

stalen ligger op 2 steunpunten met een overstek

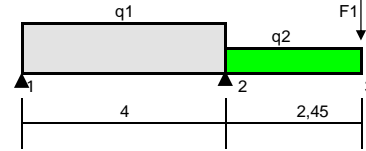
1xprofiel 1: HE160A

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

kerngegevens		ontwerplevensduur	=	50	jaar
toegepaste norm	=	eurocode verbouw	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies	
ontwerplevensduur klasse	=	3	6.10.a	6.10.b	6.1 partiële factoren
gevolgklasse	CC	1	$\gamma_{Gj} = 1,10$	$\xi \gamma_{Gj} = 1,10$	$\gamma_{M0} = 1,00$ -
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi =$	0,89	$\gamma_{Q1} = 1,10$	$\gamma_{Q1} = 1,10$	$\gamma_{M1} = 1,00$ -
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			$\gamma_{Q1} = 1,10$	$\gamma_{Q1} = 1,10$	$\gamma_{M2} = 1,25$ -

diverse factoren		eigen gewicht ligger automatisch berekenen	ja
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes	traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting	
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ -	belasting profiel 1: sterke as	
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -	$\Sigma I = 1673$ cm ⁴	$\Sigma g = 0,30$ kN/m'
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -	$\Sigma W_{pl} = 245$ cm ³	$\Sigma A = 38,8$ cm ²
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_f = 1,00$ -	$\Sigma W_{ef} = 220$ cm ³	E = 210000 N/mm ²

liggerlengte	L1=	4	m
lengte overstek	L2=	2,45	m
toelaatbare einddoorbuiging veld 1	1:	250	* L
bijkomende doorbuiging veld 1	1:	333,3	* L
toelaatbare einddoorbuiging uitkraging	1:	125	* L
bijkomende doorbuiging uitkraging	1:	167	* L
toegepaste zeeg veld 1		0	mm
toegepaste zeeg veld 2 (knoop 3)		0	mm



belastingen en combinaties onderdeel

q1:

permanente belasting	$G_{kj} = 1,75$ kN/m	G_{kj} : (incl.e.g.)	1,75	+	0,30	=	2,05	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1,5$ kN/m	STR/GEO γ_{Gj}	G_{kj}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,75$ kN/m	6.10.a: 1,10	2,05	+	1,10	0,75	=	3,09 kN/m'
		STR/GEO $\xi \gamma_{Gj}$	G_{kj}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10.b: 1,10	2,05	+	1,10	1,50	=	3,91 kN/m'
		EQU 1,1	G_{kj}	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10: 1,1	2,05	+	1,50	1,50	=	4,51 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{kj}	=	0,9	2,05	=	1,85 kN/m'

q2:

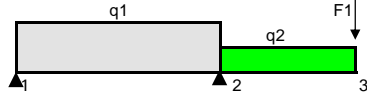
permanente belasting	$G_{kj} = 1,75$ kN/m	G_{kj} : (incl.e.g.)	1,75	+	0,30	=	2,05	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1,5$ kN/m	STR/GEO γ_{Gj}	G_{kj}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,75$ kN/m	6.10.a: 1,10	2,05	+	1,10	0,75	=	3,09 kN/m'
		STR/GEO $\xi \gamma_{Gj}$	G_{kj}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10.b: 1,10	2,05	+	1,10	1,50	=	3,91 kN/m'
		EQU 1,10	G_{kj}	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10: 1,10	2,05	+	1,50	1,50	=	4,51 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{kj}	=	0,9	2,05	=	1,85 kN/m'

F1:

permanente belasting	$G_{kj} =$ kN	G_{kj} : (incl.e.g.)	0	+		=	0,00	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ kN	STR/GEO γ_{Gj}	G_{kj}	+	γ_Q	ΣQ_{mom}		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ kN	6.10.a: 1,10	0	+	1,10	0	=	0,00 kN
		STR/GEO $\xi \gamma_{Gj}$	G_{kj}	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10.b: 1,10	0	+	1,10	0	=	0,00 kN
		EQU 1,1	G_{kj}	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10: 1,1	0	+	1,5	0	=	0,00 kN
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{kj}	=	0,9	0	=	0,00 kN

unity-checks	er worden geen verstijvingsschotjes toegepast				zie ook de invoercellen verderop in deze berekening								
ULS	buiging	0,23	dwarskracht	0,06	onderflensinklemming	0,28	kip	0,26	SLS	u_{eind}	0,54	u_{bij}	0,42

resultaten mechanische berekeningen onderdeel



alle steunpunten blijven op druk

EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	R ₁	R ₂
6.10 overstek volbelast	1,85	4,51	0,0	-0,3	7,1	-11,0	0,3	18,1

STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	R ₁	R ₂
G _{k,j}	2,05	2,05	0,00	-2,6	5,7	-5,0	2,6	10,7
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	1,50	1,50	0,00	-1,9	4,1	-3,7	1,9	7,8
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	1,50	0,00	0,00	-3,0	3,0	0,0	3,0	3,0
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,00	1,50	0,00	1,1	1,1	-3,7	-1,1	4,8
6.10.a (alles volbelast)	3,09	3,09	0,00	-3,9	8,5	-7,6	3,9	16,0
6.10.b (alles volbelast)	3,91	3,91	0,00	-4,9	10,8	-9,6	4,9	20,3
6.10.a (veld 1 volbelast)	3,09	1,85	0,00	-4,8	7,6	-4,5	4,8	12,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	3,91	1,85	0,00	-6,4	9,2	-4,5	6,4	13,7

maatgevende waarden

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M _{veld,max} (m)		vervorming (mm)	
	M ₁	M ₂	M ₃	M _{1,2}	uit R ₁	u _{1,2}	u ₃		
G _{k,j}	0,0	-6,2	0,0	1,6	1,25	0,2	4,5		
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (alles volbelast)	0,0	-4,5	0,0	1,2	1,25	0,1	3,3		
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1 volbelast)	0,0	0,0	0,0	3,0	2,00	1,4	-2,8		
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2 volbelast)	0,0	-4,5	0,0	#N/B	n.v.t.	-1,3	6,1		
6.10.a (alles volbelast)	0,0	-9,3	0,0	2,4	1,25				
6.10.b (alles volbelast)	0,0	-11,7	0,0	3,1	1,25				
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-5,5	0,0	3,7	1,55				
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-5,5	0,0	5,3	1,65				

maatgevende waarden

M_{Ed,st} = **11,7** kNm M_{Ed,v} = **5,3** kNm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

belastinggevallen en combinaties	alles volbelast	veld 1 volbelast	veld 2 volbelast
veld	u _{1,2} u ₃	u _{1,2} u ₃	u _{1,2} u ₃
u _{on} = G _{k,j}	0,2 4,5	0,2 4,5	0,2 4,5
u _{elastisch} = Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (volbelast)	0,1 3,3	1,4 -2,8	-1,3 6,1
u _{zeeg} = volgens opgave	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
u _{eind} = u _{on} + u _{elastisch} + u _{zeeg}	0,3 7,9	1,6 1,8	-1,1 10,7
u _{bij} = u _{elastisch}	0,1 3,3	1,4 -2,8	-1,3 6,1
u _{eind,toe} = u _{eind,toelaatbaar}	16,0 19,6	16,0 19,6	16,0 19,6
u.c. = u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	0,02 0,40	0,10 0,09	0,07 0,54
u _{bij,toe} = u _{bij,toelaatbaar}	12,0 14,7	12,0 14,7	12,0 14,7
u.c. = u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	0,01 0,23	0,12 0,19	0,11 0,42

toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting) onderdeel

buiging, art 6.2.5	M _{Ed} = 11,7	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{11,7}{51,7}$	=	0,23
dwarskracht, art. 6.2.6	V _{Ed} = 10,8	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{10,8}{179,6}$	=	0,06
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R ₁ = 6,4	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{6,4}{73,8}$	=	0,09
	R ₂ = 20,3	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{20,3}{73,8}$	=	0,28
kip, art. 6.3.2	M _{Ed} = 11,7	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{11,7}{45,0}$	=	0,26
opleglengte, art. 6.9 EC steen	R ₁	I _{opleg} = 6,4 · 10 ³	/ (β b f _b)	=	8	mm	
	R ₂	I _{opleg} = 20,3 · 10 ³	/ (1,34 160 3,89)	=	24	mm	

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

rekenwaarde moment	$M_{Ed} = 11,7$ kNm	profiel	= HE160A	A	= 38,8	cm ²
reductie flensdoorsnede (boutgater	$A_{f,red} = 0,0$ cm ²	kwaliteit	= S235	γ_{M0}	= 1,00	-
de boutgaten mogen worden verwaarloosd						
		f_y	= 235	N/mm ²	γ_{M2}	= 1,25
		f_u	= 360	N/mm ²	W_{pl}	= 245,1
		b	= 160	mm	$W_{el,min}$	= 220,1
		t_f	= 9	mm	$W_{ef,min}$	= 220,1
		A_f	= 16,0	0,9	= 14,4	cm ²
		$A_{f,net}$	= 14,4	-	0,0	= 14,4
6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} <= 1,0$	=	$\frac{11,7}{51,7}$	=	0,23	-
	(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2					
6.13	$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{245,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	57,6	kNm
	voor doorsnedeklasse 3					
6.14	$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	51,7	kNm
	voor doorsnedeklasse 4					
6.15	$M_{c,Rd} = M_{ef,Rd} = \frac{W_{ef,min} f_y}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	51,7	kNm
6.16	(4) gaten voor verbindingmiddelen mogen worden verwaarloosd als:					
	$\frac{A_{f,net} \cdot 0,9 \cdot f_u \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M2}}$	=	$\frac{14,4 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25}$	=	3,7	kN
	$\frac{A_f \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{14,4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	3,4	kN

art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving) onderdeel

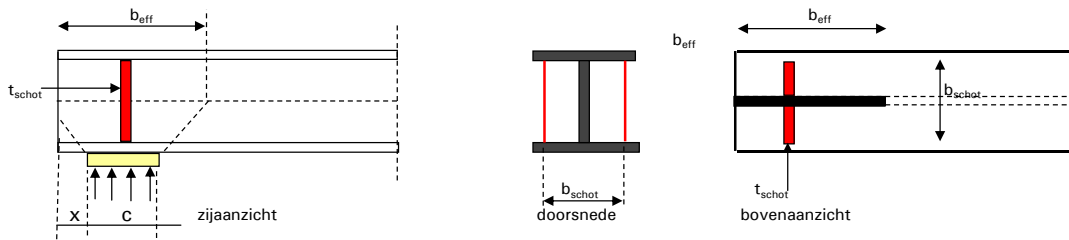
rekenwaarde moment	$V_{Ed} = 10,8$ kN	profiel	= HE160A	A	= 38,8	cm ²
profiel	gewalste I en H profielen	kwaliteit	= S235	γ_{M0}	= 1,00	-
		f_y	= 235	N/mm ²	I_y	= 1673
factor in formules gelast profiel	$\eta = 1$	b	= 160	mm	t_f	= 9
		h	= 152	mm	t_w	= 6
dikte in beschouwde punt	t = 6 mm	S_y	= 123	cm ³	I_t	= 12,2
		h_w	= 152	-	9	2 = 134
		reken met hoogte van het lijf			h_w	= 134
		afroningstraal in profiel			r	= 15
6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} <= 1,0$	=	$\frac{10,8}{179,6}$	=	0,06	-
6.18	$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}} / \sqrt{3}$	=	$\frac{1324 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} / \sqrt{3}$	=	179,6	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	$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})}$	=	$\frac{13,4}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)}$	=	0,03	-
	algemeen geldt:					
6.20	$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t}$	=	$\frac{10,8 \cdot 123 \cdot 10^2}{1673 \cdot 6}$	=	13	N/mm ²
	(5) Voor I- of H-profielen mag de schuifspanning in het lijf als volgt zijn bepaald:					
6.21	$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w}$ indien $A_f / A_w >= 0,6$	=	$\frac{10,8 \cdot 10^3}{804}$	=	13	N/mm ²
	$A_f = b t_f$	=	160 · 9	=	14,4	10 ² cm ²
	$A_w = h_w t_w$	=	134 · 6	=	8,0	10 ² cm ²
	A_f / A_w	=	14,4 / 8,0	=	1,8	-
	waarde voor τ_{Ed} waarmee mag worden gerekend voor I en H-profiel	=	13	N/mm ²		
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					
	$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\epsilon}{\eta}$ dus $\frac{134}{6} > 72 \frac{1,00}{1,00}$ eis		22,3	>	72,0	
	met $\epsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$					
	conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend					

(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$	$A_v = 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 2 \cdot 15) \cdot 9 = 1324$
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$	$A_v = 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 15) \cdot 9 = 1189$
(3) c	gewalste T profielen	$A_v = 0,9 \cdot (A - b \cdot t_f)$	$A_v = 0,9 \cdot (3880 - 160 \cdot 9) = 2196$
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \cdot \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$A_v = 1 \cdot (134 \cdot 6) = 804$
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$A_v = 3880 - \Sigma (134 \cdot 6) = 3076$
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_v = A \cdot h / (b + h)$	$A_v = 3880 \cdot 152 / (160 + 152) = 1890,3$
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_v = A \cdot b / (b + h)$	$A_v = 3880 \cdot 160 / (160 + 152) = 1989,7$
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 \cdot A / \pi$	$A_v = 2 \cdot 3880 / \pi = 2470,1$

art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) onderdeel

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 20,3$ kN	profiel	= HE160A	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	= 152 mm	b	= 160 mm
zijkant oplegging c tot eind ligger	$x = 12,3$ mm	kromme	= c	t_w	= 6 mm

er worden geen verstijvingsschotjes toegepast



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(152,0^2 + 200,0^2)} + 12,3 + 200 / 2 = 237,9 \text{ mm}$$

$$b_{eff} < \sqrt{(h^2 + c^2)} = \sqrt{(152^2 + 200^2)} = 251,2 \text{ mm}$$

$$\text{kniklengte } y\text{-richting } l_{cr,y} = 2 \cdot 152 = 304,0 \text{ mm}$$

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} \cdot t_w + (b_{schot} - t_w) \cdot t_{schot} = 237,9 \cdot 6 + (279,0 - 6) \cdot 0 = 14,27 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 (t_{schot} \cdot b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) \cdot t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 279,0^3 + (237,9 - 0) \cdot 6^3) = 0,4281 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,4281 \cdot 10^4 / 14 \cdot 10^2)} = 1,7 \text{ mm}$$

y-richting

6.46 $\frac{N_{Ed} + N_{extra}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{20,3 + 0,0}{73,8} = 0,28$

6.47-6.48 $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,220 \cdot 14,3 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 73,8 \text{ kN}$

6.49 $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda^2)}} \leq 1,0 \quad \chi = \frac{1}{2,655 + \sqrt{(2,655^2 - 1,869^2)}} = 0,220$

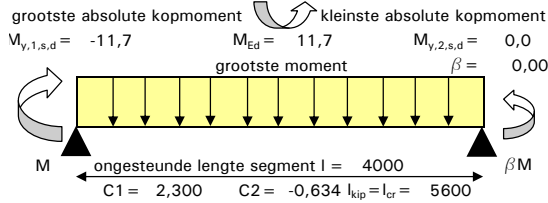
$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2] \quad \Phi = 0,5 [1 + 0,49 (1,869 - 0,2) + 1,869^2] = 2,655$

6.50 $\lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 304 / 1,7 = 175,5$
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9$
 $\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 175,5 / 93,9 = 1,869$

gemiddelde oplegspanning = $20,3 \cdot 10^3 / (160 \cdot 200) = 0,6354 \text{ N/mm}^2$

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	cm ³
reductie doorsnede	$A_{red} =$	0,0	cm ²
profiel	= HE160A	E	= 210000 N/mm ²
kwaliteit	= S235	A	= 38,8 cm ²
f_y	= 235 N/mm ²	G	= 80769 N/mm ²
h	= 152 mm	γ_{M1}	= 1,00 -
t_f	= 9 mm	b	= 160 mm
I_y	= 1673 cm ⁴	t_w	= 6 mm
i_y	= 65,7 mm	I_z	= 616 cm ⁴
$W_{y,el}$	= 220,1 cm ³	i_z	= 39,8 mm
$W_{y,pl}$	= 245,1 cm ³	I_t	= 12,2 cm ⁴
$W_{y,eff}$	= 220,1 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

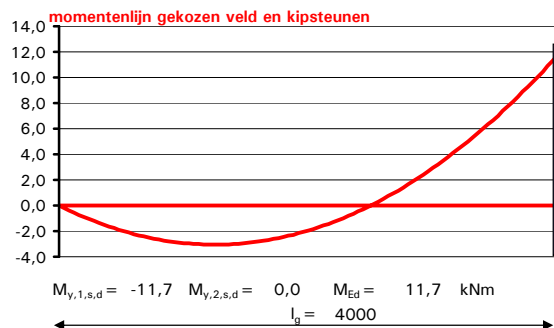
invoergegevens tbc kipcontrole

basisgeval uit NEN 6771 tabel 10, q-last en kopmomenten
 momentenverloop **parabool een zijde ingeklemd**
 soort profiel **gewalste I- en H-profielen**
 aangrijpingspunt belasting **zwaartepunt bovenflens**
 wijze zijdelijngse steunen **tussen 2 kipsteunen**

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: **0,26** kipcontrole gewalst profiel **0,24** "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica berekening

NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte

tussen twee gaffels $l_{kip} = l_{st} = 4000$ mm
 tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$ echter $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,00) = 1,40$

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 4000 = 4000$ mm
 $l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,40 \cdot 4000 = 5600$ mm
 reken met een ongesteunde lengte $l_{kip} = l_{cr} =$ **5600** mm
 afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt = 0,00 m
 afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt = 4,00 m

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 $M_{Ed} = 11,7$ kNm
 kopmoment met grootste absolute waarde $M_{y,1,s,d} = -11,7$ kNm
 kopmoment met kleinste absolute waarde $M_{y,2,s,d} = 0,0$ kNm
 invloedsfactor uit tabel C1 $C_1 =$ **2,300** -
 invloedsfactor uit tabel C2 = -1 0,634 $C_2 =$ **-0,634** -
 verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 0,00$ -
 tabel 10, q-last en kopmomenten $B^* = -0,34$

toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{11,7}{45,0} =$ **0,26** -

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

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$ $M_{b,Rd} = 0,871 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 45,0$ kNm

6.56 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,757 + \sqrt{(0,757^2 - 0,648^2)}} = 0,871$ -
 maatgevende waarde $\chi_{LT} =$ **0,871** -

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 (0,648 - 0,2) + 0,648^2] = 0,757$ -

$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y \cdot f_y / M_{cr}}$ $= \sqrt{220,1 \cdot 235 \cdot 10^3 / 123} = 0,648$ -

12.2.7 $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / l_g \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} = 1,00 \cdot \frac{4}{4000} \cdot \sqrt{(210000 \cdot 616 \cdot 80769 \cdot 12,2 \cdot 10^8)} = 123$ kNm
 NEN 6771



b) dubbel-symmetrische profielen : $h / t_f \leq 75 = \frac{152}{9} = 16,9$ -

aan deze eis wordt voldaan

c) dubbel-symmetrische profielen : $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b I_g^2 \leq 575 = \frac{152 \cdot 9 \cdot 10^{12}}{6^3 \cdot 160 \cdot 4000^2} = 2474$ -

aan deze eis wordt niet voldaan

$k_{red} = \text{als } h / t_w > 75: k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 2474 + 1,03 = 0,896$

$h / t_w = \frac{152}{6} = 25,333$ $\alpha = 2474$ eis < 5000 **conclusie:** $k_{red} = 1,00$ -
 toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

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

$C = \pi \frac{2,300 \cdot 4000}{5600} \left[\sqrt{1 + \frac{9,870 \cdot 870,9^2}{5600^2}} (-0,634^2 + 1) + \pi \frac{-0,634 \cdot 870,9}{5600} \right] = 4,4$ -

12.2.11.b $S = \frac{h}{2} \sqrt{\left(\frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t} \right)} = \frac{152}{2} \sqrt{\left(\frac{210000}{80769} \frac{615,6}{12,2} \right)} = 870,9$ -

benadering geldt alleen voor I-profielen

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

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{11,735}{48,4} = 0,24$ - gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} = 0,935 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 48,4$ kNm

$M_{cr} = 123$ $\lambda_{LT} = 0,65$ als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen

6.57 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,700 + \sqrt{(0,700^2 - 0,75 \cdot 0,648^2)}} = 0,895$ -

$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2 = 1 / 0,65^2 = 2,4$ - maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,895$ -

6.58 $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,895 / 0,96 = 0,935$ - reken met $\chi_{LT,mod} = 0,935$ -

$f = 1 - 0,5(1 - k_c) [1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0$ $f = 1 - 0,5(1 - 0,91) [1 - 2,0(0,648 - 0,8)^2] = 0,957$ -

kip $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,65 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,65^2] = 0,700$ -

opmerking