

# *Geregistreeerde Belgische norm*

**NBN EN 1993-4-1 NL**

2e uitg., maart 2011

**Normklasse: B 51**

## **Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-1 : Silo's (+ AC:2009)**

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 4-1 : Silos (+ AC:2009)

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 4-1 : Silos (+ AC:2009)

### **Toelating tot publicatie: 23 maart 2011**

Vervangt NBN ENV 1993-4-1 (1999).

Deze Europese norm EN 1993-4-1:2007 heeft de status van een Belgische norm.

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

De Nederlandstalige versie is uitgegeven onder de verantwoordelijkheid van het NBN. Deze NBN EN 1993-4-1 NL is identiek aan de NBN EN 1993-4-1, 2e uitg., augustus 2007 en heeft dezelfde status als de officiële versies.

Hoewel de grootste zorg is besteed aan deze Nederlandstalige uitgave, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het NBN kan dan ook niet aansprakelijk worden gesteld voor rechtstreekse en/of onrechtstreekse schade, ontstaan door of verband houdend met de toepassing van deze uitgave.

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 1993-4-1 NL**

2e éd., mars 2011

**Indice de classement: B 51**

---

**Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 4-1 : Silos (+ AC:2009)**

Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-1 : Silo's (+ AC:2009)

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 4-1 : Silos (+ AC:2009)

---

**Autorisation de publication: 23 mars 2011**

Remplace NBN ENV 1993-4-1 (1999).

La présente norme européenne EN 1993-4-1:2007 a le statut d'une norme belge.

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

La version en néerlandais est publiée sous la responsabilité du NBN. Cette norme NBN EN 1993-4-1 NL est identique à la NBN EN 1993-4-1, 2e éd. août 2007 et a le même statut que les versions officielles.

Bien que le plus grand soin ait été apporté à la réalisation de cette édition néerlandaise, des erreurs ou omissions ne peuvent être totalement exclues. Par conséquent, le NBN décline toute responsabilité pour les dommages directs et/ou indirects dus ou liés à l'application de la présente norme.

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](mailto:info@nbn.be) - NBN Online: [www.nbn.be](http://www.nbn.be)

Banque 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOTBEB1 TVA BE0880857592

# NATIONAAL VOORWOORD VAN NBN EN 1993-4-1:2007

1. De norm NBN EN 1993-4-1:2007 «Eurocode 3 – Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 4-1: Silo's» omvat de nationale bijlage NBN EN 1993-4-1 ANB:2011 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 1993-4-1 ANB:2011 de volgende norm:

NBN ENV 1993-4-1:1999 Eurocode 3 – Ontwerp van stalen draagsystemen - Deel 4-1: Silo's, tanks en pijpleidingen - Silo's

Het corrigendum EN 1993-4-1/AC:2009, zoals door CEN gepubliceerd, is na deze norm toegevoegd.

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

<b>Vermelde norm</b>	<b>Nederlandstalige titel (NBN)</b>
EN 1090 Execution of steel structures	NBN EN 1090 Uitvoering van staalconstructies en aluminiumconstructies
EN 1990 Eurocode: Basis of design	NBN EN 1990 Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.1: Actions on structures – Densities, self-weight and imposed loads for buildings	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-1: Algemene belastingen - Dichtheden, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.2: Actions on structures – Actions on structures exposed to fires	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-2: Algemene belastingen - Belasting bij brand
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.3: Actions on structures – Snow loads	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-3: Algemene belastingen - Sneeuwbelasting

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.4: Actions on structures – Wind loads	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.5: Actions on structures – Thermal loads	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-5: Algemene belastingen - Thermische belasting
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.6: Actions on structures – Construction loads	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-6: Algemene belastingen - Belastingen tijdens uitvoering
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 1.7: Actions on structures – Accidental actions	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 1-7: Algemene belastingen - Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures  Part 4: Actions on silos and tanks	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies  Deel 4: Silo's en tanks
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.1: General rules and rules for buildings	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.3: Cold formed thin gauge members and sheeting	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-3: Algemene regels - Aanvullende regels voor koudgevormde profielen en platen
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.4: Stainless steels	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-4: Algemene regels - Aanvullende regels voor roestvast staal

EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.6: Strength and stability of shell structures	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.7: Planar plated structures loaded transversely	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-7: Algemene regels - Haaks op het vlak belaste plaatconstructies
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.8: Design joints	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-8: Algemene regels - Ontwerp en berekening van verbindingen
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.9: Fatigue strength of steel structures	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-9: Algemene regels - Vermoeiing
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.10: Selection of steel for fracture toughness and through-thickness properties	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-10: Algemene regels - Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 4.2: Tanks	NBN EN 1993 Eurocode 3 : Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 4-2: Opslagtanks
EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design	NBN EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
EN 1998 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures  Part 4: Silos, tanks and pipelines	NBN EN 1998 Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies  Deel 4: Silo's, opslagtanks en buisleidingen
EN 10025 Hot-rolled products of structural steels – technical delivery conditions	NBN EN 10025 Warmgewalste producten van constructiestaal

EN 10149 Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming	NBN EN 10149 Warmgewalste platte produkten gemaakt van staalsoorten met een hoge vloeigrens voor koudvervormen
ISO 3898 Bases for design of structures – Notation – General symbols	NBN ISO 3898 Grondslagen voor het ontwerpen van draagsystemen - Notaties - Algemene symbolen
ISO 8930 General principles on reliability for structures – List of equivalent terms	NBN ISO 8930 Algemene beginselen voor de betrouwbaarheid van draagsystemen - Lijst van gelijkwaardige termen

2. Aanvullende opmerking van het NBN: de hieronder opgenomen verbeteringen behoren te worden aangebracht in de Nederlandstalige versie van de NBN EN 1993-4-1. Zie EN 1993-4-1:2007/AC:2009.

EUROPESE NORM  
 EUROPÄISCHE NORM  
 EUROPEAN STANDARD  
 NORME EUROPÉENNE

**EN 1993-4-1**

februari 2007

ICS 65.040.20; 91.010.30 ; 91.080.10

Vervangt ENV 1993-4-1:1999

Nederlandstalige versie

**Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-1:  
 Silo's**

Eurocode 3 - Bemessung und  
 Konstruktion von Stahlbauten - Teil 4-1:  
 Silos

Eurocode 3 - Design of steel  
 structures - Part 4-1: Silos

Eurocode 3 - Calcul des structures en  
 acier - Partie 4-1: Silos

Deze Europese norm is door de CEN aangenomen op 12 juni 2006. De Nederlandstalige versie is uitgegeven onder verantwoordelijkheid van het NBN en heeft dezelfde status als de officiële versies.

De CEN-leden zijn verplicht zich te houden aan het huishoudelijk reglement van de CEN/CENELEC waarin is vastgelegd onder welke voorwaarden aan deze Europese norm, zonder veranderingen, de status van nationale norm moet worden gegeven. Bijgewerkte lijsten van en bibliografische gegevens betreffende zulke nationale normen kunnen op aanvraag worden verkregen bij het centrale secretariaat en bij elk CEN-lid.

Deze Europese norm bestaat in drie officiële versies (Duits, Engels en Frans). Een versie in een andere taal, die onder verantwoordelijkheid van een CEN-lid in zijn landstaal is gemaakt en die is aangemeld bij het centrale secretariaat, heeft dezelfde status als de officiële versies.

Leden van de CEN zijn de nationale normalisatie-organisaties van België, Bulgarije, Cyprus, Denemarken, Duitsland, Estland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hongarije, Ierland, IJsland, Italië, Letland, Litouwen, Luxemburg, Malta, Nederland, Noorwegen, Oostenrijk, Polen, Portugal, Roemenië, Slovenië, Slowakije, Spanje, Tsjechië, het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland.



**CEN Managementcentrum:**  
 Marnixlaan 17, B-1000 Brussel

**CENELEC Centraal Secretariaat:**  
 Marnixlaan 17, B-1000 Brussel

## Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>4</b>
<b>1 Algemeen</b>	<b>8</b>
1.1 Onderwerp en toepassingsgebied	8
1.2 Normatieve verwijzingen	8
1.3 Aannamen	9
1.4 Onderscheid tussen beginselen en toepassingsregels	9
1.5 Termen en definities	9
1.6 Symbolen gebruikt in deel 4.1 van Eurocode 3	11
1.7 Tekenafspraken	14
1.8 Eenheden	19
<b>2 Grondslagen van het ontwerp</b>	<b>20</b>
2.1 Eisen	20
2.2 Differentiatie in betrouwbaarheid	20
2.3 Grenstoestanden	21
2.4 Belastingen en externe invloeden	22
2.5 Materiaaleigenschappen	22
2.6 Geometrische gegevens	22
2.7 Modelleren van de silo ter bepaling van de belastingseffecten	22
2.8 Door proeven ondersteund ontwerp	22
2.9 Belastingseffecten voor toetsingen in de grenstoestanden	23
2.10 Duurzaamheid	24
2.11 Brandweerstand	24
<b>3 Materiaaleigenschappen</b>	<b>25</b>
3.1 Algemeen	25
3.2 Constructiestaal	25
3.3 Roestvast staal	25
3.4 Speciale gelegeerde staalsoorten	25
3.5 Taaiheidseigenschappen	26
<b>4 Basis voor het constructief ontwerp</b>	<b>27</b>
4.1 Uiterste grenstoestanden	27
4.2 Berekening van de schaalconstructie van een cilindrische silo	28
4.3 Berekening van een kokerconstructie van een rechthoekige silo	31
4.4 Equivalente orthotrope eigenschappen van geprofileerde platen	32
<b>5 Ontwerp en berekening van cilindrische wanden</b>	<b>35</b>
5.1 Basis	35
5.2 Onderscheid tussen cilindrische schaalvormen	35
5.3 Weerstand van cilindrische silowanden	36
5.4 Speciale opleggingsvoorwaarden voor cilindrische wanden	59
5.5 Detaillering voor openingen in cilindrische wanden	64
5.6 Bruikbaarheidsgrenstoestanden	65
<b>6 Ontwerp en berekening van conische trechters</b>	<b>66</b>
6.1 Basis	66
6.2 Onderscheid tussen trechterschaalvormen	66
6.3 Weerstand van conische trechters	67
6.4 Beschouwingen voor speciale trechterconstructies	72
6.5 Bruikbaarheidsgrenstoestanden	74



<b>7</b>	<b>Ontwerp en berekening van cirkelronde conische daken</b>	<b>75</b>
7.1	Basis	75
7.2	Onderscheid tussen dakconstructievormen	75
7.3	Weerstand van cirkelronde conische silodaken	75
<b>8</b>	<b>Ontwerp en berekening van de overgangsverbindingen en de ondersteunende ringbalken</b>	<b>77</b>
8.1	Basis	77
8.2	Berekening van de overgangsverbinding	78
8.3	Constructieve weerstanden	86
8.4	Toetsingen in de grenstoestanden	90
8.5	Beschouwingen voor de ondersteuning aan de overgangsverbinding	93
<b>9</b>	<b>Ontwerp en berekening van rechthoekige en vlakwandige silo's</b>	<b>94</b>
9.1	Basis	94
9.2	Classificatie van constructievormen	94
9.3	Weerstand van niet-verstijfde verticale wanden	95
9.4	Weerstand van silowanden uit verstijfde en geprofileerde platen	95
9.5	Silo's met inwendige trekverankeringen	98
9.6	Weerstand van piramidale trechters	100
9.7	Verticale verstijvingen op kokerwanden	102
9.8	Bruikbaarheidsgrenstoestanden	102
	<b>Bijlage A: [Informatief]</b>	<b>104</b>
	<b>Vereenvoudigde regels voor cirkelronde silo's in gevolgklasse 1</b>	<b>104</b>
	A.1 Belastingscombinaties voor gevolgklasse 1	104
	A.2 Berekening van de belastingeffecten	104
	A.3 Berekening in de uiterste grenstoestand	104
	<b>Bijlage B: [Informatief]</b>	<b>111</b>
	<b>Uitdrukkingen voor de membraanspanningen in conische trechters</b>	<b>111</b>
	<b>Bijlage C: [Informatief]</b>	<b>113</b>
	<b>Winddrukverdeling over de omtrek van ronde siloconstructies</b>	<b>113</b>

## Voorwoord

Deze Europese norm EN 1993-4-1: "Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-1: Silo's", is opgesteld door de Technische Commissie CEN/TC 250 "Constructieve Eurocodes", waarvan BSI het secretariaat voert. CEN/TC250 is verantwoordelijk voor alle constructieve Eurocodes.

Deze Europese norm moet uiterlijk in augustus 2007 de status krijgen van een nationale norm, hetzij door de publicatie van een eensluidende vertaalde tekst, hetzij door het overnemen van een van de bronteksten. Nationale normen die strijdig zijn met deze norm, moeten uiterlijk in maart 2010 zijn ingetrokken.

Deze Eurocode vervangt ENV 1993-4-1:1999.

Volgens het huishoudelijk reglement van CEN-CENELEC zijn de nationale normalisatie-instellingen van de volgende landen verplicht deze Europese norm in te voeren: België, Bulgarije, Cyprus, Denemarken, Duitsland, Estland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hongarije, Ierland, IJsland, Italië, Letland, Litouwen, Luxemburg, Malta, Nederland, Noorwegen, Oostenrijk, Polen, Portugal, Roemenië, Slowakije, Slovenië, Spanje, Tsjechië, het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland.

### Achtergrond van het Eurocode-programma

In 1975 besloot de Commissie van de Europese Gemeenschap, op grond van artikel 95 van het Verdrag (van Rome), tot een actieprogramma op het gebied van de bouw. Het doel van het programma was het wegwerken van technische handelsbelemmeringen en het harmoniseren van technische voorschriften.

In dit actieprogramma nam de Commissie het initiatief een reeks van geharmoniseerde technische voorschriften voor het ontwerp en de berekening van bouwwerken op te stellen, die, in eerste instantie, dienst zouden doen als alternatief voor de vigerende nationale voorschriften in de lidstaten en, uiteindelijk, deze zouden vervangen.

Gedurende vijftien jaar heeft de Commissie met de hulp van een stuurgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van de lidstaten, de ontwikkeling van het Eurocode-programma gestuurd, dat in de jaren '80 leidde tot de eerste generatie Europese codes.

In 1989 besloten de Commissie en de lidstaten van de EU en EVA, op basis van een overeenkomst<sup>1</sup> tussen de Commissie en de CEN, de opstelling en de publicatie van de Eurocodes met behulp van een reeks mandaten aan CEN over te dragen, teneinde de Eurocodes in de toekomst de status van Europese norm (EN) te verschaffen. Dit verbindt de Eurocodes *de facto* met alle bepalingen van de Richtlijnen van de Raad en/of de besluiten van de Commissie die over Europese normen gaan (bijvoorbeeld de Richtlijn van de Raad 89/106/EEG inzake voor de bouw bestemde producten – RBP of BPR\* – en de Richtlijnen van de Raad 93/37/EEG, 92/50/EEG en 89/440/EEG inzake overheidsopdrachten voor de uitvoering van werken en voor dienstverlening en de gelijkwaardige Richtlijnen van EVA, uitgevaardigd met het oog op het creëren van de interne markt).

Het programma van de constructieve Eurocodes omvat de volgende normen, in het algemeen bestaande uit meerdere delen:

EN 1990 Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp

<sup>1</sup> Akkoord tussen de Commissie van de Europese Gemeenschap en het Europees Normalisatiecomité (CEN) betreffende het werk aan de EUROCODES voor het ontwerp en de berekening van gebouwen en civieltechnische werken (BC/CEN/03/89).

\* In Nederland RBP (Richtlijn Bouwproducten), in België BPR (Bouwproductenrichtlijn).

EN 1991	Eurocode 1:	Belastingen op constructies
EN 1992	Eurocode 2:	Ontwerp en berekening van betonconstructies
EN 1993	Eurocode 3:	Ontwerp en berekening van staalconstructies
EN 1994	Eurocode 4:	Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies
EN 1995	Eurocode 5:	Ontwerp en berekening van houtconstructies
EN 1996	Eurocode 6:	Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk
EN 1997	Eurocode 7:	Geotechnisch ontwerp en berekening
EN 1998	Eurocode 8:	Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies
EN 1999	Eurocode 9:	Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies

Eurocode-normen erkennen de verantwoordelijkheid van de regelgevende (overheids)instanties in elke lidstaat en waarborgen hun recht om waarden te bepalen in verband met op nationaal niveau gereglementeerde veiligheidsaangelegenheden, daar waar deze waarden van lidstaat tot lidstaat blijven verschillen.

### Status en toepassingsgebied van de Eurocodes

De lidstaten van de EU en EVA erkennen dat de Eurocodes in de hoedanigheid van verwijzingsdocumenten dienen:

- als middel om aan te tonen dat gebouwen en civieltechnische werken voldoen aan de fundamentele eisen van de Richtlijn van de Raad 89/106/EEG, in het bijzonder aan de fundamentele eis N°1 – Mechanische weerstand en stabiliteit – en de fundamentele eis N°2 – Veiligheid in geval van brand;
- als basis voor het opstellen van contracten voor bouwwerken en de daarbij behorende ingenieursdiensten;
- als kader voor het opmaken van geharmoniseerde technische voorschriften voor bouwproducten (EN's en ETA's).

De Eurocodes hebben, voor zover zij betrekking hebben op de bouwwerken zelf, een directe relatie met de basisdocumenten<sup>2</sup> waarnaar is verwezen in artikel 12 van de RBP (BPR), alhoewel zij naar hun aard verschillend zijn van de geharmoniseerde productnormen<sup>3</sup>. Daarom dienen Technische Commissies van CEN en/of werkgroepen van EOTA werkend aan productnormen, technische aspecten die voortkomen uit het werk aan de Eurocodes voldoende in beschouwing nemen, teneinde te komen tot volledige overeenkomst van deze technische voorschriften met de Eurocodes.

De Eurocode-normen voorzien in gewone constructieve ontwerp- en berekeningsregels voor dagelijks gebruik voor het ontwerp en de berekening van gehele constructies en voor samenstellende delen, van zowel traditionele als innovatieve aard. Ongewone constructies of ontwerpomstandigheden zijn niet specifiek opgenomen en in deze gevallen zal van de constructief ontwerper een aanvullend vakkundig onderzoek worden gevergd.

<sup>2</sup> Volgens art. 3.3 van de RBP (BPR) moeten de fundamentele eisen (FE's) concreet vertolkt zijn in basisdocumenten, teneinde de noodzakelijke verbanden te leggen tussen de fundamentele eisen en de mandaten voor de geharmoniseerde EN's en ETAG's/ETA's.

<sup>3</sup> Volgens art. 12 van de RBP (BPR) moeten de basisdocumenten:

- a) de fundamentele eisen concreet vertolken door terminologie en technische grondslagen te harmoniseren en klassen of niveaus aan te geven voor elke eis waar nodig;
- b) methoden aangeven om deze klassen of niveaus van eisen te correleren met de technische voorschriften, bijvoorbeeld berekenings- en beproevingsmethoden, technische regels voor uitvoerings/bouwplannen, enz. ;
- c) als verwijzing dienen voor het opstellen van geharmoniseerde normen en richtlijnen voor Europese technische goedkeuringen.

De Eurocodes spelen *de facto* een gelijkaardige rol op het gebied van FE 1 en een deel van FE 2.

### Nationale normen als implementatie van de Eurocodes

De nationale normen als implementatie van de Eurocodes zullen de volledige tekst omvatten van de Eurocode (met inbegrip van alle bijlagen), zoals gepubliceerd door CEN. Deze tekst mag worden voorafgegaan door een nationaal titelblad en een nationaal voorwoord en mag worden gevolgd door een nationale bijlage.

De nationale bijlage mag alleen informatie bevatten over de parameters die in de Eurocode zijn opengelaten voor nationale keuze, aangeduid als nationaal bepaalde parameters, die van toepassing zijn op het ontwerp en de berekening van te realiseren gebouwen en civieltechnische werken in het desbetreffende land, te weten:

- waarden en/of klassen waarvoor alternatieven zijn gegeven in de Eurocode,
- te gebruiken waarden waarvoor alleen een symbool is gegeven in de Eurocode,
- specifieke gegevens van een land (geografische, klimatologische, enz.), bijvoorbeeld een sneeuwkaart,
- de te volgen methode, ingeval alternatieve methoden zijn gegeven in de Eurocode.

Ze mag eveneens bevatten:

- beslissingen in verband met de toepassing van de informatieve bijlagen,
- verwijzingen naar niet-tegenstrijdige, aanvullende informatie om de gebruiker te helpen bij het gebruik van de Eurocode.

### Verbanden tussen Eurocodes en geharmoniseerde technische voorschriften (EN's en ETA's) voor bouwproducten

Er is behoefte aan samenhang tussen de geharmoniseerde technische voorschriften voor bouwproducten en de technische regels voor bouwwerken<sup>4</sup>. Bovendien moet alle informatie die de CE-markering van bouwproducten vergezelt en die naar de Eurocodes verwijst, duidelijk aangeven welke nationaal bepaalde parameters in aanmerking zijn genomen.

#### Aanvullende informatie specifiek voor EN1993-4-1

EN 1993-4-1 geeft ontwerpadvies voor het constructieve ontwerp en de berekening van silo's.

EN 1993-4-1 geeft ontwerp- en berekeningsregels die de generische regels uit meerdere delen van EN 1993-1 aanvullen.

EN 1993-4-1 is bedoeld voor opdrachtgevers, ontwerpers, bouwers/aannemers en bevoegde overheidsinstanties.

EN 1993-4-1 is bedoeld om samen te zijn gebruikt met EN 1990, EN 1991-4, de andere delen van EN 1991, EN 1993-1-6 en EN 1993-4-2, de andere delen van EN 1993, EN 1992 en de andere delen van EN 1994 tot en met EN 1999 die van toepassing zijn op het ontwerp en de berekening van silo's. Onderwerpen die reeds in die documenten zijn behandeld, zijn niet herhaald.

Numerieke waarden van partiële factoren en andere betrouwbaarheidsparameters zijn aanbevolen als basiswaarden voor een aanvaardbaar betrouwbaarheidsniveau. Ze zijn gekozen in de veronderstelling dat een behoorlijk niveau van vakmanschap en kwaliteitsbeheer van toepassing is.

Veiligheidsfactoren voor silo's van het 'producttype' (geproduceerd in de fabriek) kunnen door de bevoegde instanties zijn voorgeschreven. Indien toegepast op silo's van het 'producttype', gelden de in 2.10 vermelde factoren uitsluitend als advies. Ze zijn vermeld om de niveaus aan te geven die waarschijnlijk nodig zijn om een vergelijkbare betrouwbaarheid te bereiken met andere ontwerpen en berekeningen.

<sup>4</sup> Zie art.3.3 en art.12 van de RBP(BPR), alsook 4.2, 4.3.1, 4.3.2 en 5.2 van basisdocument 1.

### Nationale bijlage van EN1993-4-1

Deze norm geeft alternatieve werkwijzen, waarden en aanbevingen voor classificatie, met opmerkingen die aangeven waar mogelijk nationale keuzen moeten worden gemaakt. Daarom behoort de nationale norm die EN 1993-4-1 implementeert, een nationale bijlage te hebben met daarin alle nationaal bepaalde parameters nodig voor het ontwerp en de berekening van staalconstructies te realiseren in het desbetreffende land.

In EN 1993-4-1 wordt nationale keuze toegelaten via:

- 2.2 (1)
- 2.2 (3)
- 2.9.2.2 (3)
- 3.4 (1)
- 4.1.4 (2) en (4)
- 4.2.2.3 (6)
- 4.3.1 (6) en (8)
- 5.3.2.3 (3)
- 5.3.2.4 (10), (12) en (15)
- 5.3.2.5 (10) en (14)
- 5.3.2.6 (3) en (6)
- 5.3.2.8 (2)
- 5.3.3.5 (1) en (2)
- 5.3.4.3.2 (2)
- 5.3.4.3.3 (2) en (5)
- 5.3.4.3.4 (5)
- 5.3.4.5 (3)
- 5.4.4 (2), (3) en (4)
- 5.4.7 (3)
- 5.5.2 (3)
- 5.6.2 (1) en (2)
- 6.1.2 (4)
- 6.3.2.3 (2) en (4)
- 6.3.2.7 (3)
- 7.3.1 (4)
- 8.3.3 (4)
- 8.4.1 (6)
- 8.4.2 (5)
- 8.5.3 (3)
- 9.5.1 (3) en (4)
- 9.5.2 (5)
- 9.8.2 (1) en (2)
- A.2 (1) en (2)
- A.3.2.1 (6)
- A.3.2.2 (6)
- A.3.2.3 (2)
- A.3.3 (1), (2) en (3)
- A.3.4 (4)

# 1 Algemeen

## 1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

- (1) Deel 4.1 van Eurocode 3 geeft de beginselen en de toepassingsregels voor het constructieve ontwerp en de berekening van stalen silo's met cirkelvormige of rechthoekige doorsnede die vrij staan of die zijn ondersteund.
- (2) De in dit deel vermelde bepalingen vullen de equivalente bepalingen uit EN 1993-1 aan, wijzigen ze of vervangen ze.
- (3) Dit deel behandelt uitsluitend de eisen met betrekking tot de weerstand en de stabiliteit van stalen silo's. Voor andere eisen (zoals de operationele veiligheid, de functionele prestatie, de fabricage en montage, de kwaliteitscontrole, details zoals mangaten, flenzen, aftapgaten en toevoerinrichtingen, enz.), zie de van toepassing zijnde normen.
- (4) Bepalingen die betrekking hebben op de speciale eisen voor het ontwerp in geval van aardbevingen zijn in EN 1998-4 vermeld. Specifiek voor dit doel vullen ze de bepalingen van Eurocode 3 aan of wijzigen ze.
- (5) Het ontwerp en de berekening van ondersteunende constructies van de silo zijn in EN 1993-1-1 behandeld. Er is van uit te gaan dat de ondersteunende constructie alle constructieve elementen omvat onder de onderflens van de laagste ring van de silo, zie figuur 1.1.
- (6) De funderingen in gewapend beton van stalen silo's zijn in EN 1992 en EN 1997 behandeld.
- (7) Numerieke waarden van de in het ontwerp en de berekening in rekening te brengen specifieke belastingen op stalen silo's zijn gegeven in EN 1991-4 "Belastingen in silo's en opslagtanks".
- (8) Dit deel 4.1 behandelt niet:
- weerstand met betrekking tot brand;
  - silo's met inwendige onderverdelingen en inwendige constructies;
  - silo's met een capaciteit van minder dan 10 ton;
  - gevallen waarin speciale maatregelen nodig zijn om de gevolgen van ongevallen te beperken.
- (9) Indien deze norm van toepassing is op silo's met cirkelvormige doorsnede, is de geometrische vorm beperkt tot axisymmetrische constructies maar de belastingen op dergelijke silo's kunnen asymmetrisch zijn en hun ondersteuning kunnen in de silo krachten inleiden die niet axisymmetrisch zijn.

## 1.2 Normatieve verwijzingen

Deze Europese norm bevat door gedateerde of ongedateerde verwijzing bepalingen uit andere publicaties. Die normatieve verwijzingen zijn op passende wijze in de tekst aangehaald en de publicaties zijn hierna opgesomd. Bij gedateerde verwijzingen zijn latere wijzigingen of herzieningen van een van deze publicaties slechts van toepassing op deze Europese norm, indien zij door wijziging of herziening daarin zijn verwerkt. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste versie van de publicatie waarnaar is verwezen van toepassing.

EN 1090	<i>Execution of steel structures;</i>
EN 1990	<i>Eurocode: Basis of design;</i>
EN 1991	<i>Eurocode 1: Actions on structures;</i>
Part 1.1	<i>Actions on structures – Densities, self-weight and imposed loads for buildings;</i>
Part 1.2:	<i>Actions on structures – Actions on structures exposed to fire;</i>
Part 1.3:	<i>Actions on structures – Snow loads;</i>
Part 1.4:	<i>Actions on structures – Wind loads;</i>
Part 1.5:	<i>Actions on structures – Thermal loads;</i>
Part 1.6:	<i>Actions on structures – Construction loads;</i>