



stalen ligger op 3 steunpunten met 2 q-lasten

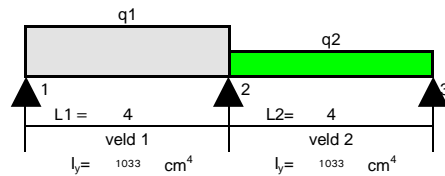
1xprofiel 1: HE140A

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

kerngegevens		ontwerplevensduur	=	50	jaar
toegepaste norm	= eurocode nieuwbouw	toepassing	6.10.a	6.10.b	6.1 partiële factoren
ontwerplevensduur klasse	= 3	γ_{Gj}	1,22	$\xi \gamma_{Gj}$	1,08
gevolgklasse	CC 1	γ_{Q1}	1,35	γ_{Q1}	1,35
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	γ_{Q2}	1,35	γ_{Q2}	1,35
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage					

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)	$\psi_1 = 0,5$	ΣI	= 1033 cm ⁴ Σg = 0,25 kN/m'
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$	ΣW_{pl}	= 174 cm ³ ΣA = 31,4 cm ²
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_{rf} = 1,00$	ΣW_{el}	= 155 cm ³ E = 210000 N/mm ²

invoergegevens van de ligger	
liggerlengte	L1= 4 m
liggerlengte	L2= 4 m
toelaatbare einddoorbuiging	1: 250 * L
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: 333,3 * L
toegepaste zeeg veld 1	0 mm
toegepaste zeeg veld 2	0 mm



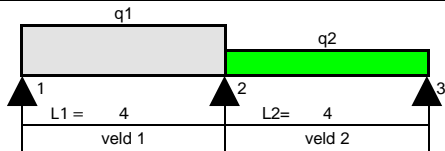
belastingen en combinaties onderdeel

q1:								
permanente belasting	$G_{kj} = 1,75$ kN/m	G_{kj} (incl.e.g.)	1,75	+	0,25	=	2,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 10$ kN/m	STR/GEO γ_{Gj} G_{kj}	2,00	+	γ_Q ΣQ_{mom}	=	7,00	kN/m'
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 7$ kN/m	6.10.a: γ_{Gj} G_{kj}	2,00	+	1,35 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	11,88	kN/m'
		STR/GEO $\xi \gamma_{Gj}$ G_{kj}	2,00	+	γ_Q $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	10,00	kN/m'
		6.10.b: $\xi \gamma_{Gj}$ G_{kj}	2,00	+	1,35 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	15,66	kN/m'
		EQU 1,1 G_{kj}	2,00	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	17,20	kN/m'
		6.10: 1,1 G_{kj}	2,00	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	17,20	kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{kj}	=	0,9 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	1,80	kN/m'

q2:								
permanente belasting	$G_{kj} = 3$ kN/m	G_{kj} (incl.e.g.)	3	+	0,25	=	3,25	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 4$ kN/m	STR/GEO γ_{Gj} G_{kj}	3,25	+	γ_Q ΣQ_{mom}	=	2,00	kN/m'
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 2$ kN/m	6.10.a: γ_{Gj} G_{kj}	3,25	+	1,35 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	6,64	kN/m'
		STR/GEO $\xi \gamma_{Gj}$ G_{kj}	3,25	+	γ_Q $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	4,00	kN/m'
		6.10.b: $\xi \gamma_{Gj}$ G_{kj}	3,25	+	1,35 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	8,91	kN/m'
		EQU 1,10 G_{kj}	3,25	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	4,00	kN/m'
		6.10: 1,10 G_{kj}	3,25	+	1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	9,57	kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{kj}	=	0,9 $\Sigma Q_{extr+mom}$	=	2,92	kN/m'

unity-checks	er worden geen verstijvingschotjes toegepast						zie ook de invoercellen verderop in deze berekening						
ULS	buiging	0,67	dwarskracht	0,27	onderflensinklemming	0,83	kip	0,80	SLS	u_{eind}	0,60	u_{bij}	0,74

resultaten mechanieberekeningen onderdeel



alle steunpunten blijven op druk

EQU (groep A)									
belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	$V_{3,2}$	R_1	R_2	R_3
6.10 veld 1 volbelast	17,20	2,92	-29,4	39,4	-10,9	0,8	29,4	50,3	0,8
6.10 veld 2 volbelast	1,80	9,57	-0,8	6,4	-22,0	16,3	0,8	28,4	16,3



STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	V _{3,2}	R ₁	R ₂	R ₃
G _{k,i}	2,00	3,25	-2,7	5,3	-7,8	5,2	2,7	13,1	5,2
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	10,00	4,00	-16,5	23,5	-11,5	4,5	16,5	35,0	4,5
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	10,00	0,00	-17,5	22,5	-2,5	-2,5	17,5	25,0	-2,5
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,00	4,00	1,0	1,0	-9,0	7,0	-1,0	10,0	7,0
6.10.a (volbelast)	11,88	6,64	-19,1	28,4	-17,9	8,7	19,1	46,3	8,7
6.10.b (volbelast)	15,66	8,91	-25,2	37,5	-24,0	11,7	25,2	61,4	11,7
6.10.a (veld 1 volbelast)	11,88	2,92	-20,1	27,5	-9,5	2,1	20,1	37,0	2,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	15,66	2,92	-26,7	36,0	-10,5	1,2	26,7	46,5	1,2
6.10.a (veld 2 volbelast)	1,80	6,64	-1,5	5,7	-15,4	11,2	1,5	21,1	11,2
6.10.b (veld 2 volbelast)	1,80	8,91	-0,9	6,3	-20,5	15,1	0,9	26,8	15,1

maatgevende waarden

V_{Ed} = **37,5** kN

R_{Ed} = **61,4** kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M _{weld,max} (m)		vervorming (mm)	
	M ₁	M ₂	M ₃	M _{1,2}	M _{2,3}	uit R ₁	uit R ₂	u _{1,2}	u _{2,3}
G _{k,i}	0,0	-5,2	0,0	1,8	4,1	1,34	2,40	0,7	2,6
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	0,0	-14,0	0,0	13,6	2,5	1,65	2,88	8,9	-0,3
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 1)	0,0	-10,0	0,0	15,3	0,0	1,75	n.v.t.	10,8	-4,6
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (veld 2)	0,0	-4,0	0,0	0,0	6,1	n.v.t.	2,25	-1,8	4,3
6.10.a (volbelast)	0,0	-18,5	0,0	15,4	5,6	1,61	2,70		
6.10.b (volbelast)	0,0	-24,6	0,0	20,2	7,7	1,61	2,69		
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-14,8	0,0	16,9	0,8	1,69	3,27		
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-18,6	0,0	22,7	0,2	1,70	3,59		
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-8,4	0,0	0,6	9,4	0,83	2,32		
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-10,7	0,0	0,2	12,9	0,51	2,30		

maatgevende waarden

M_{Ed,sl} = **24,6** kNm

M_{Ed,v} = **22,7** kNm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

onderdeel

belastinggevallen en combinaties	alles volbelast		veld 1 volbelast		veld 2 volbelast	
veld	=	u _{1,2} u _{2,3}	u _{1,2} u _{2,3}	u _{1,2} u _{2,3}	u _{1,2} u _{2,3}	u _{1,2} u _{2,3}
u _{on} = G _{k,i}	=	0,7 2,6	0,7 2,6	0,7 2,6	0,7 2,6	0,7 2,6
u _{elastisch} = Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	=	8,9 -0,3	10,8 -4,6	-1,8 4,3	10,8 -4,6	-1,8 4,3
u _{zeeg} = volgens opgave	=	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
u _{eind} = u _{on} + u _{elastisch} + u _{zeeg}	=	9,6 2,3	11,4 -2,0	-1,2 6,9	11,4 -2,0	-1,2 6,9
u _{bij} = u _{elastisch}	=	8,9 -0,3	10,8 -4,6	-1,8 4,3	10,8 -4,6	-1,8 4,3
u _{eind,toe} = u _{eind,toelaatbaar}	=	16,0 16,0	16,0 16,0	16,0 16,0	16,0 16,0	16,0 16,0
u.c. = u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	=	0,60 0,14	0,71 0,13	0,07 0,43	0,71 0,13	0,07 0,43
u _{bij,toe} = u _{bij,toelaatbaar}	=	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0
u.c. = u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	=	0,74 0,03	0,90 0,38	0,15 0,36	0,90 0,38	0,15 0,36

toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting)

onderdeel

buiging, art 6.2.5	M _{Ed} =	24,6	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{24,6}{36,5}$	=	0,67
dwarskracht, art. 6.2.6	V _{Ed} =	37,5	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{37,5}{137,1}$	=	0,27
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R ₁ =	26,7	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{26,7}{73,9}$	=	0,36
	R ₂ =	61,4	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{61,4}{73,9}$	=	0,83
	R ₃ =	15,1	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{15,1}{73,9}$	=	0,20
kip, art. 6.3.2	M _{Ed} =	24,6	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{24,6}{30,9}$	=	0,80
opleglengte, art. 6.9 EC steen	R ₁	l _{opleg} =	N _{Ed}	/ (β b f _b)				
		l _{opleg} =	26,7 · 10 ³	/ (1,34 140 3,89)			=	36 mm
	R ₂	l _{opleg} =	61,4 · 10 ³	/ (1,34 140 3,89)			=	84 mm

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

rekenwaarde moment	M_{Ed}	=	24,6	kNm	profiel	=	HE140A	A	=	31,4	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}	=	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	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} <= 1,0$	=	$\frac{24,569}{36,5}$	=	0,67	-						
					$A_{f,net}$	=	11,9	-	0,0	=	11,9	cm ²

(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2

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

voor doorsnedeklasse 3

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

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:

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

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

art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving) onderdeel

rekenwaarde moment	V_{Ed}	=	37,5	kN	profiel	=	HE140A	A	=	31,4	cm ²
profiel					kwaliteit	=	S235	γ_{M0}	=	1,00	-

					f_y	=	235	N/mm ²	I_y	=	1033	cm ⁴	
factor in formules gelast profiel	η	=	1	-	b	=	140	mm	t_f	=	8,5	mm	
dikte in beschouwde punt	t	=	6	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	
6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} <= 1,0$	=	$\frac{37,5}{137,1}$	=	0,27	-			reken met hoogte van het lijf	h_w	=	116	mm
									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:

$$6.19 \quad \frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \frac{58,7}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,14$$

algemeen geldt:

$$6.20 \quad \tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t} = \frac{37,5 \cdot 87 \cdot 10^2}{1033 \cdot 6} = 52 \text{ N/mm}^2$$

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

$$6.21 \quad \tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \text{ indien } A_f / A_w >= 0,6 = \frac{37,5 \cdot 10^3}{638} = 59 \text{ N/mm}^2$$

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

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

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

$$\text{waarde voor } \tau_{Ed} \text{ waarmee mag worden gerekend voor I en H-profielen} = 59 \text{ N/mm}^2$$

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

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

conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend

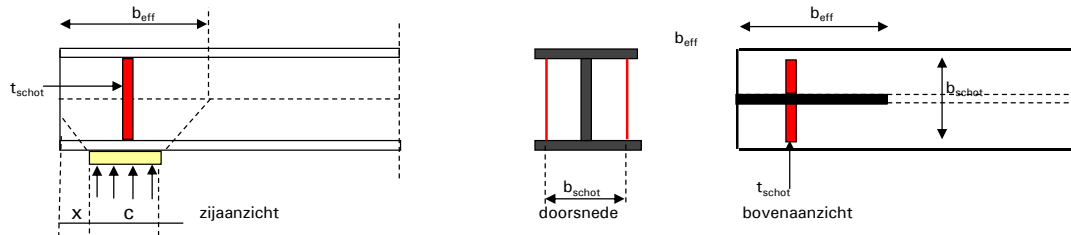
$$\text{met } \epsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$$

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

art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) onderdeel

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 61,4$ kN	profiel	= HE140A	E	= 210000 N/mm ²
extra normaalkracht in oplegging	$N_{extra} = 0$ kN	kwaliteit	= S235		
oplegplengte	$c = 200$ 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	$x = 120,0$ mm	kromme	= c	t_w	= 5,5 mm

er worden geen verstijvingsschotjes toegepast



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(133,0^2 + 200,0^2)} + 120,0 + 200 / 2 = 340,1 \text{ mm}$$

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

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

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} t_w + (b_{schot} - t_w) t_{schot} = 240,2 \cdot 5,5 + (279,0 - 6) \cdot 0 = 13,21 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 (t_{schot} b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 279,0^3 + (240,2 - 0) \cdot 6^3) = 0,333 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,333 \cdot 10^4 / 13 \cdot 10^2)} = 1,6 \text{ mm}$$

y-richting

$$6.46 \frac{N_{Ed} + N_{extra}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{61,4 + 0,0}{73,9} = 0,83$$

$$6.47-6.48 N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M1} = 0,238 \cdot 13,2 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 73,9 \text{ kN}$$

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

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

$$6.50 \lambda_y = i_{cr,y} / i_y = 266 / 1,6 = 167,5$$

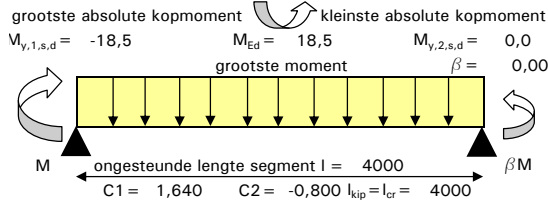
$$\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1 = 167,5 / 93,9 = 1,784$$

$$\text{gemiddelde oplegspanning} = 61,4 \cdot 10^3 / (140 \cdot 200) = 2,1937 \text{ N/mm}^2$$

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 = 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

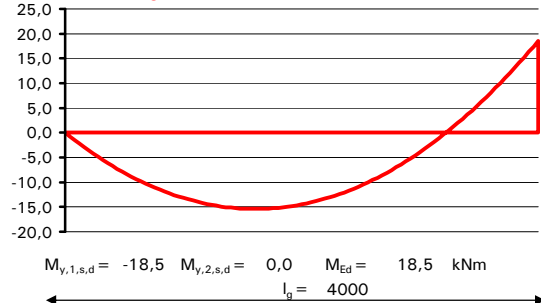
basisgeval uit NEN 6771 tabel 10, q-last en kopmomenten
 momentenverloop **parabool scharnierend**
 soort profiel **gewalste I- en H-profielen**
 aangrijpingspunt belasting **zwaartepunt bovenflens**
 wijze zijdelingse steunen **tussen 2 gaffels**

aanvullende invoer via een liggerberekeningen:

invoer van de kipsteunen **door gelijkmatige verdeling**
 te controleren veld **veld 1**
 grenstoestand **UGT1 vol - 6.10.a**

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

momentenlijn gekozen veld en kipsteunen



kipcontrole algemeen: **0,60** kipcontrole gewalst profiel **0,57** "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 $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,00) = 1,40$

deze factor is niet van toepassing, zodat f2=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 $M_{Ed} = 18,5$ kNm
 kopmoment met grootste absolute waarde $M_{y,1,s,d} = -18,5$ kNm
 kopmoment met kleinste absolute waarde $M_{y,2,s,d} = 0,0$ kNm

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

invloedsfactor uit tabel C1 $C_1 = 1,640$
 invloedsfactor uit tabel C2 = -1 0,800 $C_2 = -0,800$
 verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 0,00$
 tabel 10, q-last en kopmomenten $B^* = -0,45$

toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{18,5}{30,9} = 0,60$

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 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$ $M_{b,Rd} = 0,846 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 30,9$ kNm

6.56 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,800 + \sqrt{(0,800)^2 - 0,704^2}} = 0,846$

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 (0,704 - 0,2) + 0,704^2] = 0,800$

$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y \cdot f_y / M_{cr}}$ $\lambda_{LT} = \sqrt{155,4 \cdot 235 \cdot 10^3 / 74} = 0,704$

12.2.7 $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} = 1,00 \cdot \frac{4}{4000} \cdot \sqrt{210000 \cdot 389 \cdot 80769 \cdot 8,1 \cdot 10^8} = 74$ kNm

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

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

$k_{red} =$ 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 voldaan

aan deze eis wordt niet voldaan



$$h / t_w = 133 / 5,5 = 24,182 \quad \alpha = 3033 \text{ eis} < 5000 \quad \text{conclusie:} \quad k_{red} = 1,00 -$$

toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

12.2.5.3 NEN 6771

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

$$C = \pi \frac{1,640}{4000} \frac{4000}{4000^2} \left[\sqrt{\left(1 + \frac{9,870}{4000^2} 742,0^2 (-0,800^2 + 1) + \pi \frac{-0,800}{4000} 742,0 \right)} \right] = 4,0 -$$

12.2.11.b

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

benadering geldt alleen voor I-profielen

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

6.54
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{18,52}{32,7} = 0,57$$
 gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55
$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} \quad M_{b,Rd} = 0,894 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 32,7 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} = 74 \quad \lambda_{LT} = 0,70 \quad \text{als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen}$$

6.57
$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{0,737 + \sqrt{0,737^2 - 0,75 \cdot 0,704^2}} = 0,868 -$$

$$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2 = 1 / 0,70^2 = 2,0 - \text{maatgevende waarde} \quad \chi_{LT} = 0,868 -$$

6.58
$$\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,868 / 0,97 = 0,894 - \text{reken met } \chi_{LT,mod} = 0,894 -$$

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c) [1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0 \quad f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,704 - 0,8)^2] = 0,971 -$$

kip
$$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] \quad \Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,70 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,70^2] = 0,737 -$$

opmerking