrke af de vandrette trækforbindelser. For bærende søjler vil dette være opfyldt, såfremt der i snitfladen er anordnet en lodret trækforbindelse, der kan optage en trækraft svarende til:

- Lodret trækforbindelse gennem snitflade i form af et støbeskel:  $1,5 \cdot F_{tie,col}$
- Lodret trækforbindelse gennem andre typer af snitflade:  $2,5 \cdot F_{tie,col}$

Reglen gælder under forudsætning af, at der ikke optræder hulrum i etagekrydset, og resultanten af den lodrette trækforbindelse er placeret nogenlunde centralt i arealet for snitfladen, der mindst bør være  $0,03 \text{ m}^2$  for normal konsekvensklasse og mindst  $0,05 \text{ m}^2$  for høj konsekvensklasse.

#### **9.10.2.5(1), Lodrette trækforbindelser og 9.10.2.5(2), Lodrette trækforbindelser**

Regler i DS/EN 1992-1-1, 9.10.2.5 gælder for bygværker henført til CC3 og CC3+.

For bygværker, hvor der i henhold til DS/EN 1990 DK NA, Anneks E, regnes med svigt i en begrænset del af konstruktionen, gælder angivne regler uændret.

For søjler og vægge, der er dimensioneret som nøgleelementer i overensstemmelse med DS/EN 1990 DK NA, Anneks E, vil lodrette kontinuerte trækforbindelser være tilstrækkelige, såfremt de kan optage trækkræfterne:

- Lodret trækforbindelse i søjle: 240 kN
- Lodret trækforbindelse i væg: 30 kN/m

De angivne lodrette trækforbindelser skal være forankret i fundamenterne.

### 9.10.3(3) Kontinuitet og forankring af trækforbindelser

Der kan benyttes stød i armeringen i fuger mellem præfabrikerede enheder, såfremt stødet i selve fugen mindst er omgivet af et dæklag svarende til armeringens diameter. Dæklaget må ikke være mindre end den maksimale tilslagsstørrelse og skal altid mindst være 10 mm.

### C.1(1) Generelt

Krav til bøjelighed, frem-/tilbagebøjning, angivet for stænger og udrettet armering gælder også for stænger i svejste net.

Kravet for forskydningsstyrke, jf. krav til  $F_w$  i DS/EN 10080, er ikke gældende. Overholdelse af de i denne norm angivne krav til armeringens egenskaber kan normalt ikke regnes opfyldt, samtidig med at kravet til forskydningsstyrke skal være overholdt. Værdi for forskydningsstyrke  $F_w$  kan angives, såfremt det kan dokumenteres, at armeringen efter svejsning fortsat opfylder i denne norm stillede krav til armeringens egenskaber.

Hæftesvejst armering med nominel diameter  $\phi$  skal ved bøjeprovning kunne bøjes  $60^\circ$  om en dorn, hvis diameter D fremgår af tabel C100 NA.

**Tabel C.100 NA – Bøjeprovning for hæftesvejst armering**

	Hæftesvejst armeringsstål	
	Krav til dorndiameter D	
Armeringens diameter $\phi$	$\phi \leq 12$ mm	$\phi > 12$ mm
Ribbestål og overfladeprofileret stål	4 $\phi$	8 $\phi$
Glat armeringsstål	2 $\phi$	3 $\phi$

Bøjeprovningen foretages over svejsestedet med svejsningen i trækzonen. Prøvestykker af hæftesvejst armeringsstål må efter prøvningen ikke udvise brud eller revner i grundmaterialet, hvorimod hel eller delvis løsning af tværstangen ved brud i svejsemetal eller smeltelinje (fusion line) kan accepteres. Bedømmelsen sker visuelt.

Annekset gælder armeringsstål med ribbet overflade. Annekset gælder, undtagen for krav til forankring, flydespændingsområde og bøjelighed, også for armeringsstål med glat overflade iht. DS/EN 10080 og DS/EN 10025-2.

Glatte stænger af varmvalset ulegeret konstruktionsstål af typerne S235, S275 og S355 iht. DS/EN 10025-2 er egnede. Egenskaberne fremgår af DS/EN 10025-2. Kravene i DS/EN 10025-2 skal være opfyldt.

Den karakteristiske værdi af flydespændingen antages at være lig med den i DS/EN 10025-2 angivne minimumværdi for flydespænding for den aktuelle type.

Armering med glat overflade iht. DS/EN 10080 skal have egenskaber iht. annekset undtagen mht. overfladegeometri og flydespændingsområde. Karakteristisk flydespænding  $f_{yk}$  skal være mindre end 500 MPa.

### **C.3(1)P Bøjelighed**

Afsnittet gælder for alle produktformer, dvs. rette stænger, stænger udrettet fra coils og for stænger i svejste net.

Afsnittet gælder kun for armeringsstål efter DS/EN 10080. Ved prøvning af bukkeegnethed af armering med glat overflade udgår tabel 4 af DS/EN 10080 og erstattes af følgende:

Et armeringsstål med nominel diameter  $\emptyset$  skal ved bøjeprovning kunne bøjes  $180^\circ$  om en dorn, hvis diameter  $D$  er lig med  $\emptyset$  for armeringsstænger med  $\emptyset \leq 12$  mm og lig med  $2\emptyset$  for armeringsstænger med  $\emptyset > 12$  mm. Prøvestykket må efter prøvningen ikke udvise brud eller revner. Bedømmelsen skal ske visuelt uden brug af optiske instrumenter.

For stål iht. DS/EN 10025-2 kræves, ud over identifikationskontrol, ikke yderligere prøvning.

NOTE – En tilbagebøjningsprøvning er en prøvning, hvor stangen bøjes 90 grader og derefter tilbagebøjes 20 grader. Det er ikke det samme som en udretning af stangen, og en bestået tilbagebøjningsprøvning er således ikke en dokumentation for, at armeringen kan anvendes til 90 graders bøjning og efterfølgende udretning.

### **F. 1(4)**

Såfremt der anvendes klasse A-stål, skal armeringen bestemmes ved anvendelse af (F.2)-(F.7). Anvendes klasse B- eller klasse C-stål, må (F.8)-(F.10) benyttes.

## Anneks 1

### Beregning af visse søjler støbt på stedet

I husbygning kan armerede søjler, der er støbt i ét med bjælker eller plader, beregnes som centralt belastede, idet der tages hensyn til excentrisk last ved en forøgelse af søjlens normalkraft. Den tilnærmede beregning kan ske under forudsætning af

- at  $\lambda < 90$ , idet søjlens fri længde regnes lig med søjlens skafthængsel
- at søjlen ikke påvirkes af væsentlige momenter og indgår i en konstruktion med fast knudepunktsfigur og med almindeligt anvendte dimensioner
- at den regningsmæssige totallast fra det dæk, der ligger umiddelbart over den pågældende søjle, multipliceres med
  - a) en faktor 2, når søjlen belastes ensidigt i to retninger af bjælker eller plader
  - b) en faktor 1,25, når søjlen belastes af gennemgående bjælker eller gennemgående plader. For at bjælke eller plade skal kunne regnes gennemgående, må den på de to sider af søjlen have tilnærmelsesvis samme stivhed. I modsat fald regnes som anført under a) henholdsvis c).
  - c) en faktor 1,5 for alle øvrige søjler.