

Grensdekkingen

Minimum / maximum grensdekkingen

In deze brochure kan aan de hand van staafdiagrammen (pagina 8 t/ 31) voor elke buisdiameter worden afgelezen wat de minimale en wat de maximale grensdekkingen per type buis zijn. Dit in relatie tot de verkeersklassen en in relatie tot veel voorkomende bodemsituaties in Nederland.

Voor een juiste beoordeling dient onderzocht te worden in hoeverre de gehanteerde uitgangspunten van de staafdiagrammen overeenkomen met die van de te berekenen buis. Hiervoor is een checklist opgesteld (pagina 4 en de bijbehorende tabellen). Vooral in het ontwerpstadium zijn de staafdiagrammen een adequaat hulpmiddel. In het meest ideale geval komen de parameters voor de te berekenen buis overeen met die van de staafdiagrammen.

Buistypen

De staafdiagrammen zijn van toepassing op buizen met diameters variërend van 300 tot en met 2.000 mm en op Columbuizen met inwendige afmetingen van 250/375 tot en met 1.000/1500 mm. De verschillende buistypen zijn:

- Rond ongewapend
- Rond staalvezelbeton
- Rond traditioneel gewapend
- Vlakke voet ongewapend
- Vlakke voet traditioneel gewapend
- Permeobuis ongewapend
- Columbuis ongewapend



De Hamer Beton B.V.

Weezenhof 93-07 - 6536 AE Nijmegen

Postbus 6553 - 6503 GB Nijmegen

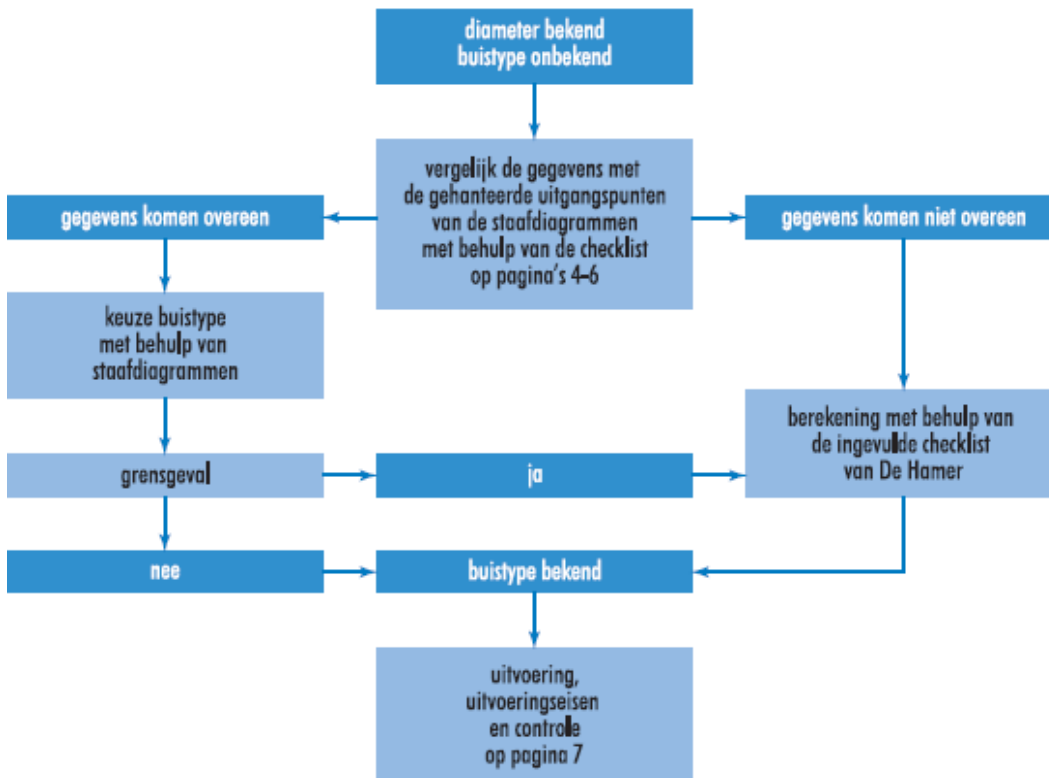
Telefoon: +31 (0)24 344 12 44

E-mail: info@dehamer.nl

Website: www.dehamer.nl

Staafdiagrammen

De toepassing van elk type buis kan eenvoudig uit de staafdiagrammen worden afgeleid. De berekeningen van deze staafdiagrammen zijn gebaseerd op CUR-rapport 122 en zijn met de meeste zorg samengesteld met inachtneming van de huidige voorschriften en technische gegevens. Ondanks de aan deze diagrammen bestede zorg en aandacht aanvaardt De Hamer op geen enkele manier aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen daarvan. De Hamer behoudt zich het recht om zonder voorafgaande kennisgeving de diagrammen te wijzigen en/of aan te vullen.



Uitgangspunten

Gehanteerde uitgangspunten voor het samenstellen van de staafdiagrammen.

Algemeen

- veiligheidsklasse 2

Materiaaleigenschappen

zie tabel 1 op pagina 5

Belastingen

- bovenbelasting
 - verkeersbelasting 0 / 30 / 45 / 60
 inclusief stootcoëfficiënt - / 1,4 / 1,3 / 1,2
 - vulling 100 %
 - γ -vulling 10 kN/m³
 - inwendige druk 0 kN/m²
 - temperatuurverschil Δt 0 °C

- geen belastingspreidende verharding

Grondgegevens

- grondsoort 1 niet of weinig samenhangende grond
 grondsoort 2 samenhangende menggrond
 grondsoort 3 samenhangende grond
 (voor keuze zie tabel 6 op pagina 6)

- grondparameters:

E_1/a_1
 E_2/a_2
 E_3/a_3
 E_4/a_4
 K_2

zie tabel 2 op pagina 5

hoek inwendige wrijving ϕ

γ droog/ γ nat

opleghoek α_k

inbeddingsdiepte a

zie tabel 3 op pagina 5

grondwaterstand onder de buis

Uitvoering

- aanleg in sleuf
 - sleufafmeting
 breedte ter plaatse van bovenzijde buis 0,6 + 2,15 D_u
 sleufhelling 60°
 $b_0 =$ 0,30 m
 - sleufbodemconditie: onbewerkt
 (voor diepte van bewerking zie uitvoeringsvoorschriften in tabel 7 op pagina 7)
 - geen silowerking

Checklist

Te hanteren berekeningsgegevens (toelichting en tabellen op pagina's 5, 6 en 7).

Algemeen

| | | |
|---|-------|----------|
| - veiligheidsklasse 1/2/3 (voor keuze zie toelichting tabel 4 op pagina 6) | | (klasse) |
|---|-------|----------|

Materiaaleigenschappen

zie tabel 1 op pagina 5

Belastingen

| | | |
|--|-------|----------------------|
| - bovenbelasting | ..... | (kN/m ²) |
| - verkeersbelasting 0/30/45/60 (voor keuze zie toelichting tabel 5 op pagina 6) | ..... | (klasse) |
| - vulling 0/100 % | ..... | (stootcoëfficiënt) |
| - γ -vulling | ..... | (%) |
| - inwendige druk | ..... | (kN/m ²) |
| - temperatuurverschil (buitenzijde buis ...°C warmer dan binnenzijde buis) | ..... | (°C) |
| - belastingspreidende verharding? | ..... | (ja/nee) |
| - dikte wegverharding | ..... | (mm) |
| - dikte wegfundering | ..... | (mm) |
| - E-modulus wegverharding | ..... | (N/mm ²) |
| - E-modulus wegfundering | ..... | (N/mm ²) |

Grondgegevens

| | | |
|---|--|----------------------------------|
| - grondsoort 1: niet of weinig samenhangende grond | ..... | (grondsoort) |
| grondsoort 2: samenhangende menggrond | | |
| grondsoort 3: samenhangende grond (voor keuze zie tabel 6 op pagina 6) | | |
| - grondparameters: | | |
| E_1/a_1 | voor te hanteren parameters zie CUR 122 en/of "Buizen in de grond" van VPB, deel 2 |/..... (N/mm ²) |
| E_2/a_2 | |/..... (N/mm ²) |
| E_3/a_3 | |/..... (N/mm ²) |
| E_4/a_4 | |/..... (N/mm ²) |
| K_2 |  | ..... |
| hoek inwendige wrijving ϕ | | (°) |
| γ droog/ γ nat | |/..... (kN/m ³) |
| opleghoek α_k | | (°) |
| inbeddingsdiepte a | ..... |  |
| grondwaterstand (...m ¹ t.o.v. bovenzijde buis) | ..... | (m ¹) |

Uitvoering

| | | |
|---|-------|-------------------|
| - aanleg naar keuze: in sleuf of ophoging (opm.: toepassen van een grotere sleuf heeft een negatieve invloed op de belasting op de buis. Bij een brede sleuf of bij een buis in een ophoging kan de belasting tot 25% toenemen, afhankelijk van een aantal grondparameters) | ..... |  |
| - sleufafmeting (zie de figuur op pagina 7) | | |
| breedte ter plaatse van bovenzijde buis | ..... | (m ¹) |
| sleufhelling | ..... | (°) |
| - sleufbodemconditie: bewerkt of onbewerkt (voor keuze a_k bij onbewerkte sleufbodem, zie VPB deel 2) | ..... |  |
| - geen silowerking | geen | |

Tabellen bij de checklist
Tabel 1: materiaaleigenschappen

| | ongewapend beton* | staalvezelbeton (klasse 135) | gewapend beton (klasse 135) | gewapend beton (maximale wapening) |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| beton | B55 | B55 | B55 | B60 |
| E'b (N/mm ²) | 22.250 | 36.000 | 36.000 | 37.250 |
| γ (kN/m ³) | 24 | 24 | 24 | 24 |
| staal | | FEB 500 | | |

* $\sigma_{t,vd} = 6 \text{ N/mm}^2$ (ringbuigtreksterkte, lange duur)

Tabel 2: grondparameters

| grondsoort | | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|
| E ₁ /a ₁ * | (N/mm ²) | 16/1,1 | 6/1,1 | 2/1,1 |
| E ₂ /a ₂ | (N/mm ²) | 16/0,9 | 6/0,9 | 4/0,9 |
| E ₃ /a ₃ | (N/mm ²) | 20/0,9 | 8/0,8 | 4/0,8 |
| E ₄ /a ₄ | (N/mm ²) | 30/1,1 | 10/1,2 | 6/1,3 |
| K ₂ ** | | 0,35 | 0,20 | 0,10 |
| hoek inwendige wrijving φ | | 30° | 25° | 20° |
| volumegewicht droog/nat | (kN/m ³) | 18/20 | 18/20 | 18/18 |

* E_i = elasticiteitsmodulus; a_i = onzekerheidsfactor
 ** K₂ = verhouding Σ_h/Σ_v in de grond naast de buis

Tabel 3: opleghoek en inbeddingsfactor bij ronde buizen (bewerkte sleuf)

| buisdiameter inwendig | grondsoort 1 α _k / a* | grondsoort 2 α _k / a* | grondsoort 3 α _k / a* |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Ø 300 | 45° / 0,83 | 60° / 0,81 | 60° / 0,81 |
| Ø 400 | 45° / 0,86 | 60° / 0,83 | 60° / 0,81 |
| Ø 500 | 40° / 0,87 | 50° / 0,85 | 50° / 0,85 |
| Ø 600 | 40° / 0,87 | 50° / 0,85 | 50° / 0,85 |
| Ø 700 | 35° / 0,88 | 40° / 0,87 | 45° / 0,86 |
| Ø 800 | 35° / 0,88 | 40° / 0,87 | 45° / 0,86 |
| Ø 900 | 35° / 0,88 | 40° / 0,87 | 45° / 0,86 |
| Ø 1.000 | 35° / 0,88 | 40° / 0,88 | 45° / 0,87 |
| Ø 1.250 | 35° / 0,88 | 40° / 0,87 | 45° / 0,86 |
| Ø 1.500 | 35° / 0,88 | 40° / 0,88 | 45° / 0,87 |
| Ø 2.000 | 30° / 0,90 | 35° / 0,90 | 40° / 0,90 |

* α_k = opleghoek a = inbeddingsfactor
 Opm.: bij buizen met vlakke voet: a = 1

Tabellen bij de checklist

Tabel 4: veiligheidsklasse

De veiligheidsklassen zijn ingesteld op basis van economisch en maatschappelijk belang. Meestal kan veiligheidsklasse 2 worden aangehouden.

| klasse | mogelijke gevolgen in relatie tot draagvermogen | indicatie acceptabele bezwikkans p/i |
|--------|--|--------------------------------------|
| 1 | geen gevaar voor mensenlevens en geringe economische gevolgen | ca. 10^{-5} |
| 2 | gevaar voor mensenlevens en/of aanzienlijke economische gevolgen | ca. 10^{-6} |
| 3 | groot maatschappelijk belang | ca. 10^{-7} |

Tabel 5: verkeersklasse (volgens VOSB 1963)

| klasse | max. gewicht wagen (kN) | max. as-belasting (kN) | stoot-coëff. | type weg |
|--------|-------------------------|------------------------|--------------|---|
| 30 | 300 | 100 + 2 x 100 | 1,4 | plattelandswegen en stadswegen |
| 45 | 450 | 150 + 2 x 150 | 1,3 | hoofdverkeerswegen |
| 60 | 600 | 200 + 2 x 200 | 1,2 | hoofdverkeerswegen met mogelijk extreem zwaar verkeer |

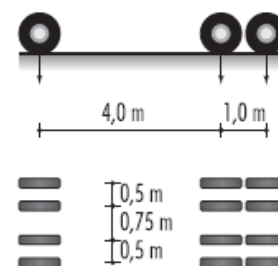
Het is vaak moeilijk het in rekening te brengen lastenstelsel te kiezen, vooral omdat de verkeersbelasting tijdens de bouwphase groter is dan erna. Dat komt onder meer doordat bouwverkeer en wegenbouwmachines zwaarder zijn dan het reguliere verkeer, doordat er nog geen sprake is van een stijf wegdek dat de verkeerslasten spreidt en doordat er vaak van kleinere gronddekkingen sprake is.

Statische asbelastingen moeten met een stootcoëfficiënt worden vermenigvuldigd; het verkeer is immers een dynamisch gegeven. De stootcoëfficiënt is afhankelijk van verschillende factoren: de snelheid van het voertuig, de vlakheid van de weg enzovoorts.

Tabel 6: grondsoort

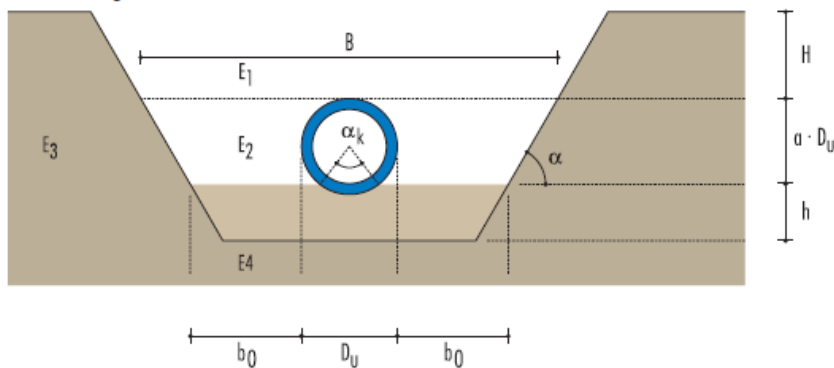
De Nederlandse bodem wordt in CUR-rapport 122 in drie groepen onderverdeeld:

| grondsoort 1 niet of weinig samenhangende grond | grondsoort 2 samenhangende menggrond | grondsoort 3 samenhangende grond |
|--|---|---|
| voorbeelden: zand, grind, zand/grindmengsels, klei- of silthoudend zand en grind | voorbeelden: mengsels van zand, klei en silt | voorbeelden: silt of klei met organische verbinding |
| 10 gew.% < 63 μ m | 50 gew.% < 63 μ m | |



Uitvoeringseisen

Sleufafmeting



Het is noodzakelijk om aan de uitvoeringseisen te stellen, zodat de praktijk en de theoretische uitgangspunten overeenkomen.

$$B = 0,6 + 2,15 D_u [m']$$

$$b_0 = 0,30 \text{ m}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

Bewerkte sleufbodem

Over de breedte van de buis op de sleufbodem een laag losgestort zand aanbrengen met een minimale laagdikte h of de sleufbodem loswoelen over een minimale diepte h (voor h zie nevenstaande tabel en 'betonnen buizen in de grond', VPB, deel 2).

Door een dunne staaf in de grond te steken, kan worden gecontroleerd of de grond diep genoeg is losgewoeld. In het losgewoelde gedeelte ondervindt de staaf nauwelijks weerstand. Nauwkeurige controle kan het best met een sondeerapparaat worden uitgevoerd.

Tabel 7: minimaal los te woelen laagdikte h .

| buisdiameter (mm) | h (m) |
|--------------------------|---------|
| ≤ 400 | 0,15 |
| ≥ 400 en ≤ 700 | 0,25 |
| ≥ 700 | 0,30 |

Aanvulling en verdichtingscontrole

De NPR 3218 'Buitenriolering onder vrij verval' behandelt het aanvullen en verdichten van de grond boven en naast de buis. Een aantal belangrijke items die hierin worden behandeld zijn:

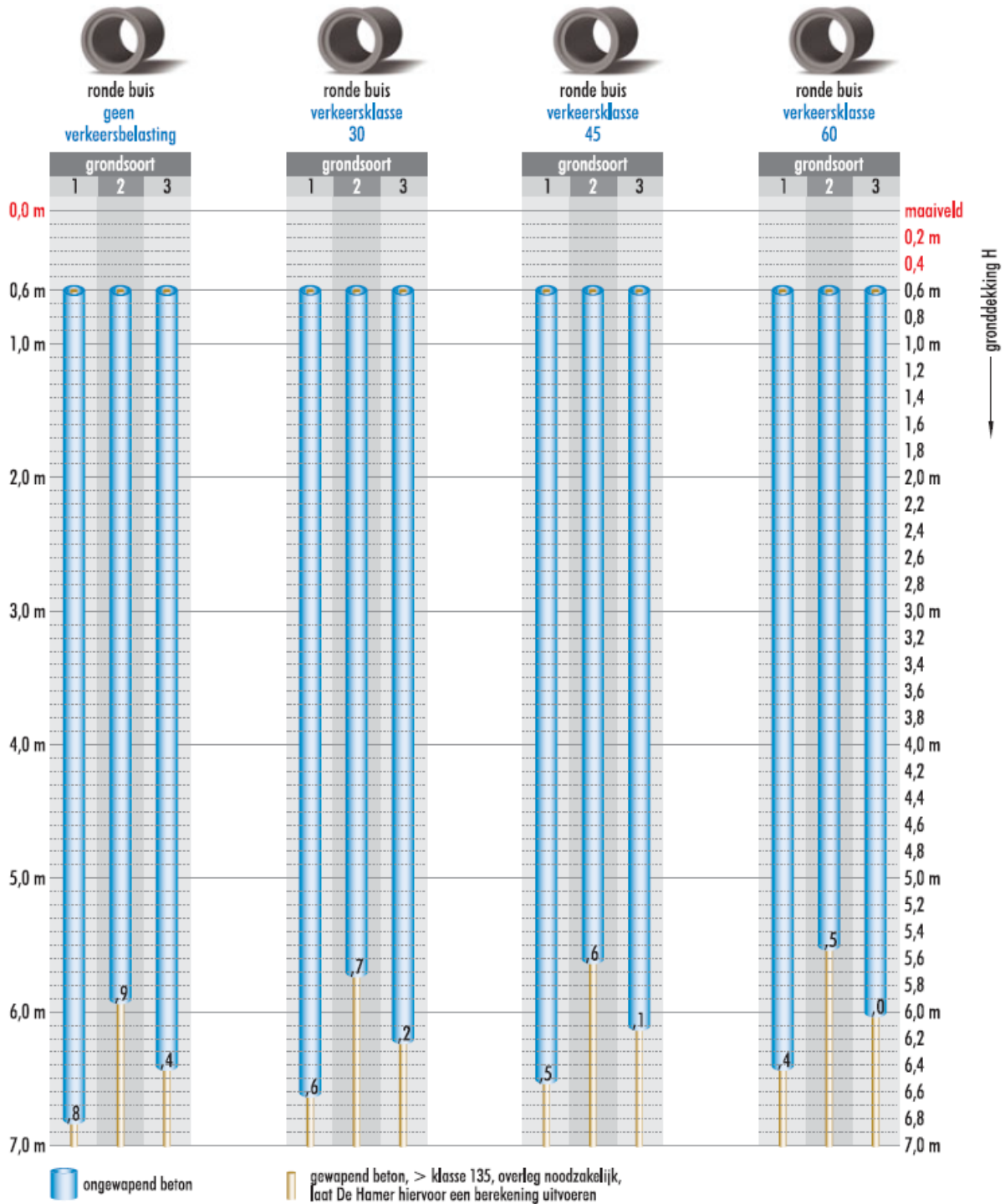
- Direct boven de buis de grond niet verdichten over een hoogte van 0,3 m
- De verdichting naast de buis verdient extra aandacht vanwege de grote invloed ervan op de draagkracht van de buis. Er dient te worden verdicht in lagen van maximaal 0,3 m tot 0,3 m boven de buis. De in de berekening aangenomen waarde van E_2 is van invloed op de verdichtingsmaat naast de buis (zie hiervoor NPR 3218, artikel 8.5.4.).

Onderstaande tabel geeft de gehanteerde parameters weer met de daarbij mogelijke controle-eisen. Meer gedetailleerde informatie is te vinden in 'Betonnen buizen in de grond', VPB, deel 2, hoofdstuk 1.5.3. en in CUR-rapport 122.

Tabel 8.

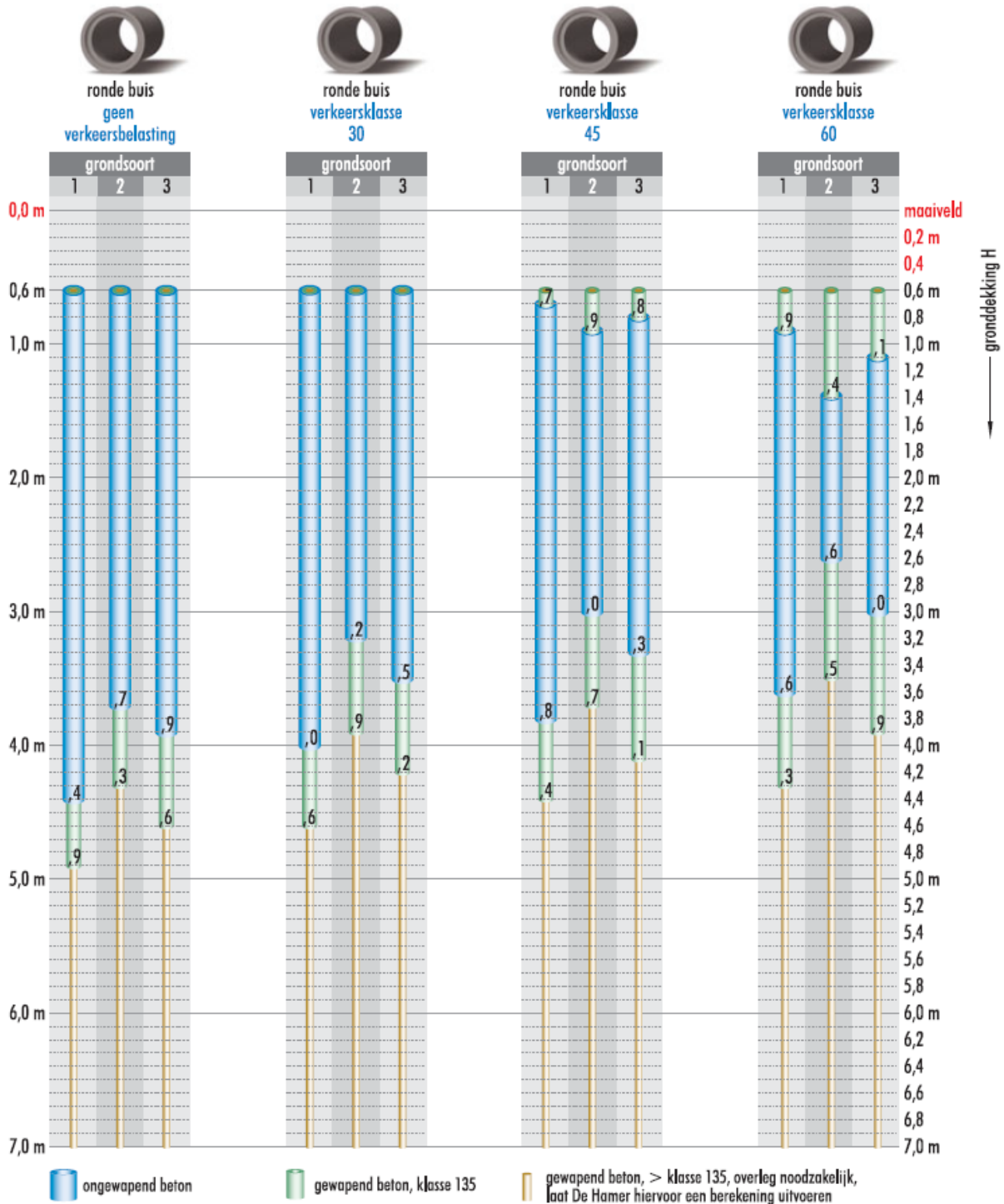
| grondsoort | 1 | 2 | 3 |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|
| E_2^z (grond in de sleuf naast de buis) | 16 N/mm ² | 6 N/mm ² | 4 N/mm ² |
| controle d.m.v. proctorproeven | $\geq 96\%$ | $\geq 96\%$ | $\geq 96\%$ |
| controle d.m.v. sonderen | | | |
| m.b.v. conusweerstand (conus 10 cm ²) | toename $q_c \geq 8 \text{ N/mm}^2/\text{m}$ | n.v.t. | n.v.t. |
| sonderen op grotere diepte | $q_c \geq 8 \text{ N/mm}^2$ | $q_c \geq 3 \text{ N/mm}^2$ | $q_c \geq 2 \text{ N/mm}^2$ |

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 300 mm



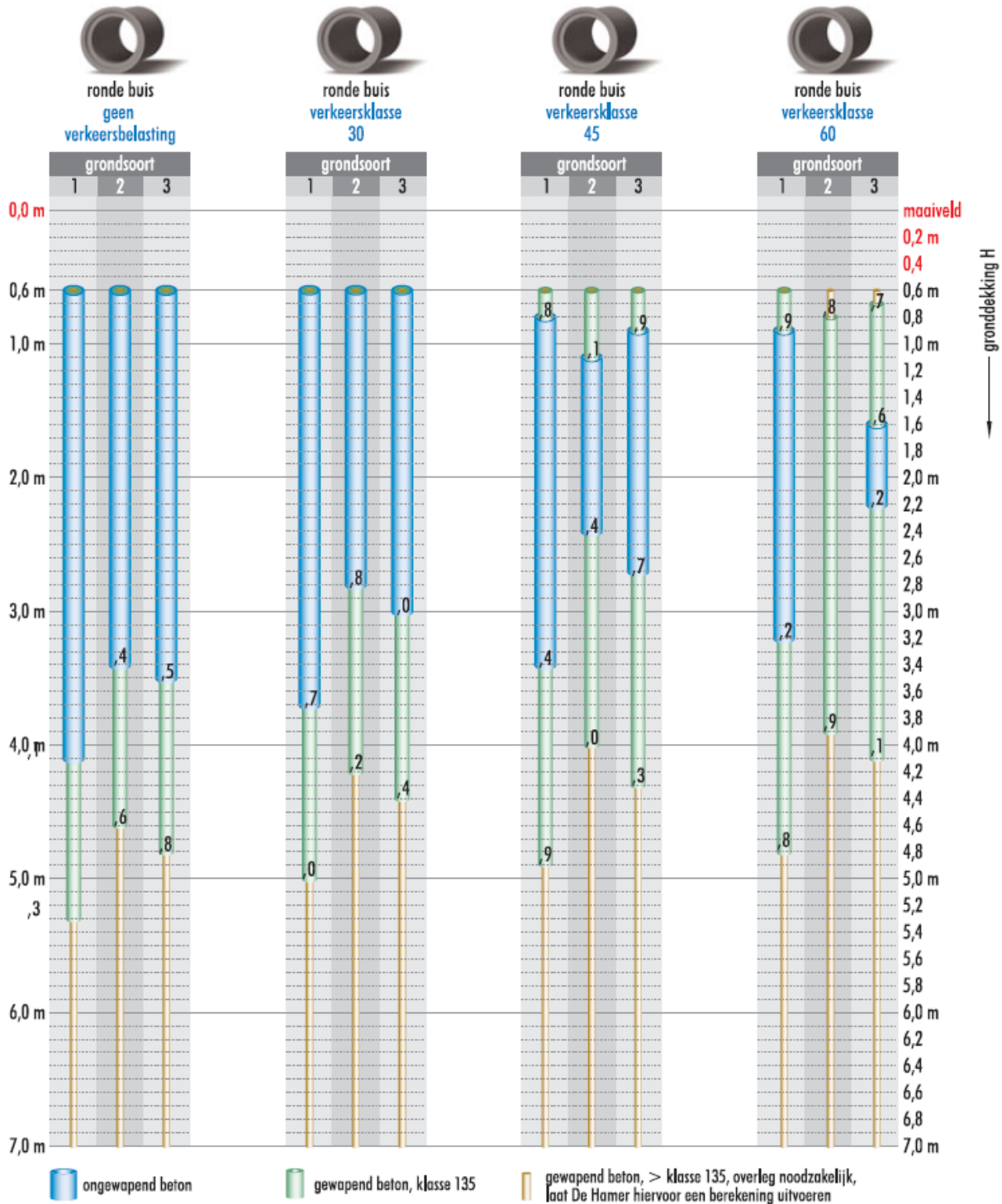
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 400 mm



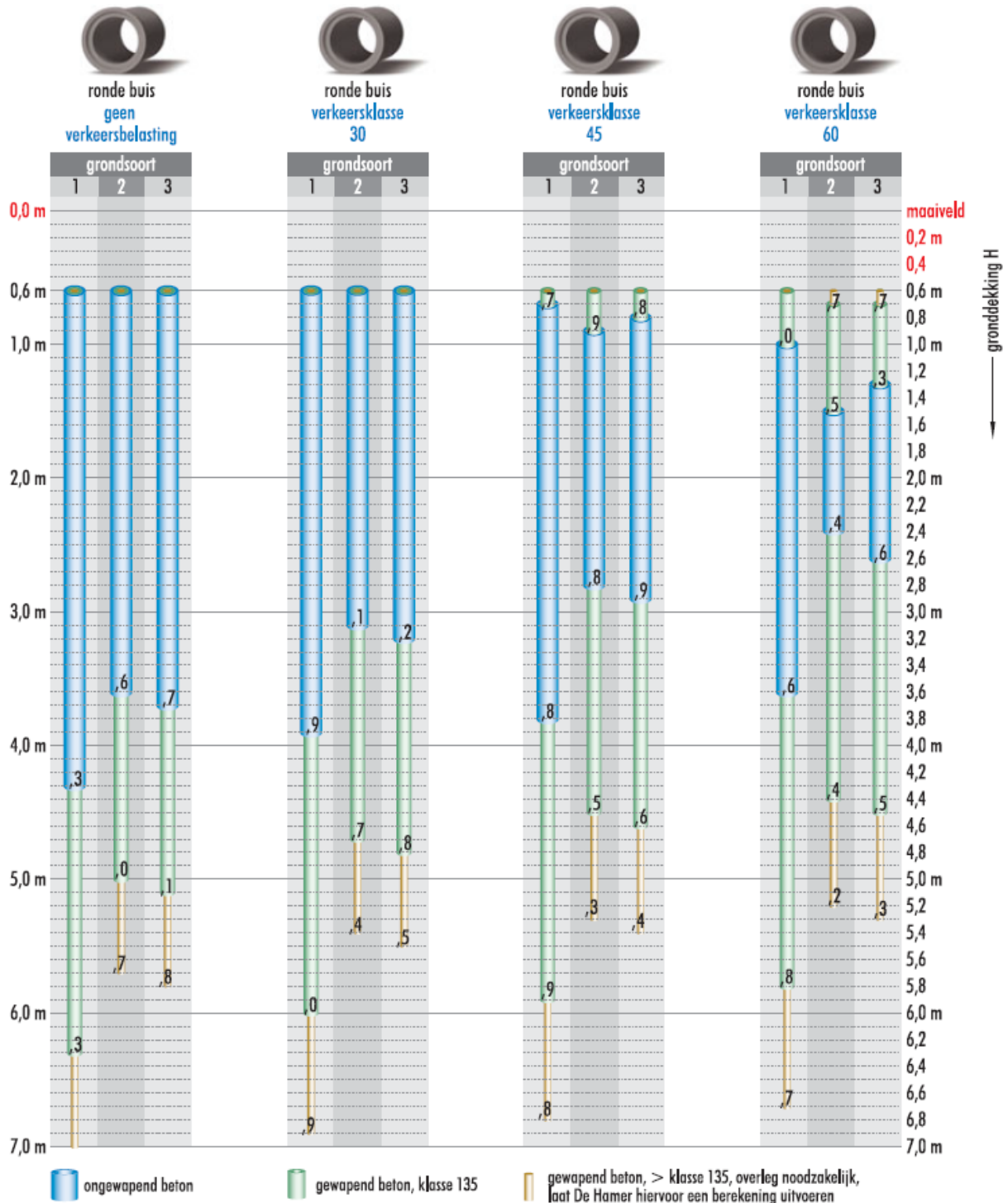
De staadfiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 500 mm



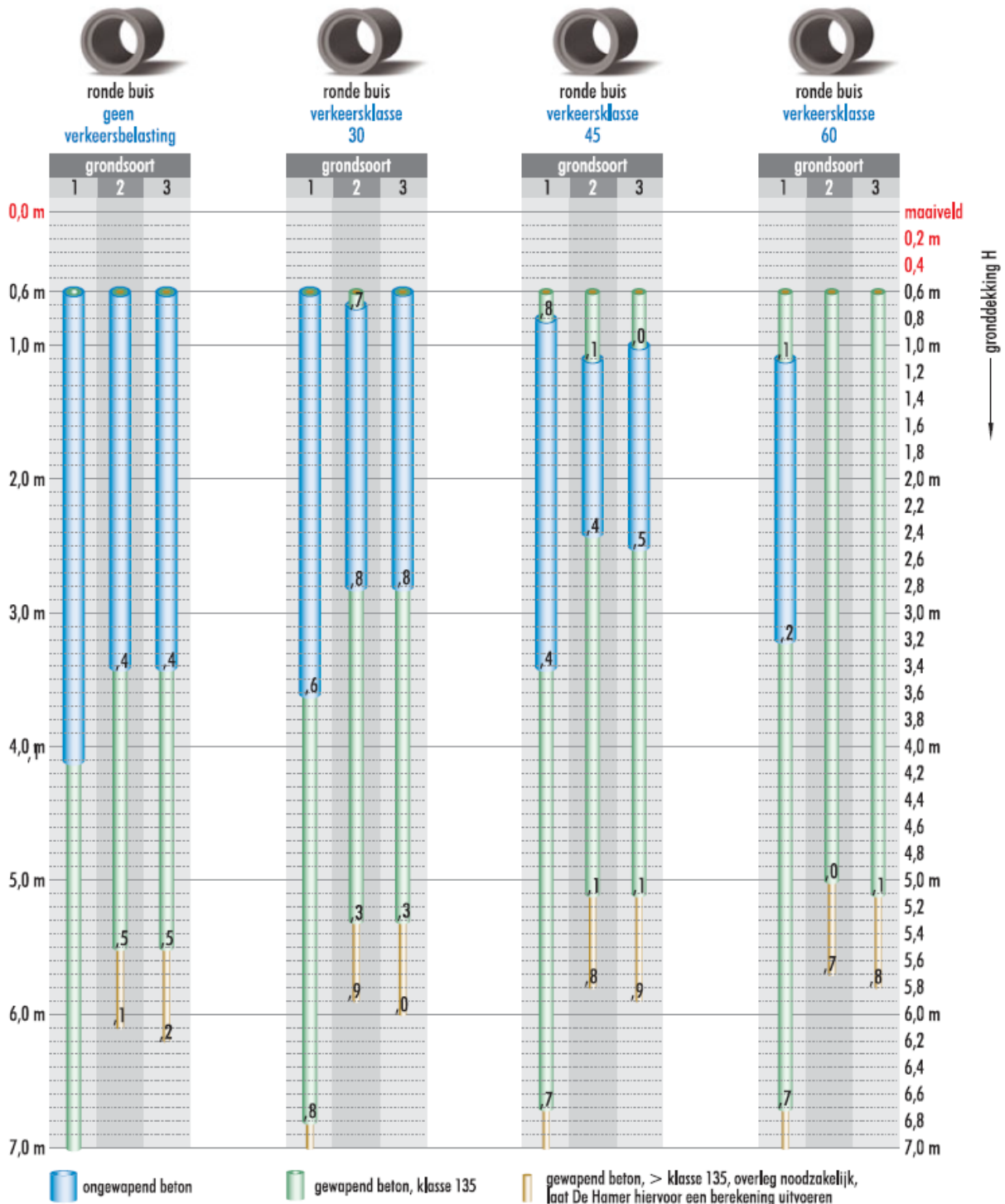
De staafdigrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 600 mm



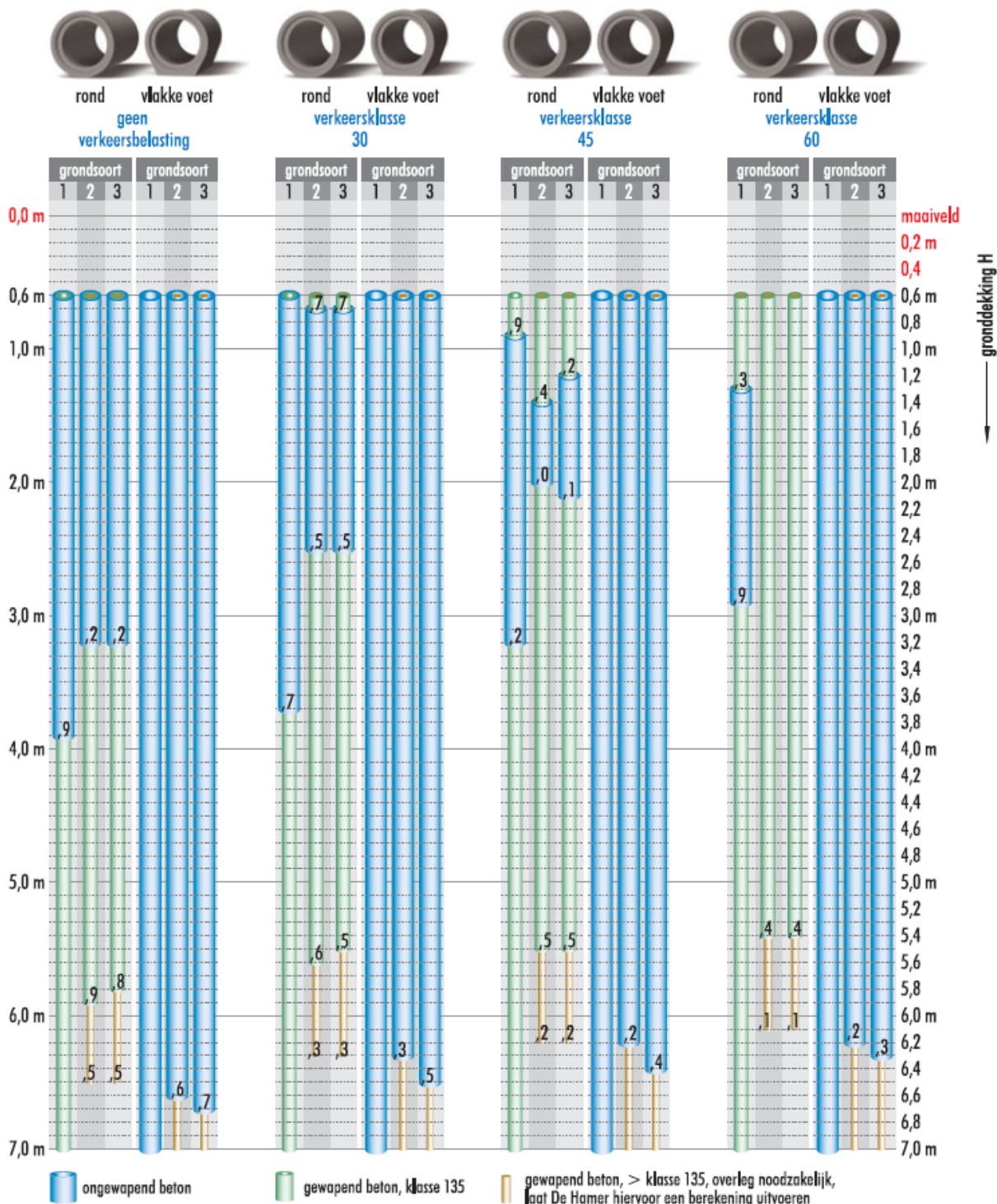
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 700 mm



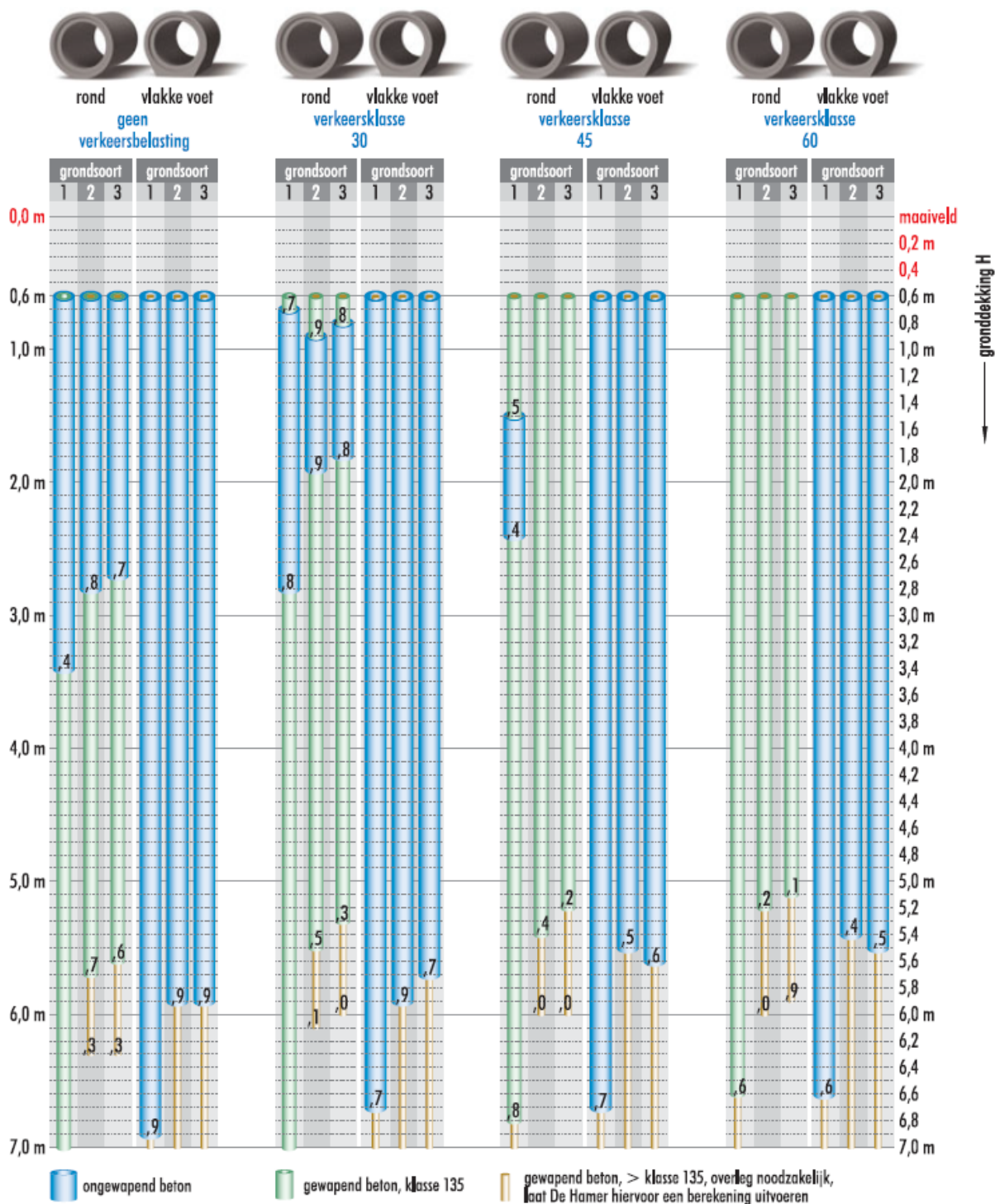
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 800 mm



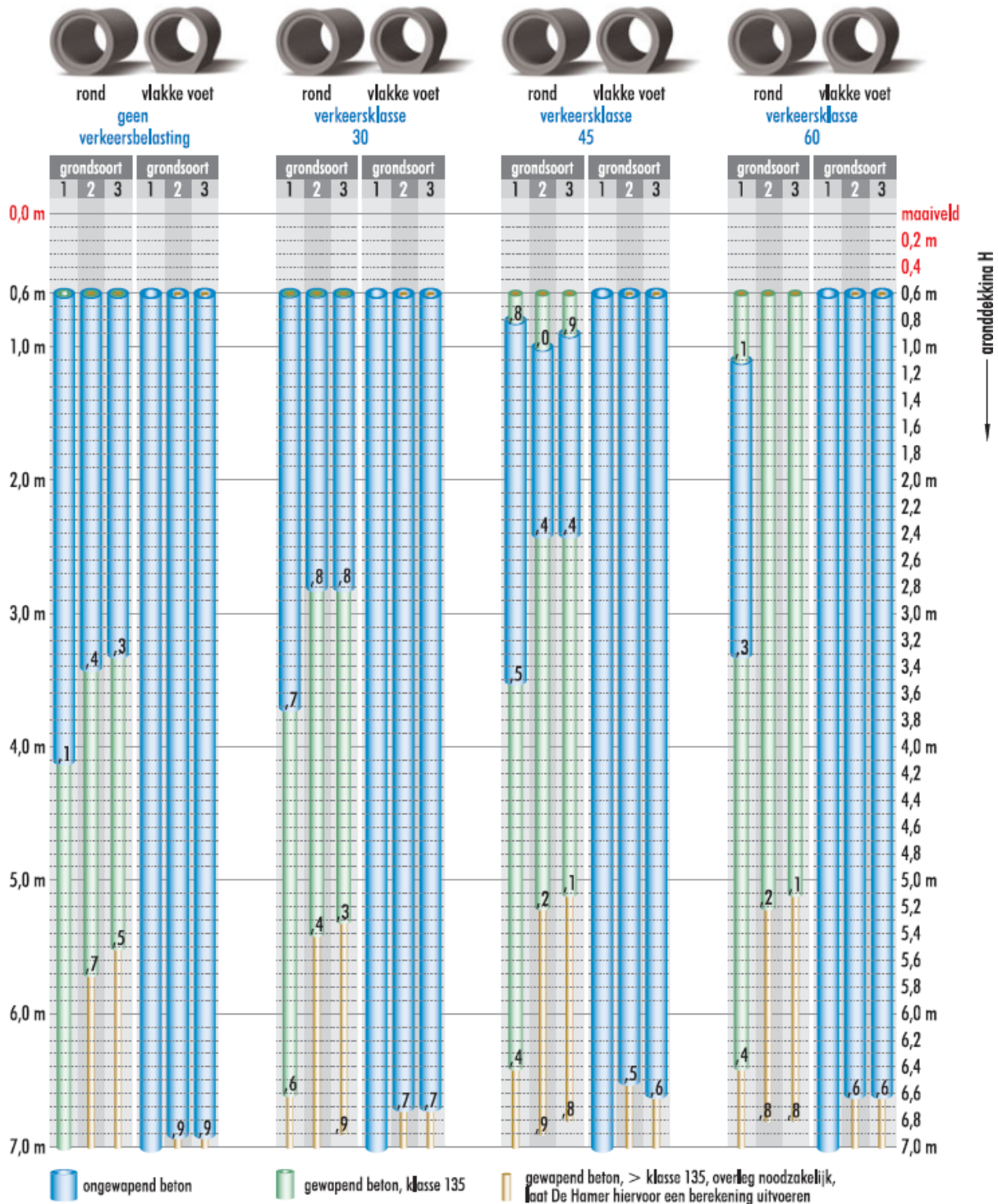
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 900 mm



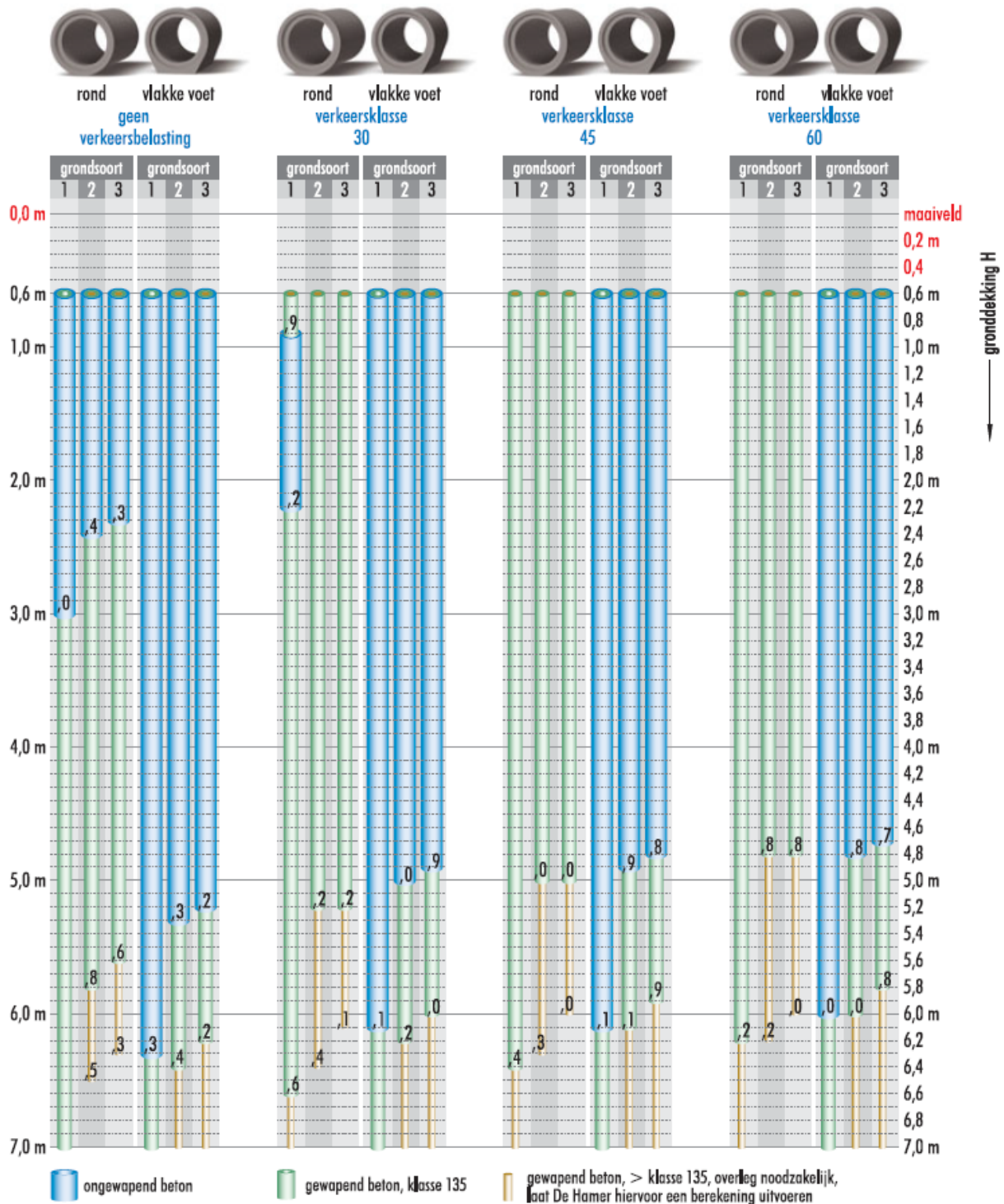
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.000 mm



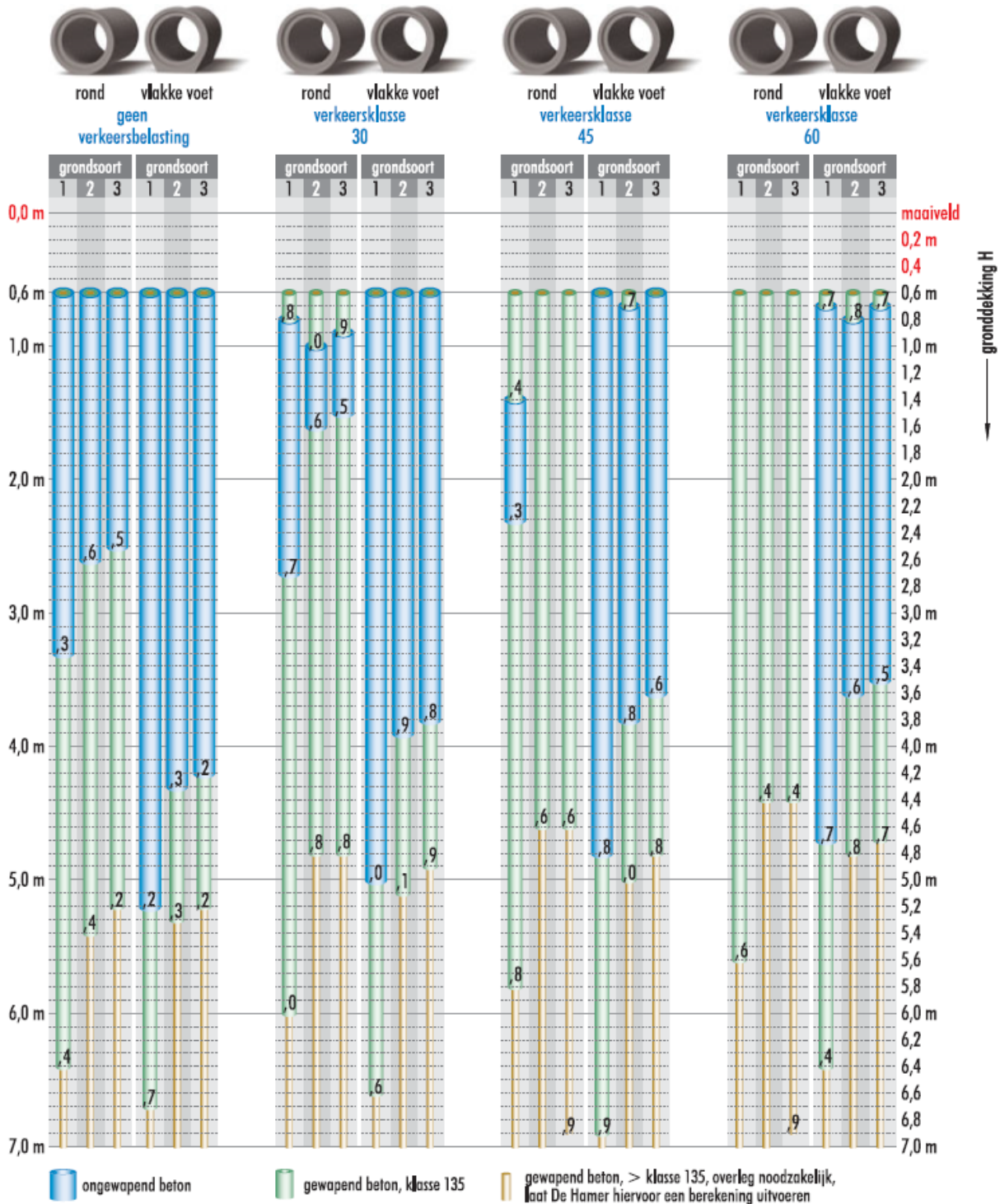
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.250 mm



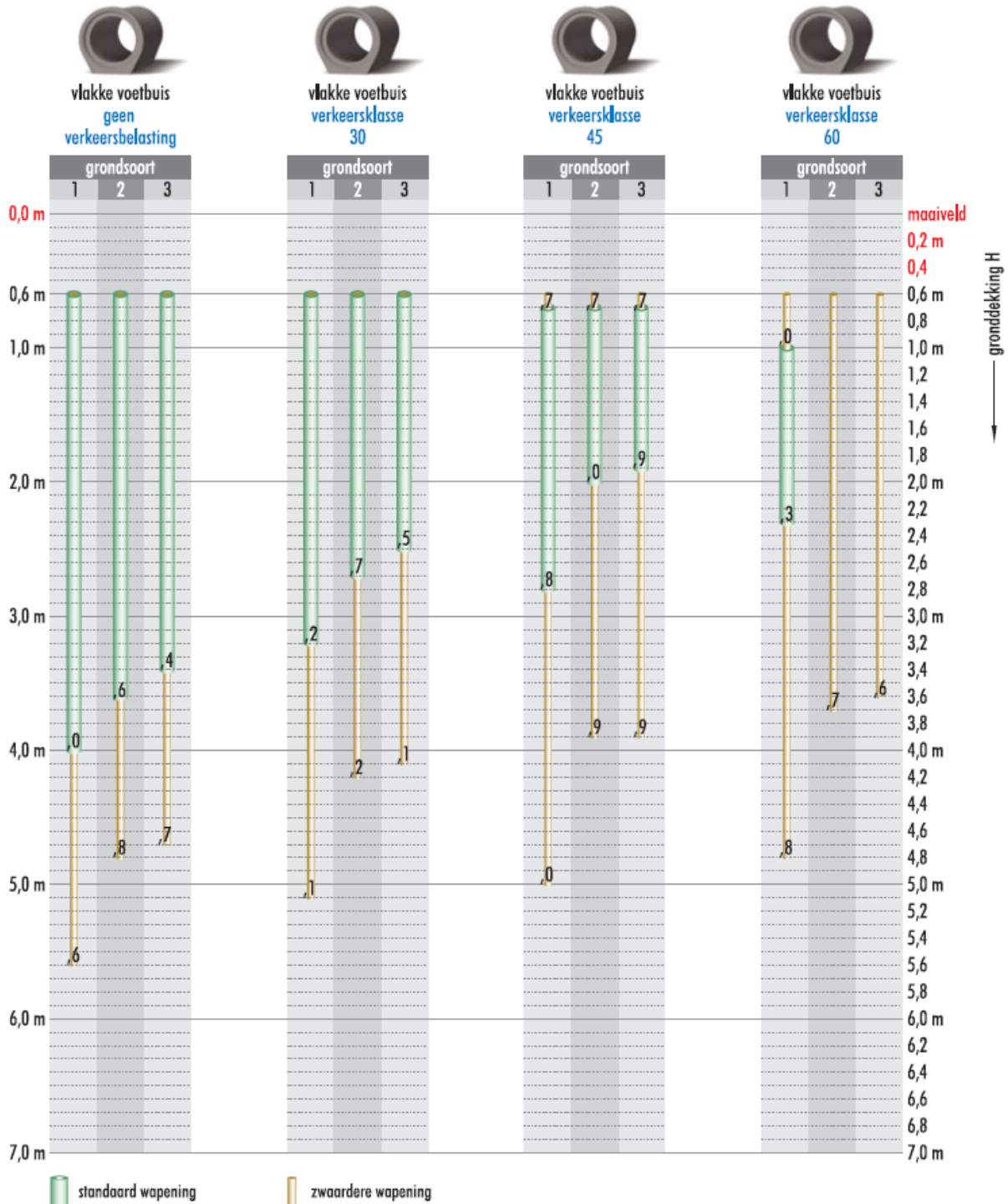
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.500 mm



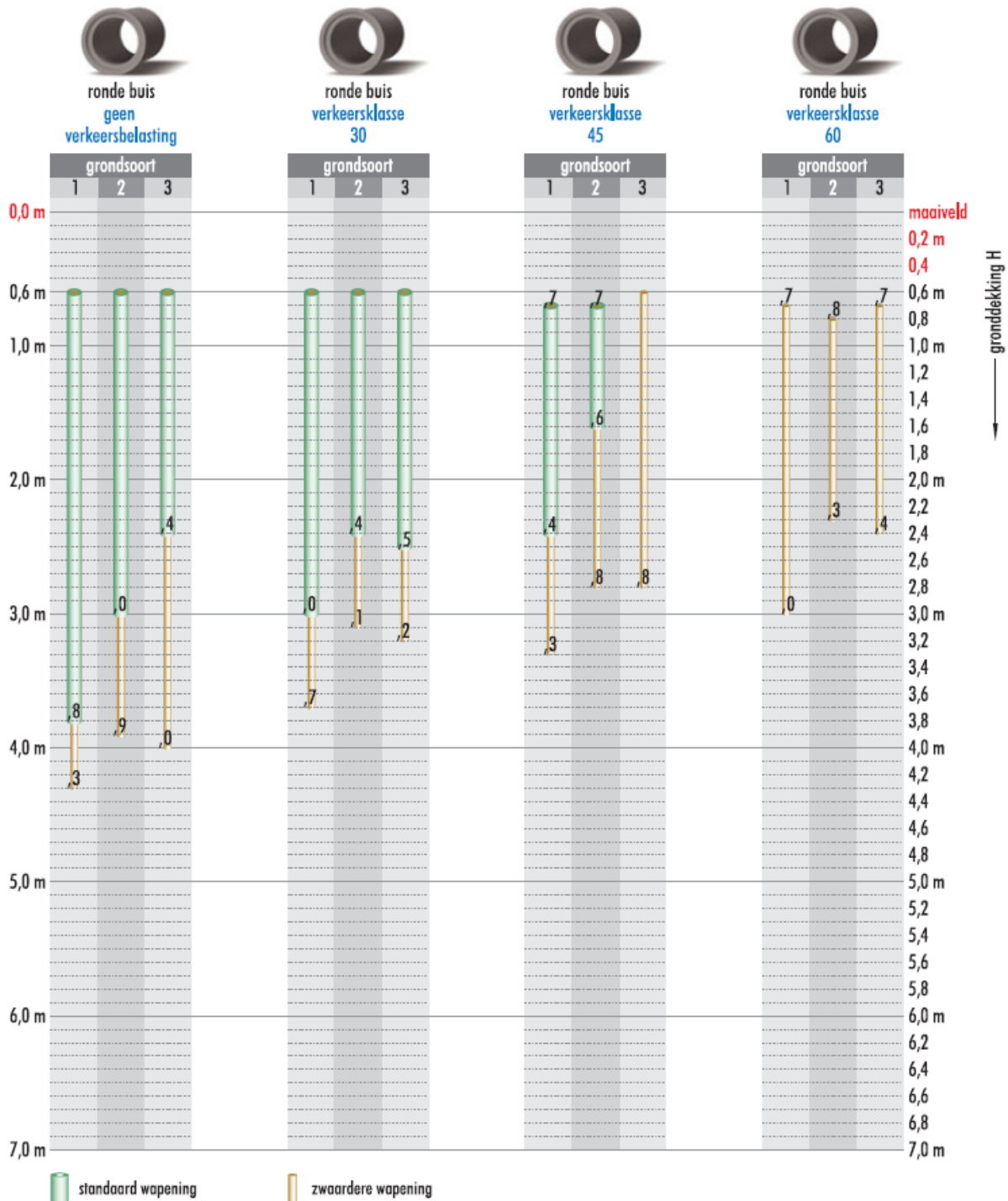
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.800 mm



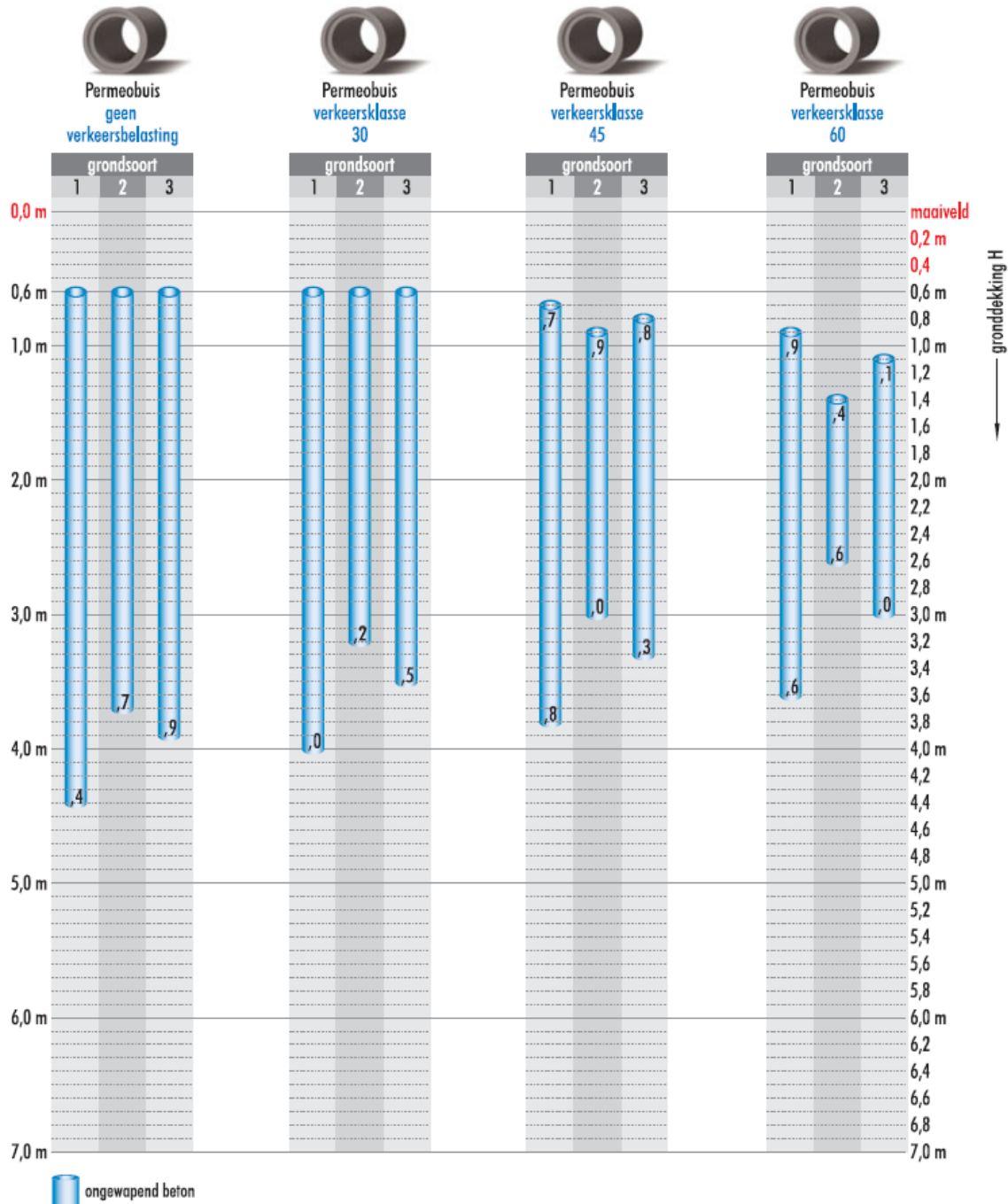
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 2.000 mm



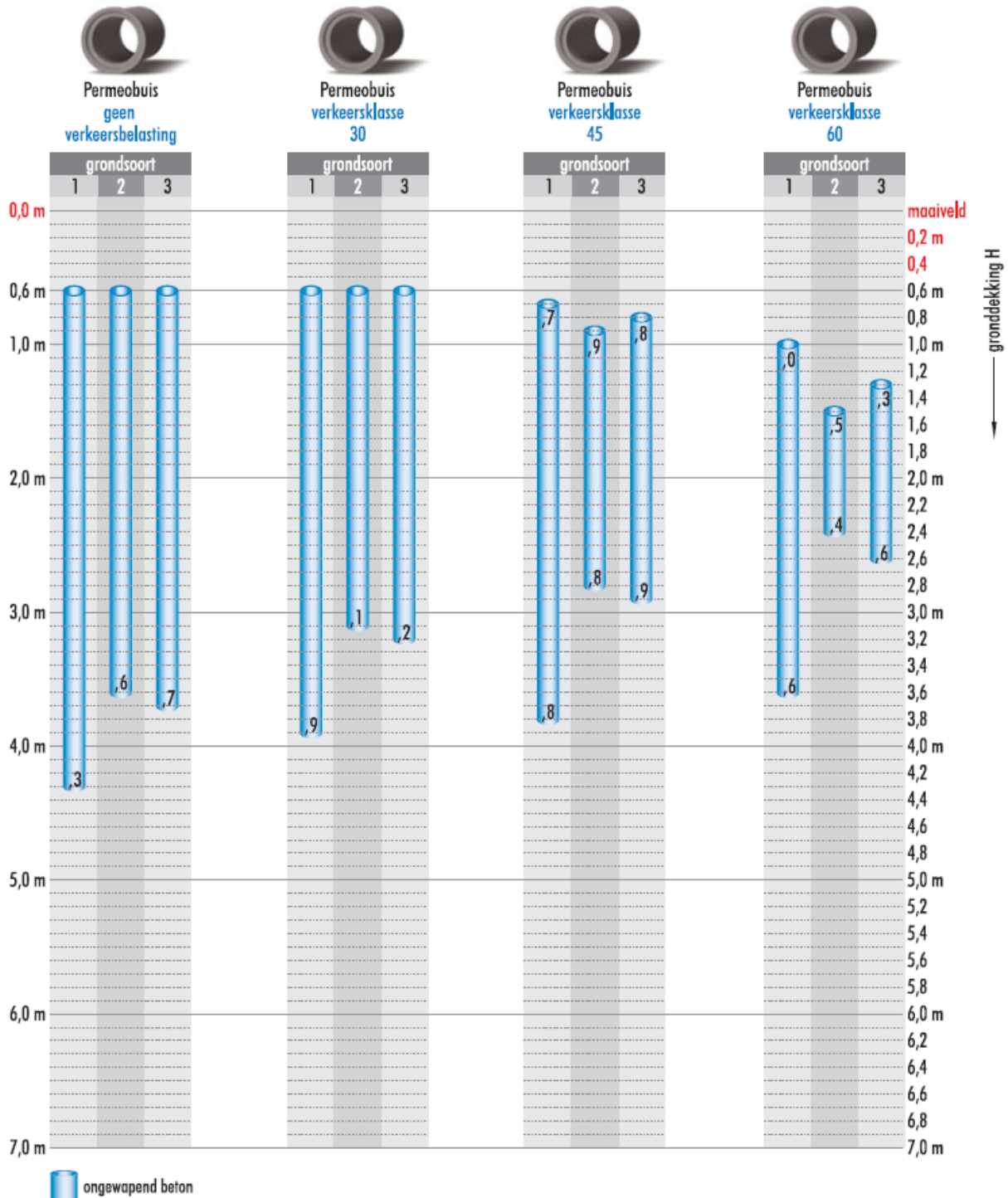
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Permeobuizen, inwendige buisdiameter 400 mm



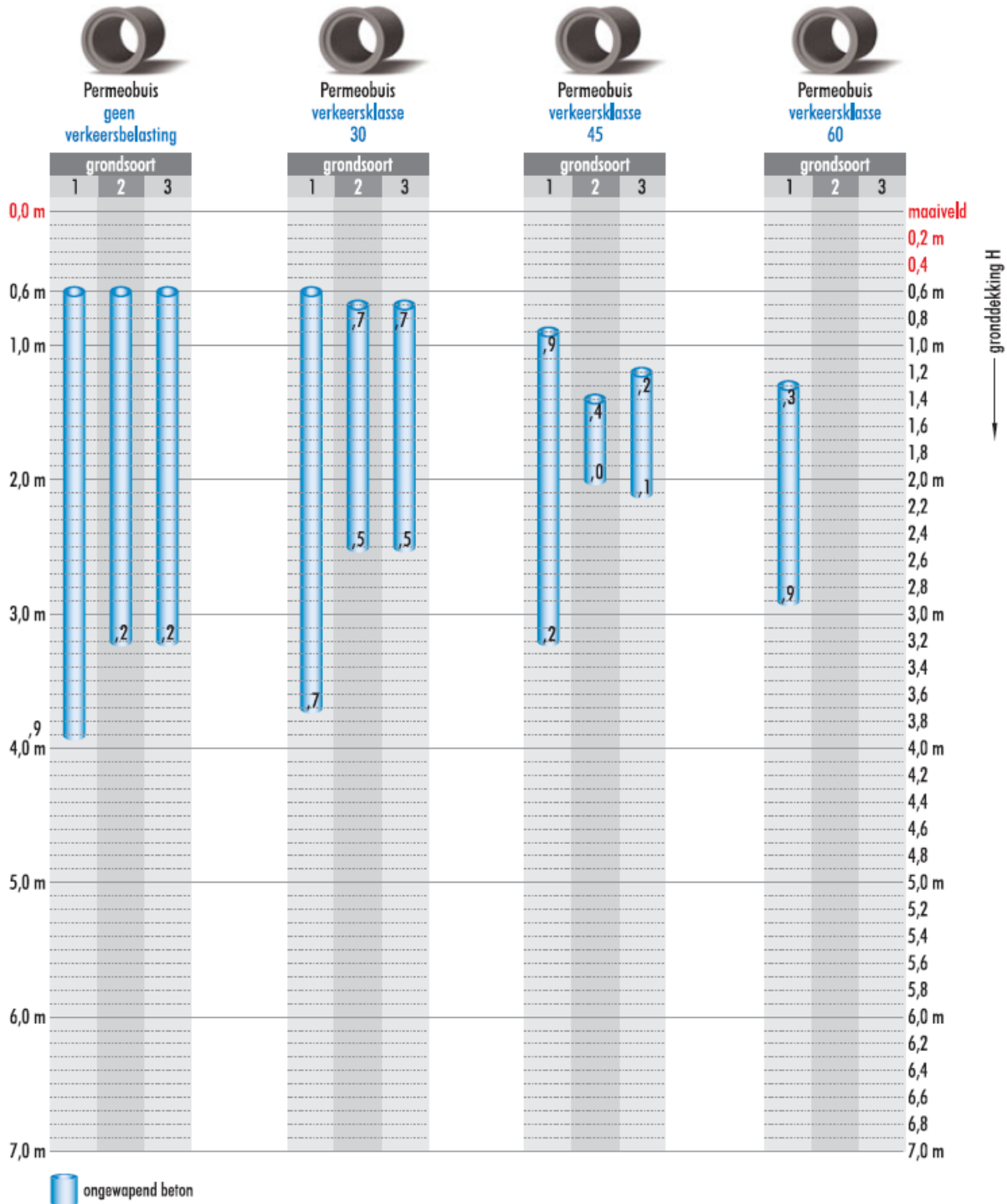
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Permeobuizen, inwendige buisdiameter 600 mm



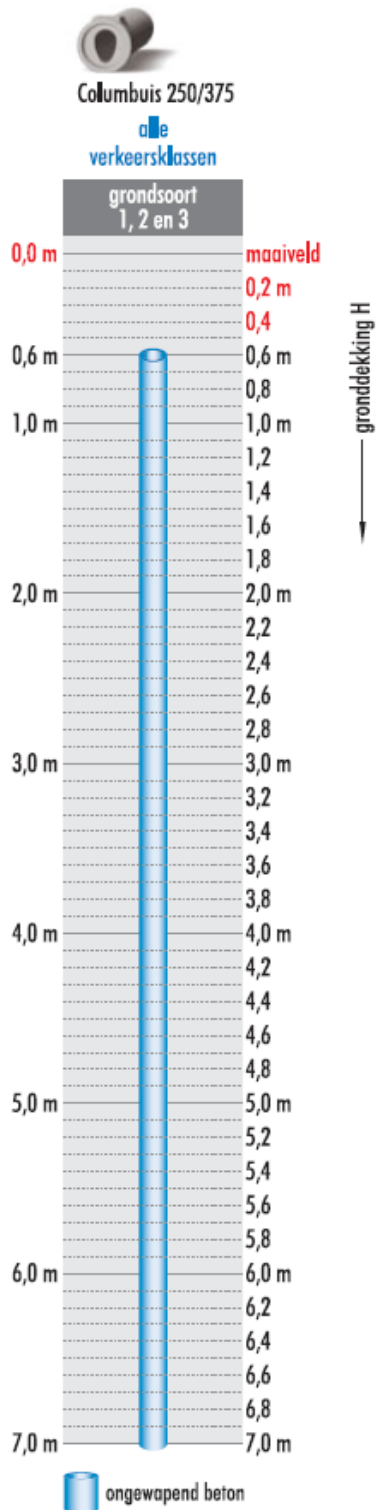
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Permeobuizen, inwendige buisdiameter 800 mm



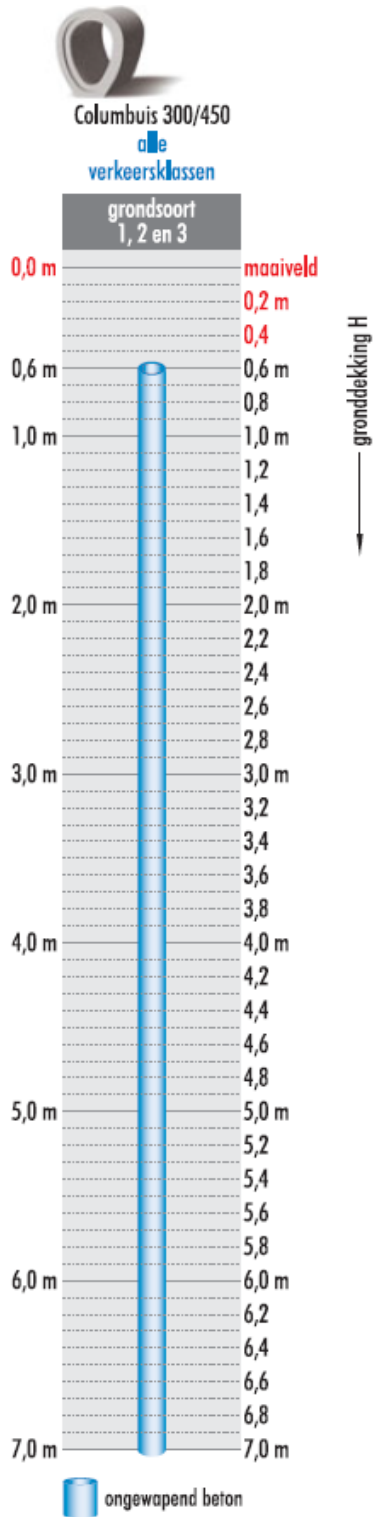
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 250/375 mm



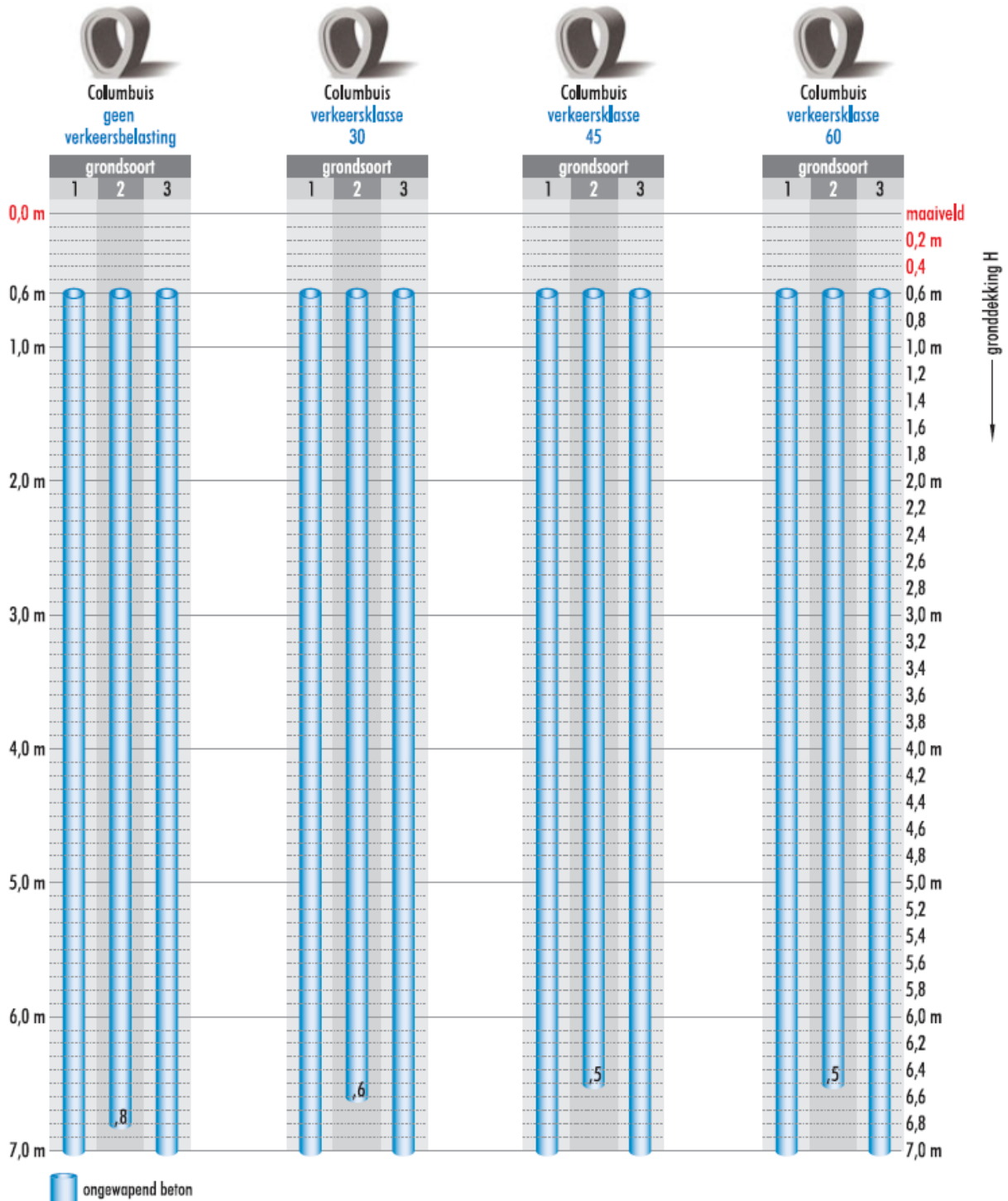
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 300/450 mm



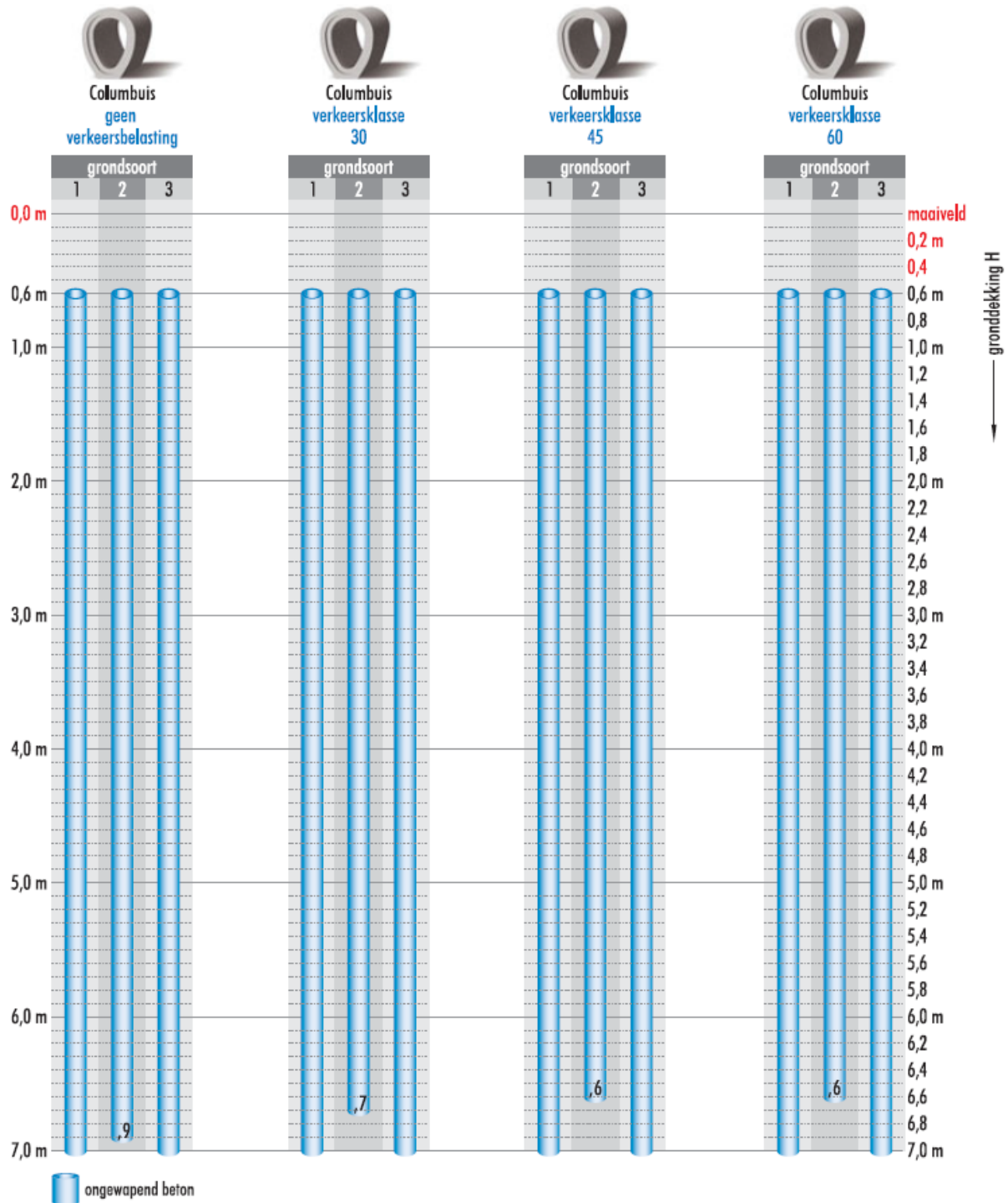
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 400/600 mm



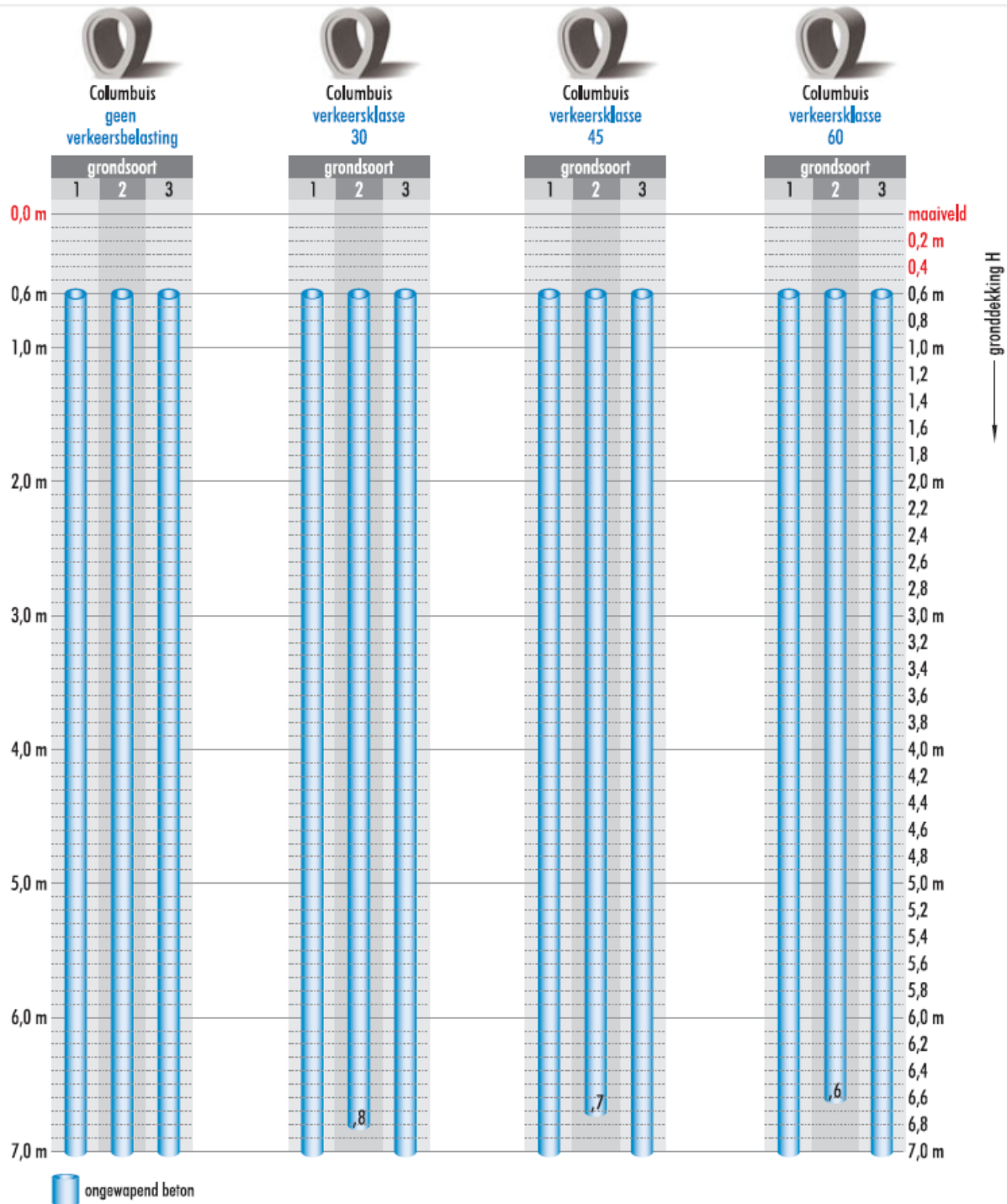
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 600/900



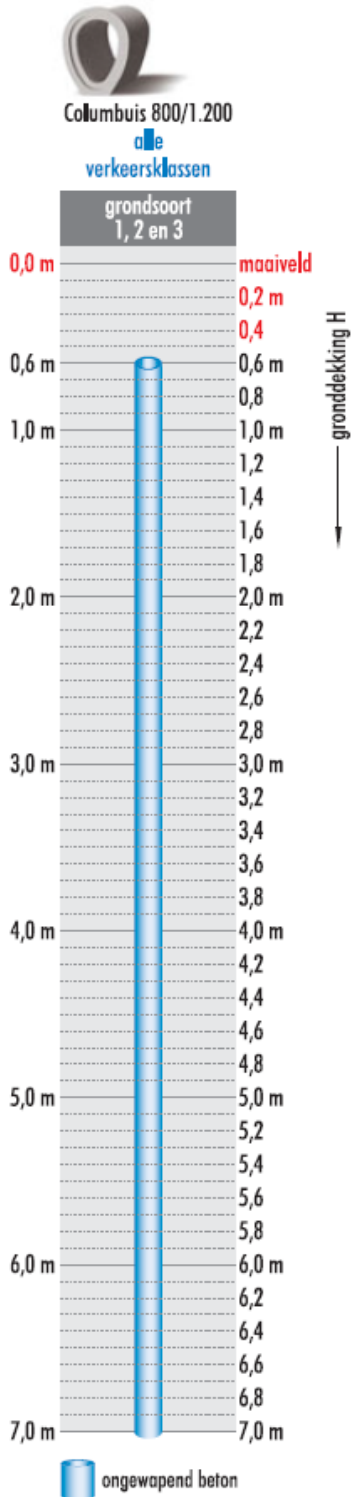
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 700/1.050 mm



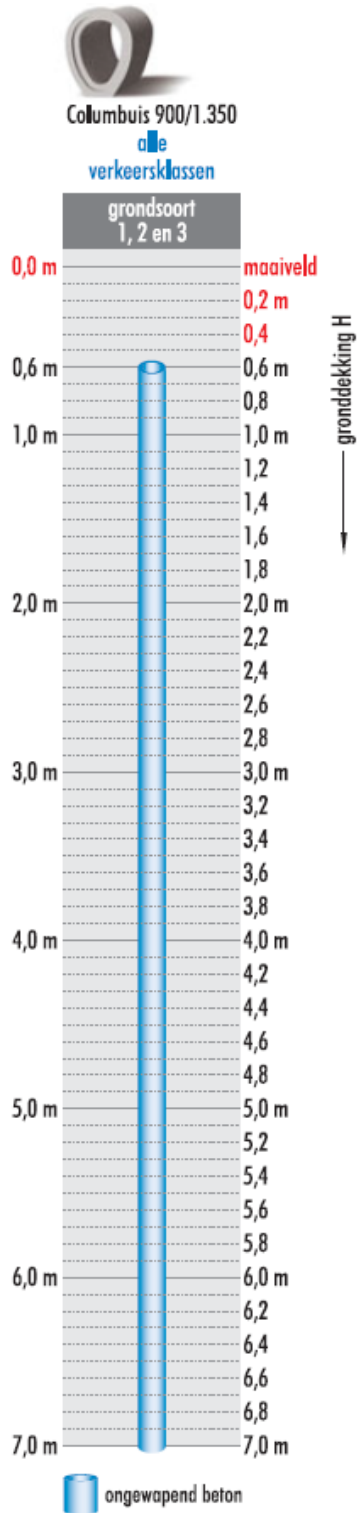
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 800/1.200 mm



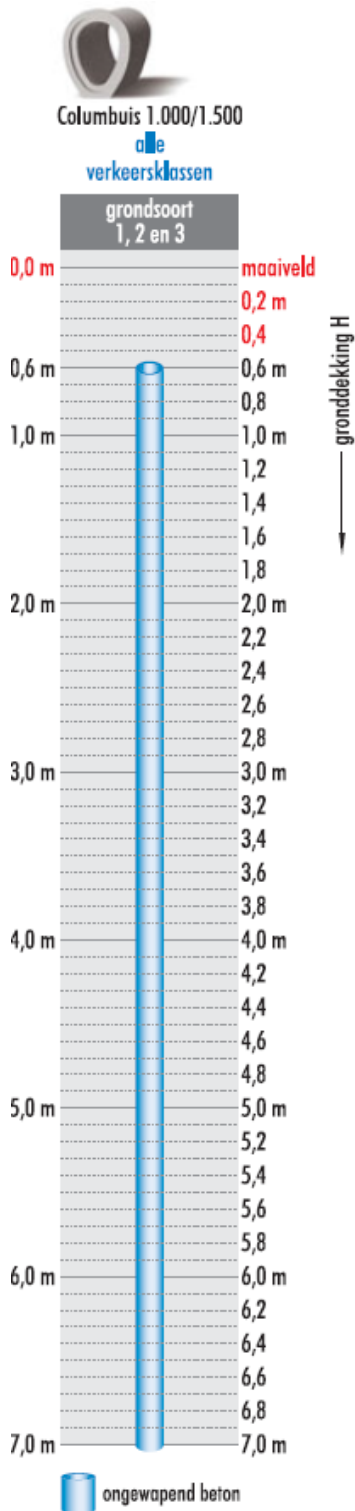
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 900/1.350



De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 1.000/1.500



De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.