

# *Geregistreeerde Belgische norm*

**NBN EN 1992-3**

1e uitg., november 2006

**Normklasse: B 15**

## **Eurocode 2 - Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen**

Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 3: Silos et réservoirs

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures

### **Toelating tot publicatie: 04 augustus 2006**

Deze Europese norm EN 1992-3:2006 heeft de status van een Belgische norm.

Vervangt NBN ENV 1992-4 (1999).

Deze Europese norm NBN EN 1992-3:2006 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 1992-3**

1e éd., novembre 2006

**Indice de classement: B 15**

---

**Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 3: Silos et réservoirs**

Eurocode 2 - Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures

---

**Autorisation de publication: 04 août 2006**

Remplace NBN ENV 1992-4 (1999).

La présente norme européenne EN 1992-3:2006 a le statut d'une norme belge.

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

## Nationaal voorwoord van NBN EN 1992-3:2006

1. De norm NBN EN 1992-3:2006 « Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 3 : Constructies voor keren en opslaan van stoffen » omvat de nationale bijlage NBN EN 1992-3 ANB:2013 met een normatief karakter in België. Hij vervangt vanaf de datum van de publicatie in het Belgisch Staatsblad van de bekrachtiging van de norm NBN EN 1992-3 ANB:2013, de volgende norm :
  - NBN ENV 1992-4 :1999 « Eurocode 2: Berekening van betonconstructies – Deel 4 : Constructies voor keren en opslaan van stoffen »
  
2. De Nederlandstalige versie van EN 1992-3 werd opgesteld in samenwerking tussen NBN en NEN.  
Daarbij werd voor elk begrip een unieke term gekozen. Dit heeft voor gevolg dat in de norm uitdrukkingen voorkomen die in één van de twee landen minder gebruikelijk zijn.  
  
Een lijst met gelijkwaardige termen is opgenomen in het voorwoord van NBN EN 1992-1-1.



## Avant-propos national à la NBN EN 1992-3:2006

1. La norme NBN EN 1992-3:2006 « Eurocode 2: Calcul des structures en béton - Partie 3 : Silos et réservoirs » comprend l'annexe nationale NBN EN 1992-3 ANB:2013 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 1992-3 ANB :2013 ; la norme suivante:

- NBN ENV 1992-4 :1999 « Eurocode 2: Calcul des structures en béton - Partie 4: Structures de soutènement et réservoirs »

2. La version de langue française de l'EN 1992-3 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>Termes de l'EN 1992-3</b>	<b>Termes équivalents en Belgique</b>
Client	le maître de l'ouvrage assisté de ses bureaux d'architectes, d'ingénierie et de consultance



Deutsche Fassung

## Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Stütz- und Behälterbauwerke aus Beton

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures

Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 3: Silos et réservoirs

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. November 2005 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>6</b>
1.1 Anwendungsbereich .....	6
1.2 Normative Verweisungen .....	7
1.6 Formelzeichen .....	7
1.7 Besondere Formelzeichen im Teil 3 von Eurocode 2 .....	7
<b>2 Grundlagen der Tragwerksplanung</b> .....	<b>8</b>
2.1 Anforderungen .....	8
2.1.1 Grundlegende Anforderungen .....	8
2.3 Basisvariablen .....	8
2.3.1 Einwirkungen und Umwelteinflüsse .....	8
2.3.2 Material- und Produkteigenschaften .....	8
<b>3 Baustoffe</b> .....	<b>8</b>
3.1 Beton .....	8
3.1.1 Allgemeines .....	8
3.1.3 Elastische Verformungseigenschaften .....	8
3.1.4 Kriechen und Schwinden .....	9
3.1.11 Wärmeentwicklung und Temperaturverteilung infolge Hydratation .....	9
3.2 Betonstahl .....	9
3.2.2 Materialeigenschaften .....	9
3.3 Spannstahl .....	9
3.3.2 Materialeigenschaften .....	9
<b>4 Dauerhaftigkeit und Betondeckung</b> .....	<b>9</b>
4.1 Dauerhaftigkeitsanforderungen .....	9
<b>5 Schnittgrößenermittlung</b> .....	<b>10</b>
5.12 Ermittlung der Schnittgrößen infolge Temperatur .....	10
5.12.1 Allgemeines .....	10
5.13 Berechnung der Schnittgrößen infolge Innendruck .....	10
<b>6 Grenzzustände der Tragfähigkeit</b> .....	<b>10</b>
6.9 Nachweis für Staubexplosion .....	10
6.9.1 Allgemeines .....	10
6.9.2 Bemessung tragender Bauteile .....	11
<b>7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit</b> .....	<b>11</b>
7.3 Rissbildung .....	11
7.3.1 Allgemeines .....	11
7.3.3 Beschränkung der Rissbildung ohne direkte Berechnung .....	12
7.3.4 Berechnung der Rissbreite .....	13
7.3.5 Beschränkung der Rissbildung infolge Zwang .....	14
<b>8 Bauliche Durchbildung</b> .....	<b>15</b>
8.10.1 Spannglieder .....	15
8.10.3 Horizontaler und senkrechter Abstand .....	15
8.10.4 Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern .....	15
<b>9 Konstruktionsregeln für Bauteile und spezielle Regeln</b> .....	<b>15</b>
9.6 Stahlbetonwände .....	15
9.6.5 Eckverbindungen von Wänden .....	15
9.6.6 Anordnung von Bewegungsfugen .....	16
9.11 Vorgespannte Wände .....	16
9.11.1 Mindestbewehrung und Mindestabmessungen .....	16



<b>Anhang K (informativ) Einfluss der Temperatur auf die Betoneigenschaften.....</b>	<b>17</b>
<b>K.1 Allgemeines .....</b>	<b>17</b>
<b>K.2 Baustoffeigenschaften bei Minustemperaturen .....</b>	<b>17</b>
<b>K.3 Baustoffeigenschaften bei höheren Temperaturen .....</b>	<b>18</b>
<b>Anhang L (informativ) Berechnung der Dehnungen und Spannungen von Betonquerschnitten infolge Zwang .....</b>	<b>19</b>
<b>L.1 Beziehungen für die Spannungen und Dehnungen bei ungerissenen Betonquerschnitten.....</b>	<b>19</b>
<b>L.2 Abschätzung des Zwangs .....</b>	<b>19</b>
<b>Anhang M (informativ) Berechnung von Rissbreiten infolge Zwang.....</b>	<b>22</b>
<b>M.1 Allgemeines .....</b>	<b>22</b>
<b>M.2 Zwang an den Bauteilenden .....</b>	<b>22</b>
<b>Anhang N (informativ) Anordnung von Bewegungsfugen .....</b>	<b>24</b>

## Bilder

<b>Bild 7.103N — Höchstwerte der Stabdurchmesser zur Rissbreitenbeschränkung bei Bauteilen unter Längszug.....</b>	<b>13</b>
<b>Bild 7.104N — Höchstwerte der Stababstände zur Rissbreitenbeschränkung bei Bauteilen unter Längszug.....</b>	<b>14</b>
<b>Bild L.1 — Zwangbeiwerte für typische Fälle .....</b>	<b>20</b>
<b>Bild M.1 — Arten des Zwanges von Wänden.....</b>	<b>22</b>
<b>Bild M.2 — Zusammenhang zwischen Rissbreite und Zwangdehnung für Zwang an den Bauteilenden und an einem Bauteilrand.....</b>	<b>23</b>

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 1992-3:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1992-4.

CEN/TC 250 ist für die Erarbeitung aller Eurocodes zuständig.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### **Hintergrund des Eurocode-Programms**

Siehe EN 1992-1-1.

### **Eurocode-Programm**

Siehe EN 1992-1-1

### **Status und Anwendungsbereich der Eurocodes**

Siehe EN 1992-1-1.

### **Nationale Fassungen der Eurocodes**

Siehe EN 1992-1-1.

### **Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)**

Siehe EN 1992-1-1.

### **Besondere Regelungen für diese Norm**

Der Anwendungsbereich von Eurocode 2 ist in 1.1.1 von EN 1992-1-1 definiert, während der Anwendungsbereich des vorliegenden Teils des Eurocode 2 in 1.1.2 dieser Norm festgelegt wird. Weitere zusätzliche Teile des Eurocode 2 sind in 1.1.3 von EN 1992-1-1 aufgeführt; diese betreffen weitere Verfahren oder Anwendungsmöglichkeiten der Betonbauweise und ergänzen und vervollständigen diesen Teil.

In EN 1992-3 mussten einige wenige Regeln aufgenommen werden, die sich nicht nur auf Behälter und Silos beziehen, sondern streng genommen zum Teil 1-1 gehören. Diese Regeln gelten als gültige Auslegungen des Teils 1-1, so dass eine Bemessung nach EN 1992-3 als übereinstimmend mit den Grundsätzen von EN 1992-1-1 angesehen werden kann.

Wenn Produkte, z. B. Betonröhren, nach einer Produktnorm gefertigt und verwendet werden, in der für das Produkt die Wasserundurchlässigkeit gefordert wird, ist davon auszugehen, dass diese Forderung einschließlich der konstruktiven Durchbildung durch den vorliegenden Code ohne weiteren rechnerischen Nachweis erfüllt ist.

Es sollte beachtet werden, dass die Anforderungen dieser Norm ohne weitere Berechnungen als erfüllt gelten für die gemäß einer Produktnorm hergestellten und verwendeten Produkte, wie beispielsweise Betonrohre.

Es gibt besondere Regeln für die Oberflächen von Behältern, in denen Lebensmittel oder Trinkwasser gespeichert werden. Diese Festlegungen sind in diesem Code nicht enthalten und sollten jedoch in Bezug genommen werden.

Bei der Anwendung dieser Norm in der Praxis sollte ein besonderes Augenmerk auf die in 1.3 von EN 1992-1-1 angeführten Annahmen und Bedingungen gerichtet werden.

Die neun Kapitel dieser Norm werden durch vier informative Anhänge ergänzt. Diese Anhänge wurden aufgenommen, um allgemeine Informationen über Baustoff- und Tragwerkseigenschaften zu liefern, die genutzt werden können, wenn keine Kenntnisse über die tatsächlich vorhandenen Baustoffe oder Nutzungsbedingungen vorliegen.

Wie zuvor festgestellt, sollte auf die Nationalen Anhänge Bezug genommen werden, die Einzelheiten bezüglich mit geltender Bezugsnormen regeln. Für diesen Teil von Eurocode 2 wird besonders auf die Norm EN 206-1 (Beton: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität) hingewiesen.

Für EN 1992-3 gelten folgende zusätzliche Absätze:

Dieser Teil 3 von Eurocode 2 ergänzt EN 1992-1-1 im Hinblick auf die besonderen Bedingungen von Flüssigkeitsbehältern und Bauwerken für die Speicherung von Schüttgütern.

Rahmen und Aufbau dieses Teils 3 entsprechen EN 1992-1-1. Dieser Teil 3 enthält jedoch Prinzipien und Anwendungsregeln, die insbesondere für Stütz- und Behälterbauwerke gelten.

Wenn ein spezieller Absatz von EN 1992-1-1 in dieser EN 1992-3 nicht erwähnt ist, gilt dieser Abschnitt der EN 1992-1-1 in jedem Fall, soweit dies im Einzelfall sinnvoll ist.

Einige Prinzipien und Anwendungsregeln der EN 1992-1-1 werden durch diesen Teil 3 modifiziert oder ersetzt, wodurch jene für Silos und Behälterbauwerke außer Kraft gesetzt werden.

Wenn ein Prinzip oder eine Anwendungsregel von EN 1992-1-1 verändert oder ersetzt wird, ist die neue Absatznummer durch die Addition von 100 zu der ursprünglichen Nummer gekennzeichnet. Wenn ein Prinzip oder eine Anwendungsregel hinzugefügt wird, ist die neue Absatznummer durch die der letzten Nummer von EN 1992-1-1 folgende Zahl gekennzeichnet, die wiederum um 100 erhöht ist.

Die Nummerierung von Gleichungen, Bildern, Fußnoten und Tabellen in diesem Teil erfolgt in gleicher Art und Weise wie die für die zuvor beschriebenen Absatznummerierungen.

### **Nationaler Anhang für EN 1992-3**

In dieser Norm werden Werte mit zusätzlichen Anmerkungen angegeben, die nationale Festlegungen erlauben. Es sollten deshalb die nationalen Normen zur Einführung von EN 1992-3 mit einem nationalen Anhang versehen werden, der alle national festgelegten Parameter für die Bemessung von den im jeweiligen Land zu erbauenden Silos und Behälterbauwerken enthält.

In EN 1992-3 sind nationale Festlegungen in den folgenden Absätzen erlaubt:

7.3.1 (111)

7.3.1 (112)

7.3.3

8.10.3.3 (102) und (103)

9.11.1 (102)

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

1.1.2 von EN 1992-1-1 wird ersetzt durch:

#### 1.1.2 Anwendungsbereich von Teil 3 des Eurocode 2

(101)P Der Teil 3 des Eurocode 2 enthält zusätzliche Regeln für die Planung von Tragwerken aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton, aus Stahlbeton oder Spannbeton für die Speicherung von Flüssigkeiten oder Schüttgütern.

(102)P In diesem Teil werden Prinzipien und Anwendungsregeln für die Bemessung der Bauteile des Tragwerks gegeben, die von den gespeicherten Flüssigkeiten oder Stoffen direkt berührt werden (z. B. die Wände von Tanks, Speichern oder Silos). Andere Bauteile, die diese Primärbauteile stützen (z. B. turmartige Konstruktionen, die den Speicher eines Wasserturms unterstützen), sollten nach den Regeln von Teil 1-1 bzw. Teil 1-2 bemessen werden.

(103)P Dieser Teil behandelt nicht:

- Tragwerke für die Lagerung von Stoffen mit sehr tiefen oder sehr hohen Temperaturen;
- Tragwerke für die Lagerung gefährlicher Stoffe, deren Austritt zu einem hohen Gesundheits- oder Sicherheitsrisiko führen kann;
- Auswahl und Bemessung von Auskleidungen sowie die Folgerungen ihrer Wahl auf die Bemessung des Tragwerks;
- Druckbehälter;
- schwimmende Tragwerke;
- große Dämme;
- Gasundurchlässigkeit.

(104) Diese Norm gilt für gespeicherte Stoffen mit Temperaturen, die ständig zwischen  $-40\text{ °C}$  und  $+200\text{ °C}$  betragen.

(105) Für die Wahl und Bemessung von Auskleidungen sollten geeignete Unterlagen herangezogen werden.

(106) Obwohl diese Norm besonders Tragwerke für Silos und Behälterbauwerke für Flüssigkeiten und Schüttgüter behandelt, können die Regeln über die Wasserundurchlässigkeit auch auf andere Tragwerke zutreffen, bei denen es auf die Undurchlässigkeit von Flüssigkeiten ankommt.

(107) Die Regeln zu Durchlässigkeit und Dauerhaftigkeit beziehen sich im Wesentlichen auf Wasser. Wenn andere Flüssigkeiten in direktem Kontakt mit Beton gespeichert werden, sollte diesbezügliches spezielles Schrifttum herangezogen werden.