

Grafieken en tabellen voor staal en staalconstructies voor gebouwen  
gebaseerd op Eurocode 0, 1 en 3

# GTS 2013

B. Potjes  
H.H. Snijder  
H.M.G.M. Steenbergen

# Colofon

samenstelling ir. B. Potjes (hoofdstuk 1, 3 t/m 6)  
prof.ir. H.H. Snijder (hoofdstuk 2)  
ir. H.M.G.M. Steenbergen (hoofdstuk 4)  
eindredactie ir. C.H. van Eldik / Bouwen met Staal  
vormgeving Karel Ley / Fig.84-Reclamestudio

uitgave Bouwen met Staal  
ISBN 978-90-72830-91-3

Correcties en aanvullingen op deze publicatie zijn gratis te downloaden via [www.bouwenmetstaal.nl](http://www.bouwenmetstaal.nl) onder 'publicaties' en 'correcties (errata)'.



Bouwen met Staal  
Boerhaavelaan 40, 2713 HX Zoetermeer  
tel. (079) 3531277  
[info@bouwenmetstaal.nl](mailto:info@bouwenmetstaal.nl)  
[www.bouwenmetstaal.nl](http://www.bouwenmetstaal.nl)

## © Bouwen met Staal 2013

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt – in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier – zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Aan de totstandkoming van deze publicatie is de uiterste zorg besteed. Desondanks zijn eventuele (druk)fouten en onvolkomenheden niet uit te sluiten. De uitgever sluit – mede ten behoeve van al degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt – elke aansprakelijkheid uit voor directe en indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met de toepassing van deze publicatie.

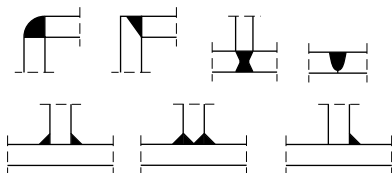
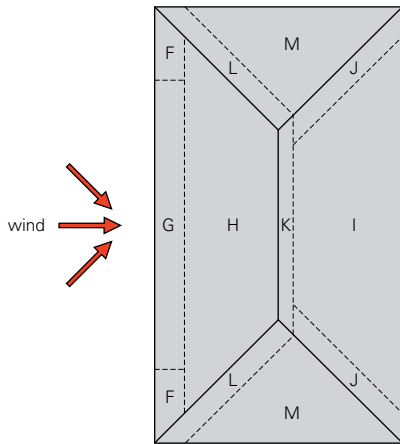
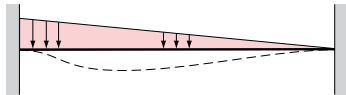
# Voorwoord

De *GTS 2013* (Grafieken en tabellen voor staal en staalconstructies voor gebouwen gebaseerd op Eurocode 0, 1 en 3) komt voort uit de eerste druk uit 1998 van het boek *Staalprofielen*, dat geheel aansloot op de normenserie NEN-67xx (TGB 1990). Met de invoering van de Eurocodes was het noodzakelijk dit boek te herzien: de tweede druk van *Staalprofielen* (zie blz. 7) beperkt zich uitsluitend tot de profielgegevens van de meest gangbare staalprofielen voor constructies in de bouw.

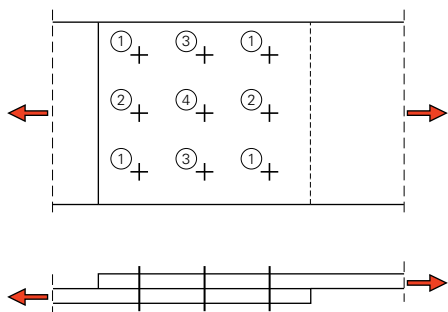
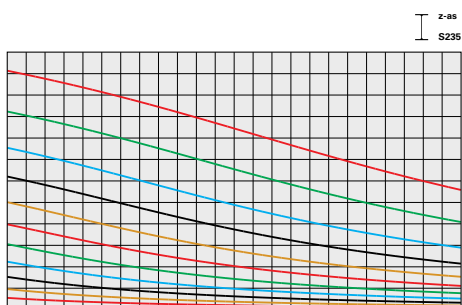
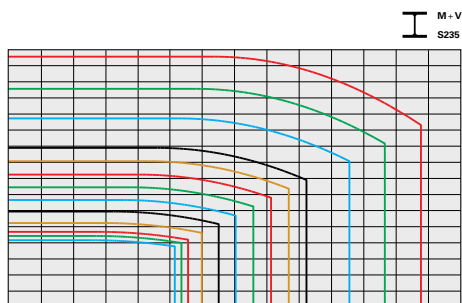
Alle praktische tabellen, grafieken en ontwerp informatie uit *Staalprofielen* zijn in uitgebreide vorm ondergebracht in de *GTS 2013*, aangepast aan de wensen van de gebruikers en aangevuld met interactiegrafieken voor de weerstand van doorsneden en ontwerpgrafieken voor de kipstabiliteit. De grafieken en tabellen zijn gebaseerd op de uitgangspunten, tabellen, figuren en formules in NEN-EN 1990 (Eurocode 0), NEN-EN 1991 (Eurocode 1) en NEN-EN 1993 (Eurocode 3) in combinatie met de Nationale Bijlagen uit 2011.

Met de *GTS 2013* is een groot aantal veelvoorkomende onderdelen van een staalconstructie gemakkelijk vooraf te ontwerpen en te controleren of aan de Eurocode wordt voldaan. Voor walsprofielen zijn grafieken opgesteld voor de staalsoorten S235 en S355 en voor buisprofielen voor de staalsoorten S235 t/m S460. De tabellen voor bouten zijn gemaakt voor sterkteklassen 4.6, 8.8 en 10.9.

# Inhoud



<b>1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>8</b>
1.1	Grootheden en eenheden	8
1.2	Wiskunde	11
1.3	Doorsnedegrootheden	12
1.4	Mechanica	16
<b>2</b>	<b>Belastingen en belastingcombinaties</b>	<b>20</b>
2.1	Blijvende belasting	20
2.1.1	Eigen gewicht	21
2.1.2	Volumiek gewicht van bouwmaterialen en opgeslagen materialen	21
2.1.3	Gewicht per oppervlakte van materialen en constructies	25
2.2	Veranderlijke belasting	25
2.2.1	Opgelegde belasting	26
2.2.2	Sneeuwbelasting	29
2.2.3	Belasting door regenwater	32
2.2.4	Windbelasting	34
2.3	Buitengewone belasting	47
2.4	Belastingcombinaties	47
2.4.1	Uiterste grenstoestand	48
2.4.2	Bruikbaarheidsgrenstoestand	51
2.4.3	Overzicht partiële belastingfactoren	54
<b>3</b>	<b>Materiaal</b>	<b>56</b>
3.1	Normering	56
3.2	Mechanische eigenschappen	57
3.3	Keuze staalkwaliteit	58
3.3.1	Breuktaaiheid	58
3.3.2	Eigenschappen in de dikterichting	60
3.4	Verschillen koud- en warmgevormde buizen	62
<b>4</b>	<b>Weerstand van doorsneden</b>	<b>64</b>
4.1	Buiging en dwarskracht	64
4.2	Buiging en normaalkracht	74
4.2.1	Buiging en druk	74
4.2.2	Buiging en trek	84



**4.3 Buiging, dwarskracht en normaalkracht 93**

**4.4 Stabiliteitsverbanden 94**

4.4.1 Verbanden met hoekprofielen 94

4.4.2 Verbanden met strippen 94

4.4.3 Ontwerptabellen voor hoekprofielen en strippen 95

**5 Knik- en kipstabiliteit 106**

**5.1 Knikstabiliteit 106**

5.1.1 Knikreductiefactor 106

5.1.2 Ontwerpgrafieken 108

**5.2 Kipstabiliteit 126**

5.2.1 Kipreductiefactor 126

5.2.2 Kritieke elastische kippmoment 129

5.2.3 Ontwerpgrafieken 138

**6 Verbindingen 150**

**6.1 Boutverbindingen 150**

6.1.1 Bouten en sluitringen 150

6.1.2 Grensweerstand enkele bout 151

6.1.3 Uitscheuren boutgroep 152

6.1.4 Grensweerstand bout in boutgroep 153

**6.2 Lasverbindingen 164**

6.2.1 Berekening hoeklas 164

6.2.2 Basisbelastinggevallen 166

6.2.3 Lassymbolen 167

**6.3 Kolomvoetplaatverbindingen 168**

6.3.1 Trekweerstand anker 168

6.3.2 Afschuifweerstand 168

6.3.3 Verankeringslengte 169

6.3.4 Stuijsterkte beton 170

**7 Literatuur 172**

## 1.2 Wiskunde

$$a^0 = 1 \quad (\text{voor } a \neq 0) \quad \frac{1}{a^n} = a^{-n} \quad a^m \cdot a^n = a^{m+n} \quad (a^m)^n = a^{m \cdot n} \quad a^n \cdot b^n = (ab)^n$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} = a^n \cdot b^{-n} \quad \sqrt[m]{a^n} = a^{\frac{n}{m}} \quad \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = a^{\frac{1}{m \cdot n}} \quad \sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}$$

Voor natuurlijke getallen ( $\mathbb{N}$ )  $n > 0$  en  $n > k$  geldt:

$$(a \pm b)^n = a^n \pm \binom{n}{1} a^{n-1} b^1 + \binom{n}{2} a^{n-2} b^2 \pm \binom{n}{3} a^{n-3} b^3 + \dots + (\pm 1)^{n-1} \binom{n}{n-1} a^1 b^{n-1} + (\pm 1)^n b^n$$

met

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad \text{en} \quad n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n$$

1.8 Machten en wortels.

eerstegraads:  $y = ax + b$  voor  $x = 0 \Rightarrow y = b$   
 $y = 0 \Rightarrow x = \frac{-b}{a}$

tweedegraads:  $y = ax^2 + bx + c$  (grafisch een parabool)  
 $y = 0 \Rightarrow x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

lineaire interpolatie:  $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{y_a - y_1}{x_a - x_1} = \frac{y_2 - y_a}{x_2 - x_a}$

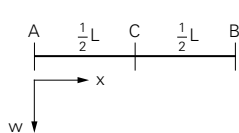
1.9 Eerste- en tweedegraadsfuncties.

$${}^b \log a = c \Rightarrow b^c = a \quad {}^b \log a = \frac{{}^{10} \log a}{{}^{10} \log b} = \frac{\log a}{\log b} = c \quad \text{voor } a > 0 \text{ en } b > 0 \text{ en } b \neq 1$$

$${}^e \log a = \ln a \quad \text{met} \quad e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \approx 2,7182818$$

$$\ln(a \cdot b) = \ln a + \ln b \quad \ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln a - \ln b \quad \ln(a^n) = n \cdot \ln a$$

1.10 Logaritmen.



belastinggeval	oplegreactie	liggermoment	hoekverdraaiing	doorbuiging
	$R_A = \frac{M}{L}$ $R_B = -\frac{M}{L}$	$M_B = M$ $M_C = \frac{1}{2}M$	$\phi_A = \frac{-ML}{6EI}$ $\phi_B = \frac{ML}{3EI}$	$w_C = \frac{ML^2}{16EI}$ $w_{\max} = \frac{ML^2}{15,6EI}$ bij $x = 0,577L$
	$R_A = \frac{1}{2}F$ $R_B = \frac{1}{2}F$	$M_C = \frac{1}{4}FL$	$\phi_A = \frac{-FL^2}{16EI}$ $\phi_B = \frac{FL^2}{16EI}$	$w_C = w_{\max} = \frac{FL^3}{48EI}$
	$R_A = \frac{Fb}{L}$ $R_B = \frac{Fa}{L}$	$M_F = \frac{Fab}{L}$	$\phi_A = \frac{-Fab(L+b)}{6EI \cdot L}$ $\phi_B = \frac{Fab(L+a)}{6EI \cdot L}$	$w_F = \frac{Fa^2b^2}{3EI \cdot L}$ $w_{\max} = \frac{Fa \sqrt{(L^2 - a^2)^3}}{15,6EI \cdot L}$ bij $x = L - \sqrt{\frac{1}{3}(L^2 - a^2)}$
	$R_A = \frac{1}{2}qL$ $R_B = \frac{1}{2}qL$	$M_C = \frac{1}{8}qL^2$	$\phi_A = \frac{-qL^3}{24EI}$ $\phi_B = \frac{qL^3}{24EI}$	$w_C = w_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI}$
	$R_A = \frac{1}{3}qL$ $R_B = \frac{1}{6}qL$	$M_{\max} = 0,0642qL^2$ bij $x = 0,577L$	$\phi_A = \frac{-qL^3}{45EI}$ $\phi_B = \frac{7qL^3}{360EI}$	$w_{\max} = 0,00652 \frac{qL^4}{EI}$ bij $x = 0,481L$
	$R_A = \frac{1}{4}qL$ $R_B = \frac{1}{4}qL$	$M_C = \frac{1}{12}qL^2$	$\phi_A = \frac{-5qL^3}{192EI}$ $\phi_B = \frac{5qL^3}{192EI}$	$w_C = w_{\max} = \frac{qL^4}{120EI}$

1.24 Tweezijdig scharnierend opgelegde ligger.

materiaal		volumiek gewicht $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
metselstenen	aardewerk	21,0
	baksteen <sup>[1]</sup> , geperforeerd	10,0-14,0
	baksteen <sup>[1]</sup> , massief	17,0-19,0
	betonsteen <sup>[1]</sup>	18,0-22,0
	cellenbetonsteen <sup>[1]</sup>	7,0-12,0
	gipsblokken	11,0
	holle glazen steen <sup>[1]</sup>	10,0-14,0
	kalkzandsteen <sup>[1]</sup>	17,0-19,0
	klinker	20,0
	kunststeen <sup>[1,2]</sup>	18,0-22,0
	verblendsteen (20% perforatie)	18,0
natuursteen (zie prEN 771-6)	basalt, dioriet, gabbro	27,0-31,0
	basaltlava	24,0
	gneiss	30,0
	graniet, syeniet, porfier	27,0-30,0
	kalksteen, dicht	20,0-29,0
	kalksteen, anders	20,0
	leisteel	28,0
	marmel	27,0
	tachylit	26,0
	vulkanische tufsteen	20,0
	wacke, zandsteen	21,0-27,0
tegels	poreus	19,0
	dicht	23,0

- NEN-EN 1991-1-1 verwijst hiervoor naar respectievelijk NEN-EN 771-1, NEN-EN 771-2, NEN-EN 771-3, NEN-EN 771-4, NEN-EN 771-5 en NEN-EN 1051-1. In deze normen staan echter geen volumieke gewichten. De in tabel 2.3 gegeven waarden zijn richtwaarden.
- Namaak natuursteen is vaak van beton.

### 2.3 Bouwmaterialen: metselwerk, natuursteen en tegels.

materiaal		volumiek gewicht $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
hout <sup>[1,2,3]</sup>	sterkteklasse C24 (Amerikaans vuren, den, grenen, lariks)	4,2
	sterkteklasse C30 (Europees vuren, den, grenen, lariks)	4,6
	sterkteklasse C35 (Duits douglas grenen)	4,8
	sterkteklasse D30 (eik)	6,4
	sterkteklasse D40 (iroko, teak, beuk)	7,0
	sterkteklasse D50 (merbau)	7,8
gelamineerd hout <sup>[2,4,5]</sup>	gelaagd en gelijmd Amerikaans vuren, den, grenen, lariks	4,2
	gelaagd en gelijmd Europees vuren, den, grenen, lariks	4,6
multiplex	multiplex van zacht hout	5,0
	berken multiplex laminaat en meubelplaat	7,0 4,5
spaanplaat	spaanplaat	7,0-8,0
	cementgebonden spaanplaat	12,0
	houtschilferplaat, OSB, wafer board	7,0
vezelplaat	hardboard, standaard en gehard	10,0
	houtwolmagnesiet	4,5
	vezelplaat met gemiddelde dichtheid (MDF)	8,0
	zachtboard	4,0

- Zie NEN-EN 338 voor houtsterkteklassen.
- Zie NEN-EN 1991-1-1, tabel A3 voor meer sterkteklassen en bijbehorende volumieke gewichten.
- Zie NEN-EN 1912 + A1 voor de toedeling aan houtsterkteklassen van een groot aantal houtsoorten, afhankelijk van herkomst en sortering. De hier gegeven indeling geeft een veilige waarde voor het volumiek gewicht.
- Zie NEN-EN 1194 voor houtsterkteklassen.
- De hier gegeven indeling geeft een veilige waarde voor het volumiek gewicht.

### 2.4 Bouwmaterialen: hout.



Hierbij is uitsluitend ongunstig werkende blijvende belasting beschouwd (bij een gunstig werkende blijvende belasting geldt  $\gamma_G = 0,9$ ).

- Belastingcombinaties voor de uiterste grenstoestand groep B (STR/GEO):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{NEN-EN 1990, formule (6.10a)}$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{NEN-EN 1990, formule (6.10b)}$$

Hierin is  $\xi$  een reductiefactor voor een ongunstig werkende blijvende belasting G, met volgens de Nationale Bijlage  $\xi = 1,2/1,35 = 0,89$ .

In de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1990 zijn deze algemene formules onder weglating van P voor de verschillende gevolklassen als volgt uitgewerkt:

$$\begin{aligned} \text{gevolgklasse CC3} \quad & 1,5G + \sum_{i \geq 1} 1,65\psi_{0,i} Q_{k,i} \\ & 1,3G + 1,65Q_{k,1} + \sum_{i > 1} 1,65\psi_{0,i} Q_{k,i} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{gevolgklasse CC2} \quad & 1,35G + \sum_{i \geq 1} 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i} \\ & 1,2G + 1,5Q_{k,1} + \sum_{i > 1} 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{gevolgklasse CC1} \quad & 1,2G + \sum_{i \geq 1} 1,35\psi_{0,i} Q_{k,i} \\ & 1,1G + 1,35Q_{k,1} + \sum_{i > 1} 1,35\psi_{0,i} Q_{k,i} \end{aligned}$$

Hierbij is uitsluitend een ongunstig werkende blijvende belasting beschouwd (bij een gunstig werkende blijvende belasting geldt  $\gamma_G = 0,9$ ).

De drie gevolklassen CC ('consequence class' = gevolgklasse) zijn gedefinieerd in tabel 2.42.

Tabel 2.43 geeft voorbeelden van de toepassingen voor elk van de drie gevolklassen.

- Belastingcombinaties voor de uiterste grenstoestand groep C (STR/GEO):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{NEN-EN 1990, formule (6.10)}$$

In de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1990 is deze formule onder weglating van P als volgt uitgewerkt:

$$1,0G + 1,3Q_{k,1} + \sum_{i > 1} 1,3\psi_{0,i} Q_{k,i}$$

### 3.3.2 Eigenschappen in de dikterichting

Wanneer staal in de dikterichting op trek wordt belast kunnen zogenaamde lamellaire scheuren ontstaan. Een trekbelasting in de dikterichting kan bijvoorbeeld ook optreden door laskrimp tijdens het afkoelen van de lassen in de werkplaats (dus bij afwezigheid van een uitwendige trekbelasting). De scheuren lopen evenwijdig aan de oppervlakte. Lamellaire scheuren zijn te vermijden door bij de staalproductie het vormveranderingsvermogen in de dikterichting aanzienlijk te verbeteren. Een dergelijke verbeterde staalkwaliteit wordt geleverd volgens NEN-EN 10164. Er worden – naast een onbenoemde basisklasse – drie kwaliteitsklassen (zogenaamde Z-kwaliteiten) onderscheiden voor gebouwen en bruggen (tabel 3.5).

Lamellaire scheurvorming mag worden verwaarloosd wanneer geldt:

$$Z_{Ed} \geq Z_{Rd}$$

Hierin is:

$Z_{Ed}$  minimaal vereiste waarde van Z als functie van de optredende verhinderde laskrimp volgens:

$$Z_{Ed} = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d + Z_e$$

De waarden  $Z_a$  t/m  $Z_e$  volgen uit de tabellen 3.6 tot en met 3.10.

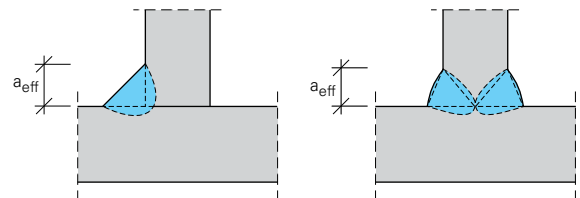
$Z_{Rd}$  gewaarborgde waarde volgens NEN-EN 10164.

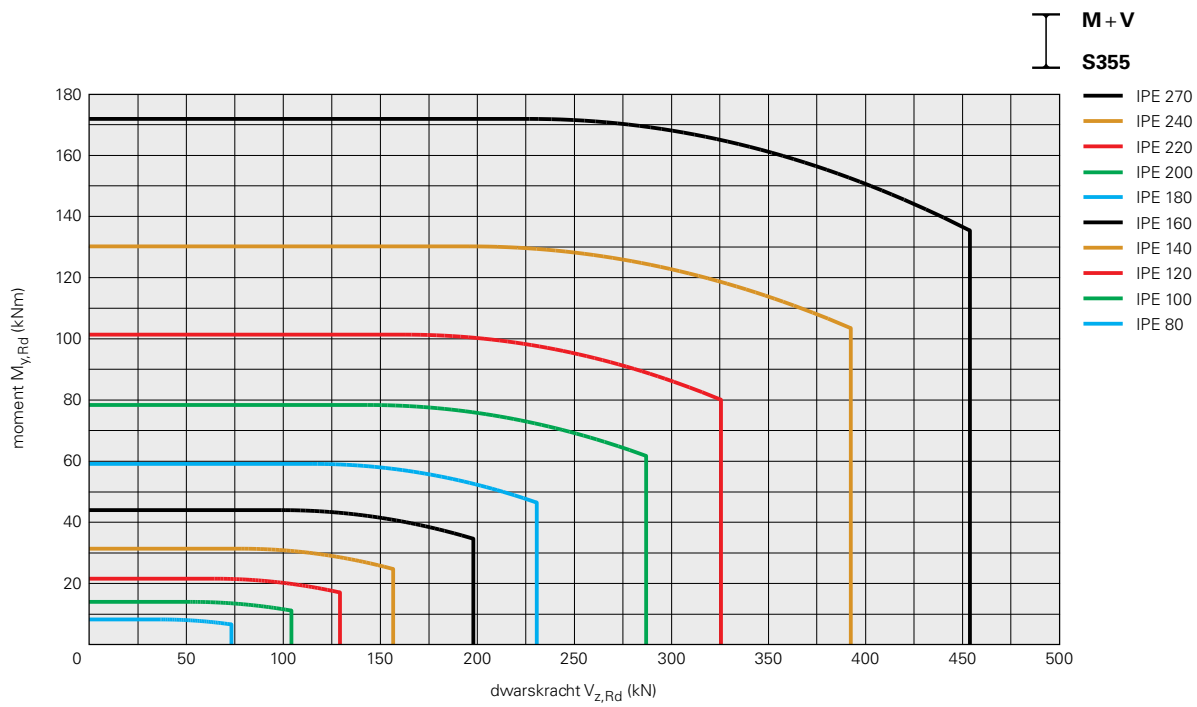
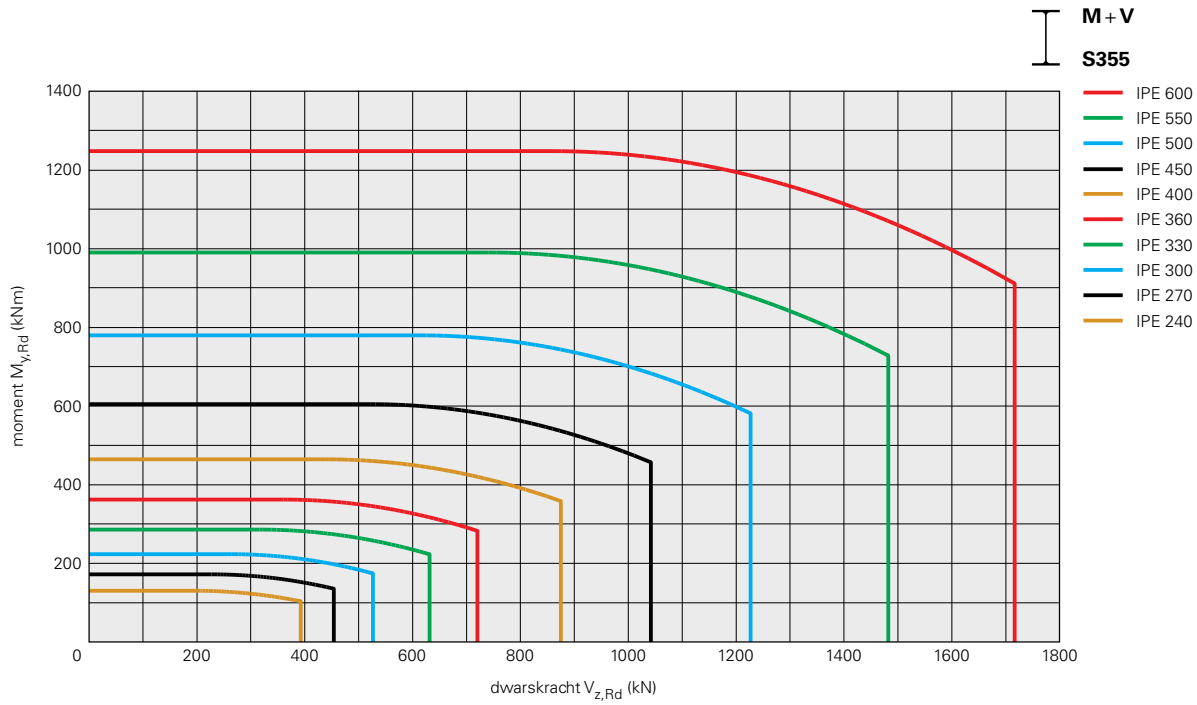
kwaliteitsklasse $Z_{Rd}$	rekenwaarde $Z_{Ed}$
–	$\leq 10$
Z15	10-20
Z25	20-30
Z35	$> 30$

3.5 Kwaliteitsklassen volgens NEN-EN 10164 met de bijbehorende rekenwaarde  $Z_{Ed}$  volgens NEN-EN 1993-1-10 voor gebouwen en bruggen.

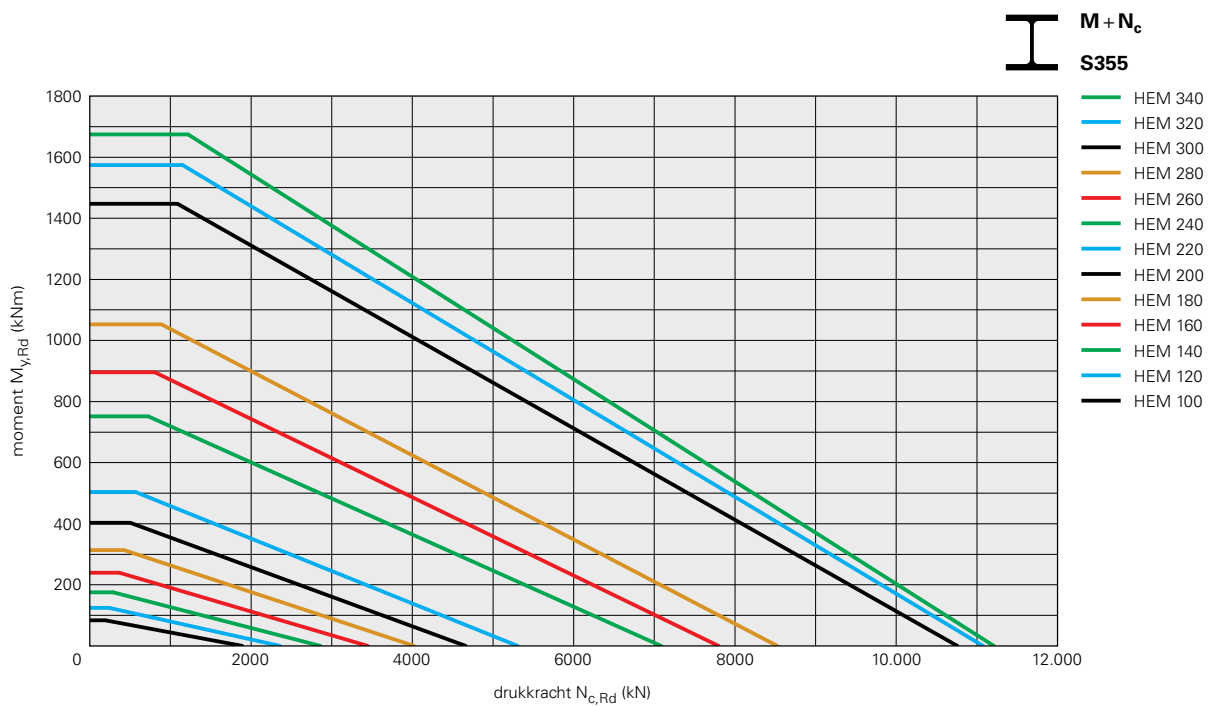
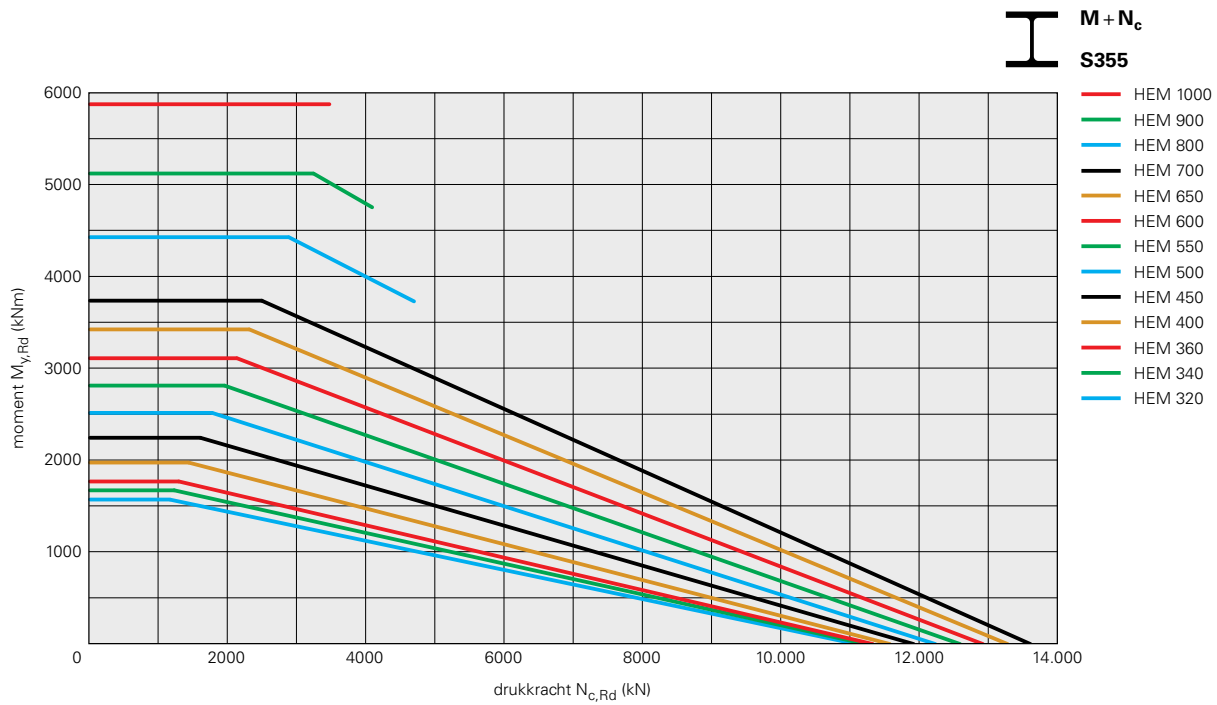
effectieve lashoogte $a_{eff}$ (mm)	keel-doorsnede hoeklas a (mm)	$Z_a$
$\leq 7$	5	0
7-10	7	3
10-20	14	6
20-30	21	9
30-40	28	12
$> 40$	$> 35$	15

3.6 Waarde van  $Z_a$  (lashoogte relevant voor rek door laskrimp) volgens NEN-EN 1993-1-10.





4.3 Interactiegrafieken voor buiging en dwarskracht van IPE-profielen in S355 van doorsnedeklasse 1 en 2.



4.19 Interactiegrafieken voor buiging en druk van HEM-profielen in S355 van doorsnedeklasse 1 en 2.

strip S235	aantal bouten (boutklasse 10.9)																	
	M12			M16			M20			M24			M30			M36		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
50 x 6	57,5	57,5	57,5	49,8	49,8	49,8												
60 x 6	66,5	73,1	73,1	65,3	65,3	65,3												
70 x 8	67,4	101	118	108	108	108	100	100										
80 x 8	67,4	101	135	126	129	129	120	120		112								
80 x 10	67,4	101	135	126	161	161	150	150	150	140								
90 x 10	67,4	101	135	126	187	187	176	176	176	166								
100 x 10	67,4	101	135	126	188	213	196	202	202	192	192							
100 x 12	67,4	101	135	126	188	251	196	243	243	230	230							
100 x 15	67,4	101	135	126	188	251	196	294	303	282	288	288						
110 x 10	67,4	101	135	126	188	238	196	228	228	218	218							
120 x 10	67,4	101	135	126	188	251	196	254	254	222	244	244	226					
120 x 12	67,4	101	135	126	188	251	196	294	305	266	292	292	271					
120 x 15	67,4	101	135	126	188	251	196	294	381	282	365	365	338					
130 x 15	67,4	101	135	126	188	251	196	294	392	282	404	404	377				354	
140 x 15	67,4	101	135	126	188	251	196	294	392	282	424	443	416	416			393	
150 x 15	67,4	101	135	126	188	251	196	294	392	282	424	482	425	455			432	
150 x 20	67,4	101	135	126	188	251	196	294	392	282	424	565	449	607	607		575	575

4.39 Trekweerstand  $N_{t,Rd}$  (kN) van een strip in S235 en boutklasse 10.9.

Tabel 5.5 geeft aan welke knikkromme bij de verschillende wals- en buisprofielen moet worden toegepast.

profiel		knik om sterke as (y-as)		knik om zwakke as (z-as)	
		t/m S420	S460	t/m S420	S460
IPE		a	a <sub>0</sub>	b	a <sub>0</sub>
HEA	300-360	b	a	c	a
	400-1000	a	a <sub>0</sub>	b	a <sub>0</sub>
HEB	100-360	b	a	c	a
	400-1000	a	a <sub>0</sub>	b	a <sub>0</sub>
HEM	100-320	b	a	c	a
	340-1000	a	a <sub>0</sub>	b	a <sub>0</sub>
buis	warmgevormd	a	a <sub>0</sub>	a	a <sub>0</sub>
	koudgevormd	c	c	c	c

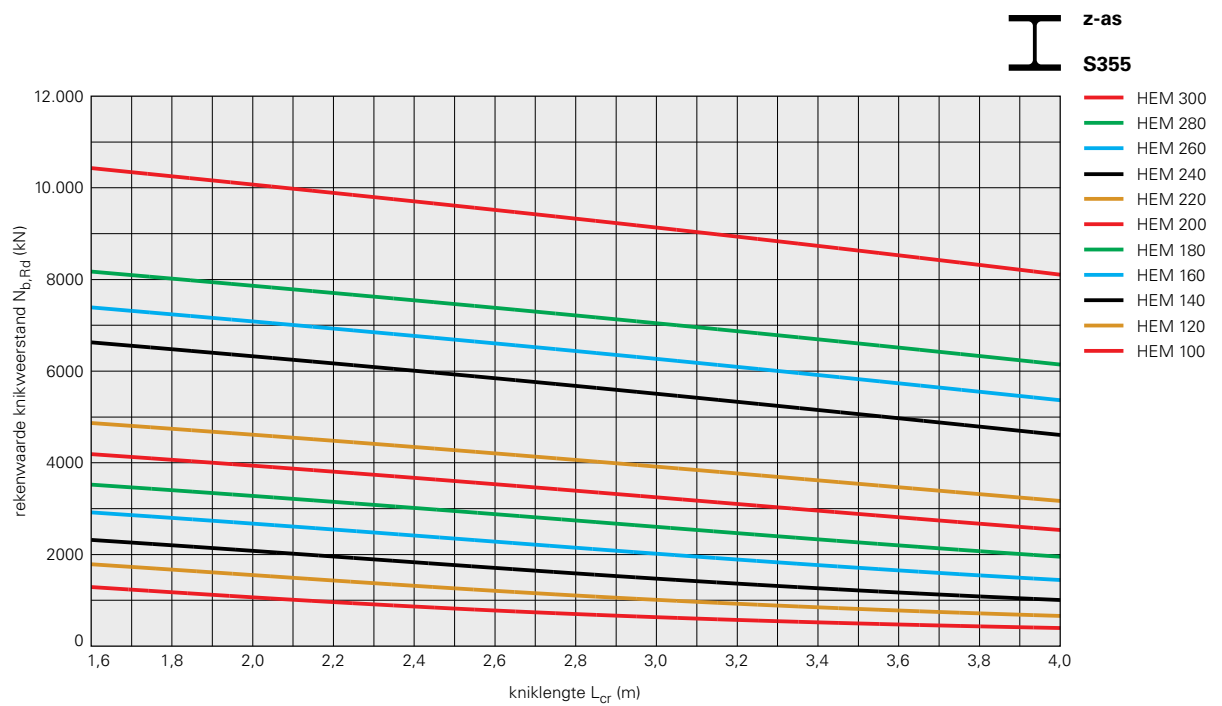
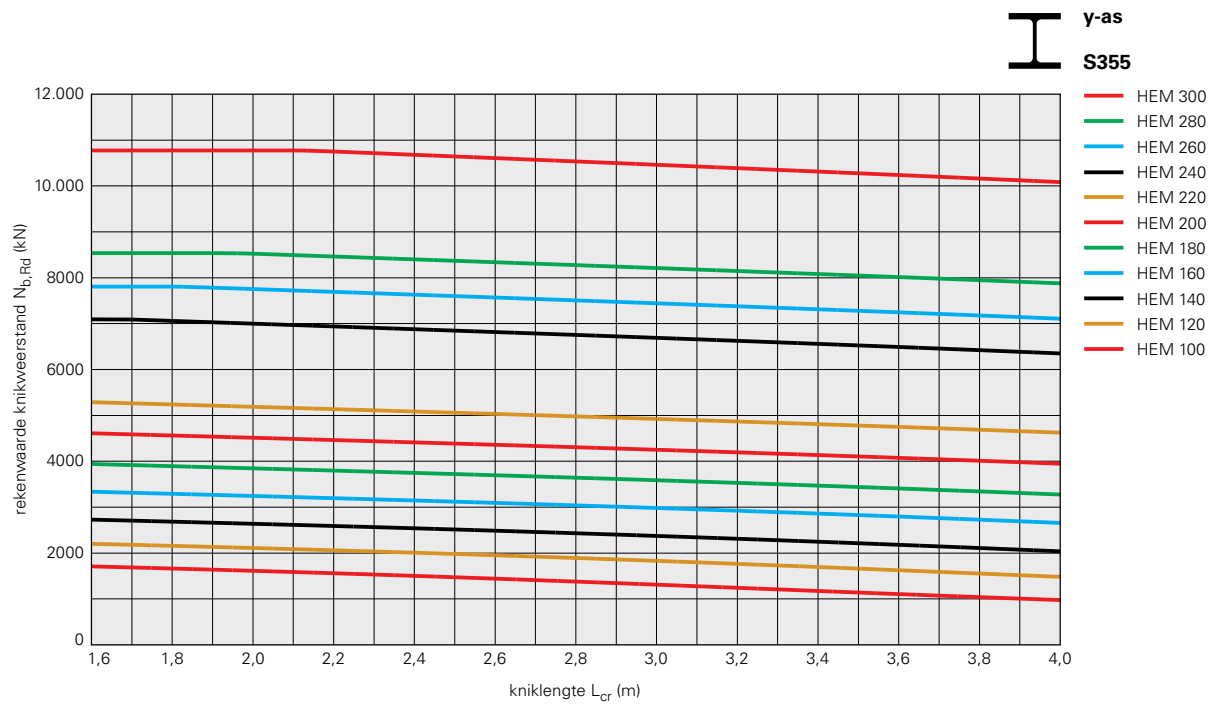
5.5 Te hanteren knikkromme voor verschillende profielen.

## 5.1.2 Ontwerpgrafieken

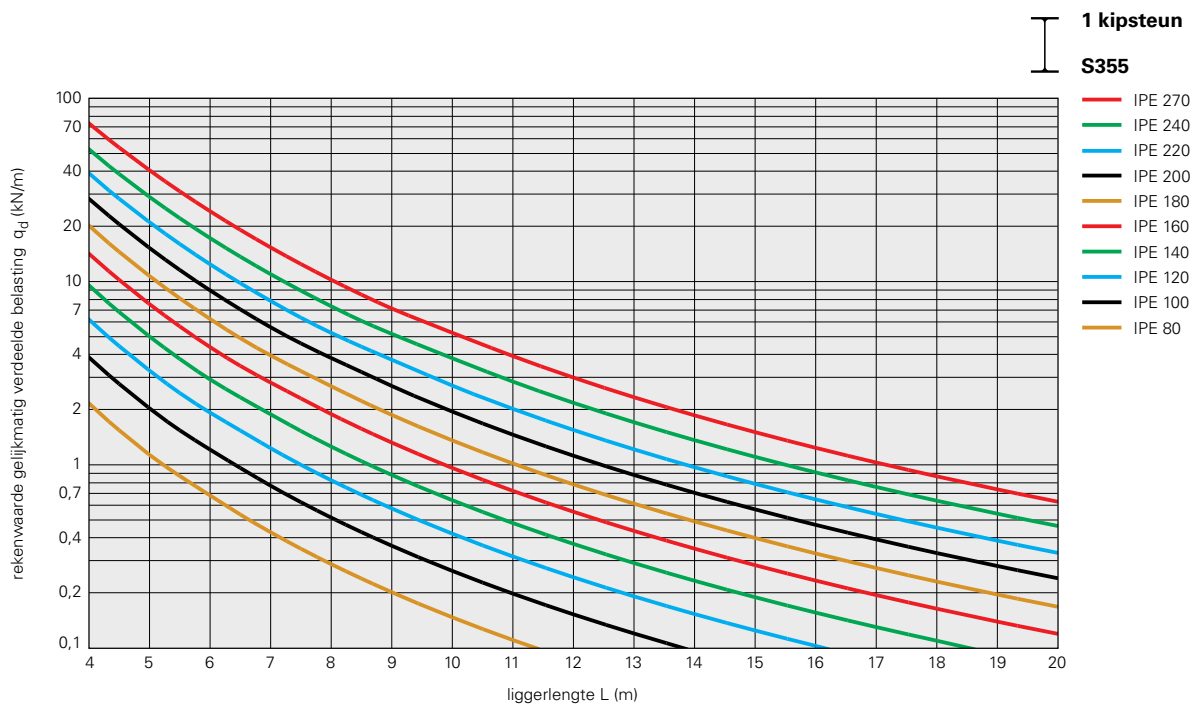
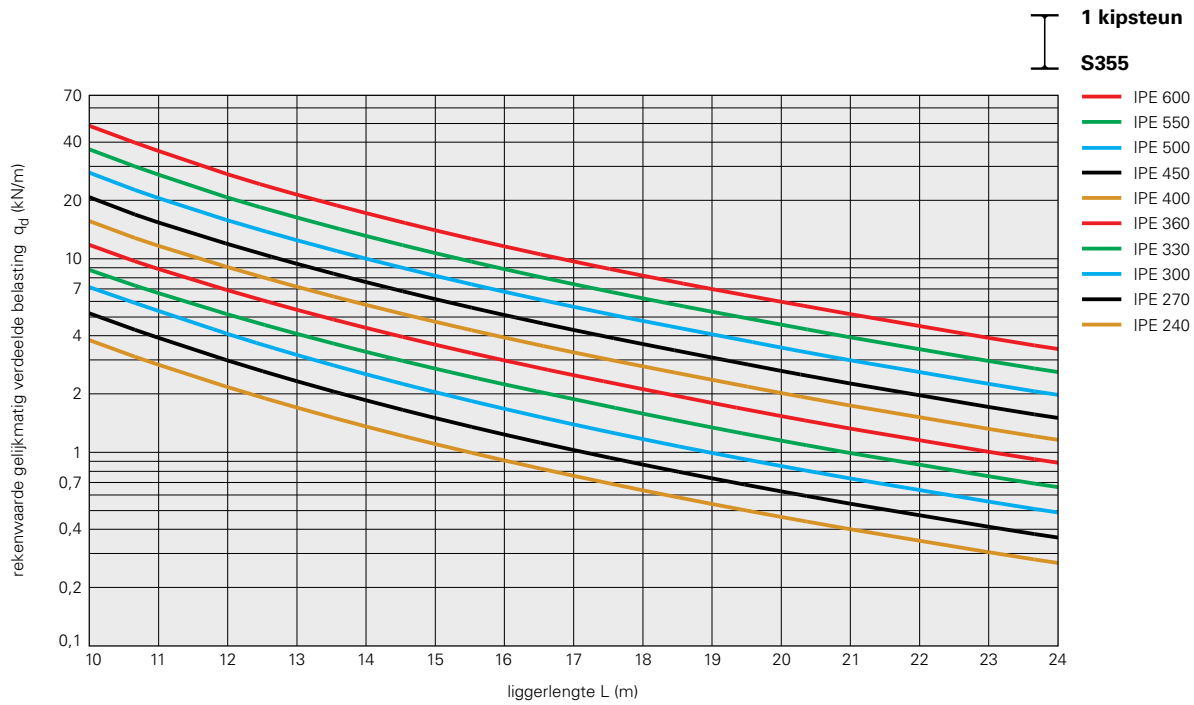
De afbeeldingen 5.6 t/m 5.22 bevatten ontwerpgrafieken voor centrisch op druk belaste profielen, zowel voor knik om de sterke as (y-as) als voor knik om de zwakke as (z-as). In elke grafiek is de knikweerstand  $N_{b,Rd}$  af te lezen voor een gegeven kniklengte  $L_{cr}$ .

Voor walsprofielen zijn grafieken opgenomen voor S235 en S355 en voor buisprofielen voor S235, S275, S355 en S460:

profiel	type	S235	S275	S355	S460
walsprofiel	IPE / HEA / HEB / HEM	x		x	
buisprofiel	rond, koudgevormd	x		x	x
	rond, warmgevormd	x		x	x
	vierkant, koudgevormd	x	x	x	x
	vierkant, warmgevormd			x	x



5.13 Nikgrafieken voor HEM-profielen in S355.



5.37 IPE-liggers in S355 op twee steunpunten met één kipsteun.



maatgevende bout + bouten 10.9  
minimale rand- en steekafstanden + S355

bout	$F_{t,Rd}$ (kN)	$F_{v,Rd}^{[1]}$ (kN)		$e_1^{[2]}$ (mm) $\approx 2d_0$	$p_1^{[2]}$ (mm) $\approx 3d_0$	$e_2$ (mm) $1,2d_0$	$p_2$ (mm) $2,4d_0$	$F_{b,Rd}^{[3]}$ (kN) bij een gegeven plaatdikte (mm)								
		enkel- snedig	dubbel- snedig					t	5	8	10	12	15	20	25	
M12	60,7	33,7	67,4	25	40	16	31	4,94t	24,7	39,5	49,4	59,3				
M16	113	62,8	126	35	55	22	43	6,68t	33,4	53,5	66,8	80,2	100			
M20	176	98,0	196	45	65	26	53	8,60t	43,0	68,8	86,0	103	129	172		
M24	254	141	282	55	80	31	62	10,9t	54,3	87,0	109	130	163	217	272	
M27	330	184	367	60	90	36	72	11,7t	58,6	93,7	117	141	176	234	293	
M30	404	224	449	65	100	40	79	12,8t	63,8	102	128	153	191	255	327	
M36	588	327	654	75	120	47	94	15,1t	75,7	121	151	182	227	303	379	
M42	806	448	896	90	135	54	108	18,2t	91,1	146	182	219	273	364	456	
M48	1058	588	1176	100	155	61	122	20,3t	101	162	203	243	304	406	507	
M56	1462	812	1624	120	175	71	142	24,8t	124	199	248	298	373	497	621	

maatgevende bout + bouten 10.9  
rand- en steekafstanden voor  $k_1 = 2,5$  + S355

bout	$F_{t,Rd}$ (kN)	$F_{v,Rd}^{[1]}$ (kN)		$e_1^{[2]}$ (mm) $\approx 2d_0$	$p_1^{[2]}$ (mm) $\approx 3d_0$	$e_2$ (mm) $1,5d_0$	$p_2$ (mm) $3,0d_0$	$F_{b,Rd}^{[3]}$ (kN) bij een gegeven plaatdikte (mm)								
		enkel- snedig	dubbel- snedig					t	5	8	10	12	15	20	25	
M12	60,7	33,7	67,4	25	40	20	39	7,54t	37,7	60,3						
M16	113	62,8	126	35	55	27	54	10,2t	50,8	81,3	102	122				
M20	176	98,0	196	45	65	33	66	13,4t	66,8	107	134	160				
M24	254	141	282	55	80	39	78	16,6t	82,9	133	166	199	249			
M27	330	184	367	60	90	45	90	17,6t	88,2	141	176	212	265	353		
M30	404	224	449	65	100	50	99	19,3t	96,5	154	193	232	290	386		
M36	588	327	654	75	120	59	117	22,6t	113	181	226	271	339	452	565	
M42	806	448	896	90	135	68	135	27,4t	137	220	274	329	412	549	686	
M48	1058	588	1176	100	155	77	153	30,7t	154	246	307	369	461	615	769	
M56	1462	812	1624	120	175	89	177	37,2t	186	298	372	446	558	744	930	

- $F_{v,Rd}$  is bepaald voor bouten in gaten met normale speling met een gerolde draad en het afschuifvlak door de draad van de bout.
- Praktische combinatie van eind- en steekmaten in de krachtsrichting.
- Voor de rode waarden geldt:  $F_{v,Rd,enkelsnedig} \leq F_{b,Rd} \leq F_{v,Rd,dubbelsnedig}$

Tabel 6.13 Grensweerstand voor bouten 10.9 en moeder materiaal S355.

## 6.2.3 Lassymbolen

Afbeelding 6.18 toont een aantal veelgebruikte lassymbolen.

<i>type las</i>		<i>symbool</i>
I-las		
V-las		∨
halve V-las		∨
Y-las		Y
halve Y-las		Y
U-las		∪
J-las of halve U-las		∪
hoeklas		∠
<i>type las</i>		<i>symbool</i>
tegenlas		∩
proplas (gatlas)		∩
puntlas		○
rollas		⊙
X-las met staande kant, beide zijden bol		∞
V-las met tegenflens, vlak nabewerkt		∨
K-las (dubbele halve V-las)		K
dubbele hoeklas		∠

6.18 Lassymbolen.