

HANDLEIDING

WELKE BETONBUIS LIGT WAAR?
DE KRACHT VAN BETON OP ELKE DIEPTE.



Prefab beton. Duurzaamheid krijgt vorm.



WELKE BETONBUIJS LIGT WAAR?

BETONBUIZEN BIEDEN EEN OPLOSSING VOOR ELKE PLAATSELIJKE SITUATIE.

Bij elk rioleringsproject zijn er tal van parameters die de keuze van de toegepaste betonbuizen zullen bepalen: de ondergrond, belasting, sleufbreedte, ... Om u te helpen de gebruiksgeschiktheid van buizen te bepalen, biedt FEBELCO deze technische handleiding aan. Ze behandelt zowel buizen in ongewapend beton, gewapend beton als staalvezelbeton. Allen beantwoorden ze aan de Europese norm NBN EN 1916 en de bijhorende nationale aanvulling NBN B21-106.

In het eerste deel krijgt u een korte theoretische toelichting bij de toegepaste berekeningswijze¹. De in de norm NBN B21-106 gedefinieerde scheur en/of breuklasten gaat hierbij als bijlage.

In het tweede deel wordt de gebruiksgeschiktheid voor de drie soorten betonbuizen in tabelvorm weergegeven in functie van een aantal courante hypothesen.

De weergegeven tabellen zijn richtinggevend en slechts toepasbaar binnen het kader van de aangenomen hypothesen en omgevingsgegevens. Ze zijn niet van toepassing voor bijzondere gevallen: o.a. buizen geplaatst door horizontale boringen (type J), buizen op palen geplaatst, doorgangen onder spoorwegen, e.a. De tabellen zijn niet limitatief voor het gebruik van gewapende betonbuizen. Voor niet-courante omstandigheden, zoals grote grondhoogten, brede sleuven, onder ophoging, zware verkeerslasten tot F900 kan of moet een hogere sterkteklasse (klasse 165 of hoger) toegepast worden.

Naast deze technische handleiding, gaf FEBELCO eerder ook de praktische brochure 'Plaatsen van betonbuizen' uit. Deze brochure, evenals extra exemplaren van deze technische handleiding, kunt u gratis verkrijgen op het FEBELCO-secretariaat.

¹ De berekeningen worden uitgevoerd volgens het Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 - Statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen 3^o Auflage 2000 en Statik erdüberdeckter Rohre van Dr. Dipl.-Ing K. Hornung en Dipl.-Ing D. Kittel. De symbolen zijn deze van het voormeld Arbeitsblatt ATV - A 127.

HANDLEIDING

WELKE BETONBUIJS LIGT WAAR? DE KRACHT VAN BETON OP ELKE DIEPTE.

DEEL I THEORETISCHE BESCHOUWINGEN

| | | |
|----|---|---|
| A. | Terminologie | 4 |
| B. | Omgevingsgegevens | 5 |
| C. | Berekeningsgegevens | 6 |
| D. | Berekening inwerkende maximale momenten | 7 |
| E. | Berekening van de verbrijzelingsterkte | 7 |
| F. | Bijlage | 8 |

DEEL II TABELLEN

| | | |
|-----|---|----|
| A. | Ongewapende betonbuizen | 10 |
| A.1 | Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$ | 10 |
| A.2 | Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$ | 10 |
| A.3 | Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$ | 11 |
| A.4 | Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$ | 11 |
| B. | Staalvezel betonbuizen | 12 |
| B.1 | Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$ | 12 |
| B.2 | Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$ | 12 |
| B.3 | Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$ | 13 |
| B.4 | Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$ | 13 |
| C. | Gewapende betonbuizen | 14 |
| C.1 | Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$ | 14 |
| C.2 | Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$ | 14 |
| C.3 | Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$ | 15 |
| C.4 | Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$ | 15 |

THEORETISCHE BESCHOUWINGEN

A. TERMINOLOGIE



Hieronder wordt een beknopte beschrijving gegeven van de terminologie van de grondsoorten G1 en G2, de methode van verdichten van de fundering en de omhulling van de buis evenals de aanvulling boven de buis (A1 en A2).

BODEMGROEPEN G1 EN G2:

G1 of niet samenhangende grond:

Zand, grind of een mengsel van beide met een maximum gehalte aan klei van 10 procent gewichtsgehalte.

G2 of samenhangende grond:

Mengsel van zand, grind en klei (of silt) met een maximum gehalte aan klei van 50 procent gewichtsgehalten.

METHODE VAN AANVULLING EN VERDICHTEN

▶ Fundering en buisomhulling (B2)

De verdichting van de fundering en buisomhulling gebeurt laagsgewijs voor het trekken of verwijderen van de beschoeiing.

▶ Aanvulling boven de buis (A1 en A2)

Type A1.

De verdichting van de aanvulling gebeurt laagsgewijs na het trekken of verwijderen van de beschoeiing van de sleuf. M.a.w. het verdichten van de aanvulling vindt plaats tegen de ongeroerde grond.

Type A2.

- De verdichting van de aanvulling gebeurt laagsgewijs vóór het trekken of verwijderen van de beschoeiing van de sleuf.
- Niet verdichte aanvulling.
- De verdichting geschiedt door inspoelen van de aanvulling. Noot: Deze methode is slechts geschikt bij de grondsoort G1.

▶ Stootcoëfficiënt is de dynamische coëfficiënt op de mobiele belasting.

NOTA BETREFFENDE DE GRONDWATERSTAND:

Bij de berekening wordt de grondwaterstand aangehouden op het niveau van de onderkant van de buis. Dit is voor de betonbuizen het meest ongunstig. De invloed van de aanwezigheid van grondwater op betonbuizen is verwaarloosbaar klein. Om die reden kunnen de onderstaande tabellen ook gehanteerd worden voor buizen onder het freatisch niveau.

Opmerking:

De aanwezigheid van grondwater heeft bij minder starre buismaterialen, zoals semi-flexibele en flexibele buizen, een belangrijke invloed op de gebruiksgeschiktheid van deze buizen.

B. OMGEVINGSGEGEVENS

1. Sleuf:

- ▶ vertikaal beschoeide sleuf
- ▶ sleufbreedte: buitendiameter + 1,15 m

2. Bodem:

- ▶ ongeroerde grond: bodemgroep G2
- ▶ grondwaterstand = onderkant buis

3. Fundering, omhulling en aanvulling:

- ▶ fundering, omhulling en aanvulling: type G1
- ▶ volume gewicht grond: $\gamma_B = 20 \text{ kN/m}^3$ (nat)
- ▶ verdichting: proctordichtheid (D_{pr}) = 90%
- ▶ inwendige wrijvingshoek (φ' = variabel)
- ▶ $\Rightarrow \delta = 1/3$ of $2/3 \varphi'$ (afhankelijk van de aanvullingsvoorwaarden)
- ▶ verkeerslast: 75 kN
- ▶ stootcoëfficiënt: $\phi = 1,4$
- ▶ aanvullingsvoorwaarden: A1 of A2
- ▶ inbeddingvoorwaarden: B2, volgens ATV 127
- ▶ gronddrukverhouding: $K1 = 0,5$
 $K2 = 0,5$

4. Elasticiteitsmoduli van de grond in de nabijheid van de buis:

- E1: 6 N/mm²
- E3: 3 N/mm²
- E4: 30 N/mm²

- ▶ beddingreactie: type 1, volgens ATV 127
- ▶ steunhoek: 90°
- ▶ veiligheidsklassen: zekerheidsklasse A (veiligheidscoëfficiënten t.o.v. breuk)

- buizen van ongewapend beton: 2,2
- buizen van staalvezelbeton: 1,75
- buizen van gewapend beton: 1,75

5. Gebruikte symbolen:

| | | | |
|-------|----------------|------------|----------------------|
| h | grondhoogte | r_m | gemiddelde straal |
| b | sleufbreedte | γ_R | volume gewicht beton |
| s | wanddikte | γ_W | volume gewicht water |
| d_a | buitendiameter | | |



C. BEREKENINGSGEGEVENS

1. Verticale gronddruk

Kappa (\mathcal{K})

$$\mathcal{K} = \frac{1}{2 \cdot K_1 \cdot \mu \cdot h/b} \{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \mu \cdot h/b}\}$$

▶ met $\mu = \tan \delta$

λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = 1 + \frac{h/d_a}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{E_4 \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{E_4 \cdot (a' - 0,25)} \right] \frac{h}{d_a}}$$

▶ Waarbij: $f_2 = \frac{D_{pr} - 75}{20}$

$$E_2 = f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_b \cdot E_1$$

$$\text{met } \alpha_b = 1 - (4 - b/d_a) \cdot \frac{(1 - \alpha_{bi})}{3} < 1$$

$$\text{en } \alpha_{bi} = 1/3$$

▶ Vandaar $a' = a \cdot E_1/E_2 > 0,25$ (met $a = 1$)



Voor starre buizen geldt:

$$\lambda_{\max} = \lambda_R$$

▶ Vandaar: $\lambda_{RG} = \frac{(\lambda_R - 1)}{3} \cdot b/d_a + \frac{(4 - \lambda_R)}{3}$

2. Horizontale gronddruk

$$\lambda_B = \frac{(4 - \lambda_R)}{3}$$

3. Druk veroorzaakt door de verkeerslast

De druk uitgeoefend door de verkeerslast wordt uitgerekend met de formule van Boussinesq:

▶ Vandaar: $P_{vv} = 1,4 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{P}{\pi \cdot h^2} \cdot \cos^5 \Theta$

(met steeds $\Theta = 30^\circ$)



D. BEREKENING INWERKENDE MAXIMALE MOMENTEN



De momenten worden berekend in volgende voorwaarden:

- volle buis;
- de verticale lasten (gronddruk en verkeerslast) werken op de totale bovenste halve buis (180°);
- de horizontale gronddruk werkt over de totale hoogte van de buis (180°);
- de grondreacties zijn vertikaal, constant en werken over een steunboog van 90° .

Rekening houdend met bovenstaande uitgangspunten vinden we, door toepassing van de theorie der elastische bogen, volgende momenten ter plaatse van de onderste beschrijvende (het moment veroorzaakt trek aan de binnenzijde).

$$\text{Eigengewicht: } M_G = 0,64 \cdot \gamma_R \cdot s \cdot r_m^2$$

$$\text{Gewicht water: } M_W = 0,32 \cdot \gamma_W \cdot r_m^3$$

Verticale grondlast:

$$M_{ev} = 0,314 \cdot \lambda_{RG} \cdot \mathcal{K} \cdot h \cdot \gamma_B \cdot r_m^2$$

$$\text{Verkeerslast: } M_{vv} = 0,314 \cdot p_{vv} \cdot r_m^2$$

Horizontale druk:

$$M_{eh} = -0,250 \cdot K_2 \cdot (\lambda_B \cdot \mathcal{K} \cdot h \cdot \gamma_B + 1/2 \cdot d_a \cdot \gamma_B) \cdot r_m^2$$

Totaal maximaal moment:

$$M_{\max} = M_G + M_W + M_{ev} + M_{vv} + M_{eh}$$

E. BEREKENING VAN DE VERBRIJZELINGSSTERKTE

Het maximale moment wordt omgerekend conform de proefopstelling die bepaald is in de normen NBN EN 1916 en NBN B21-106, bijlage C, figuur C.2a.

Het moment bij de proeflast is daarom:

M_E = moment veroorzaakt door eigen gewicht + moment veroorzaakt door de proeflast (F)

$$M_E = M_{\max} = 0,452 \cdot s \cdot \gamma_R \cdot r_m^2 + 0,310 \cdot F \cdot r_m$$

Vandaar de gebruikslast (F_s):

$$F_s = \frac{M_{\max} - 0,452 \cdot s \cdot \gamma_R \cdot r_m^2}{0,310 \cdot r_m}$$

Minimale verbrijzelingslast (F_n): $F_n > \gamma \cdot F_s$

Met (veiligheidsklasse A)

- ▶ buizen van ongewapend beton: $\gamma = 2,2$
- ▶ buizen van staalvezelbeton: $\gamma = 1,75$
- ▶ buizen van gewapend beton: $\gamma = 1,75$



TABELLEN

De tabellen worden opgemaakt aan de hand van de onderstaande voorwaarden.

A. ONGEWAPENDE BETONBUIZEN

- ▶ A.1 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 35^\circ$
- ▶ A.2 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 30^\circ$
- ▶ A.3 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 35^\circ$
- ▶ A.4 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 30^\circ$



B. STAALVEZEL BETONBUIZEN

- ▶ B.1 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 35^\circ$
- ▶ B.2 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 30^\circ$
- ▶ B.3 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 35^\circ$
- ▶ B.4 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 30^\circ$



C. GEWAPENDE BETONBUIZEN

- ▶ C.1 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 35^\circ$
- ▶ C.2 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 30^\circ$
- ▶ C.3 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 35^\circ$
- ▶ C.4 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\phi' = 30^\circ$



F. BIJLAGE

▶ Ter informatie worden in de weergegeven tabellen de minimale scheur- en/of verbrijzelingssterkten van de 3 soorten betonbuizen weergegeven zoals die door de normen NBN EN 1916 en NBN B21-106 gedefinieerd zijn.

Opmerking:

Het is belangrijk op te merken dat volgens de norm NBN EN 1916 de definitie van de scheursterkte F_c niet dezelfde is voor buizen in staalvezelbeton en voor buizen in gewapend beton.

▶ Volgens art. 5.1.2 van de norm NBN EN 1916 mogen buizen van staalvezelbeton onder de scheurlast $F_c = 0,65 F_n$ geen scheur vertonen.

▶ Volgens art. 5.2.3 van de norm NBN EN 1916 mogen de buizen van gewapend beton onder de scheurlast F_c zoals vastgelegd in NBN B21-106 tabel 10, een gestabiliseerde scheur vertonen van maximaal 0,3 mm over een doorlopende lengte van minstens 300 mm.

BIJLAGE 1: BUIZEN VAN ONGEWAPEND BETON

Minimale verbrijzelingssterkte (art. 4.3.5 tabel 6)

| Nominale maat DN | Sterkteklasse | Minimale verbrijzelingslast F_n (kN/m) |
|------------------|---------------|--|
| 300 | 135 | 41 |
| 400 | 125 | 50 |
| 500 | 110 | 55 |
| 600 | 100 | 60 |
| 700 | 90 | 63 |
| 800 | 90 | 72 |
| 900 | 80 | 72 |
| 1000 | 80 | 80 |

BIJLAGE 2: BUIZEN VAN STAALVEZELBETON

Minimale scheur- en verbrijzelingssterkte

| Nominale maat DN | Minimale scheurlast F_c (kN/m) Sterkteklasse 135 | Minimale verbrijzelingslast F_n (kN/m) Sterkteklasse 135 |
|------------------|--|--|
| 300 | 27 | 41 |
| 400 | 36 | 54 |
| 500 | 45 | 68 |
| 600 | 54 | 81 |
| 700 | 63 | 95 |
| 800 | 72 | 108 |
| 900 | 81 | 122 |
| 1000 | 90 | 135 |

BIJLAGE 3: BUIZEN VAN GEWAPEND BETON

Minimale scheur- en verbrijzelingssterkte

| Nominale maat DN | Minimale scheurlast F_c (kN/m) Sterkteklasse 135 | Minimale verbrijzelingslast F_n (kN/m) Sterkteklasse 135 |
|------------------|--|--|
| 300 | 27 | 41 |
| 400 | 36 | 54 |
| 500 | 45 | 68 |
| 600 | 54 | 81 |
| 700 | 63 | 95 |
| 800 | 72 | 108 |
| 900 | 81 | 122 |
| 1000 | 90 | 135 |
| 1200 | 108 | 162 |
| 1400 | 126 | 189 |
| 1500 | 135 | 203 |
| 1600 | 144 | 218 |
| 1800 | 156 | 243 |
| 2000 | 167 | 270 |
| 2200 | 119 | 297 |
| 2500 | 193 | 338 |
| 2800 | 204 | 378 |
| 3000 | 211 | 405 |
| 3200 | 216 | 432 |

ONGEWAPENDE BETONBUIZEN

A

- Niet toepasbaar
- Toepasbaar

TABEL A.1 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$

| | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >6,00 | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A1 ($\delta' = 2/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 35^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
90°

TABEL A.3 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$

| | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >4,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A2 ($\delta' = 1/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 35^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
90°

TABEL A.2 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$

| | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >5,00 | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A1 ($\delta' = 2/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 30^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
90°

TABEL A.4 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$

| | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >3,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A2 ($\delta' = 1/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 30^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
90°

STAALVEZEL BETONBUIZEN

TABELLEN

B

LEGENDE

- Niet toepasbaar
- Toepasbaar

TABEL B.1 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >11,00 | | | | | | | | | |
| 11,00 | | | | | | | | | |
| 10,00 | | | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| h in m / diam in mm | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A1 ($\delta' = 2/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 35^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

TABEL B.2 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >9,00 | | | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| h in m / diam in mm | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A1 ($\delta' = 2/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 30^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

TABEL B.3 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >7,00 | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| h in m / diam in mm | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A2 ($\delta' = 1/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 35^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

TABEL B.4 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| >6,00 | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| h in m / diam in mm | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A2 ($\delta' = 1/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 30^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

GEWAPENDE BETONBUIZEN

TABELLEN

C

LEGENDE

-  Niet toepasbaar
-  Klasse 135
-  Hogere klasse

TABEL C.1 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| >11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1200 | 1400 | 1500 | 1600 | | | | | | | | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A1 ($\delta' = 2/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 35^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

TABEL C.2 Type aanvulling A1 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| >9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1200 | 1400 | 1500 | 1600 | | | | | | | | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A1 ($\delta' = 2/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi = 30^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

TABEL C.3 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 35^\circ$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| >7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1200 | 1400 | 1500 | 1600 | | | | | | | | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A2 ($\delta' = 1/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 35^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

TABEL C.4 Type aanvulling A2 en inwendige wrijvingshoek $\varphi' = 30^\circ$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| >7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{h \text{ in m}}{\text{diam in mm}}$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1200 | 1400 | 1500 | 1600 | | | | | | | | |

- **verkeerslast:**
75 kN (stootcoëfficiënt $\varphi = 1,4$)
- **type aanvulling:**
A2 ($\delta' = 1/3 \varphi'$)
- **inwendige wrijvingshoek:**
 $\varphi' = 30^\circ$
- **sleufbreedte:**
buitendiameter + 1,15 m
- **opleghoek:**
 90°

B.P.M.N. S.A.

www.betondc.com
 Av. Rousseau 40
 6001 Marcinelle
 T: 071 44 02 25
 F: 071 44 02 50

BETON DE CLERCQ N.V.

www.declercq-beton.be
 Steenkaai 111
 8000 Brugge
 T: 050 31 73 61
 F: 050 31 73 65

MARTENS BETON N.V.

www.martensgroep.eu
 Berkebossenlaan 10
 2400 Mol
 T: 014 81 12 51
 F: 014 81 40 96

STRADUS AQUA N.V.

www.stradus.be
 Transportlaan 1
 3600 Genk
 T: 089 30 33 57
 F: 089 30 34 55

BLEIJKO N.V.

www.bleijko.com
 Mandellaan 371
 8800 Roeselare
 T: 051 22 83 21
 F: 051 22 34 91

LITHOBETON N.V.

www.lithobeton.be
 Kanaalstraat 18
 8470 Gistel-Snaaskerke
 T: 059 27 60 60
 F: 059 27 65 03

PROBEMAL S.A.

www.probemal.be
 Route de Luxembourg 16
 4960 Malmedy
 T: 080 79 12 20
 F: 080 79 12 29

TUBOBEL N.V.

www.tubobel.be
 Albertkade 4, Ravenshout
 4450, 3980 Tessenderlo
 T: 013 67 07 10
 F: 013 67 07 11

BOVIN N.V.

www.bovin-beton.be
 Schoolstraat 6
 3470 Kortenaak
 T: 011 58 71 51
 F: 011 58 97 41

MABEGRA S.A.

www.mabegra.be
 Rue de la Jonction 20
 6990 Hotton
 T: 084 46 61 63
 F: 084 46 75 87

SOCEA N.V.

www.socea.be
 Vaartstraat 126
 2520 Ranst - Oelegem
 T: 03 475 00 08
 F: 03 485 78 77

VOR N.V.

www.vor-beton.be
 Ieperweg 112
 8800 Roeselare
 T: 051 23 24 20
 F: 051 22 85 76

Een woord van dank aan Ir Joris Vermeersch, Raadgevend ingenieur, om deze brochure samen te stellen en aan alle leden die er hebben aan meegewerkt. De inhoud van deze publicatie is uitsluitend bedoeld als informatie voor de gebruiker. FEBE betracht uiterste zorgvuldigheid bij het opstellen van de informatie in deze publicatie. Toch kan FEBE niet garanderen dat deze informatie geheel juist, volledig en actueel is. De uitgever kan dan ook niet aansprakelijk worden gesteld voor het gebruik ervan. Voor de correcte toepassing van een product dient rekening worden gehouden met het wettelijk kader, de productnormen, de voorschriften van de fabrikant, de lokale situatie en de gedetailleerde plannen van de ontwerper.

D/2010/9748/03

FEBELCO groepeert binnen FEBE de fabrikanten van betonsystemen en toebehoren. Het gaat om alle betonnen producten die men nodig heeft voor de opvang, transport, behandeling, buffering en infiltratie van het water. De doelstellingen van FEBELCO zijn de promotie van hun betonproducten en het belang van kwaliteitsnormen en certificatie, het bevorderen van de verdere technische ontwikkeling binnen hun productensector. Al deze doelstellingen zijn gekaderd binnen de noodzakelijke evolutie van de Europese en Belgische waterhuishouding en rioleringssector.

FEBE is de erkende beroepsvereniging van fabrikanten van geprefabriceerde betonproducten. De Belgische betonindustrie produceert een brede waaier aan geprefabriceerde elementen voor de bouw, gaande van eenvoudige, ongewapende producten zoals metselblokken en straatstenen tot de grote structurelementen als brugliggers.



FEBELCEM de Federatie van de Belgische Cementnijverheid, telt drie leden van internationale betekenis: CBR, CCB en Holcim, die samen in België een uitgebreid gamma cement commercialiseren. Samen produceren zij jaarlijks ca. 6.000.000 ton grijs cement.



Meer informatie: www.febelco.org