

Grensdekkingen

Minimum / maximum grensdekkingen

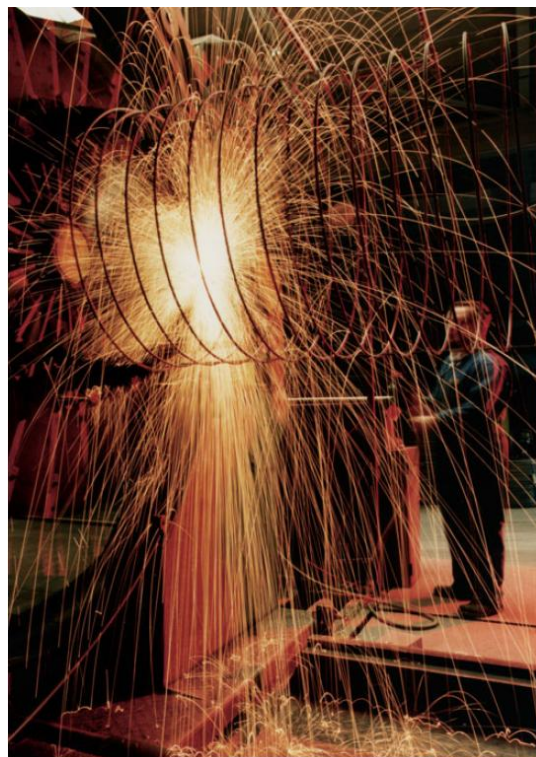
In deze brochure kan aan de hand van staafdiagrammen (pagina 8 t/ 31) voor elke buisdiameter worden afgelezen wat de minimale en wat de maximale grensdekkingen per type buis zijn. Dit in relatie tot de verkeersklassen en in relatie tot veel voorkomende bodemsituaties in Nederland.

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

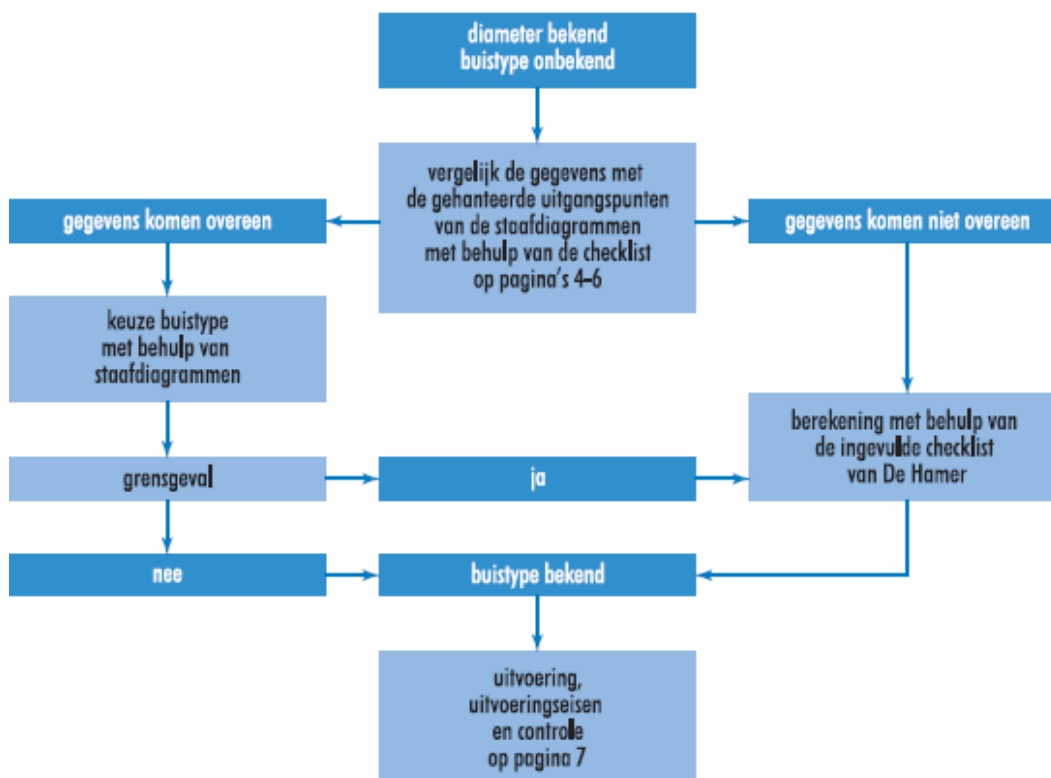


Betonindustrie De Hamer B.V.

Weezenhof 93-07 - 6536 AE Nijmegen
Postbus 6553 - 6503 GB Nijmegen
Telefoon: +31 (0)24 344 12 44
Telefax: +31 (0)24 344 88 38
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/m ³
- inwendige druk	0 kN/m ²
- 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	zie tabel 2 op pagina 5
E_2/a_2	
E_3/a_3	
E_4/a_4	
K_2	
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	.....	(klasse)
(voor keuze zie toelichting tabel 4 op pagina 6)		

Materiaaleigenschappen

zie tabel 1 op pagina 5

Belastingen

- bovenbelasting	.....	(kN/m ²)
- verkeersbelasting 0/30/45/60	.....	(klasse)
(voor keuze zie toelichting tabel 5 op pagina 6)		
- vulling 0/100 %	.....	(%)
- γ -vulling	.....	(kN/m ³)
- inwendige druk	.....	(kN/m ³)
- temperatuurverschil	.....	(°C)
(buitenzijde buis ... °C warmer dan binnenzijde buis)		
- 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.

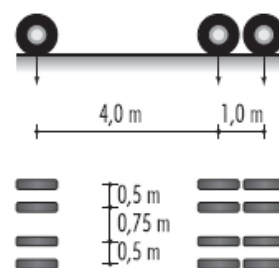
klasse	mogelijke gevolgen in relatie tot draagvermogen	indicatie acceptabele bezwijkkans p/i
1	geen gevaar voor mensenlevens en geringe economische gevolgen	ca. 10^{-5}
2	gevaar voor mensenlevens en/of aanzienlijke economische gevolgen	ca. 10^{-6}
3	groot maatschappelijk belang	ca. 10^{-7}

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.



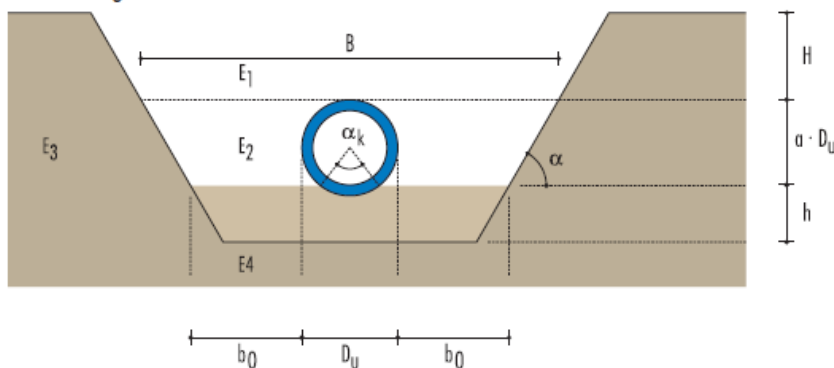
Tabel 6: grondsoort

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:

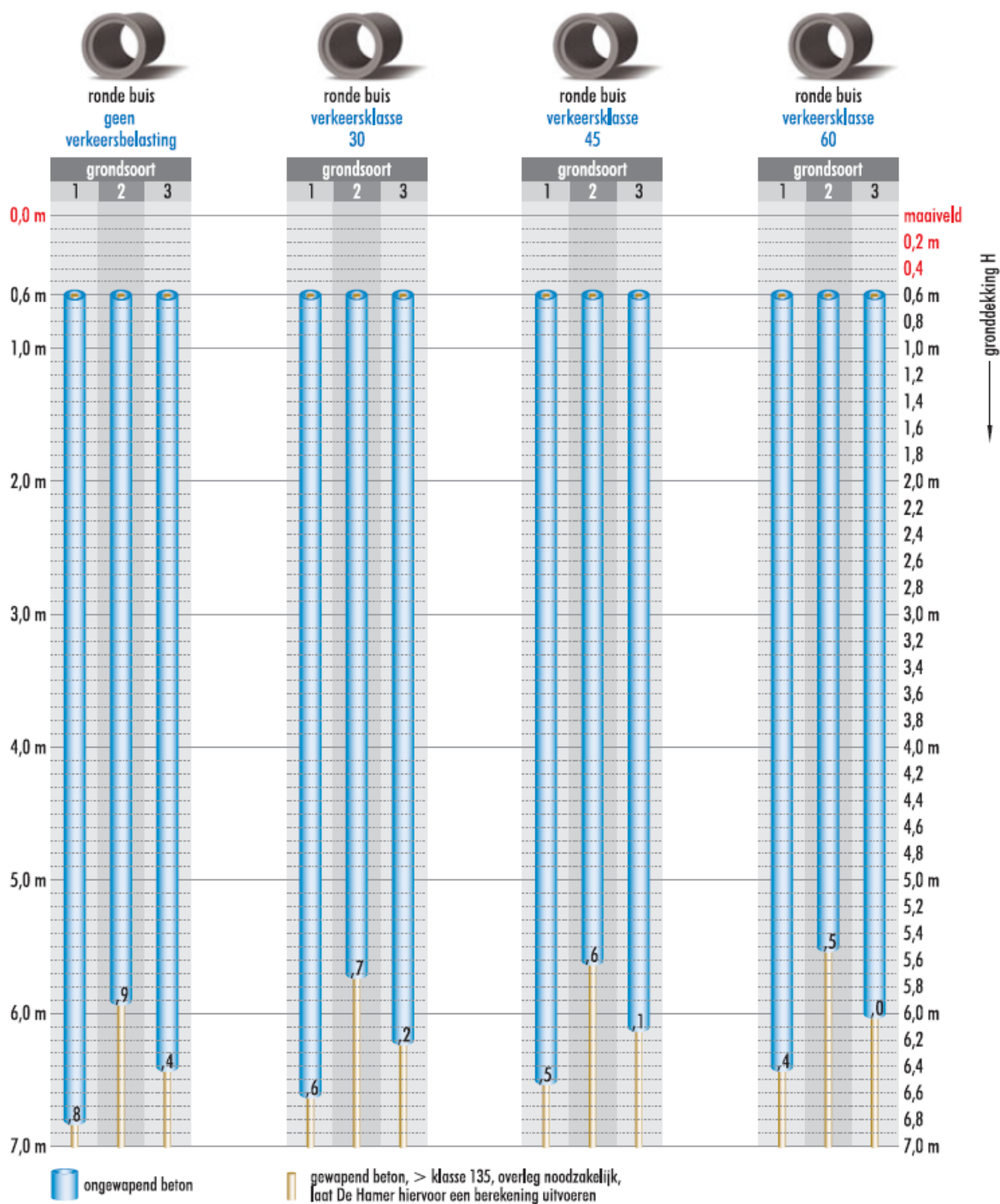
- Direct boven de buis de grond niet verdichten over een hoogte van 0,3 m
- De verdichting naast de buis verdient extra aandacht vanwege de grote invloed ervan op de draagkracht van de buis. Er dient te worden verdicht in lagen van maximaal 0,3 m tot 0,3 m boven de buis. De in de berekening aangenomen waarde van E2 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.

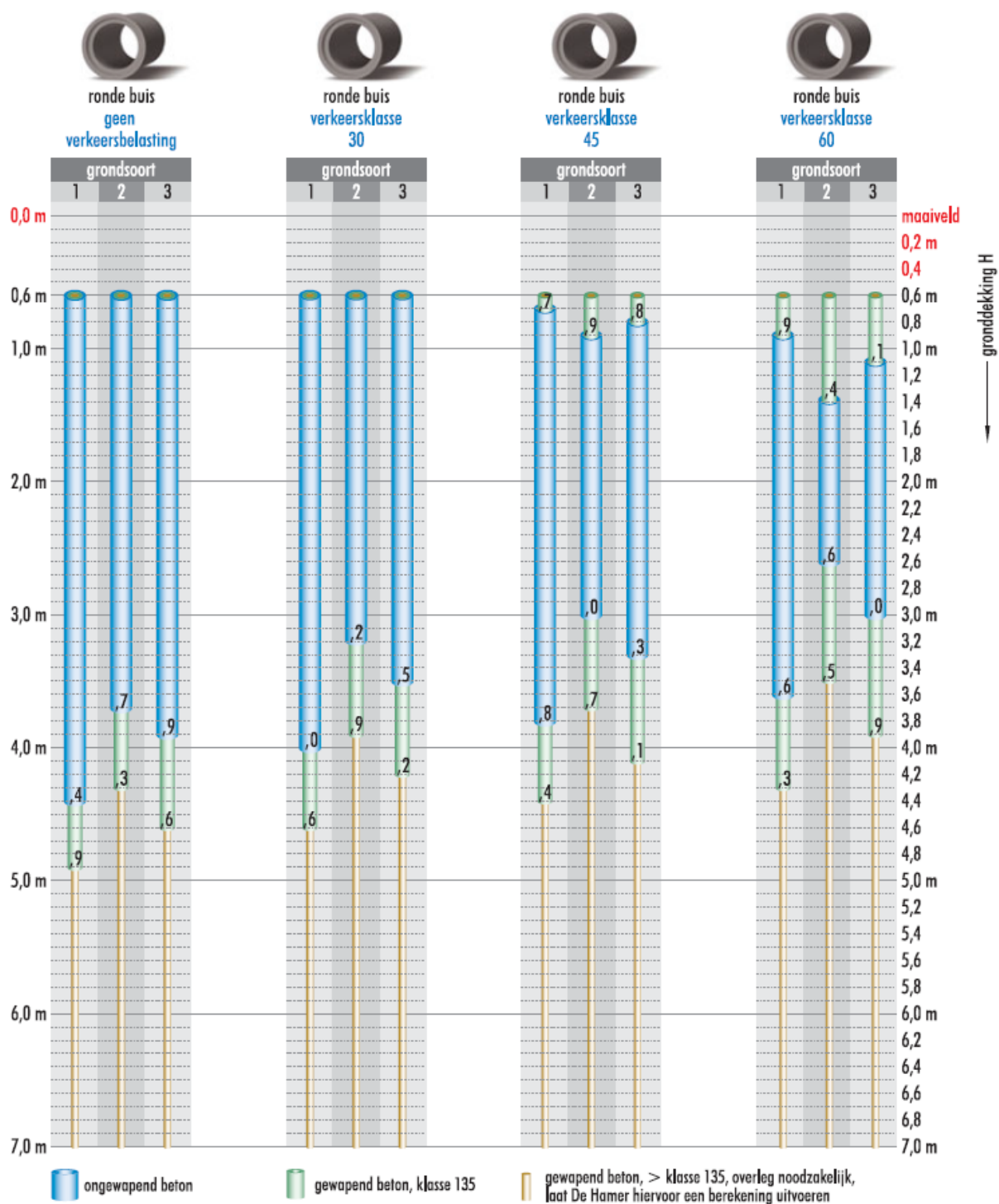
grondsoort	1	2	3
E_2^z (grond in de sleuf naast de buis)	16 N/mm ²	6 N/mm ²	4 N/mm ²
controle d.m.v. proctorproeven	$\geq 96\%$	$\geq 96\%$	$\geq 96\%$
controle d.m.v. sonderen			
m.b.v. conusweerstand (conus 10 cm ²)	toename $q_c \geq 8 \text{ N/mm}^2/\text{m}$	n.v.t.	n.v.t.
sonderen op grotere diepte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

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 300 mm



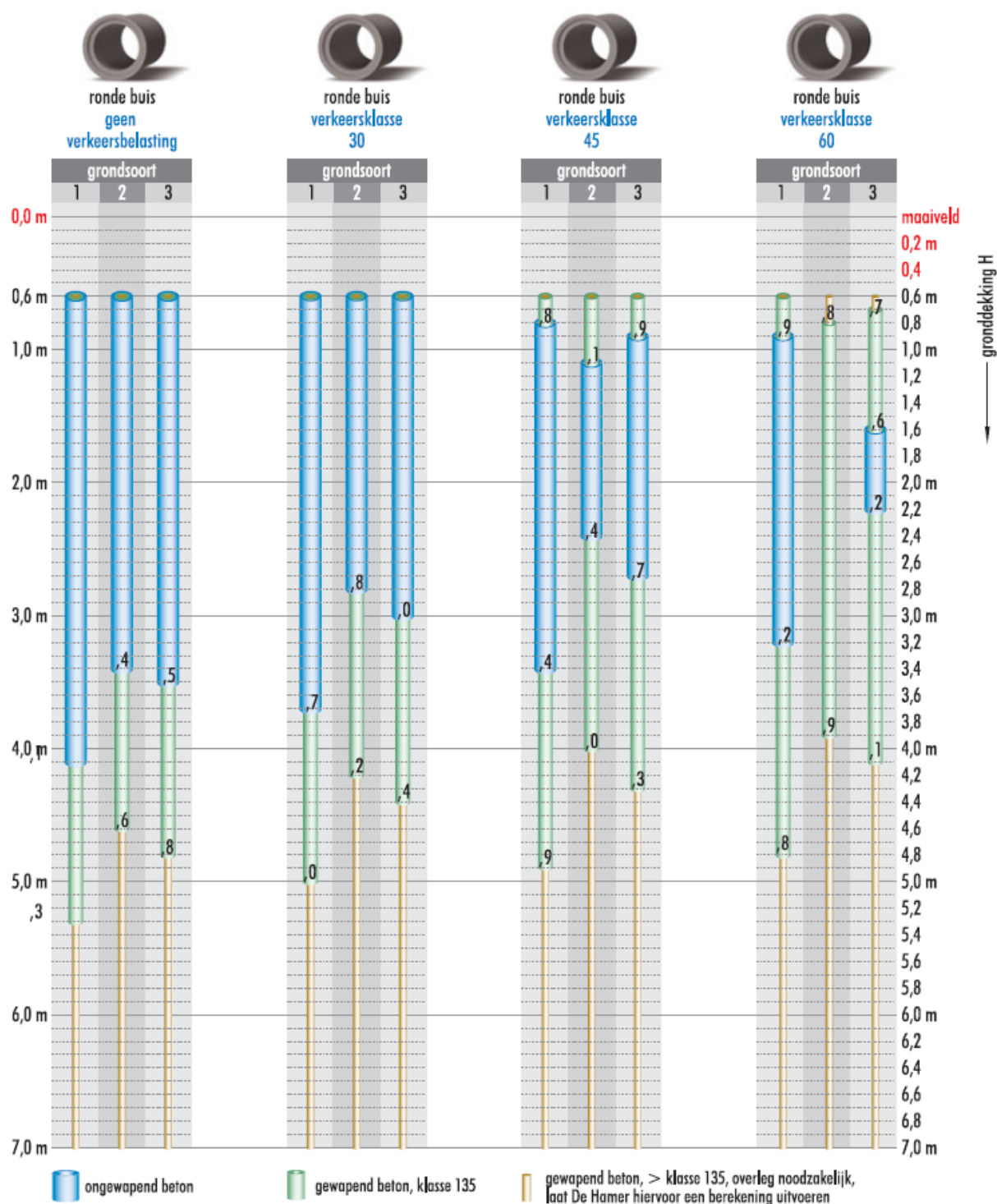
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 400 mm



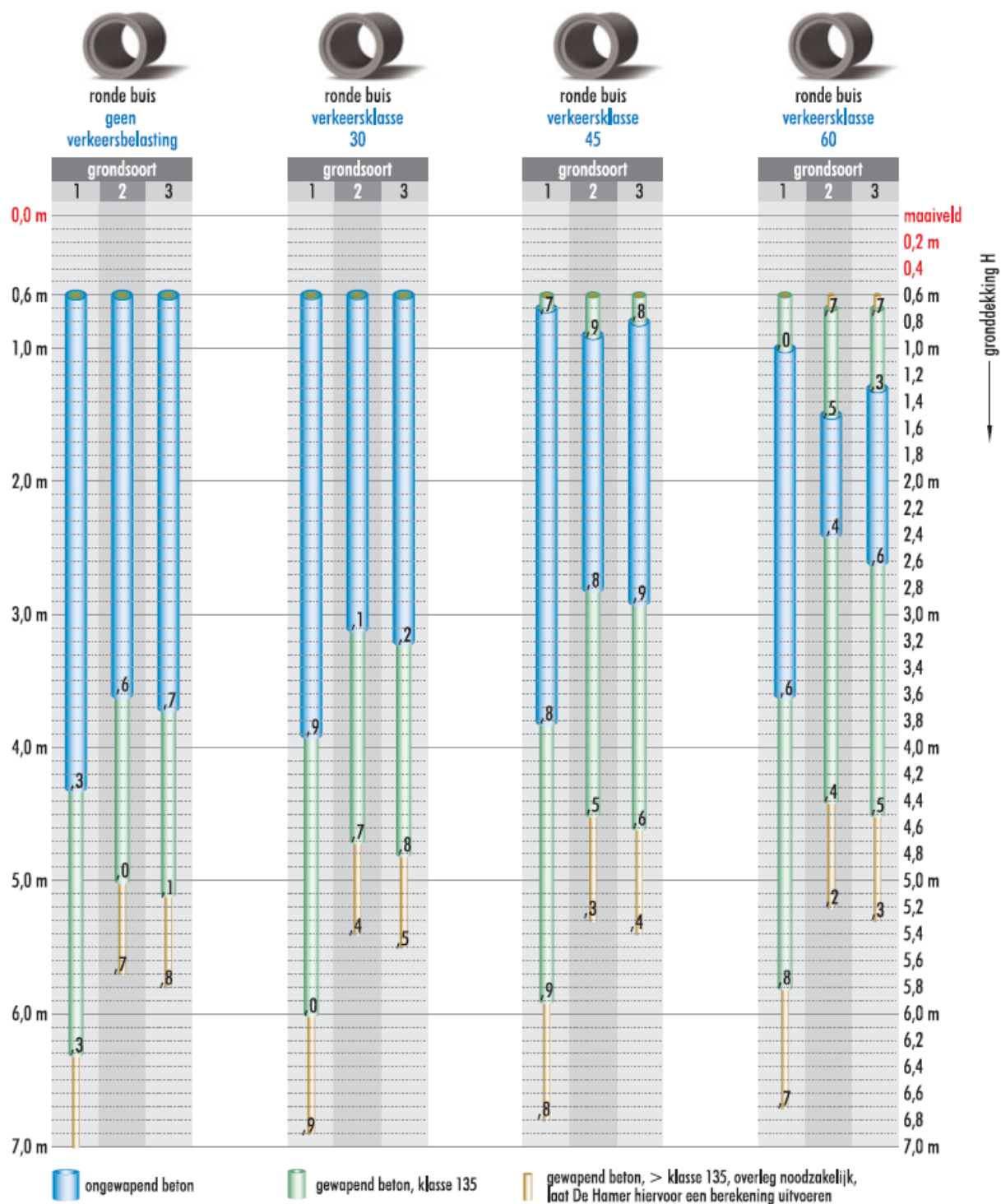
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 500 mm



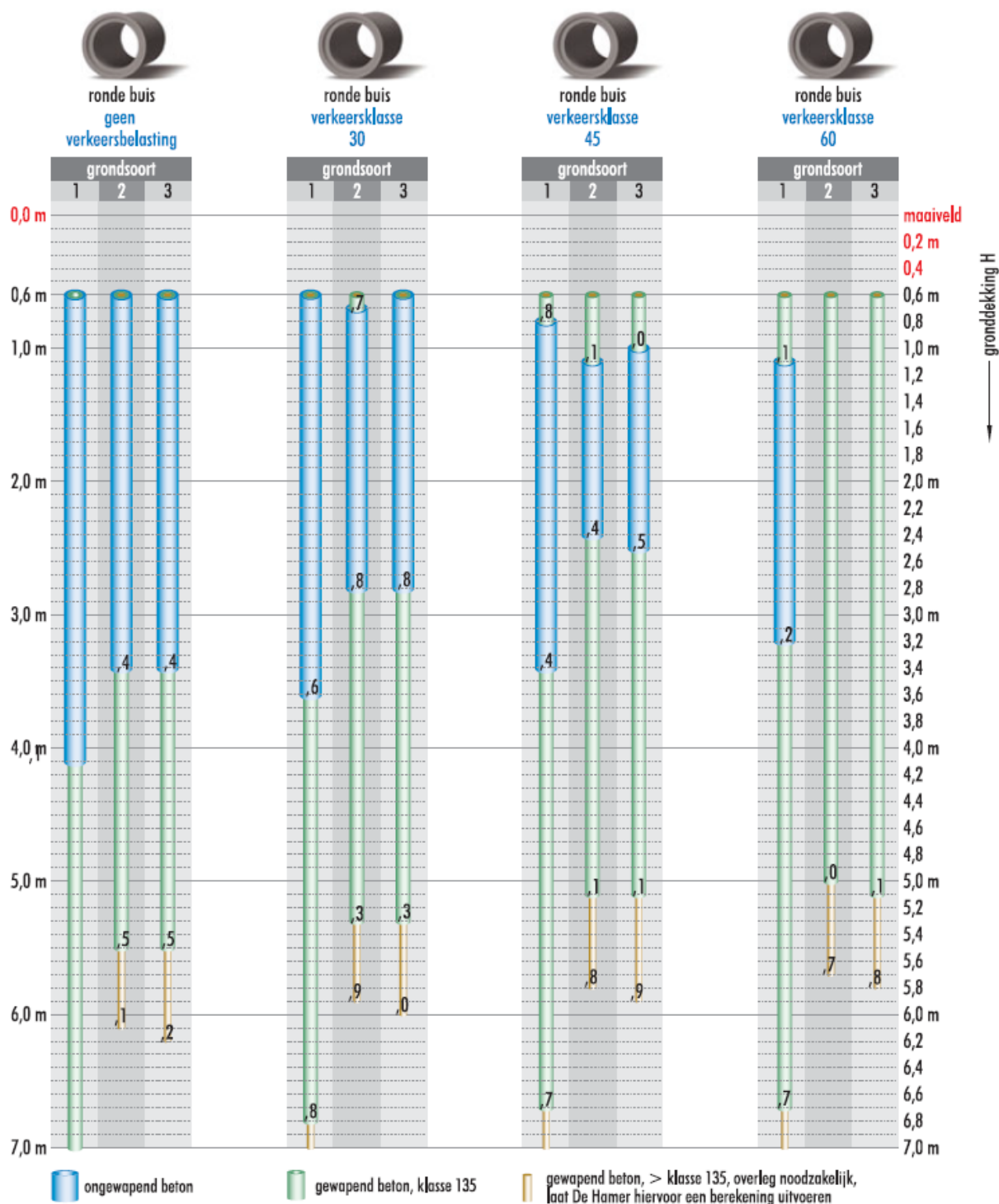
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 600 mm



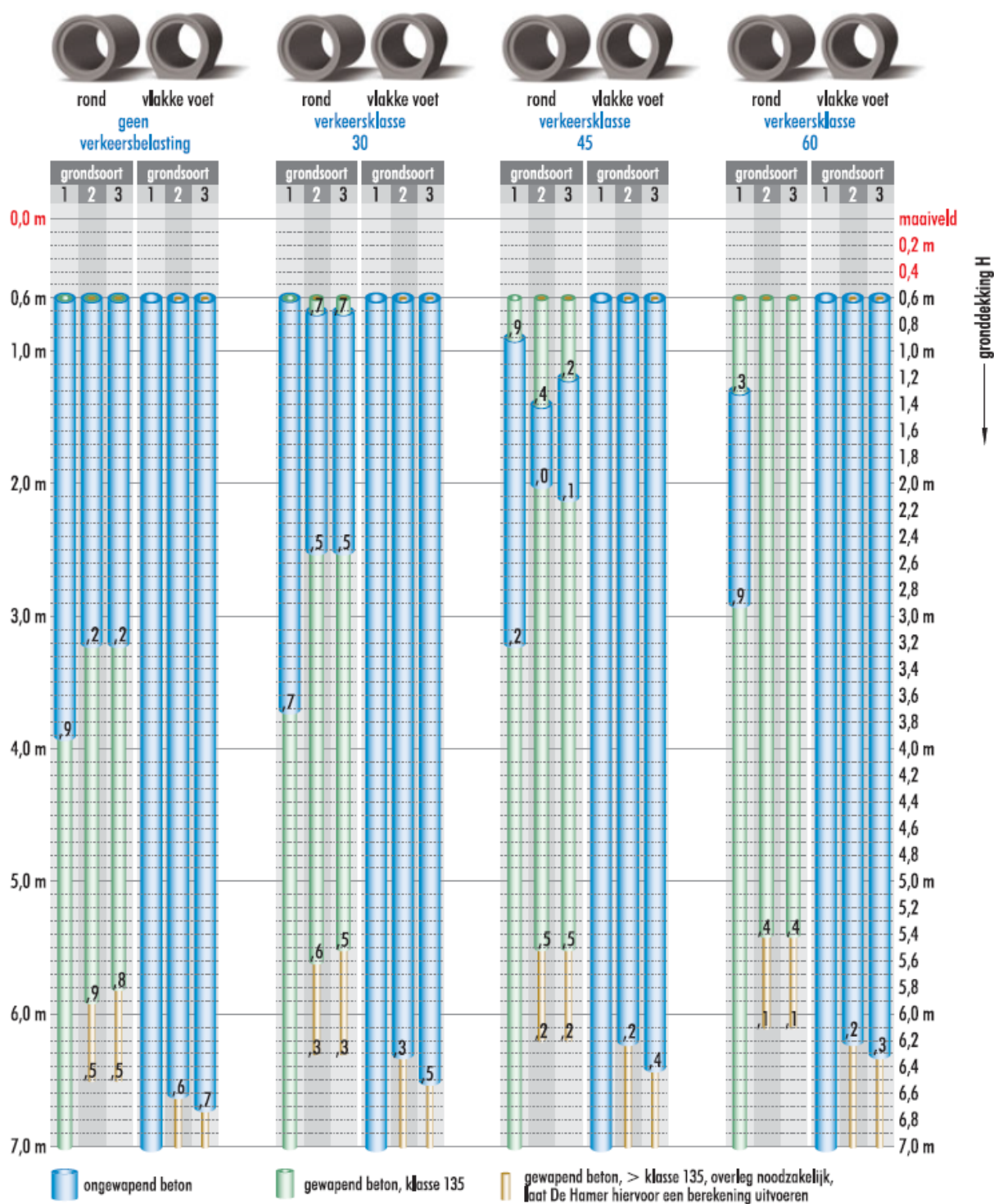
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 700 mm



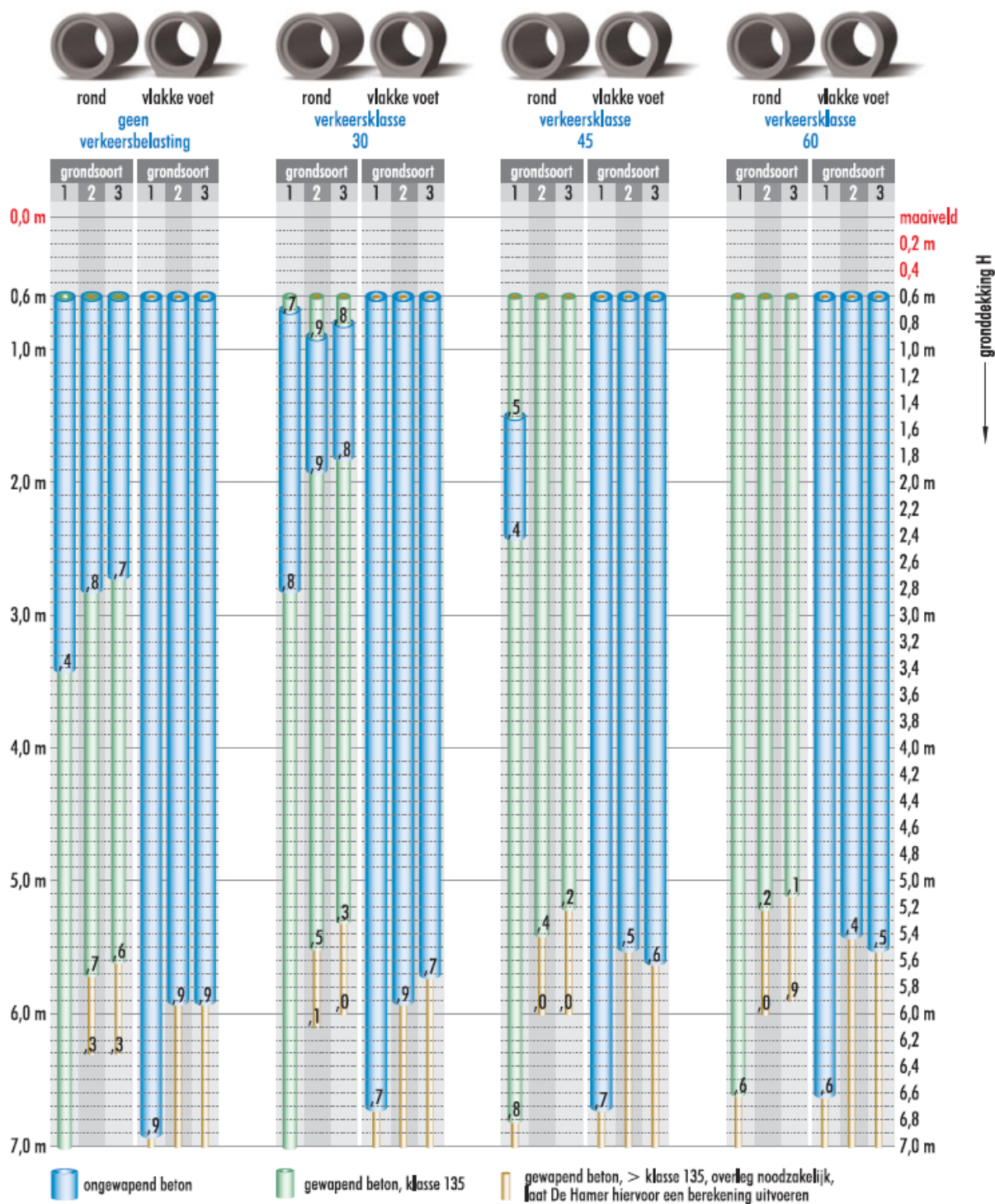
De staaft diagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 800 mm



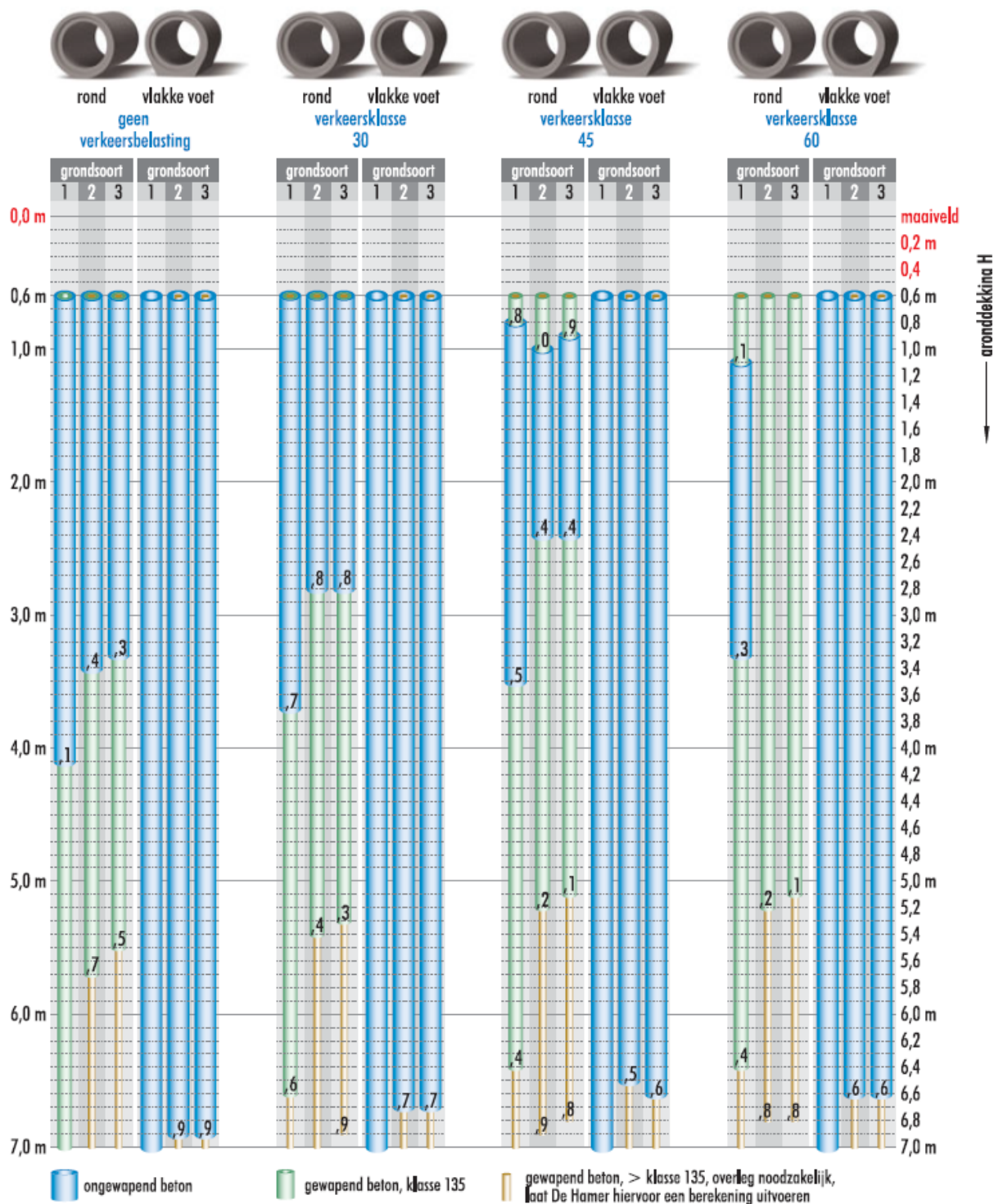
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 900 mm



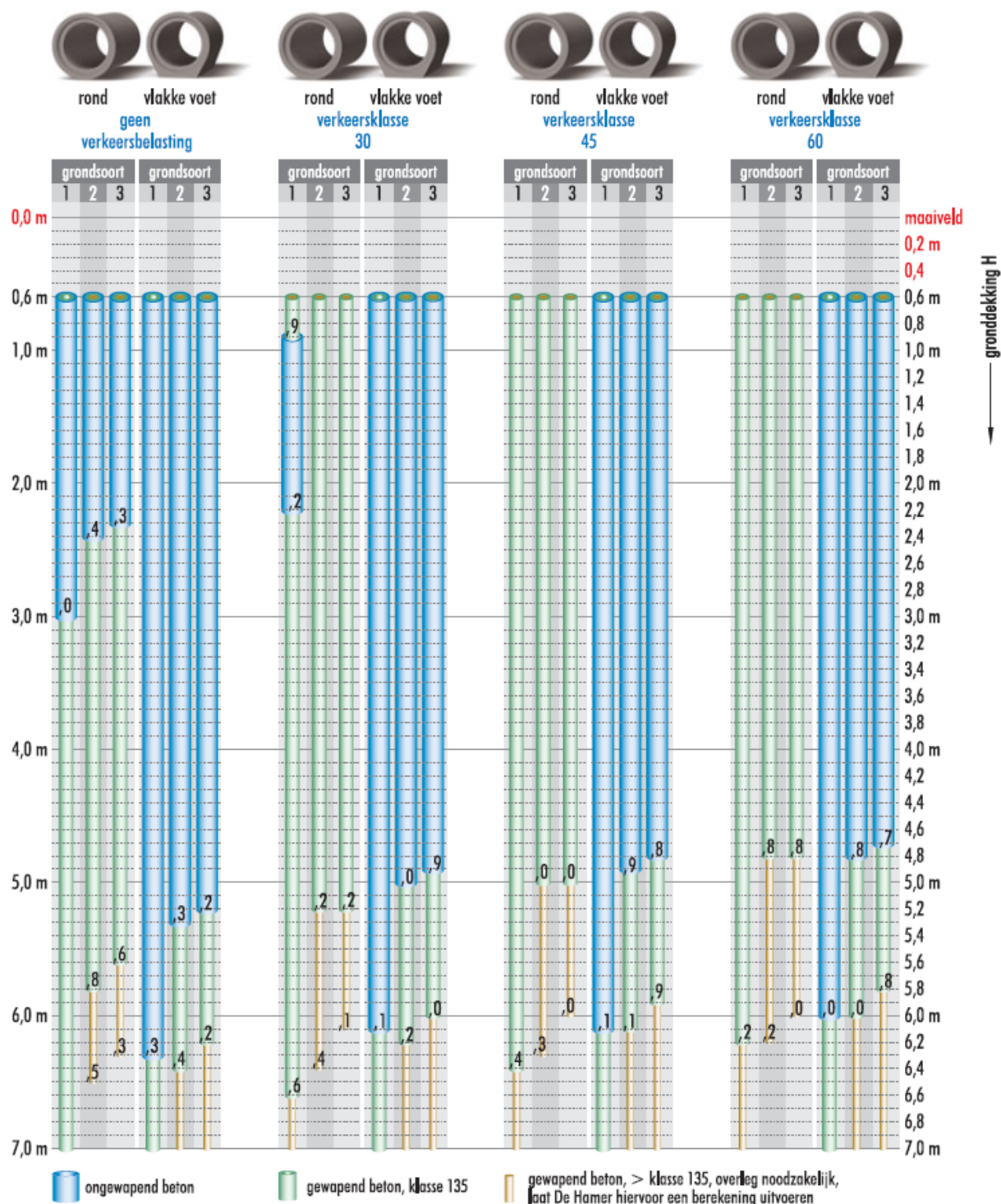
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.000 mm



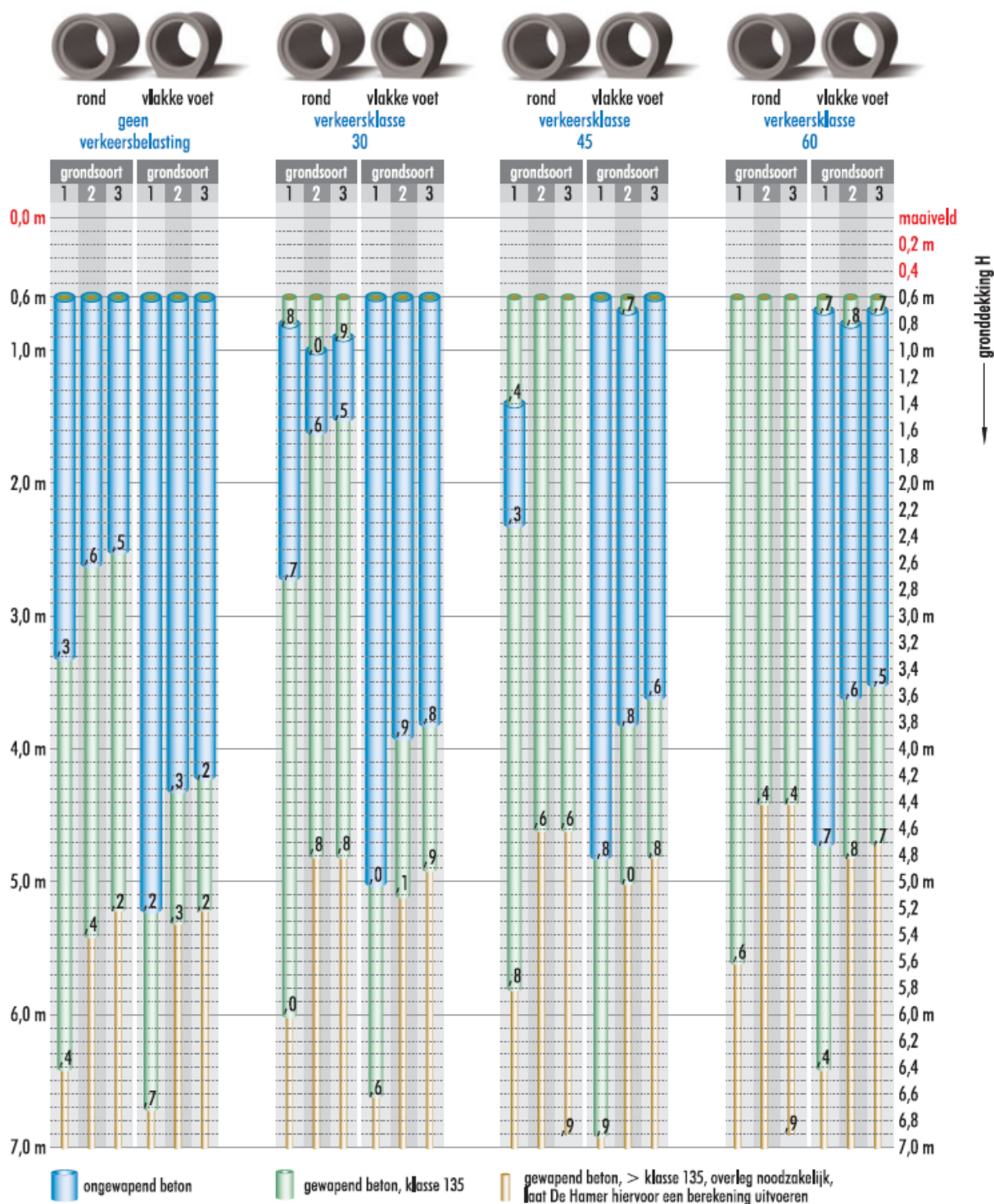
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.250 mm



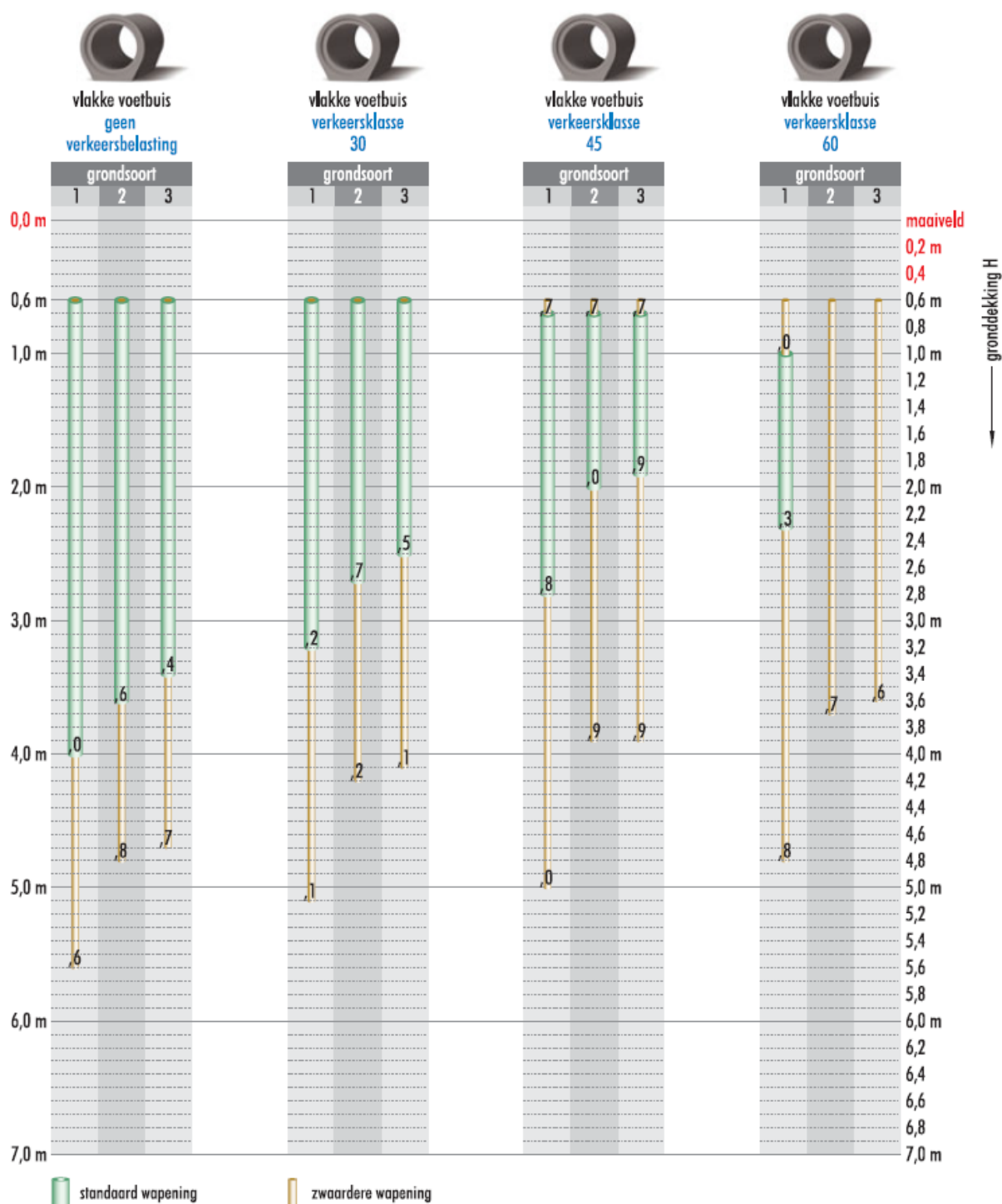
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen en vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.500 mm



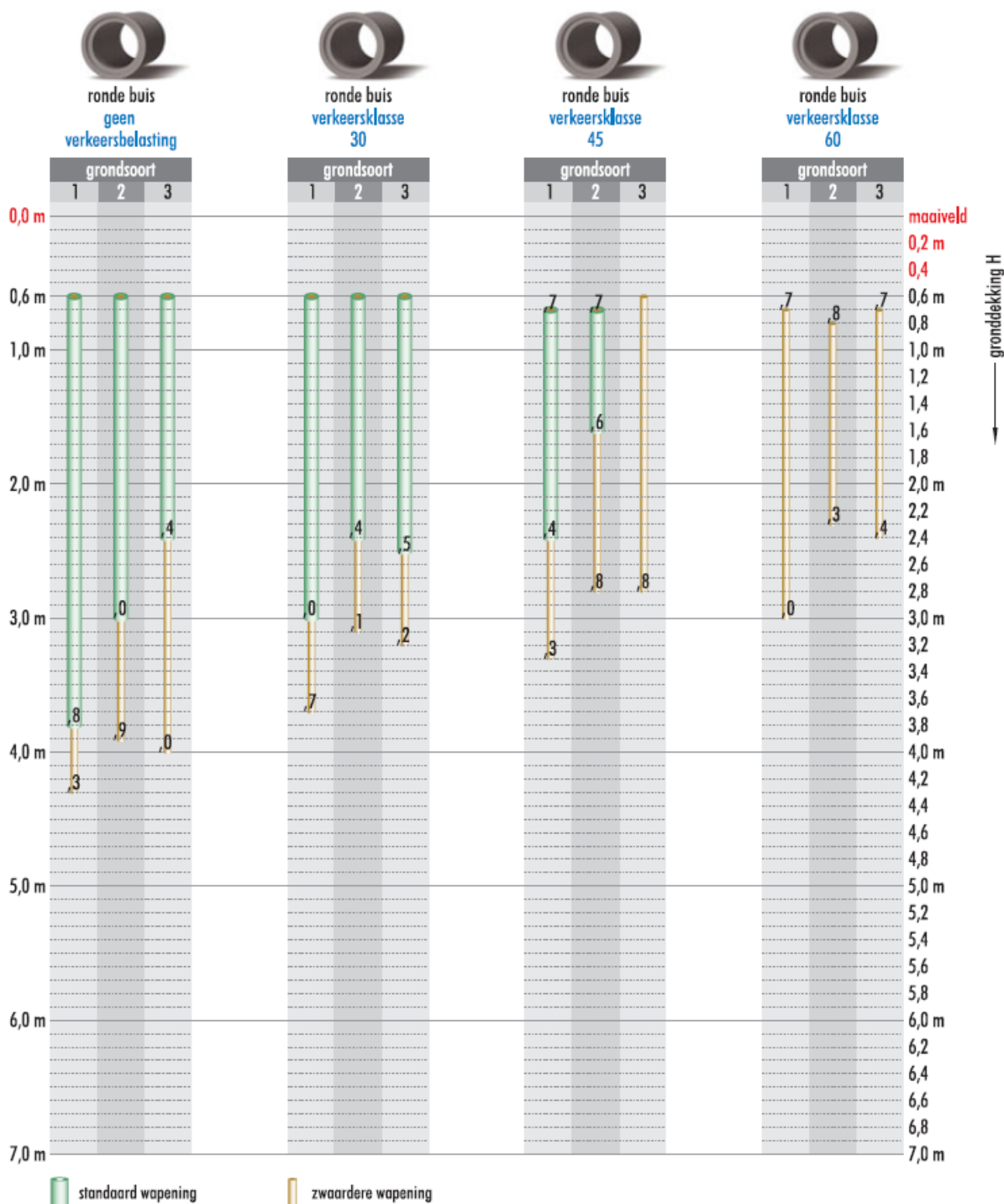
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Vlakke voetbuizen, inwendige buisdiameter 1.800 mm



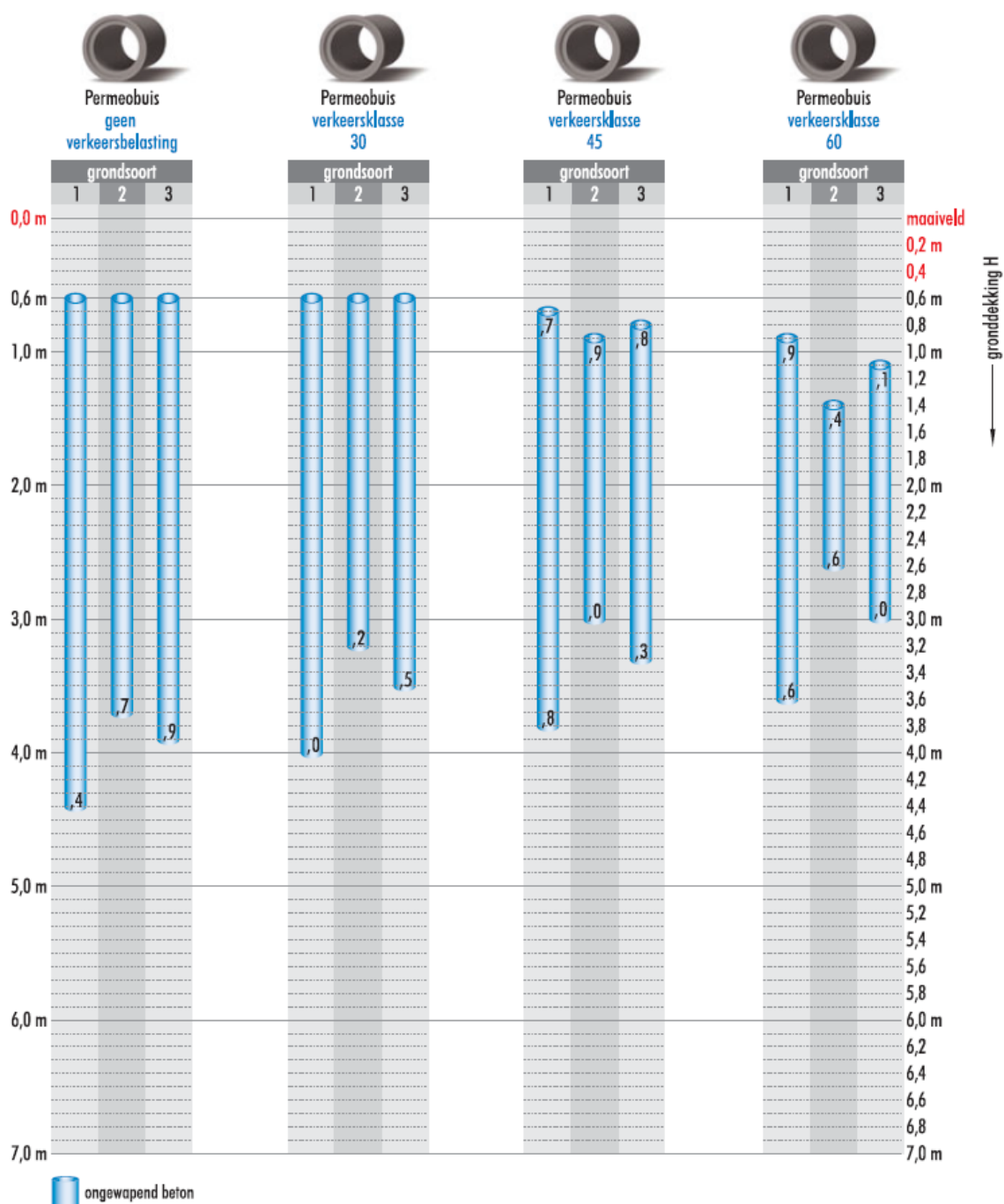
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Ronde buizen, inwendige buisdiameter 2.000 mm



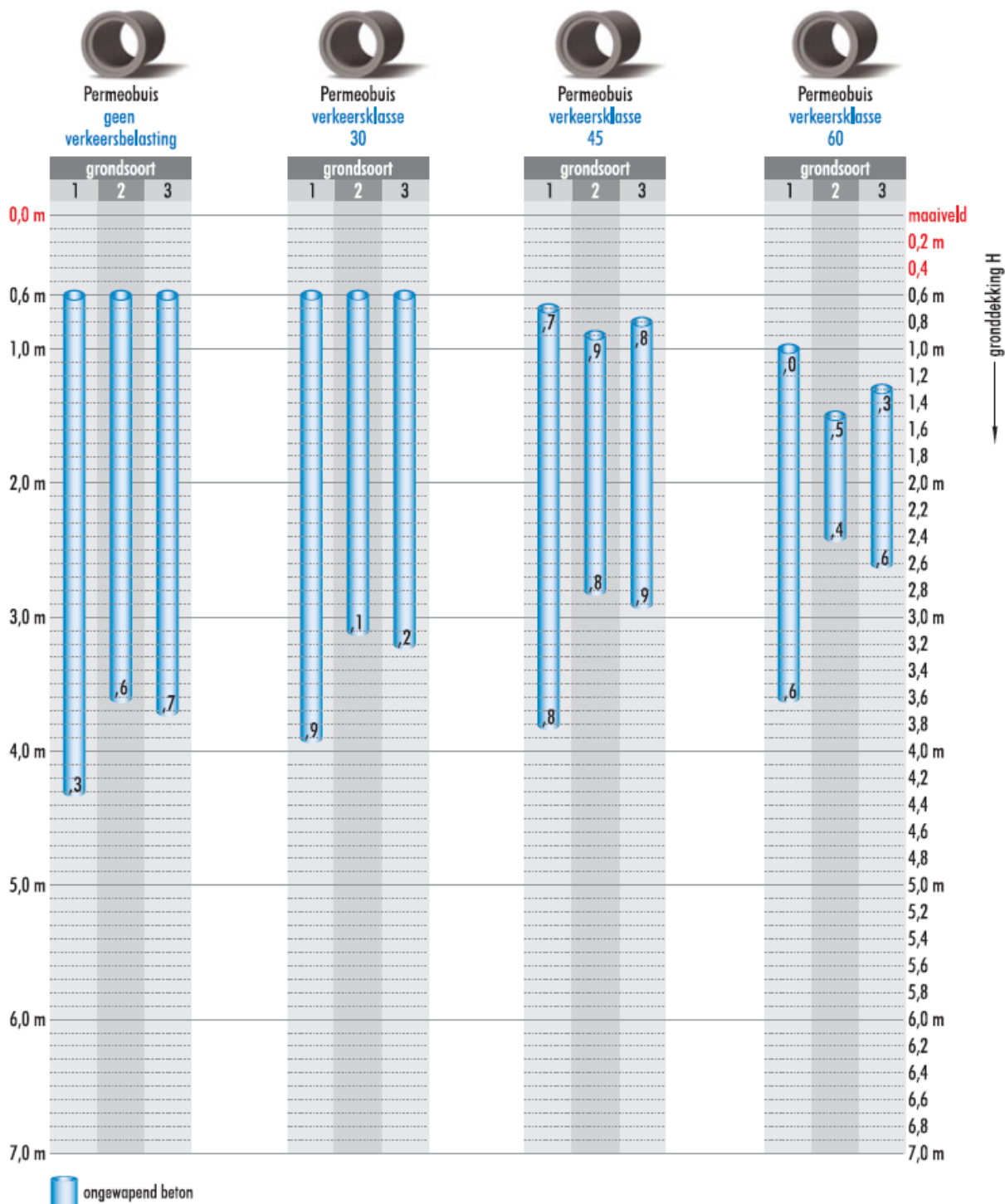
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Permeobuizen, inwendige buisdiameter 400 mm



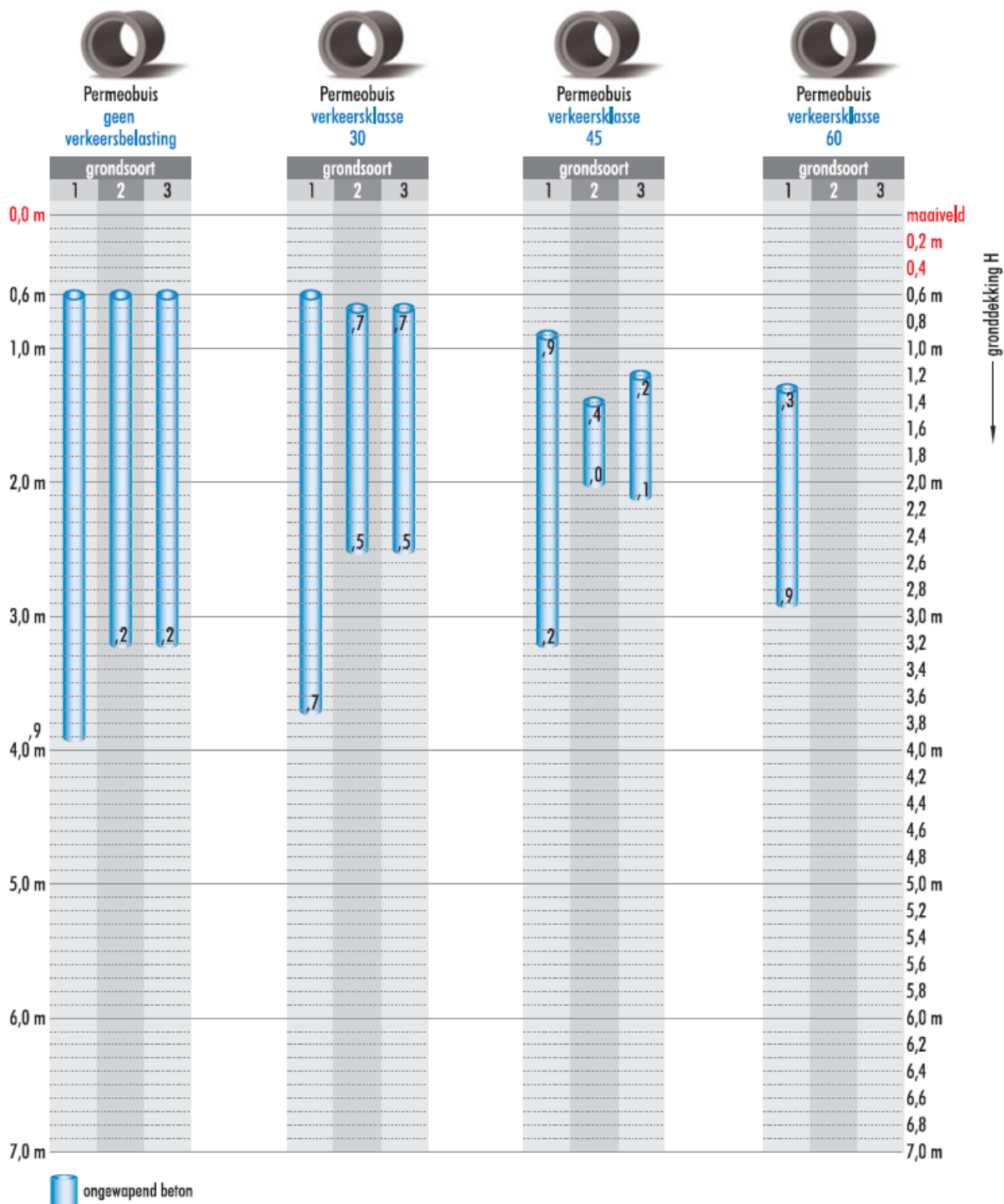
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Permeobuizen, inwendige buisdiameter 600 mm



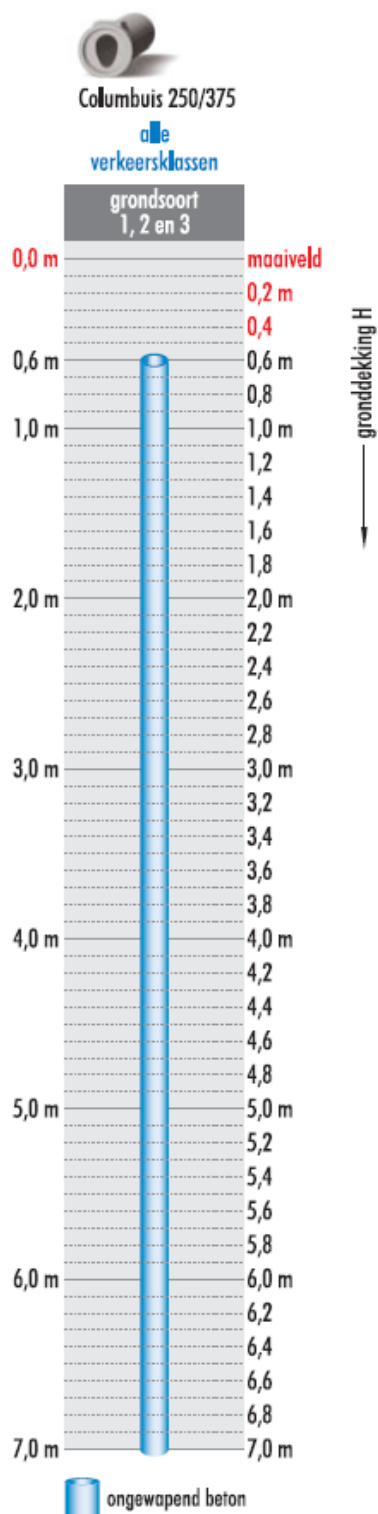
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Permeobuizen, inwendige buisdiameter 800 mm



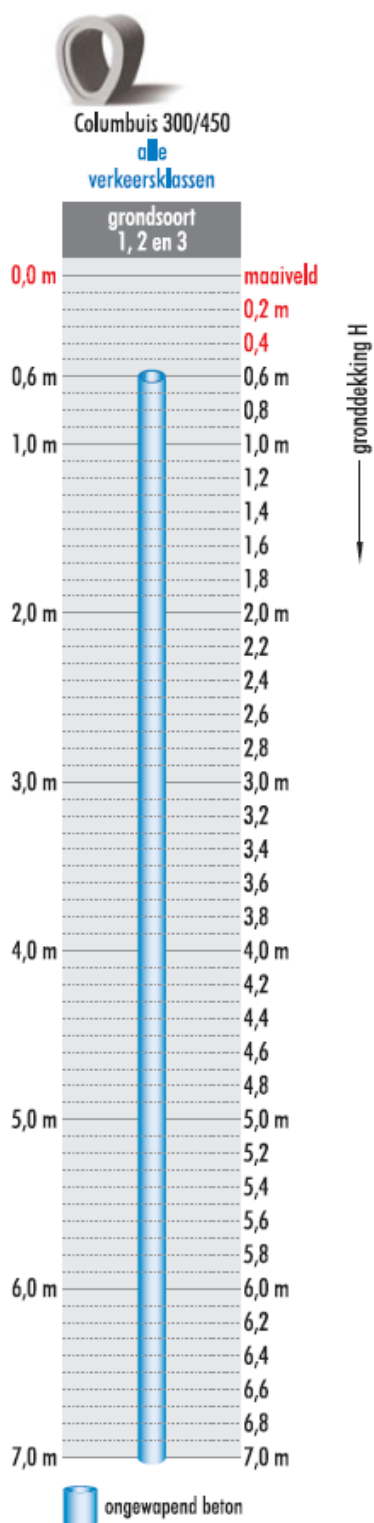
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 250/375 mm



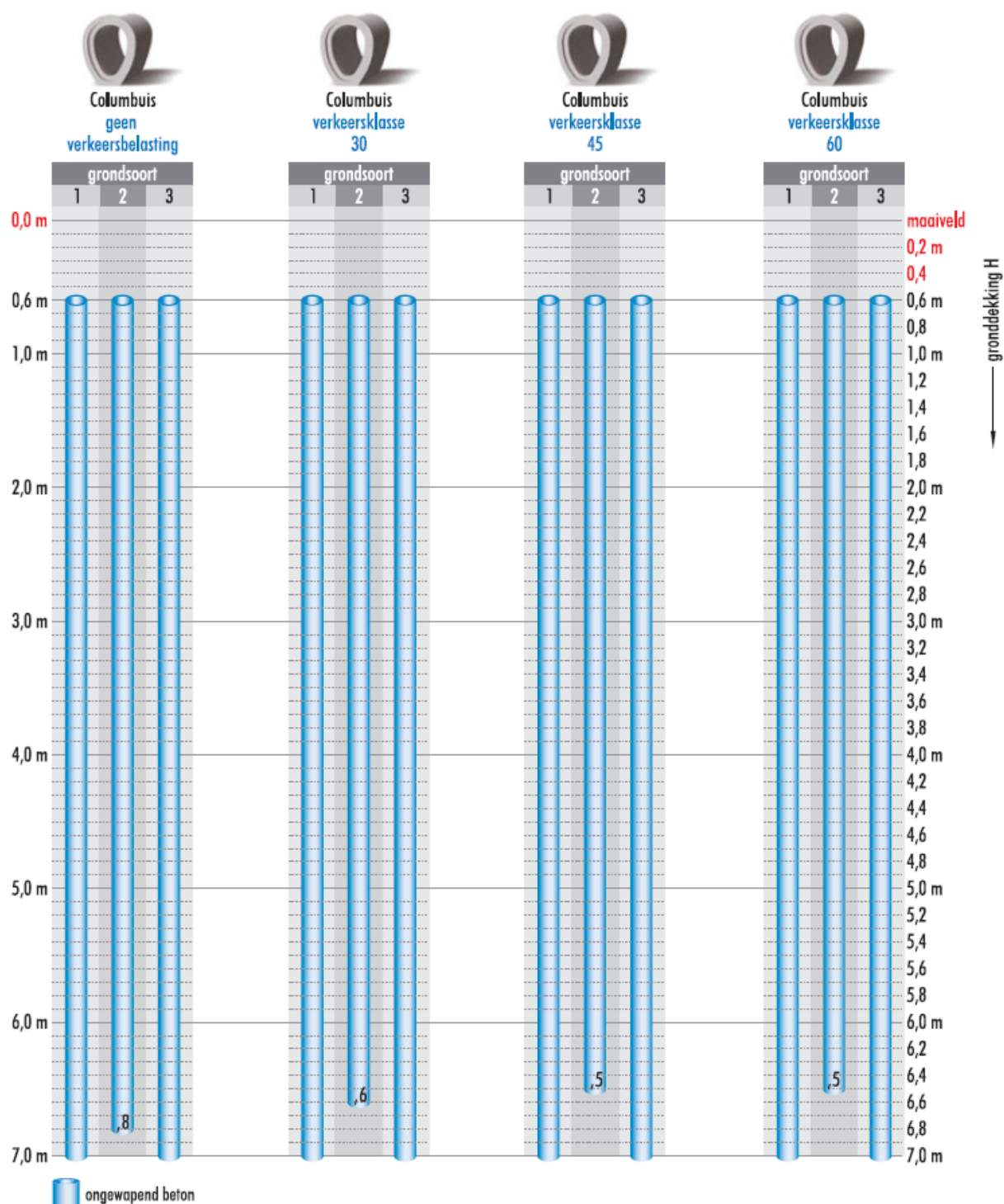
De staaft diagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 300/450 mm



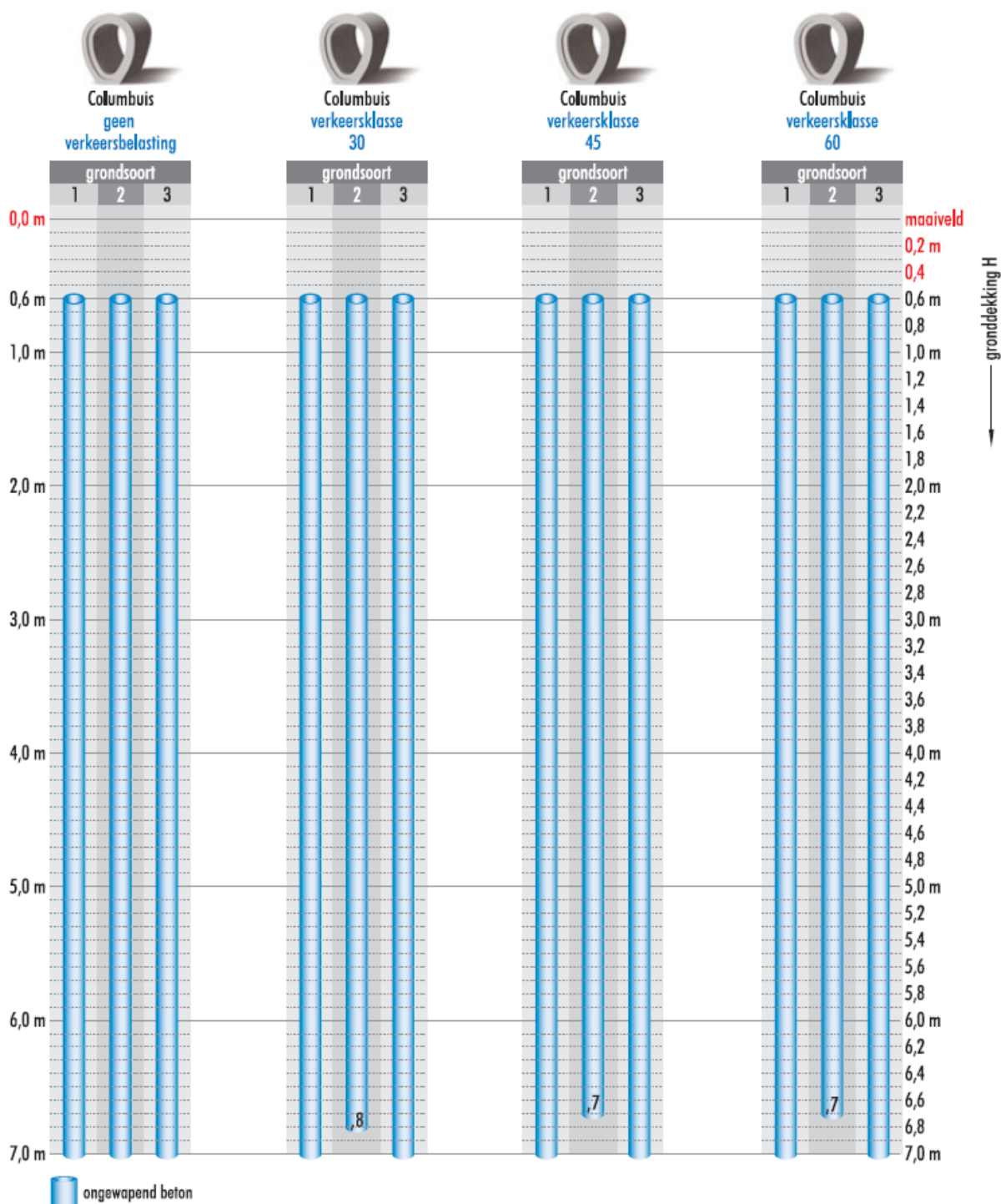
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 400/600 mm



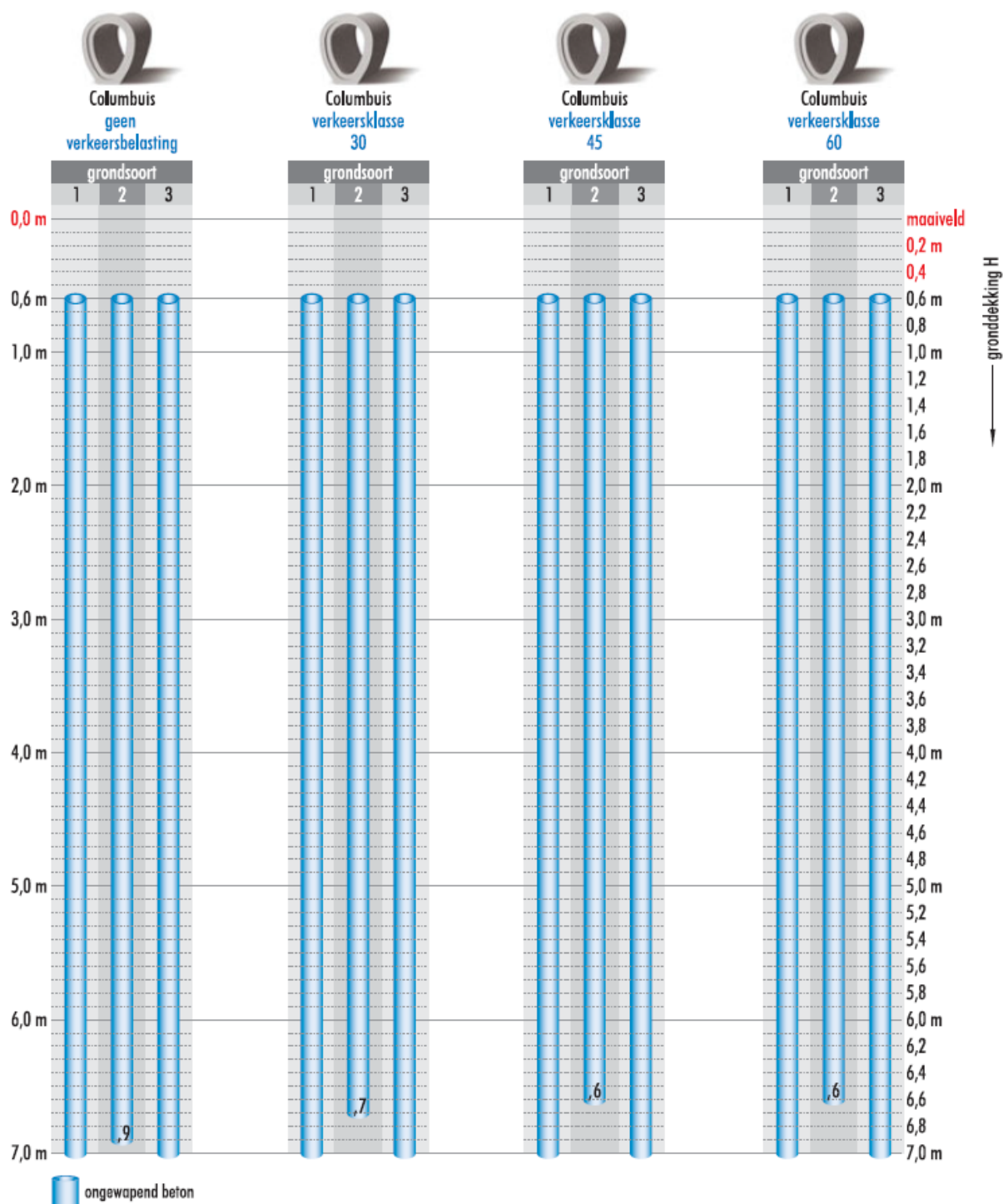
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 500/750 mm



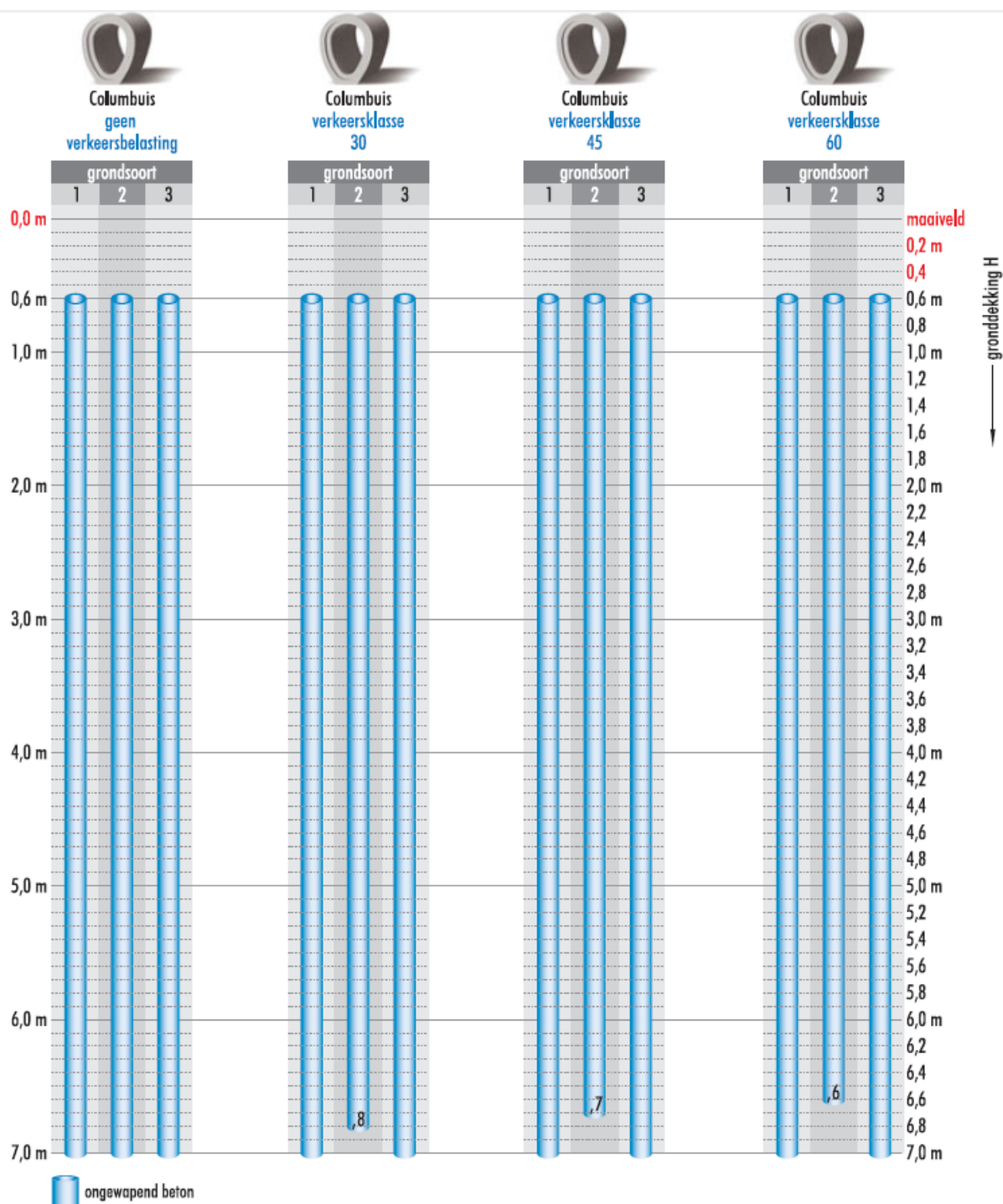
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 600/900



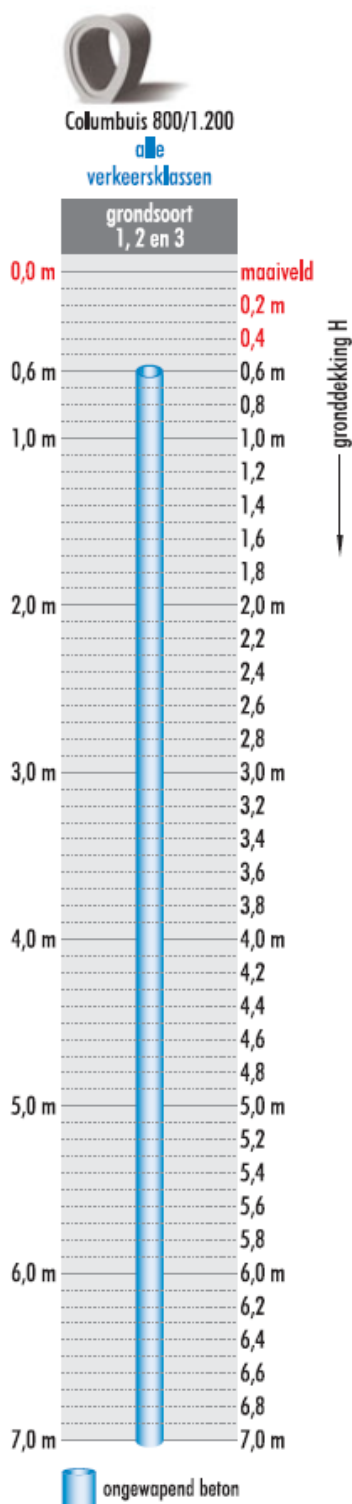
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 700/1.050 mm



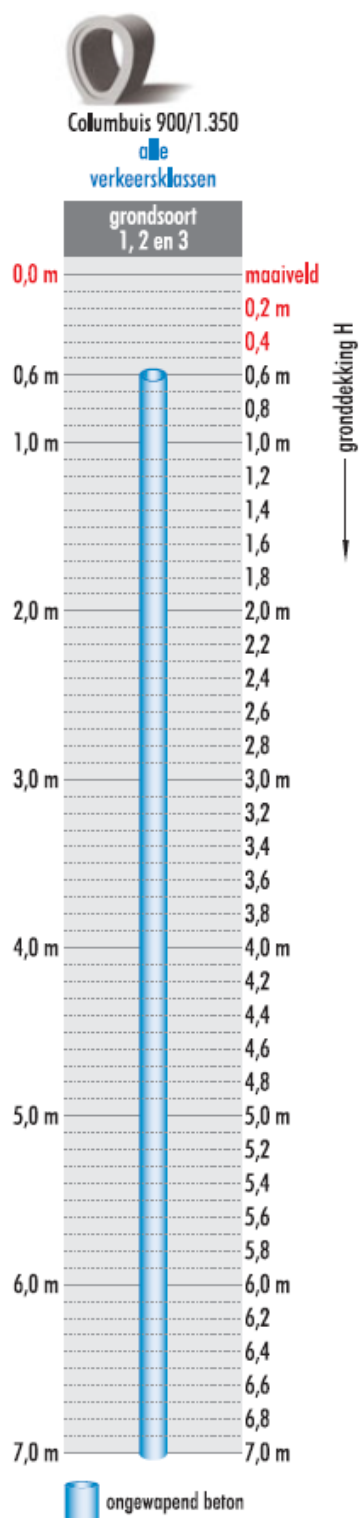
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

Columbuizen, inwendig 800/1.200 mm



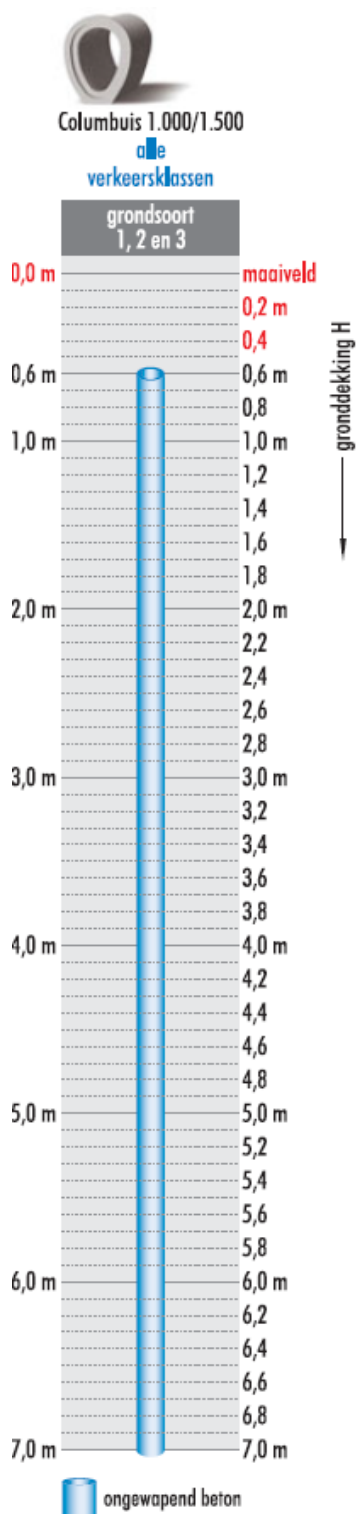
De staafdiagrammen geven een indicatie van de toepasbaarheid van bovengenoemd buistype onder de gestelde voorwaarden en uitgangspunten. Indien de minimale of maximale grensdekking hierbij wordt overschreden, kan voor uw specifieke situatie / toepassing een berekening worden gemaakt.

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.