



stalen ligger 2 steunpunten, twee q-lasten en één F-last

1xprofiel 1: HE160A

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

kerngegevens

norm	Eurocode NIEUWBOUW
ontwerplevensduur klasse	= 3
gevolgklasse	= CC1
correctiefactor voor formule 6.10.b	x= 0,89
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage	

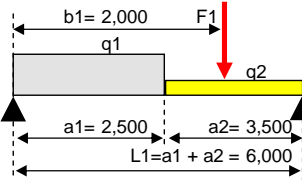
ontwerplevensduur	= 50 jaar		
toepassing	6.10.a	6.10.b	6.1 partiële factoren
$\gamma_{G,j}$	1,22	$\xi \gamma_{G,j}$ = 1,08	γ_{M0} = 1,00 -
$\gamma_{Q,1}$	1,35	$\gamma_{Q,1}$ = 1,35	γ_{M1} = 1,00 -
$\gamma_{Q,i}$	1,35	$\gamma_{Q,i}$ = 1,35	γ_{M2} = 1,25 -

diverse factoren

	A: woon- en verblijfsruimtes
gebouwcategorie	
(gewichtsberekening)	ψ_0 = 0,4 -
(elastische doorbuiging)	ψ_1 = 0,5 -
(kruip)	ψ_2 = 0,3 -
reductiefactor vloerbelasting	ψ_f = 1,00 -

kipcontrole uitschakelen?	nee
eigen gewicht ligger automatisch berekenen	ja
traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting	
belasting profiel 1:	sterke as
ΣI	= 1673 cm ⁴ Σg = 0,30 kN/m'
ΣW_{pl}	= 245 cm ³ ΣA = 38,8 cm ²
ΣW_{el}	= 220 cm ³ E = 210000 N/mm ²

lengte belasting q1	a1= 2,5 m
lengte belasting q2	a2= 3,5 m
sfatnd F1 tot stpt 1	b1= 2 m
toelaatbare einddoorbuiging veld 1	1: 250 * L
bijkomende doorbuiging veld 1	1: 333,3 * L
toegepaste zeeg veld 1	0 mm



werkelijk schema (op schaal)

belastingen en combinaties

onderdeel

q1:

permanente belasting	$G_{k,j}$ = 5 kN/m	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	5	+	0,30	=	5,30	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$ = 3 kN/m	STR/GEO $\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}		
opgelegde belasting momentaan	ΣQ_{mom} = 4 kN/m	6.10.a:	1,22	5,30	+	1,35	4,00	= 11,85 kN/m'
		STR/GEO $\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10.b:	1,08	5,30	+	1,35	3,00	= 9,79 kN/m'

q2:

permanente belasting	$G_{k,j}$ = 3 kN	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	3	+	0,30	=	3,30	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$ = 2 kN	STR/GEO $\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}		
opgelegde belasting momentaan	ΣQ_{mom} = 1 kN	6.10.a:	1,22	3,30	+	1,35	1,00	= 5,37 kN
		STR/GEO $\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10.b:	1,08	3,30	+	1,35	2,00	= 6,27 kN

F1:

permanente belasting	$G_{k,j}$ = 6 kN	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	6			=	6,00	kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$ = 5 kN	STR/GEO $\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	ΣQ_{mom}		
opgelegde belasting momentaan	ΣQ_{mom} = 4 kN	6.10.a:	1,22	6,00	+	1,35	4,00	= 12,69 kN
		STR/GEO $\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	γ_Q	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
		6.10.b:	1,08	6,00	+	1,35	5,00	= 13,24 kN

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

ULS	buiging	0,99	dwarskracht	0,21	onderflensinklemming	0,85	kip	1,37	SLS	u_{eind}	1,78	u_{bij}	0,93
-----	---------	------	-------------	------	----------------------	------	-----	-------------	-----	------------	-------------	-----------	------



resultaten mechanische berekeningen onderdeel

STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)		reactie (kN)			
	q1	q2	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	R ₁	R ₂		
G _{k,j}	5,30	3,30	6,00	-17,9	13,0	17,9	13,0		
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	3,00	2,00	5,00	-11,3	8,2	11,3	8,2		
6.10.a	11,85	5,37	12,69	-37,4	23,7	37,4	23,7		
6.10.b	9,79	6,27	13,24	-34,6	25,1	34,6	25,1		
maatgevende waarden				V _{Ed,v} =	37,4	kN	R _{Ed,v} =	37,4	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	25,3	2,24	26,0	
Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i}	0,0	0,0	16,6	2,10	16,8	
6.10.a	0,0	0,0	51,1	2,08		
6.10.b	0,0	0,0	49,8	2,18		
maatgevende waarden	M _{Ed,sl} =	0,0	kNm	M _{Ed,v} =	51,1	kNm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand onderdeel

belastinggevallen en combinaties

veld	=	U _{1,2}
U _{on}	=	G _{k,j} = 26,0
U _{elastisch}	=	Q _{k1} + ψ _{0,i} · Q _{k,i} (volbelast) = 16,8
U _{zeeg}	=	volgens opgave = 0,0
U _{eind}	=	U _{on} + U _{elastisch} + U _{zeeg} = 42,8
U _{bij}	=	U _{elastisch} = 16,8
U _{eind,toe}	=	U _{eind,toelaatbaar} = 24,0
U.C.	=	U _{eind} / U _{eind,toelaatbaar} = 1,78
U _{bij,toe}	=	U _{bij,toelaatbaar} = 18,0
U.C.	=	U _{bij} / U _{bij,toelaatbaar} = 0,93

toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting) onderdeel

buiging, art 6.2.5	M _{Ed}	=	51,1	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{51,1}{51,7}$	=	0,99	-
dwarskracht, art. 6.2.6	V _{Ed}	=	37,4	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{37,4}{179,6}$	=	0,21	-
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R ₁	=	37,4	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{37,4}{43,8}$	=	0,85	-
	R ₂	=	25,1	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{25,1}{43,8}$	=	0,57	-
kip, art. 6.3.2	M _{Ed}	=	51,1	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{51,1}{37,2}$	=	1,37	-
opleglengte, art. 6.9 EC steen		I _{opleg}	=	N _{Ed}	/ (	β	b	f _b)	
	R ₁	I _{opleg}	=	37,4 · 10 ³	/ (	1,34	160	2,89	)	= 60 mm
	R ₂	I _{opleg}	=	25,1 · 10 ³	/ (	1,34	160	2,89	)	= 41 mm



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

rekenwaarde moment $M_{Ed} = 51,1$ kNm profiel = HE160A A = 38,8 cm²
reductie flensdoorsnede (boutgat) $A_{f,red} = 0,0$ cm² kwaliteit = S235 $\gamma_{M0} = 1,00$ -

de boutgaten mogen worden verwaarloosd

$f_y = 235$ N/mm² $\gamma_{M2} = 1,25$ -
 $f_u = 360$ N/mm² $W_{pl} = 245,1$ cm³
b = 160 mm $W_{el,min} = 220,1$ cm³
 $t_f = 9$ mm $W_{ef,min} = 220,1$ cm³
 $A_f = 16,0$ 0,9 = 14,4 cm²
 $A_{f,net} = 14,4$ - 0,0 = 14,4 cm²

6.12 $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{51,1}{51,7} = 0,99$ -

6.13 (2) voor doorsnedeklasse 1 en 2
 $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{245,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 57,6$ kNm

6.14 voor doorsnedeklasse 3
 $M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 51,7$ kNm

6.15 voor doorsnedeklasse 4
 $M_{c,Rd} = M_{ef,Rd} = \frac{W_{ef,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 51,7$ kNm

6.16 (4) gaten voor verbindingmiddelen mogen worden verwaarloosd als:
 $\frac{A_{f,net} f_u \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M2}} = \frac{14,4 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 3,7$ kN

$\frac{A_f f_y \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M0}} = \frac{14,4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 3,4$ kN

art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving) onderdeel

rekenwaarde moment $V_{Ed} = 37,4$ kN profiel = HE160A A = 38,8 cm²
profiel **gewalste I en H profielen** kwaliteit = S235 $\gamma_{M0} = 1,00$ -

factor in formules gelast profiel $\eta = 1$ - $f_y = 235$ N/mm² $I_y = 1673$ cm⁴
dikte in beschouwde punt t = 6 mm b = 160 mm $t_f = 9$ mm
S_y = 123 cm³ h = 152 mm $t_w = 6$ mm
h_w = 152 - 9 $I_t = 12,2$ cm⁴
reken met hoogte van het lijf 2 = 134 mm
afroningstraal in profiel r = 15 mm

6.17 $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{37,4}{179,6} = 0,21$ -

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 $\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \frac{46,5}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,34$ -

algemeen geldt:
6.20 $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t} = \frac{37,4 \cdot 123 \cdot 10^2}{1673 \cdot 6} = 46$ N/mm²

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

$$6.21 \quad \tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \text{ indien } A_f / A_w > 0,6 = \frac{37,4 \cdot 10^3}{804} = 46 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_f &= b \cdot t_f &= 160 \cdot 9 &= 14,4 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 \\ A_w &= h_w \cdot t_w &= 134 \cdot 6 &= 8,0 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 \\ A_f / A_w &= 14,4 / 8,0 &= 1,8 \end{aligned}$$

waarde voor τ_{Ed} waarmee mag worden gerekend voor I en H-profiel = 46 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

$$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\varepsilon}{\eta} \text{ dus } \frac{134}{6} > 72 \frac{1,00}{1,00} \text{ eis } 22,3 > 72,0$$

conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend

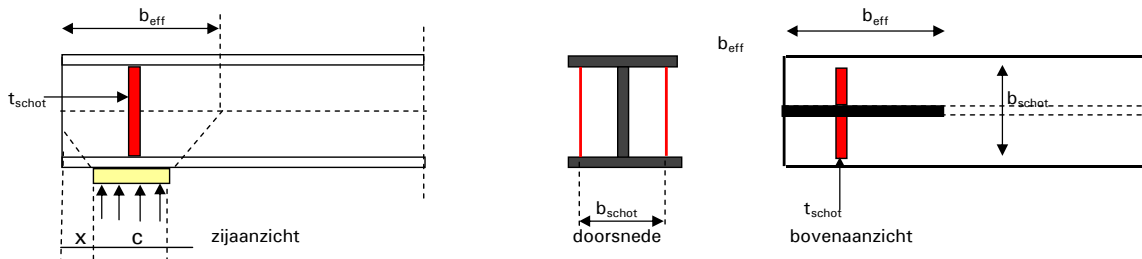
met $\varepsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$

(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$	
		$A_v = 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 2 \cdot 15) \cdot 9 = 1324$	
(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	$A_v = A - \Sigma (h_w \cdot t_w)$	
		$A_v = 3880 - (134 \cdot 6) = 3076$	
(3) f1	gewalste rh buis // hoogt	$A_v = A \cdot h / (b + h)$	
		$A_v = 3880 \cdot 152 / (160 + 152) = 1890$	
(3) f2	gewalste rh buis // breed	$A_v = A \cdot b / (b + h)$	
		$A_v = 3880 \cdot 160 / (160 + 152) = 1990$	
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 \cdot A / \pi$	
		$A_v = 2 \cdot 3880 / \pi = 2470$	

art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) onderdeel

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 37,4$ kN	profiel	= HE160A	E	= 210000 N/mm ²
extra normaalkracht oplegging	$N_{extra} = 0$ kN				
opleglengte	$c = 100$ mm	kwaliteit	= S235		
totale dikte schotjes	$t_{schot} = 0$ mm	$f_y = 235$ N/mm ²	$\gamma_{M1} = 1,00$		
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot} = 0,0$ mm	y-richting		z-richting	
zijkant oplegging c tot eind ligger	$x = 0,0$ mm	$h = 152$ mm	$b = 160$ mm		
		kromme	= c	$t_w = 6$ mm	

er worden geen verstijvingsschotjes toegepast





NEN 6770 art 12.2.4

$$\begin{aligned}
 b_{\text{eff}} &= 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(152,0^2 + 100,0^2)} + 0,0 + 100 / 2 = 141,0 \text{ mm} \\
 b_{\text{eff}} &< \sqrt{(h^2 + c^2)} &= \sqrt{(152^2 + 100^2)} &= 181,9 \text{ mm} \\
 \text{kniklengte y-richting } l_{\text{cr,y}} &= 2 \cdot 152 &= 304,0 \text{ mm} \\
 \text{doorsnede } A &= b_{\text{eff}} t_w + (b_{\text{schot}} - t_w) t_{\text{schot}} = 141,0 \cdot 6 + (0,0 - 6) \cdot 0 = 8,46 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 \\
 I &= 1/12 (t_{\text{schot}} b_{\text{schot}}^3 + (b_{\text{eff}} - t_{\text{schot}}) t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 0,0^3 + (141,0 - 0) \cdot 6^3) = 0,254 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \\
 \text{traagheidsstraal } i &= \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,254 \cdot 10^4 / 8 \cdot 10^2)} = 1,7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y-richting

6.46 $\frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{b,Rd}}} + \frac{N_{\text{extra}}}{N_{\text{b,Rd}}} \leq 1,0 = \frac{37,4 + 0,0}{43,8} = 0,85$

6.47-6.48 $N_{\text{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{\text{M1}} = 0,220 \cdot 8,5 \cdot 235 \cdot 10^1 / 1,00 = 43,8 \text{ kN}$

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

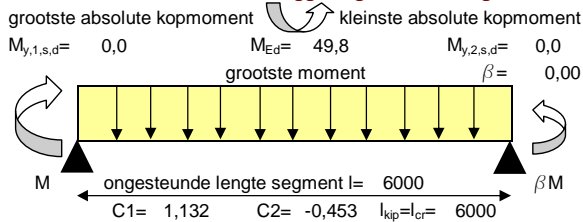
$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 [1 + 0,49 (1,869 - 0,2) + 1,869^2] = 2,655$

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

gemiddelde oplegspanning = $37,4 \cdot 10^3 / (160 \cdot 100) = 2,336 \text{ N/mm}^2$

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

schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteunen

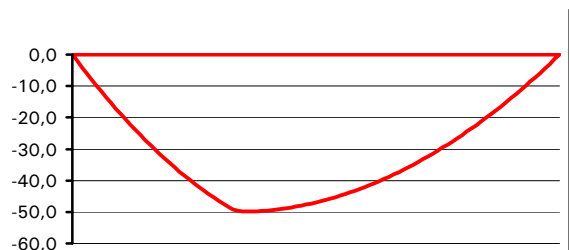


reductie weerstandsmoment	$W_{\text{red}} = 0,0 \text{ cm}^3$
reductie doorsnede	$A_{\text{red}} = 0,0 \text{ cm}^2$
profiel = HE160A	E = 210000 N/mm ²
kwaliteit = S235	A = 38,8 cm ²
$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	G = 80769 N/mm ²
h = 152 mm	$\gamma_{\text{M1}} = 1,00$
$t_f = 9 \text{ mm}$	b = 160 mm
$I_y = 1673 \text{ cm}^4$	$t_w = 6 \text{ mm}$
$I_y = 65,7 \text{ mm}$	$I_z = 616 \text{ cm}^4$
$W_{y,\text{el}} = 220,1 \text{ cm}^3$	$i_z = 39,8 \text{ mm}$
$W_{y,\text{pl}} = 245,1 \text{ cm}^3$	$I_t = 12,2 \text{ cm}^4$
$W_{y,\text{eff}} = 220,1 \text{ cm}^3$	h/b = 0,95
plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen	
$C_{\text{kip,links}} = 0,00$	* 6000 = 0 mm
$C_{\text{kip,rechts}} = 1,00$	* 6000 = 6000 mm
l = 6000	- 0 = 6000 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 gaffels

momentenlijn gekozen veld en kipsteunen



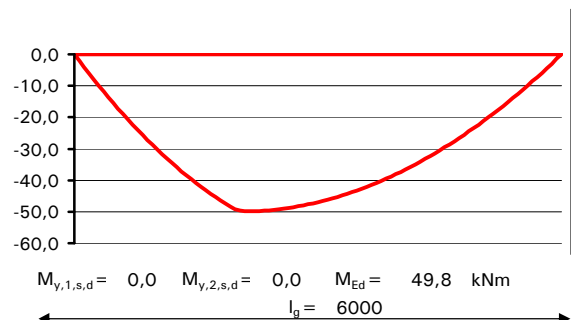


aanvullende invoer via een liggerberekningen:

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

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

momentenlijn gekozen veld en kipsteunen



kipcontrole algemeen: **1,34** kipcontrole gewalst profie **1,23** "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica bereker

NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte

tussen twee gaffels $l_{kip} = l_{st} = 6000$ mm
tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$ echter $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,8 \cdot 0,00) = 1,40$

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 6000 = 6000$ mm
 $l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,00 \cdot 6000 = 6000$ mm
reken met een ongesteunde lengte $l_{kip} = l_{cr} = 6000$ mm
afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt : 0,00 m
afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt : 6,00 m

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

Er wordt gerekend met de volgende gegevens:

lengte ligger tussen de gaffels $l_g = 6000$ mm
ongesteunde horizontale lengte $l = 6000$ mm
rekenwaarde buigend moment $M_{Ed} = 49,8$ 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

invloedsfactor uit tabel C1 $C_1 = 1,132$ -
invloedsfactor uit tabel C2 $C_2 = -0,453$ -
verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 0,00$ -
tabel 10, q-last en kopmomenten $B^* = 0,00$

$$\text{factor } B^* = \frac{8}{8} \frac{M}{/ M} + \frac{q}{q} \frac{l_{st}^2}{l_{st}^2} = 0,00$$

$$B^* = \frac{8}{8} \frac{0,0}{0,0} + \frac{9,8}{9,8} \frac{6000^2}{6000^2} = 0,00$$

toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{49,8}{37,2} = 1,34$ -

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

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1} = 0,720 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 37,2$ kNm

6.56 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{1,000 + \sqrt{(1,000^2 - 0,921^2)}} = 0,720$ -
maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,720$ -

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 (0,921 - 0,2) + 0,921^2] = 1,000$ -

$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{220,1 \cdot 235 \cdot 10^3 / 61} = 0,921$ -

12.2.7 $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / l_g \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)}$ $1,00 \cdot \frac{3}{6000} \cdot \sqrt{(210000 \cdot 616 \cdot 80769 \cdot 12,2 \cdot 10^8)} = 61$ kNm
NEN 6771

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

aan deze eis wordt voldaan

c) dubbel-symmetrische profielen : $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b l_g^2 \leq 575 = \frac{152 \cdot 9 \cdot 10^{12}}{6^3 \cdot 160 \cdot 6000^2} = 1100$ -

aan deze eis wordt niet voldaan

$k_{red} = \text{als } h / t_w > 75: k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1100 + 1,03 = 0,971$

$h / t_w = 152 / 6 = 25,333$ $\alpha = 1100$ eis < 5000 **conclusie:** $k_{red} = 1,00$ -
toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770



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

$$NEN 6771 \quad C = \pi \frac{1,132 \cdot 6000}{6000} \left[\sqrt{\left(1 + \frac{9,870 \cdot 870,9^2}{6000^2} (-0,453^2 + 1) + \pi \frac{-0,453 \cdot 870,9}{6000}\right)} \right] = 3,2$$

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

benadering geldt alleen voor I-profielen

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

6.54 $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{49,78}{40,4} = 1,23$ gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55 $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1}$ $M_{b,Rd} = 0,782 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 40,4 \text{ kNm}$
 $M_{cr} = 61$ $\lambda_{LT} = 0,92$ als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen

6.57 $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$ $\chi_{LT} = \frac{1}{0,907 + \sqrt{0,907^2 - 0,75 \cdot 0,921^2}} = 0,747$
 $\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2 = 1 / 0,92^2 = 1,2$ maatgevende waarde $\chi_{LT} = 0,747$

6.58 $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,747 / 0,96 = 0,782$ reken met $\chi_{LT,mod} = 0,782$
 $f = 1 - 0,5(1 - k_\phi) [1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0$ $f = 1 - 0,5(1 - 0,91) [1 - 2,0(0,921 - 0,8)^2] = 0,956$
kip $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,92 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,92^2] = 0,907$

NEN-EN 1996-1-1 art. 6.3.1 invoer t.b.v. bepaling druksterkte metselwerk voor berekening van de opleglengte

materiaal	= baksteen	
gemiddelde druksterkte steen	$f_b = 15 \text{ N/mm}^2$	
soort mortel	= metselmortel	
de steen wordt ingedeeld in categorie	= II	
doorgaande mortelvoeg // aan vlak van de wand?	= nee	3.6.2.1(6)
perforaties in steen	$\leq 0 \%$	lintvoegen: $\geq 6,0 \text{ mm}$ en $\leq 15 \text{ mm}$
gemiddelde druksterkte mortel	$f_m = 7,5 \text{ N/mm}^2$	$N_{Rdc} = \beta A_b f_d$
hoogte van wand tot niveau onder de last	$h_c = 2800 \text{ mm}$	
afstand einde wand tot zijkant rand oplegvlak links	$a_{1,l} = 500 \text{ mm}$	
afstand einde wand tot zijkant rand oplegvlak rechts	$a_{1,r} = 500 \text{ mm}$	

3.6.1.2 karakteristieke druksterkte van metselwerk m.u.v. "shell bedded" metselwerk op basis van samenstellende materialen

3.1 $f_k = K f_b^a f_m^b = \underbrace{1,0}_{K} \cdot 0,6 \cdot 15^{0,65} \cdot 7,5^{0,25} = 5,8 \text{ N/mm}^2$

2.4.3(1) bepaling rekenwaarde van de druksterkte $f_d = f_k / \gamma_M = 5,8 / 2,0 = 2,89 \text{ N/mm}^2$
 $\beta =$ de kleinste waarde van $1,25 + a_1 / 2 h_c$ en $1,25 + 500 / 2 \cdot 2800 = 1,34$ $\beta = 1,34$

opmerking