

# *Geregistreeerde Belgische norm*

**NBN EN 1994-1-1**

1e uitg., februari 2005

**Normklasse: B 51**

## **Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+ AC:2009)**

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments (+ AC:2009)

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings (+ AC:2009)

### **Toelating tot publicatie: 26 januari 2005**

Vervangt NBN ENV 1994-1-1 (2002).

Deze Europese norm NBN EN 1994-1-1:2005 heeft de status van een Belgische norm.

Deze Europese norm bestaat in drie officiële versies (Duits, Engels, Frans).

Er is bij het NBN ook een Nederlandstalige versie beschikbaar, die dezelfde status heeft als de officiële versies.

Deze norm mag in België slechts samen met zijn nationale bijlage (ANB) worden toegepast. Deze laatste legt hoofdzakelijk de waarden van de parameters vast die op nationaal vlak worden bepaald.

***norme belge  
enregistrée***

**NBN EN 1994-1-1**

1e éd., février 2005

**Indice de classement: B 51**

---

**Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1:  
Règles générales et règles pour les bâtiments (+ AC:2009)**

Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+ AC:2009)

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings (+ AC:2009)

---

**Autorisation de publication: 26 janvier 2005**

Remplace NBN ENV 1994-1-1 (2002).

La présente norme européenne NBN EN 1994-1-1:2005 a le statut d'une norme belge.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais et français).

Une version en néerlandais, ayant le même statut que les versions officielles, est également disponible au NBN.

Cette norme ne peut être utilisée en Belgique qu'en combinaison avec son annexe nationale (ANB) qui fixe principalement la valeur des paramètres à déterminer au niveau national.



**Bureau de Normalisation - Rue de Birmingham 131 - 1070 Bruxelles - Belgique**  
Tél: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be  
Banque 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOTBEB1 TVA BE0880857592

## Nationaal voorwoord van NBN EN 1994-1-1:2005

1. De norm NBN EN 1994-1-1:2005 «Eurocode 4 – Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+AC:2009)» omvat de nationale bijlage NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 met een normatief karakter in België. Hij vervangt vanaf de datum van de publicatie in het Belgische Staatsblad van de bekrachtiging van de norm NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 de volgende norm :

NBN ENV 1994-1-1:2002 "Eurocode 4 : Ontwerp van gemengde staal-beton draagsystemen - Deel 1-1 : Algemene regels en regels voor gebouwen samen met Belgische toepassingsrichtlijn (gehomologeerde versie + NAD)"

Het corrigendum EN 1994-1-1:2004/AC:2009, zoals door CEN gepubliceerd, is na deze norm toegevoegd.

2. De Nederlandstalige versie van EN 1994-1-1 is tot stand gekomen op basis van een voorkeurterminologie die in samenwerking tussen het NBN en het NEN is opgesteld. Daarbij werd voor elk begrip een unieke woordkeuze gemaakt. Dit heeft als gevolg dat in de norm uitdrukkingen voorkomen die in één van de twee landen minder gebruikelijk zijn. Hierna volgt een lijst met synoniemen:

Oorspronkelijke term (Engels)	Verplichte term (Nederlands)	Synoniem (B); (N)
civil engineering	civiele techniek	burgerlijke bouwkunde (B)
civil engineering work	civieltechnisch werk (kunstwerk)	werk van burgerlijke bouwkunde (B)
concentrated load	geconcentreerde belasting	puntlast (N)
construction work	bouwwerk	werk (B)
design resistance	rekenwaarde van de weerstand	weerstandbiedende snedekracht (B)
diameter	diameter	middellijn
haunch	kniestuk (EC3), voute (EC4)	verzwaring
internal force	snedekracht	inwendige kracht
internal moment	snedemoment	inwendig moment
moment resistance	momentweerstand	moment met betrekking tot de capaciteit (N)
permanent action	blijvende belasting	permanente belasting (N)
principle	beginsel	principe (N)

relevant	van toepassing	voorkomend (N)
resistance	weerstand	capaciteit, sterkte (N)
resistance moment	momentweerstand	moment met betrekking tot de capaciteit (N)
second moment of area	traagheidsmoment – kwadratisch oppervlaktemoment	traagheidsmoment (B)
separation	separatie	loskomen (N)
serviceability limit state	bruikbaarheidsgrenstoestand	gebruiksgrenstoestand (B)
situation	situatie	toestand (B)
spacing (between the centres)	hart-op-hartafstand Bij verbindingen: steek(maat)	steekmaat, tussenafstand
verification	toetsing	verificatie, controle (N)

**2bis.** De Europese normen (EN) waarnaar de tekst van deze norm met hun Engelse titel verwijst, dragen in België de volgende Nederlandstalige titels:

Vermelde norm	Nederlandstalige titel (NBN)
EN 1090-2 Execution of steel structures and aluminium structures – Technical rules for the execution of steel structures	EN 1090-2 Uitvoering van stalen dragers - Deel 2: Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige bouwdelen en platen
EN 1990:2002 Eurocode: Basis of structural design	NBN EN 1990:2002 Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1992-1-1 Eurocode 2: Design of concrete structures: General rules and rules for buildings	NBN EN 1992-1-1 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures: General rules and rules for buildings	NBN EN 1993-1-1 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1993-1-3 Design of steel structures: Cold-formed thin gauge members and sheeting	NBN EN 1993-1-3 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-3: Algemene regels - Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen

EN 1993-1-5 Eurocode 3: Design of steel structures: Plated structural elements	NBN EN 1993-1-5 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-5: Constructieve plaatvelden
EN 1993-1-8 Eurocode 3: Design of steel structures: Design of joints	NBN EN 1993-1-8 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
EN 1993-1-9 Eurocode 3: Design of steel structures: Fatigue strength of steel structures	NBN EN 1993-1-9 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Vermoeiing
EN 10025-1:2002 Hot-rolled products of structural steels: General delivery conditions	NBN EN 10025-1:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden
EN 10025-2:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels	NBN EN 10025-2:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal
EN 10025-3:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels	NBN EN 10025-3:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor normaalgegloeid /normaliserend gewalst lasbaar fijnkorrelig constructiestaal
EN 10025-4:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels	NBN EN 10025-4:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 4: Technische leveringsvoorwaarden voor lasbaar fijnkorrelig constructiestaal verkregen door thermomechanisch walsen
EN 10025-5:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance	NBN EN 10025-5:2004 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 5: Technische leveringsvoorwaarden voor weerbestendig constructiestaal
EN 10025-6:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition	NBN EN 10025-6:2004 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 6: Technische leveringsvoorwaarden voor platte producten met hoge vloeigrens in veredelde toestand

<p>EN 10149-2:1995 Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold-forming: Delivery conditions for thermomechanically rolled steels</p>	<p>NBN EN 10149-2:1996 Warmgewalste platte produkten gemaakt van staalsoorten met een hoge vloeigrens voor koudvormen – Deel 2: Leveringsvoorwaarden voor thermomechanisch gewalste staalsoorten</p>
<p>EN 10149-3:1995 Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold-forming: Delivery conditions for normalised or normalised rolled steels</p>	<p>NBN EN 10149-3:1996 Warmgewalste platte produkten gemaakt van staalsoorten met een hoge vloeigrens voor koudvormen – Deel 3: Leveringsvoorwaarden voor normaalgegleide of normaliserend gewalste staalsoorten</p>

# Avant-propos national à la NBN EN 1994-1-1:2005

1. La norme NBN EN 1994-1-1:2005 "Eurocode 4 – Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments (+AC:2009)" comprend l'annexe nationale NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 qui a un caractère normatif en Belgique. Elle remplace à partir de la date de publication au Moniteur Belge de l'homologation de la norme NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 la norme suivante :

NBN ENV 1994-1-1:2002 "Eurocode 4 – Conception et dimensionnement des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments y compris le document d'application Belge (version homologuée + DAN) ".

Le corrigendum EN 1994-1-1:2004/AC:2009, tel que publié par le CEN, est joint à cette norme.

2. La version en langue française de l'EN 1994-1-1:2004 a été rédigée en France par l'AFNOR. En conséquence, on y rencontre certaines expressions d'usage moins courant en Belgique.

Une liste de termes équivalents est donnée ci-après :

<b>Terme de l'EN 1994-1-1</b>	<b>Terme équivalent en Belgique</b>
Client	Le maître de l'ouvrage assisté de ses bureaux d'architectes, d'ingénierie et de consultance
Poteau	Colonne
Attache	Assemblage





EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN 1994-1-1**

December 2004

ICS 91.010.30; 91.080.10; 91.080.40

Supersedes ENV 1994-1-1:1992

English version

## Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton -  
Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments

Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von  
Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-1:  
Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für  
den Hochbau

This European Standard was approved by CEN on 27 May 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**

<b>Contents</b>	<b>Page</b>
<b>Foreword</b> .....	<b>8</b>
<b>Section 1 General</b> .....	<b>12</b>
1.1 Scope.....	12
1.1.1 Scope of Eurocode 4.....	12
1.1.2 Scope of Part 1.1 of Eurocode 4.....	12
1.2 Normative references.....	13
1.2.1 General reference standards.....	13
1.2.2 Other reference standards.....	13
1.3 Assumptions.....	14
1.4 Distinction between principles and application rules.....	14
1.5 Definitions.....	14
1.5.1 General.....	14
1.5.2 Additional terms and definitions used in this Standard.....	14
1.6 Symbols.....	15
<b>Section 2 Basis of design</b> .....	<b>22</b>
2.1 Requirements.....	22
2.2 Principles of limit state design.....	23
2.3 Basic variables.....	23
2.3.1 Actions and environmental influences.....	23
2.3.2 Material and product properties.....	23
2.3.3 Classification of actions.....	23
2.4 Verification by the partial factor method.....	23
2.4.1 Design values.....	23
2.4.1.1 Design values of actions.....	23
2.4.1.2 Design values of material or product properties.....	23
2.4.1.3 Design values of geometrical data.....	24
2.4.1.4 Design resistances.....	24
2.4.2 Combination of actions.....	24
2.4.3 Verification of static equilibrium (EQU).....	24
<b>Section 3 Materials</b> .....	<b>24</b>
3.1 Concrete.....	24
3.2 Reinforcing steel.....	25
3.3 Structural steel.....	25
3.4 Connecting devices.....	25
3.4.1 General.....	25
3.4.2 Headed stud shear connectors.....	25
3.5 Profiled steel sheeting for composite slabs in buildings.....	25
<b>Section 4 Durability</b> .....	<b>25</b>
4.1 General.....	25
4.2 Profiled steel sheeting for composite slabs in buildings.....	26

<b>Section 5 Structural analysis.....</b>	<b>26</b>
5.1 Structural modelling for analysis.....	26
5.1.1 Structural modelling and basic assumptions.....	26
5.1.2 Joint modelling.....	26
5.1.3 Ground-structure interaction.....	26
5.2 Structural stability.....	27
5.2.1 Effects of deformed geometry of the structure.....	27
5.2.2 Methods of analysis for buildings.....	27
5.3 Imperfections.....	28
5.3.1 Basis.....	28
5.3.2 Imperfections in buildings.....	28
5.3.2.1 General.....	28
5.3.2.2 Global imperfections.....	29
5.3.2.3 Member imperfections.....	29
5.4 Calculation of action effects.....	29
5.4.1 Methods of global analysis.....	29
5.4.1.1 General.....	29
5.4.1.2 Effective width of flanges for shear lag.....	29
5.4.2 Linear elastic analysis.....	30
5.4.2.1 General.....	30
5.4.2.2 Creep and shrinkage.....	31
5.4.2.3 Effects of cracking of concrete.....	32
5.4.2.4 Stages and sequence of construction.....	33
5.4.2.5 Temperature effects.....	33
5.4.2.6 Pre-stressing by controlled imposed deformations.....	33
5.4.3 Non-linear global analysis.....	33
5.4.4 Linear elastic analysis with limited redistribution for buildings.....	34
5.4.5 Rigid plastic global analysis for buildings.....	35
5.5 Classification of cross-sections.....	36
5.5.1 General.....	36
5.5.2 Classification of composite sections without concrete encasement.....	37
5.5.3 Classification of composite sections for buildings with concrete encasement.....	37
<b>Section 6 Ultimate limit states.....</b>	<b>38</b>
6.1 Beams.....	38
6.1.1 Beams for buildings.....	38
6.1.2 Effective width for verification of cross-sections.....	40
6.2 Resistances of cross-sections of beams.....	40
6.2.1 Bending resistance.....	40
6.2.1.1 General.....	40
6.2.1.2 Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$ of a composite cross-section.....	40
6.2.1.3 Plastic resistance moment of sections with partial shear connection in buildings.....	42
6.2.1.4 Non-linear resistance to bending.....	43
6.2.1.5 Elastic resistance to bending.....	44
6.2.2 Resistance to vertical shear.....	45
6.2.2.1 Scope.....	45
6.2.2.2 Plastic resistance to vertical shear.....	45

6.2.2.3 Shear buckling resistance.....	45
6.2.2.4 Bending and vertical shear.....	45
6.3 Resistance of cross-sections of beams for buildings with partial encasement.....	46
6.3.1 Scope.....	46
6.3.2 Bending resistance.....	46
6.3.3 Resistance to vertical shear.....	47
6.3.4 Bending and vertical shear.....	48
6.4 Lateral-torsional buckling of composite beams.....	48
6.4.1 General.....	48
6.4.2 Verification of lateral-torsional buckling of continuous composite beams with cross-sections in Class 1, 2 and 3 for buildings.....	49
6.4.3 Simplified verification for buildings without direct calculation.....	51
6.5 Transverse forces on webs.....	52
6.5.1 General.....	52
6.5.2 Flange-induced buckling of webs.....	52
6.6 Shear connection.....	52
6.6.1 General.....	52
6.6.1.1 Basis of design.....	52
6.6.1.2 Limitation on the use of partial shear connection in beams for buildings.....	53
6.6.1.3 Spacing of shear connectors in beams for buildings.....	54
6.6.2 Longitudinal shear force in beams for buildings.....	55
6.6.2.1 Beams in which non-linear or elastic theory is used for resistances of one or more cross-sections.....	55
6.6.2.2 Beams in which plastic theory is used for resistance of cross-sections.....	55
6.6.3 Headed stud connectors in solid slabs and concrete encasement.....	55
6.6.3.1 Design resistance.....	55
6.6.3.2 Influence of tension on shear resistance.....	56
6.6.4 Design resistance of headed studs used with profiled steel sheeting in buildings.....	56
6.6.4.1 Sheeting with ribs parallel to the supporting beams.....	56
6.6.4.2 Sheeting with ribs transverse to the supporting beams.....	57
6.6.4.3 Biaxial loading of shear connectors.....	58
6.6.5 Detailing of the shear connection and influence of execution.....	58
6.6.5.1 Resistance to separation.....	58
6.6.5.2 Cover and concreting for buildings.....	58
6.6.5.3 Local reinforcement in the slab.....	59
6.6.5.4 Haunches other than formed by profiled steel sheeting.....	59
6.6.5.5 Spacing of connectors.....	60
6.6.5.6 Dimensions of the steel flange.....	60
6.6.5.7 Headed stud connectors.....	60
6.6.5.8 Headed studs used with profiled steel sheeting in buildings.....	61
6.6.6 Longitudinal shear in concrete slabs.....	61
6.6.6.1 General.....	61
6.6.6.2 Design resistance to longitudinal shear.....	61
6.6.6.3 Minimum transverse reinforcement.....	62
6.6.6.4 Longitudinal shear and transverse reinforcement in beams for buildings.....	62

6.7 Composite columns and composite compression members.....	63
6.7.1 General.....	63
6.7.2 General method of design .....	65
6.7.3 Simplified method of design.....	66
6.7.3.1 General and scope.....	66
6.7.3.2 Resistance of cross-sections.....	67
6.7.3.3 Effective flexural stiffness, steel contribution ratio and relative slenderness.....	69
6.7.3.4 Methods of analysis and member imperfections.....	70
6.7.3.5 Resistance of members in axial compression.....	70
6.7.3.6 Resistance of members in combined compression and uniaxial bending.....	71
6.7.3.7 Combined compression and biaxial bending.....	73
6.7.4 Shear connection and load introduction.....	74
6.7.4.1 General.....	74
6.7.4.2 Load introduction.....	74
6.7.4.3 Longitudinal shear outside the areas of load introduction.....	77
6.7.5 Detailing Provisions.....	76
6.7.5.1 Concrete cover of steel profiles and reinforcement.....	78
6.7.5.2 Longitudinal and transverse reinforcement.....	78
6.8 Fatigue.....	78
6.8.1 General.....	78
6.8.2 Partial factors for fatigue assessment for buildings.....	79
6.8.3 Fatigue strength.....	79
6.8.4 Internal forces and fatigue loadings.....	80
6.8.5 Stresses .....	80
6.8.5.1 General.....	80
6.8.5.2 Concrete.....	80
6.8.5.3 Structural steel.....	80
6.8.5.4 Reinforcement.....	81
6.8.5.5 Shear connection.....	81
6.8.6 Stress ranges.....	82
6.8.6.1 Structural steel and reinforcement.....	82
6.8.6.2 Shear connection.....	82
6.8.7 Fatigue assessment based on nominal stress ranges.....	83
6.8.7.1 Structural steel, reinforcement, and concrete.....	83
6.8.7.2 Shear connection.....	83
<b>Section 7 Serviceability limit states.....</b>	<b>84</b>
7.1 General.....	84
7.2 Stresses.....	84
7.2.1 General.....	84
7.2.2 Stress limitation for buildings.....	85
7.3 Deformations in buildings.....	85
7.3.1 Deflections.....	85
7.3.2 Vibration.....	86
7.4 Cracking of concrete.....	86
7.4.1 General.....	86
7.4.2 Minimum reinforcement.....	87
7.4.3 Control of cracking due to direct loading.....	88

<b>Section 8 Composite joints in frames for buildings.....</b>	<b>89</b>
8.1 Scope.....	89
8.2 Analysis, modelling and classification.....	90
8.2.1 General.....	90
8.2.2 Elastic global analysis.....	90
8.2.3 Classification of joints.....	90
8.3 Design methods.....	91
8.3.1 Basis and scope.....	91
8.3.2 Resistance.....	91
8.3.3 Rotational stiffness.....	91
8.3.4 Rotation capacity.....	91
8.4 Resistance of components.....	92
8.4.1 Scope.....	92
8.4.2 Basic joint components.....	92
8.4.2.1 Longitudinal steel reinforcement in tension.....	92
8.4.2.2 Steel contact plate in compression.....	92
8.4.3 Column web in transverse compression.....	93
8.4.4 Reinforced components.....	93
8.4.4.1 Column web panel in shear.....	93
8.4.4.2 Column web in compression.....	93
<b>Section 9 Composite slabs with profiled steel sheeting for buildings.....</b>	<b>94</b>
9.1 General.....	94
9.1.1 Scope.....	94
9.1.2 Definitions.....	95
9.1.2.1 Types of shear connection.....	95
9.1.2.2 Full shear connection am partial shear connection.....	95
9.2 Detailing provisions.....	96
9.2.1 Slab thickness and reinforcement.....	96
9.2.2 Aggregate.....	97
9.2.3 Bearing requirements.....	97
9.3 Actions and action effects.....	97
9.3.1 Design situations.....	97
9.3.2 Actions for profiled steel sheeting as shuttering.....	98
9.3.3 Actions for composite slab.....	98
9.4 Analysis for internal forces and moments.....	98
9.4.1 Profiled steel sheeting as shuttering.....	98
9.4.2 Analysis of composite slab.....	98
9.4.3 Effective width of composite slab for concentrated point and line loads.....	99
9.5 Verification of profiled steel sheeting as shuttering for ultimate limit states.....	100
9.6 Verification of profiled steel sheeting as shuttering for serviceability limit states.....	100
9.7 Verification of composite slabs for ultimate limit states.....	100
9.7.1 Design criterion.....	100
9.7.2 Flexure.....	101
9.7.3 Longitudinal shear for slabs without end anchorage.....	102
9.7.4 Longitudinal shear for slabs with end anchorage.....	104