

## **DS/EN 1990 DK NA:2024**

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

---

#### **Forord**

Dette nationale anneks (NA) er en revision af DS/EN 1990 DK NA:2021 og erstatter dette 2024-01-01.

I anneks E DK NA Robusthed er afsnit E1 DK NA ændret vedrørende vurdering af robusthed i CC2 og fastlæggelse af acceptabelt kollapsomfang. Der er således rettet i (2) sidste sætning, (4), (5) note, (6), (7), (8), (9) og (10).

Dette NA fastsætter betingelserne for anvendelsen af EN 1990 i Danmark for byggeri efter bygningsreglementet. Andre parter kan sætte dette NA i kraft med en henvisning hertil.

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

I dette NA er angivet:

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

## Oversigt over mulige nationale valg og supplerende information

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

Punkt	Emne	Nationalt valg <sup>1)</sup>	Supplerende information <sup>2)</sup>
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 $\psi$ -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	Valg i A1.4.2(2)	Supplerende information
Anneks B	Styring af bygværkers sikkerhed	Gældende	
Anneks C	Grundlag for fastsættelse af partialkoefficienter og sikkerhedsanalyse		Supplerende information
Anneks D	Design baseret på forsøg		Supplerende information
Anneks E	Robusthed	Gældende	
Anneks F	Partialkoefficienter for modstandsevne	Gældende	
<sup>1)</sup> Uændret: Anbefalingen i eurocoden følges. Nationalt valg: Der er foretaget et nationalt valg. Gældende: Anneks er gældende og har dermed status som normativt.			
<sup>2)</sup> Supplerende information: Ikke-modstridende supplerende information til hjælp i brugen af eurocoden. Supplerende regler: Nationale supplerende krav			

## Nationale valg

### A1.2.2 / tabel A1.1 DK NA Anbefalede værdier af $\psi$ -faktorer for bygninger

Værdier anført i tabel A1.1 DK NA.

**Tabel A1.1 DK NA  $\psi$ -faktorer for bygninger**

<b>Last</b>	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<b>Nyttelast i bygninger, se DS/EN 1991-1-1</b>			
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 $\leq 30$ kN	0,6	0,6	0,5
Kategori G: trafikarealer, $30$ kN < bruttovægt $\leq 160$ kN	0,6	0,4	0,2
Kategori H: tage	0	0	0
<b>Snelast</b>			
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
<b>Vindlast</b>			
Ved kombination med dominerende nyttelast kategori E	0,6	0,2	0
ellers	0,3	0,2	0
<b>Temperaturlast</b>	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:  $K_{FI} = 1,0$ .

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.

**Table 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)
<b>Partialkoefficienter for laster</b>								
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
<b>Faktor på partialkoefficient for styrkeparametre og modstandsevne</b>								
<b>Konstruktionsmaterialer, jf. DS/EN 1992-DS/EN 1996 og DS/EN 1999</b>			$\gamma_0$	1,0	1,0	$K_{FI}$	$K_{FI}$	$1,2 K_{FI}$
<b>Jordparametre og modstandsevne, jf. DS/EN 1997-1</b>				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.</p> <p>(**) Omfatter alle former for permanent egenlast, se 2.1 i DS/EN 1991-1-1.</p> <p>(***) 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 <math>K_{FI} = 1,0</math> er lastkombination 1 og 2 identisk med lastkombination 3 og 4. For <math>K_{FI} \neq 1,0</math> kan <math>K_{FI}</math> multipliceres på lasteffekterne (snitkræfterne) i stedet for lasten, såfremt lasteffekterne er lineært proportionale med den tilknyttede last.</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.

NOTE 3 – Faktor  $\gamma_0$  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 anneks B tabel B3 som følger:

- konsekvensklasse CC3:  $K_{FI} = 1,1$
- konsekvensklasse CC2:  $K_{FI} = 1,0$
- konsekvensklasse CC1:  $K_{FI} = 0,9$  dog for geotekniske konstruktioner  $K_{FI} = 1,0$

Se også EN 1991 til EN 1999 for  $\gamma$ -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 <sup>1)</sup>	
	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 <sup>2)</sup> (Formel 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$A_d$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

<sup>1)</sup> Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A1.1 DK NA.  
<sup>2)</sup> Seismisk last fastlægges i henhold til DS/EN 1998-1 inkl. tilhørende nationale annekser

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

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 DS/EN 1992 – DS/EN 1999, inkl. tilhørende nationale annekser.

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-DS/EN 1999 serien i stedet.

## Supplerende, ikke-modstridende information

### Anneks A, Anvendelse på konstruktioner

#### 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 lignende	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. Accelerationskravet til kontorlokaler er baseret på, at de generende svingninger forekommer flere gange per time

### Anneks B, Styring af bygværkers sikkerhed

Anneks B kan benyttes med følgende ændringer:

- Tabel B1 DK NA (konsekvensklasser)
- Tabel B2 DK NA (minimumsværdier for sikkerhedsindeks)
- B4 DK NA (kontrol af projektering)
- B5 DK NA (Inspektion af udførelse)
- B6 anvendes ikke.



**Table 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"> <li>– 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</li> <li>– Bygninger med store spændvidder, såfremt de ofte benyttes af mange personer, fx til koncert, sport, teater eller udstilling</li> <li>– Tribuner</li> <li>– Større vejbroer og tunneler</li> <li>– Større master nær bebyggelse, befærte områder</li> <li>– Større siloer nær bebyggelse</li> <li>– Dæmninger og lignende konstruktioner, hvor brud vil medføre store skader.</li> </ul>
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"> <li>– 1- og 2-etagesbygninger med moderate spændvidder, hvor der kun lejlighedsvis kommer personer, fx lagerbygninger, skure og mindre landbrugsbygninger</li> <li>– Master langt fra bebyggelse og befærte områder</li> <li>– Siloer langt fra bebyggelse</li> <li>– Sekundære konstruktionsdele, fx skillevægge, vindues- og dørøverligger og beklædninger.</li> </ul>

(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 1 – 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  $\beta$  (brudgrænsetilstande) for referenceperiode lig 1 år**

Sikkerhedsklasse	Minimumværdier for $\beta$
RC3 svarende til CC3	4.7
RC2 svarende til CC2	4.3
RC1 svarende til CC1	3.8

NOTE 2 – Ved bestemmelse af sikkerhedsindekset for RC2 benyttes, at permanente laster er normalfordelte og variable laster Gumbel-fordelte. Alle styrkeparametre og modelusikkerheder antages lognormalfordelte. Information om valg af variationskoefficienter kan findes i DS/INF 172 *Baggrundsundersøgelser i forbindelse med udarbejdelse af Nationale Anneks til EN 1990 og EN 1991 - Sikkerhedsformat, lastkombinationer, partialkoefficienter, udmattelse, snelast, vindlast, mm*). Sikkerhedsindekset  $\beta$  er defineret i anneks C.

#### **B4 DK NA 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 konstruktioner, som ikke er omfattet af bygningsreglementets 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 Kontroltyper for projektering**

Kontroltype	Definition
Egenkontrol	Kontrol udført af samme person, som har projekteret de bærende konstruktioner
Uafhængig kontrol	Kontrol udført af person, der for byggeriet ikke har medvirket ved projektering af de bærende konstruktioner. Kontrollen kan udføres af en person fra samme organisation.
Tredjepartskontrol	Kontrol udført af person, der hverken direkte eller indirekte er økonomisk eller organisatorisk forbundet med den eller de personer og organisationer, som har medvirket ved projektering af de bærende konstruktioner.

(7) Der skal altid udføres egenkontrol.

(8) Uafhængig kontrol og tredjepartskontrol skal udføres på basis af kontrolplaner.

(9) Uafhængig kontrol og tredjepartskontrol skal dokumenteres.

NOTE – Tredjepartskontrol erstatter ikke uafhængig kontrol.

(10) Minimumskrav til kontroltype afhænger af hvilken konstruktionsklasse konstruktionen er henført til. Minimumskravene er angivet i tabel B4b DK NA.

**Tabel B4b DK NA Minimumskrav til kontroltype for projektmateriale**

Konstruktionsklasse <sup>1)</sup>	Uafhængig kontrol	Tredjepartskontrol
KK1		
KK2	X <sup>2)</sup>	
KK3	X	
KK4	X	X

<sup>1)</sup> For konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementet, erstattes konstruktionsklasser tekstmæssigt med konsekvensklasser, hvor CC1 erstatter KK1, CC2 erstatter KK2, CC3 erstatter KK3 og ”CC3 omfattet af B4 DK NA (4)” erstatter KK4.

<sup>2)</sup> Krav om uafhængig kontrol gælder i KK2 kun projektgrundlaget. For øvrigt projektmateriale kan kontrollen udføres af person, der blot ikke har medvirket ved projekteringen af det pågældende afsnit af bygværket.

## **B5 DK NA Inspektion under udførelse**

NOTE – Angående anvendelse af anneks B5 DK NA se forord til dette NA.

### **B5.1 DK NA Generelt**

(1) Kontrol af udførelse af de bærende konstruktioner skal medvirke til at sikre overensstemmelse mellem det projekterede og det udførte, herunder at materialer og produkter samt deres indbygning svarer til det forudsatte.

(2) Kontrol af udførelse omfatter kontrol af:

- udførelsesgrundlag fra projektering, fx konstruktionstegninger og bygningsdelsbeskrivelser
- udførelsesgrundlag for arbejdet, fx arbejdstegninger og -instrukser
- dokumentation af produkter og materialer, fx mærkninger og produktblade
- produktion og montage, fx geometri, tolerancer og korrekt anvendelse af produkter og materialer
- produkter og materialer, fx resultat af fremstilling og ved modtagelse på fabrikationssted eller byggeplads
- udførelsesdokumentation, fx journal for kontrol og billedokumentation for arbejdets udførelse.

(3) Udførelsesdokumentation for de bærende konstruktioner skal redegøre for overensstemmelse mellem det udførte og det projekterede for såvel krav indeholdt i normer og standarder som projektspecifikke krav til udførelsen.

(4) Der udføres almen kontrol som angivet i B5.2 DK NA

(5) Der udføres særlig kontrol som angivet i B5.3 DK NA

(6) Der skelnes mellem 3 kontroltyper for udførelsen, bestemt af hvem der udfører kontrollen: egenkontrol, uafhængig kontrol og tredjepartskontrol; se tabel B5a DK NA.

**Tabel B5a DK NA Kontroltyper for udførelse**

<b>Kontroltype</b>	<b>Definition</b>
Egenkontrol	Kontrol udført af samme person, som har udført de bærende konstruktioner
Uafhængig kontrol	Kontrol udført af person, der ikke har medvirket ved udførelse af de bærende konstruktioner. Kontrollen kan udføres af en person fra samme organisation.
Tredjepartskontrol	Kontrol udført af person, der hverken direkte eller indirekte er økonomisk eller organisatorisk forbundet med den eller de personer og organisationer, som har medvirket ved udførelse af de bærende konstruktioner.

(7) Der skal altid udføres egenkontrol.

(8) Uafhængig kontrol og tredjepartskontrol skal udføres på basis af kontrolplaner. Af kontrolplaner skal fremgå, hvad der kontrolleres, hvordan kontrollen gennemføres, hvornår kontrollen skal finde sted, hvem der gennemfører kontrollen og hvem der følger op på kontrollens resultat. Af kontrolplanen skal fremgå opdeling af kontrollen i kontrolafsnit.

NOTE 1 - Uafhængig kontrol og tredjepartskontrol af udførelsesgrundlag for arbejdet og dokumentation af produkter og materialer kan finde sted forud for, under eller efter arbejdets udførelse.

NOTE 2 – Tredjepartskontrol erstatter ikke uafhængig kontrol.

NOTE 3 - Kontrolafsnit kan være en hvilken som helst veldefineret del af kontrollen. Ved ændringer i projektet eller projektets tidsplan, midlertidige stop i udførelsen eller ændringer i organisationen under udførelsen kan kontrolafsnit ændres.

(9) Alle uafhængige kontroller indenfor et kontrolafsnit skal udføres af samme person.

(10) Uafhængig kontrol og tredjepartskontrol skal dokumenteres. Af dokumentationen skal for hvert kontrolafsnit fremgå kontrollens resultat, samt hvem der har forestået henholdsvis udførelse, kontrol af udførelsen og opfølgning på kontrollens resultat.

(11) Kontrol af udførelse skal udføres indenfor kravene til kvalitetsstyring, som angivet i tabel B5b DK NA.

**Tabel B5b DK NA Krav til kvalitetsstyring**

Konstruktionsklasse <sup>1)</sup>	Krav til kvalitetsstyring
KK1	Udførendes system for kvalitetsstyring
KK2	Udførendes dokumenterede system for kvalitetsstyring, projektspecifikke procedurer og kontrolplan
KK3	Som KK2
KK4	Som KK2
<sup>1)</sup> For konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementets konstruktionsklasser erstattes ordet ”konstruktionsklasser” med ”konsekvensklasser”, hvor CC1 erstatter KK1, CC2 erstatter KK2, CC3 erstatter KK3 og ”CC3 omfattet af B4 DK NA (4)” erstatter KK4.	

### **B5.2 DK NA Almen kontrol**

(1) Almen kontrol af udførelse skal gennemføres for alle konstruktioner.

(2) Alle konstruktioners udførelse skal kontrolleres iht. DS 1140. Endvidere skal alle konstruktioners udførelse kontrolleres iht. reglerne i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien, inkl. tilhørende nationale annekser, og iht. reglerne i de tilknyttede udførelsesstandarder, inkl. tilhørende nationale applikationsdokumenter.

(3) Den uafhængige kontrol og tredjepartskontrol gennemføres som angivet i Tabel B5c DK NA i henhold til kontroltype og konstruktionsklasse for den pågældende konstruktion, konstruktionsafsnit eller konstruktionsdel.

**Table B5c DK NA Minimumskrav til almen kontrol af udførelse**

Konstruktionsklasse <sup>1)</sup>	Uafhængig kontrol	Tredjepartskontrol
KK1		
KK2	X <sup>2) 3)</sup>	
KK3	X	
KK4	X	X <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> For konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementets konstruktionsklasser, erstattes ordet ”konstruktionsklasser” med ”konsekvensklasser”, hvor CC1 erstatter KK1, CC2 erstatter KK2, CC3 erstatter KK3 og ”CC3 omfattet af B4 KN NA (4)” erstatter KK4.

<sup>2)</sup> Den uafhængige kontrol af udførelsesgrundlaget for arbejdet skal gennemføres af person, der ikke medvirker ved udførelsen af bygværket, mens den øvrige uafhængige kontrol kan udføres af person, der blot ikke har medvirket ved udførelsen af det pågældende kontrolafsnit.

<sup>3)</sup> Den ”uafhængige kontrol” af udførelsen kan erstattes af en ”uafhængig kontrol af dokumentation af egenkontrol af udførelsen” af konstruktioner i bygninger tilbygninger:

- med et areal på højst 300 kvm,
- med en maksimal højde til øverste punkt på konstruktionen på 12 m målt fra terræn,
- med en maksimal bygningsbredde på 12 m,

som indgår i:

- etageboligbyggeri med højst 2 etager over terræn og højst 1 etage under terræn,
- bygninger og tilbygninger med højst 1 etage over terræn og 1 etage under terræn med rum for maksimalt 30 personer, hvor alle personer har mulighed for ved egen hjælp at bringe sig i sikkerhed, samt
- konstruktioner i terræn eller højst 2 m over terræn til støttemure, ramper og lignende.

<sup>4)</sup> Omfatter kun kontrol af dokumentation af uafhængig kontrol.

(4) For konstruktionsdele med atteringsniveau AVCP 1+, 1 og 2+ for bæreevnerelaterede parametre kræves iht. tabel B5c DK NA alene uafhængig kontrol af indbygningen af konstruktionsdelen i bygværket.

NOTE – Dækker konstruktionsdele omfattet af en harmoniserede standard under byggevarerforordningen eller konstruktionsdele med en certificeret kontrol svarende til det omtalte atteringsniveau.

(5) Udførelsesklasser angiver udførelsens betydning for en bærende konstruktions sikkerhed:

- EXC1: Udførelsen har begrænset betydning for en bærende konstruktions sikkerhed
- EXC2: Udførelsen har betydning for en bærende konstruktions sikkerhed
- EXC3: Udførelsen har stor betydning for en bærende konstruktions sikkerhed.

NOTE 1 – Udførelsesklasser medfører sæt af krav til udførelse, herunder krav til kontrol og dokumentation, som nærmere anført i DS 1140 samt i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien, inkl. tilhørende nationale annekser, og iht. de tilknyttede udførelsesstandarder, inkl. tilhørende nationale applikationsdokumenter. Kravene kan være specificeret for udførelse og kontrol af såvel konstruktioner som helhed som de enkelte konstruktionsdele.

NOTE 2 – Udførelsens betydning fastsættes ud fra den tilhørende konstruktionsklasse. Udførelsens betydning kan i visse tilfælde afvige fra den tilhørende konstruktionsklasse, fx for enkelte konstruktionsdele eller for særlige lastpåvirkninger jf. DS/EN 1993-1-1, Anneks C inkl. tilhørende nationalt anneks.

NOTE 3 – Anvendelse af supplerende udførelsesklasser kan komme på tale i særlige tilfælde, se fx DS/EN 1993-1-1, Anneks C inkl. tilhørende nationalt anneks vedrørende EXC4.

(6) Udførelsesklasser fastlægger kontrolomfang iht. DS 1140. Udførelsesklasse skal specificeres for konstruktioner eller konstruktionsdele og skal vælges i overensstemmelse med tabel B5d DK NA.

**Tabel B5d DK NA Valg af udførelsesklasser**

Konstruktionsklasse <sup>1)</sup>	Udførelsesklasse		
	EXC1	EXC2	EXC3
KK1	+	(+)	
KK2	(+)	+	(+)
KK3		(+)	+
KK4		(+)	+

+: Anbefalede valg  
 (+): Mulige valg. Der kan være fastsat yderligere begrænsninger i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien, inkl. tilhørende nationale annekser eller i de tilknyttede udførelsesstandarder, inkl. tilhørende nationale applikationsdokumenter.

<sup>1)</sup> For konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementet, erstattes ”konstruktionsklasser” tekstmæssigt af ”konsekvensklasser”, hvor CC1 erstatter KK1, CC2 erstatter KK2, CC3 erstatter KK3 og ”CC3 omfattet af B4 KDK NA (4)” erstatter KK4.

### B5.3 DK NA Særlig kontrol

(1) Særlig kontrol af udførelse gennemføres for konstruktioner, konstruktionsafsnit eller konstruktionsdele, som er særligt vanskelige at udføre eller særligt væsentlige for bygværkets funktion, sikkerhed eller holdbarhed.

(2) Punkter og omfang for særlig kontrol foreskrives af den projekterende.

NOTE 1 – Særlig kontrol kan fx være relevant ved

- særligt betydningsfulde konstruktionsdele hvor en korrekt udførelse er afgørende for forudsætningerne for den statiske virkemåde
- utraditionelle konstruktioner, hvor den udførende ikke er fortrolig med udførelsen
- konstruktionsdele hvis udførelse er særlig vanskelig, herunder grænseflader mellem materialer eller entrepriser
- gentagen udførelse i større omfang, fx serieproduktion
- konstruktionsdele, hvor inspektion ikke er mulig i det færdige bygværk.



NOTE 2 – Særlig kontrol af udførelse kan fx bestå i, at

- udvalgte konstruktionsdele, inkl. samlinger, henføres til en konsekvensklasse højere end den konsekvensklasse der almindeligvis gælder for pågældende konstruktioner, jf. DS/INF 1990
- gennemføre særlige inspektioner eller anvende særlige målemetoder
- gennemføre kontrollen til et særligt omfang og detaljering eller efter specificerede acceptkriterier
- gennemføre kontrollen på særlige tidspunkter

NOTE 3 – Særlig kontrol af udførelse kan omfatte kontrol af udførelse af enhver konstruktionsdel uanset mærkning eller certificering.

(3) Særlig kontrol gennemføres i tillæg til den almene kontrol afhængig af kontroltypen; se tabel B5e DK NA.

**Tabel B5e DK NA – Minimumskrav til særlig kontrol af udførelse**

Konstruktionsklasse <sup>1)</sup>	Uafhængig kontrol	Tredjepartskontrol
KK1		
KK2	X	
KK3	X	
KK4	X	X

<sup>1)</sup> For konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementet, erstattes ”konstruktionsklasser” tekstmæssigt af ”konsekvensklasser”, hvor CC1 erstatter KK1, CC2 erstatter KK2, CC3 erstatter KK3 og ”CC3 omfattet af B4 KDK NA (4)” erstatter KK4.

(4) Særlig kontrol af udførelse gennemføres i henhold til en kontrolplan, som specificerer hvad den særlige kontrol omfatter og hvordan den gennemføres.

## B6 DK NA Partialkoefficienter for modstandsevne

### Kommentar:

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

## Annekset 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  $\beta$  for konstruktionsdele i klasse RC2 <sup>1)</sup>**

Grænsetilstand	Tilsigtet sikkerhedsindeks	
	1 år	50 år
<b>Brud</b>	4,3	3,3
<b>Udmattelse</b>		1,5 til 3,3 <sup>2)</sup>
<b>Anvendelse (irreversibel)</b>	2,9	1,5

<sup>1)</sup> Se annekset B.  
<sup>2)</sup> 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 DK NA Robusthed**

Dette anneks kan benyttes ved undersøgelse af robusthed, se 2.1(4)(P) – 2.1(5)(P).

### **E1 DK NA Supplerende regler for eftervisning af robusthed**

(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 projektmaterialet
- Uforudsete geometriske imperfektioner
- Uforudsete sætninger
- Uforudset nedbrydning.

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 svigt af konstruktionen. For konstruktioner i CC3 skal robustheden dokumenteres som beskrevet i (6). For konstruktioner i CC2 vurderes robustheden ud fra samme principper som beskrevet i (6) og foranstaltninger til sikring af tilstrækkelig robusthed skal beskrives. Der gøres ikke rede for robusthed for konstruktioner i CC1.

(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.

NOTE – Nøgleelementer kan potentielt optræde i konstruktioner i alle konsekvensklasser, men udpegning som nøgleelement sker kun i de tilfælde, hvor det tilhørende kollapsomfang er uacceptabelt jf. (7).

(6) Hvor der i CC3 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.

Dvs. ved en af følgende fremgangsmåder:

- 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', se (9).

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

NOTE 1 – For konstruktioner i CC3 og CC2 kan regler til sikring af tilstrækkelig robusthed være anført i DS/EN 1992 – DS/EN 1999 inkl. DK NA jf. (10).

NOTE 2 - Vurdering af robustheden i CC2 omfatter en beregning af kollapsomfang ved bortfald af element med henblik på identifikation af uacceptable kollapsomfang og udpegning af de tilhørende nøgleelementer. Detaljeringsgraden af beregningerne afhænger af konstruktionsopbygningens kompleksitet, fx udformningen af afstivninger og samlinger eller forekomsten af specielle konstruktionstyper og lignende.

NOTE 3 – Beskrivelsen af foranstaltninger til sikring af robusthed i CC2 kan fx indeholde krav til udformning af nøgleelementer, krav til anordning af supplerende forbindelser eller andre foranstaltninger, hvor ekstra sikkerhed på nøgleelementer jf. (9) kan være en mulighed. Ved dimensionering for robusthed i CC2 kan det tages i betragtning, at konsekvenserne af svigt i CC2 er mindre end i CC3.

(7) Hvor robusthed i CC3 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 m<sup>2</sup> pr. etage henholdsvis 360 m<sup>2</sup> i alt. Tilstrækkelig bæreevne eftervises i en ulykkesdimensioneringstilstand ved formel (6.11 a/b), se tabel A1.3 DK NA.

NOTE 1 - I fastlæggelsen af de to etager indgår etagen øverst i bygningen ikke, såfremt den kun lejlighedsvist benyttes til personophold. Som eksempel kan nævnes uudnyttede tagetager med pulterrum og lignende, eller bygningens tag med teknikhuse, tagterrasser og lignende.

NOTE 2 – For én-etagers bygninger foreligger der ikke konkrete grænser for acceptabelt kollapsomfang. Acceptable kollapsomfang fastlægges i stedet i forhold til den konkrete anvendelse og mulige konsekvenser af svigt for den specifikke bygning. For én-etages bygninger kan det acceptable kollapsomfang således afvige fra %-kravet for etagebygninger, og som maks. grænse kan grænsen for det totale kollapsomfang for etagebyggeri (360 m<sup>2</sup>) benyttes som vejledende. Opdeling af bygningen i segmenter, således at et eventuelt kollaps begrænses til det pågældende segment, kan være en strategi for at forebygge progressivt kollaps af hele bygningen.

NOTE 3 – For konstruktioner i CC2 foreligger der ikke konkrete grænser for acceptabelt kollapsomfang. Acceptabelt kollapsomfang fastlægges i stedet i forhold til den konkrete anvendelse og mulige konsekvenser af svigt for den specifikke bygning. For etagebygninger i CC2 kan acceptabelt kollapsomfang fastlægges efter samme retningslinjer som for CC3, men %-kravet kan fraviges og antal berørte etager er ikke begrænset til to.

(8) Robusthed eftervist ved 'bortfald af element' kan for bygnings- 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  $\gamma_M$ , 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 generelt ved konstruktionsudformningen tilstræbes, at en konstruktions robusthed så vidt muligt kan dokumenteres uden anvendelse af ekstra sikkerhed på nøgleelementer. Såfremt ekstra-sikkerhed på nøgleelementer anvendes, bør det samtidigt sikres, at konstruktionens modstandsdygtighed over for utilsigtede påvirkninger og defekter reelt forbedres.

NOTE – Eksempelvis kan tilstrækkelig robusthed for et nøgleelement, hvor faktoren 1,2 anvendes, opnås ved samtidig hensigtsmæssig udformning af konstruktionselementet, dets samlinger eller dets indbygning til sikring af reel forbedring af robustheden.

(10) I DS/EN 1992 – DS/EN 1999 inkl. DK NA kan der være angivet regler for, hvordan tilstrækkelig robusthed sikres. Af disse fremgår desuden, hvorledes reglerne anvendes i sammenhæng med reglerne i dette afsnit.

## **E2 DK NA Supplerende regler for robusthed af højhuse**

(1) Kontrol af projektering og udførelse af højhuse udføres i henhold til regler for konsekvensklasse CC3, hvor konsekvenserne af svigt er særlig alvorlige jf. Anneks B4 DK NA (4). Krav i henhold til anneks E1 DK NA (1)-(5) (10) gælder også for højhuse.

(2) Højhuse skal dimensioneres således, at de har tilstrækkelig robusthed overfor relevante designsvigtscenarier, der er identificeret med baggrund i både kendte og ukendte svigthændelser.

NOTE 1 – Højhuse defineres som bygninger med mere end 15 etager over terræn, som benyttes til ophold for personer, herunder til bolig, kontor, undervisning eller hospital.

NOTE 2 – Designsvigtscenarier omfatter dels sekvenser af svigthændelser for konstruktionens elementer og samlinger med baggrund i kendte belastnings- og ulykkesituationer, der kan medføre tab af menneskeliv. Designsvigtscenarier omfatter desuden svigthændelser foranlediget af ukendte årsager, fx menneskelige fejl ved projektering og/eller udførelse.

(3) Som grundlag for eftervisning og dokumentation af robusthed skal der udføres en screeningsproces, hvor de relevante designsvigtscenarier identificeres.

NOTE 1 – Screeningsprocessen omfatter, men er ikke begrænset til, identificering af relevante designsvigtscenarier, relevante lasttilfælde, relevante skadesomfang, hensigtsmæssige tiltag til forbedring af robusthed samt om kvantitative risikovurderinger er nødvendige.

(4) Konstruktionen skal opdeles i segmenter, således at det forventede antal tabte menneskeliv for et givent designsvigtscenarie begrænses til:

- Dimensionering af højhuse (konsekvensklasse CC3, hvor konsekvenserne af svigt er særlig alvorlige jf. Anneks B4 DK NA (4)): Maks. 500
- Dimensionering af konstruktionsafsnit i konsekvensklasse CC3: Maks. 50
- Dimensionering af konstruktionsafsnit i konsekvensklasse CC2: Maks. 5

NOTE 1 – Det forventede antal tabte menneskeliv i højhuse i nyttelastkategori A, B, C1, og D1 sættes til 1 person pr. 15 m<sup>2</sup>. For nyttelastkategori C2, C3, C4, C5, D2 sættes antallet til 1 person pr. 4 m<sup>2</sup>.

NOTE 2 – Ved dimensionering af den vandrette konstruktionssegmentering kan anvendes en lodret erstatningslast svarende til svigt af overliggende etager på 28 kN/m<sup>2</sup> for 1-2 etager, 34 kN/m<sup>2</sup> for 3-4 etager og 41 kN/m<sup>2</sup> for mere end 4 etager.

NOTE 3 – Segmentering af konstruktionen kan ligeledes anvendes til opdeling af et højhus

(5) For identificerede designsvigtscenarier knyttet til svigthændelser med kendte årsager skal robustheden af højhuse eftervises efter fremgangsmåden beskrevet i (6), (7) og (8).

For identificerede designsvigtscenarier knyttet til svigthændelser med ukendte årsager skal robustheden af højhuse eftervises efter fremgangsmåden beskrevet i (6) og (9).

(6) For hvert af de identificerede designsvigtscenarier skal det fastlægges, i hvilket omfang svigt af de indgående konstruktionsdele, herunder elementer og samlinger, kan føre til progressivt kollaps eller omfattende svigt af højhuset, idet en dokumenteret omfordeling af snitkræfter til den øvrige konstruktion kan tages i regning. Desuden skal det kortlægges, hvorledes progressivt kollaps eller omfattende svigt mest effektivt kan forebygges ved anvendelse af hensigtsmæssige dimensionerings- og konstruktionsprincipper.

NOTE 1 – Hensigtsmæssige dimensionerings- og konstruktionsprincipper kan omfatte kombinationer af:

- Hændelseskontrol ved reduktion af hyppigheden af belastningers forekomst og deres størrelse
- Forøget bæreevne af kritiske centrale konstruktionselementer og samlinger (nøgleelementer)
- Sikring af alternative lastveje og omfordeling (redundans)
- Forøget duktilitet
- Reduktion af konsekvenser (segmentering, evakuering, mm.)
- Reduktion af risiko for fejl ved projektering
- Reduktion af risiko for fejl ved udførelsen.

NOTE 2 – Valg af dimensionerings- og konstruktionsprincipper begrundes og dokumenteres med udgangspunkt i sammenligninger mellem forskellige muligt relevante optioner.

(7) I det vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde verificeres tilstrækkelig robusthed af hovedkonstruktionen overfor progressivt kollaps i henhold til de identificerede designsvigtscenarier ved en af følgende to metoder:

- A1) Dimensionering af de indgående konstruktionselementer og samlinger som nøgleelementer med partialkoefficienter på styrkeparametre og kapaciteter forøget med en faktor 1,2. Tilstrækkelig sikkerhed eftervises i det vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde.
- A2) Fjernelse af de pågældende konstruktionselementer og samlinger (nøgleelementer). Tilstrækkelig sikkerhed af den skadede konstruktion eftervises i ulykkesdimensioneringstilfældet. Ved fjernelse af konstruktionselementer i et omfang svarende til anneks E1 (8) DK NA må svigtomfanget ikke være større end anført i anneks E1 DK NA (7).

NOTE 1 – Identifikation af nøgleelementer gennemføres i forbindelse med screeningsprocessen.

(8) For identificerede designsvigtscenarier, der er relateret til ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde skal tilstrækkelig sikkerhed eftervises ved en af følgende to metoder:

- B1) Kritiske konstruktionselementer og samlinger dimensioneres som nøgleelementer med partialkoefficienter på styrkeparametre og kapaciteter forøget med en faktor 1,2. Tilstrækkelig sikkerhed eftervises i ulykkesdimensioneringstilfældet.
- B2) Introduktion af en begrænset skade, der står i relation til ulykkeshændelsen, f.eks. i form af fjernelse af et konstruktionselement eller en begrænset del af konstruktionen. Tilstrækkelig sikkerhed af den skadede konstruktion eftervises i ulykkesdimensioneringstilfældet.

NOTE 1 – Fastlæggelse af omfang og størrelse af begrænset skade gennemføres i forbindelse med screeningsprocessen.

(9) For identificerede designsvigtscenarier knyttet til svigthændelser med ukendte årsager skal robustheden af højhuse eftervises ved en af følgende to metoder:

- C1) Kritiske konstruktionselementer og samlinger (nøgleelementer) dimensioneres for en ulykkeserstatningslast. Tilstrækkelig sikkerhed eftervises i ulykkesdimensioneringstilfældet.
- C2) Fjernelse af et kritisk konstruktionselement eller samling, en begrænset del af konstruktionen eller introduktion af anden begrænset skade. Tilstrækkelig sikkerhed af den tilbageværende skadede konstruktion eftervises i ulykkesdimensioneringstilfældet.

NOTE 1 – Identifikation af nøgleelementer og fastlæggelse af omfang og størrelse af skader gennemføres i forbindelse med screeningsprocessen.

NOTE 2 – For lodrette eller skråtstillede konstruktionselementer og samlinger (nøgleelementer) anvendes som ulykkeserstatningslast den ugunstigste af følgende laster:

- En enkeltlast på 160 kN vinkelret på elementet, angribende i nøgleelementets tyngdepunktsakse, i et vilkårligt punkt og i en vilkårlig retning.
- En fladelast på 34 kN/m<sup>2</sup> virkende vinkelret på nøgleelementets overflade i en vilkårlig retning.

Der påføres permanent last når denne virker til ugunst.

NOTE 3 – For vandrette konstruktionselementer og samlinger (nøgleelementer) anvendes som lodret ulykkeserstatningslast på disse den ugunstigste af følgende laster, der kan virke såvel nedad som opad:

- En enkeltlast på 160 kN angribende i nøgleelementets tyngdepunktsakse i et vilkårligt punkt
- En fladelast på 15 kN/m<sup>2</sup> virkende på nøgleelementets lastopland.

Der påføres permanent last når denne virker til ugunst.

NOTE 4 – Såfremt fjernelse af konstruktionselementer eller anvendelse af ulykkeserstatningslaster benyttes til at repræsentere effekten af dimensionerings- og udførelsesfejl eller andre hændelser, som har vedvarende sikkerhedsmæssige effekter i hele konstruktionens levetid, skal eftervisningerne i henhold til C1) og C2) udføres med regningsmæssige vær-

dier for såvel styrker som laster. For styrkeparametre og kapaciteter anvendes værdier svarende til ulykkeslastdimensioneringstilfældet og for laster anvendes værdier svarende til det vedvarende dimensioneringstilfælde med last partialkoefficienter lig med 1.0.

NOTE 5 – Vedvarende sikkerhedsmæssige effekter repræsenterer ændringer i konstruktionens bæreevne og/eller laster, som ikke er transiente og som vedbliver i konstruktionens levetid.

## Anneks F DK NA (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

$$\gamma_M = \gamma_m \gamma_R$$

$$\gamma_m = \gamma_4$$

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

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

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

Delpartialkoefficienterne tager hensyn til følgende forhold:

$\gamma_1$	svigtform, se tabel F.2
$\gamma_2$	usikkerhed relateret til beregningsmodel, se tabel F.3
$\gamma_3$	omfang af kontrol, se tabel F.4
$\gamma_4$	usikkerhed på styrkeparameter eller bæreevne, se tabel F.1.

Faktoren  $\gamma_0$  påføres partialkoefficienten  $\gamma_M$  for styrkeparametre og bæreevne (og  $\gamma_R$  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  $\gamma_4$  afhænger af variationskoefficienten for styrkeparameter eller bæreevne. Variationskoefficienten skal inkludere usikkerhed knyttet til omsætning fra laboratorieforhold til forholdene i en virkelig konstruktion.  $\gamma_4$  er givet i tabel F1 DK NA.



**Tabel F1 DK NA Delpartialkoefficient  $\gamma_4$  for styrkeparameter eller bæreevne**

Variationskoefficient for styrkeparameter eller bæreevne <sup>1)</sup>	$\leq 5 \%$	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
$\gamma_4$	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40

<sup>1)</sup> Styrkeparameter og bæreevne antages at være Lognormal fordelte.

(5) Delpartialkoefficienten  $\gamma_1$  afhænger af svigttypen for konstruktionen.  $\gamma_1$  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  $\gamma_1$  afhængigt af svigttype**

Svigttype	Varslet med bæreevnereserve	Varslet uden bæreevnereserve	Uvarslet
$\gamma_1$	0,90	1,00	1,10

(6) Delpartialkoefficienten  $\gamma_2$  afhænger af variationskoefficienten for beregningsmodellen. Variationskoefficienten fastlægges ved sammenligning af bæreevner bestemt ved forsøg med konstruktions-elementer og bestemt med beregningsmodellen, idet der anvendes målte/givne styrkeparametre og geometriske størrelser. Undtagelsesvist kan variationskoefficienten fastlægges ved skøn.  $\gamma_2$  er givet i tabel F3 DK NA.

**Tabel F3 DK NA Delpartialkoefficient  $\gamma_2$  for usikkerhed på beregningsmodel**

Variationskoefficient for beregningsmodel <sup>1)</sup>	$\leq 5 \%$	10 %	15 %	20 %	25 %
$\gamma_2$	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

<sup>1)</sup> Usikkerhed på beregningsmodel antages at være Lognormal fordelt.

(7) For konstruktioner, hvor kontrol af udførelsen sker med udgangspunkt i anvendelsen af kontrolklasser, fastsættes delpartialkoefficienten i henhold til tabel F4 DK NA ved produktion af komponenter og udførelse på byggeplads. Valg af kontrolklasse og krav til kontrol af udførelse kan være anført

i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien og danske nationale annekser til disse samt tilhørende materiale- og udførelsesstandarder.

NOTE – dækker konstruktioner omfattet af bygningsreglementet BR18 § 24–27 og konstruktioner, der ikke er omfattet af bygningsreglementet.

**Tabel F4 DK NA Delpartialkoefficient  $\gamma_3$  afhængigt af omfang af kontrol ved produktion af komponenter og udførelse på byggeplads**

Kontrolklasse	Skærpet <sup>1)</sup>	Normal	Lempet
$\gamma_3$	0,95	1,00	1,10
<sup>1)</sup> Anvendelse af skærpet kontrolklasse forudsætter, at der benyttes en tredjepartskontrol.			

(8) For konstruktioner, hvor kontrol af udførelse sker i henhold til DS/EN 1990 DK NA Anneks B5 DK NA, fastsættes delpartialkoefficienten  $\gamma_3$  til 1,0 ved produktion af komponenter og udførelse på byggeplads. Grundlag for kontrol af udførelse er angivet i Anneks B5 DK NA og DS 1140. Valg af udførelsesklasse og krav til kontrol af udførelse kan ligeledes være anført i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien og danske nationale annekser til disse samt tilhørende materiale- og udførelsesstandarder. Ved produktion af komponenter med attesteringsniveau AVCP 1+, 1 og 2+ og med certificering for kontrolomfang mindst svarende til skærpet kontrolklasse efter (7), kan delpartialkoefficienten sættes til 0,95.

NOTE – dækker konstruktioner omfattet af bygningsreglementet BR 18 § 16, stk. 1. Ved anvendelse af Anneks B5 DK NA og DS 1140 udgår kontrolklasser, og i stedet anvendes udførelsesklasser til at angive kontrolomfang og andre krav til udførelsen. Medmindre andet er anført i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien inkl. DK NA anvendes udførelsesklasserne EXC1, EXC2 og EXC3.

1

(9) I (2) dækker  $\gamma_4$  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 DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien.

(10) Ved undersøgelser af ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde anvendes partialkoefficienten  $\gamma_M = 1,0$ , medmindre andet er anført i DS/EN 1992-DS/EN 1999 serien.