

Grønlands Selvstyre, Departement for Boliger, Infrastruktur og Trafik (IAAN)

Formidlet af Dansk Standard

DS/EN 1992-1-1 GL NA:2009

Grønlands annekst til

Eurocode 2: Betonkonstruktioner – Del 1-1: Generelle regler samt regler for bygningskonstruktioner

Forord

I forbindelse med implementeringen af Eurocodes i Grønlands byggelovgivning til erstatning for de danske konstruktionsnormer og grønlandske konstruktionsforskrifter er der for at gøre denne Eurocode operationel i Grønland udarbejdet nærværende grønlandske nationale annekst.

Gyldighedsområde

Annekset fastsætter betingelserne for implementeringen af denne Eurocode i Grønland.

Indhold

Annekset indeholder de grønlandske supplerende bestemmelser til denne Eurocode for at gøre den anvendelig efter grønlandske forhold og bestemmelser.

De grønlandske supplerende bestemmelser følger ikke nødvendigvis de retningslinjer, der gælder for indførelse af Eurocodes i de lande, der er medlemmer af Den Europæiske Union, men er dikteret af de særlige grønlandske forhold.

Oversigt over grønlandske valg og supplerende informationer

Punkter	Emne	Kommentar	Side
1.2.2	Referencer	Materiale og udførelsesstandard ændret	4
2.4.2.2(2)	Partialkoefficient	Værdi er angivet i forbindelse med forspænding	4
2.4.2.4(1)	Partialkoefficienter	Værdier for brudgrænsetilstande	4
2.4.2.5(2)	Faktor	Faktor ved bæreevne for pæle	5
3.1.2(2)P	Betonstyrke	Angivelse af maksimal cylinderstyrke	5
3.1.2 (4)	Andet end 28 døgns betonstyrker	Faktor anført	6
3.1.3(2)	Elasticitetsmodul	Betons elasticitetsmodul er angivet	6
3.2.1	Certificering	Regler for armering	6
3.2.2(3)P	Armerings flydespænding	Øvre grænse ændret	6
3.2.7(2)	Arbejdslinie for armering	Vandret arbejdslinie for armering	6
4.4.1.2(5)	Dæklag og miljøklasser	Eksponeringsklasser er henført til miljøklasser og minimumsdæklag er angivet	6
4.4.1.3(1)P	Tolerance	Situationen er dækket af Forskrift for Betonkonstruktioner	8
4.4.1.3(3)	Tolerance	Situationen er dækket af Forskrift for Betonkonstruktioner	8
5.1.3(1)P	Lastkombination	Alternativ forenklet metode	8
5.2 (5)	Imperfektioner	Dækket af masselast	8
5.6.1(3)P	Almene bestemmelser	Supplerende bestemmelser for anvendelse af plastiske analyser	8
5.8.3.1(1)	2. ordens effekt	Grænse for at 2. ordens effekt skal medregnes	13
5.8.5 (1)	Søjleberegninger	Der er valgt metode a for forenklet beregning	14
5.8.6 (3)	Partialkoefficient	Partialkoefficient for elasticitetsmodul	14
5.10.1(6)	Skørt brud	Metoder A er valgt til undersøgelse af skørt brud	14
5.10.8 (2)	Spændingsøgning	Spændingsøgning for nogle forspændingstilfælde	14
5.10.8 (3)	Partialkoefficient	Partialkoefficienter for forspænding	14
5.10.9 (1)P	Koefficienter	Koefficienter til justering af forspænding i anvendelses- og udmattelsesgrænsetilstand	14
6.2.2 (6)	Effektivitetsfaktor	Der refereres til supplerende informationer i 5.6.1(3)P	14
6.2.3 (2)	Trykhældning	Grænser for trykhældning	14
6.2.3 (3)	Effektivitetsfaktor	Der refereres til supplerende informationer i 5.6.1(3)P	15
6.2.4 (4)	Trykhældning	Grænser for trykhældning	15
6.4.5 (4)	Kontrolperimeter	Faktor til grænse for forskydningsarmering	15
6.5.2 (2)	Effektivitetsfaktor	Der refereres til supplerende informationer i 5.6.1(3)P	15
6.5.4 (4)	Effektivitetsfaktor	Der refereres til supplerende informationer i	15

		5.6.1(3)P	
6.5.4 (6)	Treakset tryk	Faktor til brug ved styrkeberegning	15
7.3.1 (5)	Revnevidder	Anbefalede maksimale beregnede revnevidder	15
7.3.4 (3)	Revnevidder	Supplerende informationer om beregninger	15
8.6 (2)	Svejsning	Dokumentation af forskydningsstyrke	16
9.2.1.1 (1)	Høje bjælker	Supplerende minimumsarmering i høje bjælker	16
9.2.2 (5)	Minimumsarmering	Minimumsarmering for forskydning	16
9.8.3 (2)	Trækbjælker	Størrelse af tværpåvirkning	16
9.10.2.2 (2)	Trækforbindelser	Kræfter i trækforbindelsessystemer	16
9.10.2.3 (3)	Trækforbindelser	Kræfter i trækforbindelsessystemer	16
9.10.2.3 (4)	Trækforbindelser	Kræfter i trækforbindelsessystemer	16
9.10.2.4 (2)	Trækforbindelser	Kræfter i trækforbindelsessystemer	16
11.3.5 (1)P	Trykstyrke	Faktor i regningsmæssig trykstyrke	16
11.3.5 (2)P	Trækstyrke	Faktor i regningsmæssig trækstyrke	17
11.6.2 (1)	Effektivitetsfaktor	Effektivitetsfaktor er angivet	17
12.3.1 (1)	Betonstyrker	Faktorer ved bestemmelse af styrker	17
Anneks A	Ændring af partialkoefficienter	Anvendes ikke	17
Anneks B	Krybning og svind	Kan anvendes	17
Anneks C	Armering	Annekset anvendes med enkelte justeringer	17
Anneks D	Relaksationstab	Anvendes	18
Anneks E	Styrkeklasser	Anvendes ikke	18
Anneks F	Plan spændingstilstand	Annekset anvendes med enkelte justeringer	18
Anneks G	Samvirken jord og konstruktioner	Anvendes ikke	18
Anneks H	2.ordens effekter	Anvendes ikke	18
Anneks I	Padderhattedæk mv.	Anvendes ikke	18
Anneks J	Armeringsudformning	Anvendes ikke	18
Anneks 1:	Beregning af visse søjler støbt på stedet	Supplerende regler	18
Anneks 2:	Eftervisning af robusthed	Supplerende regler	19

1.2.2

Standarderne EN 206-1 og ENV 13670 udgår og erstattes i Grønland af Forskrift for Betonkonstruktioner, udgivet af Grønlands Hjemmestyre.

Indtil EN 10138 Prestressing steels foreligger anvendes prEN10138 Prestressing steels

2.4.2.2(2)

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

2.4.2.4(1)

Følgende værdier skal anvendes:

Følgende partialkoefficienter benyttes for brudgrænsetilstande ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilstande.

Tabel 2.1a NA - Partialkoefficienter for materialer for brudgrænsetilstande ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilstande

Konstruktioner, in situ

Betons trykstyrke og E-modul i armeret beton	$\gamma_c = 1,45\gamma_3$
Betons trykstyrke og E-modul i uarmeret beton	$\gamma_c = 1,60\gamma_3$
Betons trækstyrke	$\gamma_c = 1,70\gamma_3$
Armeringsstyrke	$\gamma_s = 1,20\gamma_3$

Præfabrikerede elementer, beregning

Betons trykstyrke og E-modul i armeret beton	$\gamma_c = 1,40\gamma_3$
Betons trykstyrke og E-modul i uarmeret beton	$\gamma_c = 1,55\gamma_3$
Betons trækstyrke	$\gamma_c = 1,60\gamma_3$
Armeringsstyrke	$\gamma_s = 1,20\gamma_3$

Præfabrikerede elementer, funktionsprøvning

Funktionsprøvning med sejt brud	$\gamma_M = 1,2\gamma_3$
Funktionsprøvning med skørt brud	$\gamma_M = 1,4\gamma_3$

Note 1: Partialkoefficienten for præfabrikerede elementer kan anvendes, såfremt elementerne er produceret og CE-mærket i henhold til Byggevedirektivet.

Note 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 elementer påvirket af normalkræfter skal altid betragtes som skøre brud.

Partialkoefficienterne er fastlagt i overensstemmelse med Grønlands annekst til DS/EN1990, annekst F, hvor $\gamma_M = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \gamma_4$.

- γ_1 tager hensyn til svigttypen
- γ_2 tager hensyn til usikkerhed relateret til beregningsmodel
- γ_3 tager hensyn til omfang af kontrol
- γ_4 tager hensyn til variationen i styrkeparameteren eller bæreevne

Ved fastlæggelse af γ_1 er de i tabel 2.1.b NA angiven svigttyper anvendt.

Tabel 2.1.b NA - Forudsatte svigttyper ved fastlæggelse af γ_1

Konstruktioner, in situ 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>

Tabel 2.1.c NA angiver værdier for γ_3 afhængig af kontrol.

Tabel 2.c NA - Delpartialkoefficient γ_3 afhængig af omfang af kontrol

Kontrolklasse	Skærpet	Normal	Lempet
γ_3	0,95	1,0	1,10

Følgende partialkoefficienter benyttes i Grønland for brudgrænsetilstande ved ulykkes dimensioneringstilstande $\gamma_M = 1,0$.

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

For partialkoefficienters afhængighed af konsekvensklasser henvises til Grønlands annekst til DS/EN 1990.

Lempet kontrolklasse må ikke anvendes til konstruktioner i høj konsekvensklasse.

2.4.2.5(2)

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

3.1.2(2)P

Betonstyrker er bestemt i Forskrift for Betonkonstruktioner

3.1.2(4)

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

3.1.3(2)

For betoner iht. DS 2426 regnes med en begyndelseselasticitetsmodul på $E_{cok} = 51000 \frac{f_{ck}}{f_{ck} + 13}$,

hvor f_{ck} og E_{cok} regnes i MPa. Sekantværdien E_{cm} kan sættes til $E_{cm} = 0,7 \cdot E_{cok}$ til brug ved lineærelastiske beregninger af korttidspåvirkninger og til brug ved lineærelastiske beregninger af langtidspåvirkninger anvendes en effektiv elasticitetsmodul $E_{c,eff}$, der som vejledende værdi kan

sættes til $E_{c,eff} = \frac{1}{4} E_{cm}$. En mere nøjagtig værdi kan findes af (7.20)

3.2.1 Generelt

Indtil CE-mærkning er obligatorisk skal slap armeringsstål være produceret iht. kravene i DS/EN 10080 anneks ZA, og produktionen/produktet skal være certificeret svarende til kravene i DS/EN 10080 anneks ZA, idet certificeringsorgan og prøvningslaboratorium skal være akkrediteret til de pågældende standarder af et organ, der mht. akkreditering er med i European co-operation for Accreditations multilaterale Agreement for det pågældende område.

Indtil CE-mærkning er obligatorisk skal spændarmering være produceret iht. kravene i DS/EN 10138-1 anneks ZA, og produktionen/produktet skal være certificeret svarende til kravene i DS/EN 10138-1 anneks ZA, idet certificeringsorgan og prøvningslaboratorium skal være akkrediteret til de pågældende standarder af et organ, der mht. akkreditering er med i European co-operation for Accreditations multilaterale 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.

3.2.2(3)P

Den øvre grænse for flydespændingen f_{yk} sættes til 650 MPa.

3.2.7(2)

Følgende værdi skal anvendes: $\epsilon_{ud} = \frac{f_{yd}}{E_s}$.

Bestemmelsen betyder at arbejdslinien er vandret for tøjninger større end den regningsmæssige

flydetøjning $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$.

4.4.1.2(5)

Der anvendes én konstruktionsklasse og eksponeringsklasserne henføres til miljøklasser.

De anvendes fire miljøklasser: passiv, moderat, aggressiv og ekstra aggressiv, der benævnes P, M, A og E. Disse fire miljøklasser dækker de klima- og miljøpåvirkninger, der normalt forekommer i Grønland. Bemærk at Forskrift for Betonkonstruktioner ikke dækker beton i ekstra aggressiv

miljøklasse. Skal der udføres beton i ekstra aggressiv miljøklasse, må reglerne i DS 2426 og prEN 13670 følges.

Eksponeeringsklasserne defineret i DS/EN 206-1 er gengivet i DS/EN 1992-1-1 tabel 4.1 Disse eksponeeringsklasser henføres til fire miljøklasser som angivet i DS 2426 og gengivet i tabel 2426-1.

Tabel 2426-1 – Normativ gruppering af eksponeeringsklasser i miljøklasser:

Miljøklasse	Passiv	Moderat	Aggressiv	Ekstra aggressiv
Omfatter følgende eksponeeringsklasser i henhold til DS/EN 206-1	X0	XC2	XD1	XD2
	XC1	XC3	XS1	XD3
		XC4	XS2	XS3
		XF1	XF2	XF4
		XA1	XF3	XA3
			XA2	

Eksempler på hvilke miljøklasser de enkelte konstruktionsdele normalt bør henregnes til er følgende:

- Til passiv miljøklasse må almindeligvis henregnes følgende bygningsdele:
 - konstruktioner i indendørs tørt miljø
 - jorddækkede fundamenter i lav og normal sikkerhedsklasse
- Til moderat miljøklasse må almindeligvis henregnes følgende bygningsdele:
 - funderingspæle
 - fundamenter delvis over terræn
 - jorddækkede fundamenter i høj sikkerhedsklasse
 - udvendige vægge og facader
 - udvendige søjler
 - udvendige bjælker med konstruktiv beskyttet overside
 - altanbrystninger
 - installationskanaler
 - ingeniørgange
 - elevatorgruber
- Til aggressiv miljøklasse må almindeligvis henregnes følgende bygningsdele:
 - udvendige dæk
 - udvendige bjælker uden konstruktiv beskyttet overside
 - støttemure
 - udvendige trapper
 - kælderydervægge delvis over terræn
- Ekstra aggressiv miljøklasse bør overvejes for følgende bygningsdele:
 - altangange, altanplader og altankonsoller, hvor der saltes
 - parkeringsdæk, hvor der saltes
 - svømmebade
 - marine konstruktioner, f.eks. splashzonen

Forskrift for Betonkonstruktioner dækker ikke ekstra aggressiv miljøklasse, dog kan marine konstruktioner udføres med det, der i Forskriften omtales som ”tidevandsbeton”, dvs. beton 1:2:2.

Dækklag udføres som anført i Forskrift for Betonkonstruktioner

4.4.1.3(1)P

Situationen er dækket af Forskrift for Betonkonstruktioner

4.4.1.3(3)

Situationen er dækket af Forskrift for Betonkonstruktioner

5.1.3(1)P

Foruden den angivne forenkling kan følgende metode anvendes

Beregning af kontinuerte bjælker 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 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(5)

Følgende værdi skal anvendes:

I stedet for at anvende (5.1) og θ_0 anvendes en minimumsværdi for den vandrette last på en bygning. Det er masselasten som anført i Grønlands annekst til DS/EN 1990.

5.6.1(3)P 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 minimumsarmering er opfyldt og armeringen flyder ved brud.
- Der 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 brudgrænsetilstanden kan betinge, at der anvendes en armeringsudformning der tager højde for den faktiske fordeling af snitkræfterne. Anvendes fx en plastisk løsning, hvor der beregningsmæssigt ses bort fra vridningsmomenter, skal armeringsudformningen være således, at den tilgodeser de faktisk 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. Klasse A stål må alene anvendes i de tilfælde, hvor der anvendes en optimal værdi for $\cot\theta$, jf. annek F formel (F2)-(F7). For ren forskydning er den optimale værdi $\cot\theta=1$.

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 deformationsevnen 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 minimumsarmering.

Er kravet til minimumsarmering ikke opfyldt benyttes v bestemt ved:

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

Værdien bestemt ved (5.100NA) 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:

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

Effektivitetsfaktoren v_m er bestemt ved:

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

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

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

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:

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

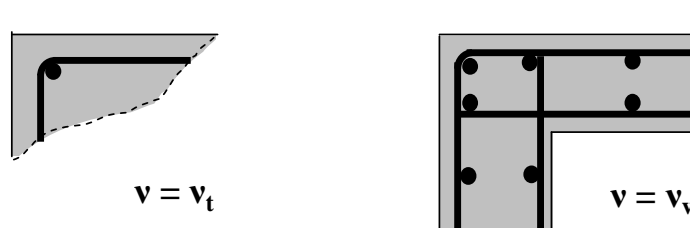
Værdien for v_v gælder også for bjælker i de tilfælde, hvor der anvendes skrå armering som forskydningsarmering.

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:

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

Ved ren forskydning fremkaldt af både en ydre forskydningskraftpåvirkning og ydre vridningspåvirkning benyttes en vægtet gennemsnitsværdi af v_v og v_t .

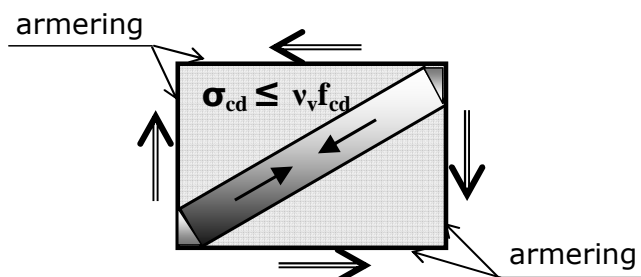
For vridningspåvirkede tværsnit, hvor de enkelte delvægge, som det tyndvæggede tværsnit er opbygget af, er armeret med lukkede bøjler langs periferien og jævnt fordelt langsgående armering i begge sider, kan v_t sættes til v_v . Dette gælder også for armerede plader, såfremt disse er forskydningsarmeret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



Figur 5.100 Effektivitetsfaktorer ved ren vridning

Kombinerede påvirkninger ved plane spændingstilstande

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



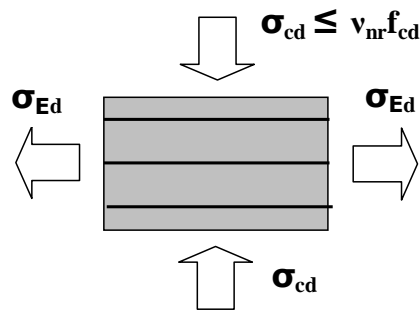
Figur 5.101 Effektivitetsfaktor for trykstænger der medvirker ved forskydningsoptagelse

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:

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

hvor σ_{Ed} er den ydre regningsmæssige træknormalspænding og ρf_{yd} er den regningsmæssige trækstyrke vinkelret på trykretningen.



Figur 5.102 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:

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

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

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

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

hvor

σ_{Edx} , σ_{Edy} og τ_{Edxy} er de ydre påvirkninger, regnet positiv som træk.

f_{cdv} er den effektive regningsmæssige trykstyrke ved ren forskydning, dvs. enten $f_{cdv} = v_v f_{cd}$, $f_{cdv} = v_t f_{cd}$ eller en vægtet af værdi af $v_v f_{cd}$ og $v_t f_{cd}$ 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 (5.106NA) og (5.107NA) højst må sættes til $v_{nr} f_{cd}$, mens det i formel (5.108NA) højst må sættes til $v_n f_{cd}$.

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

5.8.3.1(1)

Følgende værdi skal anvendes:

$$\lambda_{im} = 20 \sqrt{\frac{A_c f_{cd}}{N_{Ed}}} \quad (5.13NA)$$

5.8.5(1)

Følgende forenklede metode skal anvendes: Metode (a)

5.8.6(3)

Følgende værdi skal anvendes: $\gamma_{cE} = \gamma_c$, jf. tabel 2.1 i dette anneks.

5.10.1(6)

Følgende metode skal anvendes: Metode A

5.10.8(2)

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

5.10.8(3)

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

5.10.9(1)P

Følgende værdi skal anvendes: $r_{\text{sup}} = r_{\text{inf}} = 1,0$

6.2.2(6)

Værdien af ν findes efter supplerende informationer i 5.6.1(3)P

6.2.3(2)

Følgende værdi skal anvendes:

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

Betontykkets hældning θ med længdeaksen vælges således at

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

Anvendes afkortet armering vælges

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

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. F. eks. 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 forskydningspåvirkning, hvis der er sikret tilstrækkelig translationskapacitet til at et forskydningsbrud kan udvikles som forudsat i forskydningsberegningen. Dette kan normalt

forventes, hvis $\cot\theta$ vælges til den værdi, der giver den optimale armering, hvilket for ren forskydning svarer til $\cot\theta = 1$

6.2.3(3)

Følgende værdi skal anvendes: $\nu_1 = \nu$ efter supplerende informationer i 5.6.1(3)P

Den anbefalede værdi for α_{cw} skal anvendes

6.2.4(4)

Den anbefalede værdi skal anvendes, hvis der anvendes klasse B og/eller 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 translationskapacitet. Dette kan normalt forventes, hvis $\cot\theta$ vælges til den værdi, der giver den optimale armering, hvilket for ren forskydning svarer til $\cot\theta = 1$

6.4.5(4)

Følgende værdi skal anvendes: $k = 2,0$

6.5.2(2)

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

6.5.4(4)

Følgende værdier skal anvendes: $k_2 = k_3 = 1,0$ og $\nu' = \nu$ efter supplerende informationer i 5.6.1(3)P
Den anbefalede værdi for k_1 skal anvendes

6.5.4(6)

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

7.3.1(5)

Følgende værdier skal anvendes:

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

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

Miljøklasse	Slap armering	Spændarmering
Ekstra aggressiv	0,2 mm	0,1 mm
Aggressiv	0,3 mm	0,2 mm
Moderat	0,4 mm	0,3 mm

7.3.4(3)

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

Formlen (7.11) anvendes for bestemmelse af revnevidden knyttet til det fine revnesystem. Det fine revnesystem optræder indenfor et symmetrisk område på $5(c + \phi/2)$ omkring armeringen, som angivet i figur 7.2. Såfremt armeringsafstanden overstiger den angivne værdi vil revnevidderne være styret af det grove revnesystem, der normalt leder til større revnevidder end det fine

revnesystem. Beregning af revnevidder knyttet til det grove revnesystem er ikke dækket af normen, dvs. at formlen (7.14) ikke kan regnes at gælde.

8.6(2)

Anvendt værdi for F_{wd} skal være dokumenteret ved forsøg og opfyldte 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 anneks C.1(1).

9.2.1.1(1)

Den anbefalede værdi for $A_{s,min}$ skal anvendes suppleret med:
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)

Følgende værdi skal anvendes: $\rho_{w,min} = (0,063\sqrt{f_{ck}}) / f_{yk}$ (9.5NA)

9.8.3(2)

Følgende værdi skal anvendes: q_1 fastsættes under hensyntagen til komprimeringsudstyret

9.10.2.2(2)

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 $F_{tie,per}$ skal som minimum være 40 kN for normal konsekvensklasse og 80 kN for høj konsekvensklasse. Begrænsningen q_2 anvendes ikke i Grønland.

9.10.2.3(3)

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

9.10.2.3(4)

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 Grønland.

9.10.2.4(2)

Følgende værdi skal anvendes: Trækraften $f_{tie,fac}$ sættes til 15 kN/m for normal konsekvensklasse og 30 kN/m for høj konsekvensklasse. $F_{tie,col}$ sættes til minimum 80 kN for normal konsekvensklasse og 160 kN for høj konsekvensklasse.

11.3.5(1)P

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

11.3.5(2)P

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

11.6.2(1)

Følgende værdi skal anvendes:

$$v_1 = \left(0,4 + 0,6 \frac{\rho}{2200} \right) v_{fck} \text{ i MPa} \quad (11.6.6NA)$$

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

12.3.1(1)

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

Styrker er reduceret ved de større partialkoefficienter for uarmeret beton

Anneks A

Annekset anvendes ikke.

Anneks B Tøjning fra krybning og svind

Annekset kan anvendes.

Anneks C Egenskaber for armering, der er egnet til anvendelse ifølge denne eurocode

Annekset anvendes.

C1(1)

Dokumentation af udsvingstyrken kan alternativt ske ved at udsvingstyrken $R_{0/+p}$ bestemmes for 2×10^6 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.

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 ϕ , skal ved bøjeprovning kunne bøjes 60° om en dorn, hvis diameter D , fremgår af nedenstående tabel.

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

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 smeltelinie (fusion line) kan accepteres. Bedømmelsen sker visuelt.

Anneks D Detaljeret metode til beregning af forspændingsstål relaksationstab

Annekset kan anvendes.

Anneks E

Annekset anvendes ikke.

Anneks F Ligninger for trækarmring ved plan spændingstilstand

Annekset kan anvendes

F1(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 G

Annekset anvendes ikke.

Anneks H

Annekset anvendes ikke.

Anneks I

Annekset anvendes ikke.

Anneks J

Annekset anvendes ikke.

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 skaftlængde,
- 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.

Anneks 2

Eftervisning af robusthed

For konstruktioner i lav konsekvensklasse og for husbygningskonstruktioner i normal konsekvensklasse i op til to etager, hvor et evt. kollaps maksimalt vil omfatte 360 m^2 , vil kravet til robusthed, være opfyldt ved dimensionering for de almindelige laster etc. i henhold til normerne.

For husbygningskonstruktioner i normal konsekvensklasse i øvrigt, hvor bygningens hovedkonstruktion består af sammenhængende vægge og dæk, vil kravet til robusthed normalt være opfyldt med kravene til trækforbindelser beskrevet i afsnit 9.10 i EN 1992-1-1 og Nationalt Anneks til EN 1992-1-1.

For husbygningskonstruktioner i høj konsekvensklasse, hvor bygningens hovedkonstruktion består af sammenhængende vægge og dæk, der efter et svigt som angivet i Nationalt Anneks til EN 1990, kan forudsættes at udgøre et stabilt statisk system, kan kravet til robusthed normalt regnes opfyldt med kravene til trækforbindelser beskrevet i afsnit 9.10 i EN 1992-1-1 og Nationalt Anneks til EN 1992-1-1.

For øvrige konstruktioner skal der, ud over kravene til trækforbindelser, ske en eftervisning af robustheden i henhold til Nationalt Anneks til EN 1990.