

DS/EN 1990 DK NA:2013

Nationalt anneks til **Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner**

Forord

Dette nationale anneks (NA) er en sammenskrivning og revision af DS/EN 1990 DK NA 2010 og DS/EN 1990 DK NA Tillæg 1:2010 og erstatter disse fra 2013-05-15. I en overgangsperiode til 2013-09-01 kan såvel dette som det tidligere nationale anneks anvendes. Dette NA vedrører ikke broer, hvorfor der ikke er taget hensyn til DS/EN 1990/A1:2006 og DS/EN 1990/A1/AC:2010.

Ud over sammenskrivningen og redaktionelle ændringer er der større indholdsmæssige ændringer i tabel A.1.1 DK NA vedr. naturlaster, afsnit A.1.3 og anneks F (2).

Tidligere udgaver, tillæg og oversigt over samtlige udarbejdede NA'er kan findes på www.eurocodes.dk.

Dette nationale anneks (NA) fastsætter betingelserne for anvendelsen af DS/EN 1990 i Danmark for byggeri efter Byggeloven eller byggelovgivningen. Andre parter kan sætte dette NA i kraft med en henvisning hertil.

De nationale valg kan være i form af nationalt gældende værdier, valg mellem flere metoder i eurocoden eller tilføjelse af supplerende information.

I dette NA er indeholdt:

- Oversigt over mulige nationale valg samt supplerende information
- Nationale valg
- Supplerende (ikke-modstridende) information, som kan være til hjælp for brugeren af eurocoden

Der er med nummerering henvist til de afsnit, hvor der er valg og/eller supplerende information. Overskriften/emne er i det omfang, det er muligt, den samme som overskriften på afsnittet, men da der henvises til et mere detaljeret niveau end overskrifterne, er overskriften/emnet i flere tilfælde præciseret.

Oversigt over mulige nationale valg samt punkter, hvortil der er 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, hvor der er givet supplerende information. Supplerende information findes sidst i dette dokument.

Punkt	Emne	Valg	Supplerende information
A1.1(1)	Anvendelsesområde (Forventet levetid)	Uændret	
A1.2.1(1)	Lastkombinationer -Generelt Ændringer i lastkombinationer af geografiske årsager	Uændret	
A1.2.2/tabel A1.1	Værdier af ψ -faktorer	Nationalt valg	
A1.3.1(1)/tabel A1.2(A)-(C)	Regningsmæssige lastværdier ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde	Nationalt valg	
A1.3.1(5)	Regningsmæssige lastværdier ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde: Valg af dimensioneringsmetode vedrørende geotekniske laster	Nationalt valg	
A1.3.2 (tabel A1.3)	Regningsmæssige lastværdier ved ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde	Nationalt valg	
A1.4.2(2)	Anvendelseskriterier	Nationalt valg	
A1.4.3	Deformationer og vandrette flytninger		Supplerende information
A1.4.4	Svingninger	Valgt i A1.4.2(2)	
Anneks B	Styring af bygværkers sikkerhed		Supplerende information
Anneks C	Grundlag for fastsættelse af partialkoefficienter og sikkerhedsanalyse		Supplerende information
Anneks D	Design baseret på forsøg		Supplerende information
Anneks E	Robusthed		Supplerende regler
Anneks F	Partialkoefficienter for modstandsevne		Supplerende regler

NOTE – Uændret: Anbefaling i normen følges

Nationale valg

A1.2.2 / tabel A1.1 DK NA Anbefalede værdier af ψ -faktorer for bygninger

Værdier anført i tabel A1.1 DK NA.

Tabel A1.1 DK NA ψ -faktorer for bygninger

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nyttelast i bygninger, se DS/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, $30 \text{ kN} < \text{bruttovægt} \leq 160 \text{ kN}$	0,6	0,4	0,2
Kategori H: tage	0	0	0
Snelast			
Ved kombination med dominerende nyttelast kategori E eller med dominerende temperaturlast	0,6	0,2	0
Ved kombination med dominerende vindlast	0	0	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
Temperaturlast	0,6	0,5	0

A1.3.1(1)/tabel A1.2(A)-(C) DK NA Regningsmæssige lastværdier ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde

Lastkombinationer og partialkoefficienter for EQU, UPL, STR og GEO er anført i tabel A1.2(A) DK NA og A1.2(B+C) DK NA.

Tabel A1.2(A) DK NA Regningsmæssige lastværdier for vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde (EQU og UPL) (sæt A)

Grænsetilstand		EQU / UPL		UPL	
Lastkombination		1		2	
Reference formel		(6.10)		(6.10)	
Permanent last	Tyngde, generelt (**)	Ugunstig	$\gamma_{Gj,sup}$	$1,1 \cdot K_{FI}$	$1,0 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{Gj,inf}$	0,9	1,0
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner (***)	Ugunstig	$\gamma_{Gj,sup}$	$1,1 \cdot K_{FI}$	$1,05 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{Gj,inf}$	0,9	1,0
Variabel last (*)	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,5 \cdot K_{FI}$	$1,5 \cdot K_{FI}$
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$

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

(**) Omfatter alle former for permanent egenlast, se 2.1 i DS/EN 1991-1-1.

(***) Omfatter tyngde af jord og (grund)vand, der påvirker den geotekniske konstruktion som geoteknisk last, se 1.5.2.1 i DS/EN 1997-1.

NOTE 1 – Lastkombination 2 anvendes kun for geotekniske konstruktioner, hvor vandtryk er maksimeret ved overløbsarrangementer, se DS/EN1997-1 DK NA.

NOTE 2 – K_{FI} afhænger af konsekvensklassen defineret i anneks B tabel B3 som følger:

- konsekvensklasse CC3: $K_{FI} = 1,1$
- konsekvensklasse CC2: $K_{FI} = 1,0$
- konsekvensklasse CC1: $K_{FI} = 1,0$.

Konsekvensklasse CC1 anvendes ikke for geotekniske konstruktioner.

NOTE 3 – Hvis der til opnåelse af statisk ligevægt tilføjes et anker e.l., skal dette anker dimensioneres svarende til den regningsmæssige kraft, der mangler for at opnå statisk ligevægt.

Tabel A1.2(B+C) DK NA Regningsmæssige lastværdier for vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde (STR/GEO) (sæt B og C)

Grænsetilstand				STR/GEO				STR
Lastkombination				1	2	3	4	5
Reference formler				(6.10a)	(6.10b)	(6.10a)	(6.10b)	(6.10a)
Partialkoefficienter for laster								
Permanent last	Tyngde, generelt (**)	Ugunstig	$\gamma_{G;sup} \cdot K_{FI}$	$1,2 \cdot K_{FI}$	$1,0 \cdot K_{FI}$	1,2	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G;inf}$	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner (***)	Ugunstig	$\gamma_{G;sup}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G;inf}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabel last(*)	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1} \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot K_{FI}$	0	1,5	0
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i} \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot \psi_0$	0
Faktor på partialkoefficient for styrkeparametre og modstandsevne								
Konstruktionsmaterialer, jf. DS/EN 1992 - 1996 og 1999			γ_0	1,0	1,0	K_{FI}	K_{FI}	$1,2 K_{FI}$
Jordparametre og modstandsevne, jf. DS/EN 1997-1				1,0	1,0	K_{FI}	K_{FI}	$1,0$ ($\gamma_M = \gamma_R = 1,0$)
<p>(*) Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A.1.1 DK NA. (**) Omfatter alle former for permanent egenlast, se 2.1 i DS/EN 1991-1-1. (***) Omfatter tyngde af jord og (grund)vand, der påvirker den geotekniske konstruktion som geoteknisk last, se 1.5.2.1 i DS/EN 1997-1.</p> <p>NOTE 1 – Formel 6.10a og 6.10b benyttes for både STR og GEO. I formel 6.10a indgår kun permanente laster.</p> <p>NOTE 2 - For konstruktioner, der ikke er påvirket af geotekniske laster, kan eftervisning ske alene ved anvendelse af lastkombination 1 og 2.</p> <p>For konstruktioner, der også er påvirket af geotekniske laster, skal eftervisning ske ved anvendelse af lastkombination 1 og 2, lastkombination 3 og 4 samt lastkombination 5.</p> <p>For konstruktioner, der udelukkende er påvirket af geotekniske laster, kan eftervisning ske alene ved anvendelse af lastkombination 3 og 4 samt lastkombination 5.</p> <p>For $K_{FI} = 1,0$ er lastkombination 1 og 2 identisk med lastkombination 3 og 4. For $K_{FI} \neq 1,0$ kan K_{FI} multipliceres på lasteffekterne (snitkræfterne) i stedet for lasten, såfremt lasteffekterne er lineært proportionale med den tilknyttede last.</p> <p>Geotekniske laster er laster, som overføres til en konstruktion fra jord, opfyldning, stillestående vand eller grundvand. Lasten fra jord og opfyldning er ud over tyngden bestemt af jordens og opfyldningens styrke- og deformationsegenskaberne, fx udtrykt ved friktionsvinklen. Eksempler på geotekniske laster er jord- og vandtryk på en vægkonstruktion.</p>								

NOTE 3 – Faktor γ_0 på partialkoefficient for styrkeparametre og modstandsevner fremkommer på følgende vis.

I lastkombination 3 og 4, som anvendes for geotekniske konstruktioner jf. DS/EN 1997-1, påføres K_{FI} -faktoren alle indgående partialkoefficienter for jordens styrkeparametre og modstandsevne henholdsvis konstruktionsmaterialernes materialestyrker og modstandsevne.

I lastkombination 5, der anvendes til eftervisning af STR for konstruktionsmaterialer, som indgår i geotekniske konstruktioner, benyttes de sædvanlige partialkoefficienter for konstruktionsmaterialerne multipliceret med 1,2 K_{FI} . For jordens styrkeparametre og modstandsevne anvendes en partialkoefficient på $\gamma_M = \gamma_R = 1,0$ jf. DS/EN 1997-1.

NOTE 4 – K_{FI} afhænger af konsekvensklassen defineret i annek B tabel B3 som følger:

- 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 5 – 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.

Regningsmæssige værdier for udmattelseslaster

(1) Regningsmæssige værdier for udmattelseslaster bestemmes ved at benytte en partialkoefficient lig 1,3 for laster, hvor usikkerheden på de enkelte spændingsvidder er beskrevet ved en variationskoefficient af størrelsesorden 30 %. 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.

A1.3.1(5) Regningsmæssige lastværdier ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde - Valg af dimensioneringsmetode vedrørende geotekniske laster

Dimensioneringsmetode 3 anvendes, se DS/EN 1997-1 DK NA.

A1.3.2 Regningsmæssige lastværdier ved ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde

Lastkombinationer er anført i tabel A1.3 DK NA.

Tabel A1.3 DK NA Regningsmæssige lastværdier til brug ved lastkombinationer ved ulykkesdimensioneringstilstande og seismiske dimensioneringstilstande

Dimensionerings-tilfælde	Permanente laster		Dominerende ulykkeslast eller seismisk last	Ikke-dominerende variable laster*	
	Ugunstige	Gunstige		Eventuel primær	Andre
Brand (Formel 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Ulykke i øvrigt (Formel 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
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 A1.1 DK NA.

NOTE 1 – Seismisk last benyttes til vurdering af konstruktionen for det seismiske dimensioneringstilfælde. Seismisk last dækker ikke imperfektioner i konstruktionen, idet disse undersøges iht. regler angivet i hvert enkelt materiale-eurocode.

Seismisk last omfatter last, der tages i regning for at sikre konstruktionens styrke og stabilitet over for små jordrustelser. Seismisk last er den mindste vandrette last, som en konstruktion skal regnes påvirket af.

Enhver lodret last regnes at kunne give bidrag til beregningen af seismisk last. Seismisk last regnes som bunden last. Seismisk last regnes kun at kunne optræde samtidigt med den tilhørende lodrette last.

Seismiske laster 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 seismiske laster.

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

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

Konstruktioner skal ikke undersøges for seismisk last og vindlast virkende samtidigt.

A1.4.2(2) Anvendelseskriterier

Erfaringstal for lodrette svingninger er anført i dette NA's afsnit A1.4.4

A1.4.3 Deformationer og vandrette flytninger

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

A1.4.4 Svingninger – Lodrette

Kravet til egenfrekvenser kan tage udgangspunkt i erfaringstallene anført i tabel A1.4 DK NA. 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 DK NA 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 kvasipermanente kombination specificeret i afsnit 6.5.3 i DS/EN 1990.

Supplerende (ikke-modstridende) information

Anneks B, Styring af bygværkers sikkerhed

Anneks B kan benyttes med følgende ændringer:

- Tabel B1 (konsekvensklasser)
- Tabel B2 (minimumsværdier for sikkerhedsindeks)
- Afsnit B4 (kontrol af projektering)
- Afsnit B5 anvendes ikke
- Afsnit B6 anvendes ikke.

Tabel B1 DK NA Definition af konsekvensklasser

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 dørøverligger 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 DK NA Minimumværdier for sikkerhedsindeks β (brudgrænsetilstande) for referenceperiode lig 1 år

Sikkerhedsklasse	Minimumværdier 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 DS/INF 172 *Baggrundsundersøgelser i forbindelse med udarbejdelse af Nationale Annekser til EN 1990 og EN 1991 - Sikkerhedsformat, lastkombinationer, partialkoefficienter, udmattelse, snelast, vindlast, mm*). 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 øvrigt 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 retningslinjer. 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 særlig 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 DK NA.

Tabel B4a DK NA 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 forbundet med den/de organisationer, som har medvirket ved projekteringen af bygværket

(7) Minimumkravene til kontroltype afhænger af hvilken konsekvensklasse konstruktionen er henført til. Minimumkravene er angivet i tabel B4b DK NA.

Tabel B4b DK NA 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.

B6 Partialkoefficienter for modstandsevne

Kommentar:

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

Anneks C Grundlag for fastsættelse af partialkoefficienter og sikkerhedsanalyse

Annekset kan benyttes med ændret tabel C2 DK NA (tilsigtede sikkerhedsindekser).

Tabel C2 DK NA Tilsigtet sikkerhedsindeks β for konstruktionsdele i klasse RC2¹

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 baseret på forsøg

Annekset kan benyttes undtagen D7.3 og D8.3, se kommentar.

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 designværdimetoden i anneks C. I stedet henvises til anneks F, hvor fastlæggelse af materiale partialkoefficienter og designværdier er beskrevet.

Anneks E Robusthed

Supplerende regler for eftervisning af 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
- når 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, omend 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 ved en af følgende:

- Eftervisning af, at de afgørende dele af konstruktionen, det vil sige nøgleelementer, kun er lidt følsomme over for utilsigtede påvirkninger og defekter, jf. (2)
- Eftervisning af, at der ikke sker et omfattende svigt af konstruktionen, hvis en begrænset del af konstruktionen svigter ('bortfald af element'), se (7)-(8)
- 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 eftervisningen normalt skal ske ved eftervisning af et af de to sidstnævnte kriterier.

(7) Hvor robusthed eftervises ved 'bortfald af element', som defineret i (8), kan det acceptable kollapsomfang for etagebygninger med op til 15 etager fastlægges som: Højest to etager må kollapse, og de to etager skal i så fald ligge umiddelbart over hinanden. På hver af de to etager må kollapsomfanget højst udgøre 15 % af etagearealet, dog maks. 240 m² pr. etage henholdsvis maks. 360 m² i alt. Tilstrækkelig bæreevne eftervises i en ulykkesdimensioneringstilstand ved formel (6.11 a/b), se tabel A1.3 DK NA.

(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 extrasikkerhed på nøgleelementer anvendes, bør det imidlertid sikres, at konstruktionens modstandsdugtighed over for utilsigtede påvirkninger og defekter reelt forbedres.

NOTE – Eksempelvis vil robustheden af pendulsøjler i en husbygningskonstruktion almindeligvis ikke være tilstrækkelig sikret ved anvendelsen af faktoren 1,2, medmindre der samtidig 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) Partialkoefficienter for modstandsevne

Supplerende regler for fastlæggelse af partialkoefficienter for modstandsevne.

(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 bæreevne bestemmes af følgende udtryk:

$$R_d = R \left\{ \eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{M,i} \gamma_0} \right\}; a_d, \quad (6.6a)$$

hvor

$$\gamma_M = \gamma_m \gamma_R$$

$$\gamma_m = \gamma_4$$

$$\gamma_R = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3$$

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M \gamma_0} \quad (6.6c)$$

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{,1} \gamma_0} R \left\{ \eta_1 X_{k,1}; \eta_i X_{k,i(i>1)} \frac{\gamma_{m,1}}{\gamma_{m,i}}; a_d \right\}$$

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.

Faktoren γ_0 påføres partialkoefficienten γ_M for styrkeparametre og bæreevne (og γ_R for modstandsevne i henhold til DS/EN 1997-1) afhængigt af lastkombination, se tabel A1.2(B+C) DK NA.

(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 F1 DK NA.

Tabel F1 DK NA Delpartialkoefficient γ_4 for målt styrkeparameter eller bæreevne

Variationskoefficient for målt styrkeparameter eller bæreevne	$\leq 5\%$	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 F2 DK NA.

Uvarslet refererer 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 refererer til svigt, hvor udtømt bæreevne varsles (fx i form af forøget revnedannelse eller deformation), og bæreevnen bevares nogen tid efter varslet.

Varslet med bæreevnereserve refererer 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 F2 DK NA Delpartialkoefficient γ_1 afhængigt 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 konstruktionsselementer 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 F3 DK NA.

Tabel F3 DK NA Delpartialkoefficient γ_2 for usikkerhed på beregningsmodel

Variationskoefficient for beregningsmodel	≤ 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 og udførelse på byggeplads. 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 F4 DK NA Anvendelse af skærpet kontrolklasse forudsætter, at der benyttes en tredjepartskontrol.

Tabel F4 DK NA Delpartialkoefficient γ_3 afhængigt af omfang af kontrol ved produktion af komponenter og udførelse på byggeplads

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 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.