



stalen ligger op 2 steunpunten met een overstek met een variabele EI, een trapeziumbelasting en een puntlast

1xprofiel 1: HE140A

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

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

diverse factoren		eigen gewicht ligger automatisch berekenen	nee
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)	$\psi_1 = 0,5$ -	$\Sigma I = 1033 \text{ cm}^4$	$\Sigma g = 0,00 \text{ kN/m}'$
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -	$\Sigma W_{pl} = 174 \text{ cm}^3$	$\Sigma A = 31,4 \text{ cm}^2$
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_t = 1,00$ -	$\Sigma W_{el} = 155 \text{ cm}^3$	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
liggerlengte	L1= 4 m		
lengte van het overstek	L2= 1,5 m		
toelaatbare einddoorbuiging veld L1	1: 250 * L		
bijkomende doorbuiging veld L1	1: 333,3 * L		
toegepaste zeeg veld L1	0 mm		
toelaatbare einddoorbuiging uitkraging L2	1: 125 * L		
bijkomende doorbuiging uitkraging L2	1: 167 * L		
toegepaste zeeg veld L2 (knoop 3)	0 mm		

belastingen en combinaties onderdeel

q1:

permanente belasting	$G_{k,j} = 1$ kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1	+	0,00	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1,5$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,75$ kN/m	6.10.a:	1,22	1,00	+	1,35	0,75	= 2,23 kN/m'
		STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10.b:	1,08	1,00	+	1,35	1,50	= 3,11 kN/m'
		EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10:	1,1	1	+	1,5	1,5	= 3,35 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	1	= 0,90 kN/m'

q2:

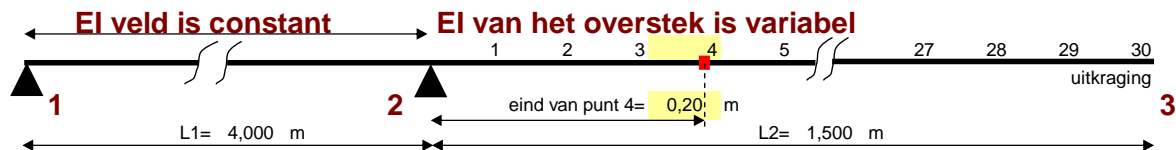
permanente belasting	$G_{k,j} = 1$ kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1	+	0,00	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1,5$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,75$ kN/m	6.10.a:	1,22	1,00	+	1,35	0,75	= 2,23 kN/m'
		STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10.b:	1,08	1,00	+	1,35	1,50	= 3,11 kN/m'
		EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10:	1,1	1	+	1,5	1,5	= 3,35 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	1	= 0,90 kN/m'

q3:

permanente belasting	$G_{k,j} = 0,3$ kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	0,3	+	0,00	=	0,30	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,25$ kN/m	6.10.a:	1,22	0,30	+	1,35	0,25	= 0,70 kN/m'
		STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10.b:	1,08	0,30	+	1,35	1,00	= 1,67 kN/m'
		EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10:	1,1	0,3	+	1,5	1	= 1,83 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	0,3	= 0,27 kN/m'

F1:

permanente belasting	$G_{k,j} =$ kN	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	0	+		=	0,00	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}	
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ kN	6.10.a:	1,22	0,00	+	1,35	0,00	= 0,00 kN
maat vanaf steunpunt 2	a = m	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10.b:	1,08	0,00	+	1,35	0,00	= 0,00 kN
		EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$	
		6.10:	1,1	0	+	1,5	0	= 0,00 kN
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	0	= 0,00 kN



traagheidsmoment van liggerdeel L1 is

element nr	afstand uit stpt 2 x (m)	I_y cm ⁴
1	0,05	1033
2	0,10	1033
3	0,15	1033
4	0,20	1033
5	0,25	1033
6	0,30	1033
7	0,35	1033
8	0,40	1033
9	0,45	1033
10	0,50	1033

$I_y =$

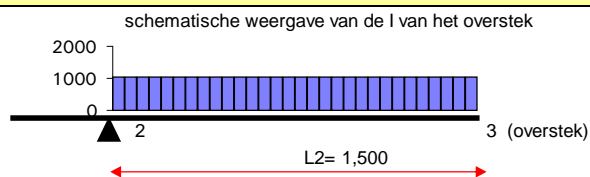
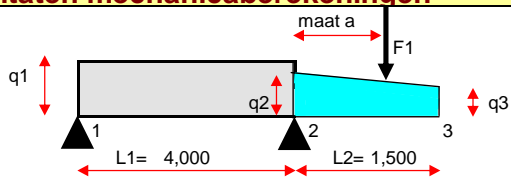
element nr	afstand uit stpt 2 x (m)	I_y cm ⁴
11	0,55	1033
12	0,60	1033
13	0,65	1033
14	0,70	1033
15	0,75	1033
16	0,80	1033
17	0,85	1033
18	0,90	1033
19	0,95	1033
20	1,00	1033

element nr	afstand uit stpt 2 x (m)	I_y cm ⁴
21	1,05	1033
22	1,10	1033
23	1,15	1033
24	1,20	1033
25	1,25	1033
26	1,30	1033
27	1,35	1033
28	1,40	1033
29	1,45	1033
30	1,50	1033

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

ULS	buiging	0,16	dwarskracht	0,05	onderflensinklemming	0,15	kip	0,20	SLS	u_{eind}	0,25	u_{bij}	0,21
-----	---------	------	-------------	------	----------------------	------	-----	------	-----	------------	------	-----------	------

resultaten mechaniekberekeningen



EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen			
	q1	q2	q3	F1
6.10 overstek volbelast	0,90	3,35	1,8	0,00

alle steunpunten blijven op druk

dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	R_1	R_2
-1,1	2,5	-3,9	1,1	6,3

STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen			
	q1	q2	q3	F1
$G_{k,j}$	1,00	1,00	0,30	0,00
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (alles volbelast)	1,50	1,50	1,00	0,00
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (veld volbelast)	1,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (overstek volbelast)	0,00	1,50	1,00	0,00
ULS(1) 6.10.a alles volbelast	2,23	2,23	0,70	0,00
ULS(2) 6.10.b alles volbelast	3,11	3,11	1,67	0,00
ULS(3) 6.10.a veld volbelast	2,23	0,90	0,27	0,00
ULS(4) 6.10.b veld volbelast	3,11	0,90	0,27	0,00

dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	R_1	R_2
-1,8	2,2	-1,0	1,8	3,1
-2,7	3,3	-1,9	2,7	5,2
-2,0	2,0	0,0	2,0	2,0
0,3	0,3	-1,8	-0,3	2,1
-4,1	4,8	-2,2	4,1	7,0
-5,6	6,8	-3,6	5,6	10,4
-4,3	4,6	-0,9	4,3	5,5
-6,1	6,3	-0,9	6,1	7,2

maatgevende waarden

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		$V_{Ed} = 6,8$ kN	veldmoment (kNm)	positie $M_{v,eld,max}$ (m)	$R_{Ed} = 10,4$ kN	vervorming (mm)	
	M_1	M_2					uit R_1	$u_{1,2}$ u_3
$G_{k,j}$	0,0	-0,6		1,7	1,85		1,3	-1,1
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (alles volbelast)	0,0	-1,3		2,4	1,78		1,7	-1,2
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (veld volbelast)	0,0	0,0		2,0	2,00		1,5	-1,8
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ (overstek volbelast)	0,0	-1,2		#N/B	n.v.t.		-0,6	1,4
ULS(1) 6.10.a alles volbelast	0,0	-1,4		3,8	1,85			
ULS(2) 6.10.b alles volbelast	0,0	-2,4		5,1	1,81			
ULS(3) 6.10.a veld volbelast	0,0	-0,5		4,2	1,94			
ULS(4) 6.10.b veld volbelast	0,0	-0,5		5,9	1,96			
maatgevende waarden	$M_{Ed,s1} = 2,4$ kNm			$M_{Ed,v} = 5,9$ kNm				



toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

belastinggevallen en combinaties		alles volbelast	veld volbelast	overstek volbelast
veld	=	u _{1,2} u ₃	u _{1,2} u ₃	u _{1,2} u ₃
u _{on}	=	G _{k,i}	1,3 -1,1	1,3 -1,1
u _{elastisch}	=	Q _{k1} + ψ _{0,i} * Q _{k,i}	1,7 -1,2	-0,6 1,4
u _{zeeg}	=	volgens opgave	0,0 0,0	0,0 0,0
u _{eind}	=	u _{on} + u _{elastisch} + u _{zeeg}	3,0 -2,4	2,8 -3,0
u _{bij}	=	u _{elastisch}	1,7 -1,2	-0,6 1,4
u _{eind,toe}	=	u _{eind,toelaatbaar}	16,0 12,0	16,0 12,0
u.c.	=	u _{eind} / u _{eind,toelaatbaar}	0,18 0,20	0,04 0,02
u _{bij,toe}	=	u _{bij,toelaatbaar}	12,0 9,0	12,0 9,0
u.c.	=	u _{bij} / u _{bij,toelaatbaar}	0,14 0,14	0,05 0,16

toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting) onderdeel

buiging, art 6.2.5	M _{Ed}	=	5,9	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{5,9}{36,5}$	=	0,16	-
dwarskracht, art. 6.2.6	V _{Ed}	=	6,8	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{6,8}{137,1}$	=	0,05	-
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R ₁	=	5,6	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{5,6}{71,5}$	=	0,08	-
	R ₂	=	10,4	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{10,4}{71,5}$	=	0,15	-
kip, art. 6.3.2	M _{Ed}	=	5,9	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{5,9}{29,3}$	=	0,20	-
oplegglengte, art. 6.9 EC steen	I _{opleg}	=	N _{Ed}	/ (	β	b	t _b)		
	R ₁ I _{opleg}	=	5,6 10 ³	/ (	1,28	140	4,97	)	=	6 mm
	R ₂ I _{opleg}	=	10,4 10 ³	/ (	1,28	140	4,97	)	=	12 mm

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

rekenwaarde moment	M _{Ed}	=	5,9 kNm	profiel	=	HE140A	A	=	31,4 cm ²	
reductie flensdoorsnede (boutgat)	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	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{5,946}{36,5}$	A _f	=	14,0	0,9	=	11,9 cm ²	
				A _{f,net}	=	11,9	-	0,0	=	11,9 cm ²
(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2	6.13	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 kNm			
voor doorsnedeklasse 3	6.14	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 kNm			
voor doorsnedeklasse 4	6.15	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 kNm			
6.16	(4) gaten voor verbindingsmiddelen mogen worden verwaarloosd als:									
	$\frac{A_{f,net}}{\gamma_{M2}} \cdot f_u \cdot 10^{-3}$	=	$\frac{11,9 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25}$	=	3,1 kN					
	$\frac{A_f}{\gamma_{M0}} \cdot f_y \cdot 10^{-3}$	=	$\frac{11,9 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	2,8 kN					



art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving) onderdeel

rekenwaarde moment	$V_{Ed} = 6,8$ kN	profiel	= HE140A	A	= 31,4	cm ²
profiel	gewalste I en H profielen		kwaliteit	= S235	γ_{MO}	= 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 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
6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} <= 1,0 = \frac{6,8}{137,1} = 0,05$ -	reken met hoogte van het lijf	h_w	= 116	mm	
		afroningstraal in profiel	r	= 12	mm	

6.18 $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{MO}} = \frac{1011 \cdot 235 \cdot 10^{-3} / \sqrt{3}}{1,00} = 137,1$ 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 $\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{MO})} = \frac{10,7}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,03$ -

algemeen geldt:

6.20 $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t} = \frac{6,8 \cdot 87 \cdot 10^2}{1033 \cdot 6} = 10$ N/mm²

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

6.21 $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \text{ indien } A_f / A_w >= 0,6 = \frac{6,8 \cdot 10^3}{638} = 11$ N/mm²

$A_f = b t_f = 140 \cdot 8,5 = 1190$ cm²

$A_w = h_w t_w = 116 \cdot 5,5 = 638$ cm²

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

waarde voor τ_{Ed} waarmee mag worden gerekend voor I en H-profiel = 11 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

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

conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend

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

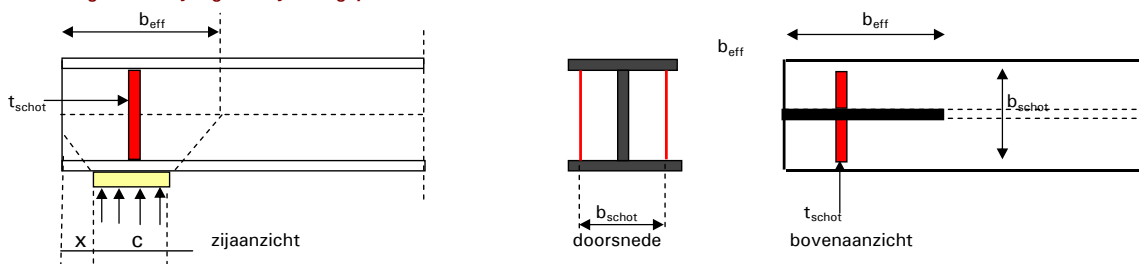
(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2 r) t_f$	
		$A_v = 3140 - 2 \cdot 140 \cdot 8,5 + (5,5 + 2 \cdot 12) \cdot 8,5$	= 1011
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + r) t_f$	
		$A_v = 3140 - 2 \cdot 140 \cdot 8,5 + (5,5 + 12) \cdot 8,5$	= 908,8
(3) c	gewalste T profielen	$A_v = 0,9 (A - b t_f)$	
		$A_v = 0,9 (3140 - 140 \cdot 8,5)$	= 1755
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \sum (h_w t_w)$	
		$A_v = 1 \cdot (116 \cdot 5,5)$	= 638
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \sum (h_w t_w)$	
		$A_v = 3140 - (116 \cdot 5,5)$	= 2502
(3) f1	gewalste rh buis // hoogt	$A_v = A h / (b + h)$	
		$A_v = 3140 \cdot 133 / (140 + 133)$	= 1530
(3) f2	gewalste rh buis // breed	$A_v = A b / (b + h)$	
		$A_v = 3140 \cdot 140 / (140 + 133)$	= 1610
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 A / \pi$	
		$A_v = 2 \cdot 3140 / \pi$	= 1999



art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) onderdeel

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 10,4$ kN	profiel	= HE140A	E	= 210000 N/mm ²
extra normaalkracht in oplegging	$N_{extra} = 0$ kN	kwaliteit	= S235		
opleglengte	$c = 200$ 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 verstijvingsschotjes toegepast



NEN 6770 art 12.2.4

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

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

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

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

$$I = 1/12 (t_{schot} b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 279,0^3 + (232,3 - 0) \cdot 6^3) = 0,322 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,322 \cdot 10^4 / 13 \cdot 10^2)} = 1,6 \text{ mm}$$

y-richting

$$6.46 \quad \frac{N_{Ed} + N_{extra}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{10,4 + 0,0}{71,5} = 0,15$$

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

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

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

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

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

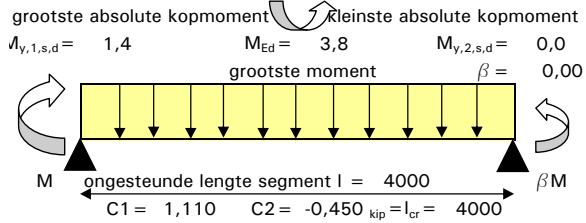
$$\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 167,5 / 93,9 = 1,784$$

$$\text{gemiddelde oplegspanning} = 10,4 \cdot 10^3 / (140 \cdot 200) = 0,372 \text{ N/mm}^2$$



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

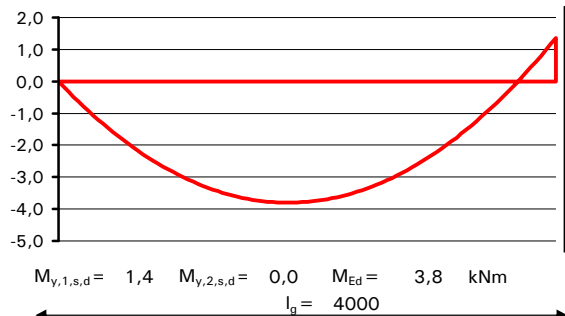
basisgeval uit NEN 6771	tabel 9, geval 2:q-last
momentenverloop	parabool scharnierend
soort profiel	gewalste I- en H-profielen
aangrijpingspunt belasting	zwaartepunt bovenflens
wijze zijdelingse steunen	tussen 2 gaffels

aanvullende invoer via een liggerberekeningen:

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

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

momentenlijn gekozen veld en kipsteunen



kipcontrole algemeen: 0,13 kipcontrole gewalst profiel 0,12 "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica-bereker

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 $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,8 \cdot 0,00) = 1,40$

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

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	$M_{Ed} = 3,8$ kNm
kopmoment met grootste absolute waarde $M_{y,1,s,d}$	= 1,4 kNm
kopmoment met kleinste absolute waarde $M_{y,2,s,d}$	= 0,0 kNm

invloedsfactor uit tabel C1	$C_1 = 1,110$
invloedsfactor uit tabel C2	-1 0,450 $C_2 = -0,450$
verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d}$	= 0,00
tabel 9, geval 2:q-last	

toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{3,8}{29,3} = 0,13$

let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden gebruikt bij formule 6.56 kromme a

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1} = 0,803 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 29,3$ kNm

6.56 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,871 + \sqrt{(0,871^2 - 0,786^2)}} = 0,803$
 maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,803$

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2)] + \lambda_{LT}^2$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 (0,786 - 0,2) + 0,786^2] = 0,871$

$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{155,4 \cdot 235 \cdot 10^3 / 59} = 0,786$

12.2.7 $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)}$ $1,00 \cdot \frac{3}{4000} \cdot \sqrt{(210000 \cdot 389 \cdot 80769 \cdot 8,1 \cdot 10^8)} = 59$ kNm
 NEN 6771

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

aan deze eis wordt voldaan



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

$k_{red} =$ 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 niet voldaan**

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

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

$C = \pi \frac{1,110 \cdot 4000}{4000} \left[\sqrt{\left(1 + \frac{9,870 \cdot 742,0^2}{4000^2} (-0,450^2 + 1) + \pi \frac{-0,450 \cdot 742,0}{4000}\right)} \right] = 3,2$ -

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

benadering geldt alleen voor I-profielen

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

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{3,8}{31,0} = 0,12$ - gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1}$ $M_{b,Rd} = 0,850 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 31,0$ kNm

$M_{cr} = 59$ $\lambda_{LT} = 0,79$ als bij berekening 6.3.2.2 kipkrommen algemeen

6.57 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,798 + \sqrt{(0,798^2 - 0,75 \cdot 0,786^2)}} = 0,825$ -

$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2 = 1 / 0,79^2 = 1,6$ - maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,825$ -

6.58 $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,825 / 0,97 = 0,850$ - reken met $\chi_{LT,mod} = 0,850$ -

$f = 1 - 0,5(1 - k_\phi) [1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0$ $f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,786 - 0,8)^2] = 0,970$ -

kip $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,79 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,79^2] = 0,798$ -

opmerking