



DS/EN 1990 FU:2013

2.UDGAVE 2013

# Forkortet udgave af Eurocode 0 – Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner

EUROCODESEUROCODESEUROCODESEU  
CODESEUROCODESEUROCODESEUROCC

# **Forkortet udgave af Eurocode 0 – Projekteringsgrundlag for konstruktioner**



**DANSK STANDARD**

## **DS/EN 1990 FU:2013**

### **Forkortet udgave af Eurocode 0 – Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner**

© DANSK STANDARD 2013

Projektnummer M272387

Grafisk tilrettelæggelse: Mikkel Hvass

Redaktion: Mikkel Hvass

Omslag: Dansk Standard

Tryk: Dansk Standard

Udgivet 2013

2. udgave, 1. oplag

ISBN: 978-87-7310-831-4 (trykt udgave)

ISBN: 978-87-7310-832-1 (pdf)

Udgivet af Fonden Dansk Standard

Kollegievej 6

2920 Charlottenlund

Telefon: 39 96 61 01

Telefax: 39 96 61 02

ds@ds.dk

www.ds.dk

Dette er en POD-publikation

Trykt i Danmark

## Forord

Denne DS/EN 1990 FU er udarbejdet af Dansk Standard og er en forkortet udgave af DS/EN 1990 Eurocode 0, *Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner*, som i det følgende er benævnt Eurocode 0.

Den danske udgave af Eurocode 0 består ud over standarden af et nationalt titelblad og et nationalt forord. I tillæg hertil har Erhvervs- og Byggestyrelsen udgivet et dansk nationalt annek, som fastsætter betingelserne for implementeringen og indeholder de nationale valg, der er gældende i Danmark. Disse valg er i det følgende betegnet NDP (Nationally Determined Parameters).

Den foreliggende DS/EN 1990 FU indeholder sådanne dele af eurocodesystemet, som gør det muligt at beregne de fleste konstruktioner alene på grundlag af den. En konstruktion, der opfylder kravene i DS/EN 1990 FU, vil også opfylde tilsvarende krav i Eurocode 0.

På [www.eurocodes.dk](http://www.eurocodes.dk) findes en oversigt over eurocodesystemet. Tjek altid denne side for at se, om der er kommet senere tillæg til eller revisioner af nationale annekser og eurocodes, som ikke er indarbejdet i denne udgave af 1990 FU. Eventuelle rettelser til denne FU vil også fremgå af [www.eurocodes.dk](http://www.eurocodes.dk).

Følgende dele af Eurocode 0 er omfattet af denne DS/EN 1990 FU:

- DS/EN 1990:2007, Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner
- DS/EN 1990/A1:2006, Eurocode – Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner
- DS/EN 1990/A1/AC:2010, Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner
- DS/EN 1990 DK NA:2013, Nationalt Annek til Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner

Der foreligger ikke nogen officielt godkendte danske oversættelser af rettelsesbladene DS/EN 1990/A1:2006 og DS/EN 1990/A1/AC:2010, hvorfor de relevante afsnit er blevet oversat til brug i DS/EN 1990 FU.

DS/EN 1990 FU omhandler ikke brandteknisk dimensionering, broer og beholdere til flydende medier, samt forspænding og udmattelse.

DS/EN 1990 FU følger kapitel-, punkt- og afsnitsinddelingen i de ovenfor nævnte udgaver. Hvor tekst fra Eurocode 0 er udeladt i den forkortede udgave, vil der derfor være huller i afsnits- og punktnummereringen.

Kun hvor sproglige og redaktionelle hensyn gør det nødvendigt, afviger formuleringerne fra de tilsvarende formuleringer i de komplette eurocodes.

## DS/EN 1990 FU:2013

Det nationale anneks (indtil udgivelsestidspunktet) samt supplerende kommentarer er indarbejdet i DS/EN 1990 FU. Tekst fra annekser står med **orange** skrift.

DS/EN 1990 FU er forsynet med kommentarer. Disse kan indeholde:

- Forklaringer til og baggrund for teksten i den komplette eurocode
- Henvisninger til DS/EN 1990 eller andre steder, hvor et problem er behandlet mere detaljeret
- Supplerende vejledning.

**Kommentarerne har ingen normmæssig status og er skrevet med blå som denne tekst.**

Denne 2. udgave af DS/EN 1990 FU er udarbejdet af lic.techn. Svend Ole Hansen.

## Indholdsfortegnelse

	Side
<b>Kapitel 1 Generelt</b> .....	<b>7</b>
1.1 Emne .....	7
1.2 Normative referencer .....	7
1.3 Forudsætninger .....	8
1.4 Forskellen mellem principper og anvendelsesregler .....	8
1.5 Begreber og definitioner .....	9
1.6 Symboler .....	11
<b>Kapitel 2 Krav</b> .....	<b>15</b>
2.1 Grundlæggende krav .....	15
2.2 Sikkerhedsstyring .....	16
2.4 Holdbarhed .....	19
2.5 Kvalitetsstyring .....	19
<b>Kapitel 3 Principper for grænsetilstandsprojektering</b> .....	<b>21</b>
3.1 Generelt .....	21
3.2 Dimensioneringstilfælde .....	21
3.3 Brudgrænsetilstande.....	22
3.4 Anvendelsesgrænsetilstande.....	22
3.5 Grænsetilstandsprojektering.....	23
<b>Kapitel 4 Grundlæggende variable</b> .....	<b>25</b>
4.1 Laster og miljøpåvirkninger.....	25
4.2 Materiale- og produkttegenskaber.....	28
4.3 Geometriske data .....	29
<b>Kapitel 5 Analyse af konstruktioner og projektering understøttet af forsøg</b> .....	<b>31</b>
5.1 Analyse af konstruktioner .....	31
5.2 Projektering understøttet af forsøg.....	33
<b>Kapitel 6 Eftervisning ved partialkoefficientmetoden</b> .....	<b>35</b>
6.1 Generelt .....	35
6.2 Begrænsninger .....	35
6.4 Brudgrænsetilstande.....	35
6.5 Anvendelsesgrænsetilstande.....	39
<b>Anneks A.1 (normativt) Anvendelse på konstruktioner</b> .....	<b>41</b>
A.1.2 Lastkombinationer.....	41
A.1.3 Brudgrænsetilstande.....	42
A.1.4 Anvendelsesgrænsetilstande .....	47
<b>Anneks B (informativt) Styring af bygværkers sikkerhed</b> .....	<b>49</b>
B.4 Projekteringskontrol .....	49
<b>DK NA Anneks E Robusthed</b> .....	<b>51</b>

## Oplysninger, der er specifikke for EN 1990

EN 1990 beskriver principper for og krav til sikkerhed, anvendelighed og holdbarhed af konstruktioner. Den er baseret på grænsetilstandsbegrebet anvendt sammen med en partialkoefficient-metode.

Ved projektering af nye konstruktioner er EN 1990 beregnet til at blive anvendt direkte sammen med eurocode EN 1991 til 1999.

EN 1990 giver også retningslinjer for forhold vedr. bærende konstruktioners sikkerhed, anvendelighed og holdbarhed:

- for tilfælde, der ikke er dækket af EN 1991 til EN 1999 (andre påvirkninger, ikke-behandlede konstruktionstyper, andre materialer)
- at fungere som referencedokument for andre CEN/TC'er, der arbejder med konstruktionsmæssige forhold.

EN 1990 er beregnet til at blive anvendt af

- udvalg, der udarbejder standarder for bærende konstruktioner og tilhørende produkt-, prøvnings- og udførelsesstandarder
- bygherrer (fx til formulering af specifikke krav til pålidelighedsniveauer og holdbarhed)
- projekterende og entreprenører
- relevante myndigheder.

EN 1990 kan, hvor det er relevant, anvendes som et vejledende dokument ved projektering af konstruktioner, der ikke er omfattet af emnet og anvendelsesområdet for EN 1991 til EN 1999, til:

- fastlæggelse af andre påvirkninger og deres kombinationer
- modellering af materialers og konstruktioners opførsel
- fastlæggelse af numeriske værdier i sikkerhedssystemet.

Numeriske værdier for partialkoefficienter og andre pålidelighedsparametre anbefales som grundlæggende værdier, der giver et acceptabelt pålidelighedsniveau. De er valgt ud fra den antagelse, at der foreligger en rimelig håndværksmæssig udførelsesstandard og kvalitetssikring. Når andre CEN/TC'er anvender EN 1990 som et grundlæggende dokument, er det nødvendigt, at de samme værdier anvendes.

## Kapitel 1 Generelt

### 1.1 Emne

(1) EN 1990 fastlægger principper for og krav til sikkerhed, funktion og holdbarhed af konstruktioner, beskriver grundlaget for projektering og eftervisning af disse og giver retningslinjer for tilhørende områder inden for bærende konstruktioners sikkerhed.

(2) EN 1990 er beregnet til at blive anvendt sammen med EN 1991 til EN 1999 ved projektering af konstruktioner, herunder deres geotekniske forhold, brandforhold, jordskælv, udførelse og midlertidige konstruktioner.

(3) EN 1990 kan anvendes til projektering af konstruktioner, hvor der anvendes materialer eller forekommer laster, der ikke er omfattet af EN 1991 til EN 1999.

(4) EN 1990 kan anvendes til vurdering af eksisterende konstruktioner, ved projektering af reparationer og ombygninger og ved vurdering i forbindelse med ændringer i bygningers anvendelse.

NOTE –Yderligere eller ændrede forholdsregler kan være nødvendige, hvor dette er relevant.

### 1.2 Normative referencer

Normative referencer er henvisninger til andre daterede eller udaterede standarder, hvis bestemmelser i form af referencer gælder for denne standard. Disse normative referencer er anført de relevante steder i teksten. Når daterede referencer ændres eller revideres, vil ændringen eller revisionen kun gælde for denne standard, hvis der udgives et tillæg eller en revideret udgave. For udaterede referencer gælder den nyeste udgave af den pågældende publikation (med tillæg).

NOTE – Eurocodes har været udgivet som europæiske præstandarder. Følgende europæiske standarder, der er udgivet eller er under udarbejdelse, er der refereret til i normative punkter:

EN 1991	Eurocode 1: Actions on structures
EN 1992	Eurocode 2: Design of concrete structures
EN 1993	Eurocode 3: Design of steel structures
EN 1994	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
EN 1995	Eurocode 5: Design of timber structures
EN 1996	Eurocode 6: Design of masonry structures
EN 1997	Eurocode 7: Geotechnical design
EN 1998	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
EN 1999	Eurocode 9: Design of aluminium structures



### **1.3 Forudsætninger**

(1) Konstruktioner projekteret i henhold til principperne og anvendelsesreglerne anses for at opfylde kravene, såfremt forudsætningerne givet i EN 1990 til EN 1999 er opfyldt (se kapitel 2).

(2) De generelle forudsætninger i EN 1990 er, at:

- valg af konstruktionssystem og projektering af konstruktionen foretages af medarbejdere med fornøden uddannelse og erfaring
- udførelsen varetages af medarbejdere med fornødne kvalifikationer og erfaring
- der er tilstrækkeligt tilsyn og kvalitetskontrol under projekteringen og under udførelsen af arbejdet, dvs. på fabrikker og værksteder samt på byggepladsen
- byggematerialer og byggevarer anvendes som angivet i EN 1990 eller i EN 1991 til EN 1999 eller i de relevante udførelsesstandarder eller i projektbeskrivelse eller produktvejledning
- bygværket vedligeholdes i tilstrækkeligt omfang
- bygværket anvendes i overensstemmelse med projekteringsforudsætningerne.

NOTE – Der kan være tilfælde, hvor det er nødvendigt at supplere ovenstående forudsætninger.

### **1.4 Forskellen mellem principper og anvendelsesregler**

(1) Afhængigt af karakteren af de enkelte afsnit skelnes der i EN 1990 mellem principper og anvendelsesregler.

(2) Principper omfatter:

- generelle udsagn og definitioner, hvortil der ikke findes alternativer, samt
- krav og beregningsmodeller, hvortil der ikke tillades alternativer, medmindre dette er angivet specifikt.

(3) Principper er markeret med P efter punktets nummer.

(4) Anvendelsesreglerne er almindeligt anerkendte regler, der er i overensstemmelse med principperne og opfylder disses krav.

(6) I EN 1990 er anvendelsesreglerne markeret med et nummer i parentes, som i dette punkt.

## 1.5 Begreber og definitioner

NOTE – I denne europæiske standard er begreberne og definitionerne afledt af ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930 og ISO 8402.

### 1.5.2 *Specielle begreber knyttet til projektering i almindelighed*

#### 1.5.2.2

##### **dimensioneringstilfælde**

Sæt af ydre påvirkninger, som er repræsentative for de virkelige betingelser i et vist tidsinterval, for hvilket dimensioneringen skal vise, at de relevante grænsetilstande ikke overskrides.

#### 1.5.2.3

##### **midlertidigt dimensioneringstilfælde**

Dimensioneringstilfælde, der er relevant i en meget kortere periode end konstruktionens forventede levetid, og som med stor sandsynlighed vil forekomme.

NOTE – Et midlertidigt dimensioneringstilfælde henviser til midlertidige forhold for konstruktionen, bru-  
gen eller påvirkningerne, fx under opførelse eller reparation.

#### 1.5.2.4

##### **vedvarende dimensioneringstilfælde**

Dimensioneringstilfælde, der er relevant i en periode sammenlignelig med konstruktionens forventede levetid.

NOTE – Normalt svarer dette til betingelserne ved normal anvendelse.

#### 1.5.2.5

##### **ulykkesdimensioneringstilfælde**

Dimensioneringstilfælde, der omfatter ekstreme forhold for bygningen eller ekstreme påvirkninger, fx brand, eksplosion, påkørsel eller lokalt brud.

#### 1.5.2.6

##### **branddimensionering**

Dimensionering af et bygværk, så det opfylder funktionskravene under brand.

#### 1.5.2.7

##### **seismisk dimensioneringstilfælde**

Dimensioneringstilfælde, der omfatter ekstreme forhold for bygningen, når den udsættes for en seismisk hændelse (jordskælv).

#### 1.5.2.8

##### **forventet levetid**

Periode, hvor det forudsættes, at en konstruktion eller en del af den kan anvendes til det forudsatte formål med forudsat vedligeholdelse, men uden at væsentlige reparationer er nødvendige.

**1.5.2.10****lastarrangement**

Fastlæggelse af placering, størrelse og retning af en fri last.

**1.5.2.11****lasttilfælde**

Samtidigt forekommende lastarrangementer, deformationer og imperfektioner, der undersøges sammen med bundne variable laster og permanente laster ved en given eftervisning.

**1.5.2.12****grænsetilstande**

Tilstande, hvor konstruktionen netop opfylder de relevante dimensioneringskrav.

**1.5.2.13****brudgrænsetilstande**

Tilstande knyttet til sammenstyrtning eller andre lignende former for konstruktionssvigt.

NOTE – De svarer normalt til maksimal bæreevne for en konstruktion eller en konstruktionsdel.

**1.5.2.14****anvendelsesgrænsetilstande**

Grænsetilstande, hvor en konstruktion eller en konstruktionsdel under anvendelse netop kan opfylde de specificerede anvendelseskrav.

**1.5.2.14.1***ikke-reversible anvendelsesgrænsetilstande*

Anvendelsesgrænsetilstande, hvor noget af virkningen af påvirkninger, der overstiger de specificerede anvendelseskrav, vil forblive, når påvirkningerne fjernes.

**1.5.2.14.2***reversible anvendelsesgrænsetilstande*

Anvendelsesgrænsetilstande, hvor alle virkninger af påvirkninger, der overstiger de specificerede anvendelseskrav, vil forsvinde, når påvirkningerne fjernes.

**1.5.3      *Begreber knyttet til påvirkninger*****1.5.3.8****bunden last**

Last med en fastlagt fordeling og placering over hele konstruktionen eller konstruktionsdelen, således at lastens størrelse og retning er entydigt bestemt for hele konstruktionen eller konstruktionsdelen, når størrelse og retning er fastlagt i ét punkt på konstruktionen eller konstruktionsdelen.

**1.5.3.9****fri last**

Last, der kan have forskellig fordeling over konstruktionen.

**1.6 Symboler**

I denne europæiske standard gælder følgende symboler.

NOTE – De anvendte symboler er baseret på ISO 3898:1987.

*Store latinske bogstaver*

$A$	ulykkeslast
$A_d$	regningsmæssig værdi af en ulykkeslast
$A_{Ed}$	regningsmæssig værdi af en seismisk last $A_{Ed} = \gamma_1 A_{Ek}$
$A_{Ek}$	karakteristisk værdi af en seismisk last
$C_d$	foreskrevet værdi eller en funktion af materialeegenskaber
$E$	lastvirkning
$E_d$	regningsmæssig værdi af lastvirkninger
$E_{d,dst}$	regningsmæssig virkning af væltende laster
$E_{d,stab}$	regningsmæssig virkning af stabiliserende laster
$F$	last
$F_d$	regningsmæssig værdi af en last
$F_k$	karakteristisk værdi af en last
$F_{rep}$	repræsentativ værdi af en last
$F_w$	Vindkraft (generelt symbol)
$F_{wk}$	Karakteristisk værdi af vindkraft
$G$	permanent last
$G_d$	regningsmæssig værdi af en permanent last
$G_{d,inf}$	nedre regningsmæssig værdi af en permanent last
$G_{d,sup}$	øvre regningsmæssig værdi af en permanent last
$G_k$	karakteristisk værdi af en permanent last
$G_{k,j}$	karakteristisk værdi af permanent last $j$
$G_{k,j,sup}$	øvre karakteristisk værdi af permanent last $j$
$G_{k,j,inf}$	nedre karakteristisk værdi af permanent last $j$
$G_{set}$	Permanent last som skyldes uens sætninger

**DS/EN 1990 FU:2013**

$P$	relevant repræsentativ værdi af en forspændingslast (se EN 1992 til EN 1996 og EN 1998 til EN 1999)
$P_d$	regningsmæssig værdi af en forspændingslast
$P_k$	karakteristisk værdi af en forspændingslast
$P_m$	middelværdi af en forspændingslast
$Q$	variabel last
$Q_d$	regningsmæssig værdi af en variabel last
$Q_k$	karakteristisk værdi af en enkelt variabel last
$Q_{k,1}$	karakteristisk værdi af den dominerende variable last 1
$Q_{k,i}^{DK1)}$	karakteristisk værdi af den anden variable last $i$
$Q_{sn}$	Karakteristisk værdi for snelast
$R$	bæreevne
$R_d$	regningsmæssig værdi af bæreevne
$R_k$	karakteristisk værdi af bæreevne
$T$	Termisk klimatisk last (generelt symbol)
$T_k$	Karakteristisk værdi for termisk klimatisk last
$X$	materialeegenskab
$X_d$	regningsmæssig værdi af en materialeegenskab
$X_k$	karakteristisk værdi af en materialeegenskab.

*Små latinske bogstaver*

$a_d$	regningsmæssig værdi af geometriske parametre
$a_k$	karakteristisk værdi af geometriske parametre
$a_{nom}$	nominel værdi af geometriske parametre
$d_{set}$	Forskel i sætning af et individuelt fundament eller en del af et fundament sammenlignet med et referenceniveau
$u$	vandret flytning af en konstruktion eller en konstruktionsdel
$w$	lodret nedbøjning af en konstruktionsdel.

*Store græske bogstaver*

$\Delta a$	ændring af nominelle geometriske parametre ved særlige konstruktionsanalyser, fx fastsættelse af virkninger af imperfektioner.
$\Delta d_{set}$	Usikkerhed forbundet med bedømmelse af sætningen af et fundament eller en del af et fundament

---

DK1) Der er en fejl i den engelske tekst, hvor  $Q_{k,1}$  bør være  $Q_{k,i}$ . Dette er rettet i den danske udgave.

*Små græske bogstaver*

$\gamma$	partialkoefficient (sikkerhed eller funktion)
$\gamma_{\text{Gset}}$	partialkoefficient for permanente laster hidrørende fra sætninger, idet der også er taget hensyn til modelusikkerheder)
$\gamma_{\text{f}}$	partialkoefficient for laster, der tager hensyn til muligheden for, at lastværdier kan afvige ugunstigt fra de repræsentative værdier
$\gamma_{\text{F}}$	partialkoefficient for laster, der også tager hensyn til modelusikkerheder og dimensionsmæssige variationer
$\gamma_{\text{g}}$	partialkoefficient for permanente laster, der tager hensyn til muligheden for, at lastværdier kan afvige ugunstigt fra de repræsentative værdier
$\gamma_{\text{G}}$	partialkoefficient for permanente laster, der også tager hensyn til modelusikkerheder og dimensionsmæssige variationer
$\gamma_{\text{G},j}$	partialkoefficient for permanent last $j$
$\gamma_{\text{G},j,\text{sup}}$	partialkoefficient for permanent last $j$ ved bestemmelse af den øvre regningsmæssige værdi
$\gamma_{\text{G},j,\text{inf}}$	partialkoefficient for permanent last $j$ ved bestemmelse af den nedre regningsmæssige værdi
$\gamma_{\text{I}}$	konsekvensfaktor (se EN 1998)
$\gamma_{\text{m}}$	partialkoefficient for en materialeegenskab
$\gamma_{\text{M}}$	partialkoefficient for en materialeegenskab, der også tager hensyn til modelusikkerheder og dimensionsmæssige variationer
$\gamma_{\text{P}}$	partialkoefficient for forspændingslaster (se EN 1992 til EN 1996 og EN 1998 til EN 1999)
$\gamma_{\text{q}}$	partialkoefficient for variable laster, der tager hensyn til muligheden for, at lastværdier kan afvige ugunstigt fra de repræsentative værdier
$\gamma_{\text{Q}}$	partialkoefficient for variable laster, der også tager hensyn til modelusikkerheder og dimensionsmæssige variationer
$\gamma_{\text{Q},i}$	partialkoefficient for variabel last $i$
$\gamma_{\text{Rd}}$	partialkoefficient knyttet til usikkerheden på beregningsmodellen for bæreevne
$\gamma_{\text{Sd}}$	partialkoefficient knyttet til usikkerheden på modellen for lastbeskrivelse og/eller beregning af lastvirkning
$\eta$	omregningsfaktor
$\xi$	reduktionsfaktor
$\psi_0$	faktor for kombinationsværdi af en variabel last
$\psi_1$	faktor for hyppig værdi af en variabel last
$\psi_2$	faktor for kvasipermanent værdi af en variabel last



## Kapitel 2      Krav

### 2.1            Grundlæggende krav

(1)P En konstruktion skal dimensioneres og udføres således, at den i den forventede levetid med tilfredsstillende sikkerhed og på en økonomisk måde vil

- kunne modstå de laster, den kan forventes at blive udsat for
- kunne opfylde de specificerede anvendelseskrav til konstruktionen eller konstruktionsdelen.

NOTE – Se også 1.3, 2.1(7) og 2.4(1)P.

(2)P En konstruktion skal dimensioneres således, at den

- har tilstrækkelig bæreevne
- opfylder funktionskravene
- har tilstrækkelig holdbarhed.

(3)P I tilfælde af brand skal konstruktionen have tilstrækkelig bæreevne i det krævede tidsrum.

NOTE – Se også EN 1991-1-2.

(4)P En konstruktion skal dimensioneres og udføres på en sådan måde, at begivenheder som

- eksplosion
- påkørsel
- konsekvenser af menneskelige fejl

ikke giver skader i et omfang, der står i misforhold til årsagen.

NOTE 1 – De hændelser, der skal tages i betragtning, aftales med bygherren og den relevante myndighed for det enkelte projekt.

NOTE 2 – Yderligere information findes i EN 1991-1-7.

[Vedr. dokumentation af robusthed, se DK NA anneks E.](#)

(5)P Mulig skade skal forhindres eller begrænses ved anvendelse af en eller flere af følgende forholdsregler:

- forebygge, fjerne eller reducere de risici, som konstruktionen kan blive udsat for
- vælge en konstruktionsform med lille følsomhed over for de betragtede risici
- vælge en konstruktionsform, der enten kan tåle, at et vilkårligt element eller en begrænset del af konstruktionen utilsigtet falder bort, eller at der udløses en acceptabel lokal skade
- så vidt muligt undgå konstruktionssystemer, der kan styrte sammen uvarslet
- sammenkoble konstruktionsdelene.



**DS/EN 1990 FU:2013**

(6) De grundlæggende krav bør opfyldes ved:

- valg af egnede materialer
  - hensigtsmæssig dimensionering, udformning og detaljering
  - beskrivelse af kontrolprocedurer ved projektering, fremstilling, udførelse og anvendelse
- der er hensigtsmæssige for det pågældende projekt.

(7) Bestemmelserne i kapitel 2 forudsætter, at der ved projekteringen benyttes den viden, der er almindeligt tilgængelig på det tidspunkt, hvor konstruktionen projekteres, og udvises fornøden omhu.

## **2.2 Sikkerhedsstyring**

(1)P For konstruktioner inden for gyldighedsområdet for EN 1990 skal den krævede pålidelighed opnås:

- a) ved projektering i overensstemmelse med EN 1990 til EN 1999
- b) ved
  - hensigtsmæssig udførelse
  - kvalitetsstyringsforanstaltninger.

NOTE – Se 2.2(5) og anneks B.

(2) Forskellige sikkerhedshedsniveauer kan benyttes for bl.a.:

- bæreevne
- anvendelighed.

(3) Ved valg af sikkerhedsniveau for en given konstruktion bør der tages hensyn til relevante forhold, herunder

- de mulige årsager til og/eller måden, hvorpå en grænsetilstand nås
- de mulige konsekvenser af brud med hensyn til risiko for menneskeliv, personskade, mulige økonomiske tab
- offentlig reaktion på svigt
- omkostninger og foranstaltninger, der er nødvendige for at nedsætte risikoen for svigt.

(4) Fastlæggelse af sikkerhedshedsniveauet for en bestemt konstruktion kan ske på den ene eller begge af følgende måder:

- ved klassifikation af hele konstruktionen
- ved klassifikation af konstruktionsdelene.

(5) De krævede sikkerhedsniveauer for konstruktionens bæreevne og anvendelighed kan opnås ved passende kombinationer af:

a) forebyggende og beskyttende foranstaltninger (fx anvendelse af værn, aktive og passive beskyttelsesforanstaltninger mod brand, beskyttelse mod korrosion ved maling eller katodisk beskyttelse).

b) foranstaltninger knyttet til projekteringen:

- repræsentative lastværdier
- valg af partialkoefficienter.

c) foranstaltninger knyttet til kvalitetsstyring.

d) foranstaltninger, der har til formål at reducere fejl ved projektering og udførelse af konstruktionen samt alvorlige menneskelige fejl.

e) andre foranstaltninger under projekteringen vedrørende følgende forhold:

- de grundlæggende krav
- graden af robusthed (konstruktionens integritet)
- holdbarhed, herunder valg af forventet levetid
- omfang og kvalitet af jordbundsundersøgelser og undersøgelser af mulige miljøpåvirkninger
- nøjagtigheden af de anvendte statiske beregningsmodeller
- knudepunkter.

f) sikring af planlagt udførelse, fx i overensstemmelse med de udførelsesstandarder, der er henvist til i EN 1991 til EN 1999.

g) hensigtsmæssig overvågning samt vedligeholdelse i overensstemmelse med foreskrifter i projektdokumentationen.

(6) Foranstaltninger til at forebygge mulige årsager til brud eller nedsætte deres konsekvenser kan i visse tilfælde erstatte hinanden i begrænset omfang, forudsat at det krævede sikkerhedsniveau opretholdes.

Tabel B.1 DK NA – Definition af konsekvensklasser

Konsekvensklasse	Konsekvenser af eventuel skade	Eksempler
<b>CC3</b>  <b>Høj konsekvensklasse</b>	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 og tårne</li> <li>– Større siloer nær bebyggelse</li> <li>– Dæmninger og lignende konstruktioner, hvor brud vil medføre store skader.</li> </ul>
<b>CC2</b>  <b>Middel konsekvensklasse</b>	Middel risiko for tab af menneskeliv. Økonomiske, sociale eller miljømæssige konsekvenser er betydelige.	Bygninger eller konstruktioner, der ikke hører til CC3 eller CC1.
<b>CC1</b>  <b>Lav konsekvensklasse</b>	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>– Mindre master og tårne, herunder almindelige gademaster</li> <li>– Mindre siloer</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 – 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.

DS INF/1990:2013, *Konsekvensklasser for bygningskonstruktioner*, giver yderligere vejledning i valg af konsekvensklasse.

## 2.4 Holdbarhed

(1)P Konstruktionen skal projekteres således, at nedbrydning over den forventede levetid ikke vil forringe konstruktionens ydeevne til under det tilsigtede niveau under passende hensyntagen til påvirkningerne og det forudsatte vedligeholdelsesniveau.

(2) For at opnå en tilstrækkeligt holdbar konstruktion bør følgende tages i betragtning:

- forudsat eller forudseelig anvendelse af konstruktionen
- definerede projekteringsforudsætninger
- forventede klima- og miljøforhold
- materialers og produkters sammensætning, egenskaber og ydeevne
- jordbundens beskaffenhed
- valg af statisk system
- udformning af bygningsdele og konstruktionsdetaljer
- håndværksmæssig kvalitet og kontrolomfang
- særlige beskyttelsesforanstaltninger
- forudsat vedligeholdelse i den forventede levetid.

NOTE – De relevante dele af EN 1992 til EN 1999 angiver foranstaltninger til at reducere nedbrydningen.

(3)P Klima- og miljøforholdene skal identificeres på projekteringsstadiet, således at deres betydning kan vurderes i forhold til holdbarhed, og således at der kan træffes passende foranstaltninger til beskyttelse af de materialer, der indgår i konstruktionen.

(4) Graden af eventuel nedbrydning kan vurderes ud fra beregninger, eksperimentelle undersøgelser, erfaring fra tidligere konstruktioner eller en kombination af disse forhold.

## 2.5 Kvalitetsstyring

(1) For at kunne udføre en konstruktion, der svarer til de givne krav og forudsætningerne ved projekteringen, skal der fastlægges hensigtsmæssige kvalitetsstyringsprocedurer. Disse procedurer skal omfatte fastlæggelse af:

- sikkerhedskrav
- ansvarsforhold
- kontrolomfang under projektering, udførelse, brug og vedligeholdelse.

NOTE – Hvis relevant kan EN ISO 9001:2000 anvendes som grundlag for kvalitetsstyringsprocedure.

Vedr. kontrol af projektering, se anneks B.



## Kapitel 3 Principper for grænsetilstandsprojektering

### 3.1 Generelt

(1)P Der skal skelnes mellem brudgrænsetilstande og anvendelsesgrænsetilstande.

NOTE – I nogle tilfælde kan yderligere eftervisning være nødvendig, fx af hensyn til trafiksikkerhed.

(2) Eftervisning af den ene grænsetilstand kan undlades, hvis foreliggende viden viser, at den er overholdt, når den anden er eftervist.

(3)P Grænsetilstande skal være knyttet til dimensioneringstilfælde, se 3.2.

(4) Dimensioneringstilfælde bør opdeles i vedvarende, midlertidige og ulykkesdimensioneringsstilfælde, se 3.2.

(5) Eftervisning af grænsetilstande, der følger af tidsafhængige virkninger (fx udmattelse), bør være knyttet til konstruktionens forventede levetid.

NOTE – De fleste tidsafhængige virkninger er kumulative.

### 3.2 Dimensioneringstilfælde

(1)P De relevante dimensioneringstilfælde skal vælges under hensyntagen til de omstændigheder, hvorunder konstruktionen skal opfylde sit formål.

(2)P Dimensioneringstilfælde opdeles på følgende måde:

- vedvarende dimensioneringstilfælde, der henviser til normale brugsbetingelser
- midlertidige dimensioneringstilfælde, der henviser til midlertidige betingelser for konstruktionen, fx opførelse eller reparation
- ulykkesdimensioneringstilfælde, der henviser til usædvanlige betingelser for konstruktionen, fx brand, eksplosion, påkørsel, eller konsekvenserne af bortfald af konstruktionselement
- seismiske dimensioneringstilfælde, der henviser til betingelser for konstruktionen, når den udsættes for seismiske hændelser (jordskælv).

NOTE –Yderligere oplysninger om disse dimensioneringstilfælde er givet i EN 1991 til EN 1999.

(3)P De valgte dimensioneringstilfælde skal være dækkende for alle forhold, der med rimelighed kan forudses at forekomme under udførelse og brug af konstruktionen.

### **3.3 Brudgrænsetilstande**

(1)P Grænsetilstande, der vedrører

- sikkerhed for personer og/eller
- sikkerhed af konstruktionen

klassificeres som brudgrænsetilstande.

(2) Under nogle omstændigheder bør grænsetilstande, der vedrører beskyttelse af indholdet, klassificeres som brudgrænsetilstande.

NOTE – Omstændighederne aftales med bygherren og den relevante myndighed for det enkelte projekt.

(3) Tilstande forud for sammenstyrtnings, der af forenklingssyns betragtes i stedet for selve sammenstyrtnings, kan behandles som brudgrænsetilstande.

(4)P Følgende brudgrænsetilstande skal verificeres, hvor de er relevante:

- tab af statisk ligevægt af konstruktionen eller en del af den betragtet som et stift legeme
- svigt på grund af stor deformation, dannelse af flydemekanisme, adskillelsesbrud eller stabilitetssvigt af konstruktionen eller en del af den, herunder understøtninger og fundering
- svigt forårsaget af udmattelse eller andre tidsafhængige påvirkninger.

NOTE – Der anvendes forskellige sæt af partialkoefficienter for forskellige brudgrænsetilstande, se 6.4.1.

### **3.4 Anvendelsesgrænsetilstande**

(1)P Grænsetilstande, der vedrører:

- konstruktionens eller konstruktionsdelenes virkemåde under almindelig brug
- menneskers komfort
- bygværkets udseende

klassificeres som anvendelsesgrænsetilstande.

NOTE 1 – I forbindelse med anvendelighed vedrører "udseende" forhold som stor deformation og omfattende revnedannelse frem for æstetik.

NOTE 2 – Sædvanligvis aftales kravene til anvendelighed for det enkelte projekt.

(2)P Der skal skelnes mellem reversible og irreversible anvendelsesgrænsetilstande.

(3) Eftervisning af anvendelsesgrænsetilstande bør baseres på kriterier for følgende forhold:

a) deformationer, der påvirker

- udseendet
- brugeres komfort
- konstruktionens virkemåde (herunder maskiners eller installationers funktion) eller som forårsager beskadigelse af overflader eller ikke-bærende dele.

b) svingninger

- der er ubehagelige for mennesker
- der begrænser anvendeligheden af konstruktionen.

c) skader, der sandsynligvis vil have en ugunstig indvirkning på

- udseende
- holdbarhed
- konstruktionens funktion.

NOTE –Yderligere bestemmelser vedrørende kriterier for anvendelighed er indeholdt i EN 1992 til EN 1999.

### 3.5 Grænsetilstandsprojektering

(1)P Grænsetilstandsprojektering skal ske ved anvendelse af konstruktions- og lastmodeller for de relevante grænsetilstande.

(2)P Det skal eftervises, at ingen grænsetilstand er overskredet, når relevante regningsmæssige værdier for

- laster
- materialeegenskaber eller
- produktens egenskaber samt
- geometriske parametre

anvendes i modellerne.

(3)P Der skal foretages eftervisning af alle relevante dimensioneringstilfælde og lasttilfælde.

(4) Kravene i 3.5(1)P kan eftervises ved den partialkoefficientmetode, der er beskrevet i kapitel 6.

(5) Som alternativ kan eftervisningen baseres på sandsynlighedsteoretiske metoder.

NOTE 1 – Den relevante myndighed kan fastlægge betingelser for brugen.

NOTE 2 – Grundlaget for anvendelse af sandsynlighedsteoretiske metoder er beskrevet i annek C.

(6)P For de valgte dimensioneringstilfælde skal de kritiske lasttilfælde fastlægges.



(7) Til en given eftervisning bør der anvendes lasttilfælde, der beskriver samtidigt forekommende lastarrangementer, deformationer og imperfektioner, der undersøges samtidig med bundne variable laster og permanente laster.

(8) P Mulige afvigelser fra de forudsatte retninger eller placeringer af laster skal tages i betragtning.

(9) Konstruktions- og lastmodeller kan enten være fysiske modeller eller matematiske modeller.

## Kapitel 4 Grundlæggende variable

### 4.1 Laster og miljøpåvirkninger

#### 4.1.1 *Klassifikation af laster*

(1)P Laster skal klassificeres efter deres variation i tid på følgende måde:

- permanente laster ( $G$ ), fx konstruktioners egenlast, fast udstyr og vejbelægning og indirekte laster forårsaget af krybning og uens sætning
- variable laster ( $Q$ ), fx nyttelaster på etageadskillelser, bjælker og tage, vindlaster eller snelaster
- ulykkeslaster ( $A$ ), fx last fra eksplosioner eller påkørselslaster.

NOTE – Indirekte laster forårsaget af tvangsdeformationer kan enten være permanente eller variable.

(2) Visse laster, fx seismiske laster og snelaster, kan betragtes enten som ulykkeslaster eller variable laster afhængigt af byggepladsens beliggenhed, se EN 1991 til EN 1998.

(3) Last forårsaget af vand kan betragtes som permanent eller variabel last afhængigt af variationen af lastens størrelse over tid.

(4)P Laster skal også klassificeres

- efter deres oprindelse som direkte eller indirekte
- efter deres rumlige variation som bundne eller frie
- efter deres art og/eller konstruktionens reaktion som statiske eller dynamiske.

(5) En last bør beskrives ved en model, hvor dens størrelse i de fleste tilfælde kan angives ved én talværdi, der kan have forskellige repræsentative værdier.

NOTE – For nogle laster og eftervisninger kan en mere kompleks angivelse af lastens størrelsen være nødvendig.

#### 4.1.2 *Karakteristiske lastværdier*

(1)P Den karakteristiske værdi  $F_k$  af en last er dens primære repræsentative værdi og skal angives:

- som en middelværdi, en øvre- eller nedreværdi eller en foreskreven værdi (det vil sige uden antagelse om statistisk fordeling) (se EN 1991)
- i projektdokumentation, idet den skal være fastsat i overensstemmelse med metoderne i EN 1991.

(2)P Den karakteristiske værdi af en permanent last skal fastsættes på følgende måde:

- hvis variationen af  $G$  kan betragtes som lille, kan der anvendes en enkelt værdi,  $G_k$
- hvis variationen af  $G$  ikke kan betragtes som lille, skal der anvendes to værdier: en øvre værdi,  $G_{k,sup}$ , og en nedre værdi,  $G_{k,inf}$ .

**DS/EN 1990 FU:2013**

(3) Variationen af  $G$  kan lades ude af betragtning, hvis  $G$  ikke varierer væsentligt i konstruktionens forventede levetid og dens variationskoefficient er lille.  $G_k$  sættes da til middelværdien.

NOTE – Variationskoefficienten er lille, hvis den ligger i intervallet 0,05 til 0,10, afhængigt af konstruktions-typen.

(4) I tilfælde hvor konstruktionen er meget følsom over for variationer i  $G$  (fx visse typer forspændte betonkonstruktioner), bør der anvendes øvre- og nedreværdier, selvom variationskoefficienten er lille.  $G_{k,inf}$  er da 5%-fraktilen, og  $G_{k,sup}$  er 95%-fraktilen af den statistiske fordeling af  $G$ , der kan forudsættes at være normalfordelt.

(5) Konstruktionens egenlast kan repræsenteres ved én karakteristisk værdi, som kan beregnes ud fra de foreskrevne dimensioner og middeldensiteter, se EN 1991-1-1.

NOTE – Vedrørende sætning af fundamenter, se EN 1997.

(6) Forspænding ( $P$ ) bør klassificeres som en permanent last forårsaget enten af styrede kræfter og/eller styrede deformationer, der påføres en konstruktion. Der bør skelnes mellem disse former for forspænding, hvor det er relevant (fx forspændt armering, forspænding ved tvangsdeformation af understøtninger).

NOTE – Den karakteristiske værdi af forspændingen på et givent tidspunkt,  $t$ , kan være øvreværdien  $P_{k,sup}(t)$  eller nedreværdien  $P_{k,inf}(t)$ . Til brudgrænsetilstande kan der anvendes en middelværdi,  $P_m(t)$ . Nærmere oplysninger er givet i EN 1992 til EN 1996 og EN 1999.

(7)  $P$  For variable laster skal den karakteristiske værdi ( $Q_k$ ) svare til enten:

- en øvreværdi, der med forventet sandsynlighed ikke bliver overskredet, eller en nedreværdi, der med forventet sandsynlighed bliver nået i løbet af en bestemt referenceperiode, eller
- en foreskreven værdi, i tilfælde hvor en statistisk fordeling ikke er kendt.

NOTE 1 – Værdier er angivet i de forskellige dele af EN 1991.

NOTE 2 – Den karakteristiske øvreværdi af naturlaster fastsættes således, at sandsynligheden for, at dens tidsvarierende del overskrides i løbet af en referenceperiode på ét år, er 0,02. Dette svarer til en gennemsnitlig returperiode på 50 år for den tidsvarierende del. I andre tilfælde kan lastens karakter og/eller det undersøgte dimensioneringstilfælde betyde, at en anden overskridelsessandsynlighed og/eller returperiode er mere relevant.

(8) For ulykkeslaster bør den regningsmæssige værdi  $A_d$  angives for det enkelte projekt.

NOTE – Se også EN 1991-1-7.

(9) For seismiske laster bør den regningsmæssige værdi  $A_{Ed}$  fastsættes ud fra den karakteristiske værdi  $A_{Ek}$  eller angives for det enkelte projekt.

NOTE – Se også EN 1998.

(10) For sammensatte laster bør den karakteristiske last være angivet ved en gruppe af værdier, der undersøges hver for sig ved dimensioneringen.

#### 4.1.3 **Andre repræsentative værdier af variable laster**

(1)P Andre repræsentative værdier af en variabel last er:

- (a) kombinationsværdien angivet som produktet  $\psi_0 Q_k$ , der anvendes til eftervisning af brudgrænsetilstande og irreversible anvendelsesgrænsetilstande (se kapitel 6 og annek C)
- (b) den hyppige værdi angivet som produktet  $\psi_1 Q_k$ , der anvendes til eftervisning af brudgrænsetilstande, hvori der indgår ulykkeslaste, og til verifikation af reversible anvendelsesgrænsetilstande.

NOTE 1 – For bygninger vælges den hyppige værdi eksempelvis således, at den tid, værdien er overskrevet, er 0,01 af referenceperioden; ved trafiklast på broer defineres den hyppige værdi ved en returperiode på én uge.

NOTE 2 – Den ikke-hyppige værdi angivet som produktet  $\psi_{1,inf} Q_k$ , må kun anvendes til verifikation af visse anvendelsesgrænsetilstande for betonbroer. Den ikke-hyppige værdi, der kun er defineret for trafiklast (se EN 1991-2), er baseret på en returperiode på ét år.

NOTE 3 – For den hyppige værdi for sammensatte trafiklaste, se EN 1991-2.

- (c) den kvasipermanente værdi angivet som produktet  $\psi_2 Q_k$ , der anvendes til verifikation af brudgrænsetilstande, hvori der indgår ulykkeslaste, og til verifikation af reversible anvendelsesgrænsetilstande. Kvasipermanente værdier anvendes også til beregning af langtidseffekter.

NOTE – For laste på etageadskillelser vælges den kvasipermanente værdi normalt således, at andelen af den tid, værdien overskrides, er 0,50 af referenceperioden. Den kvasipermanente værdi kan som alternativ fastsættes som gennemsnitsværdien i referenceperioden. For vindlast eller trafiklast sættes den kvasipermanente værdi almindeligvis til nul.

#### 4.1.6 **Geotekniske laster**

(1)P Geotekniske laste skal fastsættes i overensstemmelse med EN 1997-1.

#### 4.1.7 **Miljøpåvirkninger**

(1)P Miljøpåvirkninger, der kan indvirke på konstruktionens holdbarhed, skal tages i betragtning ved valg af konstruktionsmaterialer samt udformning af konstruktion og detaljer.

NOTE – EN 1992 til EN 1999 angiver de relevante foranstaltninger.

(2) Virkningerne af miljøpåvirkninger bør tages i betragtning, og hvor det er muligt, bør virkningerne beskrives kvantitativt.

## **4.2 Materiale- og produkttegenskaber**

(1) Materialers (herunder jord og klippe) og produkters egenskaber bør angives ved karakteristiske værdier (se 1.5.4.1).

(2) Når eftervisning af en grænsetilstand er følsom over for variationen af en materialeegenskab, bør der benyttes den øvre og nedre karakteristiske værdi af materialeegenskaben.

(3) Medmindre andet er angivet i EN 1991 til EN 1999 anvendes følgende fraktilværdier af styrkeegenskaber eller bæreevner:

- hvor en lav værdi er ugunstig, defineres den karakteristiske værdi som 5%-fraktilværdien
- hvor en høj værdi er ugunstig, defineres den karakteristiske værdi som 95%-fraktilværdien.

(4) PVærdier af materialeegenskaber skal bestemmes ud fra standardiserede forsøg udført under nærmere angivne betingelser. Der skal benyttes en omregningsfaktor, hvor dette er nødvendigt for at omregne forsøgsresultaterne til værdier, der kan antages at repræsentere materialets eller produktets opførsel i konstruktionen eller i jorden.

NOTE - Se annek D og EN 1992 til EN 1999.

(5) Hvis de statistiske data til fastlæggelse af de karakteristiske værdier af en materiale- eller produkttegenskab er utilstrækkelige, kan foreskrevne værdier benyttes som karakteristiske værdier, eller regningsmæssige værdier af egenskaben kan bestemmes direkte. Når de øvre eller nedre regningsmæssige værdier af en materiale- eller produkttegenskab bestemmes direkte (fx friktionskoefficient, dæmpningsforhold), bør disse vælges således, at mere ugunstige værdier vil give samme sandsynlighed for forekomst af den betragtede grænsetilstand som andre regningsmæssige værdier.

(6) Når der kræves et skøn over høj værdi af styrke (fx for kapacitetsdimensionering og for betons trækstyrke ved beregning af virkning af indirekte laster), bør der benyttes en karakteristisk øvre værdi af styrken.

(7) Hvis der skal tages hensyn til, at materialestyrken eller produktets bæreevne reduceres som følge af gentagne laster, vil det fremgå af EN 1992 til EN 1999.

(8) Konstruktionens stivhedsparametre (fx elasticitetsmoduler, krybetal) samt varmeudvidelseskoefficienter kan normalt angives ved en middelværdi. Når belastningens varighed har betydning, bør der anvendes andre egnede værdier.

NOTE – I nogle tilfælde kan det være nødvendigt at anvende en lavere eller højere værdi end middelværdien af elasticitetsmodulet (fx ved stabilitetsundersøgelser).

(9) Værdier af materiale- eller produkttegenskaber er givet i EN 1992 til EN 1999, relevante harmoniserede europæiske produktstandarder eller andre dokumenter. Hvis der benyttes værdier fra

produktstandarder, uden at der i EN 1992 til EN 1999 er givet vejledning om fortolkning, bør de mindst gunstige værdier anvendes.

(10)P Når der er behov for en partialkoefficient for materiale- eller produktensgenskaber, skal der anvendes en forsigtig værdi, medmindre der findes egnede statistiske oplysninger til bedømmelse af den valgte værdis sikkerhed.

NOTE – Der må udvises forsigtighed ved uvante anvendelser eller nye materialer/produkter.

### 4.3 Geometriske data

(1)P Geometriske data skal være repræsenteret ved deres karakteristiske værdi eller (fx i tilfælde af imperfektioner) direkte ved en regningsmæssig værdi.

(2) De dimensioner, der er specificeret ved projekteringen, kan antages at være karakteristiske værdier.

(3) Når den statistiske fordeling er tilstrækkelig kendt, kan der anvendes værdier af geometriske størrelser, der svarer til en foreskrevet fraktil af den statistiske fordeling.

(4) De imperfektioner, der bør tages hensyn til ved projektering af konstruktionsdele, er angivet i EN 1992 til EN 1999.

(5)P Tolerancer for konstruktioner fremstillet af forskellige materialer skal være indbyrdes forenelige.



## Kapitel 5      **Analyse af konstruktioner og projektering understøttet af forsøg**

### 5.1      **Analyse af konstruktioner**

#### 5.1.1      **Konstruktionsmodeller**

(1)P Der skal foretages beregninger ved hjælp af egnede konstruktionsmodeller, der medtager relevante variable.

(2) De anvendte beregningsmodeller bør være egnede til at forudsige konstruktionens opførsel med en acceptabel nøjagtighed. Konstruktionsmodellerne bør også være tilpasset de undersøgte grænsetilstande.

(3)P Konstruktionsmodeller skal være baseret på anerkendt ingeniørmæssig teori og praksis. Om nødvendigt skal de verificeres ved forsøg.

#### 5.1.2      **Statiske laster**

(1)P For statiske påvirkninger skal beregningsmodellen baseres på fyldestgørende beskrivelse af kraft-deformations-forhold dels for konstruktionsdelene og deres forbindelser, dels mellem konstruktionsdele og jorden.

(2)P Randbetingelser, der anvendes i modellen, skal repræsentere de betingelser, der er forudsat i konstruktionen.

(3)P Virkningerne af flytninger og deformationer (andenordens effekter) skal medtages ved eftervisning af brudgrænsetilstanden, hvis de medfører en væsentlig forøgelse af lastvirkningen.

NOTE – Metoder til undersøgelse af virkningen af deformationer er angivet i EN 1991 til EN 1999.

(4)P Indirekte laster skal indgå i analysen på følgende måde:

- ved lineær-elastisk analyse direkte eller som ækvivalente kræfter (ved anvendelse af relevante stivhedsforhold)
- ved ikke-lineær analyse direkte som tvangsdeformationer.

#### 5.1.3      **Dynamiske laster**

(1)P Den konstruktionsmodel, der skal anvendes til bestemmelse af lastvirkninger, skal fastlægges under hensyntagen til alle relevante bærende konstruktionsdele, disses masse, styrke, stivhed og dæmpningsegenskaber, samt alle relevante ikke-bærende dele og disses egenskaber.

(2)P Randbetingelser, der anvendes i modellen, skal repræsentere de betingelser, der er forudsat i konstruktionen.



**DS/EN 1990 FU:2013**

(3) Når dynamiske laster betragtes som kvasistatiske, kan den dynamiske andel medtages enten ved at medregne den i den statiske værdi eller ved at påføre den statiske last en ækvivalent dynamisk forstærkningsfaktor.

NOTE – Ved fastlæggelse af den ækvivalent dynamiske forstærkningsfaktor kan det være nødvendigt at bestemme egenfrekvensen.

(4) Hvis der optræder interaktion mellem jord og konstruktion, kan jordbundens bidrag modelleres ved passende ækvivalente fjedre og svingningsdæmpere.

(5) I nogle tilfælde (fx vindfremkaldte svingninger eller seismiske laster) kan påvirkningerne fastlægges ved en modalanalyse baseret på lineær-elastisk materiale og lineær geometrisk opførsel (førsteordens teori). For konstruktioner med sædvanlig geometri, stivhed og massefordeling, og forudsat at kun grundsvingningen er relevant, kan en eksPLICIT modalanalyse erstattes med en analyse med ækvivalent statiske laster.

(6) Dynamiske laster kan i nogle tilfælde også udtrykkes ved tidshistorier eller frekvensspektrer, og konstruktionens respons kan bestemmes ved egnede metoder.

(7) Hvor dynamiske laster forårsager svingninger af størrelse eller frekvens, der vil kunne overskride anvendelseskravene, bør anvendelsesgrænsetilstanden eftervises.

NOTE – Vejledning vedrørende vurdering af disse grænsetilstande er angivet i anneks A og EN 1992 til EN 1999.

#### **5.1.4 Branddimensionering**

(1)P Konstruktioners branddimensionering skal baseres på brandscenarier (se EN 1991-1-2) og tage hensyn til modeller for temperaturudviklingen i konstruktionen samt modeller for konstruktionens mekaniske opførsel ved forhøjet temperatur.

(2) Konstruktionens krævede ydeevne med hensyn til brand bør verificeres enten ved global analyse, analyse af delområder eller analyse af konstruktionsdele samt ved hjælp af data i tabelform eller forsøgsresultater.

(3) Konstruktionens opførsel ved udsættelse for brand bør vurderes under hensyntagen til:

- nominel brandpåvirkning
- modelleret brandpåvirkning

samt de ledsagende laster.

NOTE – Se også EN 1991-1-2.

(4) Konstruktionens opførsel ved forhøjede temperaturer bør vurderes i overensstemmelse med EN 1992 til EN 1996 og EN 1999, der angiver termiske modeller og konstruktionsmodeller til analyse.

(5) Hvor det er relevant for det specifikke materiale og metoden til vurdering:

- kan termiske modeller baseres på en antagelse om ensartet eller ikke-ensartet temperatur i tværsnit og langs konstruktionsdele
- kan konstruktionsmodeller begrænses til en analyse af de enkelte konstruktionsdele, eller de kan tage hensyn til samvirkningen mellem konstruktionsdele ved brandpåvirkning.

(6) Modeller for konstruktionsdeles mekaniske opførsel ved forhøjede temperaturer bør være ikke-lineære.

NOTE – Se også EN 1991 til EN 1999.

## 5.2 Projektering understøttet af forsøg

(1) Projektering kan baseres på en kombination af forsøg og beregninger.

NOTE – Forsøg kan eksempelvis udføres under følgende omstændigheder:

- hvis fyldestgørende beregningsmodeller ikke er tilgængelige
- hvis der skal anvendes et stort antal lignende komponenter
- hvis forudsætninger i projekteringen skal bekræftes ved kontrol.

Se annek D.

(2) Projektering baseret på forsøgsresultater skal resultere i det sikkerhedsniveau, der kræves for det pågældende dimensioneringstilfælde. Den statistiske usikkerhed som følge af et begrænset antal forsøgsresultater skal tages i betragtning.

(3) Der bør anvendes partialkoefficienter (herunder partialkoefficienter for modelusikkerheder), der er sammenlignelige med koefficienterne i EN 1991 til EN 1999.



## Kapitel 6 Eftervisning ved partialkoefficientmetoden

### 6.1 Generelt

(1) P Ved anvendelse af partialkoefficientmetoden skal det eftervises, at grænsetilstandene ikke er overskredet i nogen af de relevante dimensioneringstilfælde, når de regningsmæssige værdier for laster eller lastvirkninger og bæreevne benyttes i beregningsmodellerne.

(2) For de valgte dimensioneringstilfælde og relevante grænsetilstande bør de enkelte laster for de kritiske lasttilfælde kombineres som beskrevet i dette kapitel. Laster, der ikke kan forekomme samtidigt, fx af fysiske årsager, betragtes dog ikke samtidigt.

(3) Regningsmæssige værdier bør opnås ved at anvende:

- de karakteristiske værdier
- andre repræsentative værdier

i kombination med partialkoefficienter og andre koefficienter som defineret i dette kapitel og i EN 1991 til EN 1999.

(4) Det kan være relevant at bestemme regningsmæssige værdier direkte, idet der da vælges forsigtige værdier.

(5) P Regningsmæssige værdier, der er bestemt direkte på et statistisk grundlag, skal have mindst samme sikkerhed for de forskellige grænsetilstande som det sikkerhedsniveau, der er forudsat ved anvendelse af partialkoefficienterne i denne standard.

### 6.2 Begrænsninger

(1) Brugen af anvendelsesreglerne i EN 1990 er begrænset til eftervisning af brudgrænse- og anvendelsesgrænsetilstande for konstruktioner, der påvirkes af en statisk last, herunder tilfælde hvor de dynamiske virkninger er medtaget i form af ækvivalent kvasistatiske laster og dynamiske forstærkningsfaktorer, fx ved vind- eller trafiklast. Til ikke-lineær analyse og udmattelse bør de specifikke regler i de forskellige dele af EN 1991 til EN 1999 anvendes.

### 6.4 Brudgrænsetilstande

#### 6.4.1 Generelt

(1) P Følgende brudgrænsetilstande skal eftervises, hvor det er relevant:

- EQU: tab af statisk ligevægt af konstruktionen eller en del af denne, idet konstruktionen betragtes som et stift legeme, hvor:
  - mindre variationer i værdien eller i den rumlige fordeling af permanente laster fra en enkelt kilde er væsentlige, og
  - styrken af konstruktionsmaterialer eller jord generelt ikke er bestemmende
- STR: indvendingt svigt eller meget stor deformation af konstruktionen eller konstruktionsdele, herunder fundamenter, pæle, kældervægge osv., hvor styrken af konstruktionsmaterialerne er bestemmende

**DS/EN 1990 FU:2013**

- c) GEO: svigt eller meget stor deformation af jorden, idet styrken af jordbunden eller klippen er bestemmende for bæreevnen
- d) FAT: udmattelsessvigt af konstruktionen eller konstruktionsdele.

NOTE – For dimensionering mod udmattelse er lastkombinationer specificeret i EN 1992 til EN 1995, EN 1998 og EN 1999.

For bygningskonstruktioner er EQU og FAT normalt ikke relevant. Betingelsen for EQU – at 'mindre variationer i værdien eller i den rumlige fordeling af laster fra en enkelt kilde er væsentlige' – indebærer normalt, at gunstige og ugunstige permanente laster skal være væsentlige i forhold til de variable laster, for at EQU bliver relevant.

- e) UPL: tab af ligevægt af konstruktionen eller af jorden forårsaget af opdrift på grund af vandtryk eller andre lodrette laster.

NOTE – Se EN 1997.

- f) HYD: hydraulisk hævnning, indre erosion og piping i jorden forårsaget af hydrauliske gradienter.

NOTE – Se EN 1997.

(2)P De regningsmæssige lastværdier skal være i overensstemmelse med annek A.

#### **6.4.2 Eftervisning af statisk ligevægt og bæreevne**

(1)P Når der undersøges en grænsetilstand med statisk ligevægt af konstruktionen (EQU), skal det eftervises, at:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \quad (6.7)$$

hvor

$E_{d,dst}$  er den regningsmæssige værdi af virkningen af væltende kræfter

$E_{d,stab}$  er den regningsmæssige værdi af virkningen af stabiliserende kræfter.

(2) Udtrykket for en grænsetilstand med statisk ligevægt kan suppleres med flere bidrag, fx med en friktionskoefficient mellem stive legemer.

(3)P Når der undersøges en grænsetilstand med brud eller meget stor deformation af et tværsnit, en konstruktionsdel eller en samling (STR og/eller GEO), skal det eftervises, at

$$E_d \leq R_d \quad (6.8)$$

hvor

$E_d$  er den regningsmæssige værdi af lastvirkningen som fx en snitkraft eller en vektor, der repræsenterer flere snitkræfter

$R_d$  er den regningsmæssige værdi af den tilsvarende bæreevne.

NOTE 1 – Nærmere oplysninger om metoderne STR og GEO er angivet i anneks A.

NOTE 2 – Formel (6.8) dækker ikke alle grænsetilstande vedrørende eftervisning af stabilitet, det vil sige svigt som følge af andenordens effekter. Se EN 1992 til EN 1999.

### 6.4.3 **Lastkombinationer (undtagen eftervisning af udmattelse)**

#### 6.4.3.1 **Generelt**

(1)P For hvert kritisk lasttilfælde skal den regningsmæssige værdi af lastvirkninger ( $E_d$ ) fastlægges ved at kombinere værdierne af de laster, der antages at virke samtidigt.

(2) Hver lastkombination bør omfatte:

- en dominerende variabel last eller
- en ulykkeslast.

(3) Lastkombinationerne bør være i overensstemmelse med 6.4.3.2 til 6.4.3.4.

(4) P Når resultaterne af en eftervisning er meget følsomme over for variationer af størrelsen af en permanent last fra sted til sted i konstruktionen, skal de ugunstige og de gunstige dele af denne last betragtes som uafhængige laster.

NOTE – Dette gælder især for eftervisning af statisk ligevægt og tilsvarende grænsetilstande, se 6.4.2(2).

(5) Når virkningerne af en last (fx bøjning og normalkraft hidhørende fra egenvægt) ikke er fuldt korrelerede, bør partialkoefficienten på gunstige bidrag reduceres.

NOTE –Yderligere vejledning er givet i EN 1992 til EN 1999.

(6)Tvangsdeformationer tages i regning, hvis de har indflydelse.

NOTE – For uddybende vejledning se afsnit 5.1.2 (4)P og EN 1992 til EN 1999.

#### 6.4.3.2 **Lastkombinationer ved vedvarende eller midlertidige dimensioneringstilfælde (grundlæggende kombinationer)**

(1) Det generelle format for bestemmelse af lastvirkninger er:

$$E_d = \gamma_{Sd} E \{ \gamma_{g,j} G_{k,j}; \gamma_p P; \gamma_{q,1} Q_{k,1}; \gamma_{q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.9a)$$

(2) Kombinationen af lastvirkninger, der betragtes, bør baseres på

- den regningsmæssige værdi af den dominerende variable last
- de regningsmæssige kombinationsværdier af ikke-dominerende variable laster.

NOTE – Se også 6.4.3.2(4).

$$E_d = E \{ \gamma_{G,j} G_{k,j}; \gamma_p P; \gamma_{Q,1} Q_{k,1}; \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.9b)$$

(3) Kombinationen af lasterne i parentes  $\{ \}$  i (6.9.b) kan enten udtrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10)$$

eller alternativt for STR- og GEO-grænsetilstande som den mindst gunstige af følgende to udtryk:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10b)$$

hvor:

"+"	betyder " kombineres med "
$\sum$	betyder " den kombinerede virkning af "
$\xi$	er en reduktionsfaktor for ugunstige permanente laster $G$ .

Formel (6.10) benyttes til eftervisning af statisk ligevægt EQU og ligevægt i forbindelse med opdrift UPL, se tabel A.1.2(A) DK NA i anneks A.1. Formel (6.10a) uden variable laster og formel (6.10b) benyttes til STR- og GEO-grænsetilstande, se tabel A.1.2(B+C) DK NA i anneks A.1.

(4) Hvis forholdet mellem laster og deres virkninger ikke er lineært, bør udtryk (6.9a) eller (6.9b) anvendes direkte, afhængigt af den relative forøgelse af lastvirkningerne i forhold til forøgelsen af lasternes størrelse (se også 6.3.2(4)).

#### 6.4.3.3 Lastkombinationer ved ulykkesdimensioneringstilfælde

(1) Det generelle format for bestemmelse af lastvirkninger er:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_d; (\psi_{1,1} \text{ eller } \psi_{2,1}) Q_{k,1}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.11a)$$

(2) Kombinationen af lasterne i parentes  $\{ \}$  kan udtrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \text{ eller } \psi_{2,1}) Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.11b)$$

#### 6.4.3.4 Lastkombinationer ved seismiske dimensioneringstilfælde

(1) Det generelle format for bestemmelse af lastvirkninger er:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_{Ed}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (6.12a)$$

(2) Kombinationen af lasterne i parentes  $\{ \}$  kan udtrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_{Ed} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.12b)$$

## 6.5 Anvendelsesgrænsetilstande

### 6.5.1 *Eftervisning*

(1)P Det skal eftervises, at

$$E_d \leq C_d \quad (6.13)$$

hvor

$C_d$  er den tilladelige regningsmæssige værdi af det relevante anvendelseskriterium

$E_d$  er den regningsmæssige værdi af lastvirkningerne specificeret i anvendelseskriteriet bestemt på grundlag af den relevante kombination.

### 6.5.2 *Anvendelseskriterier*

(1) De deformationer, der indgår i anvendelseskriterier, bør specificeres som beskrevet i anneks A svarende til typen af bygværk eller som aftalt med bygherren eller de nationale myndigheder.

NOTE – Vedrørende andre anvendelseskriterier som fx revnebredde, maksimal værdi af spænding eller tøjning, bæreevne over for glidning, se EN 1991 til EN 1999.

### 6.5.3 *Lastkombinationer*

(1) De lastkombinationer, der anvendes i de relevante dimensioneringstilfælde, bør være repræsentative for de anvendelseskrav og kriterier, der eftervises.

(2) Lastkombinationer ved anvendelsesgrænsetilstande er defineret symbolsk ved følgende udtryk (se også 6.5.4):

NOTE – Det er i disse udtryk forudsat, at alle partialkoefficienter er lig med 1. Se anneks A og EN 1991 til EN 1999.

a) Karakteristisk kombination:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \psi_{0,i} Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.14a)$$

hvor kombinationen af lasterne i parentes  $\{ \}$  (kaldet den karakteristiske kombination) kan udtrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14b)$$

NOTE – Den karakteristiske kombination anvendes normalt til irreversible grænsetilstande.



**DS/EN 1990 FU:2013**

b) Hyppig kombination:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \psi_{1,1} Q_{k,1}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.15a)$$

hvor kombinationen af lasterne i parentes  $\{ \}$  (kaldet den hyppige kombination) kan udtrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15b)$$

NOTE – Den hyppige kombination anvendes normalt til reversible grænsetilstande.

c) Kvasipermanent kombination:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (6.16a)$$

hvor kombinationen af lasterne i parentes  $\{ \}$  (kaldet den kvasipermanente kombination) kan udtrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16b)$$

hvor symbolerne er som anført i 1.6 og 6.4.3(1).

NOTE – Den kvasipermanente kombination anvendes normalt til langtidsvirkninger og konstruktionens udseende.

(3) Vedrørende den repræsentative værdi af forspændingslasten (dvs.  $P_k$  eller  $P_m$ ) henvises der til den relevante eurocode for dimensionering af den betragtede type forspænding.

(4) Lastvirkninger som følge af tvangsdeformationer skal tages i betragtning, når de har betydning.

NOTE – I nogle tilfælde er det nødvendigt at ændre formlerne (6.14) til (6.16). Detaljerede regler er angivet i de relevante dele af EN 1991 til EN 1999.

#### **6.5.4 Partialkoefficienter for materialer**

(1) For anvendelsesgrænsetilstande bør partialkoefficienten  $\gamma_M$  for materialeegenskaber antages at være 1,0, medmindre andet er specificeret i EN 1992 til EN 1999.

## Anneks A.1


(normativt)

### Anvendelse på konstruktioner

#### A.1.2 Lastkombinationer

##### A.1.2.2 Anbefalede værdier af $\psi$ -faktorer for bygninger

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

Last	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
<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: butiksarealer	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, $30 \text{ kN} < \text{bruttovægt} \leq 160 \text{ kN}$	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>Temperatur</b>	0,6	0,5	0	

### A.1.3 Brudgrænsetilstande

#### A.1.3.1 *Regningsmæssige lastværdier ved vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde*

(1) De regningsmæssige lastværdier ved brudgrænsetilstande i vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde (formel 6.9a til 6.10b) bør være i overensstemmelse med tabel A1.2(A) til (C).

(2) Når tabel A1.2(A) til A1.2(C) anvendes i tilfælde, hvor grænsetilstanden er meget følsom over for variationer i størrelsen af permanente laster, bør de øvre og nedre karakteristiske lastværdier bestemmes ifølge 4.1.2(2)P.

(3) Statisk ligevægt (EQU, se 6.4.1) for bygningskonstruktioner bør eftervises ved hjælp af de regningsmæssige lastværdier i tabel A1.2(A).

(4) Dimensionering af konstruktionsdele (STR, se 6.4.1), der ikke påvirkes af geotekniske laster, eftervises med partialkoefficienterne i tabel A1.2(B).

(5) Dimensionering af konstruktionsdele (fundamenter, pæle, kældervægge osv.) (STR), der påvirkes af geotekniske laster og afhænger af jordbundens bæreevne (GEO, se 6.4.1), eftervises ved hjælp af en af følgende tre metoder suppleret med EN 1997 vedrørende geotekniske laster og jordbundens bæreevne:

- Metode 2: partialkoefficienterne fra tabel A1.2(B) påføres de geotekniske laster og andre laster på/fra konstruktionen.
- Metode 3: partialkoefficienterne fra tabel A1.2(C) påføres de geotekniske laster, samtidigt med at de andre laster på/fra konstruktionen påføres partialkoefficienterne fra tabel A1.2(B).

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

(6) Bygningskonstruktioners stabilitet (fx stabilitet af en skråning, der understøtter en bygning) bør eftervises i overensstemmelse med EN 1997.

(7) Hydraulisk brud (HYD) og svigt ved opdrift (UPL) (fx i bunden af en udgravning til en bygningskonstruktion) bør verificeres i overensstemmelse med EN 1997.

**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
Referenceformel				(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 A1.1 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/EN 1997-1 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)

Lastkombination 1 og 2 i tabel A.1.2(B+C) DK NA benyttes ved dimensionering af bygningskonstruktioner. Lastkombination 3, 4 og 5 er kun relevante for konstruktioner udsat for geotekniske laster og behandles detaljeret i DS/EN 1997 FU (udkommer efteråret 2013).

Grænsetilstand				STR/GEO				STR
Lastkombination				1	2	3	4	5
Referenceformler				(6.10a)	(6.10b)	(6.10a)	(6.10b)	(6.10a)
Partialkoefficienter for laster								
Permanent last	Tyngde, generelt (**)	Ugunstig	$\gamma_{G;\text{sup}} \cdot K_{\text{FI}}$	$1,2 \cdot K_{\text{FI}}$	$1,0 \cdot K_{\text{FI}}$	1,2	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G;\text{inf}}$	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner (***)	Ugunstig	$\gamma_{G;\text{sup}}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G;\text{inf}}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabel last (*)	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1} \cdot K_{\text{FI}}$	0	$1,5 \cdot K_{\text{FI}}$	0	1,5	0
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i} \cdot K_{\text{FI}}$	0	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{\text{FI}}$	0	$1,5 \cdot \psi_0$	0
Faktor på partialkoefficient for styrkeparametre og modstandsevne								
Konstruktionsmaterialer, jf. DS/EN 1992 - 1996 og 1999		$\gamma_0$	1,0	1,0	$K_{\text{FI}}$	$K_{\text{FI}}$	$1,2 K_{\text{FI}}$	
Jordparametre og modstandsevne, jf. DS/EN 1997-1			1,0	1,0	$K_{\text{FI}}$	$K_{\text{FI}}$	$1,0$ ( $\gamma_{\text{M}} = \gamma_{\text{R}} = 1,0$ )	
(*) Variable laster er de laster, der er indeholdt i tabel A1.1 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.								

(fortsættes)

## (Tabel A.1.2(B+C) DK NA fortsat)

NOTE 1 – Formel 6.10a og 6.10b benyttes for både STR og GEO. I formel 6.10a indgår kun permanente laster.

NOTE 2 – For konstruktioner, der ikke er påvirket af geotekniske laster, kan eftervisning ske alene ved anvendelse af lastkombination 1 og 2.

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.

For konstruktioner, der udelukkende er påvirket af geotekniske laster, kan eftervisning ske alene ved anvendelse af lastkombination 3 og 4 samt lastkombination 5.

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.

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:  $K_{FI} = 0,9$ .

Konsekvensklasse CC1 anvendes ikke for geotekniske konstruktioner.

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.

### A.1.3.2 Regningsmæssige lastværdier ved ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde

(1) Partialkoefficienterne for laster i brudgrænsetilstande ved ulykkesdimensioneringstilfælde og seismiske dimensioneringstilfælde (formel 6.11a til 6.12b) bør være 1,0.  $\psi$ -værdier er angivet i tabel A.1.1.

NOTE – Vedrørende det seismiske dimensioneringstilfælde, se også EN 1998.

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

Dimensioneringstilfælde	Permanente laster		Dominerende ulykkeslast eller seismisk last	Ikke-dominerende variable laster*	
	Ugunstige	Gunstige		Eventuel primær	Andre
Brand (Formel 6.11a/b)	$G_{k,j,\text{sup}}$	$G_{k,j,\text{inf}}$	$A_d$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Ulykke i øvrigt (Formel 6.11a/b)	$G_{k,j,\text{sup}}$	$G_{k,j,\text{inf}}$	$A_d$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Seismisk (Formel 6.12a/b)	$G_{k,j,\text{sup}}$	$G_{k,j,\text{inf}}$	$A_d$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

\*) 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 materialeeurocode.

Seismisk last omfatter last, der tages i regning for at sikre konstruktioners styrke og stabilitet over for små jordrystelser. 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:

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

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

## A.1.4 Anvendelsesgrænsetilstande

### A.1.4.1 Partialkoefficienter for laster

(1) For anvendelsesgrænsetilstande sættes partialkoefficienter for laster til 1,0, medmindre andet er specificeret i EN 1991 til EN 1999.

**Tabel A.1.4 – Regningsmæssige lastværdier til brug ved lastkombinationer**

Kombination	Permanente laster $G_d$		Variable laster $Q_d$	
	Ugunstige	Gunstige	Dominerende	Ikke-dominerende
Karakteristisk	$G_{k,j,\text{sup}}$	$G_{k,j,\text{inf}}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Hyppig	$G_{k,j,\text{sup}}$	$G_{k,j,\text{inf}}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvasipermanent	$G_{k,j,\text{sup}}$	$G_{k,j,\text{inf}}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

### A.1.4.2 Anvendelseskriterier

(1) Anvendelsesgrænsetilstande i bygninger bør tage hensyn til kriterier vedrørende fx etageadskillelsers stivhed, niveauforskelle, vandret flytning af en etage og/eller bygningen samt tagets stivhed. Stivhedskriterier kan udtrykkes som grænser for lodret deformation og for svingninger eller som grænser for vandret flytning.

(2) Anvendelseskriterier bør fastlægges for det konkrete projekt og aftales med bygherren.

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

(3) P Anvendelseskriterier for deformationer og svingninger skal defineres:

- afhængigt af den forudsatte anvendelse
- i relation til anvendelseskravene i 3.4
- uafhængigt af de materialer, der er anvendt til den understøttende konstruktion.

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

### A.1.4.4 Svingninger

(1) For at sikre tilfredsstillende funktion af bygninger og konstruktionsdele med hensyn til svingninger i anvendelsestilstanden bør bl.a. følgende forhold tages i betragtning:

- a) brugernes komfort
- b) konstruktionens eller konstruktionsdelenes virkemåde (fx revner i skillevægge, beskadigelse af beklædninger, bygningsindholdets følsomhed over for svingninger).



**DS/EN 1990 FU:2013**

Andre forhold bør overvejes for det konkrete projekt og aftales med bygherren.

(2) For at en konstruktions eller en konstruktionsdels anvendelsesgrænsetilstand ikke bliver overskredet under påvirkning af svingninger, bør egenfrekvensen af konstruktionen eller konstruktionsdelen holdes over minimumværdier, der afhænger af bygningens virkemåde og årsagen til svingningen, og som er aftalt med bygherren og/eller den relevante myndighed.

(3) Hvis egenfrekvensen af konstruktionen er lavere end minimumværdien, bør der foretages en mere detaljeret analyse af konstruktionens dynamiske respons, herunder overvejelser om dæmpning.

NOTE – For yderligere vejledning se EN 1991-1-1, EN 1991-1-4 og ISO 10137.

(4) Mulige årsager til svingninger, der bør tages i betragtning, er bl.a. gang, koordinerede bevægelser fra mennesker, maskineri, jordbårne vibrationer fra trafik samt vindlast. Disse og andre årsager bør specificeres for det konkrete projekt og aftales med bygherren.

### 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	$n_e > 10 \text{ Hz}$	$n_e < 6 \text{ Hz}$	10 %
Boliger	Ganglast	$n_e > 8 \text{ Hz}$	$n_e < 5 \text{ Hz}$	0,1 %
Kontorlokaler	Ganglast	$n_e > 8 \text{ Hz}$	$n_e < 5 \text{ Hz}$	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.

## Anneks B

(informativt)

### Styring af bygværkers sikkerhed

#### B.4 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 gjorde 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 B.4a 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 B.4b NA – Minimumkrav 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.			

## DK NA Anneks E

### 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 projektmaterialet
- 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: Højst 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 maks. 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.

(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  $\gamma_M$ , 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 dog 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 imidlertid sikres, at konstruktionens modstandsdygtighed 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.





ISBN 978-87-7310-831-4

## DANSK STANDARD

Fonden Dansk Standard  
Kollegievej 6  
2920 Charlottenlund  
Tlf. 39 96 61 01  
Fax 39 96 61 02  
ds@ds.dk  
www.ds.dk

