

Eurocode 3: Stålkonstruktioner – Del 1-1: Generelle regler samt regler for bygningskonstruktioner

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-1: General rules and rules for buildings

COPYRIGHT © Danish Standards. NOT FOR COMMERCIAL USE OR REPRODUCTION

DANSK STANDARD
Danish Standards

Kollegievej 6
DK-2920 Charlottenlund
Tel: +45 39 96 61 01
Fax: +45 39 96 61 02
dansk.standard@ds.dk
www.ds.dk

DS/EN 1993-1-1 + AC

København

DS projekt: M223730

ICS: 91.070.30; 91.080.10

Første del af denne publikations betegnelse er:

DS/EN, hvilket betyder, at det er en europæisk standard, der har status som dansk standard.

Denne publikations overensstemmelse er:

IDT med: EN 1993-1-1:2005 og EN 1993-1-1:2005/AC:2005.

DS-publikationen er på dansk og engelsk.

Denne publikation erstatter: DS/EN 1993-1-1:2005 og DS/EN 1993-1-1/AC:2006 som kun forelå i engelsksproget version. Der er ikke foretaget ændringer i denne nye udgave, ud over at den danske oversættelse er indføjet og AC er indarbejdet i den danske tekst.

DS-publikationstyper

Dansk Standard udgiver forskellige publikationstyper.

Typen på denne publikation fremgår af forsiden.

Der kan være tale om:

Dansk standard

- standard, der er udarbejdet på nationalt niveau, eller som er baseret på et andet lands nationale standard, eller
- standard, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som har fået status som dansk standard

DS-information

- publikation, der er udarbejdet på nationalt niveau, og som ikke har opnået status som standard, eller
- publikation, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som ikke har fået status som standard, fx en teknisk rapport, eller
- europæisk præstandard

DS-håndbog

- samling af standarder, eventuelt suppleret med informativt materiale

DS-hæfte

- publikation med informativt materiale

Til disse publikationstyper kan endvidere udgives

- tillæg og rettelsesblade

DS-publikationsform

Publikationstyperne udgives i forskellig form som henholdsvis

- fuldtekstpublikation (publikationen er trykt i sin helhed)
- godkendelsesblad (publikationen leveres i kopi med et trykt DS-omslag)
- elektronisk (publikationen leveres på et elektronisk medie)

DS-betegnelse

Alle DS-publikationers betegnelse begynder med DS efterfulgt af et eller flere præfikser og et nr., fx **DS 383**, **DS/EN 5414** osv. Hvis der efter nr. er angivet et **A** eller **Cor**, betyder det, enten at det er et **tillæg** eller et **rettelsesblad** til hovedstandard, eller at det er indført i hovedstandard.

DS-betegnelse angives på forsiden.

Overensstemmelse med anden publikation:

Overensstemmelse kan enten være IDT, EQV, NEQ eller MOD

- **IDT:** Når publikationen er identisk med en given publikation.
- **EQV:** Når publikationen teknisk er i overensstemmelse med en given publikation, men præsentationen er ændret.
- **NEQ:** Når publikationen teknisk eller præsentationsmæssigt ikke er i overensstemmelse med en given standard, men udarbejdet på baggrund af denne.
- **MOD:** Når publikationen er modificeret i forhold til en given publikation.

Kære bruger

Du kan holde dig ajour med den løbende udvikling på eurocode-området via hjemmesiden www.eurocodes.dk, hvor Dansk Standard bl.a. vil oplyse om ændringer til eurocodes, såsom: Tillæg (amendments), rettelsesblade (corrigenda), nationale annekser (NA), vejledninger etc.

På hjemmesiden vil du også kunne finde information om de DS-standardiseringsudvalg, der står bag arbejdet med eurocodes på de enkelte områder.

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1993-1-1

May 2005

ICS 91.010.30; 91.080.10

Supersedes ENV 1993-1-1:1992

English version

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-1:
Règles générales et règles pour les bâtiments

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für
den Hochbau

This European Standard was approved by CEN on 16 April 2004.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

Contents	Page
1 General	9
1.1 <i>Scope</i>	9
1.2 <i>Normative references</i>	10
1.3 <i>Assumptions</i>	11
1.4 <i>Distinction between principles and application rules</i>	11
1.5 <i>Terms and definitions</i>	11
1.6 <i>Symbols</i>	12
1.7 <i>Conventions for member axes</i>	20
2 Basis of design	22
2.1 <i>Requirements</i>	22
2.1.1 <i>Basic requirements</i>	22
2.1.2 <i>Reliability management</i>	22
2.1.3 <i>Design working life, durability and robustness</i>	22
2.2 <i>Principles of limit state design</i>	23
2.3 <i>Basic variables</i>	23
2.3.1 <i>Actions and environmental influences</i>	23
2.3.2 <i>Material and product properties</i>	23
2.4 <i>Verification by the partial factor method</i>	23
2.4.1 <i>Design values of material properties</i>	23
2.4.2 <i>Design values of geometrical data</i>	23
2.4.3 <i>Design resistances</i>	24
2.4.4 <i>Verification of static equilibrium (EQU)</i>	24
2.5 <i>Design assisted by testing</i>	24
3 Materials.....	25
3.1 <i>General</i>	25
3.2 <i>Structural steel</i>	25
3.2.1 <i>Material properties</i>	25
3.2.2 <i>Ductility requirements</i>	25
3.2.3 <i>Fracture toughness</i>	25
3.2.4 <i>Through-thickness properties</i>	27
3.2.5 <i>Tolerances</i>	28
3.2.6 <i>Design values of material coefficients</i>	28
3.3 <i>Connecting devices</i>	28
3.3.1 <i>Fasteners</i>	28
3.3.2 <i>Welding consumables</i>	28
3.4 <i>Other prefabricated products in buildings</i>	28
4 Durability	28
5 Structural analysis.....	29
5.1 <i>Structural modelling for analysis</i>	29
5.1.1 <i>Structural modelling and basic assumptions</i>	29

Indholdsfortegnelse

	Side
Kapitel 1	
Generelt	9
1.1 Emne	9
1.2 Normative referencer	10
1.3 Forudsætninger	11
1.4 Forskellen mellem principper og anvendelsesregler	11
1.5 Begreber og definitioner	11
1.6 Symboler	12
1.7 Konventioner for koordinatakser	20
Kapitel 2	
Beregningsgrundlag	22
2.1 Krav	22
2.1.1 Grundlæggende krav	22
2.1.2 Pålidelighedsstyring	22
2.1.3 Forventet levetid, holdbarhed og robusthed	22
2.2 Principper for beregning i grænsetilstande	23
2.3 Grundlæggende variable	23
2.3.1 Laster og miljøpåvirkninger	23
2.3.2 Materiale- og produkttegenskaber	23
2.4 Eftervisning ved partialkoefficientmetoden	23
2.4.1 Regningsmæssige værdier af materialeegenskaber	23
2.4.2 Regningsmæssige værdier af geometriske parametre	23
2.4.3 Regningsmæssige værdier for modstandsevne	24
2.4.4 Eftervisning af statisk ligevægt (EQU)	24
2.5 Dimensionering understøttet af prøvning	24
Kapitel 3	
Materialer	25
3.1 Generelt	25
3.2 Konstruktionsstål	25
3.2.1 Materialeegenskaber	25
3.2.2 Krav til duktilitet	25
3.2.3 Brudsejhed	25
3.2.4 Egenskaber i tykkelsesretningen	27
3.2.5 Tolerancer	28
3.2.6 Materialeparametre	28
3.3 Samlingsmidler	28
3.3.1 Samlingsmidler	28
3.3.2 Elektroder	28
3.4 Andre præfabrikerede produkter i bygninger	28
Kapitel 4	
Holdbarhed	28
Kapitel 5	
Beregning	29
5.1 Modellering af konstruktionen	29
5.1.1 Beregningsmodeller og grundlæggende forudsætninger	29

EN 1993-1-1: 2005 (E)

5.1.2	Joint modelling	29
5.1.3	Ground-structure interaction.....	29
5.2	<i>Global analysis</i>	30
5.2.1	Effects of deformed geometry of the structure	30
5.2.2	Structural stability of frames	31
5.3	<i>Imperfections</i>	32
5.3.1	Basis	32
5.3.2	Imperfections for global analysis of frames	33
5.3.3	Imperfection for analysis of bracing systems	36
5.3.4	Member imperfections.....	38
5.4	<i>Methods of analysis considering material non-linearities</i>	38
5.4.1	General	38
5.4.2	Elastic global analysis	39
5.4.3	Plastic global analysis.....	39
5.5	<i>Classification of cross sections</i>	40
5.5.1	Basis	40
5.5.2	Classification	40
5.6	<i>Cross-section requirements for plastic global analysis</i>	41
6	Ultimate limit states	45
6.1	<i>General</i>	45
6.2	<i>Resistance of cross-sections</i>	45
6.2.1	General	45
6.2.2	Section properties	46
6.2.3	Tension	49
6.2.4	Compression	49
6.2.5	Bending moment	50
6.2.6	Shear	50
6.2.7	Torsion.....	52
6.2.8	Bending and shear	53
6.2.9	Bending and axial force.....	54
6.2.10	Bending, shear and axial force	56
6.3	<i>Buckling resistance of members</i>	56
6.3.1	Uniform members in compression	56
6.3.2	Uniform members in bending.....	60
6.3.3	Uniform members in bending and axial compression	64
6.3.4	General method for lateral and lateral torsional buckling of structural components.....	65
6.3.5	Lateral torsional buckling of members with plastic hinges	67
6.4	<i>Uniform built-up compression members</i>	69
6.4.1	General	69
6.4.2	Laced compression members.....	71
6.4.3	Battened compression members	72
6.4.4	Closely spaced built-up members.....	74
7	Serviceability limit states	75
7.1	<i>General</i>	75
7.2	<i>Serviceability limit states for buildings</i>	75
7.2.1	Vertical deflections.....	75
7.2.2	Horizontal deflections.....	75
7.2.3	Dynamic effects.....	75
Annex A [informative] – Method 1: Interaction factors k_{ij} for interaction formula in 6.3.3(4)		76

5.1.2	Modeller for samlinger.....	29
5.1.3	Interaktion mellem fundering og konstruktion	29
5.2	Global beregning.....	30
5.2.1	Virkninger af konstruktionens deformationer	30
5.2.2	Stabilitet af rammer	31
5.3	Imperfektioner.....	32
5.3.1	Grundlag	32
5.3.2	Imperfektioner ved global beregning af rammer	33
5.3.3	Imperfektioner ved beregning af afstivende systemer.....	36
5.3.4	Imperfektioner af elementer	38
5.4	Beregningsmetoder under hensyntagen til ikke-lineære materialeegenskaber	38
5.4.1	Generelt.....	38
5.4.2	Global elastisk beregning	39
5.4.3	Global plastisk beregning	39
5.5	Klassifikation af tværsnit	40
5.5.1	Grundlag	40
5.5.2	Klassifikation.....	40
5.6	Tværsnitskrav ved global plastisk beregning.....	41
Kapitel 6	Brudgrænsetilstande.....	45
6.1	Generelt	45
6.2	Bæreevne af tværsnit.....	45
6.2.1	Generelt.....	45
6.2.2	Tværsnitsegenskaber	46
6.2.3	Træk	49
6.2.4	Tryk.....	49
6.2.5	Bøjningsmoment	50
6.2.6	Forskydning	50
6.2.7	Vridning.....	52
6.2.8	Bøjning og forskydning.....	53
6.2.9	Bøjning og normalkraft	54
6.2.10	Bøjning, forskydning og normalkraft	56
6.3	Bæreevne af trykpåvirkede elementer	56
6.3.1	Trykpåvirkede elementer med konstant tværsnit.....	56
6.3.2	Bøjningspåvirkede elementer med konstant tværsnit.....	60
6.3.3	Bøjnings- og trykpåvirkede elementer med konstant tværsnit	64
6.3.4	Generel metode ved udknækning og kipning af konstruktionselementer.....	65
6.3.5	Kipning af elementer med flydeled	67
6.4	Trykpåvirkede sammensatte elementer med konstant tværsnit	69
6.4.1	Generelt.....	69
6.4.2	Trykpåvirkede sammensatte elementer med gitterudfyldning	71
6.4.3	Trykpåvirkede sammensatte elementer med tværplader	72
6.4.4	Sammensatte elementer med tætliggende delelementer	74
Kapitel 7	Anvendelsesgrænsetilstande.....	75
7.1	Generelt	75
7.2	Anvendelsesgrænsetilstande for bygninger	75
7.2.1	Lodret udbøjning.....	75
7.2.2	Vandret udbøjning	75
7.2.3	Dynamiske virkninger.....	75
Anneks A	(informativt) Metode 1: Interaktionsfaktorer k_{ij} for interaktionsformler i 6.3.3(4).....	76

EN 1993-1-1: 2005 (E)

Annex B [informative] – Method 2: Interaction factors k_{ij} for interaction formula in 6.3.3(4) 79

Annex AB [informative] – Additional design provisions 81

Annex BB [informative] – Buckling of components of building structures 82

Anneks B (informativt) Metode 2: Interaktionsfaktorer k_{ij} for interaktionsformler i 6.3.3(4)	79
Anneks AB (informativt) Yderligere dimensioneringsregler	81
Anneks BB (informativt) Udknækning af dele i bygningskonstruktioner	82

EN 1993-1-1: 2005 (E)**Foreword**

This European Standard EN 1993, Eurocode 3: Design of steel structures, has been prepared by Technical Committee CEN/TC250 « Structural Eurocodes », the Secretariat of which is held by BSI. CEN/TC250 is responsible for all Structural Eurocodes.

This European Standard shall be given the status of a National Standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by November 2005, and conflicting National Standards shall be withdrawn at latest by March 2010.

This Eurocode supersedes ENV 1993-1-1.

According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the National Standard Organizations of the following countries are bound to implement these European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

Background of the Eurocode programme

In 1975, the Commission of the European Community decided on an action programme in the field of construction, based on article 95 of the Treaty. The objective of the programme was the elimination of technical obstacles to trade and the harmonization of technical specifications.

Within this action programme, the Commission took the initiative to establish a set of harmonized technical rules for the design of construction works which, in a first stage, would serve as an alternative to the national rules in force in the Member States and, ultimately, would replace them.

For fifteen years, the Commission, with the help of a Steering Committee with Representatives of Member States, conducted the development of the Eurocodes programme, which led to the first generation of European codes in the 1980s.

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the basis of an agreement¹ between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to the CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (e.g. the Council Directive 89/106/EEC on construction products – CPD – and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

The Structural Eurocode programme comprises the following standards generally consisting of a number of Parts:

EN 1990	Eurocode:	Basis of structural design
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

¹ Agreement between the Commission of the European Communities and the European Committee for Standardisation (CEN) concerning the work on EUROCODES for the design of building and civil engineering works (BC/CEN/03/89).

Forord

Denne europæiske standard, EN 1993, Eurocode 3: Stålkonstruktioner er udarbejdet af teknisk komité CEN/TC250, Structural Eurocodes, hvis sekretariat varetages af BSI. CEN/TC250 er ansvarlig for alle eurocodekonstruktionsnormer.

Denne europæiske standard skal inden november 2005 have status som national standard, enten ved at der udgives en identisk tekst eller ved formel godkendelse, og modstridende nationale standarder skal være trukket tilbage senest marts 2010.

Denne eurocode erstatter ENV 1993-1-1.

I henhold til CEN/CENELEC's interne regler er de nationale standardiseringsorganisationer i følgende lande forpligtet til at implementere denne europæiske standard: Belgien, Cypern, Danmark, Estland, Finland, Frankrig, Grækenland, Holland, Irland, Island, Italien, Letland, Litauen, Luxembourg, Malta, Norge, Polen, Portugal, Schweiz, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tjekkiet, Tyskland, Ungarn og Østrig.

Baggrund for eurocodeprogrammet

I 1975 besluttede Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber at igangsætte et handlingsprogram på bygge- og anlægsområdet på grundlag af Traktatens artikel 95. Formålet med programmet var at fjerne tekniske handelshindringer og at harmonisere tekniske specifikationer.

Inden for dette handlingsprogram tog Kommissionen initiativ til at fastlægge et sæt harmoniserede tekniske regler for projektering af konstruktioner, der i første omgang skulle tjene som et alternativ til de gældende regler i medlemslandene og senere erstatte dem.

Med støtte fra en styrekomité med repræsentanter fra medlemslandene varetog Kommissionen i 15 år udviklingen af eurocodeprogrammet, der førte til den første generation af europæiske byggenormer i 1980'erne.

I 1989 besluttede Kommissionen og medlemslandene i EU og EFTA, på grundlag af en aftale¹ mellem Kommissionen og CEN, at overdrage udarbejdelsen og offentliggørelsen af eurocodes til CEN i form af en række mandater med det formål at give disse eurocodes en fremtidig status som europæisk standard (EN). Dette forbinder *de facto* eurocodes med de bestemmelser i alle Rådets direktiver og/eller Kommissionens beslutninger, der vedrører europæiske standarder (fx Rådets Direktiv 89/106/EØF om byggevarer og Rådets Direktiv 93/37/EØF, 92/50/EØF og 89/440/EØF om offentlige bygge- og anlægsarbejder samt tilsvarende EFTA-direktiver igangsat med henblik på etableringen af det indre marked).

Eurocodeprogrammet for bærende konstruktioner omfatter følgende normer, der som hovedregel består af et antal dele:

EN 1990	Eurocode:	Basis of structural design
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

¹ Aftale mellem Europa-Kommissionen og CEN om udarbejdelse af eurocodes for projektering af bygge- og anlægsarbejder (BC/CEN/03/89).

EN 1993-1-1: 2005 (E)

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

Eurocode standards recognize the responsibility of regulatory authorities in each Member State and have safeguarded their right to determine values related to regulatory safety matters at national level where these continue to vary from State to State.

Status and field of application of Eurocodes

The Member States of the EU and EFTA recognize that Eurocodes serve as reference documents for the following purposes :

- as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential requirements of Council Directive 89/106/EEC, particularly Essential Requirement N°1 - Mechanical resistance and stability - and Essential Requirement N°2 - Safety in case of fire;
- as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services;
- as a framework for drawing up harmonized technical specifications for construction products (ENs and ETAs)

The Eurocodes, as far as they concern the construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents² referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonized product standard³. Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving a full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

The Eurocode standards provide common structural design rules for everyday use for the design of whole structures and component products of both a traditional and an innovative nature. Unusual forms of construction or design conditions are not specifically covered and additional expert consideration will be required by the designer in such cases.

National Standards implementing Eurocodes

The National Standards implementing Eurocodes will comprise the full text of the Eurocode (including any annexes), as published by CEN, which may be preceded by a National title page and National foreword, and may be followed by a National annex (informative).

The National Annex (informative) may only contain information on those parameters which are left open in the Eurocode for national choice, known as Nationally Determined Parameters, to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the country concerned, i.e. :

- values for partial factors and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,
- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode,
- geographical and climatic data specific to the Member State, e.g. snow map,
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode,
- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

Links between Eurocodes and product harmonized technical specifications (ENs

² According to Art. 3.3 of the CPD, the essential requirements (ERs) shall be given concrete form in interpretative documents for the creation of the necessary links between the essential requirements and the mandates for hENs and ETAGs/ETAs.

³ According to Art. 12 of the CPD the interpretative documents shall :

- a) give concrete form to the essential requirements by harmonizing the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary ;
- b) indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, e.g. methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc. ;
- c) serve as a reference for the establishment of harmonized standards and guidelines for European technical approvals.

The Eurocodes, *de facto*, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.