

STATISCHE BEREKENING

Grand Hotel te Maastricht

deel 1: hoofdberekening - bestaand bouwdeel

werknummer : 1803301

opdrachtgever : Gemeente Maastricht
Veiligheid en Leefbaarheid

architect : AMA Group te Maastricht

Ontvangen op : 18-02-2019

datum : 1 februari 2019

Zaaknummer : 18-1639WB

Behoort bij besluit van B&W
d.d. 31-10-2019

PLAN OP HOOFDLIJNEN GETOETST

Gezien d.d. 27 maart 2019

Behoort bij ontwerpbesluit van B&W
d.d. 02-05-2019

van de laar bv
Innovation Powerhouse
Zwaanstraat 31R
5651 CA Eindhoven

040 252 66 25
info@vandelaar.info
www.vandelaar.info

INHOUD

	pagina
-uitgangspunten	-2-
-belastingen	-3-
-doorbraken in bestaand bouwdeel	-4-
-liftschacht in bestaand bouwdeel	-5-

BIJLAGEN

-bijlage computeruitvoer	-100 t/m 141-
--------------------------	---------------

INLEIDING

-in het bestaande bouwdeel van het project Grand Hotel te Maastricht worden enkele wanddoorbraken gerealiseerd. Ook wordt voorzien in een nieuwe liftschacht. Zie tevens het tekenwerk van Van de Laar nr. 1803301 bladen DO-01 en DO-02.

UITGANGSPUNTEN

toegepaste voorschriften (Eurocode, inclusief Nederlandse Nationale Bijlage)

NEN-EN 1990	grondslagen
NEN-EN 1991	belastingen op constructies
NEN-EN 1992 t/m 1996	materiaalgebonden normen
NEN 8700	grondslagen - constructieve veiligheid van bestaande bouw bij verbouw en afkeuren
NEN 8701	belastingen - constructieve veiligheid van bestaande bouw bij verbouw en afkeuren

toegepaste materialen en kwaliteiten (tenzij anders aangegeven)

beton	sterkteklasse	C30/37
	wapeningsstaal	B500B
staal	constructiestaal	S235
	bouten	8.8
	ankerbouten	4.6
hout	sterkteklasse gezaagd hout	C18
	sterkteklasse gelamineerd hout	GL28h
metselwerk	baksteen metselwerk	$f_k = 4,50 \text{ N/mm}^2$
	kalkzandsteen gemetseld	$f_k = 5,40 \text{ N/mm}^2$
	kalkzandsteen CS20 gelijmd	$f_k = 10,20 \text{ N/mm}^2$

algemeen

gevolgklasse	CC2a
windgebied	III
terreincategorie	bebouwd

fundering

het funderingsontwerp is gebaseerd op	rapport:	geotechnisch onderzoek en funderingsadvies
	nummer:	GA180239.R01.V1.0
	datum:	23-11-2018
	van:	Geonius Geotechniek BV te Maastricht

belastingfactoren - nieuwbouw

		blijvend		opgelegd
		g_g :ongunstig	g_g :gunstig	g_a
verg. 6.10	EQU	1,10	-	1,50
verg. 6.10a	STR/GEO	1,35	0,90	1,50M
verg. 6.10b	STR/GEO	1,20	0,90	1,50

correctiefactoren

ontwerplevensduur	50 jaar
opgelegd:	afhankelijk van ψ_0
wind:	$C_{prob}^2 = 1,00$
sneeuw:	$S_n/S_k = 1,00$

belastingfactoren - bestaande bouw

		blijvend		opgelegd	wind
		g_g :ongunstig	g_g :gunstig	g_a	g_a
verg. 6.10a	STR/GEO	1,30	0,90	1,30M	1,40M
verg. 6.10b	STR/GEO	1,15	0,90	1,30	1,40

correctiefactoren

restlevensduur	30 jaar
opgelegd:	afhankelijk van ψ_0
wind:	$C_{prob}^2 = 0,93$
sneeuw:	$S_n/S_k = 0,90$

BELASTINGEN volgens NEN-EN 1991-1-1 + C1: 2011

SD1 schuin dak pannen		$\alpha =$	45 °	bestaande bouw		
- eigen gewicht houten kap met pannen	0,65 kN/m ²	ψ_0	0,00	$\gamma_{G;(\min)}$	0,90	
- plafond	0,15 kN/m ²	ψ_1	0,20	$\gamma_{G;(6.10a)}$	1,30	
		ψ_2	0,00	$\gamma_{G;6.10b)}$	1,15	
				γ_Q	1,30	

SD1-s belasting per m² dakvlak

blijvende belasting totaal	g_k	0,80 kN/m ²		$p_{d;(\min)}$	0,72 kN/m ²
opgelegde bel. categorie SN	q_k	0,20 kN/m ²	Q_k 0,00 kN	$p_{d;(6.10a)}$	1,04 kN/m ²
totaal representatief	p_k	1,00 kN/m ²		$p_{d;(6.10b)}$	1,18 kN/m ²

SD1-v belasting per m² grondvlak

blijvende belasting totaal	g_k	1,13 kN/m ²		$p_{d;(\min)}$	1,02 kN/m ²
opgelegde belasting	q_k	0,28 kN/m ²		$p_{d;(6.10a)}$	1,47 kN/m ²
totaal representatief	p_k	1,41 kN/m ²		$p_{d;(6.10b)}$	1,67 kN/m ²

VV1 verd.vloer hout		bestaande bouw				
- houten balklaag	0,35 kN/m ²	ψ_0	0,40	$\gamma_{G;(\min)}$	0,90	
- plafond en installaties	0,15 kN/m ²	ψ_1	0,50	$\gamma_{G;(6.10a)}$	1,30	
- afwerking	0,20 kN/m ²	ψ_2	0,30	$\gamma_{G;6.10b)}$	1,15	
- isolatie	0,10 kN/m ²			γ_Q	1,30	
blijvende belasting totaal	g_k	0,80 kN/m ²		$p_{d;(\min)}$	0,72 kN/m ²	
opgelegde bel. cat. A (incl. lsw)	q_k	2,55 kN/m ²	Q_k 3,00 kN	$p_{d;(6.10a)}$	2,37 kN/m ²	
totaal representatief	p_k	3,35 kN/m ²		$p_{d;(6.10b)}$	4,24 kN/m ²	

LFT lift						
- lift o.b.v. Schindler 3300, 400 kg		ψ_0	0,50	$\gamma_{G;(\min)}$	0,90	
totale liftinstallatie ca. 40 kN incl. heflk		ψ_1	0,50	$\gamma_{G;(6.10a)}$	1,35	
(waarvan ca. 20% horizontaal)		ψ_2	0,30	$\gamma_{G;6.10b)}$	1,20	
				γ_Q	1,50	
blijvende belasting totaal	G_k	0,0 kN		$p_{d;(\min)}$	0,0 kN	
opgelegde bel. categorie BO	Q_k	40,0 kN		$p_{d;(6.10a)}$	30,0 kN	
totaal representatief	P_k	40,0 kN		$p_{d;(6.10b)}$	60,0 kN	

MW4 metselwerk d=400						
- metselwerk d=400	8,00 kN/m ²	$\gamma_{G;(\min)}$	0,90	$p_{d;(\min)}$	7,20 kN/m ²	
		$\gamma_{G;(6.10a)}$	1,35	$p_{d;(6.10a)}$	10,80 kN/m ²	
		$\gamma_{G;6.10b)}$	1,20	$p_{d;(6.10b)}$	9,60 kN/m ²	
blijvende belasting totaal	g_k	8,00 kN/m ²				
totaal representatief	p_k	8,00 kN/m ²				

MW3 metselwerk d=300						
- metselwerk d=300	6,00 kN/m ²	$\gamma_{G;(\min)}$	0,90	$p_{d;(\min)}$	5,40 kN/m ²	
		$\gamma_{G;(6.10a)}$	1,35	$p_{d;(6.10a)}$	8,10 kN/m ²	
		$\gamma_{G;6.10b)}$	1,20	$p_{d;(6.10b)}$	7,20 kN/m ²	
blijvende belasting totaal	g_k	6,00 kN/m ²				
totaal representatief	p_k	6,00 kN/m ²				

Doorbraken in bestaand bouwdeel

ligger t.b.v. gang op 2e verd.

profiel: HE240A

schema : lengte: Δ 4,20 Δ 1,30 m

belasting q1 : x: 0,00m l: 5,50m
 schuin dak pannen 45° (0,60 * 7,40)*[g_k 1,13 ; (ψ_0 1,00 * q_k 0,28)]= g_k 5,0 + q_k 1,2 extr.
 5,0 + 1,2 kN/m¹

belasting q2a : x: 0,00m l: 2,75m
 metselwerk d=300 (1,30)*[g_k 6,00 ; (ψ_0 1,00 * q_k 0,00)]= g_k 7,8 + q_k 0,0 extr.
 7,8 + 0,0 kN/m¹

belasting q2b : x: 2,75m l: 2,75m
 metselwerk d=300 (3,60)*[g_k 6,00 ; (ψ_0 1,00 * q_k 0,00)]= g_k 21,6 + q_k 0,0 extr.
 21,6 + 0,0 kN/m¹

berekening zie bijlage blz. : 100 - 106 REd,st.p.A = 53,5 kN controle oplegging zie blz. 104
 REd,st.p.B = 101,4 kN controle kolom HE120A zie blz. 105

latei t.p.v. doorbraak badkamer

profiel: prefab betotp.v. dik wanddeel 2x 150 mm breed, t.p.v. dunner wanddeel 1x 214 mm breed

schema : lengte: Δ 1,00 Δ m hoogte = 200 mm

belasting q1 : x: 0,00m l: 1,00m
 schuin dak pannen 45° (0,60 * 7,40)*[g_k 1,13 ; (ψ_0 1,00 * q_k 0,28)]= g_k 5,0 + q_k 1,2 extr.
 verd.vloer hout (0,60 * 7,40)*[g_k 0,80 ; (ψ_0 1,00 * q_k 2,55)]= g_k 3,6 + q_k 11,3 extr.
 metselwerk d=300 (1,20)*[g_k 6,00 ; (ψ_0 0,00 * q_k 0,00)]= g_k 7,2 + q_k 0,0
 metselwerk d=400 (1,20)*[g_k 8,00 ; (ψ_0 0,00 * q_k 0,00)]= g_k 9,6 + q_k 0,0
 25,4 + 12,6 kN/m¹

maximale belasting qEd : vergelijking 6.10b 1,15 * 25,4 + 1,30 * 12,6 = 45,5 kN/m¹ maatgevend
 vergelijking 6.10a 1,30 * 25,4 + 1,30 * 4,5 = 38,9 kN/m¹

Uit onderstaand fragment blijkt dat bij zowel een dubbele latei toepassing van 2x 150 mm breedte als enkel breed 214 mm de lateien voldoen.

Milieuklasse XC1 (droog of blijvend nat)

Maximale belasting q_{rep} in kN/m ¹ (eigen gewicht lateien en belastingfactor van 1,35 zijn reeds in tabel verwerkt)																																			
dagmaat opening																150					175					214					300				
b	100					120					140					150					175					214					300				
h	150	176	185	200	250	300	150	185	200	250	300	150	200	260	300	150	185	200	250	300	150	200	250	300	150	185	200	250	300	150	185	200	250	300	
1,0	16,6	29,7	42,5	47,1	51,0	55,0	17,0	42,8	50,2	55,0	59,9	24,7	69,0	75,6	80,1	25,1	63,7	70,6	76,6	82,5	32,9	84,6	90,0	97,0	33,6	85,3	96,3	105	113	49,8	128	141	153	165	
1,2	12,1	21,8	31,1	37,7	43,7	47,1	12,4	31,4	38,0	47,1	51,2	18,1	56,3	64,7	68,6	18,3	46,7	56,3	65,6	70,6	24,0	62,0	74,5	83,0	24,5	62,5	75,4	89,7	97,1	36,4	93,6	113	131	141	
1,4	9,2	16,6	23,7	28,8	38,2	41,1	9,4	23,9	29,0	41,1	44,7	13,7	43,0	56,6	59,9	14,0	35,6	43,0	57,3	61,7	18,3	47,3	56,9	72,5	18,6	47,7	57,6	78,4	84,8	27,7	71,5	86,2	115	123	
1,6	7,2	13,0	18,7	22,7	33,9	36,5	7,4	18,8	22,8	35,9	39,7	10,8	33,9	50,2	53,2	10,9	28,0	33,9	50,9	54,8	14,3	37,2	44,8	64,3	14,6	37,5	45,3	69,6	75,2	21,7	56,3	67,9	102	110	
1,8	5,8	10,5	15,1	18,3	28,7	32,8	5,9	15,2	18,4	28,9	35,7	8,7	27,4	45,1	47,8	8,8	22,6	27,3	43,0	49,2	11,5	30,0	36,1	57,0	11,7	30,3	36,6	57,6	67,8	17,4	45,4	54,8	86,2	98,4	

Belastingtabellen
 Zelfdragend

Fragment: belastingtabel prefab beton lateien fabrikant Hercules

BIJLAGE : COMPUTERUITVOER

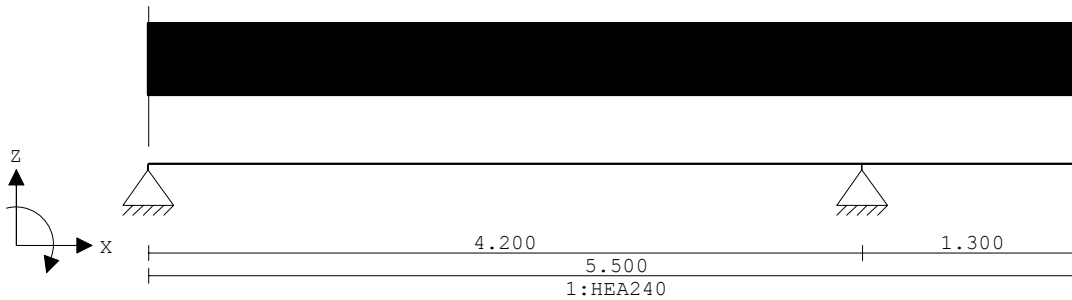
Betrouwbaarheidsklasse : 2 Referentieperiode : 50

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

GEOMETRIE

Ligger:1

**VELDLENGHTEN**

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	4.200	4.200
2	4.200	5.500	1.300

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEA240	1:S235	7.6800e+03	7.7630e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	240	230	115.0					

PROFIELVORMEN [mm]

1 HEA240

**BELASTINGGEVALLEN**

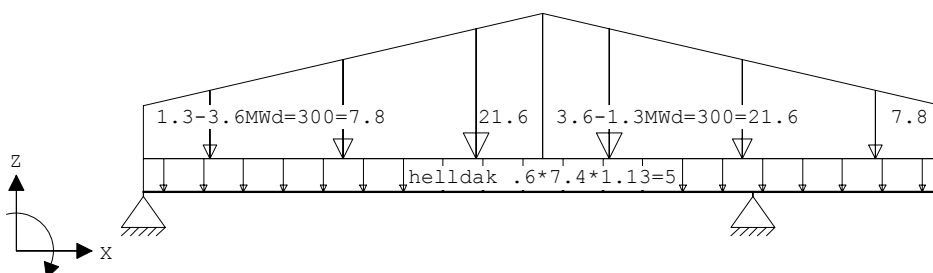
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	0:Alles tegelijk	0.40	0.50	0.30	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent



Project.....: 1803301 - Grand Hotel te Maastricht

Onderdeel.....: ligger boven gang 3e verd.

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last	1.3-3.6Mwd=300	-7.800	-21.600		0.000	2.750
2	1:q-last	3.6-1.3Mwd=300	-21.600	-7.800		2.750	2.750
3	1:q-last	helldak .6*7.4*1.13	-5.000	-5.000		0.000	5.500

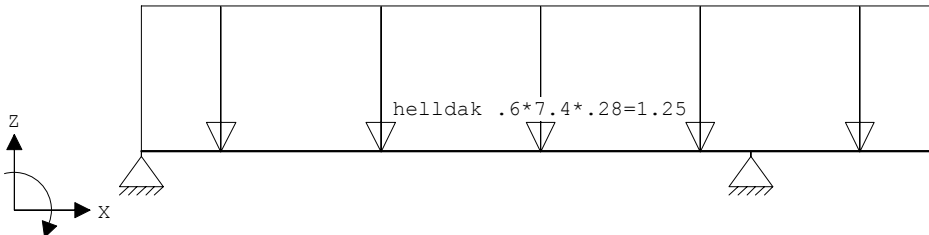
REACTIES

Ligger:1 B.G:1 Permanent

Stp	F	M
1	38.55	0.00
2	73.11	0.00
	111.67 :	(absoluut) grootste som reacties
	-111.67 :	(absoluut) grootste som belastingen

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last	helldak .6*7.4*.28	-1.250	-1.250		0.000	5.500

REACTIES

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

Stp	F	M
1	2.37	0.00
2	4.50	0.00
	6.88 :	(absoluut) grootste som reacties
	-6.88 :	(absoluut) grootste som belastingen

BELASTINGCOMBINATIES

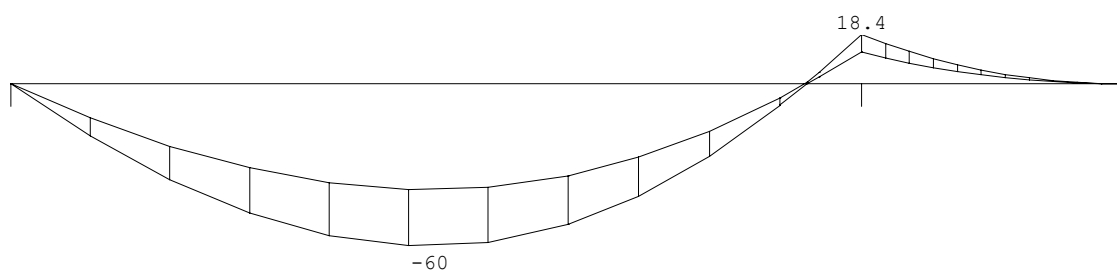
BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	0.90									
3	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
4	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
5	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
6	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
7	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8	Quas.	1	Perm	1.00									
9	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
10	Freq.	1	Perm	1.00									
11	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
12	Blij.	1	Perm	1.00									

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Alle velden de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES**MOMENTEN**

Ligger:1 Fundamentele combinatie

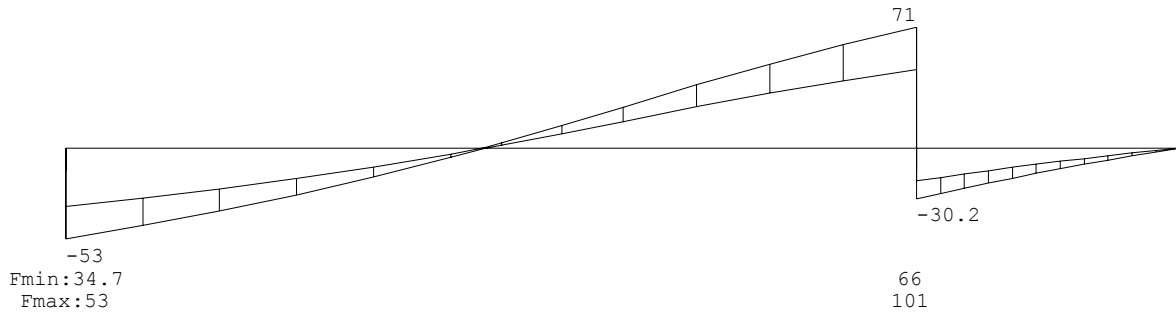


Project.....: 1803301 - Grand Hotel te Maastricht

Onderdeel.....: ligger boven gang 3e verd.

DWARSKRACHTEN

Ligger:1 Fundamentele combinatie

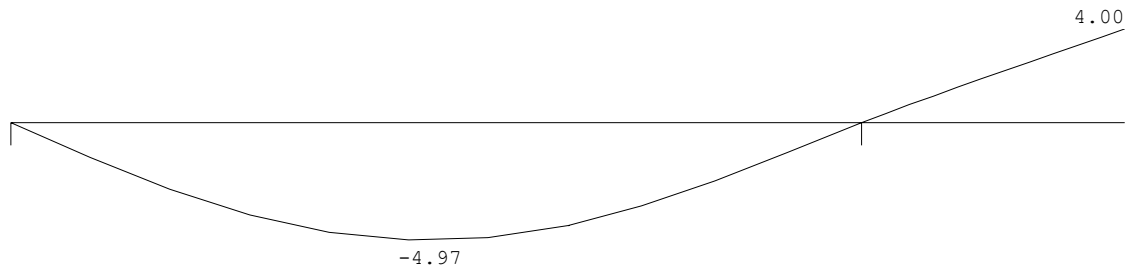
**REACTIES**

Ligger:1 Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	34.70	53.47	0.00	0.00
2	65.80	101.41	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**VERPLAATSINGEN** [mm]

Ligger:1 Karakteristieke combinatie

**REACTIES**

Ligger:1 Karakteristieke combinatie

Stp	F	M
1	40.92	0.00
2	77.62	0.00

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Ligger:1

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm ²]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEA240	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:
Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KIPSTABILITEIT

Ligger:1

Staafl	Plts. aangr.	l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven: 4.20	4.200
		onder: 4.20	4.200
2	1.0*h	boven: 2.60	1.300
		onder: 2.60	1.300

TOETSING SPANNINGEN

Ligger:1

Staafl	Mat nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm ²]	Opm.
1	1	3	1	1	My-max	EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.345	81
2	1	3	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.105	25

Opmerkingen:

[46] T.b.v. kip is een equivalente Q-last berekend.

TOETSING DOORBUIGING

Ligger:1

Staafl	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Zeeg J	u _{tot} [mm]	BC	Sit	u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Vlr+w	db	4.20	N	N	0.0	7	1 Eind	-5.0	±16.8	0.004
		db					7	1 Bijk	-0.2	±8.4	0.002
2	Vlr+w	ss	1.30	N	J	0.0	7	1 Eind	4.0	±10.4	2*0.004
		ss					7	1 Bijk	0.2	±5.2	2*0.002

Project.....: 1803301 - Grand Hotel te Maastricht

Onderdeel.....: ligger boven gang 3e verd.

DOORBUIGINGEN

Frequente combinatie

Veld	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	w_{bij}	w_{tot}	w_c	w_{max}
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Neg.	2.000	4200	-4.7		-0.1	35046	-4.8	867
2	Pos.	/	2600	3.8		0.1	32017	3.9	664

DOORBUIGINGEN

Quasi-blijvende combinatie

Veld	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	w_{bij}	w_{tot}	w_c	w_{max}
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Neg.	2.000	4200	-4.7		-0.1	58410	-4.8	875
2	Pos.	/	2600	3.8		0.0	53361	3.9	670

Project : 1803301 - Grand Hotel te Maastricht
 Onderdeel : controle opleggingen
 Datum : 31/01/2019
 Eenheden : kN/m/rad
 Bestand : Y:\2018\1803301\Construct\DO\02 - controle opleggingen.cnw

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011 (nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011 (nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011 (nl)
Metselwerk	NEN-EN 1996-1-1:2006	A1:2013	NB:2011 (nl)

controle oplegging HE240A**MATERIAAL**

Steensoort	:	Baksteen	
Gemiddelde druksterkte f_b	:	10.00	N/mm ²
Soort mortel	:	Metselmortel	
Druksterkte f_m	:	10.00	N/mm ²
Totaal volume aan perforaties	:	55.00	%
Steencategorie	:	I	
Gevolgklasse	:	CC2	
Factor K (art. 3.6.1.2(1))	:	0.50	
Factor α	:	0.65	
Factor β	:	0.25	
Materiaalfactor γ_M	:	1.7	
Karakteristieke druksterkte f_k	:	3.97	N/mm ²
Rekenwaarde druksterkte f_d	:	2.34	N/mm ²

GEOMETRIE

Dikte muur t	:	300	mm
Hoogte muur h_c	:	2700	mm
Breedte muur b	:	300	mm
Opleglengte l_{opl}	:	300	mm
Oplegbreedte b_{opl}	:	240	mm
Randafstand links $a_{l,li}$	:	30	mm
Randafstand rechts $a_{l,re}$	:	30	mm
Belast oppervlak A_b	:	72000	mm ²
Aantal zijden gesteund	:	2	
Excentriciteit M_{Ed}/N_{Ed}	:	0	mm

BELASTINGEN

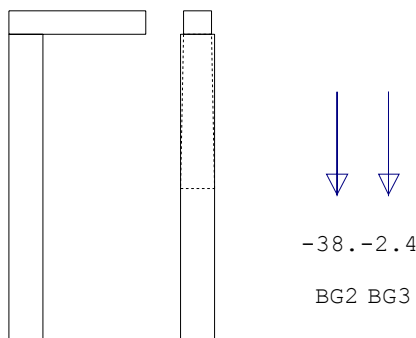
(omlaag = negatief)

BG1 : Permanent eigen gewicht	G_{eg}	:	0.00	kN
BG2 : Permanent rustend	G_r	:	-38.60	kN
BG3 : Veranderlijk 1 (vloer/dak)	Q_1	:	-2.40	kN
BG4 : Veranderlijk 2 (wind)	Q_2	:	0.00	kN

BELASTINGCOMBINATIES

(EN 1990 art. 6.4.3.2)

BC1 : frm. 6.10a(1)	:	1.35 * ($G_{eg} + G_r$) + 1.50 * Q_1 * 0.40
BC2 : frm. 6.10b(1)	:	1.20 * ($G_{eg} + G_r$) + 1.50 * Q_1
BC3 : frm. 6.10a(2)	:	1.35 * ($G_{eg} + G_r$) + 1.50 * Q_2 * 0.00
BC4 : frm. 6.10b(2)	:	1.20 * ($G_{eg} + G_r$) + 1.50 * Q_2

**OPLEGGING**

Effectieve lengte draagvlak l_{efm}	:	300	mm
Effectief draagoppervlakte A_{ef}	:	0.09	m ²
Vergrotingsfactor puntlasten β	:	1.00	(groep 2/3/4)
Puntlastweerstand wand N_{Rdc}	:	168.21	kN

TOETSING OPLEGGING

BC1 BC2 BC3 BC4 (art. 6.1.3)

Kracht N_{Edc}	:	-53.55	-49.92	-52.11	-46.32	[kN]
Spanning	:	0.74	0.69	0.72	0.64	[N/mm ²]
Unity-check N_{Edc}/N_{Rdc}	:	0.32	0.30	0.31	0.28	

Project : 1803301 - Grand Hotel te Maastricht
 Onderdeel : controle opleggingen
 Datum : 31/01/2019
 Eenheden : kN/m/rad

DRUK + BUIGING

Reductiefactor afsteuning wand ρ_2	:	1.00	
Effectieve hoogte wand h_{eff}	:	2700	mm
Uiteindelijke kruipcoëfficiënt ϕ	:	0.70	
Excentriciteit M_{Ed}/N_{Ed}	:	0.00	mm
Initiële excentriciteit e_{init}	:	16	mm
Excentriciteit kruip e_k	:	0	mm
Excentriciteit midden wand e_{mk}	:	16	mm
Elasticiteitsmodulus korte duur E	:	2780	N/mm ²
Reductiefactor weerstand ϕ_m	:	0.82	
Rekenwaarde weerstand N_{Rd}	:	167.14	kN

TOETSING DRUK + BUIGING

	BC1	BC2	BC3	BC4	(art. 6.1.2)
Kracht N_{Ed}	: -53.55	-49.92	-52.11	-46.32	[kN]
Spanning	: 0.75	0.70	0.73	0.65	[N/mm ²]
Unity-check N_{Ed}/N_{Rd}	: 0.32	0.30	0.31	0.28	

MAATGEVENDE TOETSING

Belastingcombinatie	:	6.10a(1)	
Artikel	:	6.1.2	
Spanning	:	0.75	N/mm ²
Unity-check	:	0.32	

LET OP:

[m71] $e_k=0$ mm omdat $h_{ef}/t_{ef} < \lambda_{c,0.5}$.[m72] f_{td} in toets druk+buiging is gereduceerd omdat $A < 0,1$ m².

[m56] De actuele opleglengte dient handmatig te worden getoetst aan de hand van het materiaal van de vloer of ligger.

controle kolom HE120A

Profielnaam	:	HEA120	
Doorsnedeklasse	:	1	Moment begin [kNm] : 0.00
Gewalst/gelast (1/2)	:	1	Moment midden [kNm] : 0.00
Vloeijspanning [N/mm ²]	:	235	Moment eind [kNm] : 0.00
Omega-kip	:	1.000	Normaalkracht [kN] : -102.00
L-systeem [m]	:	2.70	Aanpend.belasting [kN] : -102.00
Kniklengte in het vlak	:	2.70	Belastingfactor : 1.00
Kniklengte uit het vlak	:	2.70	
Algemeen:			
in het vlak (sterke as)		Geschoord	
uit het vlak (zwakke as)		Geschoord	

Resultaten

Toegepast artikel	:	6.3.1.1 Omega-buc/e*	:	0.843	
Unity-check y-as	:	0.203	Unity-check z-as	:	0.302

controle oplegging kolom**MATERIAAL**

Steensoort	:	Baksteen	
Gemiddelde druksterkte f_b	:	10.00	N/mm ²
Soort mortel	:	Metselmortel	
Druksterkte f_m	:	10.00	N/mm ²
Totaal volume aan perforaties	:	55.00	%
Steen categorie	:	I	
Gevolgsklasse	:	CC2	
Factor K (art. 3.6.1.2(1))	:	0.50	
Factor α	:	0.65	
Factor β	:	0.25	
Materiaalfactor γ_m	:	1.7	
Karakteristieke druksterkte f_k	:	3.97	N/mm ²
Rekenwaarde druksterkte f_d	:	2.34	N/mm ²

GEOMETRIE

Dikte muur t	:	300	mm
Hoogte muur h_c	:	2700	mm
Breedte muur b	:	1000	mm
Opleglengte l_{opl}	:	120	mm
Oplegbreedte b_{opl}	:	400	mm
Randafstand links $a_{l,li}$	:	300	mm
Randafstand rechts $a_{l,re}$	:	300	mm
Belast oppervlak A_b	:	48000	mm ²
Aantal zijden gesteund	:	2	
Excentriciteit M_{Ed}/N_{Ed}	:	0	mm

BELASTINGEN

(omlaag = negatief)

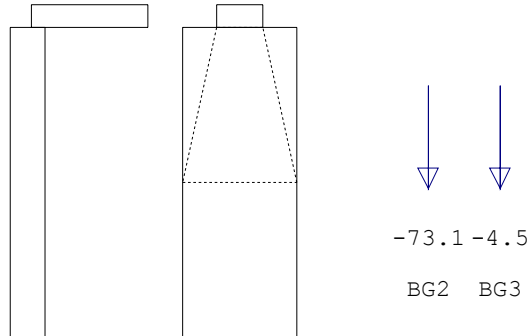
BG1 : Permanent eigen gewicht	G_{eg}	:	0.00	kN
BG2 : Permanent rustend	G_r	:	-73.10	kN
BG3 : Veranderlijk 1 (vloer/dak)	Q_1	:	-4.50	kN
BG4 : Veranderlijk 2 (wind)	Q_2	:	0.00	kN

Project : 1803301 - Grand Hotel te Maastricht
 Onderdeel : controle opleggingen
 Datum : 31/01/2019
 Eenheden : kN/m/rad

BELASTINGCOMBINATIES

(EN 1990 art. 6.4.3.2)

BC1 : frm. 6.10a(1) : $1.35 * (G_{eg} + G_x) + 1.50 * Q_1 * 0.40$
 BC2 : frm. 6.10b(1) : $1.20 * (G_{eg} + G_x) + 1.50 * Q_1$
 BC3 : frm. 6.10a(2) : $1.35 * (G_{eg} + G_x) + 1.50 * Q_2 * 0.00$
 BC4 : frm. 6.10b(2) : $1.20 * (G_{eg} + G_x) + 1.50 * Q_2$

**OPLEGGING**

Effectieve lengte draagvlak l_{efm} : 1000 mm
 Effectief draagoppervlakte A_{ef} : 0.30 m²
 Vergrotingsfactor puntlasten β : 1.00 (groep 2/3/4)
 Puntlastweerstand wand N_{Rdc} : 112.14 kN

TOETSING OPLEGGING

	BC1	BC2	BC3	BC4	(art. 6.1.3)
Kracht N_{Edc}	-101.39	-94.47	-98.69	-87.72	[kN]
Spanning	2.11	1.97	2.06	1.83	[N/mm ²]
Unity-check N_{Edc}/N_{Rdc}	0.90	0.84	0.88	0.78	

DRUK + BUIGING

Reductiefactor afsteuning wand ρ_2 : 1.00
 Effectieve hoogte wand h_{eff} : 2700 mm
 Uiteindelijke kruipcoëfficiënt ϕ : 0.70
 Excentriciteit M_{Ed}/N_{Ed} : 0.00 mm
 Initiële excentriciteit e_{init} : 16 mm
 Excentriciteit kruip e_k : 0 mm
 Excentriciteit midden wand e_{mk} : 16 mm
 Elasticiteitsmodulus korte duur E : 2780 N/mm²
 Reductiefactor weerstand ϕ_m : 0.82
 Rekenwaarde weerstand N_{Rd} : 574.37 kN

TOETSING DRUK + BUIGING

	BC1	BC2	BC3	BC4	(art. 6.1.2)
Kracht N_{Ed}	-101.39	-94.47	-98.69	-87.72	[kN]
Spanning	0.41	0.38	0.40	0.36	[N/mm ²]
Unity-check N_{Ed}/N_{Rd}	0.18	0.16	0.17	0.15	

MAATGEVENDE TOETSING

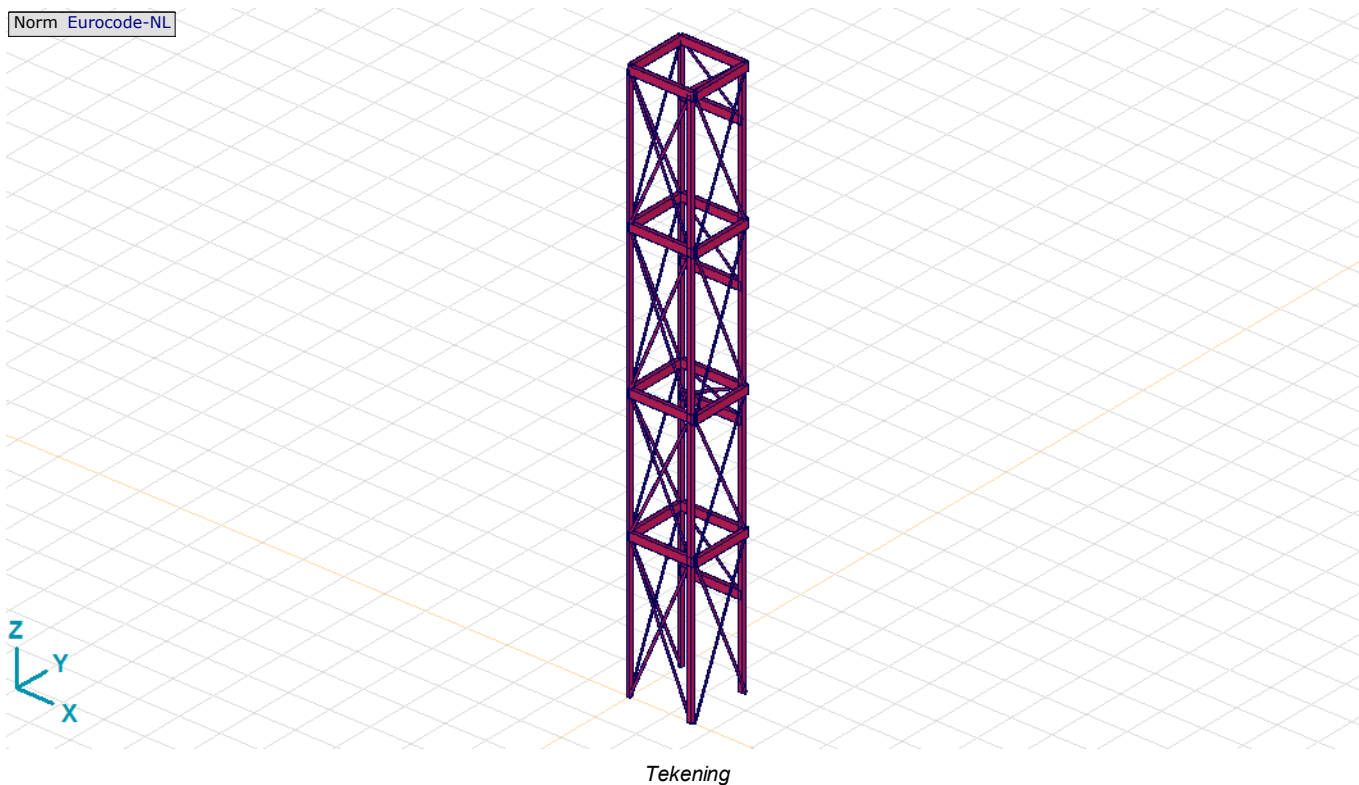
Belastingcombinatie : 6.10a(1)
 Artikel : 6.1.3
 Spanning : 2.11 N/mm²
 Unity-check : 0.90

LET OP:

[m71] $e_k = 0$ mm omdat $h_{ef}/t_{ef} < \lambda_{bc}$.

[m56] De actuele opleglengte dient handmatig te worden getoetst aan de hand van het materiaal van de vloer of ligger.

Norm Eurocode-NL



Materialen

	Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]
1	S 235	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000

	Naam	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	P_1	P_2	P_3
1	S 235	0,30	1,2E-5	7850	f_y [N/mm ²] = 235,00	f_u [N/mm ²] = 360,00	f_y^* [N/mm ²] = 215,00

	Naam	P_4
1	S 235	f_u^* [N/mm ²] = 360,00

Naam: Materiaalnaam; **Type:** Type materiaal; **Model:** Materiaal model; **E_x :** Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; **E_y :** Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; **ν :** Poisson's verhouding; **α_T :** Warmteuitzettingscoëfficiënt; **ρ :** Dichtheid; **P_1 , P_2 , P_3 , P_4 :** Ontwerpparameter;

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]
1	100X100X 5,0		Gewalst	Koker	100,0	100,0	5,0	5,0
2	200X100X 5,0		Gewalst	Koker	200,0	100,0	5,0	5,0
3	60x8		Gewalst	Recht.	8,0	60,0	0	0

	Naam	r_1 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]
1	100X100X 5,0	5,0	1878,44	806,62	806,61	4387292,0	2814302,0	2814302,0	0
2	200X100X 5,0	0	2900,00	646,63	1804,59	1,2E+07	1,5E+07	5124167,0	0
3	60x8	0	480,00	400,00	400,00	9378,9	144000,0	2560,0	0

	Naam	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	$I\omega$ [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
1	100X100X 5,0	2814302,0	2814302,0	0	3784150	56286,0	56286,0	56286,0	56286,0
2	200X100X 5,0	1,5E+07	5124167,0	0	2,7E+09	152241,7	152241,7	102483,3	102483,3
3	60x8	144000,0	2560,0	0	709531	4800,0	4800,0	640,0	640,0

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]
1	100X100X 5,0	66696,2	66696,2
2	200X100X 5,0	187750,0	115250,0
3	60x8	7200,0	960,0

Naam: Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r₁:** Afrondingswaarde;
A_x: Doorsnede-oppervlak; **A_y, A_z:** Afschuivingsoppervlak; **I_x:** Torsietraagheidsmoment; **I_y, I_z:** Buigtraagheidsmoment; **I_{yz}:** Centrifugaal traagheidsmoment;
I₁, I₂: Hoofdbuigtraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **Iω:** Krommingsconstante; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Elasticiteit modulus; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** Plasticiteit modulus;

Project:

Constructeur:

Model: **liftschacht.axs**

1-2-2019

Pag. 109

Knopen

	$X [m]$	$Y [m]$	$Z [m]$	e_x	e_y	e_z	θ_x	θ_y	θ_z
1	0	0	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
2	1,600	1,500	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
3	1,600	0	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
4	0	1,500	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
5	0	0	3,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
6	1,600	0	3,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
7	1,600	1,500	3,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
8	0	1,500	3,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
9	0	0	6,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
10	1,600	0	6,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
11	1,600	1,500	6,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
12	0	1,500	6,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
13	0	0	10,200	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
14	1,600	0	10,200	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
15	1,600	1,500	10,200	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
16	0	1,500	10,200	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
17	0	0	13,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
18	1,600	0	13,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
19	1,600	1,500	13,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
20	0	1,500	13,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
21	0	1,500	2,100	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
22	0	1,500	5,900	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
23	0	1,500	8,800	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
24	0	1,500	12,400	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
25	1,500	0	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
26	1,500	0	3,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
27	1,500	0	6,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
28	1,500	0	10,200	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
29	1,500	0	13,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
30	1,500	1,500	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
31	1,500	1,500	2,100	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
32	1,500	1,500	3,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
33	1,500	1,500	5,900	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
34	1,500	1,500	6,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
35	1,500	1,500	8,800	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
36	1,500	1,500	10,200	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
37	1,500	1,500	12,400	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
38	1,500	1,500	13,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij

e_x : Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking X); e_y : Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Y); e_z : Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Z);

θ_x : Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond X-as); θ_y : Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Y-as); θ_z : Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Z-as);

Vakwerkstaven

	<i>Knoop i</i>	<i>Knoop j</i>	<i>Lengte [m]</i>	<i>Lokaal X</i>	<i>Materiaal</i>	<i>Profiel</i>	<i>Ref_z</i>	<i>Non-lin.</i>	<i>N_r</i>	<i>k_A</i> []
1	2	→ 6	3,808	i - j	1	3	Auto	Trek		
2	3	→ 7	3,808	i - j	1	3	Auto	Trek		
3	21	→ 32	2,052	i - j	1	3	Auto	Trek		
4	8	→ 31	2,052	i - j	1	3	Auto	Trek		
5	1	→ 8	3,808	i - j	1	3	Auto	Trek		
6	4	→ 5	3,808	i - j	1	3	Auto	Trek		
7	5	→ 25	3,808	j - i	1	3	Auto	Trek		
8	1	→ 26	3,808	i - j	1	3	Auto	Trek		
9	7	→ 10	3,444	i - j	1	3	Auto	Trek		
10	6	→ 11	3,444	i - j	1	3	Auto	Trek		
11	22	→ 34	1,655	i - j	1	3	Auto	Trek		
12	12	→ 33	1,655	i - j	1	3	Auto	Trek		
13	5	→ 12	3,444	i - j	1	3	Auto	Trek		
14	8	→ 9	3,444	i - j	1	3	Auto	Trek		
15	9	→ 26	3,444	j - i	1	3	Auto	Trek		
16	5	→ 27	3,444	i - j	1	3	Auto	Trek		
17	11	→ 14	3,900	i - j	1	3	Auto	Trek		
18	10	→ 15	3,900	i - j	1	3	Auto	Trek		
19	23	→ 36	2,052	i - j	1	3	Auto	Trek		
20	16	→ 35	2,052	i - j	1	3	Auto	Trek		
21	9	→ 16	3,900	i - j	1	3	Auto	Trek		
22	12	→ 13	3,900	i - j	1	3	Auto	Trek		
23	13	→ 27	3,900	j - i	1	3	Auto	Trek		
24	9	→ 28	3,900	i - j	1	3	Auto	Trek		
25	15	→ 18	3,716	i - j	1	3	Auto	Trek		
26	14	→ 19	3,716	i - j	1	3	Auto	Trek		
27	24	→ 38	1,921	i - j	1	3	Auto	Trek		
28	20	→ 37	1,921	i - j	1	3	Auto	Trek		
29	13	→ 20	3,716	i - j	1	3	Auto	Trek		
30	16	→ 17	3,716	i - j	1	3	Auto	Trek		
31	17	→ 28	3,716	j - i	1	3	Auto	Trek		
32	13	→ 29	3,716	i - j	1	3	Auto	Trek		

Knoop i: Knoop aan i einde; **Knoop j**: Knoop aan j einde; **Lengte**: Staaf lengte; **Lokaal X**: Lokale X-richting; **Ref_z**: Referentie voor lokale Z-richting; **Non-lin.**: Niet-lineaire parameters;
N_r: Grensweerstand; **k_A**: Stijfheidsreductiefactor die de doorsnede oppervlakte reduceert;

Staven

	<i>Knoop i</i>		<i>Knoop j</i>	<i>Lengte [m]</i>	<i>Lokaal X</i>	<i>Materiaal</i>	<i>Start doorsnede</i>	<i>Eind doorsnede</i>
1	1	→	5	3,500	i - j	1	1	1
2	5	→	9	3,100	i - j	1	1	1
3	9	→	13	3,600	i - j	1	1	1
4	13	→	17	3,400	i - j	1	1	1
5	4	→	21	2,100	i - j	1	1	1
6	8	←	21	1,400	j - i	1	1	1
7	8	→	22	2,400	i - j	1	1	1
8	12	←	22	0,700	j - i	1	1	1
9	12	→	23	2,200	i - j	1	1	1
10	16	←	23	1,400	j - i	1	1	1
11	16	→	24	2,200	i - j	1	1	1
12	20	←	24	1,200	j - i	1	1	1
13	25	→	26	3,500	i - j	1	1	1
14	26	→	27	3,100	i - j	1	1	1
15	27	→	28	3,600	i - j	1	1	1
16	28	→	29	3,400	i - j	1	1	1
17	30	→	31	2,100	i - j	1	1	1
18	31	→	32	1,400	i - j	1	1	1
19	32	→	33	2,400	i - j	1	1	1
20	33	→	34	0,700	i - j	1	1	1
21	34	→	35	2,200	i - j	1	1	1
22	35	→	36	1,400	i - j	1	1	1
23	36	→	37	2,200	i - j	1	1	1
24	37	→	38	1,200	i - j	1	1	1
25	6	→	7	1,500	i - j	1	2	2
26	5	→	8	1,500	i - j	1	2	2
27	10	→	11	1,500	i - j	1	2	2
28	9	→	12	1,500	i - j	1	2	2
29	14	→	15	1,500	i - j	1	2	2
30	13	→	16	1,500	i - j	1	2	2
31	18	→	19	1,500	i - j	1	2	2
32	17	→	20	1,500	i - j	1	2	2
33	5	→	26	1,500	i - j	1	2	2
34	6	←	26	0,100	j - i	1	2	2
35	9	→	27	1,500	i - j	1	2	2
36	10	←	27	0,100	j - i	1	2	2
37	13	→	28	1,500	i - j	1	2	2
38	14	←	28	0,100	j - i	1	2	2
39	17	→	29	1,500	i - j	1	2	2
40	18	←	29	0,100	j - i	1	2	2
41	21	→	31	1,500	i - j	1	2	2
42	7	←	32	0,100	j - i	1	2	2
43	8	→	32	1,500	i - j	1	2	2
44	22	→	33	1,500	i - j	1	2	2
45	11	←	34	0,100	j - i	1	2	2
46	12	→	34	1,500	i - j	1	2	2
47	23	→	35	1,500	i - j	1	2	2
48	15	←	36	0,100	j - i	1	2	2
49	16	→	36	1,500	i - j	1	2	2
50	24	→	37	1,500	i - j	1	2	2
51	19	←	38	0,100	j - i	1	2	2
52	20	→	38	1,500	i - j	1	2	2

Knoop i: Knoop aan i einde; **Knoop j:** Knoop aan j einde; **Lengte:** Staaf lengte; **Lokaal X:** Lokale X-richting; **Eind doorsnede:** Eind-doorsnede;

Project:

Constructeur:

Model: **liftschacht.axs**

1-2-2019

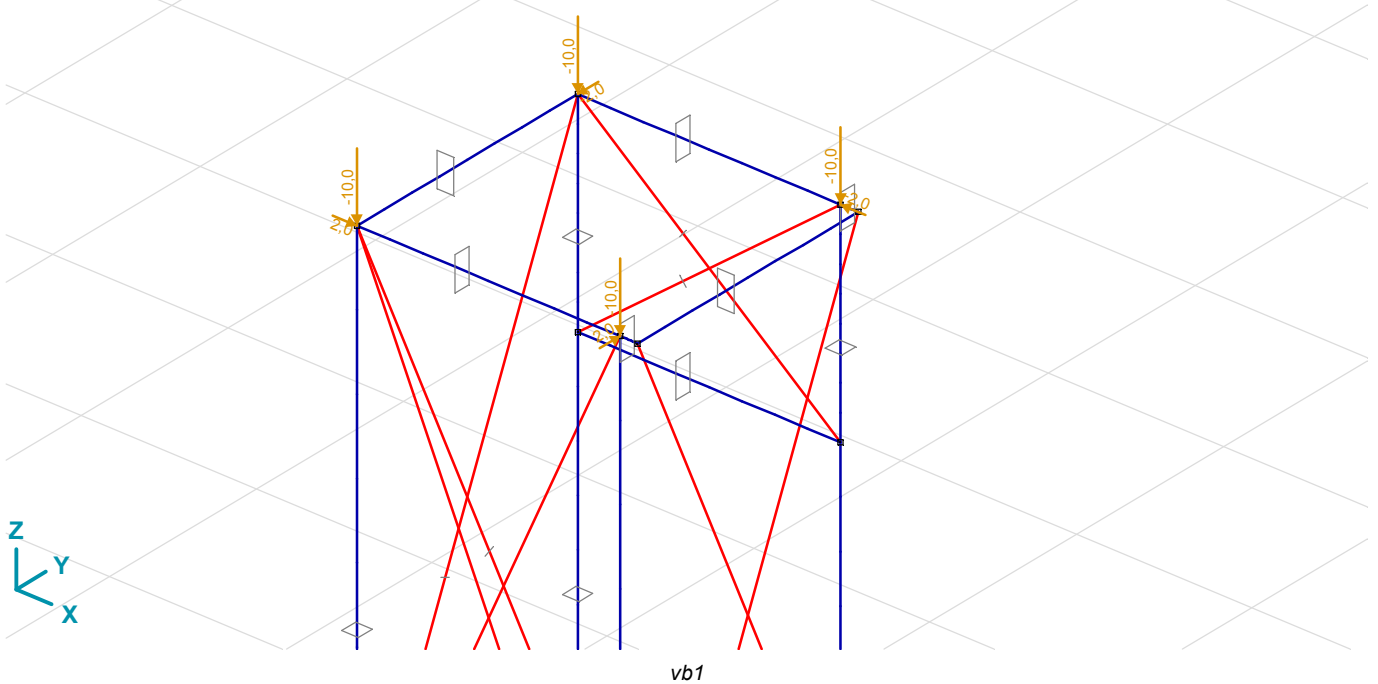
Pag. 112

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>X [m]</i>	<i>Y [m]</i>	<i>Z [m]</i>	<i>Type</i>	<i>R_x [kN/m]</i>	<i>R_y [kN/m]</i>	<i>R_z [kN/m]</i>	<i>R_{xx} [kNm/rad]</i>	<i>R_{yy} [kNm/rad]</i>	<i>R_{zz} [kNm/rad]</i>
1	1	0	0	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10	0	0	0
2	2	1,600	1,500	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10	0	0	0
3	3	1,600	0	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10	0	0	0
4	4	0	1,500	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10	0	0	0
5	25	1,500	0	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10	0	0	0
6	30	1,500	1,500	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10	0	0	0

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **R_x, R_y, R_z:** Verplaatsingsstijfheid; **R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}:** Rotatiestijfheid;

Norm Eurocode-NL
Geval : vb1

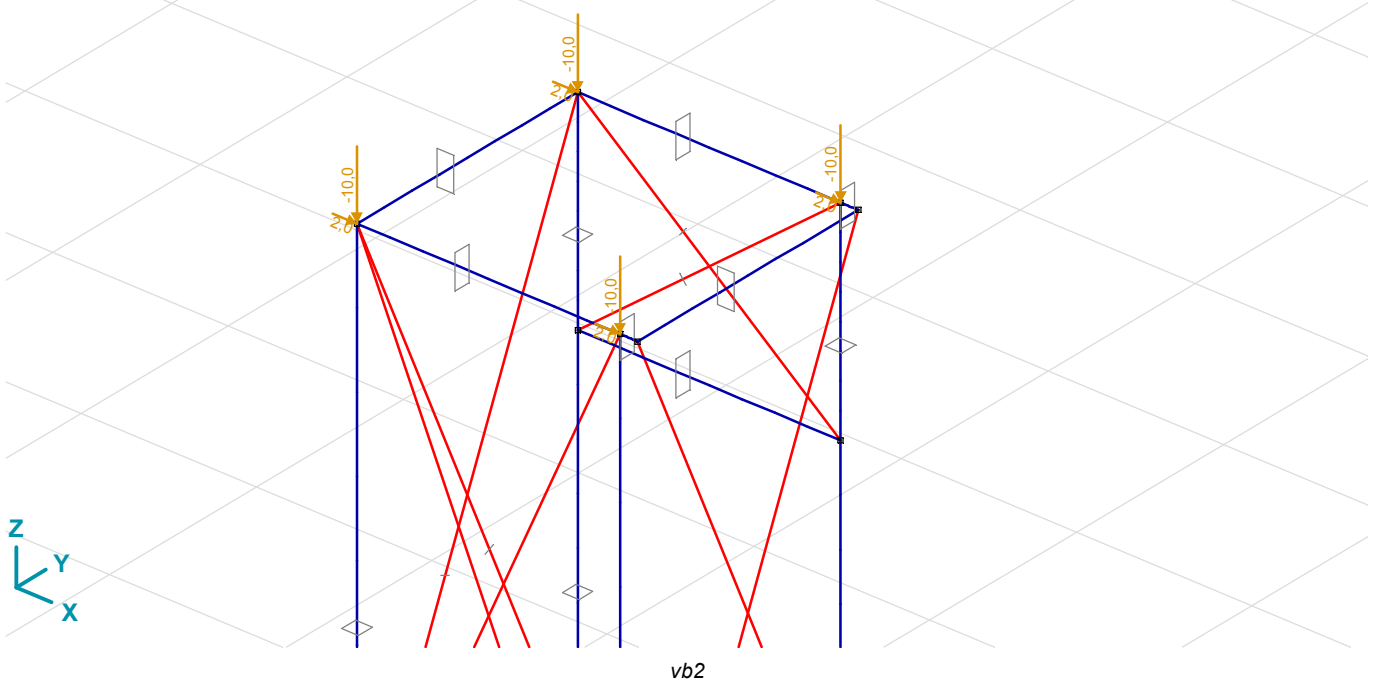


vb1: Knoopbelastingen

	Richting	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
17	Globaal	2,0	0	-10,0	0	0	0
20	Globaal	0	-2,0	-10,0	0	0	0
29	Globaal	0	2,0	-10,0	0	0	0
38	Globaal	-2,0	0	-10,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingsmoment component;

Norm Eurocode-NL
Geval : vb2

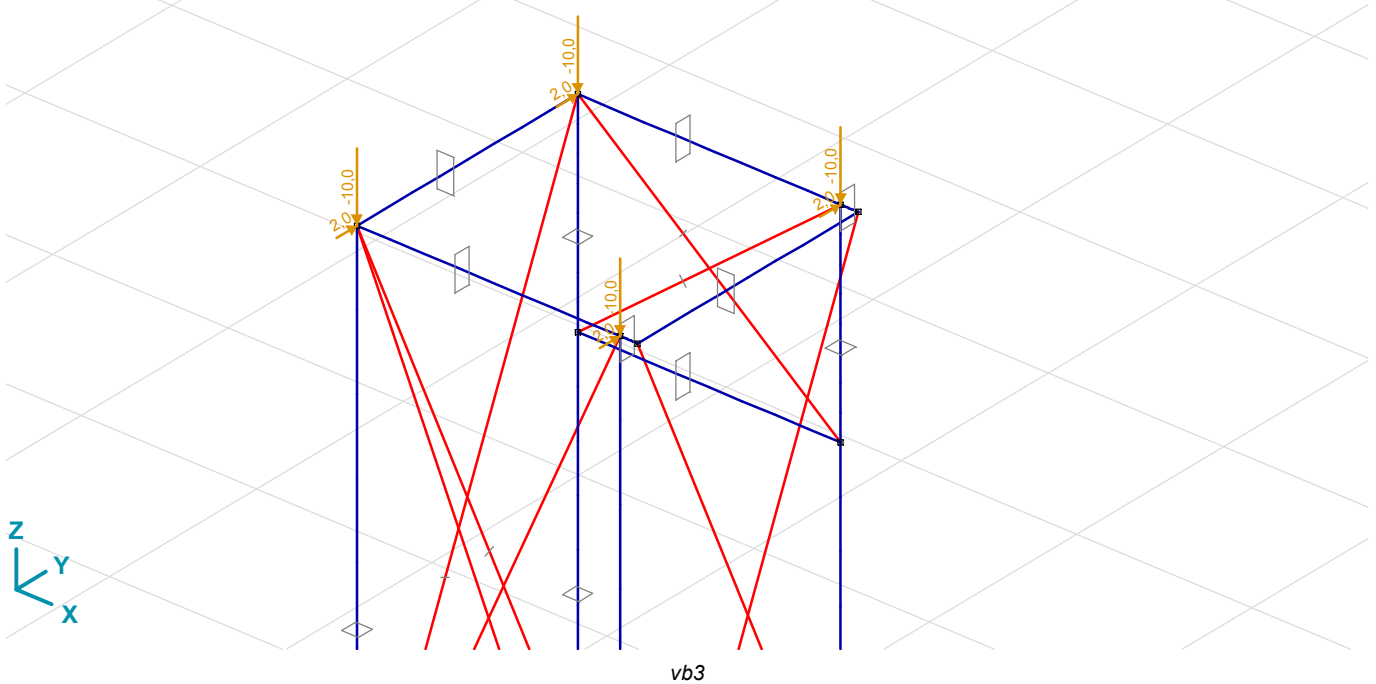


vb2: Knoopbelastingen

	Richting	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
17	Globaal	2,0	0	-10,0	0	0	0
20	Globaal	2,0	0	-10,0	0	0	0
29	Globaal	2,0	0	-10,0	0	0	0
38	Globaal	2,0	0	-10,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingsmoment component;

Norm Eurocode-NL
Geval : vb3



vb3: Knoopbelastingen

	Richting	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
17	Globaal	0	2,0	-10,0	0	0	0
20	Globaal	0	2,0	-10,0	0	0	0
29	Globaal	0	2,0	-10,0	0	0	0
38	Globaal	0	2,0	-10,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingsmoment component;

Belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Groep</i>	<i>Groepstype</i>
1	eg	PB	Permanent
2	vb1	VB	Veranderlijk
3	vb2	VB	Veranderlijk
4	vb3	VB	Veranderlijk

Naam: Naam belastinggeval; **Groep:** Belastinggroep; **Groepstype:** Belastinggroep type;

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

	<i>Groep</i>	<i>Type</i>	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	<i>Additive</i>
1	PB	Permanent	1,350	0,900	0,889					✓
2	VB	Veranderlijk				1,500	0,500	0,500	0,300	–

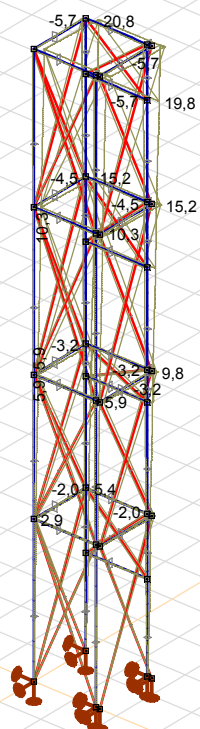
Groep: Belastinggroep; $\gamma_{G,sup}$, $\gamma_{G,inf}$, ξ , γ ; Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2 : Psi factor; **Additive:** Gelijktijdige belastinggevallen;

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Type</i>	<i>eg</i> (PB)	<i>vb1</i> (VB)	<i>vb2</i> (VB)	<i>vb3</i> (VB)
1	Co #1	UGT (a, b)	0,90	1,50	0	0
2	Co #2	UGT (a, b)	0,90	0	1,50	0
3	Co #3	UGT (a, b)	0,90	0	0	1,50
4	Co #4	UGT (a, b)	1,20	0	0	0
5	Co #5	UGT (a, b)	1,20	1,50	0	0
6	Co #6	UGT (a, b)	1,20	0	1,50	0
7	Co #7	UGT (a, b)	1,20	0	0	1,50
8	Co #8	BGT Karakteristiek	1,00	0	0	0
9	Co #9	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0	0
10	Co #10	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00	0
11	Co #11	BGT Karakteristiek	1,00	0	0	1,00
12	Co #12	BGT Quasi-blijvend	1,00	0	0	0
13	Co #13	BGT Quasi-blijvend	1,00	0,30	0	0
14	Co #14	BGT Quasi-blijvend	1,00	0	0,30	0
15	Co #15	BGT Quasi-blijvend	1,00	0	0	0,30

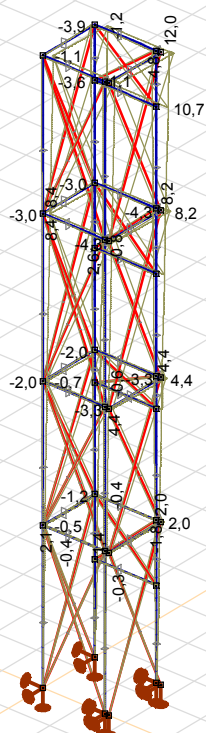
Naam: Naam belastingcombinatie; **Type:** Type belastingcombinatie; **eg (PB)**, **vb1 (VB)**, **vb2 (VB)**, **vb3 (VB)**: Factor;

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle BGT
E (U)	: 5,21E-9
E (P)	: 1,33E-4
E (W)	: 4,28E-14
E (Eq)	: 3,20E-7
Comp.	: eX [mm]



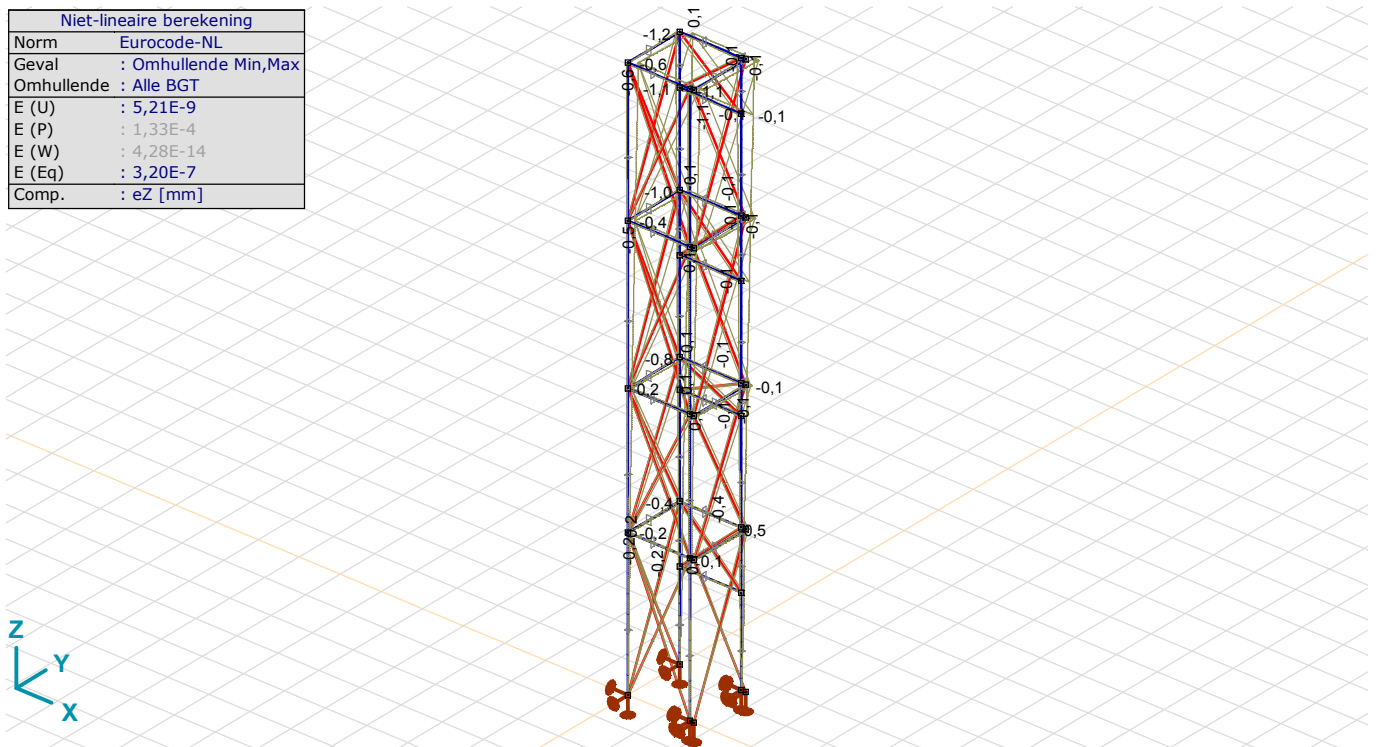
[II], Non-lin., Omhullende (Alle BGT), eX, Lijnen

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle BGT
E (U)	: 5,21E-9
E (P)	: 1,33E-4
E (W)	: 4,28E-14
E (Eq)	: 3,20E-7
Comp.	: eY [mm]



[II], Non-lin., Omhullende (Alle BGT), eY, Lijnen

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle BGT
E (U)	: 5,21E-9
E (P)	: 1,33E-4
E (W)	: 4,28E-14
E (Eq)	: 3,20E-7
Comp.	: eZ [mm]



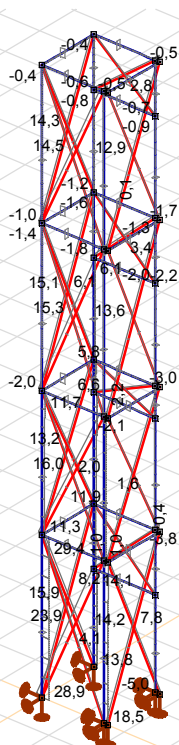
[II], Non-lin., Omhullende (Alle BGT), eZ, Lijnen

Interne krachten knooppoplegging [Non-lin., Omhullende (Alle UGT)]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]
1	1	0	0	0	Glob.	Rx	min	Co #4 [1] (1,000)	0	0	-4,0	4,0
							max	Co #2 [1] (1,000)	9,5	3,3	58,6	59,4
						Ry	min	Co #5 [1] (1,000)	1,0	-0,1	-30,1	30,1
							max	Co #3 [1] (1,000)	1,6	6,3	37,3	37,9
						Rz	min	Co #5 [1] (1,000)	1,0	-0,1	-30,1	30,1
							max	Co #2 [1] (1,000)	9,5	3,3	58,6	59,4
2	2	1,600	1,500	0	Glob.	Rx	min	Co #1 [1] (1,000)	0	0	0	0
							max	Co #1 [1] (1,000)	0	0	0	0
						Ry	min	Co #2 [1] (1,000)	0	-3,1	7,2	7,8
							max	Co #3 [1] (1,000)	0	0	0	0
						Rz	min	Co #7 [1] (1,000)	0	0	0	0
							max	Co #2 [1] (1,000)	0	-3,1	7,2	7,8
3	3	1,600	0	0	Glob.	Rx	min	Co #1 [1] (1,000)	0	4,4	10,3	11,2
							max	Co #1 [1] (1,000)	0	4,4	10,3	11,2
						Ry	min	Co #6 [1] (1,000)	0	0	0	0
							max	Co #3 [1] (1,000)	0	5,6	13,1	14,2
						Rz	min	Co #6 [1] (1,000)	0	0	0	0
							max	Co #3 [1] (1,000)	0	5,6	13,1	14,2
4	4	0	1,500	0	Glob.	Rx	min	Co #5 [1] (1,000)	-0,5	-4,6	-8,0	9,2
							max	Co #6 [1] (1,000)	1,2	0,1	13,0	13,0
						Ry	min	Co #1 [1] (1,000)	-0,5	-4,6	-6,8	8,2
							max	Co #6 [1] (1,000)	1,2	0,1	13,0	13,0
						Rz	min	Co #7 [1] (1,000)	0	0	-74,3	74,3
							max	Co #2 [1] (1,000)	1,2	0	14,1	14,2
5	25	1,500	0	0	Glob.	Rx	min	Co #3 [1] (1,000)	-1,6	0	22,2	22,3
							max	Co #6 [1] (1,000)	0,1	-0,1	-95,7	95,7
						Ry	min	Co #6 [1] (1,000)	0,1	-0,1	-95,7	95,7
							max	Co #5 [1] (1,000)	0	0	-18,4	18,4
						Rz	min	Co #6 [1] (1,000)	0,1	-0,1	-95,7	95,7
							max	Co #3 [1] (1,000)	-1,6	0	22,2	22,3
6	30	1,500	1,500	0	Glob.	Rx	min	Co #5 [1] (1,000)	-0,5	0,2	-31,8	31,8
							max	Co #6 [1] (1,000)	1,2	-0,2	-59,9	60,0
						Ry	min	Co #6 [1] (1,000)	1,2	-0,2	-59,9	60,0
							max	Co #5 [1] (1,000)	-0,5	0,2	-31,8	31,8
						Rz	min	Co #7 [1] (1,000)	0	0	-74,4	74,4
							max	Co #4 [1] (1,000)	0	0	-5,0	5,0
Ext.												
5	25	1,500	0	0	Glob.	Rx	min	Co #3 [1] (1,000)	-1,6	0	22,2	22,3
1	1	0	0	0	Glob.		max	Co #2 [1] (1,000)	9,5	3,3	58,6	59,4
4	4	0	1,500	0	Glob.	Ry	min	Co #1 [1] (1,000)	-0,5	-4,6	-6,8	8,2
1	1	0	0	0	Glob.		max	Co #3 [1] (1,000)	1,6	6,3	37,3	37,9
5	25	1,500	0	0	Glob.	Rz	min	Co #6 [1] (1,000)	0,1	-0,1	-95,7	95,7
1	1	0	0	0	Glob.		max	Co #2 [1] (1,000)	9,5	3,3	58,6	59,4

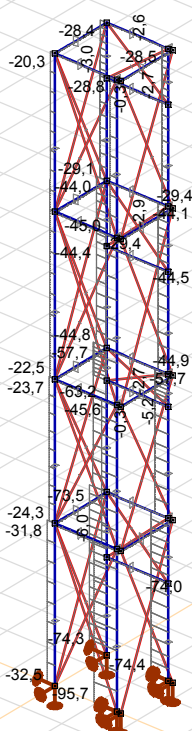
Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min. max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht;
Ry: Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingsreactiekracht;

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,27E-11
E (P)	: 1,06E-5
E (W)	: 4,26E-16
E (Eq)	: 7,96E-9
Comp.	: Nx [kN]



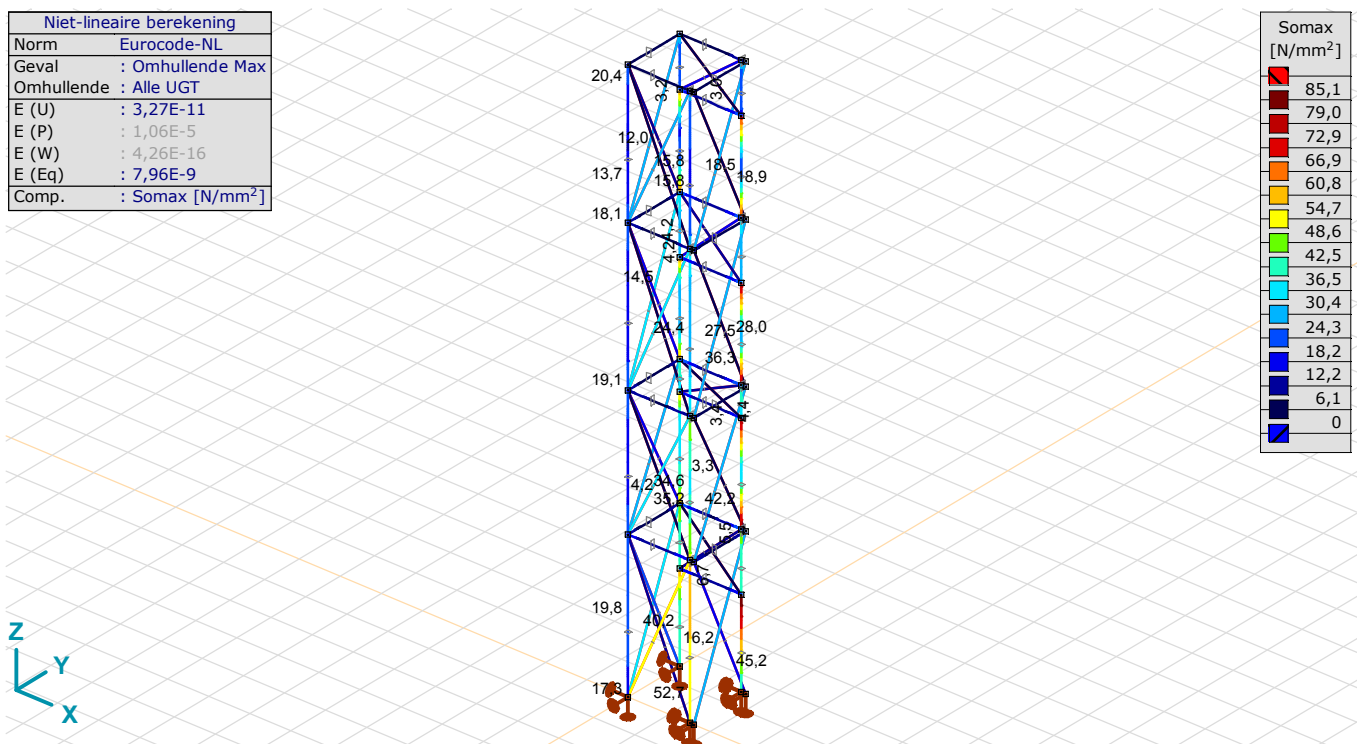
[II], Non-lin., Omhullende Max (Alle UGT), Nx, Lijnen

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 5,21E-9
E (P)	: 1,33E-4
E (W)	: 4,28E-14
E (Eq)	: 3,20E-7
Comp.	: Nx [kN]



[II], Non-lin., Omhullende Min (Alle UGT), Nx, Lijnen

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,27E-11
E (P)	: 1,06E-5
E (W)	: 4,26E-16
E (Eq)	: 7,96E-9
Comp.	: Somax [N/mm ²]



[II], Non-lin., Omhullende Max (Alle UGT), Somax, Kleuren 2D

STAAL PROFIEL ONTWERP

Ontwerpelement: **32**

Knopen: **25-26**

Norm: **Eurocode-NL**

[NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011](#), [NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011](#)

Materiaal: **S 235**

Profiel: **100X100X 5,0**

Belastinggeval: **Non-lin., Omhullende (Alle UGT)**

Coëfficiënt voor seismische krachten: **1,0**

Doorsnedeklasse: **1** (Plastische ontwerp)

1. Normaalkracht-Buiging-Afschuiving

[EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9](#)

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0 \text{ cm}$

$$N_{Ed_1} = -95,72 \text{ kN} \quad V_{y,Ed_1} = 0,07 \text{ kN} \quad V_{z,Ed_1} = 0,05 \text{ kN} \quad M_{y,Ed_1} = 0 \text{ kNm} = 0 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed_1} = 0 \text{ kNm} = 0 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \max(\eta_N; \eta_{M_{y,pl}}; \eta_{M_{z,pl}}; \eta_{V_z}; \eta_{V_y}) = 21,7 \% \quad \text{voldoet}$$

2. Normaalkracht-Buiging-Knik

[EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2](#)

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$

$$C_{my} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mz} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0,96 - 0,2; 0,8) = 0,763$$

$$f_{zz} = \max(\min(\lambda_z^* - 0,2; 0,8); 0) = \max(\min(0,96 - 0,2; 0,8); 0) = 0,763$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\left| \frac{N_{Ed_{11}}}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}} \right|}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,763 \cdot \frac{\left| \frac{(-95,10)}{0,6914 \cdot 441,43} \right|}{1} \right) = 1,114$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,114 = 0,668 \quad \text{Tabel Annex B.1}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,114 = 0,668$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\left| \frac{N_{Ed_{11}}}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} \right|}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,763 \cdot \frac{\left| \frac{(-95,10)}{0,6914 \cdot 441,43} \right|}{1} \right) = 1,114 \quad \text{Tabel Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1\right) = 0,6914 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1\right) = 0,6914 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-95,10)|}{\frac{0,6914 \cdot 441,43}{1}} + 1,114 \cdot \frac{\frac{|17,81|}{1567,36}}{1} + 0,668 \cdot \frac{\frac{|(-24,32)|}{1567,36}}{1} = 33,5$$

% (6.61)

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-95,10)|}{\frac{0,6914 \cdot 441,43}{1}} + 0,668 \cdot \frac{\frac{|17,81|}{1567,36}}{1} + 1,114 \cdot \frac{\frac{|(-24,32)|}{1567,36}}{1} = 33,6 \%$$

(6.62)

$$\eta_{NMBuckl} = 33,6 \% \quad \text{voldoet}$$

3. Druk-Buiging-Kip

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$

$$C_{my} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mz} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{mLT}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,5, 0,4) = 0,6 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y \cdot -0,2; 0,8) = \min(0,96 - 0,2; 0,8) = 0,763$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,763 \cdot \frac{\frac{|(-95,10)|}{0,6914 \cdot 441,43}}{1} \right) = 1,114$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,114 = 0,668 \quad \text{Tabel Annex B.1, B.2}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,114 = 0,668$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,763 \cdot \frac{\frac{|(-95,10)|}{0,6914 \cdot 441,43}}{1} \right) = 1,114 \quad \text{Tabel Annex B.1, B.2}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,6914 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,6914 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad (6.56)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-95,10)|}{\frac{0,6914 \cdot 441,43}{1}} + 1,114 \cdot \frac{\frac{|17,81|}{1 \cdot 1567,36}}{1} + 0,668 \cdot \frac{\frac{|(-24,32)|}{1567,36}}{1} =$$

$$= 33,5 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed11}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed11}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed11}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-95,10)|}{0,6914 \cdot 441,43} + 0,668 \cdot \frac{|17,81|}{1 \cdot 1567,36} + 1,114 \cdot \frac{|(-24,32)|}{1567,36} =$$

$$= 33,6 \% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMLTBuckl} = 33,6 \% \quad \text{voldoet}$

4. Weerstand van de doorsnede tegen afschuiving (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0 \text{ cm}$

$$A_{Vy} = \frac{A \cdot b}{b + h} = 9,39 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{Vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,39 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 127,43 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{Vy} = \frac{\frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,Rd,y}}}{127,43} = \frac{|0,07|}{127,43} = 0,1 \% \quad (6.17) \quad \text{voldoet}$$

5. Afschuifweerstand tegen plooien van het lijf:

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0 \text{ cm}$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 10,00 - 2 \cdot 0,50 = 9,00 \text{ cm}$$

$$\text{Geen verstijver} \rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rd,z} = 127,43 = 127,43 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{Vw} = \frac{\frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{b,Rd}}}{127,43} = \frac{|0,05|}{127,43} = 0 \% \quad (5.10) \quad \text{voldoet}$$

6. Lijf-afschuiving-Buiging-Normalkracht

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$

$$M_{f,Rd} = (b + 2 \cdot b_2) \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = (10,00 + 2 \cdot 0) \cdot 0,50 \cdot 23,50 \cdot (10,00 - 0,50) = 1116,25 \text{ kNcm} = 11,2 \text{ kNm}$$

$$|M_{y,Ed11}| \leq M_{f,Rd} \cdot \rho_{Nf} \rightarrow \eta_{VwMN} = \frac{\frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{pl,Rd,y}}}{1567,36} = \frac{|17,81|}{1567,36} = 1,1 \% \quad (7.1) \quad \text{voldoet}$$

Partiële resultaten

8. Weerstand van de doorsnede tegen axiale krachten.:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{18,78 \cdot 23,50}{1} = 441,43 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-95,72)|}{441,43} = 21,7 \% \quad (6.9) \quad \text{voldoet}$$

9. Weerstand van de doorsnede tegen buiging (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,88 \cdot L = 0,88 \cdot 350,00 = 306,25$ cm

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{66,70 \cdot 23,50}{1} = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|15,59|}{1567,36} = 1,0 \% \quad (6.12) \quad \text{voldoet}$$

10. Weerstand van de doorsnede tegen buiging (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,88 \cdot L = 0,88 \cdot 350,00 = 306,25$ cm

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{66,70 \cdot 23,50}{1} = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-21,28)|}{1567,36} = 1,4 \% \quad (6.12) \quad \text{voldoet}$$

11. Weerstand van de doorsnede tegen afschuiving (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0$ cm

$$A_{V,z} = \frac{A \cdot h}{b + h} = 9,39 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,39 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 127,43 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|0,05|}{127,43} = 0 \% \quad (6.17) \quad \text{voldoet}$$

12. Buiging- afschuiving interactie controle

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie voor N-M-V interactie (sterkte): **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0$ cm

$V_{z,Ed1} = 0,05 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,z}/2 = 63,72 \text{ kN} \rightarrow$ Het effect van dwarskracht op de momentweerstand is verwaarloosbaar. 6.2.8

(2)

$V_{y,Ed1} = 0,07 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,y}/2 = 63,72 \text{ kN} \rightarrow$ Het effect van dwarskracht op de momentweerstand is verwaarloosbaar. 6.2.8

(2)

13. Interactiecontrole voor buiging en normaalkracht.

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie voor N-M-V interactie (sterkte): **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 350,00 = 0 \text{ cm}$

$$n = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{95,72}{441,43} = 21,7 \% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed1}| = 95,72 \text{ kN} \geq N_{Rd,w}/2 = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,00 \cdot 0,50 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 52,88 \text{ kN}$$

$$a_f = \min \left(\frac{A - 2 \cdot h \cdot t_w}{A} ; 0,5 \right) = \min \left(\frac{18,78 - 2 \cdot 10,00 \cdot 0,50}{18,78} ; 0,5 \right) = 0,47$$

$$a_w = \min \left(\frac{A - 2 \cdot b \cdot t_f}{A} ; 0,5 \right) = \min \left(\frac{18,78 - 2 \cdot 10,00 \cdot 0,50}{18,78} ; 0,5 \right) = 0,47$$

$$\rho_{N_y} = \max \left(\frac{1 - n/100}{1 - 0,5 \cdot a_w} ; 0,01 \right) = \max \left(\frac{1 - 21,7/100}{1 - 0,5 \cdot 0,47} ; 0,01 \right) = 1,022$$

$$\rho_{N_z} = \max \left(\frac{1 - n/100}{1 - 0,5 \cdot a_w} ; 0,01 \right) = \max \left(\frac{1 - 21,7/100}{1 - 0,5 \cdot 0,47} ; 0,01 \right) = 1,022$$

$$M_{N_y,Rd} = \min (M_{y,V,Rd} \cdot \rho_{N_y} ; M_{y,V,Rd}) = \min (1567,36 \cdot 1,022 ; 1567,36) = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm}$$

$$M_{N_z,Rd} = \min (M_{z,V,Rd} \cdot \rho_{N_z} ; M_{z,V,Rd}) = \min (1567,36 \cdot 1,022 ; 1567,36) = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed1}}{M_{N_y,Rd}} = \frac{0}{1567,36} = 0 \%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed1}}{M_{N_z,Rd}} = \frac{0}{1567,36} = 0 \%$$

$$\alpha_{MN} = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{(1 - 1,13 \cdot (n/100))^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{(1 - 1,13 \cdot (21,7/100))^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = 1,8$$

$$\beta_{MN} = \alpha_{MN} = 1,8 = 1,8$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed1}}{M_{N_y,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed1}}{M_{N_z,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{0}{1567,36} \right)^{1,8} + \left(\frac{0}{1567,36} \right)^{1,8} = 0 \% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max (\eta_{MN,1} ; \eta_{MN,2} ; \eta_{MN,3} ; \eta_N) = \max (0 ; 0 ; 0 ; 21,7) = 21,7 \% \quad \text{voldoet}$$

14. Opneembare knikbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Kritische combinatie voor N-M-Knik interactie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$

$$k_y = 1$$

$$k_z = 1$$

$$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$$

$$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$$

Knik kromme om de Y-as: α Tabel 6.2

$$\rightarrow \alpha_y = 0,21 \text{ Tabel 6.1}$$

Knik kromme om de Z-as : α Tabel 6.2

$$\rightarrow \alpha_z = 0,21 \text{ Tabel 6.1}$$

$$\lambda_y^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{350,00}{3,87} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,96 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{350,00}{3,87} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,96 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,96 - 0,2) + 0,96^2}{2} = 1,0436$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,96 - 0,2) + 0,96^2}{2} = 1,0436$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,0436 + \sqrt{1,0436^2 - 0,96^2}}; 1 \right) = 0,6914 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,0436 + \sqrt{1,0436^2 - 0,96^2}}; 1 \right) = 0,6914 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min (\chi_y ; \chi_z) = \min (0,6914 ; 0,6914) = 0,6914 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,6914 \cdot 18,78 \cdot 23,50}{1} = 305,23 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed11}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-95,10)|}{305,23} = 31,2 \% \quad (6.46) \quad \text{voldoet}$$

15. Opneembare kipbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Kritische combinatie voor N-M-Kip interactie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 350,00 = 350,00 \text{ cm}$

Profiel: Rechthoekig, $h/b < 3 \rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 66,70 \cdot 23,50}{1} = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|17,81|}{1567,36} = 1,1 \% \quad (6.54) \quad \text{voldoet}$$

STAAL PROFIEL ONTWERP

Ontwerpelement: **1**

Knopen: **30-31**

Norm: **Eurocode-NL**

[NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011](#), [NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011](#)

Materiaal: **S 235**

Profiel: **100X100X 5,0**

Belastinggeval: **Non-lin., Omhullende (Alle UGT)**

Coëfficiënt voor seismische krachten: **1,0**

Doorsnedeklasse: **1** (Plastische ontwerp)

1. Normaalkracht-Buiging-Afschuiving

[EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9](#)

Kritische combinatie: **Co #7 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 210,00 = 0 \text{ cm}$

$N_{Ed_1} = -74,37 \text{ kN}$ $V_{y,Ed_1} = -0,03 \text{ kN}$ $V_{z,Ed_1} = 0,02 \text{ kN}$ $M_{y,Ed_1} = 0 \text{ kNcm} = 0 \text{ kNm}$ $M_{z,Ed_1} = 0 \text{ kNcm} = 0 \text{ kNm}$

$\eta_{NMV_{pl}} = \max(\eta_N; \eta_{M_{y,pl}}; \eta_{M_{z,pl}}; \eta_{V_z}; \eta_{V_y}) = 16,8 \% \quad \text{voldoet}$

2. Normaalkracht-Buiging-Knik

[EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2](#)

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 210,00 = 210,00 \text{ cm}$

$C_{my} = 0,9 \geq 0,4$ [Tabel B.3](#)

$C_{mz} = 0,9 \geq 0,4$ [Tabel B.3](#)

$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0,58 - 0,2; 0,8) = 0,378$

$f_{zz} = \max(\min(\lambda_z^* - 0,2; 0,8); 0) = \max(\min(0,58 - 0,2; 0,8); 0) = 0,378$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,378 \cdot \frac{|(-59,57)|}{\frac{0,8982 \cdot 441,43}{1}} \right) = 0,951$$

$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,951 = 0,571$ [Tabel Annex B.1](#)

$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,951 = 0,571$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,378 \cdot \frac{|(-59,57)|}{\frac{0,8982 \cdot 441,43}{1}} \right) = 0,951 \quad \text{Tabel Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = 0,8982 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = 0,8982 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-59,57)|}{0,8982 \cdot 441,43} + 0,951 \cdot \frac{|260,58|}{1567,36} + 0,571 \cdot \frac{|(-39,74)|}{1567,36} = 32,3$$

% (6.61)

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-59,57)|}{0,8982 \cdot 441,43} + 0,571 \cdot \frac{|260,58|}{1567,36} + 0,951 \cdot \frac{|(-39,74)|}{1567,36} = 26,9$$

% (6.62)

$$\eta_{NMBuckl} = 32,3 \% \quad \text{voldoet}$$

3. Druk-Buiging-Kip

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 210,00 = 210,00$ cm

$$C_{my} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mz} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{mLT}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,5, 0,4) = 0,6 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y \cdot -0,2; 0,8) = \min(0,58 - 0,2; 0,8) = 0,378$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,378 \cdot \frac{|(-59,57)|}{0,8982 \cdot 441,43} \right) = 0,951$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,951 = 0,571 \quad \text{Tabel Annex B.1, B.2}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,951 = 0,571$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,378 \cdot \frac{|(-59,57)|}{0,8982 \cdot 441,43} \right) = 0,951 \quad \text{Tabel Annex B.1, B.2}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,8982 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,8982 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad (6.56)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-59,57)|}{0,8982 \cdot 441,43} + 0,951 \cdot \frac{|260,58|}{1 \cdot 1567,36} + 0,571 \cdot \frac{|(-39,74)|}{1567,36} =$$

$$= 32,3 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed11}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed11}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed11}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-59,57)|}{0,8982 \cdot 441,43} + 0,571 \cdot \frac{|260,58|}{1 \cdot 1567,36} + 0,951 \cdot \frac{|(-39,74)|}{1567,36} =$$

$$= 26,9 \% \quad (6.62)$$

$$\eta_{NMLTBuckl} = 32,3 \% \quad \text{voldoet}$$

4. Weerstand van de doorsnede tegen afschuiving (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 210,00 = 0 \text{ cm}$

$$A_{Vy} = \frac{A \cdot b}{b + h} = 9,39 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{Vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,39 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 127,43 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{Vy} = \frac{\frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,Rd,y}}}{127,43} = 0,1 \% \quad (6.17) \quad \text{voldoet}$$

5. Afschuifweerstand tegen plooien van het lijf:

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 210,00 = 0 \text{ cm}$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 10,00 - 2 \cdot 0,50 = 9,00 \text{ cm}$$

$$\text{Geen verstijver} \rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rd,z} = 127,43 = 127,43 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{Vw} = \frac{\frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{b,Rd}}}{127,43} = 1,0 \% \quad (5.10) \quad \text{voldoet}$$

6. Lijf-afschuiving-Buiging-Normalkracht

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 210,00 = 210,00 \text{ cm}$

$$M_{f,Rd} = (b + 2 \cdot b_2) \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = (10,00 + 2 \cdot 0) \cdot 0,50 \cdot 23,50 \cdot (10,00 - 0,50) = 1116,25 \text{ kNcm} = 11,2 \text{ kNm}$$

$$|M_{y,Ed11}| \leq M_{f,Rd} \cdot \rho_{Nf} \rightarrow \eta_{VwMN} = \frac{\frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{pl,Rd,y}}}{1567,36} = 16,6 \% \quad (7.1) \quad \text{voldoet}$$

Partiële resultaten

8. Weerstand van de doorsnede tegen axiale krachten.:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Kritische combinatie: **Co #7 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 210,00 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{18,78 \cdot 23,50}{1} = 441,43 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-74,37)|}{441,43} = 16,8 \% \quad (6.9) \quad \text{voldoet}$$

9. Weerstand van de doorsnede tegen buiging (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,87 \cdot L = 0,87 \cdot 210,00 = 183,75$ cm

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{66,70 \cdot 23,50}{1} = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|228,01|}{1567,36} = 14,5 \% \quad (6.12) \quad \text{voldoet}$$

10. Weerstand van de doorsnede tegen buiging (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,87 \cdot L = 0,87 \cdot 210,00 = 183,75$ cm

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{plz} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{66,70 \cdot 23,50}{1} = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-34,77)|}{1567,36} = 2,2 \% \quad (6.12) \quad \text{voldoet}$$

11. Weerstand van de doorsnede tegen afschuiving (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,25 \cdot L = 0,25 \cdot 210,00 = 52,50$ cm

$$A_{V,z} = \frac{A \cdot h}{b + h} = 9,39 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,39 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 127,43 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|1,24|}{127,43} = 1,0 \% \quad (6.17) \quad \text{voldoet}$$

12. Buiging- afschuiving interactie controle

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie voor N-M-V interactie (sterkte): **Co #7 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 210,00 = 0$ cm

$V_{z,Ed1} = 0,02 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,z}/2 = 63,72 \text{ kN} \rightarrow$ Het effect van dwarskracht op de momentweerstand is verwaarloosbaar. 6.2.8

(2)

$V_{y,Ed1} = -0,03 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,y}/2 = 63,72 \text{ kN} \rightarrow$ Het effect van dwarskracht op de momentweerstand is verwaarloosbaar.

6.2.8 (2)

13. Interactiecontrole voor buiging en normaalkracht.

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie voor N-M-V interactie (sterkte): **Co #7 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 210,00 = 0 \text{ cm}$

$$n = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{74,37}{441,43} = 16,8 \% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed1}| = 74,37 \text{ kN} \geq N_{Rd,w}/2 = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,00 \cdot 0,50 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 52,88 \text{ kN}$$

$$a_f = \min \left(\frac{A - 2 \cdot h \cdot t_w}{A} ; 0,5 \right) = \min \left(\frac{18,78 - 2 \cdot 10,00 \cdot 0,50}{18,78} ; 0,5 \right) = 0,47$$

$$a_w = \min \left(\frac{A - 2 \cdot b \cdot t_f}{A} ; 0,5 \right) = \min \left(\frac{18,78 - 2 \cdot 10,00 \cdot 0,50}{18,78} ; 0,5 \right) = 0,47$$

$$\rho_{N_y} = \max \left(\frac{1 - n/100}{1 - 0,5 \cdot a_w} ; 0,01 \right) = \max \left(\frac{1 - 16,8/100}{1 - 0,5 \cdot 0,47} ; 0,01 \right) = 1,085$$

$$\rho_{N_z} = \max \left(\frac{1 - n/100}{1 - 0,5 \cdot a_w} ; 0,01 \right) = \max \left(\frac{1 - 16,8/100}{1 - 0,5 \cdot 0,47} ; 0,01 \right) = 1,085$$

$$M_{N_y,Rd} = \min (M_{y,V,Rd} \cdot \rho_{N_y} ; M_{y,V,Rd}) = \min (1567,36 \cdot 1,085 ; 1567,36) = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm}$$

$$M_{N_z,Rd} = \min (M_{z,V,Rd} \cdot \rho_{N_z} ; M_{z,V,Rd}) = \min (1567,36 \cdot 1,085 ; 1567,36) = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed1}}{M_{N_y,Rd}} = \frac{0}{1567,36} = 0 \%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed1}}{M_{N_z,Rd}} = \frac{0}{1567,36} = 0 \%$$

$$\alpha_{MN} = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (n/100)^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (16,8/100)^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = 1,7$$

$$\beta_{MN} = \alpha_{MN} = 1,7 = 1,7$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed1}}{M_{N_y,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed1}}{M_{N_z,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{0}{1567,36} \right)^{1,7} + \left(\frac{0}{1567,36} \right)^{1,7} = 0 \% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max (\eta_{MN,1} ; \eta_{MN,2} ; \eta_{MN,3} ; \eta_N) = \max (0 ; 0 ; 0 ; 16,8) = 16,8 \% \quad \text{voldoet}$$

14. Opneembare knikbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Kritische combinatie voor N-M-Knik interactie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 210,00 = 210,00 \text{ cm}$

$$k_y = 1$$

$$k_z = 1$$

$$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 210,00 = 210,00 \text{ cm}$$

$$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 210,00 = 210,00 \text{ cm}$$

Knik kromme om de Y-as: α Tabel 6.2

$$\rightarrow \alpha_y = 0,21 \text{ Tabel 6.1}$$

Knik kromme om de Z-as : α Tabel 6.2

$$\rightarrow \alpha_z = 0,21 \text{ Tabel 6.1}$$

$$\lambda_y^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{210,00}{3,87} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,58 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{210,00}{3,87} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,58 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,58 - 0,2) + 0,58^2}{2} = 0,7065$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,58 - 0,2) + 0,58^2}{2} = 0,7065$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,7065 + \sqrt{0,7065^2 - 0,58^2}}; 1 \right) = 0,8982 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,7065 + \sqrt{0,7065^2 - 0,58^2}}; 1 \right) = 0,8982 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min (\chi_y ; \chi_z) = \min (0,8982 ; 0,8982) = 0,8982 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,8982 \cdot 18,78 \cdot 23,50}{1} = 396,52 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed11}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-59,57)|}{396,52} = 15,0 \% \quad (6.46) \quad \text{voldoet}$$

15. Opneembare kipbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Kritische combinatie voor N-M-Kip interactie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 210,00 = 210,00 \text{ cm}$

Profiel: Rechthoekig, $h/b < 3 \rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 66,70 \cdot 23,50}{1} = 1567,36 \text{ kNcm} = 15,7 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|260,58|}{1567,36} = 16,6 \% \quad (6.54) \quad \text{voldoet}$$

STAAL PROFIEL ONTWERP

Ontwerpelement: **11**

Knopen: **8-32**

Norm: **Eurocode-NL**

NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011, NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011

Materiaal: **S 235**

Profiel: **200X100X 5,0**

Belastinggeval: **Non-lin., Omhullende (Alle UGT)**

Coëfficiënt voor seismische krachten: **1,0**

Doorsnedeklasse: **2** (Plastische ontwerp)

1. Normaalkracht-Buiging-Afschuiving-Torsie (Interactie sterkte):

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00$ cm

$$N_{Ed_{11}} = -1,49 \text{ kN} \quad V_{y,Ed_{11}} = 0,91 \text{ kN} \quad V_{z,Ed_{11}} = 3,56 \text{ kN} \quad M_{y,Ed_{11}} = 251,65 \text{ kNm} = 2,5 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed_{11}} = -64,67 \text{ kNm} \\ = -0,6 \text{ kNm} \quad M_{x,Ed_{11}} = 24,34 \text{ kNm} = 0,2 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \max(\eta_N; \eta_{M_{y,pl}}; \eta_{M_{z,pl}}; \eta_{V_z}; \eta_{V_y}) = 5,7 \% \quad \text{voldoet}$$

2. Normaalkracht-Buiging-Knik

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0$ cm

$$C_{my} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mz} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0,22 - 0,2; 0,8) = 0,02$$

$$f_{zz} = \max(\min(\lambda_z^* - 0,2; 0,8); 0) = \max(\min(0,38 - 0,2; 0,8); 0) = 0,18$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,02 \cdot \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,9955 \cdot 681,50}}{1} \right) = 0,9$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \quad \text{Tabel Annex B.1}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,18 \cdot \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,958 \cdot 681,50}}{1} \right) = 0,9 \quad \text{Tabel Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1\right) = 0,9955 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1\right) = 0,958 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,9955 \cdot 681,50}}{1} + 0,9 \cdot \frac{\frac{|(-251,24)|}{4412,13}}{1} + 0,54 \cdot \frac{\frac{|72,51|}{2708,37}}{1} = 6,8 \%$$

(6.61)

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,958 \cdot 681,50}}{1} + 0,54 \cdot \frac{\frac{|(-251,24)|}{4412,13}}{1} + 0,9 \cdot \frac{\frac{|72,51|}{2708,37}}{1} = 5,7 \%$$

(6.62)

$$\eta_{NMBuckl} = 6,8 \% \quad \text{voldoet}$$

3. Druk-Buiging-Kip

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$C_{my} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mz} = 0,9 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$C_{mLT} = \max(0,1 \cdot (1 - \psi_{mLT}) - 0,8 \cdot \alpha_{mLT}, 0,2 \cdot (-\psi_{mLT}) - 0,8 \cdot \alpha_{mLT}, 0,4) = \\ = \max(0,1 \cdot (1 - (-0,998)) - 0,8 \cdot (-0,03), 0,2 \cdot (-(-0,998)) - 0,8 \cdot (-0,03), 0,4) = 0,4 \geq 0,4 \quad \text{Tabel B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0,22 - 0,2; 0,8) = 0,02$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,02 \cdot \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,9955 \cdot 681,50}}{1} \right) = 0,9$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \quad \text{Tabel Annex B.1, B.2}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,18 \cdot \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,958 \cdot 681,50}}{1} \right) = 0,9 \quad \text{Tabel Annex B.1, B.2}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}} ; 1 \right) = 0,9955 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}} ; 1 \right) = 0,958 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad (6.56)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-1,49)|}{0,9955 \cdot 681,50}}{1} + 0,9 \cdot \frac{\frac{|(-251,24)|}{1 \cdot 4412,13}}{1} + 0,54 \cdot \frac{\frac{|72,51|}{2708,37}}{1} = 6,8$$

% (6.61)

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{|(-1,49)|}{\frac{0,958 \cdot 681,50}{1}} + 0,54 \cdot \frac{|(-251,24)|}{\frac{1 \cdot 4412,13}{1}} + 0,9 \cdot \frac{|72,51|}{\frac{2708,37}{1}} = 5,7$$

% (6.62)

$$\eta_{NMLTBuckl} = 6,8 \% \quad \text{voldoet}$$

4. Afschuiving(y)-Torsie (Sterktecontrole):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Kritische combinatie: **Co #2 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$A_{V,y} = \frac{A \cdot b}{b + h} = 9,67 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{9,67 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 131,15 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed1} = 24,38 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rd,y} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xy,Ed}}{f_y} \right) \cdot V_{pl,Rd,y} = \left(1 - \frac{0,14}{\frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}} \right) \cdot 131,15 = 129,78 \text{ kN} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,T,Rd,y}}}{129,78} = \frac{|0,92|}{129,78} = 0,7 \% \quad (6.17) \quad \text{voldoet}$$

5. Afschuifweerstand tegen plooien van het lijf:

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 20,00 - 2 \cdot 0,50 = 19,00 \text{ cm}$$

$$\text{Geen verstijver} \rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rd,z} = 262,31 = 262,31 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{V_w} = \frac{\frac{|V_{z,Ed11}|}{V_{b,Rd}}}{262,31} = \frac{|3,56|}{262,31} = 1,4 \% \quad (5.10) \quad \text{voldoet}$$

6. Lijf-afschuiving-Buiging-Normalkracht

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$M_{f,Rd} = (b + 2 \cdot b_2) \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = (10,00 + 2 \cdot 0) \cdot 0,50 \cdot 23,50 \cdot (20,00 - 0,50) = 2291,25 \text{ kNcm} = 22,9 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed11} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd} \rightarrow \eta_{V_{w}^{MN}} = \frac{\frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{pl,Rd,y}}}{4412,13} = \frac{|251,65|}{4412,13} = 5,7 \% \quad (7.1) \quad \text{voldoet}$$

Partiële resultaten

8. Weerstand van de doorsnede tegen axiale krachten.:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{29,00 \cdot 23,50}{1} = 681,50 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-1,49)|}{681,50} = 0,2 \% \quad (6.9) \quad \text{voldoet}$$

9. Weerstand van de doorsnede tegen buiging (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0$ cm

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{187,75 \cdot 23,50}{1} = 4412,13 \text{ kNcm} = 44,1 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-251,24)|}{4412,13} = 5,7 \% \quad (6.12) \quad \text{voldoet}$$

10. Weerstand van de doorsnede tegen buiging (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Kritische combinatie: **Co #2 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0$ cm

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{115,25 \cdot 23,50}{1} = 2708,37 \text{ kNcm} = 27,1 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|72,55|}{2708,37} = 2,7 \% \quad (6.12) \quad \text{voldoet}$$

11. Afschuiving(y)-Torsie (Sterktecontrole):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Kritische combinatie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,87 \cdot L = 0,87 \cdot 150,00 = 131,25$ cm

$$A_{V,z} = \frac{A \cdot h}{b + h} = 19,33 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{19,33 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 262,31 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed1} = 24,34 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz,Ed}}{f_y} \right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{0,14}{\frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}} \right) \cdot 262,31 = 259,57 \text{ kN} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|0,91|}{259,57} = 1,4 \% \quad (6.17) \quad \text{voldoet}$$

12. Buiging- afschuiving interactie controle

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie voor N-M-V interactie (sterkte): **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$V_{z,Ed11} = 3,56 \text{ kN} \leq V_{pl,T,Rd,z}/2 = 129,79 \text{ kN} \rightarrow$ Het effect van dwarskracht op de momentweerstand is verwaarloosbaar.

6.2.8 (2)

$V_{y,Ed11} = 0,91 \text{ kN} \leq V_{pl,T,Rd,y}/2 = 64,89 \text{ kN} \rightarrow$ Het effect van dwarskracht op de momentweerstand is verwaarloosbaar.

6.2.8 (2)

13. Interactiecontrole voor buiging en normaalkracht.

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie voor N-M-V interactie (sterkte): **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$n = \frac{|N_{Ed11}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{1,49}{681,50} = 0,2 \% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed11}| = 1,49 \text{ kN} \leq N_{Rd,w}/2 = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{19,00 \cdot 0,50 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 111,63 \text{ kN}$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{y,V,Rd} = 4412,13 = 4412,13 \text{ kNcm} = 44,1 \text{ kNm}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{z,V,Rd} = 2708,37 = 2708,37 \text{ kNcm} = 27,1 \text{ kNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed11}}{M_{N,y,Rd}} = \frac{251,65}{4412,13} = 5,7 \%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed11}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{(-64,67)}{2708,37} = 2,4 \%$$

$$\alpha_{MN} = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (n/100)^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (0,2/100)^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = 1,7$$

$$\beta_{MN} = \alpha_{MN} = 1,7 = 1,7$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed11}}{M_{N,y,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed11}}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{251,65}{4412,13} \right)^{1,7} + \left(\frac{(-64,67)}{2708,37} \right)^{1,7} = 1,1 \% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max (\eta_{MN,1} ; \eta_{MN,2} ; \eta_{MN,3} ; \eta_N) = \max (5,7 ; 2,4 ; 1,1 ; 0,2) = 5,7 \% \quad \text{voldoet}$$

14. Opneembare knikbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Kritische combinatie voor N-M-Knik interactie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$k_y = 1$$

$$k_z = 1$$

$$L_{cr,y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$$

$$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$$

Knik kromme om de Y-as: α Tabel 6.2

$$\rightarrow \alpha_y = 0,21 \text{ Tabel 6.1}$$

Knik kromme om de Z-as : α Tabel 6.2

$$\rightarrow \alpha_z = 0,21 \text{ Tabel 6.1}$$

$$\lambda_y^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{150,00}{7,25} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,22 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{150,00}{4,20} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,38 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,22 - 0,2) + 0,22^2}{2} = 0,5264$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2}{2} = 0,5911$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,5264 + \sqrt{0,5264^2 - 0,22^2}}; 1 \right) = 0,9955 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,5911 + \sqrt{0,5911^2 - 0,38^2}}; 1 \right) = 0,958 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min (\chi_y ; \chi_z) = \min (0,9955 ; 0,958) = 0,958 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,958 \cdot 29,00 \cdot 23,50}{1} = 652,86 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-1,49)|}{652,86} = 0,2 \% \quad (6.46) \quad \text{voldoet}$$

15. Opneembare kipbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Kritische combinatie voor N-M-Kip interactie: **Co #6 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

Profiel: Rechthoekig, $h/b < 3 \rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 187,75 \cdot 23,50}{1} = 4412,13 \text{ kNcm} = 44,1 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|(-251,24)|}{4412,13} = 5,7 \% \quad (6.54) \quad \text{voldoet}$$

STAAL PROFIEL ONTWERP

Ontwerpelement: 77

Knopen: **1-26**

Norm: **Eurocode-NL**

NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011, NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011

Materiaal: **S 235**

Profiel: **60x8**

Belastinggeval: **Non-lin., Omhullende (Alle UGT)**

Coëfficiënt voor seismische krachten: **1,0**

Doorsnedeklasse: **3** (Elastische ontwerp)

1. Normaalkracht-Buiging-Afschuiving

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Kritische combinatie: **Co #2 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 380,79 = 0$ cm

$N_{Ed_1} = 23,90$ kN

$$\eta_{NMV_{el}} = \frac{N_{Ed_1}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed_1}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed_1}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{23,90}{4,80 \cdot \frac{23,50}{1}} + \frac{0}{4,80 \cdot \frac{23,50}{1}} + \frac{0}{0,64 \cdot \frac{23,50}{1}} = 21,2 \% \quad \text{voldoet}$$

2. Normaalkracht-Buiging-Knik

EN 1993-1-1: 6.3.3

Kritische combinatie: **Co #2 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 380,79 = 0$ cm

$N_{Ed_1} = 23,90$ kN (Ligger onder trek)

$\eta_{NMBuckl} = \eta_{NMV} = 21,2 \% \quad \text{voldoet}$

Partiële resultaten

8. Weerstand van de doorsnede tegen axiale krachten.:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Kritische combinatie: **Co #2 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 380,79 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,80 \cdot 23,50}{1} = 112,80 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 4,80 \cdot 36,00}{1,25} = 124,42 \text{ kN} \quad (6.7)$$

$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(112,80; 124,42) = 112,80$ kN

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed_1}|}{N_{t,Rd}} = \frac{|23,90|}{112,80} = 21,2 \% \quad (6.5) \quad \text{voldoet}$$

14. Opneembare knikbelasting:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Project:

Constructeur:

Model: **liftschacht.axs**

1-2-2019

Pag. 141

Kritische combinatie voor N-M-Knik interactie: **Co #2 [1] (1,000)**

Kritische doorsnede: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 380,79 = 0$ cm

$N_{Ed_1} = 23,90$ kN (Ligger onder trek)

$\eta_{N_b} = \eta_N = 21,2$ % **voldoet**