

**prismatische op buiging en druk belaste staven volgens art. 6.3.3**

**HE200A**

werk = **werk**  
 werknummer = **werknummer**  
 onderdeel = **onderdeel**

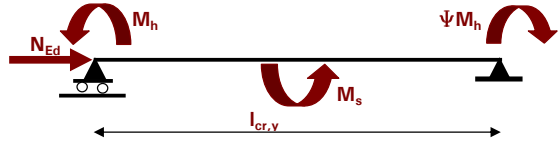
materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

**art. 6.3.3 prismatische op buiging en druk belaste staven**

kniklengte y-richting	$l_{cr,y}$	=	2500	mm	staalkwaliteit	S235	E	=	210000	N/mm <sup>2</sup>		
kniklengte z-richting	$l_{cr,z}$	=	2500	mm	$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	G	=	80769	N/mm <sup>2</sup>
reductie doorsnede	$A_{red}$	=	0,0	cm <sup>2</sup>	$f_u$	=	360	N/mm <sup>2</sup>	A	=	53,8	cm <sup>2</sup>
reductie weerstandsmoment	$W_{y,red}$	=	0,0	cm <sup>3</sup>	$\alpha$	=	1E-07	m	=	42,2	kg/m'	
reductie weerstandsmoment	$W_{z,red}$	=	0,0	cm <sup>3</sup>								

**uitwendige krachten**

rekenwaarde normaalkracht	$N_{Ed}$	=	350	kN
maximale moment om y-as	$M_{y,Ed}$	=	46	kNm
maximale moment om z-as	$M_{z,Ed}$	=	0	kNm
excentriciteit bij klasse 4 in y-richting	$e_{N,y}$	=	0	mm
excentriciteit bij klasse 4 in z-richting	$e_{N,z}$	=	0	mm



**t.b.v. berekening van coëfficiënt  $C_{my}$**

grootste steunpuntmoment y-richting	$M_h$	=	-46	kNm
kleinste steunpuntmoment y-richting	$\psi M_h$	=	-25	kNm
veldmoment in y-richting	$M_s$	=	20	kNm

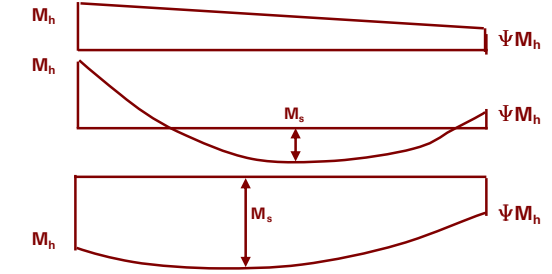
**t.b.v. berekening van coëfficiënt  $C_{mz}$**

grootste steunpuntmoment in z-richting	$M_h$	=	0	kNm
kleinste steunpuntmoment in z-richting	$\psi M_h$	=	0	kNm
veldmoment in z-richting	$M_s$	=	0	kNm

**t.b.v. berekening van coëfficiënt  $C_{mLT}$**

grootste steunpuntmoment y-richting	$M_h$	=	-46	kNm
kleinste steunpuntmoment y-richting	$\psi M_h$	=	-25	kNm
veldmoment in y-richting	$M_s$	=	20	kNm

**momentverloop tabel B3**



**invoer voor 6.3.1 op druk belaste staven ( berekening  $\chi_y$  en  $\chi_z$  )**

soort profiel	I - of H - profiel
torsiegevoelig	ja
soort belasting	gelijkmatig verdeeld
momentverloop tabel B3	parabool

<b>y-richting</b>	<b>z-richting</b>
h = 190 mm	b = 200 mm
t <sub>f</sub> = 10 mm	t <sub>w</sub> = 6,5 mm
I <sub>y</sub> = 3692 cm <sup>4</sup>	I <sub>z</sub> = 1336 cm <sup>4</sup>
S <sub>y</sub> = 215 cm <sup>3</sup>	S <sub>z</sub> = 102 cm <sup>3</sup>
W <sub>y,el</sub> = 389 cm <sup>3</sup>	W <sub>z,el</sub> = 134 cm <sup>3</sup>
W <sub>y,pl</sub> = 430 cm <sup>3</sup>	W <sub>z,pl</sub> = 204 cm <sup>3</sup>
i <sub>y</sub> = 82,8 mm	i <sub>z</sub> = 49,8 mm
kromme = 2	kromme = 3
kromme = b	kromme = c
I <sub>t</sub> = 21,0 cm <sup>4</sup>	$\gamma_{M1}$ = 1,00

**invoer voor 6.3.2 prismatische op buiging belaste staven ( berekening  $\chi_{LT}$  )**

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

$\chi_{LT}$  met **kipkrommen Algemeen**

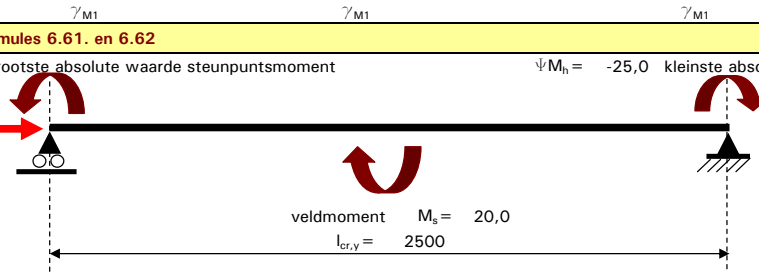
$$6.61 \quad \text{eis:} \quad \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \mathbf{0,57}$$

$$6.62 \quad \text{eis:} \quad \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \mathbf{0,90}$$

**toetsing van de formules 6.61. en 6.62**

$M_h = -46,0$  grootste absolute waarde steunpuntsmoment  $\Psi M_h = -25,0$  kleinste absolute waarde steunpuntsmoment

$N_{Ed} = 350,0$



opneembare normaalkracht en momenten	$N_{Rk} = f_y A_s = 235 \cdot 53,8 \cdot 10^{-1} = 1264,3 \text{ kN}$
	$M_{y,Rk} = f_y W_y = 235 \cdot 388,6 \cdot 10^{-3} = 91,3 \text{ kNm}$
	$M_{z,Rk} = f_y W_z = 235 \cdot 133,6 \cdot 10^{-3} = 31,4 \text{ kNm}$

aangepaste profielgrootheden	$A_{eff} = A - A_{red} = 53,8 - 0,0 = 53,8 \text{ cm}^2$
	$W_{y,eff} = W_{y,el} - W_{y,red} = 388,6 - 0,0 = 388,6 \text{ cm}^3$
	$W_{z,eff} = W_{z,el} - W_{z,red} = 133,6 - 0,0 = 133,6 \text{ cm}^3$

toeslagmomenten	$\Delta M_{y,Ed} = e_{N,y} N_{Ed} = 0,00 \cdot 350,0 = 0,0 \text{ kNm}$
	$\Delta M_{z,Ed} = e_{N,z} N_{Ed} = 0,00 \cdot 350,0 = 0,0 \text{ kNm}$

diverse factoren	interactiefactoren tabel B1 of B2	knikfactoren uit 6.3.1	equivalente momentenverdelingsfactoren uit tabel B3
	$k_{yy} = 0,47$	$\chi_y = 0,96$	$C_{my} = 0,45$
	$k_{yz} = 1,11$	$\chi_z = 0,82$	$C_{mz} = 1,00$
	$k_{zy} = 0,95$	torsieknikfactor uit 6.3.2	$C_{mLT} = 0,45$

**de toetsingen**

6.61 eis: 
$$\frac{\chi_y}{\gamma_{M1}} \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} + \frac{\Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,96}{1,00} \frac{350,0}{1264,3} + 0,47 \frac{46,0 + 0,0}{0,85 \frac{91,3}{1,00}} + 1,11 \frac{0,0 + 0,0}{1,00} = 0,29 + 0,28 + 0,00 = 0,57$$

6.62 eis: 
$$\frac{\chi_z}{\gamma_{M1}} \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} + \frac{\Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,82}{1,00} \frac{350,0}{1264,3} + 0,95 \frac{46,0 + 0,0}{0,85 \frac{91,3}{1,00}} + 1,11 \frac{0,0 + 0,0}{1,00} = 0,34 + 0,56 + 0,00 = 0,90$$

**bijlage: tabel B1 - interactiefactoren  $k_{ij}$  voor staven die NIET gevoelig zijn voor vervorming door torsie**

$k_{yy}$  voor I - H en kokerprofielen klasse 1 en 2

$$k_{yy} = C_{my} \left( 1 + \left( \lambda_y - 0,2 \right) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} / \frac{\gamma_{M1}}{1,00} \right)$$

$$k_{yy} = 0,4478 \left( 1 + \left( 0,3213 - 0,2 \right) \frac{350,0}{0,9562 \cdot 1264,3} / 1,00 \right) = 0,46$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} / \frac{\gamma_{M1}}{1,00} \right)$$

$$k_{yy} \leq 0,4478 \left( 1 + 0,8 \frac{350,0}{0,9562 \cdot 1264,3} / 1,00 \right) = 0,55$$

maatgevende waarde voor klasse 1 en 2  $k_{yy} = 0,46$



klasse 3 en 4	$k_{yy} = C_{my} ( 1 + 0,6 \sqrt{\lambda_y} )$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} / \gamma_{M1}$	)	
	$k_{yy} = 0,4478 ( 1 + 0,6 \cdot 0,3213$	$\frac{350,0}{0,9562 \cdot 1264,3} / 1,00$	)	= 0,47
	$k_{yy} < = C_{my} ( 1 + 0,6$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} / \gamma_{M1}$	)	
	$k_{yy} < = 0,4478 ( 1 + 0,6$	$\frac{350,0}{0,9562 \cdot 1264,3} / 1,00$	)	= 0,53
	maatgevende waarde voor klasse 3 en 4			$k_{yy} = 0,47$
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staaklasse			$k_{yy} = \boxed{0,47}$
$k_{yz}$	voor I - H en kokerprofielen			
klasse 1 en 2	$k_{yz} = 0,6$	$k_{zz} = 0,6$	$1,11$	= 0,66
klasse 3 en 4	$k_{yz} =$	$k_{zz} =$		= 1,11
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staaklasse			$k_{yz} = \boxed{1,11}$
$k_{zy}$	voor I - H en kokerprofielen			
klasse 1 en 2	$k_{zy} = 0,6$	$k_{yy} = 0,6$	$0,47$	= 0,28
klasse 3 en 4	$k_{zy} = 0,8$	$k_{yy} = 0,8$	$0,47$	= 0,38
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staaklasse			$k_{zy} = \boxed{0,38}$



$k_{zz}$	voor I - en H - profielen								
	klasse 1 en 2	$k_{zz} =$	$C_{mz} (1 + (2 - \lambda_z - 0,6))$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	)				
		$k_{zz} =$	$1 (1 + (2 - 0,5342 - 0,6))$	$\frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	)	$=$	$1,16$		
		$k_{zz} < =$	$C_{mz} (1 + 1,4)$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	)				
		$k_{zz} < =$	$1 (1 + 1,4)$	$\frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	)	$=$	$1,47$		
	maatgevende waarde voor klasse 1 en 2						$k_{zz} =$	$1,16$	
	klasse 3 en 4	$k_{zz} =$	$C_{mz} (1 + 0,6 - \lambda_z)$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	)				
		$k_{zz} =$	$1 (1 + 0,6 - 0,5342)$	$\frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	)	$=$	$1,11$		
		$k_{zz} < =$	$C_{mz} (1 + 0,6)$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	)				
		$k_{zz} < =$	$1 (1 + 0,6)$	$\frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	)	$=$	$1,20$		
	maatgevende waarde voor klasse 3 en 4						$k_{zz} =$	$1,11$	
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staalklasse						$k_{zz} =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>1,11</math></span>	
$k_{zz}$	voor koker - profielen								
	klasse 1 en 2	$k_{zz} =$	$C_{mz} (1 + (\lambda_z - 0,2))$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	)				
		$k_{zz} =$	$1 (1 + (0,5342 - 0,2))$	$\frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	)	$=$	$1,11$		
		$k_{zz} < =$	$C_{mz} (1 + 0,8)$	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	)				
		$k_{zz} < =$	$1 (1 + 0,8)$	$\frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	)	$=$	$1,27$		
	maatgevende waarde voor klasse 1 en 2						$k_{zz} =$	$1,11$	
	klasse 3 en 4	$k_{zz} =$	als bij I - en H - profielen				$=$	$1,11$	
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staalklasse						$k_{zz} =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>1,11</math></span>	



voor I - H - en koker - profielen onder axiale druk en eenzijdige buiging  $M_{y,Ed}$  geldt  $k_{zy} = 0$  ( RHS - profielen zijkant rechthoekige kokers)

**bijlage: tabel B2 - interactiefactoren  $k_{ij}$  voor staven die WEL gevoelig zijn voor vervorming door torsie**

$k_{yy}$	klasse 1 en 2	$k_{yy} =$	volgens tabel B1	=	0,46
	klasse 3 en 4	$k_{yy} =$	volgens tabel B1	=	0,47
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staaklasse			$k_{zz} =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,47</span>
$k_{yz}$	klasse 1 en 2	$k_{yz} =$	volgens tabel B1	=	0,66
	klasse 3 en 4	$k_{yz} =$	volgens tabel B1	=	1,11
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staaklasse			$k_{zz} =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,11</span>
$k_{zy}$	klasse 1 en 2	$k_{zy} =$	$\left[ 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \right] \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}}$		
		$k_{zy} =$	$\left[ 1 - \frac{0,1 \cdot 0,5342}{0,4478 - 0,25} \right] \cdot \frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	=	0,91
		$k_{zy} > =$	$\left[ 1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \right] \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}}$		
		$k_{zy} > =$	$\left[ 1 - \frac{0,1}{0,4478 - 0,25} \right] \cdot \frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	=	0,83
	maatgevende waarde voor klasse 1 en 2 als $\bar{\lambda}_z > = 0,4$			$k_{zy} =$	0,91
	als $\bar{\lambda}_z < 0,4$ dan geldt: $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z = 0,6 + 0,5342$			$k_{zy} =$	1,13
maar		$k_{zy} < =$	$\left[ 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \right] \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}}$		
		$k_{zy} < =$	$\left[ 1 - \frac{0,1 \cdot 0,5342}{0,4478 - 0,25} \right] \cdot \frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	=	0,91
	maatgevende waarde voor klasse 1 en 2 als $\bar{\lambda}_z < 0,4$			$k_{zy} =$	0,91
	omdat de uiteindelijke waarde van $\bar{\lambda}_z = 0,5342$ geldt dus			$k_{zy} =$	0,91
	klasse 3 en 4	$k_{zy} =$	$\left[ 1 - \frac{0,05 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \right] \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}}$		
		$k_{zy} =$	$\left[ 1 - \frac{0,05 \cdot 0,5342}{0,4478 - 0,25} \right] \cdot \frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	=	0,95
		$k_{zy} > =$	$\left[ 1 - \frac{0,05}{C_{mLT} - 0,25} \right] \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}}$		
		$k_{zy} > =$	$\left[ 1 - \frac{0,05}{0,4478 - 0,25} \right] \cdot \frac{350,0}{0,8237 \cdot 1264,3 / 1,00}$	=	0,92
	maatgevende waarde voor klasse 3 en 4			$k_{zy} =$	0,95
	uiteindelijke waarde afhankelijk van de staaklasse			$k_{zy} =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,95</span>
$k_{zz}$	klasse 1 en 2	$k_{zz} =$	volgens tabel B1	=	1,11
	klasse 3 en 4	$k_{zz} =$	volgens tabel B1	=	1,11

uiteindelijke waarde afhankelijk van de staalklasse						$k_{zz} = 1,11$	
bijlage: tabel B3 equivalente momentverdelingsfactor $C_m$ in tabellen B1 en B2				berekening van de factor $C_{my}$ en $C_{mLT}$			
tbv berekening $C_{my}$	grootste steunpuntsmoment (absol)	$M_h = -46,0$ kNm	$\Psi = -25$ / -46	=	0,54		
	kleinste steunpuntsmoment (absol)	$\Psi M_h = -25,0$ kNm	$M_s < M_h$ $\alpha_s = 20$ / -46	=	-0,43		
	veldmoment	$M_s = 20,0$ kNm	$M_h < M_s$ $\alpha_h = -46$ / 20	=	-2,30		
momentenverloop							
	gebied	belasting	formule				
	steunpunt veld	steunpunt steunpunt					
lineair verloop							
	nvt	$-1 < \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,6 + 0,4 \Psi > = 0,4 = 0,6 + 0,54$	=	0,82	
	M	$\Psi M$	geconcentreerd	$C_{my} = 0,6 + 0,4 \Psi > = 0,4 = 0,6 + 0,54$	=	0,82	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,82	
paraboolvormig							
	$0 < \alpha_s < 1$	$-1 < \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,2 + 0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,2 + -0,43$	=	0,40	
	$M_s < M_h$		geconcentreerd	$C_{my} = 0,2 + 0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,2 + -0,43$	=	0,40	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,40	
	$-1 < \alpha_s < 0$	$0 < = \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,1 - 0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,1 - 0 -0,43$	=	0,45	
			geconcentreerd	$C_{my} = -0,8 \alpha_s > = 0,4 = -0,8 -0,43$	=	0,40	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,45	
		$-1 < = \Psi < = 0$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,1(1-\Psi)-0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,1 \cdot 0,54 - 0,8 \cdot -0,43$	=	0,40	
			geconcentreerd	$C_{my} = 0,2(-\Psi)-0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,2(-0,54) - 0,8 \cdot -0,43$	=	0,46	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,40	
			maatgevende waarde tgv $\Psi$		=	0,45	
			maatgevende waarde tgv $\alpha_s$		=	0,45	
paraboolvormig							
	$0 < \alpha_h < 1$	$-1 < = \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0, -2,30$	=	0,84	
	$M_h < M_s$		geconcentreerd	$C_{my} = 0,90 + 0,10 \alpha_h = 0,90 + 0, -2,30$	=	0,67	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,84	
	$-1 < \alpha_h < 0$	$0 < = \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0, -2,30$	=	0,84	
			geconcentreerd	$C_{my} = 0,90 + 0,10 \alpha_h = 0,90 + 0, -2,30$	=	0,67	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,84	
		$-1 < = \Psi < = 0$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h(1+2\Psi) = 0,95 + 0,0 \cdot -2,30 \cdot 2,09$	=	0,71	
			geconcentreerd	$C_{my} = 0,90 + 0,10 \alpha_h(1+2\Psi) = 0,90 + 0,1 \cdot -2,30 \cdot 2,09$	=	0,42	
			maatgevende waarde tgv soort belasting		=	0,71	
			maatgevende waarde tgv $\Psi$		=	0,84	
			maatgevende waarde tgv $\alpha_h$		=	0,84	



verplaatsbare knopen		voor staven met een knikvorm met verplaatsbare knopen (sway buckling mode) geldt		$C_{my} = C_{mz} =$		<b>0,90</b>	
bijlage: tabel B3 equivalente momentverdelingsfactor $C_m$ in tabellen B1 en B2				berekening van de factor $C_{mz}$			
tbv berekening $C_{my}$	grootste steunpuntsmoment (absol	$M_h =$	0,1 kNm	$\Psi =$	0,1 / 0,1	= 1,00	
	kleinste steunpuntsmoment (absol	$\Psi M_h =$	0,1 kNm	$M_s < M_h$	$\alpha_s =$ 0,1 / 0,1	= 1,00	
	veldmoment	$M_s =$	0,1 kNm	$M_h < M_s$	$\alpha_h =$ 0,1 / 0,1	= 1,00	
momentenverloop gebied	belasting	formule					
steunpunt	steunpunt						
veld	steunpunt						
lineair verloop	$-1 < \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,6 + 0,4 \Psi > = 0,4 = 0,6 +$		1,00	= 1,00	
		geconcentreerd	$C_{my} = 0,6 + 0,4 \Psi > = 0,4 = 0,6 +$		1,00	= 1,00	
		<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>1,00</b>	
paraboolvormig	$0 < \alpha_s < 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,2 + 0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,2 +$		1,00	= 1,00	
		geconcentreerd	$C_{my} = 0,2 + 0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,2 +$		1,00	= 1,00	
$M_s < M_h$			<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>1,00</b>
	$-1 < \alpha_s < 0$	$0 < = \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,1 - 0,8 \alpha_s > = 0,4 = 0,1 - 0$		1,00	= 0,40
geconcentreerd			$C_{my} = - 0,8 \alpha_s > = 0,4 = - 0,8$		1,00	= 0,40	
		<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>0,40</b>	
	$-1 < = \Psi < = 0$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,1(1-\Psi)-0,8\alpha_s > = 0,4 = 0,1$		1,00 ) - 0,8	1,00 = 0,40	
		geconcentreerd	$C_{my} = 0,2(-\Psi)-0,8\alpha_s > = 0,4 = 0,2($		-1,00 ) - 0,8	1,00 = 0,40	
		<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>0,40</b>	
		<b>maatgevende waarde tgv <math>\Psi</math></b>				<b>0,40</b>	
		<b>maatgevende waarde tgv <math>\alpha_s</math></b>				<b>1,00</b>	
paraboolvormig	$0 < \alpha_h < 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0,$		1,00	= 1,00	
		geconcentreerd	$C_{my} = 0,90 + 0,10 \alpha_h = 0,90 + 0,$		1,00	= 1,00	
$M_h < M_s$			<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>1,00</b>
	$-1 < \alpha_h < 0$	$0 < = \Psi < = 1$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h = 0,95 + 0,$		1,00	= 1,00
geconcentreerd			$C_{my} = 0,90 + 0,10 \alpha_h = 0,90 + 0,$		1,00	= 1,00	
		<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>1,00</b>	
	$-1 < = \Psi < = 0$	gelijkmatig verdeeld	$C_{my} = 0,95 + 0,05 \alpha_h(1+2\Psi) = 0,95 + 0,0$		1,00 3,00	= 1,10	
		geconcentreerd	$C_{my} = 0,90 + 0,10 \alpha_h(1+2\Psi) = 0,90 + 0,1$		1,00 3,00	= 1,20	
		<b>maatgevende waarde tgv soort belasting</b>				<b>1,10</b>	
		<b>maatgevende waarde tgv <math>\Psi</math></b>				<b>1,00</b>	
		<b>maatgevende waarde tgv <math>\alpha_h</math></b>				<b>1,00</b>	

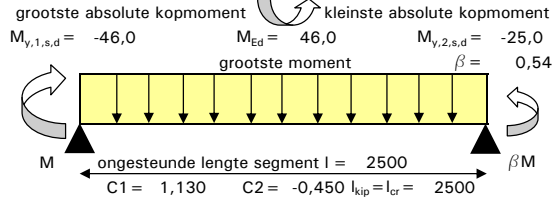
verplaatsbare knopen		voor staven met een knikvorm met verplaatsbare knopen (sway buckling mode) geldt		$C_{my} = C_{mz} =$		<b>0,90</b>
bijlage: art. 6.3.1 prismatische op druk belaste staven				onderdeel		
6.49	$\chi_y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda_y^2)}} \leq 1,0$	$\chi_y =$	$\frac{1}{0,572 + \sqrt{(0,572^2 - 0,321^2)}}$	=	0,956	-
	$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2]$	$\Phi =$	$0,5 [1 + 0,34 (0,321 - 0,2) + 0,321^2]$	=	0,572	-
6.50	voor klasse 1, 2 en 3 geldt $\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1$	=	30,2 / 93,9	=	0,321	-
	$N_{cr} = A f_y / \lambda_y^2 = 53,8 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 0,321^2 = 12243$ kN (ter informatie)					
	(4) $N_{Ed} / N_{cr} = 350 / 12243 = 0,029$	<b>knikeffecten mogen worden verwaarloosd</b>				
6.51	voor klasse 4 geldt: $\lambda_y = \lambda_y \sqrt{(A_{eff} / A)} / \lambda$	=	30,2 $\sqrt{(53,8 / 53,8)} / 93,9$	=	0,321	-
	$\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9$					
	$\lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 2500 / 82,8 = 30,2$					
	$\lambda_z = l_{cr,z} / i_z = 2500 / 49,8 = 50,2$					
6.49	$\chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda_z^2)}} \leq 1,0$	$\chi_z =$	$\frac{1}{0,725 + \sqrt{(0,725^2 - 0,534^2)}}$	=	0,824	-
	$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2]$	$\Phi =$	$0,5 [1 + 0,49 (0,534 - 0,2) + 0,534^2]$	=	0,725	-
6.50	voor klasse 1, 2 en 3 geldt: $\lambda_z = \lambda_z / \lambda_1$	=	50,2 / 93,9	=	0,534	-
	$N_{cr} = A f_y / \lambda^2 = 53,8 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 0,534^2 = 4430,4$ kN (ter informatie)					
	(4) $N_{Ed} / N_{cr} = 350 / 4430,4 = 0,079$					

voor klasse 4 geldt:  $\lambda_z = \lambda_z \sqrt{(A_{eff} / A) / \lambda} = 50,2 \sqrt{(53,8 / 53,8) / 93,9} = 0,534$

**bijlage: art. 6.3.2 prismatische op buiging belaste staven (kip)** onderdeel

lengte ligger tussen de gaffels  $l_g = 2500$  mm  
 ongesteunde lengte (zijdelingse richting)  $l_{st} = l = 2500$  mm  
 rekenwaarde buigend moment  $M_{Ed} = 46$  kNm  
 kopmoment met grootste absolute waarde  $M_{y,1,s,d} = -46$  kNm  
 kopmoment met kleinste absolute waarde  $M_{y,2,s,d} = -25$  kNm  
 invoer bij tabel 10 en 12  $q = 6$  kN/m'  
 invoer bij tabel 11 en 12  $F = 0$  kN  
 invloedsfactor uit **tabel 11**  $C_1 = 0,21$  -  
 invloedsfactor uit **tabel 11**  $C_2 = 0,56$  -

**schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteun**



**NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte**

tussen twee gaffels  $l_{kip} = l_{st} = 2500$  mm  
 tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen  
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$  echter  $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$   
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,54) = 0,97$  **deze factor is niet van toepassing, zodat f2=1,00**

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 2500 = 2500$  mm  
 $l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,00 \cdot 2500 = 2500$  mm  
 reken met een ongesteunde lengte  $l_{kip} = l_{cr} = 2500$  mm

**Er wordt gerekend met de volgende gegevens:**

lengte ligger tussen de gaffels  $l_g = 2500$  mm  
 ongesteunde horizontale lengte  $l = 2500$  mm  
 rekenwaarde buigend moment  $M_{Ed} = 46,0$  kNm  
 kopmoment met grootste absolute waarde  $M_{y,1,s,d} = -46,0$  kNm  
 kopmoment met kleinste absolute waarde  $M_{y,2,s,d} = -25,0$  kNm

invloedsfactor uit tabel C1  $C_1 = 1,130$   
 invloedsfactor uit tabel C2 = -1 0,450  $C_2 = -0,450$   
 verhouding  $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 0,54$   
 tabel 9, geval 2;q-last

6.56  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,686 + \sqrt{(0,686^2 - 0,482^2)}} = 0,853$

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,49 (0,482 - 0,2) + 0,482^2] = 0,686$   
 $\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{388,6 \cdot 235 \cdot 10^{-3} / 393} = 0,482$

12.2.7  $M_{cr} = M_{k\phi} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)}$   $= 1,00 \cdot \frac{4,5}{2500} \sqrt{(210000 \cdot 1336 \cdot 80769 \cdot 21,0 \cdot 10^8)} = 393$  kNm

NEN 6771 b) dubbel-symmetrische profielen :  $h / t_f \leq 75 = 190 / 10 = 19,0$  -

c) dubbel-symmetrische profielen :  $\alpha = h t_f \cdot 10^{12} / t_w^3 b I_g^2 \leq 575 = \frac{190 \cdot 10 \cdot 10^{12}}{6,5^3 \cdot 200 \cdot 2500^2} = 5535$  -

$k_{red} =$  als  $h / t_w > 75$ :  $k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 5535 + 1,03 = 0,731$   
 $h / t_w = 190 / 6,5 = 29,231$   $\alpha = 5535$  eis < 5000 conclusie:  $k_{red} = 1,00$  -

toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

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

NEN 6771  $C = \pi \frac{1,130}{2500} \frac{0,450}{2500} \left[ \sqrt{(1 + \frac{9,870}{2500^2} 1222,4^2)} (-0,450^2 + 1) + \pi \frac{-0,450 \cdot 1222,4}{2500} \right] = 4,5$  -

12.2.11.b  $S = \frac{h}{2} \sqrt{(\frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t})} = \frac{190}{2} \sqrt{(\frac{210000}{80769} \frac{1336,0}{21,0})} = 1222,4$  -

$M_{cr} = 393$   $\lambda_{LT} = 0,48$  als bij berekening 6.3.2.2 kipkrommen algemeen **benadering geldt alleen voor I-profielen**

6.57  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,607 + \sqrt{(0,607^2 - 0,75 \cdot 0,482^2)}} = 0,954$  -

$\chi_{LT} < 1 / \lambda_{LT}^2 = 1 / 0,48^2 = 4,30$  - maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,954$  -

6.58  $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,954 / 0,98 = 0,977$  - reken met  $\chi_{LT,mod} = 0,977$  -

$f = 1 - 0,5(1 - k_{\phi}) [1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0$   $f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,48 - 0,8)^2] = 0,976$  -

kip  $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,49 (0,48 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,48^2] = 0,607$  -

**opmerking:**