

Geregistreeerde Belgische norm

NBN EN 1999-1-5

1e uitg., augustus 2007

Normklasse: B 51

Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-5 : Schaalconstructies (+ AC:2009)

Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-5 : Coques (+ AC:2009)

Eurocode 9 - Design of aluminium structures - Part 1-5 : Shell structures (+ AC:2009)

Toelating tot publicatie: 30 mei 2007

Deze Europese norm EN 1999-1-5:2007 heeft de status van een Belgische norm.

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

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.



Bureau voor Normalisatie - Birminghamstraat 131 - 1070 Brussel - België

Tel: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Bank 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOTBEB1 BTW BE0880857592

***norme belge
enregistrée***

NBN EN 1999-1-5

1e éd., août 2007

Indice de classement: B 51

Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-5 : Coques (+ AC:2009)

Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-5 : Schaalconstructies (+ AC:2009)

Eurocode 9 - Design of aluminium structures - Part 1-5 : Shell structures (+ AC:2009)

Autorisation de publication: 30 mai 2007

La présente norme européenne EN 1999-1-5:2007 a le statut d'une norme belge.

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

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 1999-1-5:2007

1. De norm NBN EN 1999-1-5:2007 « Eurocode 9 : Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies – Deel 1-5: Schaalconstructies » omvat de nationale bijlage NBN EN 1999-1-5 ANB:2011 met een normatief karakter in België.

Het corrigendum EN 1999-1-5:2007/AC:2009, zoals door CEN gepubliceerd, is na deze norm toegevoegd.

2. De Nederlandstalige versie van EN 1999-1-5 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 voor 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) |
|----------------------------------|---------------------------------|---|
| accidental situation | buitengewone situatie | bijzondere situatie (N); buitengewone toestand (B) |

- 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 met Engelse titel | Nederlandstalige titel (NBN) |
|--|--|
| EN 1090-1 Execution of steel structures and aluminium structures – Part 1: Requirements for conformity | EN 1090-1: Uitvoering van staalconstructies en aluminiumconstructies - Deel 1: Algemene leveringsvoorwaarden |
| EN 1090-3 Execution of steel structures and aluminium structures – Part 3: Technical requirements for aluminium structures | EN 1090-3 Uitvoering van staalconstructies en aluminiumconstructies - Deel 3: Technische eisen voor aluminiumconstructies |
| EN 1990 Basis of structural design | EN 1990 Eurocode 0 - Grondslagen van het constructief ontwerp |
| EN 1991 Actions on structures – All parts | EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies - Alle delen |
| EN 1993-1-6 Design of steel structures - Part 1-6: Shell structures | EN 1993-1-6 Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies |
| EN 1993-3-2 Design of steel structures - Part 3-2: Chimneys | EN 1993-3-2 Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 3-2: Torens, masten en schoorstenen - Schoorstenen |
| EN 1993-4-1 Design of steel structures - Part 4-1: Silos | EN 1993-4-1 Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-1 : Silo's |

NBN EN 1999-1-5 ANB (2011)

| | |
|--|--|
| EN 1993-4-2 Design of steel structures - Part 4-2: Tanks | EN 1993-4-2 Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-2 : Opslagtanks |
| EN 1993-4-3 Design of steel structures - Part 4-3: Pipelines | EN 1993-4-3 Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-3: Buisleidingen |
| EN 1999-1-1 Design of aluminium structures - Part 1-1: General rules | EN 1999-1-1 Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-1: Algemene regels |
| EN 1999-1-2 Design of aluminium structures - Part 1-2: Structural fire design | EN 1999-1-2 Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-2 : Ontwerp en berekening van constructies bij brand |
| EN 1999-1-3 Design of aluminium structures - Part 1-3: Structures susceptible to fatigue | EN 1999-1-3 Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-3: Vermoeiing |
| EN 1999-1-4 Design of aluminium structures - Part 1-4: Cold-formed structural sheeting | EN 1999-1-4 Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-4 : Koudgevormde platen |

Avant-propos national à la NBN EN 1999-1-5:2007

1. La norme NBN EN 1999-1-5:2007 « Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium – Partie 1-5 Coques » comprend l'annexe nationale NBN EN 1999-1-5 ANB:2011 qui a un caractère normatif en Belgique.

Le corrigendum EN 1999-1-5:2007/AC 2009, tel que publié par le CEN, est joint à cette norme.

2. La version de langue française de l'EN 1999-1-5 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 :

| Terme de l'EN 1999-1-5 | Terme équivalent en Belgique |
|-------------------------------|---|
| client | le maître de l'ouvrage assisté de ses bureaux d'architectes, d'ingénierie et de consultance |
| poteau | colonne |

3. Un corrigendum (EN 1999-1-5:2007/AC:2009) est établi au CEN et doit être utilisé avec la NBN EN 1999-1-5 et son ANB.

ICS 93.020; 91.010.30

English Version

Eurocode 9 - Design of aluminium structures - Part 1-5: Shell structures

Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-5 : Coques

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-5: Schalentragwerke

This European Standard was approved by CEN on 11 October 2006.

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 CEN Management Centre 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 CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, 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

| Content | Page |
|--|-------------|
| Foreword | 5 |
| National Annex for EN 1999-1-5 | 7 |
| 1 General | 8 |
| 1.1 Scope | 8 |
| 1.1.1 Scope of EN 1999 | 8 |
| 1.1.2 Scope of EN 1999-1-5 | 8 |
| 1.2 Normative references | 9 |
| 1.3 Terms and definitions | 10 |
| 1.3.1 Structural forms and geometry | 10 |
| 1.3.2 Special definitions for buckling calculations | 11 |
| 1.4 Symbols | 12 |
| 1.5 Sign conventions | 15 |
| 1.6 Coordinate systems | 15 |
| 2 Basis of design | 17 |
| 2.1 General | 17 |
| 2.2 Consequence class and execution class | 17 |
| 3 Materials and geometry | 17 |
| 3.1 Material properties | 17 |
| 3.2 Design values of geometrical data | 17 |
| 3.3 Geometrical tolerances and geometrical imperfections | 18 |
| 4 Durability | 18 |
| 5 Structural analysis | 18 |
| 5.1 Geometry | 18 |
| 5.2 Boundary conditions | 19 |
| 5.3 Actions and environmental influences | 19 |
| 5.4 Stress resultants and stresses | 20 |
| 5.5 Types of analysis | 20 |
| 6 Ultimate limit state | 21 |
| 6.1 Resistance of cross section | 21 |
| 6.1.1 Design values of stresses | 21 |
| 6.1.2 Design values of resistance | 22 |
| 6.1.3 Stress limitation | 22 |
| 6.1.4 Design by numerical analysis | 22 |
| 6.2 Buckling resistance | 23 |
| 6.2.1 General | 23 |
| 6.2.2 Buckling-relevant geometrical tolerances | 24 |
| 6.2.3 Shell in compression and shear | 25 |
| 6.2.4 Effect of welding | 27 |
| 6.2.5 Design by numerical analysis | 30 |
| 7 Serviceability limit states | 31 |
| 7.1 General | 31 |
| 7.2 Deflections | 31 |
| Annex A [normative] - Expressions for shell buckling analysis | 32 |
| A.1 Unstiffened cylindrical shells of constant wall thickness | 32 |
| A.1.1 Notations and boundary conditions | 32 |
| A.1.2 Meridional (axial) compression | 32 |
| A.1.2.1 Critical meridional buckling stresses | 32 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| A.1.2.2 | Meridional buckling parameter..... | 33 |
| A.1.3 | Circumferential (hoop) compression | 34 |
| A.1.3.1 | Critical circumferential buckling stresses..... | 34 |
| A.1.3.2 | Circumferential buckling parameter..... | 35 |
| A.1.4 | Shear..... | 37 |
| A.1.4.1 | Critical shear buckling stresses..... | 37 |
| A.1.4.2 | Shear buckling parameters..... | 38 |
| A.1.5 | Meridional (axial) compression with coexistent internal pressure | 38 |
| A.1.5.1 | Pressurised critical meridional buckling stress..... | 38 |
| A.1.5.2 | Pressurised meridional buckling parameters | 38 |
| A.1.6 | Combinations of meridional (axial) compression, circumferential (hoop) compression and shear | 39 |
| A.2 | Unstiffened cylindrical shells of stepwise wall thickness..... | 40 |
| A.2.1 | General | 40 |
| A.2.1.1 | Notations and boundary conditions | 40 |
| A.2.1.2 | Geometry and joint offsets | 41 |
| A.2.2 | Meridional (axial) compression..... | 41 |
| A.2.3 | Circumferential (hoop) compression | 41 |
| A.2.3.1 | Critical circumferential buckling stresses..... | 41 |
| A.2.3.2 | Buckling strength verification for circumferential compression | 44 |
| A.2.4 | Shear..... | 44 |
| A.2.4.1 | Critical shear buckling stress..... | 44 |
| A.2.4.2 | Buckling strength verification for shear | 45 |
| A.3 | Unstiffened lap jointed cylindrical shells..... | 45 |
| A.3.1 | General | 45 |
| A.3.1.1 | Definitions | 45 |
| A.3.1.2 | Geometry and stress resultants | 45 |
| A.3.2 | Meridional (axial) compression..... | 45 |
| A.3.3 | Circumferential (hoop) compression | 45 |
| A.3.4 | Shear..... | 46 |
| A.4 | Unstiffened conical shells | 46 |
| A.4.1 | General | 46 |
| A.4.1.1 | Notation | 46 |
| A.4.1.2 | Boundary conditions..... | 46 |
| A.4.1.3 | Geometry | 47 |
| A.4.2 | Design buckling stresses..... | 47 |
| A.4.2.1 | Equivalent cylinder..... | 47 |
| A.4.3 | Buckling strength verification | 47 |
| A.4.3.1 | Meridional compression | 47 |
| A.4.3.2 | Circumferential (hoop) compression | 48 |
| A.4.3.3 | Shear and uniform torsion | 48 |
| A.5 | Stiffened cylindrical shells of constant wall thickness..... | 48 |
| A.5.1 | General | 48 |
| A.5.2 | Isotropic walls with meridional stiffeners | 48 |
| A.5.2.1 | General | 48 |
| A.5.2.2 | Meridional (axial) compression..... | 49 |
| A.5.2.3 | Circumferential (hoop) compression | 49 |
| A.5.2.4 | Shear | 49 |
| A.5.3 | Isotropic walls with circumferential stiffeners | 50 |
| A.5.4 | Circumferentially corrugated walls with meridional stiffeners | 50 |
| A.5.4.1 | General | 50 |
| A.5.4.2 | Axial compression | 51 |
| A.5.4.3 | Stiffened wall treated as carrying axial compression only in the stiffeners | 52 |
| A.5.4.4 | Circumferential (hoop) compression | 53 |

EN 1999-1-5:2007 (E)

| | | |
|------------------------------|---|-----------|
| A.5.5 | Axially corrugated walls with ring stiffeners | 53 |
| A.5.5.1 | General | 53 |
| A.5.5.2 | Axial compression | 54 |
| A.5.5.3 | Circumferential (hoop) compression | 54 |
| A.5.6 | Stiffened wall treated as an orthotropic shell | 54 |
| A.5.6.1 | General | 54 |
| A.5.6.2 | Axial compression | 55 |
| A.5.6.3 | Circumferential (hoop) compression | 56 |
| A.5.6.4 | Shear | 56 |
| A.5.7 | Equivalent orthotropic properties of corrugated sheeting..... | 57 |
| A.6 | Unstiffened spherical shells under uniform circumferential compression..... | 58 |
| A.6.1 | Notations and boundary conditions | 58 |
| A.6.2 | Critical buckling stresses | 59 |
| A.6.3 | Circumferential buckling parameter | 59 |
| Annex B [informative] | - Expressions for buckling analysis of toriconical and torispherical shells..... | 60 |
| B.1 | General | 60 |
| B.2 | Notations and boundary conditions | 60 |
| B.3 | External pressure | 61 |
| B.3.1 | Critical external pressure | 61 |
| B.3.2 | Uniform squash limit external pressure..... | 62 |
| B.3.3 | External pressure buckling parameter | 63 |
| B.4 | Internal pressure | 63 |
| B.4.1 | Critical internal pressure..... | 63 |
| B.4.2 | Uniform squash limit internal pressure..... | 64 |
| B.4.3 | Internal pressure buckling parameter..... | 65 |