

stalen ligger op 2 steunpunten met 2 driehoek-belastingen en een gelijkmatige q-last over de gehele lengte

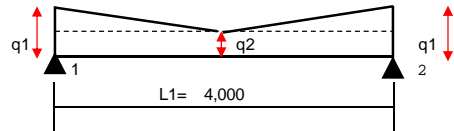
1xprofiel 1: HE140A

werk	werk	materiaal	S235
werknnummer	werknnummer	klasse	3 flensdikte <40
onderdeel	onderdeel		

kerngegevens		ontwerplevensduur	=	50	jaar					
toegepaste norm	=	eurocode nieuwbouw	toepassing	6.10.a	gebouwen en andere gewone constructies					
ontwerplevensduur klasse	=	3	6.10.b	6.1	partiele factoren					
gevolgklasse	CC	1	γ_{G_i}	1,22	$\xi \gamma_{G_i}$	1,08	γ_{M0}	=	1,00	-
correctiefactor voor formule 6.10.b	ξ	0,89	γ_{Q_1}	1,35	γ_{Q_1}	1,35	γ_{M1}	=	1,00	-
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			γ_{Q_2}	1,35	γ_{Q_2}	1,35	γ_{M2}	=	1,25	-

diverse factoren		eigen gewicht ligger automatisch berekenen	ja
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes	traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting	
(gewichtsberekening)	ψ_0	=	0,4
(elastische doorbuiging)	ψ_1	=	0,5
(kruip)	ψ_2	=	0,3
reductiefactor vloerbelasting	ψ_t	=	1,00

liggerlengte	L1=	4	m
toelaatbare einddoorbuiging veld 1	1:	250	* L
bijkomende doorbuiging veld 1	1:	333,3	* L
toegepaste zeeg veld 1		0	mm



belastingen en combinaties onderdeel

q1: (t.p.v. de steunpunten)

permanente belasting	G_{k_j}	3,5	kN/m	G_{k_j} : (incl.e.g.)	3,5	+	0,25	=	3,75	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$	4	kN/m	STR/GEO	γ_{G_j}	G_{k_j}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	
opgelegde belasting momentaan	ΣQ_{mom}	2	kN/m	6.10.a:	1,22	3,75	+	1,35	2,00	= 7,25 kN/m'
				STR/GEO	$\xi \gamma_{G_j}$	G_{k_j}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
				6.10.b:	1,08	3,75	+	1,35	4,00	= 9,45 kN/m'

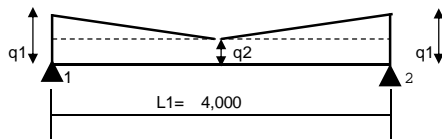
q2: (in het midden van de overspanning)

permanente belasting	G_{k_j}	3	kN/m	G_{k_j} : (incl.e.g.)	3	+	0,25	=	3,25	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$	3,5	kN/m	STR/GEO	γ_{G_j}	G_{k_j}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	
opgelegde belasting momentaan	ΣQ_{mom}	2	kN/m	6.10.a:	1,22	3,25	+	1,35	2,00	= 6,64 kN/m'
				STR/GEO	$\xi \gamma_{G_j}$	G_{k_j}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
				6.10.b:	1,08	3,25	+	1,35	3,50	= 8,24 kN/m'

unity-checks er worden geen verstijvingsschotjes toegepast zie ook de invoercellen verderop in deze berekening

ULS	buiging	0,47	dwarskracht	0,13	onderflensinklemming	0,25	kip	0,59	SLS	u_{eind}	0,68	u_{bij}	0,47
-----	---------	------	-------------	------	----------------------	------	-----	------	-----	------------	------	-----------	------

resultaten mechanische berekeningen onderdeel



STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)			
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	R_1	R_2		
G_{k_j}	3,75	3,25	-7,0	7,0	7,0	7,0		
$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$	4,00	3,50	-7,5	7,5	7,5	7,5		
6.10.a	7,25	6,64	-13,9	13,9	13,9	13,9		
6.10.b	9,45	8,24	-17,7	17,7	17,7	17,7		
maatgevende waarden			V_{Ed}	17,7	kN	R_{Ed}	17,7	kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	M_1	M_2	$M_{1,2}$	uit R_1	$u_{1,2}$
$G_{k,j}$	0,0	0,0	6,8	2,00	5,3
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	0,0	0,0	7,3	2,00	5,7
6.10.a	0,0	0,0	13,7	2,00	
6.10.b	0,0	0,0	17,3	2,00	
maatgevende waarden	$M_{Ed,st} =$	0,0 kNm	$M_{Ed,v} =$	17,28 kNm	

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

belastinggevallen en combinaties

veld		=	$u_{1,2}$
u_{on}	=	$G_{k,j}$	= 5,3
$u_{elastisch}$	=	$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (volbelast)	= 5,7
u_{zeeg}	=	volgens opgave	= 0,0
u_{eind}	=	$u_{on} + u_{elastisch} + u_{zeeg}$	= 10,9
u_{bij}	=	$u_{elastisch}$	= 5,7
$u_{eind,toe}$	=	$u_{eind,toelaatbaar}$	= 16,0
u.c.	=	$u_{eind} / u_{eind,toelaatbaar}$	= 0,68
$u_{bij,toe}$	=	$u_{bij,toelaatbaar}$	= 12,0
u.c.	=	$u_{bij} / u_{bij,toelaatbaar}$	= 0,47

toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting) onderdeel

buiging, art 6.2.5	M_{Ed}	=	17,3	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{17,3}{36,5}$	=	0,47 -
dwarskracht, art. 6.2.6	V_{Ed}	=	17,7	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{17,7}{137,1}$	=	0,13 -
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R_1	=	17,7	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{17,7}{71,5}$	=	0,25 -
	R_2	=	17,7	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{17,7}{71,5}$	=	0,25 -
kip, art. 6.3.2	M_{Ed}	=	17,3	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{17,3}{29,5}$	=	0,59 -
opleglengte, art. 6.9 EC steen	R_1	l_{opleg}	=	N_{Ed}	/ (β b f_b)				
		l_{opleg}	=	17,7 10^3	/ (1,28 140 4,97)	=	20	mm	
	R_2	l_{opleg}	=	17,7 10^3	/ (1,28 140 4,97)	=	20	mm	

art. 6.2.5 buigend moment, enkele buiging, rekenen met gecombineerde profielgegevens onderdeel

rekenwaarde moment	M_{Ed}	=	17,3 kNm	profiel	=	HE140A	A	=	31,4 cm^2	
reductie flensdoorsnede (boutgater	$A_{f,red}$	=	0,0 cm^2	kwaliteit	=	S235	γ_{M0}	=	1,00 -	
				f_y	=	235 N/mm^2	γ_{M2}	=	1,25 -	
				f_u	=	360 N/mm^2	W_{pl}	=	173,5 cm^3	
				b	=	140 mm	$W_{el,min}$	=	155,4 cm^3	
				t_f	=	8,5 mm	$W_{ef,min}$	=	155,4 cm^3	
6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{17,282}{36,5}$	A_f	=	14,0	0,9	=	11,9 cm^2	
			0,47 -	$A_{f,net}$	=	11,9	-	0,0	=	11,9 cm^2

(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2

$$6.13 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{173,5 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 40,8 \text{ kNm}$$

voor doorsnedeklasse 3

$$6.14 \quad M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{155,4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 36,5 \text{ kNm}$$

voor doorsnedeklasse 4

$$6.15 \quad M_{c,Rd} = M_{ef,Rd} = \frac{W_{ef,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{155,4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 36,5 \text{ kNm}$$

6.16 (4) gaten voor verbindingmiddelen mogen worden verwaarloosd als:

$$\frac{A_{f,net} f_u \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M2}} = \frac{11,9 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 3,1 \text{ kN}$$

$$\frac{A_f f_y \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M0}} = \frac{11,9 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 2,8 \text{ kN}$$

art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving) onderdeel

rekenwaarde moment	$V_{Ed} = 17,7 \text{ kN}$	profiel	= HE140A	A	= 31,4 cm ²
profiel	gewalste I en H profielen	kwaliteit	= S235	γ_{M0}	= 1,00 -
factor in formules gelast profiel	$\eta = 1$	f_y	= 235 N/mm ²	I_y	= 1033 cm ⁴
dikte in beschouwde punt	$t = 6 \text{ mm}$	b	= 140 mm	t_f	= 8,5 mm
		h	= 133 mm	t_w	= 5,5 mm
		S_y	= 87 cm ³	I_t	= 8,1 cm ⁴
		h_w	= 133	8,5	2 = 116 mm
		reken met hoogte van het lijf	h_w	= 116 mm	
6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} <= 1,0 = \frac{17,7}{137,1} = 0,13$	afroningstraal in profiel	r	= 12 mm	

$$6.18 \quad V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}} / \sqrt{3} = \frac{1011 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} / \sqrt{3} = 137,1 \text{ kN}$$

(4) Om de rekenwaarde van de elastische weerstand tegen dwarskracht $V_{c,Rd}$ te toetsen mag, voor een kritiek punt van de doorsnede, het volgende criterium zijn gebruikt tenzij het toetsen op plooiën volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 van toepassing is:

$$6.19 \quad \frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \frac{27,7}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,07$$

algemeen geldt:

$$6.20 \quad \tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t} = \frac{17,7 \cdot 87 \cdot 10^2}{1033 \cdot 6} = 25 \text{ N/mm}^2$$

(5) Voor I- of H-profielen mag de schuifspanning in het lijf als volgt zijn bepaald:

$$6.21 \quad \tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \text{ indien } A_f / A_w >= 0,6 = \frac{17,7 \cdot 10^3}{638} = 28 \text{ N/mm}^2$$

$$A_f = b t_f = 140 \cdot 8,5 = 1190 \text{ cm}^2$$

$$A_w = h_w t_w = 116 \cdot 5,5 = 638 \text{ cm}^2$$

$$A_f / A_w = 11,9 / 6,4 = 1,9$$

waarde voor τ_{Ed} waarmee mag worden gerekend voor I en H-profielen = 28 N/mm²

6.22 (6) Bovendien behoort, voor lijven zonder dwarsverstijvers, de weerstand tegen plooiën door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien

$$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\epsilon}{\eta} \text{ dus } \frac{116}{5,5} > 72 \frac{1,00}{1,00} \text{ eis } 21,1 > 72,0$$

conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend

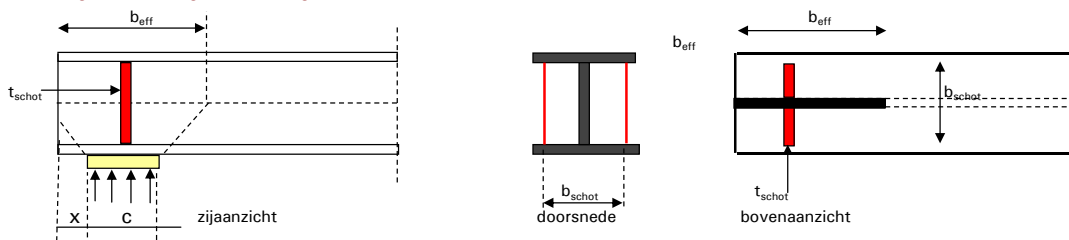
$$\text{met } \epsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$$

(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$	$A_v = 3140 - 2 \cdot 140 \cdot 8,5 + (5,5 + 2 \cdot 12) \cdot 8,5 = 1010,8$
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$	$A_v = 3140 - 2 \cdot 140 \cdot 8,5 + (5,5 + 12) \cdot 8,5 = 908,75$
(3) c	gewalste T profielen	$A_v = 0,9 \cdot (A - b \cdot t_f)$	$A_v = 0,9 \cdot (3140 - 140 \cdot 8,5) = 1755$
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \cdot \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$A_v = 1 \cdot (116 \cdot 5,5) = 638$
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$A_v = 3140 - (116 \cdot 5,5) = 2502$
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_v = A \cdot h / (b + h)$	$A_v = 3140 \cdot 133 / (140 + 133) = 1529,7$
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_v = A \cdot b / (b + h)$	$A_v = 3140 \cdot 140 / (140 + 133) = 1610,3$
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 \cdot A / \pi$	$A_v = 2 \cdot 3140 / \pi = 1999$

art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) onderdeel

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 17,7$ kN	profiel	= HE140A	E	= 210000 N/mm ²
extra normaalkracht in oplegging	$N_{extra} = 0$ kN	kwaliteit	= S235		
oplegglengte	$c = 200$ mm	f_y	= 235 N/mm ²	γ_{M1}	= 1,00 -
totale dikte schotjes	$t_{schot} = 0$ mm	y-richting	=	z-richting	=
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot} = 279,0$ mm	h	= 133 mm	b	= 140 mm
zijkant oplegging c tot eind ligger	$x = 12,3$ mm	kromme	= c	t_w	= 5,5 mm

er worden geen verstijfingsschotjes toegepast



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(133,0^2 + 200,0^2)} + 12,3 + 200 / 2 = 232,3 \text{ mm}$$

$$b_{eff} < \sqrt{(h^2 + c^2)} = \sqrt{(133^2 + 200^2)} = 240,2 \text{ mm}$$

$$\text{kniklengte } y\text{-richting } l_{cr,y} = 2 \cdot 133 = 266,0 \text{ mm}$$

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} \cdot t_w + (b_{schot} - t_w) \cdot t_{schot} = 232,3 \cdot 5,5 + (279,0 - 6) \cdot 0 = 12,78 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 (t_{schot} \cdot b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) \cdot t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 279,0^3 + (232,3 - 0) \cdot 5,5^3) = 0,3221 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,3221 \cdot 10^4 / 13 \cdot 10^2)} = 1,6 \text{ mm}$$

y-richting

$$6.46 \quad \frac{N_{Ed} + N_{extra}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{17,7 + 0,0}{71,5} = 0,25$$

$$6.47-6.48 \quad N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,238 \cdot 12,8 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 71,5 \text{ kN}$$

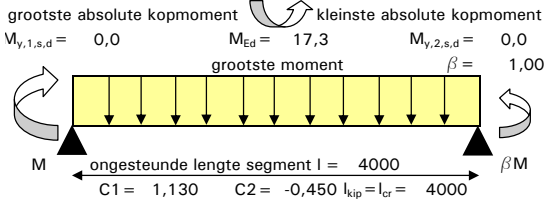
$$6.49 \quad \chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda^2)}} \leq 1,0 \quad \chi = \frac{1}{2,479 + \sqrt{(2,479^2 - 1,784^2)}} = 0,238$$

$$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2] \quad \Phi = 0,5 [1 + 0,49 (1,784 - 0,2) + 1,784^2] = 2,479$$

$$\begin{aligned}
 6.50 \quad \lambda_y = l_{cr,y} / i_y &= 266 / 1,6 = 167,5 - \\
 \lambda_1 = \pi \sqrt{E / f_y} &= \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9 - \\
 \lambda_y &= \lambda_y / \lambda_1 = 167,5 / 93,9 = 1,784 - \\
 \text{gemiddelde oplegspanning} &= 17,7 \cdot 10^3 / (140 \cdot 200) = 0,6317 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

art. 6.3.2 prismatische op buiging belaste staven (kip) Kipcontrole gebeurt altijd met alleen profiel 1 onderdeel

schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteunen



reductie weerstandsmoment	$W_{red} = 0,0 \text{ cm}^3$
reductie doorsnede	$A_{red} = 0,0 \text{ cm}^2$
profiel	HE140A E = 210000 N/mm ²
kwaliteit	S235 A = 31,4 cm ²
f_y	235 N/mm ² G = 80769 N/mm ²
h	133 mm $\gamma_{M1} = 1,00$
t_f	8,5 mm b = 140 mm
I_y	1033 cm ⁴ $t_w = 5,5$ mm
i_y	57,4 mm $I_z = 389$ cm ⁴
$W_{y,el}$	155,4 cm ³ $i_z = 35,2$ mm
$W_{y,pl}$	173,5 cm ³ $I_t = 8,1$ cm ⁴
$W_{y,eff}$	155,4 cm ³ h/b = 0,95

plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen

$C_{kip,links}$	= 0,00	* 4000	= 0	mm
$C_{kip,rechts}$	= 1,00	* 4000	= 4000	mm
l	= 4000	- 0	= 4000	mm

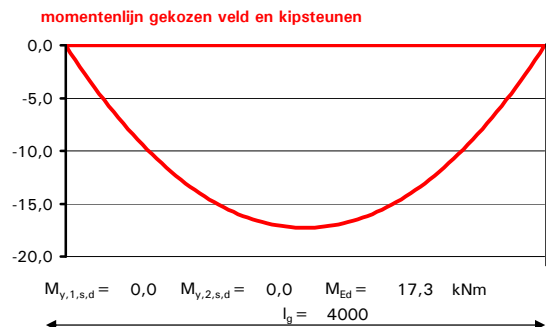
invoergegevens tbc kipcontrole

basisgeval uit NEN 6771	tabel 9, geval 2:q-last
momentenverloop	parabool scharnierend
soort profiel	gewalste I- en H-profielen
aangrijpingspunt belasting	zwaartepunt bovenflens
wijze zijdelingse steunen	tussen 2 gaffels

aanvullende invoer via een liggerberekeningen:

invoer van de kipsteunen	door gelijkmatige verdeling
te controleren veld	veld 1
grenstoestand	UGT2 vol - 6.10.b

aantal kipsteunen	n = 0
te controleren liggerdeel (tussen de kipsteunen)	1



kipcontrole algemeen: 0,59 kipcontrole gewalst profiel 0,55 "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica berekening

NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte

tussen twee gaffels $l_{kip} = l_{st} = 4000 \text{ mm}$
 tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$ echter $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 1,00) = 0,60$

deze factor is niet van toepassing, zodat $f_2=1,00$

Er wordt gerekend met de volgende gegevens:

lengte ligger tussen de gaffels	$l_g = 4000$ mm
ongesteunde horizontale lengte	$l = 4000$ mm
rekenwaarde buigend moment	$M_{Ed} = 17,3$ kNm
kopmoment met grootste absolute waarde	$M_{y,1,s,d} = 0,0$ kNm
kopmoment met kleinste absolute waarde	$M_{y,2,s,d} = 0,0$ kNm

$l_{st} = f_1 l$	= 1,00	4000	= 4000	mm
$l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st}$	= 1,00	4000	= 4000	mm
reken met een ongesteunde lengte	$l_{kip} = l_{cr}$	=	4000	mm
afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt	=	0,00	mm	
afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt	=	4,00	mm	

invloedsfactor uit tabel C1	$C_1 = 1,130$
invloedsfactor uit tabel C2=	-1 0,450 $C_2 = -0,450$
verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d}$	= 1,00

tabel 9, geval 2:q-last



toetsing kip art. 6.3.2.2 kipkrommen - Algemeen **let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden gehaald**
 gebruik bij formule 6.56 kromme a

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{17,3}{29,5} = 0,59$ -

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$ $M_{b,Rd} = 0,807 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 29,5 \text{ kNm}$

6.56 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,865 + \sqrt{(0,865^2 - 0,779^2)}} = 0,807$ -
 maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,807$ -

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 (0,779 - 0,2) + 0,779^2] = 0,865$ -

$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y \cdot f_y / M_{cr}}$ $= \sqrt{155,4 \cdot 235 \cdot 10^3 / 60} = 0,779$ -

12.2.7 $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} = 1,00 \cdot \frac{3}{4000} \cdot \sqrt{(210000 \cdot 389 \cdot 80769 \cdot 8,1 \cdot 10^8)} = 60 \text{ kNm}$
 NEN 6771

b) dubbel-symmetrische profielen : $h / t_f \leq 75 = \frac{133}{9} = 15,6$ -

c) dubbel-symmetrische profielen : $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b I_g^2 \leq 575 = \frac{133 \cdot 8,5 \cdot 10^{12}}{5,5^3 \cdot 140 \cdot 4000^2} = 3033$ -
aan deze eis wordt voldaan

$k_{red} =$ als $h / t_w > 75$: $k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 3033 + 1,03 = 0,866$
aan deze eis wordt niet voldaan

$h / t_w = \frac{133}{5,5} = 24,182$ $\alpha = 3033$ eis < 5000 **conclusie:** $k_{red} = 1,00$ -
 toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

12.2.5.3 $C = \pi \frac{C_1 I_g}{I_{kip}} \left[\sqrt{1 + \frac{\pi^2 S^2}{I_{kip}^2}} (C_2^2 + 1) + \pi \frac{C_2 S}{I_{kip}} \right]$
 NEN 6771

$C = \pi \frac{1,130 \cdot 4000}{4000} \left[\sqrt{1 + \frac{9,870 \cdot 742,0^2}{4000^2}} (-0,450^2 + 1) + \pi \frac{-0,450 \cdot 742,0}{4000} \right] = 3,3$ -

12.2.11.b $S = \frac{h}{2} \sqrt{\left(\frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t} \right)} = \frac{133}{2} \sqrt{\left(\frac{210000 \cdot 389,3}{80769 \cdot 8,1} \right)} = 742,0$ -

benadering geldt alleen voor I-profielen

toetsing kip art. 6.3.2.3 kipkrommen voor gewalste profielen of equivalente gelaste profielen

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{17,282}{31,2} = 0,55$ - gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1}$ $M_{b,Rd} = 0,854 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 31,2 \text{ kNm}$

$M_{cr} = 60$ $\lambda_{LT} = 0,78$ als bij berekening 6.3.2.2 kipkrommen algemeen

6.57 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,792 + \sqrt{(0,792^2 - 0,75 \cdot 0,779^2)}} = 0,828$ -

$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2 = 1 / 0,78^2 = 1,6$ - maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,828$ -

6.58 $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,828 / 0,97 = 0,854$ - reken met $\chi_{LT,mod} = 0,854$ -
 $f = 1 - 0,5(1 - k_\phi) [1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0$ $f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,779 - 0,8)^2] = 0,970$ -

kip $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,78 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,78^2] = 0,792$ -

opmerking