

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

Formidlet af Dansk Standard

EN 1990 GL NA:2010

Grønlandsk nationalt annekst til Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner

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

Punkt	Emne	Kommentar	Side
	Lastkombinationer	Orientering om lastkombinationer	3
A1.2.2 / tabel A1.1	ψ - faktorer	Værdier er anført i tabel A1.1.	4
A1.3.1(1) / tabel A1.2(B)-(C)	Regningsmæssige lastværdier i vedvarende dimensioneringstilfælde	Lastkombinationer og partialkoefficienter for UPL, STR og GEO er anført i tabel A1.2(A), A1.2(B) og A1.2(C)	5
Efter tabel A1.2(C)	Udmattelse	Partialkoefficienter for udmattelse indføjet	7
	Lastkombinationer i praksis ved brudgræseberegninger	Orientering med tabel over lastkombinationer og faktorer til brug ved beregninger i brudgrænsetilstande	8
A1.3.1(5)	Valg af dimensioneringsmetode vedrørende fundering	Dimensioneringsmetode 2 anvendes i Grønland for pæle og jordankre. Dimensioneringsmetode 3 anvendes i Grønland for direkte fundering, jordtryk og stabilitet.	8
A1.3.2	Regningsmæssige lastværdier i ulykkes og seismiske dimensioneringstilfælde	Lastkombinationer er anført i Tabel A1.3	9
A1.4.2(2)	Anvendelsesgrænsetilfælde	Anvendelseskriterier er anført	10
Anneks B	Styring af bygværkers konstruktionspålidelighed	Anneks kan benyttes med ændringer i tabel B1, tabel B2 og afsnit B4. Afsnit B5 og B6 anvendes ikke i Grønland	11
Anneks C	Basis for partialkoefficientmetoden og sikkerhedsanalyse	Anneks kan benyttes med ændret tabel C2	14
Anneks D	Design baseret på forsøg	Anneks kan benyttes undtagen D7.3 og D8.3, se kommentar	14
Anneks E	Robusthed	Supplerende grønlandsk anneks vedr. regler for eftervisning af robusthed	14
Anneks F	Partialkoefficienter for modstandsevne	Supplerende grønlandske anneks vedr. regler for fastlæggelse af partialkoefficienter for modstandsevne	16

Orientering om anvendte lastkombinationer

Lastkombinationsfaktorer

Der findes tre forskellige lastkombinationsfaktorer for de variable laster:

- ψ_0 , der anvendes ved brudgrænseberegninger og til at bestemme karakteristiske lastkombinationer
- ψ_1 , der anvendes til bestemmelse af hyppige lasttilfælde
- ψ_2 , der anvendes til kvasipermanente tilfælde

Brudgrænsetilstande

Følgende brudgrænsetilstande skal eftervises, hvis det er relevant.

- STR, hvis styrken af konstruktionen er bestemmende
- GEO, hvis styrken af jordbunden er bestemmende
- FAT, hvis udmattelse er bestemmende
- UPL, hvis der er tale om tab af ligevægt på grund af opdrift

Lastkombinationer til FAT er beskrevet i de enkelte Eurocodes for materialer (DS/EN 1992 – DS/EN 1999).

Lastkombinationen EQU, der er omtalt i DS/EN 1990 anvendes ikke i Grønland

Lastkombinationen UPL er ikke omtalt i DS/EN 1990, men er behandlet i annekset DS/EN 1997-1 GL NA:2009 til DS/EN 1997-1

Til beregning af STR anvendes formlerne (6.10a) og (6.10b)

Til beregning af GEO anvendes formel (6.10)

I de tilfælde, hvor der skal beregnes for ulykkeslast anvendes formel (6.11)

I de tilfælde, hvor der skal beregnes for masselast (= seismisk last) anvendes formel (6.12)

Anvendelsesgrænsetilstande

Der bør formuleres krav til anvendelsestilstande.

I de fleste af Eurocodes for materialer er anført vejledende grænser for anvendelsestilstande. Den kvasipermanente lastpåvirkning anvendes normalt til langtidsvirkninger og til vurdering af konstruktioners udseende.

A1.1

Tabel A1.1 ψ -faktorer for bygninger

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nyttelast i bygninger, se EN 1991-1-1			
Kategori A: arealer til boligformål	0,5	0,3	0,2
Kategori B: kontorarealer	0,6	0,4	0,2
Kategori C: større forsamlingsarealer	0,6	0,6	0,5
Kategori D: butikarealer	0,6	0,6	0,5
Kategori E: erhverv og lagerarealer	0,8	0,8	0,7
Kategori F: trafikarealer, bruttovægt ≤ 30 kN	0,6	0,6	0,5
Kategori G: trafikarealer, 30 kN $<$ bruttovægt ≤ 160 kN	0,6	0,4	0,2
Kategori H: tage	0	0	0
Snelast			
Ved kombination med dominerende nyttelast kategori E	0,6	0,2	0
ellers	0,3	0,2	0
Vindlast			
Ved kombination med dominerende nyttelast kategori E	0,6	0,2	0
ellers	0,3	0,2	0
Temperatur	0,6	0,5	0

A1.3.1(1)

Tabel A1.2(A) Regningsmæssige lastværdier (UPL) (sæt A)

Vedvarende og midlertidige dimensionerings-tilstande	Permanente laster		Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster
	Ugunstige	Gunstige		
(formel 6.10)	$K_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$K_{FI} \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$K_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(*) Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A.1.1.				
NOTE 1 – Følgende værdier for γ benyttes:				
	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,1	0,9	1,5 [#]	1,5 [#]
#) når det er ugunstigt (0 når det er gunstigt)				
<p>K_{FI} afhænger af konsekvensklassen defineret i annek B tabel B3 som følger:</p> <ul style="list-style-type: none"> – konsekvensklasse CC3: $K_{FI} = 1,1$ – konsekvensklasse CC2: $K_{FI} = 1,0$ – konsekvensklasse CC1: $K_{FI} = 1,0$ <p>Konsekvensklasse CC1 anvendes ikke for geotekniske konstruktioner.</p> <p>NOTE 2 – Hvis der til opnåelse af statisk ligevægt tilføjes et anker eller lign., skal dette anker dimensioneres svarende til den regningsmæssige kraft, der mangler for at opnå statisk ligevægt.</p>				

Tabel A1.2(B) Regningsmæssige lastværdier (STR/GEO) (sæt B)

Vedvarende og midlertidige dimensionerings-tilfælde	Permanente laster				Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster
	Ugunstige		Gunstige			
(Formel 6.10a)	$K_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$		$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$			
(Formel 6.10b)	$\xi K_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$		$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$		$K_{FI} \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$K_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(*) Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A.1.1.						
NOTE 1 – Formel 6.10a og 6.10b benyttes og i formel 6.10a indgår kun permanente laster.						
NOTE 2 – Følgende værdier af γ og ξ anvendes: $\xi=1,0$						
	$\gamma_{Gj,sup}$		$\gamma_{Gj,inf}$		$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
Formel 6.10a	1,2	1,0	1,0	1,0	-	-
Formel 6.10b	1,0	1,0	0,9	1,0	1,5 [#]	1,5 [#]
#) når det er ugunstigt (0 når det er gunstigt)						
K_{FI} afhænger af konsekvensklassen defineret i annek B tabel B3 som følger:						
<ul style="list-style-type: none"> – konsekvensklasse CC3: $K_{FI} = 1,1$ – konsekvensklasse CC2: $K_{FI} = 1,0$ – konsekvensklasse CC1: $K_{FI} = 0,9$ 						
Konsekvensklasse CC1 anvendes ikke for geotekniske konstruktioner.						
Se også EN 1991 til EN 1999 for γ -værdier til tvangsdeformationer.						
NOTE 3 – De karakteristiske værdier af alle permanente laster fra en enkelt kilde multipliceres med $\gamma_{Gj,sup}$, hvis den samlede resulterende lastvirkning er ugunstig, og med $\gamma_{Gj,inf}$, hvis den samlede resulterende lastvirkning er gunstig. Eksempelvis kan alle laster hidrørende fra konstruktionens egenlast anses for at komme fra én kilde; dette gælder også, hvis der indgår forskellige materialer.						

Tabel A1.2(C) Regningsmæssige lastværdier (STR/GEO) (sæt C), se note 2

Vedvarende og midlertidige dimensionerings-tilfælde	Permanente laster				Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster
	Ugunstige		Gunstige			
(Formel 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$		$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$		$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(*) Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A.1.1.						
NOTE 1 – Følgende værdier for γ benyttes:						
	$\gamma_{Gj,sup}$		$\gamma_{Gj,inf}$		$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand	1,5	1,5
	1,0	1,0	0,9	1,0	1,5 [#]	1,5 [#]
#) når det er ugunstigt (0 når det er gunstigt)						
NOTE 2 – De regningsmæssige lastværdier anvendes kun i forbindelse med sæt A2 i NA til 1997-1.						

Note:

Partialkoefficienterne i tabel A1.2(B) svarer til sæt A1 i NA til EN 1997-1.

Partialkoefficienterne i tabel A1.2(C) svarer til sæt A2 i NA til EN 1997-1.

Regningsmæssige værdier for udmattelseslaster

(1) Regningsmæssige værdier for udmattelseslaster bestemmes ved for laster, hvor usikkerheden på de enkelte spændingsvidder er beskrevet ved en variationskoefficient af størrelsesorden 30 %, at benytte en partialkoefficient lig 1,3. For laster, hvor variationskoefficienten er mindre end 10 %, benyttes en partialkoefficient lig 1,0. For andre værdier af variationskoefficienten fastlægges partialkoefficienten ved lineær interpolation. Variationskoefficienten kan være anført i forbindelse med lastspecifikationen.

Lastkombination i praksis ved brudgrænseberegninger

STR, GEO og FAT

Formel	Dominerende last	Egenlast		Nyttelast kategori 1		Nyttelast kategori 2		Snelast	Vindlast
		Til ugunst	Til gunst	Til ugunst	Til gunst	Til ugunst	Til gunst		
6.10b	Nyttelast	1,0	0,9	$1,5a_{n,1}$	0	$1,5a_{n,2}$	0	$0,45^{1)}$	$0,45^{1)}$
6.10b	Snelast	1,0	0,9	$1,5\psi_{0,1}$	0	$1,5\psi_{0,2}$	0	1,5	$0,45^{1)}$
6.10b	Vindlast	1,0	0,9	$1,5\psi_{0,1}$	0	$1,5\psi_{0,2}$	0	0	1,5
6.10a	Egenlast	1,2	1,0	0	0	0	0	0	0

1) Ved kombination med nyttelast i kategori E (erhverv og lagerarealer) dog 0,9

Note 1: a_n er en reduktionsfaktor for etagelast ved flere etager med samme kategori af nyttelast, se anneks til EN 1991-1-1.

Note 2: Egenlast udgør én lastkilde og det er resultanten, der vurderes til gunst eller ugunst

Note 3: Ved konsekvensklasse 1 multipliceres alle laster, der ikke er til gunst med $K_{FI} = 0,9$ og ved konsekvensklasse 3 multipliceres alle laster, der ikke er til gunst med $K_{FI} = 1,1$

UPL

Ved egenlast til ugunst anvendes partialkoefficient 1,1 og ved egenlast til gunst anvendes partialkoefficient 0,9. Egenlasten opdeles i dele til ugunst og til gunst.

Ved øvrige laster anvendes partialkoefficienter som ovenfor.

Anvendelse af K_{FI} faktor ved konsekvensklasser er som ovenfor.

Punkt	Emne	Kommentar
A1.3.1(5)	Valg af dimensioneringsmetode vedrørende fundering	Dimensioneringsmetode 2 anvendes i Grønland for pæle og jordankre. Dimensioneringsmetode 3 anvendes i Grønland for direkte fundering, jordtryk og stabilitet.

A1.3.2

Tabel A1.3 Regningsmæssige lastværdier til brug ved lastkombinationer ved ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde

Dimensionerings-tilfælde	Permanente laster		Dominerende ulykkeslast eller seismisk last	Øvrige variable laster (*)	
	Ugunstige	Gunstige		Eventuel primær	Andre
Brand (formel 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Ulykke (Formel 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Seismisk (Formel 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

*) Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A.1.1.

NOTE 1 - Det seismiske dimensioneringstilfælde benyttes til vurdering af konstruktionen for vandret masselast.

Vandret masselast omfatter last, der tages i regning for at sikre konstruktionens styrke og stabilitet over for utilsigtede vandrette påvirkninger og små jordrustelser. Vandret masselast dækker virkningen af konstruktioner, der utilsigtet er ude af lod og konstruktionsdele der er placeret excentrisk. Den vandrette masselast er den mindste vandrette last, som en konstruktion skal regnes påvirket af.

Enhver lodret last regnes at kunne give anledning til vandret masselast. Vandret masselast regnes som bunden last. Vandret masselast regnes kun at kunne optræde samtidigt med den tilhørende lodrette last.

Vandrette masselaster har angrebepunkt i tyngdepunkterne for de tilhørende lodrette laster og regnes at kunne virke i vilkårlig vandret retning, dog således at denne retning er fælles for alle de på samme tid optrædende vandrette masselaster.

Den regningsmæssige værdi af den vandrette masselast, A_d fastsættes på grundlag af den lodrette last som:

$$A_d = 1,5\% \left(\sum G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right)$$

Reduktionsfaktoren ϕ regnes normalt lig 1, men for nyttelast i kategori A – C kan den sættes lig 0,5, se EN 1998.

På tribuner regnes den vandrette masselast dog mindst til 15 % af den karakteristiske lodrette nyttelast i kategori C5, se EN 1991-1-1.

Konstruktioner skal ikke undersøges for vandret masselast og vindlast virkende samtidigt.

A1.4.2(2)

Anvendelseskriterier anvendes i forbindelse med beregninger jf. punkterne A1.4.3 Deformationer og vandrette flytninger og A1.4.4 Svingninger.

Vedr. A1.4.3 Anvendelsesgrænsetilstande

For anvendelsesgrænsetilstande, der vedrører konstruktionens funktionalitet og udseende henvises til EN 1992-1999 i stedet.

Vedr. A1.4.4 Svingninger

Kravet til egenfrekvenser kan tage udgangspunkt i erfaringstallene anført i tabel A1.4. Hvis der foretages en mere detaljeret analyse vil konstruktionens funktion normalt være tilfredsstillende, når spredningen på konstruktionens accelerationer stammende fra den anførte last ikke overskrider grænseaccelerationen i tabellen.

Risikoen for en ikke-tilfredsstillende funktion øges med voksende spændvidde, og risikoen er især stor for lette og svagt dæmpede konstruktioner. For disse konstruktioner giver egenfrekvenskravet i tabellen ikke altid tilfredsstillende funktion.

Tabel A1.4 Erfaringstal for acceptable egenfrekvenser og grænseaccelerationer

Konstruktion	Last	Normalt tilfredsstillende funktion	Ofte ikke-tilfredsstillende funktion	Grænseacceleration i % af tyngdeacceleration
Tribuner, fitnesscentre, sportshaller og forsamlingslokaler	Rytmask personlast	$n_e > 10$ Hz	$n_e < 6$ Hz	10 %
Boliger	Ganglast	$n_e > 8$ Hz	$n_e < 5$ Hz	0,1 %
Kontorlokaler	Ganglast	$n_e > 8$ Hz	$n_e < 5$ Hz	0,2 %

NOTE – Egenfrekvenser og accelerationer beregnes under normal brug, hvor den fluktuerende last typisk er væsentligt mindre end lasten svarende til den kvasi-permanente kombination specificeret i afsnit 6.5.3.

Anneks B anvendes med følgende ændringer:

Tabel B1 Definition af konsekvens klasser

Konsekvensklasse	Konsekvenser af eventuel skade	Eksempler
CC3 høj konsekvensklasse	Høj risiko for tab af menneskeliv, <i>eller</i> de økonomiske, sociale eller miljømæssige konsekvenser er meget store.	<ul style="list-style-type: none"> – bygninger i flere etager, hvor højde til gulv i øverste etage er mere end 12 m over terræn, såfremt de ofte benyttes til ophold for personer, fx til bolig eller kontor – bygninger med store spændvidder, såfremt de ofte benyttes af mange personer, fx til koncert, sport, teater eller udstilling – tribuner – større vejbroer og tunneler – større master og tårne – større siloer nær bebyggelse – dæmninger og lignende konstruktioner, hvor brud vil medføre store skader.
CC2 middel konsekvensklasse	Middel risiko for tab af menneskeliv. Økonomiske, sociale eller miljømæssige konsekvenser er betydelige.	Bygninger eller konstruktioner der ikke hører til CC3 eller CC1
CC1 lav konsekvensklasse	Lav risiko for tab af menneskeliv, <i>og</i> de økonomiske, sociale og miljømæssige konsekvenser er små eller ubetydelige.	<ul style="list-style-type: none"> – 1- og 2-etagesbygninger med moderate spændvidder, hvor der kun lejlighedsvis kommer personer, fx lagerbygninger, skure og mindre landbrugsbygninger – mindre master og tårne, herunder almindelige gademaster – mindre siloer – sekundære konstruktionsdele, fx skillevægge, vindues- og døroverligger og beklædninger.

(1) Konsekvenser for nabokonstruktioner og omgivelser kan være afgørende ved fastlæggelse af konsekvensklassen.

(2) Konstruktionsdele, der ikke indgår i hovedkonstruktionen, kan ofte henføres til en lavere konsekvensklasse end hovedkonstruktionen.

NOTE – Hovedkonstruktionen er den del af en bærende konstruktion, hvor et svigt vil have betydelig konsekvens for konstruktionens sikkerhed og funktion. Som eksempler på konstruktionsdele, der ofte ikke indgår i hovedkonstruktionen kan nævnes tage, selvstændige dæk, trapper og altaner.

Tabel B2 Minimum værdier for sikkerhedsindeks β (brudgrænsetilstande) for referenceperiode lig 1 år

Sikkerhedsklasse	Minimumsværdier for β
RC3 svarende til CC3	4.7
RC2 svarende til CC2	4.3
RC1 svarende til CC1	3.8

NOTE

Ved bestemmelse af sikkerhedsindekset for RC2 benyttes at permanente laster er Normalfordelte og variable laster Gumbelfordelte. Alle styrkeparametre og modelusikkerheder antages Lognormalfordelte. Information om valg af variationskoefficienter kan findes i (Arbejdsnotater ifm. revision af DS409:2006 'Norm for projekteringsgrundlag for konstruktioner', DS december 2006). Sikkerhedsindekset β er defineret i anneks C.

B4 Projekteringskontrol

(1) Projekteringskontrol omfatter kontrol af det projektmateriale der vedrører de bærende konstruktioner, dvs. projektgrundlag, statiske beregninger, tegninger/modeller og udførelsesspecifikationer. Projektgrundlaget er de specifikationer der ligger til grund for projekteringen, herunder statisk system og virkemåde, robusthed, brand, materialedata, lastdata etc.

NOTE

– Kontrollen skal medvirke til at sikre:

- at projektgrundlagets forudsætninger er korrekte og er benyttet til grundlag for projekteringen,
- at de i de statiske beregninger gjorte forudsætninger er indarbejdet korrekt i øvrige projektmateriale,
- at tegninger og udførelsesspecifikationer er dækkende for udførelse af de bærende konstruktioner.

(2) Alle kontroller, undtagen egenkontrol, skal dokumenteres i henhold til på forhånd udarbejdede retningslinier. Metode, omfang, eventuelle fokuspunkter og resultat af kontrollen skal fremgå af dokumentationen.

(3) For alt projektmateriale skal det være angivet hvilke personer der har forestået henholdsvis udarbejdelse og kontrol.

(4) For de konstruktioner i konsekvensklasse CC3, hvor konsekvenserne af svigt er særlige alvorlige, gælder særlige krav til kontrollen.

(5) Som eksempler på konstruktioner, der er omfattet af (4) kan nævnes:

- bygninger med mere end 15 etager over terræn, såfremt de benyttes til ophold for personer, fx til bolig, kontor eller undervisning
- hospitaler med mere end 5 etager over terræn
- industribygninger, hvor svigt har særlig stor samfundsmæssig konsekvens
- bygninger med store spændvidder, såfremt de benyttes af mange personer, fx til koncert, teater, udstillinger, sport eller forlystelser
- tribuner.

- (6) Der benyttes følgende kontroltyper ved projektering: egenkontrol, uafhængig kontrol og tredjepartskontrol. Kontroltyperne er defineret i tabel B4a.

Tabel B4a Definition af kontroltyper

Kontroltype	Definition
Egenkontrol	Kontrol udført af den person, der har forestået projekteringen.
Uafhængig kontrol	Kontrol udført af personer, der ikke har medvirket ved projekteringen af bygværket.
Tredjepartskontrol	Kontrol udført af en organisation, der hverken direkte eller indirekte er økonomisk forbunden med den/de organisationer, som har medvirket ved projekteringen af bygværket.

- (7) Minimumskravene til kontroltype afhænger af hvilken konsekvensklasse konstruktionen er henført til. Minimumskravene er angivet i tabel B4b.

Tabel B4b Minimumskrav til kontroltype for projektmateriale

Konsekvensklasse	Egenkontrol	Uafhængig kontrol	Tredjepartskontrol
CC1	X		
CC2	X	X ^{*)}	
CC3)	X	X	
CC3 hvis omfattet af (4)	X	X	X

*) Krav om uafhængig kontrol gælder i CC2 kun projektgrundlaget. For øvrigt projektmateriale kan kontrollen udføres af personer, der blot ikke har medvirket ved projekteringen af det pågældende afsnit af bygværket.

B5 Inspektion med udførelse

Afsnittet anvendes ikke

B6 Partialkoefficienter for modstandsevne

Afsnit anvendes ikke. Der henvises til anneks F (7) for supplerende regler vedrørende fastlæggelse af partialkoefficienter for modstandsevne afhængigt af kontrolklassen.

Anneks C anvendes med følgende ændringer

Tabel C2 Tilsigtet sikkerhedsindeks β for konstruktionsdele i klasse RC2 ¹

Grænsetilstand	Tilsigtet sikkerhedsindeks	
	1 år	50 år
Brud	4,3	3,3
Udmattelse		1,5 til 3,3 ²
Anvendelse (irreversibel)	2,9	1,5

¹ Se anneks B.
² Afhænger af graden af inspektions- og reparationsmulighed samt i hvilket omfang skader kan tolereres.

Anneks D Dimensionering understøttet af prøvning

Kommentar:

Anneks D kan benyttes til kontrol af karakteristiske værdier og til fastlæggelse af karakteristiske værdier og designværdier. Afsnit D7.3 og D8.3 kan ikke benyttes, da disse forudsætter et sikkerhedsniveau svarende til $\beta = 3,8$ og anvendelse af designværdien metoden i anneks C. I stedet henvises til anneks F, hvor fastlæggelse af materiale partialkoefficienter og designværdier er beskrevet.

Anneks E (informativt) Supplerende regler for robusthed

Dette anneks kan benyttes ved undersøgelse af robusthed, se 2.1.4(P) – 2.1.5(P).

- (1) En konstruktion er robust, når:
 - de sikkerhedsmæssigt afgørende dele af konstruktionen kun er lidt følsomme over for utilsigtede påvirkninger og defekter, eller
 - der ikke sker et omfattende svigt af konstruktionen, hvis en begrænset del af konstruktionen svigter.
- (2) Som eksempler på utilsigtede påvirkninger og defekter kan nævnes:
 - uforudsete lastvirkninger
 - utilsigtede afvigelser mellem konstruktionens faktiske virkemåde og de anvendte beregningsmodeller
 - utilsigtede afvigelser mellem det udførte projekt og projektmateriale
 - uforudsete geometriske imperfektioner
 - uforudsete sætninger
 - uforudset nedbrydning

En forøget robusthed kan i visse tilfælde også medvirke til at formindske konsekvensen af eventuelle grove fejl, om end en eftervisning af robusthed hverken kan eller må betragtes som en dimensionering mod grove fejl.

(3) Robusthed er nærmere behandlet i DS/INF 146, Robusthed – Baggrund og principper.

(4) En konstruktions robusthed skal stå i forhold til konsekvenserne af et svigt af konstruktionen. Der stilles kun krav til dokumentation af robusthed for konstruktioner i konsekvensklasse CC3. For konstruktioner i konsekvensklasse CC2 skal der dog foreligge en vurdering af robustheden. Detaljeringen af vurderingen skal øges i tilfælde af større spændvidder, store koncentrerede laster, få understøtninger og specielle (sjældne eller nye) konstruktionstyper.

(5) En robust konstruktion opnås ved et hensigtsmæssigt valg af materialer, overordnet statisk princip og konstruktionsopbygning samt ved hensigtsmæssig udformning af nøgleelementer. Et nøgleelement er en begrænset del af konstruktionen, der trods sin begrænsning i omfang har en central betydning for konstruktionens robusthed, således at et eventuelt svigt af dette bevirker, at hele konstruktionen eller betydende dele af konstruktionen svigter.

(6) Hvor der stilles krav til dokumentation af robusthed, skal der udarbejdes en teknisk-faglig redegørelse, hvori det eftervises, at mindst et af de i (1) anførte kriterier for robusthed er opfyldt. Det vil sige enten:

- ved eftervisning af, at de afgørende dele af konstruktionen, det vil sige nøgleelementer, kun er lidt følsomme over for utilsigtede påvirkninger og defekter, jf. (2), eller
- ved eftervisning af, at der ikke sker et omfattende svigt af konstruktionen, hvis en begrænset del af konstruktionen svigter ('bortfald af element'), se (7)-(8), eller
- ved eftervisning af tilstrækkelig sikkerhed af nøgleelementer, således at hele konstruktionen, hvori de indgår, opnår mindst samme systemsikkerhed som en tilsvarende konstruktion, hvor robustheden er dokumenteret ved eftervisning af tilstrækkelig sikkerhed ved 'bortfald af element'.

Den teknisk-faglige redegørelse skal ud over selve eftervisningen indeholde en kritisk gennemgang af den konstruktive opbygning, herunder identifikation af nøgleelementer og af lastscenarier.

Eftervisning af at det første kriterium er opfyldt, er kun muligt i særlige tilfælde, hvorfor eftervisning skal ske ved eftervisning af et af de to sidstnævnte kriterier.

(7) Hvor robusthed eftervises ved 'bortfald af element', kan det acceptable kollapsomfang for etagebygninger med op til 15 etager fastlægges som: 15 % af etagearealet på to over hinanden liggende etager ved bortfald af element som defineret i (8), dog maks. 240 m² pr. etage og maks. 360 m² i alt. Tilstrækkelig bæreevne eftervises i en ulykkesdimensioneringstilstand ved formel (6.11 a/b), se tabel A1.3

(8) Robusthed eftervist ved 'bortfald af element' kan for husbygnings- og tribunekonstruktioner anses opfyldt, såfremt det eftervises, at den beskadigede konstruktion stadig udgør et stabilt system, selvom en eller flere konstruktionsdele er bortfaldet. Det antages, at ødelæggelsen kan omfatte, hvad der svarer til det maksimalt tilladte kollapsomfang jf. (7), herunder:

- enten en dækkonstruktion og en vilkårlig søjle,
- eller en dækkonstruktion og et vilkårligt 3 m langt vægstykke i længde- eller tværretningen.

En konstruktions evne til at bevare sin sammenhæng efter et svigt af det angivne omfang er primært betinget af, at den beskadigede konstruktion stadig udgør et stabilt system, det vil sige at konstruktionen eller større dele af den, ikke må være omdannet til en mekanisme. Hvis denne betingelse er opfyldt, vil en overslagsmæssig beregning være tilstrækkelig.

(9) Hvor robusthed eftervises ved indførelse af en ekstra sikkerhed på nøgleelementer, kan dette normalt ske ved at benytte en materialepartialkoefficient γ_M , der er øget med faktoren 1,2 i forhold til værdien anført i 6.3.5. Modelmæssigt svarer dette til, at et system med nøgleelementer i serie får samme systemsikkerhed som et system med elementer i et parallelsystem.

Det bør dog generelt ved konstruktionsudformningen tilstræbes, at en konstruktions robusthed så vidt muligt kan dokumenteres uden anvendelse af ekstra sikkerhed på nøgleelementer. Såfremt ekstrasikkerhed på nøgleelementer anvendes, bør det imidlertid sikres, at konstruktionens modstandsdygtighed over for utilsigtede påvirkninger og defekter reelt forbedres.

NOTE – Eksempelvis vil robustheden af pendulsøjler i en husbygningkonstruktion almindeligvis ikke være tilstrækkeligt sikret ved anvendelsen af faktoren 1,2, medmindre der samtidigt gennem hver etageadskillelse anordnes konstruktiv sammenhæng i form af en gennemgående træk- og forskydningsforbindelse i søjlen.

(10) I konstruktionsnormerne kan der være angivet retningslinjer for, hvordan tilstrækkelig robusthed sikres.

Anneks F (informativt) Supplerende regler ved fastlæggelse partialkoefficienter for modstandsevner

Dette anneks kan benyttes ved fastlæggelse af materiale partialkoefficienter.

(1) Den regningsmæssige værdi af bæreevnen, R_d , bestemmes enten af formel (6.6a), når bestemmelsen sker på grundlag af regningsmæssige styrkeparametre og en beregningsmodel eller af formel (6.6c), når bestemmelsen sker på grundlag af målte karakteristiske bæreevner.

(2) Partialkoefficienterne på styrkeparametre og bæreevner bestemmes af følgende udtryk:

$$(6.6a): \quad \begin{aligned} \gamma_M &= \gamma_m \gamma_R \\ \gamma_m &= \gamma_4 \\ \gamma_R &= \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \end{aligned}$$

$$(6.6c): \quad \gamma_M = \gamma_1 \gamma_3 \gamma_4$$

hvor delpartialkoefficienterne tager hensyn til følgende forhold:

γ_1	svigtform, se tabel F.2
γ_2	usikkerhed relateret til beregningsmodel, se tabel F.3
γ_3	omfang af kontrol, se tabel F.4

γ_4 usikkerhed på målt styrkeparameter eller bæreevne, se tabel F.1.

(3) Opdelingen af partialkoefficienterne i delpartialkoefficienter er ikke udtryk for en sandsynlighedsteoretisk hensyntagen alene til de forhold, der er knyttet til den enkelte delpartialkoefficient.

(4) Delpartialkoefficienten γ_4 afhænger af variationskoefficienten for målt styrkeparameter eller bæreevne. Variationskoefficienten skal inkludere usikkerhed knyttet til omsætning fra laboratorieforhold til forholdene i en virkelig konstruktion. γ_4 er givet i tabel F.1.

Tabel F.1 - Delpartialkoefficient γ_4 for målt styrkeparameter eller bæreevne

Variationskoefficient for målt styrkeparameter eller bæreevne	≤ 5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
γ_4	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40

(5) Delpartialkoefficienten γ_1 afhænger af svigttypen for konstruktionen. γ_1 er givet i tabel F.2. Uvarslet referer til svigt, der sker uden forudgående varsel (fx i form af forøget revnedannelse eller deformation) og at bæreevnen falder væsentligt umiddelbart efter svigt (fx ved stabilitetssvigt eller sprødbud).

Varslet uden bæreevnereserve referer til svigt, hvor udtømt bæreevne varsles (fx i form af forøget revnedannelse eller deformation) og bæreevnen bevares nogen tid efter varslat.

Varslet med bæreevnereserve referer til svigt, hvor bæreevnen stiger (fx som følge af tøjningshærdning) efter formelt svigt er indtruffet (fx ved overskridelse af tilladelig tøjning). Hvis bæreevnereserven er udnyttet i beregningsmodellerne skal svigttypen sættes til 'Varslet uden bæreevnereserve'.

Tabel F.2 - Delpartialkoefficient γ_1 afhængig af svigttype

Svigttype	Varslet med bæreevnereserve	Varslet uden bæreevnereserve	Uvarslet
γ_1	0,90	1,00	1,10

(6) Delpartialkoefficienten γ_2 afhænger af variationskoefficienten for beregningsmodellen. Variationskoefficienten fastlægges ved sammenligning af bæreevner bestemt ved forsøg med konstruktionselementer og bestemt med beregningsmodellen, idet der anvendes målte/givne styrkeparametre og geometriske størrelser. Undtagelsesvist kan variationskoefficienten fastlægges ved skøn. γ_2 er givet i tabel F.3.

Tabel F.3 - Delpartialkoefficient γ_2 for usikkerhed på beregningsmodel

Variationskoefficient for beregningsmodel	$\leq 5 \%$	10 %	15 %	20 %	25 %
γ_2	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

(7) Delpartialkoefficienten γ_3 afhænger af kontrolklassen ved produktion af komponenter. Kravene til kontrolklasse kan være anført i EN 1992 til EN 1999 samt i de danske nationale annekser til disse. γ_3 er givet i tabel F.4 Anvendelse af skærpet kontrolklasse forudsætter, at der benyttes en tredjepartskontrol.

Tabel F.4 - Delpartialkoefficient γ_3 afhængig af omfang af kontrol

Kontrolklasse	Skærpet	Normal	Lempet
γ_3	0,95	1,00	1,10

(8) I (2) dækker γ_4 variationen af styrkeparameteren. Gennem kontrol af styrkeparameteren vil det være muligt at opnå en vurdering af såvel den karakteristiske værdi som variationskoefficienten, der kan adskille sig fra det forudsatte ved partialkoefficientfastsættelsen, se EN1992-EN1998.

(9) Ved undersøgelser af ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde (vandret masselast) anvendes partialkoefficienten $\gamma_M = 1,0$ medmindre andet er anført i EN 1992, EN 1993, EN 1994, EN 1995, EN 1996, EN 1997, EN 1998 eller EN 1999.