

# Implementering af Eurocode 2 i Danmark

Bjarne Chr. Jensen  
ingeniørdocent, lic. techn.  
Syddansk Universitet

## Eurocode 2: Betonkonstruktioner

- Del 1-1: Generelle regler samt regler for bygningskonstruktioner  
Betegnelse: DS/EN 1992-1-1:2004(E)  
DS/EN 1992-1-1:2005(da)
- Del 1-2: Generelle regler – Brandteknisk dimensionering
- Del 2: Betonbroer
- Del 3: Siloer

## Lidt data om EN 1992-1-1, Generelle del

- Engelsk udgave er på 225 sider
- Dansk udgave er på 225 sider og er en nøje oversættelse af den engelske, uden tilføjelser (eller rettelser)
- Den engelske udgave er udsendt separat i 2005
- Den danske udgave er i 2005 udsendt trykt sammen med en engelsk udgave – ens sider på samme opslag

## Og endnu flere data

- Eurocode 2 har 121 steder, hvor der skal træffes nationale valg. Disse nationale valg udsendes i et nationalt annek. Nationale valg kan være:
  - Partialkoefficienter
  - Faktorer i formler
  - Valg mellem beregningsmetoder
  - Beslutning om informative annekser er gældende
  - Supplerende oplysninger, hvor det er tilladt (Ikke konfliktende informationer)
- Nationalt annek er under udarbejdelse. Det har været i høring og høringssvarene er under bearbejdelse.

## Lidt data om EN 1992-2, Broer

- Kun engelsk udgave, der er udsendt af DS i 2005.
- Der er 35 steder, hvor der skal træffes nationale valg
- Skrevet som tillæg til EN 1992-1-1
- Arbejdet varetages af Vejdirektoratet

## Lidt data om EN 1992-3, Betonkonstruktioner til opbevaring af væsker og pulvere

- Kun engelsk udgave, der er udsendt af DS i 2006
- Der er 6 steder, hvor der skal træffes nationale valg
- Skrevet som tillæg til EN 1992-1-1
- Nationalt annekts ??????

## Fra forord til EN 1992-1-1:

- EN 1992-1-1 beskriver principperne for og kravene til betonkonstruktioners sikkerhed, anvendelighed og holdbarhed sammen med specifikke bestemmelser for bygningskonstruktioner. Den er baseret på grænsetilstandsbegrebet anvendt sammen med en partialkoefficientmetode

## Anvendelsesområde:

- EN 1992-1-1 giver et generelt grundlag for projektering af *uarmeret*, *armeret* og *forspændt beton* med *almindelige* og *lette tilslag* sammen med specifikke regler for bygningskonstruktioner. Den afløser DS 411 (og DS 420, bortset fra porebetondelen???)

## Afdramatisering

- Ingen revolution i forhold til DS 411
- Opbygget med norm- og vejledningsstof
- En del ændringer, men stadig grænsetilstande og partialkoefficienter
- Flere ting er dækket af beregningsregler
- Flere restriktioner ved beregninger
- Anvendelsestilstand ofte uden beregninger
- Flere konstruktive regler (vejledninger)
- Dækker beton til og med 90 MPa

## Nationalt anneks

Høringen har efterladt enkelte principielle emner, der skal yderligere behandles

- Partialkoefficienter
- Miljøklasser
- Deformationer
- Generelle plastiske beregninger

De kommenteres yderligere i det følgende

## EN 1992-1-1: Indhold

1. Generelt
2. Dimensioneringsgrundlag
3. Materialer
4. Holdbarhed og dæklag over armering
5. Konstruktionsanalyse
6. Brudgrænsetilstande
7. Anvendelsesgrænsetilstande
8. Udformning af armering og spændarmering – generelt
9. Konstruktionsudformning og særlige regler
10. Supplerende regler for præfabrikerede betonelementer og betonkonstruktioner
11. Konstruktioner af let konstruktionsbeton
12. Uarmerede og let armerede konstruktioner

## EN 1992-1-1: Indhold

### Annekser

- A. (inf) Ændring af partialkoefficienter for materialer
- B. (inf) Tøjning fra krybning og svind
- C. (norm) Egenskaber for armering, der er egnet til anvendelse ifølge denne Eurocode
- D. (inf) Detaljeret metode til beregning af forspændingsståls relaksationstab
- E. (inf) Vejledende styrkeklasser for holdbarhed
- F. (inf) Ligninger for trækarmering ved plan spændingstilstand
- G. (inf) Samvirkning mellem jord og konstruktion **Ej gældende i DK**
- H. (inf) Globale 2.-ordens effekter i konstruktioner **Ej gældende i DK**
- I. (inf) Beregning af pladedæk og afstivende vægge **Ej gældende i DK**
- J. (inf) Armeringsudformningsregler for særlige tilfælde **Ej gældende i DK**

## 2. Dimensioneringsgrundlag

Partialkoefficienter:

- Nationalt bestemte. **De nye fortsætter**
- Der er åbnet mulighed for justeringer som følge af inspektionsniveau ~ kontrolklasse. **Måske indføres tredjepartsinspektion**
- Der er mulighed for særlige koefficienter for betonelementer. **Det er allerede udnyttet ved den seneste revision**

## 3. Materialer

- Beton
  - Trykstyrkeudvikling med tiden
  - Beregning af krybning
  - Beregning af svind
  - 3 arbejdslinier for beregning af tværsnit
    - Parabolsk-lineær
    - Bilineær
    - Rektangulær
  - Diverse parametre til arbejdslinierne (Højstyrkebeton for  $f_{ck} > 50$  MPa)

## 3. Materialer

- Armering
  - EN 1992-1-1 gælder for ribbet og svejsbart armering
  - Detailkrav i anneks C (A, B, og C stål)
- Krav til spændarmering

Hvad gør vi med glat armering? Har det overhovedet interesse?

Generelt henvises til EN 10080 og EN 10138, der ikke er særlig detaljerede

## 4. Holdbarhed og dæklag over armering

- **Miljøklasser:** Der anvendes 6 hovedeksponeringsklasser med underklasser, i alt 18 eksponeringsklasser. **Måske anvender vi vore sædvanlige 4 miljøklasser.**
- **Dæklag:** Minimumsdæklag til armering er gjort afhængig af 6 konstruktionsklasser og eksponeringsklasserne. **Justeres**



## 5. Konstruktionsanalyse (dvs. Snitkræfter, spændinger, tøjninger og flytninger)

- Geometriske imperfektioner. I **Nationalt anneks til Basis of Design** fastholdes **masselast, hvorfor det udgår**
- Ny søjleberegning. **Der er foretaget valg mellem to metoder**
- Forspændingsberegninger
  - Spændingstab, friktionstab, låsetab etc.

## 5. Konstruktionsanalyse

- Lineær elastisk analyse
- Lineær elastisk analyse med begrænset omlejring
- Plastisk analyse
  - Bjælker, rammer, plader
  - Rotationskapacitet **Intet om translationskapacitet**
  - Gitteranalogi
  - Der vil være væsentlige informationer om plasticitetsteorien i vores nationale anneks, bl.a. om effektivitetsfaktor og stringerberegninger**
- Ikke lineær analyse

## 6. Brudgrænsetilstande

- Kapitlet indeholder de klassiske beregninger, dvs. bøjning, forskydning osv. svarende til vore plastiske metoder. Vridning og kombinerede påvirkninger ikke helt på vores (plasticitetsteoretiske) niveau
- Omfattende gennemlokning
- Gitteranalogi – komplicerede knuder
- Udmattelse
  - Mangler stringermetoden

## 7. Anvendelsesgrænsetilstande

Det drejer sig om

- Spændingsbegrænsninger
- Revnekontrol
- Nedbøjningskontrol

Stort set er det hele vejledning, og væsentlig dele er kontrol uden beregninger.

Nedbøjningsgrænser skal koordineres med  
Nationalt annekst til EN 1990

## 8. Konstruktiv udformning af armering og spændarmering - generelt

- Armeringsafstande, bukkediametre, forankring og stød

Væsentlig ændret, men alt er stort set vejledningsstof. Vi har netop ændret forankring og stød i DS 411. Det giver nogle landvindinger, men er også mere kompliceret. Landvindingerne må nok opgives.

## 9. Konstruktionsudformning og særlige regler

- Minimumsarmering – specielt kommer der lidt mere forskydningsarmering
- Eksempler på armeringsplacering og –udformning, f.eks.
  - bøjler (der tillades åbne bøjler)
  - lukkede bøjler ved frie pladerande
  - armering for gennemlokning

## 9. Konstruktionsudformning og .... Trækforbindelsessystemer (robusthed)



## 9. Konstruktionsudformning og .... Trækforbindelsessystemer (robusthed)

- Norm: Konstruktioner, der ikke er dimensioneret til at optage ulykkeslaster, skal have et passende trækforbindelsessystem, der forhindrer progressiv sammenstyrtning.
  - Vejledningen giver trækkraefter, der minder om reglerne i DS 411
- NA til EN 1990 indeholder vore overordnede regler for robusthed. Reglerne i EC2 ophæves til at være analoge til vore nuværende forenklinger

## 10. Supplerende regler for præfabrikerede betonelementer og -konstruktioner

- Styrkeudvikling under varmhærdning
- Beregning af udvalgte forbindelse
  - overførsel af trykkrafter
  - konsolsamlinger
  - vederlag
  - udsparingsfundamenter

## 11. Konstruktioner af let konstruktionsbeton

- Materialeegenskaber knyttet til densitetsklasser
- Supplerende beregningsregler

Minder meget om tillægget til DS 411 (Hvor langt rækker det ind i det som i dag dækkes af DS 420 for letbetonelementer?)

## 12. Uarmerede og let armerede betonkonstruktioner

- Gælder hvor der kan ses bort fra virkning af dynamiske laster. Der gives følgende eksempler:
  - anden tryk end forspænding fx søjler, buer, hvælvinger og tunneler
  - stribe- og enkeltfundamenter
  - støttemure
  - pæle under visse omstændigheder
- Brudgrænsetilstand regnes lineær elastisk med mindre andet kan dokumenteres

Bemærk at der ikke er begrænsning på den styrke der må udnyttes.

## Fremtiden ????

- EN 1992-1-1 + Nationalt anneks er omfattende  
Der udarbejdes: **Conscise Eurocodes**
- Rettelser og ændringer har lange tidshorisonter  
Kan vi lave nationale forbedringer, f.eks. **forankring og stød?**
- Tolkninger har lange udsigter **Kan vi lave nationale tolkninger**

Men husk:

Se udfordringerne – ikke problemerne

## Master tidsplan, Eurocodes 2008

**DS**

Center for Byggeri  
2006-10-10 JA  
Rev 2007-1-22, 2007-2-14 JA

### Nationale annekser

Konsulent	DS	EBST	EBST	Konsulent	DS	DS	DS
Hørings Udgave	Høring	Upload JRC EN Eurocodes NDPs Database	EU Notificering	Endelig udgave	Opsætning	Korrektur Slut	NA Udgivelse
17-01-2007	22-01-2007 22-03-2007	10-02-2007	18-02-2007 18-06-2007	10-08-2007	01-09-2007	29-09-2007	01-11-2007

### Danske oversættelser

Konsulent	DS	Konsulent	S-udvalg	DS	DS	DS
Afhale-kontrakt	Rå-oversættelse	Faglig korrektur slut	Godkendelse	Opsætning	Korrektur Slut	DS EG DK Udgivelse
01-08-2008	01-12-2008	30-03-2007	30-04-2007	20-08-2007	26-09-2007	01-11-2007

### Concise

Konsulent	S-udvalg Levering	Konsulent	Redaktions-gruppen	Konsulent	DS	DS	DS
Afhale-kontrakt	Godkendelse af dansk oversættelse af Eurocode	1. udkast til Concise Eurocode	Sistafklaring og fastlæggelse af holdninger	Endelig udgave af Concise Eurocode	Opsætning	Korrektur	Udgivelse
2008-10-16	2007-04-30	2007-08-31	2007-12-15	2008-03-31	2008-05-30	2008-08-31	2008-09-30

## Uarmeret centralt belastet væg

- Data: Højde  $l = 2,6\text{m}$   
Tykkelse  $t = 150\text{mm}$   
Styrke  $f_{ck} = 25\text{ MPa}$

## Uarmeret centralt belastet væg

- Data: Højde  $l = 2,6\text{m}$ , Tykkelse  $t = 150\text{mm}$ , Styrke  $f_{ck} = 25\text{ MPa}$
- DS 411:  $N = 2747\text{ kN/m}$
- DS 411 ej red. E  $N = 2948\text{ kN/m}$
- EC 2:  $N = 2975\text{ kN/m}$
- Ny formel:  $N = 3618\text{ kN/m}$

Bemærk at ny formel er i overensstemmelse med Eurocode-systemet