



## Statische berekening

### Ontwerpberekening

Projectnummer: 24-329  
Omschrijving: Entresolvloer Citysauna Bilderdijk Amsterdam



Onderdeel: ontwerpberkening  
Datum rapport: 12-9-2024

Alle werkzaamheden worden verricht onder de toepasselijkheid van de Rechtsverhouding opdrachtgever – architect, ingenieur en adviseur DNR2011, gedeponeed op 3 juli 2013 ter griffie van de rechtbank te Amsterdam onder nummer 56/2013

HOUTING ingenieurs B.V.  
Hanzestraat 5  
7006RH, Doetinchem  
Tel: 0314 – 84 21 22  
Email: [info@houting-advies.nl](mailto:info@houting-advies.nl)  
Web: [www.houting-advies.nl](http://www.houting-advies.nl)

## Inhoud

Algemene gegevens .....	3
Uitgangspunten.....	3
Projectbeschrijving.....	4
Opdrachtverstrekking en voorwaarden .....	4
Materiaalgegevens.....	5
Aangenomen belastingen .....	7
Gewichtsberekening .....	7
Constructieoverzicht fundering en begane grondvloer .....	8
Constructieoverzicht Entresolvloer.....	9
Berekening onderdelen.....	10
Houten balklaag pos. 1.....	10
Stalen ligger Pos. 2 .....	11
Stalen ligger Pos. 3 .....	12
Stalen ligger Pos. 4 .....	13
Stalen kolom Pos. 5.....	14
Controle bestaande balklaag en fundering.....	15
Uitgangspunten.....	15
Controle houten balklaag.....	18
Controle Stalen ligger.....	19
Nieuwe stalen ligger fundering .....	21

## Algemene gegevens

### Uitgangspunten

#### Uitgangspunten

normering	NEN-EN 1990 eurocode nieuwbouw
voorschriften	nieuwbouw Eurocode 0 t/m 9 + Nationale Bijlagen
gebouwfunctie	Wellnessgebouw
categorie	C3 bijeenkomstruimtes
ontwerplevensduur:	50 jaar
gevolgklasse:	CC2
ontwerplevensduurklasse:	3
betrouwbaarheidsklasse:	RC2

belastingfactoren:	perm. belasting gunstig:	$\gamma_G = 0,9$
6.10a	perm. belasting ongunstig:	$\gamma_G = 1,35$
	verand. belasting $Q_{mom}$ :	$\gamma_{Qi} = 1,50$
6.10b	perm. belasting ongunstig:	$\xi \gamma_G = 1,20$
	verand. belasting $Q_{extr} + Q_{mom}$ :	$\gamma_{Qi} = 1,50$

#### $\psi$ -factoren per gebruikscategorie

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_t$	
A woon- en verblijfsruimtes	0,4	0,5	0,3	1,000	$\psi_0 =$ factor combinatie-waarde veranderlijke belasting
B kantoorruimtes	0,5	0,5	0,3	1,000	(gelijktijdigheid belastingen uiterste grenstoestand)
C bijeenkomstruimtes	0,4	0,7	0,6	1,000	
D winkelruimtes	0,4	0,7	0,6	1,000	$\psi_1 =$ factor frequent aanwezige veranderlijke belasting
E opslagruimtes	1,0	0,9	0,8	1,000	(bijv. schok, brand, noodherstel, scheurwijdte)
F verkeersruimtes, voertuig $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6	1,000	
G verkeersruimtes, $30$ kN < voertuig $\leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3	1,000	$\psi_2 =$ factor quasi-blijvende veranderlijke belasting
H daken	0,0	0,0	0,0		(lange termijneffecten, bijv. kruip)
sneeuwbelasting	0,0	0,2	0,0		
windbelasting	0,0	0,2	0,0		$\psi_t = \{1 + (1 - \psi_0) / 9 * \ln(t/10)\}$
temperatuur (geen brand)	0,0	0,5	0,0		(niet voor wind-, sneeuw- en thermische belasting)

### Projectbeschrijving

Plan voor het bouwen van een entresolvloer in een bestaand pand. Het gebouw is een voormalig schoolgebouw. De entresolvloer is weggehaald en wordt nu opnieuw geplaatst. Deze wordt opnieuw doorgerekend.

### Aangehouden stukken

Gebruik gemaakt van tekeningen van Rosenthal Interiors & Partners, dd. 14-05-2024.

### Stabiliteitsprincipe

De stabiliteit wordt voorzien door de schijfwerking van de vloeren, het dak en de dragende wanden. In beide richtingen zijn voldoende gefundeerde wanden aanwezig.

### Brandeisen

Bij aanvang opdracht waren er geen eisen bekend m.b.t. de brandwerendheid van de hoofddragconstructie van de Entresolvloer.

### Oprichting en voorwaarden

HOUTING ingenieurs B.V. heeft opdracht ontvangen voor het uitwerken van een ontwerpberekening van hoofddragconstructie voor bovengenoemd plan. Er mag alleen gebruik gemaakt worden van het door ons uitgevoerde advies onder de volgende voorwaarden:

- Indien dit plan vergunningsplichtig is, zal aannemer starten pas na ontvangen van de vergunning en goedkeuring op de ingediende constructieve stukken. Het voortijdig bestellen van materialen en prefab onderdelen is voor eigen risico van aannemer / opdrachtgever;
- Aannemer / opdrachtgever zal voor start werkzaamheden in geval van een verbouw project de uitgangspunten van bestaande constructies in het werk controleren. Bij afwijking met de door in rapport opgestelde uitgangspunten, of bij twijfel, dient er contact opgenomen te worden met HOUTING ingenieurs B.V.;
- Op alle werkzaamheden van HOUTING ingenieurs B.V. zijn de algemene voorwaarden DNR 2011 van toepassing welke op verzoek toegezonden kan worden aan opdrachtgever. Deze is ook digitaal te downloaden via [www.houting-advies.nl/DNR.pdf](http://www.houting-advies.nl/DNR.pdf). De aansprakelijkheid van HOUTING ingenieurs B.V., in geval van een toerekenbare tekortkoming, is (conform art. 15, DNR 2011) beperkt tot driemaal de opdrachtsom met een maximum van € [REDACTED]. Bij gebruik van dit adviesrapport verklaart de opdrachtgever de DNR 2011 te hebben ontvangen, te hebben gelezen en uitdrukkelijk de toepasselijkheid daarvan te aanvaarden.



## Geprefabriceerde onderdelen.

<b>prefab beton:</b>	<p>Werkzaamheden voor de prefab onderdelen dienen te worden uitgevoerd conform de onderstaande categorieën volgens het KOMO-attest:</p> <p>Categorie 1: niet van toepassing. Categorie 2: heipalen Categorie 3: trappen, bordessen, galerijen, balkons Categorie 4: systeemvloeren Categorie 5: balken, kolommen, wanden Categorie 6: niet van toepassing. Categorie 7: niet van toepassing.</p> <p>Tekeningen en berekeningen in 2-voud ter controle indienen, definitieve stukken in 3-voud.</p>
<b>staalconstructie:</b>	<p>Definitieve details, detailberekeningen, werkplaatstekeningen, hulpstaal, valbeveiliging, (vloer)ravelingen, opleggingen, springen, (boor)anker- en boutverbindingen, tijdelijke voorzieningen voor montage en uitvoering, stalen trappen en bordessen, lateien en geveldragers zijn uit te voeren door de aannemer.</p> <p>Staalconstructies en verankeringen in vochtig milieu corrosiewerend behandelen, met een referentieperiode van 50 jaar.</p> <p>Indien dak of vloerliggers worden voorzien van een zeeg moet deze zeeg parabool-vormig worden uitgevoerd. De in de berekening genoemde zegen zijn exclusief eventueel afschot.</p> <p>Tekeningen en berekeningen in 2-voud ter controle indienen, definitieve stukken in 3-voud.</p>
<b>overige onderdelen:</b>	<p>Definitieve details, detailberekeningen, werkplaatstekeningen, hulpstaal, valbeveiliging, (vloer)ravelingen, opleggingen, springen, (boor)anker- en boutverbindingen, tijdelijke voorzieningen voor montage en uitvoering, stalen trappen en bordessen, lateien en geveldragers zijn uit te voeren door de aannemer.</p>

## Aangenomen belastingen

### Gewichtsberekening

#### Entresolvloer

	G	Qe	
Houten balklaag	0,20		
Cementdekvloer d=50mm	1,00		
Vloer hout / underlayment	0,10		
Plafond	0,10		
Leidingen + installatie	0,10		
opgelegde belasting		4,00	categorie = C
totaal permanente belasting / opgelegde belasting	1,50	4,00	kN/m <sup>2</sup> $\Psi_0 = 0,4$

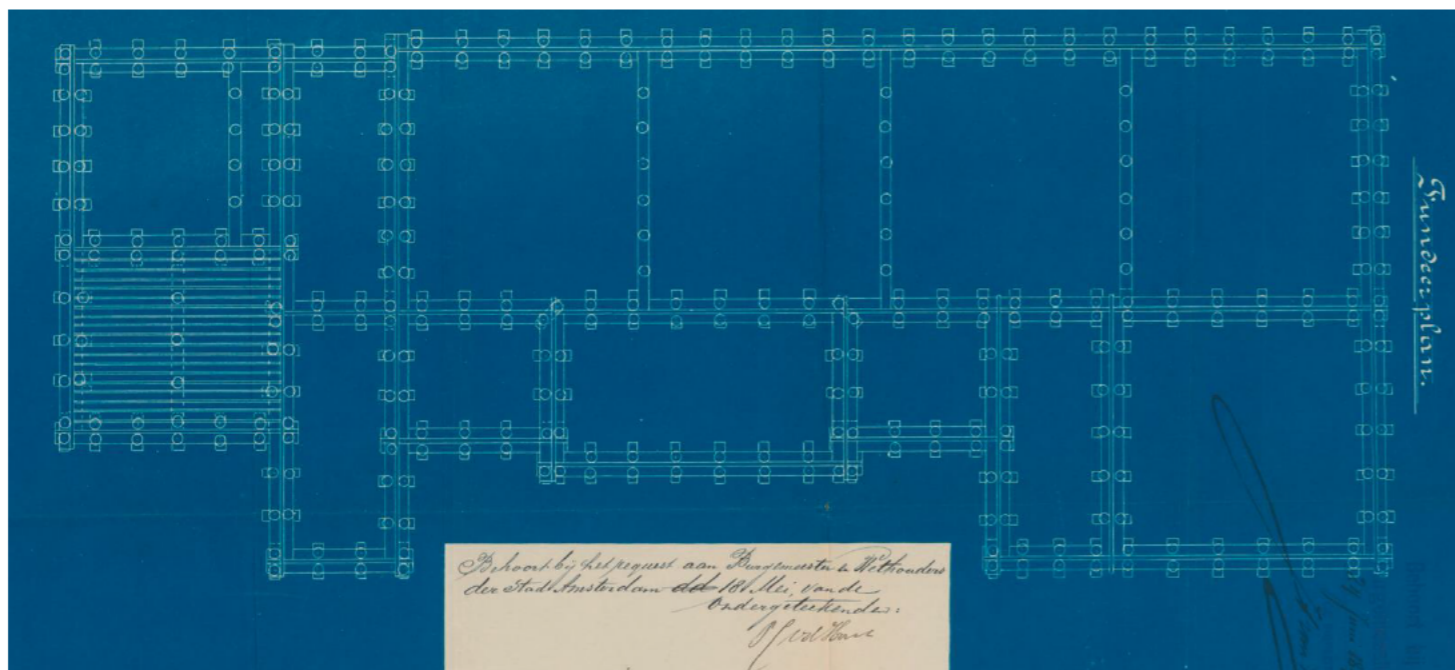
#### Beganegrondvloer

	G	Qe	
Houten balklaag	0,20		
Leidingen + installatie	0,10		
Vloer hout / underlayment	0,10		
Cementdekvloer d=50mm	1,00		
opgelegde belasting		4,00	categorie = C
totaal permanente belasting / opgelegde belasting	1,40	4,00	kN/m <sup>2</sup> $\Psi_0 = 0,4$

#### wanden

	G	Qe
metselwerk d=100mm	2,00	kN/m <sup>2</sup>
spouwmuur	4,00	kN/m <sup>2</sup>

**Constructieoverzicht fundering en begane grondvloer**



Bestaande palenfundering met balkenrooster. Gegevens palen en balkenrooster onbekend. Te controleren op zettingen en scheurvorming.

Uitgangspunt; vroeger was er al een entresolvloer aanwezig in het schoolgebouw (ook bijeenkomstfunctie). Deze Entresolvloer wordt in zijn volledigheid teruggebracht in hout. Enkel 4 m<sup>2</sup> vloeroppervlak sauna wordt extra gerealiseerd.

Bestaande balklaag dient minimaal 71x196mm te zijn. Uitgangspunt h.o.h. 390mm.

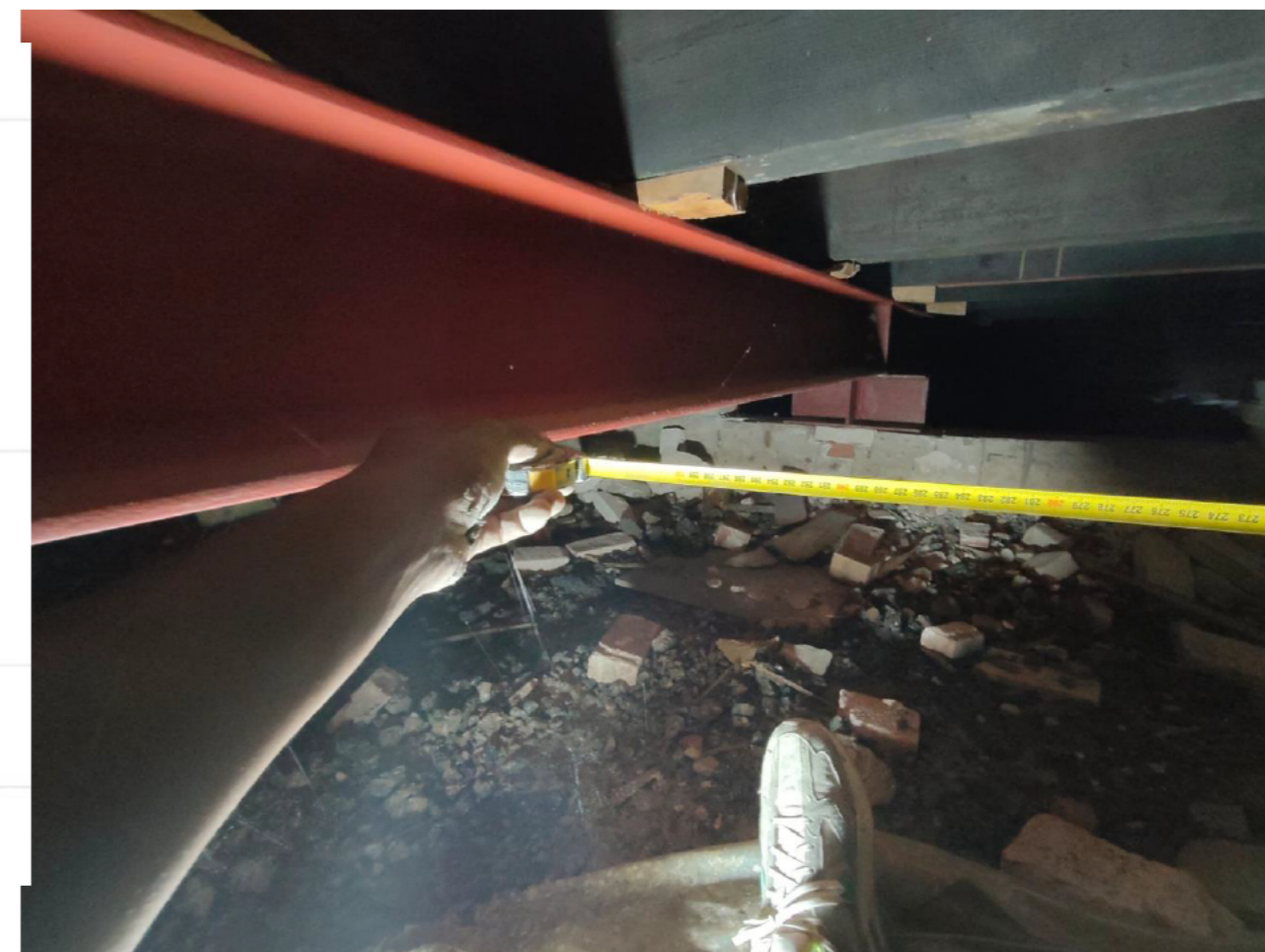
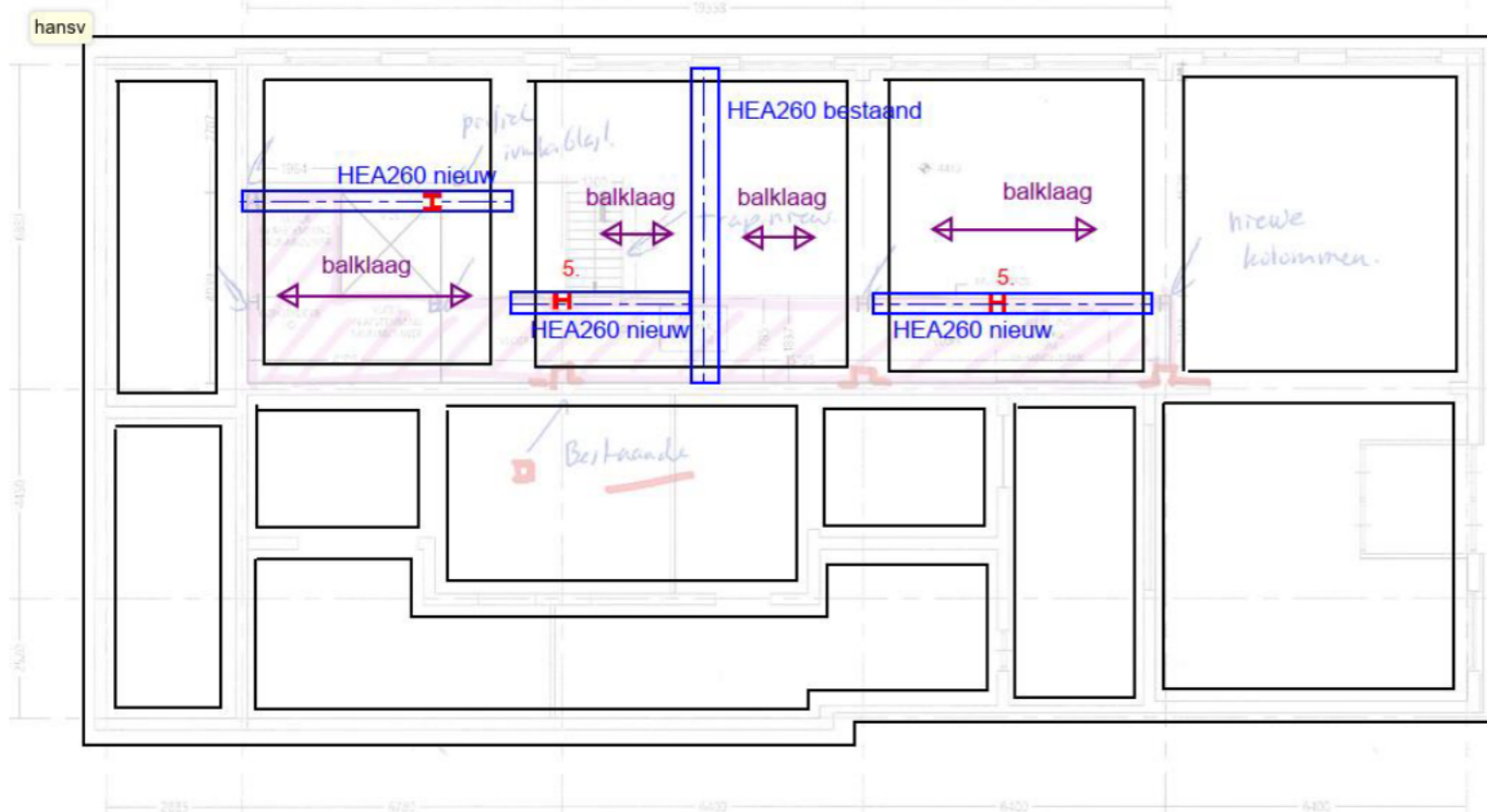
Permanent belasting; 140 kg/m<sup>2</sup> (40 kg/m<sup>2</sup> EG en 100 kg/m<sup>2</sup> dekvloer)

Veranderlijk belasting ; 400 kg/m<sup>2</sup> (CAT. C Bijeenkomstfunctie)

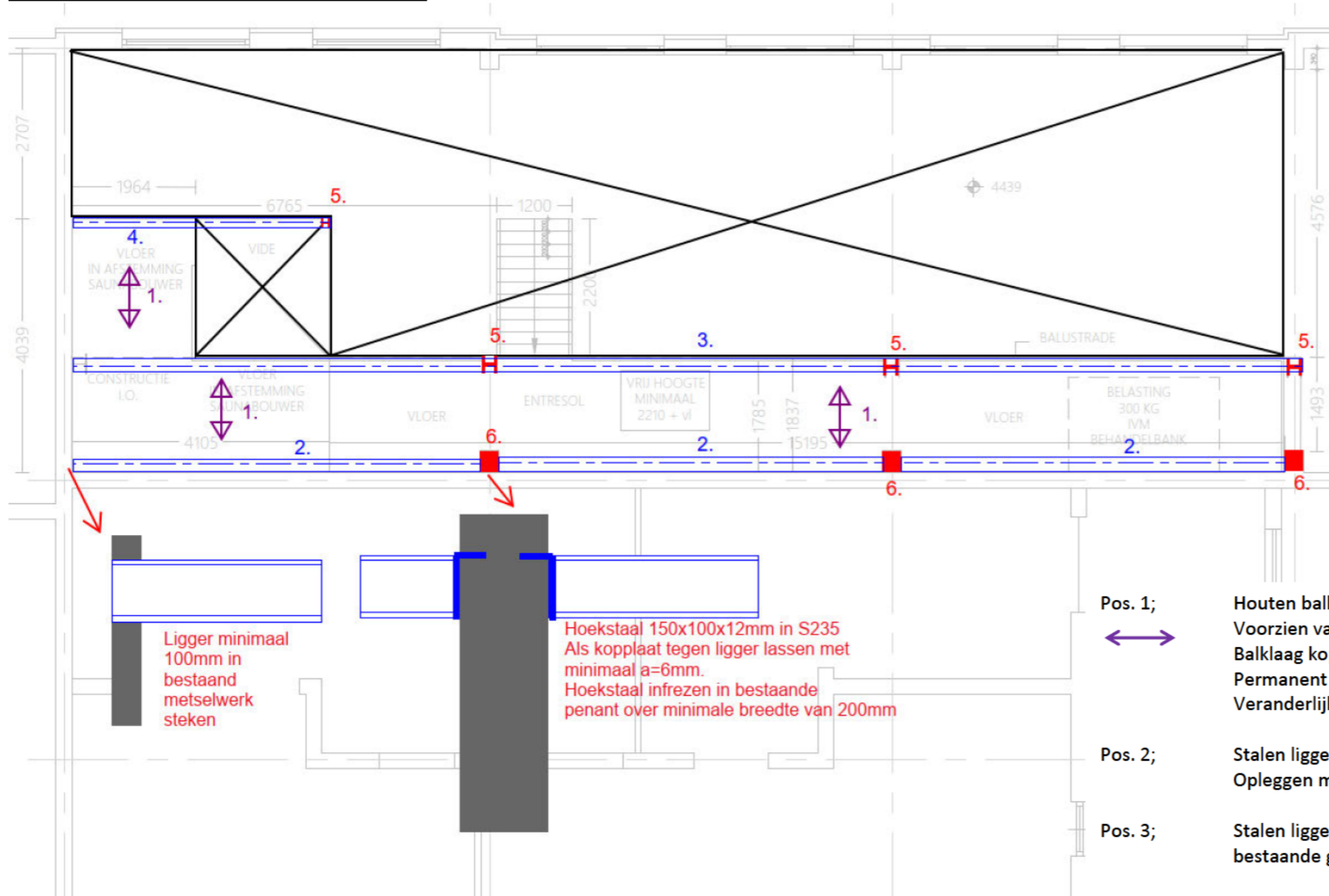
t.b.v. Entresolvloer worden er twee kolommen geplaatst. Kolommen minimaal HEA160 in S235.

Een kolom plaatsen op bestaande stalen ligger in kruipruimte.

T.b.v. andere kolommen voor entresolvloer dient nieuwe stalen ligger in fundering aangebracht te worden. Zelfde principe als bestaande ligger (zie afbeelding hieronder). Minimaal HEA260 in S235.



**Constructieoverzicht Entresolvloer**



Ligger minimaal 100mm in bestaand metselwerk steken

Hoekstaal 150x100x12mm in S235  
Als kopplaat tegen ligger lassen met minimaal a=6mm.  
Hoekstaal infrezen in bestaande penant over minimale breedte van 200mm

- Pos. 1; Houten balklaag minimaal 65x165mm in C24 h.o.h. 610mm. Voorzien van 18mm underlayment t.b.v. schijfwerking. Balklaag koppelen aan bestaande bouwmuren en vloeren t.b.v. stabiliteit. Permanent belasting; 150 kg/m<sup>2</sup> (50 kg/m<sup>2</sup> EG en 100 kg/m<sup>2</sup> dekvloer) Veranderlijk belasting ; 400 kg/m<sup>2</sup> (CAT. C Bijeenkomstfunctie)
- Pos. 2; Stalen ligger minimaal HEB160 in S235. Opleggen middels hoekstaal ingefreesd penanten. Aan uiteinde in bestaande gevel.
- Pos. 3; Stalen ligger minimaal HEB160 in S235. Opleggen op stalen kolommen. Aan uiteinde in bestaande gevel.
- Pos. 4; Stalen ligger minimaal HEB160 in S235. Opleggen op stalen kolom.
- Pos. 5; Stalen kolom minimaal HEA140 in S235.
- Pos. 6; Bestaande penanten

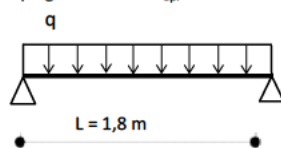
## Berekening onderdelen

### Houten balklaag pos. 1

#### Houten balklaag pos. 1

##### Geometrie

dagmaat		1,70	m
overspanning	L	1,8	m
opleglengte	$l_{opt}$	100	mm
oplegbreedte	$b_{opt}$	65	mm



##### balkafmetingen

prof.	65 x 165 mm	Functie	Bijeenkomst
kwaliteit	C 24	Type	Houten balklaag
$W_{y,aanw}$	295 cm <sup>3</sup>	H.o.h.	610 mm
$I_y$	24332 cm <sup>4</sup>	Klimaat	binnen/droog
Kmod	0,8	Beplating	OSB3
$Y_m$	1,3	Dikte	18 mm
Kh	1		
$f_y$ , toel.	14,77 N/mm <sup>2</sup>		
$\Psi_2$	0,6		
Kdef	0,6		
Kr	0,81		

##### belastingen

q-last	lastbreedte (m)	$P_{g, \text{kar}}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_{q, \text{kar}}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi_0$	$Q_{g, \text{kar}}$ (kN/m')	$Q_{q, \text{kar}}$ (kN/m')	$Q_{q, \text{kar}} \cdot \psi_0$ (kN/m')
Entresvloer	0,61	1,50	4,00	0,4	0,92	2,44	0,98
					0,92	2,44	0,98

Nuttige belasting belasting geval F =  $\frac{7 \text{ kN}}{\text{kar}}$

##### Momenten

permanente belasting	0,125	*	0,92	kN/m'	*	$1,8^2$	=	0,37	kNm
gebruiksbelasting q	0,125	*	2,44	kN/m'	*	$1,8^2$	=	0,99	kNm
gebruiksbelasting F	0,25	*	5,67	kN	*	1,8	=	2,55	kNm

Maatgevende gebruiksbelasting = 2,55 kNm

##### Combinaties UGT

6.10a	=	1,35	*	0,37	kNm	+	1,50	*	0,40	=	1,09	kNm
6.10b	=	1,20	*	0,37	kNm	+	1,50	*	2,55	=	4,27	kNm

Maatgevend moment M'd = 4,27 kNm

##### Vervormingen

Gk	=	5	0,92	*	$1800^4$	/	(	384	*	11000	*	24332	* $10^3$ )	=	0,5	mm
Qk	=	5	2,44	*	$1800^4$	/	(	384	*	11000	*	24332	* $10^3$ )	=	1,2	mm
Gk + $\Psi_2$ * Qk	=	5	2,38	*	$1800^4$	/	(	384	*	11000	*	24332	* $10^3$ )	=	1,2	mm
Fk	=	5670,56	*	1800	$^3$	/	(	48	*	11000	*	24332	* $10^3$ )	=	2,6	mm

##### Toetsing doorbuiging

combinatie	e.g. + q	e.g. + F	Oplegreacties
Uon	0,47	0,47	Gk 0,82 kN
Uelastisch	1,25	2,57	Qk 2,20 kN
Ukruip	0,73	1,21	NEd 4,28 kN
Ueind	2,44	4,25	
Ubij	1,98	3,78	

##### toetsing op sterkte (ULS)

$M_{y,Ed} = \frac{1}{8} * Q_{Ed} * L^2$	4,27	kNm
$M_{y,Rd} = W_{y,rel} * f_y$	4,36	kNm
u.c. = $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$	0,98	

##### toetsing op doorbuiging (SLS)

$w = 5q_{kar}L^4 / (384EI)$	
$W_{eind, toelaatbaar}$	7,20 mm L/ 250
$W_{bijkomend, toelaatbaar}$	5,41 mm L/ 333
$W_{eind}$	4,25 mm
$W_{bijkomend}$	3,78 mm

toepassen:	65	165 mm
ULS u.c.	0,98	✓
SLS u.c.	0,70	✓

## Stalen ligger Pos. 2

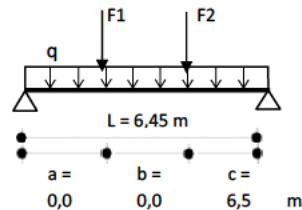
### Stalen ligger pos. 2

#### algemene gegevens

dagmaat		6,35	m
overspanning	L	6,45	m
opleglengte	$l_{opt}$	100	mm
oplegbreedte	$b_{opt}$	200	mm
lengte a		0,00	m
lengte b		0,00	m
lengte c		6,45	m

#### balkafmetingen

prof.	HEB 160
$W_{y,el}$	311,00 cm <sup>3</sup>
$I_y$	2492,00 cm <sup>4</sup>
$f_y$	235 N/mm <sup>2</sup>



#### belastingen

q-last	lastbreedte (m)	$P_{g, kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_{q, kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi_0$	$Q_{g, kar}$ (kN/m')	comb. 6.10a		comb. 6.10b	
						$Q_{q, kar}$ (kN/m')	$Q_{Ed,1}$ (kN/m')	$Q_{q, kar}$ (kN/m')	$Q_{Ed,2}$ (kN/m')
eigen gewicht ligger		0,43	0,00		0,43	0,00	0,58	0,00	0,52
Entresolvloer	1,00	1,50	4,00	0,4	1,50	1,60	4,43	4,00	7,80
					1,93	1,60	5,01	4,00	8,32

(extreem gerekende belastingen in comb. 6.10b zijn vet afgedrukt, overige veranderlijke belastingen zijn momentaan)

#### Extra belastingen

##### puntlast F1

permanente belasting	0 kN
veranderlijke belasting * 1,0	0 kN
veranderlijke belasting * $\psi_0$	0 kN
F1;Ed (6.10a of 6.10b)	0 kN

##### puntlast F2

permanente belasting	0 kN
veranderlijke belasting * 1,0	0 kN
veranderlijke belasting * $\psi_0$	0 kN
F2;Ed (6.10a of 6.10b)	0 kN

#### Optredende reacties UGT

Reactie R1 / R2 q-last	26,8 kN
Reactie R1 F1	0,0 kN
Reactie R2 F1	0,0 kN
Reactie R1 F2	0,0 kN
Reactie R2 F2	0,0 kN
Totaal R1	26,8 kN
Totaal R2	26,8 kN

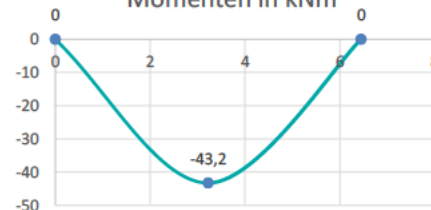
#### dwarskracht in kN



#### Toetsing oplegspanning

	L:	R:
$R_g = (kar)$	6,22 kN	6,22 kN
$R_q = (kar)$	12,90 kN	12,90 kN
$R_{Ed} = (UGT)$	26,82 kN	26,82 kN
$\sigma_{Ed} = R_{Ed} / (l_{opt} * b_{opt})$	1,34 N/mm <sup>2</sup>	
$f_k$	6,60 N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{Rd} = f_k / 1,7$	3,88 N/mm <sup>2</sup>	
u.c. = $\sigma_{Ed} / \sigma_{Rd}$	0,35	

#### Momenten in kNm



#### Toetsing op sterkte (ULS)

$M_{y,Ed} = \frac{1}{8} * Q_{Ed} * L^2$	43,25 kNm
$M_{y,Rd} = W_{y,el} * f_y$	73,09 kNm
u.c. = $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$	0,59

#### toetsing kip

Aantal kipsteunen	0 stuks
$L_c$ (kiplengte)	6,45 m
$K_c$ (kipreductiefactor)	1,00
$A_{f,z}$ (A drukflens)	2080 mm <sup>2</sup>
$A_{w,c}$ (A druklijf)	1280 mm <sup>2</sup>
$I_{z}$ drukflens	10922667 mm <sup>4</sup>
$i_{f,z} = \sqrt{I_{f,z} / (A_{f,z} + 1/3 * A_{w,c})}$	66,01
$\lambda_1 = 3,14 \sqrt{E / f_{yd}}$	93,87
$\lambda_c = K_c * L_c / i_{f,z} * \lambda_1$	1,041
$X_c =$ (tabel instabiliteit)	0,65634
$M_{c,Rd} = 1,1 * X_c * W_y * f_{yd}$	52,77 kNm
u.c. = $M_{y,Ed} / M_{c,Rd}$	0,82

#### toetsing op doorbuiging (SLS)

$$w = 5q_{kar}L^4 / (384EI) + F1a(3l^2 - 4a^2) / 48EI + F2a(3l^2 - 4a^2) / 48EI$$

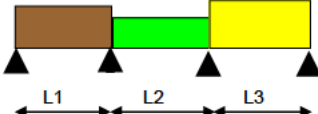
	$w_{eind, toelaatbaar}$	L /
	25,80 mm	250
$w_{bijkomend, toelaatbaar}$	19,37 mm	333
$w_{eind}$	25,54	+
$w_{bijkomend}$	17,23	+
$w_{blijvend}$	8,31	+

#### toepassen: HEB 160

ULS u.c.	0,59	✓	Kip u.c.	0,82	✓
SLS u.c.	0,99	✓	Opl. u.c.	0,35	✓

## Stalen ligger Pos. 3

### Stalen ligger met dubbele last aan uiteinde bij sauna

Houting Bouwconstructies B.V.		Versie : 6.6.12 ; NDP : NL		printdatum : 31-07-2024							
<b>Stalen ligger Pos. 3</b> Entresolvloer Citysauna Bilderdijk Amsterdam 24-329 Eurocode NIEUWBOUW C: bijeenkomstgebouw ontwerplevensduur 50 jaar veiligheidsklasse CC2 -		S ligger 4 stpt EC 		profiel 1 HE 0160B profiel 2 M <sub>Ed,max</sub> 33,4 V <sub>Ed,max</sub> 37,1 R <sub>Ed,max</sub> 55,9 u <sub>eind</sub> 15,5 u <sub>bij</sub> 10,6							
buiging	0,46	dwarskracht	0,15	onderflens	0,64	kip	0,56	u <sub>eind</sub>	0,60	u <sub>bij</sub>	0,54

#### opmerking

materiaal S235 klasse 3 f <sub>y</sub> 235 N/mm <sup>2</sup> E 210000 N/mm <sup>2</sup> doorbuiging eind 1: 250 * L doorbuiging bij 1: 333 * L zeeg veld 1 0 mm zeeg veld 2 0 mm zeeg veld 3 0 mm profiel 1 HE 0160B richting sterke as aantal 1xprofiel 1: profiel 2 richting aantal	liggertengte L1 6,5 m liggertengte L2 2,6 m liggertengte L3 3,95 m q1 G <sub>rep</sub> 1,5 kN/m Q <sub>extr+mom</sub> 4 kN/m Q <sub>mom</sub> 1,6 kN/m q2 G <sub>rep</sub> 1,5 kN/m Q <sub>extr+mom</sub> 4 kN/m Q <sub>mom</sub> 1,6 kN/m q3 G <sub>rep</sub> 3 kN/m Q <sub>extr+mom</sub> 8 kN/m Q <sub>mom</sub> 3,2 kN/m	resultaten M <sub>Ed,stpt,max</sub> 33,4 kNm M <sub>Ed,veld,max</sub> 30,3 kNm M <sub>c,Rd</sub> 73,2 kNm M <sub>b,Rd</sub> 59,6 kNm V <sub>Ed,max</sub> 37,1 kN V <sub>c,Rd</sub> 239,3 kN R <sub>Ed,max</sub> 55,9 kN N <sub>b,Rd</sub> 87,5 kN doorbuiging u <sub>eind</sub> 15,5 mm veld 1 doorbuiging u <sub>bij</sub> 10,6 mm veld 1 doorbuiging u <sub>eind</sub> -1,3 mm veld 2 doorbuiging u <sub>bij</sub> -0,7 mm veld 2 doorbuiging u <sub>eind</sub> 5,1 mm veld 3 doorbuiging u <sub>bij</sub> 3,6 mm veld 3
---	---	--

belastingen	dwarskracht (kN)								reactie (kN)				
belastingen	q1	q2	q3	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	V <sub>3,4</sub>	V <sub>4,3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
<b>BGT 6.14.b</b>													
permanente belasting	1,93	1,93	3,43	-5,1	7,4	-4,1	1,0	-7,6	5,9	5,1	11,4	9,5	5,9
veld L1+L2+L3 volbelast	4,00	4,00	8,00	-10,7	16,3	-8,0	2,4	-17,8	13,8	10,7	23,3	20,2	13,8
veld L1 volbelast	4,00	0,00	0,00	-10,6	15,4	-7,2	-7,2	0,8	0,8	10,6	22,5	-7,9	0,8
veld L1 en L2 volbelast	4,00	4,00	0,00	-10,5	15,5	-12,2	-1,8	0,5	0,5	10,5	27,7	-2,3	0,5
veld L1 +L3 volbelast	4,00	0,00	8,00	-10,8	15,2	-2,9	-2,9	-17,5	14,1	10,8	18,1	14,6	14,1
veld L2 volbelast	0,00	4,00	0,00	0,1	0,1	-5,1	5,3	-0,3	-0,3	-0,1	5,2	5,6	-0,3
veld L2 +L3 volbelast	0,00	4,00	8,00	-0,1	-0,1	-0,8	0,6	-18,6	13,0	0,1	0,7	28,2	13,0
veld L3 volbelast	0,00	0,00	8,00	-0,2	-0,2	4,3	4,3	-18,3	13,3	0,2	-4,5	22,5	13,3
<b>UGT 6.10.a</b>													
veld L1+L2+L3 volbelast	5,00	5,00	9,43	-13,4	19,1	-10,2	2,8	-20,9	16,3	13,4	29,4	23,7	16,3
veld L1 volbelast	5,00	1,73	3,08	-13,3	19,2	-9,5	-5,0	-6,2	6,0	13,3	28,7	1,2	6,0
veld L1 en L2 volbelast	5,00	5,00	3,08	-13,2	19,3	-13,6	-0,6	-6,4	5,7	13,2	32,9	5,8	5,7
veld L1 +L3 volbelast	5,00	1,73	9,43	-13,5	19,0	-6,1	-1,6	-20,7	16,6	13,5	25,2	19,0	16,6
veld L2 volbelast	1,73	5,00	3,08	-4,5	6,7	-7,8	5,2	-7,1	5,1	4,5	14,5	12,3	5,1
veld L2 +L3 volbelast	1,73	5,00	9,43	-4,7	6,6	-4,4	8,6	-21,5	15,7	4,7	11,0	30,1	15,7
veld L3 volbelast	1,73	1,73	9,43	-4,8	6,5	-0,3	4,2	-21,3	15,9	4,8	6,7	25,5	15,9
<b>UGT 6.10.b</b>													
veld L1+L2+L3 volbelast	8,31	8,31	16,12	-22,2	31,8	-16,8	4,8	-35,8	27,9	22,2	48,6	40,6	27,9
veld L1 volbelast	8,31	1,73	3,08	-22,1	32,0	-15,4	-10,9	-5,5	6,6	22,1	47,4	-5,4	6,6
veld L1 en L2 volbelast	8,31	8,31	3,08	-21,9	32,2	-23,7	-2,1	-6,0	6,1	21,9	55,9	3,9	6,1
veld L1 +L3 volbelast	8,31	1,73	16,12	-22,4	31,8	-8,5	-4,0	-35,3	28,4	22,4	40,1	31,3	28,4
veld L2 volbelast	1,73	8,31	3,08	-4,4	6,8	-12,0	9,7	-7,3	4,9	4,4	18,8	17,0	4,9
veld L2 +L3 volbelast	1,73	8,31	16,12	-4,8	6,5	-5,0	16,6	-37,1	26,6	4,8	11,5	53,6	26,6
veld L3 volbelast	1,73	1,73	16,12	-5,0	6,3	3,3	7,8	-36,6	27,1	5,0	3,0	44,4	27,1
<b>naatgevende waarden</b>				V <sub>Ed</sub> =	37,1	kN				R <sub>Ed</sub> =	55,9	kN	

## Stalen ligger Pos. 4

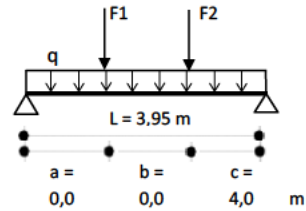
### Stalen ligger pos. 4

#### algemene gegevens

dagmaat		3,85	m
overspanning	L	3,95	m
opleglengte	$l_{opt}$	100	mm
oplegbreedte	$b_{opt}$	100	mm
lengte a		0,00	m
lengte b		0,00	m
lengte c		3,95	m

#### balkafmetingen

prof.	HEB 160
$W_{y,el}$	311,00 cm <sup>3</sup>
$I_y$	2492,00 cm <sup>4</sup>
$f_y$	235 N/mm <sup>2</sup>



#### belastingen

q-last	lastbreedte (m)	$P_{g,kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_{q,kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi_0$	$Q_{g,kar}$ (kN/m')	comb. 6.10a		comb. 6.10b	
						$Q_{q,kar}$ (kN/m')	$Q_{Ed;1}$ (kN/m')	$Q_{q,kar}$ (kN/m')	$Q_{Ed;2}$ (kN/m')
eigen gewicht ligger		0,43	0,00		0,43	0,00	0,58	0,00	0,52
Entresolvloer	1,10	1,50	4,00	0,4	1,65	1,76	4,87	4,40	8,58
					2,08	1,76	5,45	4,40	9,10

(extreem gerekende belastingen in comb. 6.10b zijn vet afgedrukt, overige veranderlijke belastingen zijn momentaan)

#### Extra belastingen

##### puntlast F1

permanente belasting	0 kN
veranderlijke belasting * 1,0	0 kN
veranderlijke belasting * $\psi_0$	0 kN
F1;Ed (6.10a of 6.10b)	0 kN

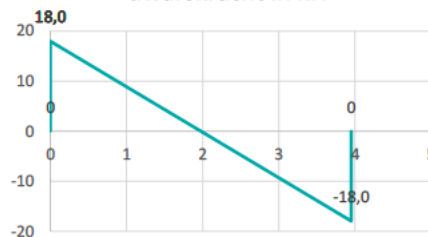
##### puntlast F2

permanente belasting	0 kN
veranderlijke belasting * 1,0	0 kN
veranderlijke belasting * $\psi_0$	0 kN
F2;Ed (6.10a of 6.10b)	0 kN

#### Optredende reacties UGT

Reactie R1 / R2 q-last	18,0 kN
Reactie R1 F1	0,0 kN
Reactie R2 F1	0,0 kN
Reactie R1 F2	0,0 kN
Reactie R2 F2	0,0 kN
Totaal R1	18,0 kN
Totaal R2	18,0 kN

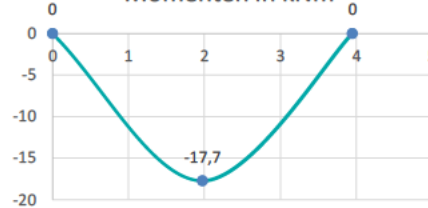
#### dwarskracht in kN



#### Toetsing oplegspanning

L:	R:
$R_g = (kar)$	4,11 kN
$R_q = (kar)$	8,69 kN
$R_{Ed} = (UGT)$	17,96 kN
$\sigma_{Ed} = R_{Ed} / (l_{opt} * b_{opt})$	1,80 N/mm <sup>2</sup>
$f_k$	6,60 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{Rd} = f_k / 1,7$	3,88 N/mm <sup>2</sup>
u.c. = $\sigma_{Ed} / \sigma_{Rd}$	0,46

#### Momenten in kNm



#### Toetsing op sterkte (ULS)

$M_{y,Ed} = \frac{1}{8} * Q_{Ed} * L^2$	17,74 kNm
$M_{y,Rd} = W_{y,el} * f_y$	73,09 kNm
u.c. = $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$	0,24

#### toetsing kip

Aantal kipsteunen	0 stuks
$L_c$ (kiplengte)	3,95 m
$K_c$ (kipreductiefactor)	1,00
$A_{f,z}$ (A drukflens)	2080 mm <sup>2</sup>
$A_{w,c}$ (A druklijf)	1280 mm <sup>2</sup>
$I_z$ drukflens	10922667 mm <sup>4</sup>
$i_{f,z} = \sqrt{I_{f,z} / (A_{f,z} + 1/3 * A_{w,c})}$	66,01
$\lambda_1 = 3,14 \sqrt{E / f_{yd}}$	93,87
$\lambda_c = K_c * L_c / i_{f,z} * \lambda_1$	0,637
$X_c =$ (tabel instabiliteit)	0,88400
$M_{c,Rd} = 1,1 * X_c * W_y * f_{yd}$	71,07 kNm
u.c. = $M_{y,Ed} / M_{c,Rd}$	0,25

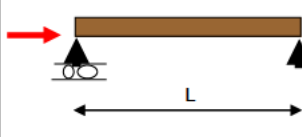

#### toetsing op doorbuiging (SLS)

$w = 5q_{kar}L^4 / (384EI) + F1a(3l^2 - 4a^2) / 48EI + F2a(3l^2 - 4a^2) / 48EI$	
$w_{eind, toelaatbaar}$	15,80 mm L/ 250
$w_{bijkomend, toelaatbaar}$	11,86 mm L/ 333
$w_{eind}$	3,92 + 0,00 + 0,00 = 3,92 mm
$w_{bijkomend}$	2,67 + 0,00 + 0,00 = 2,67 mm
$w_{blijvend}$	1,26 + 0,00 + 0,00 = 1,26 mm

toepassen:		HEB 160			
ULS u.c.	0,24	✓	Kip u.c.	0,25	✓
SLS u.c.	0,25	✓	Opl. u.c.	0,46	✓

## Stalen kolom Pos. 5

Reactie uit Pos. 2; 64 kN

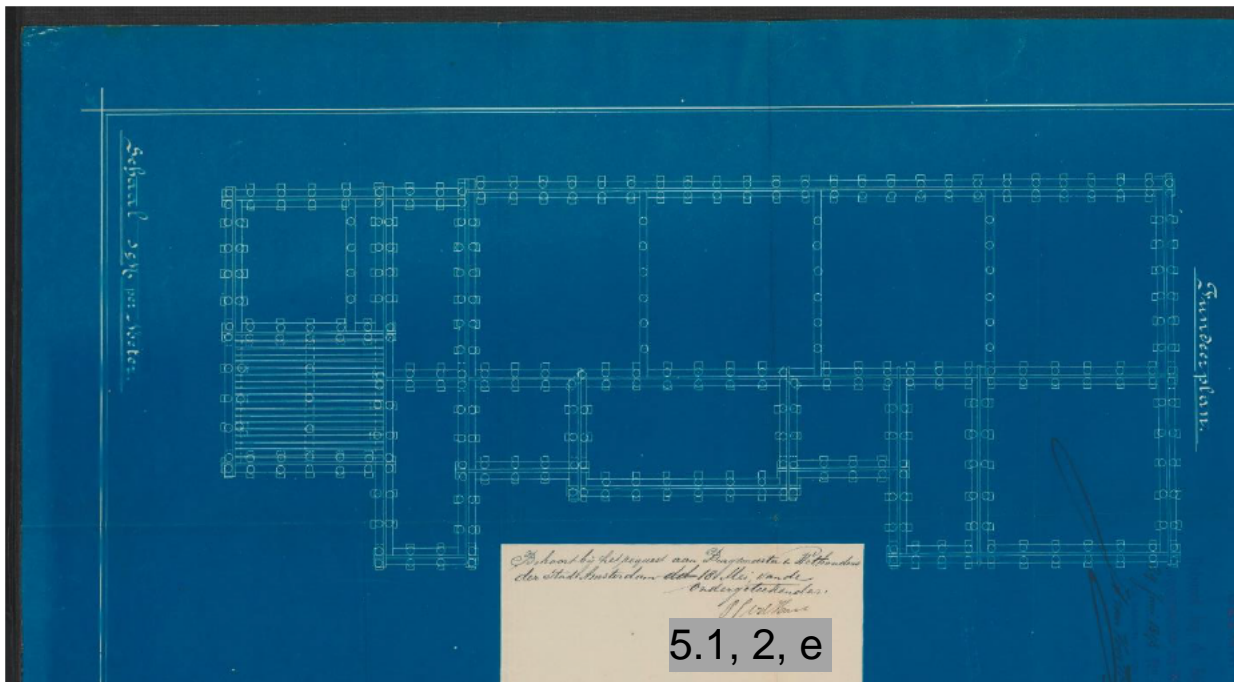
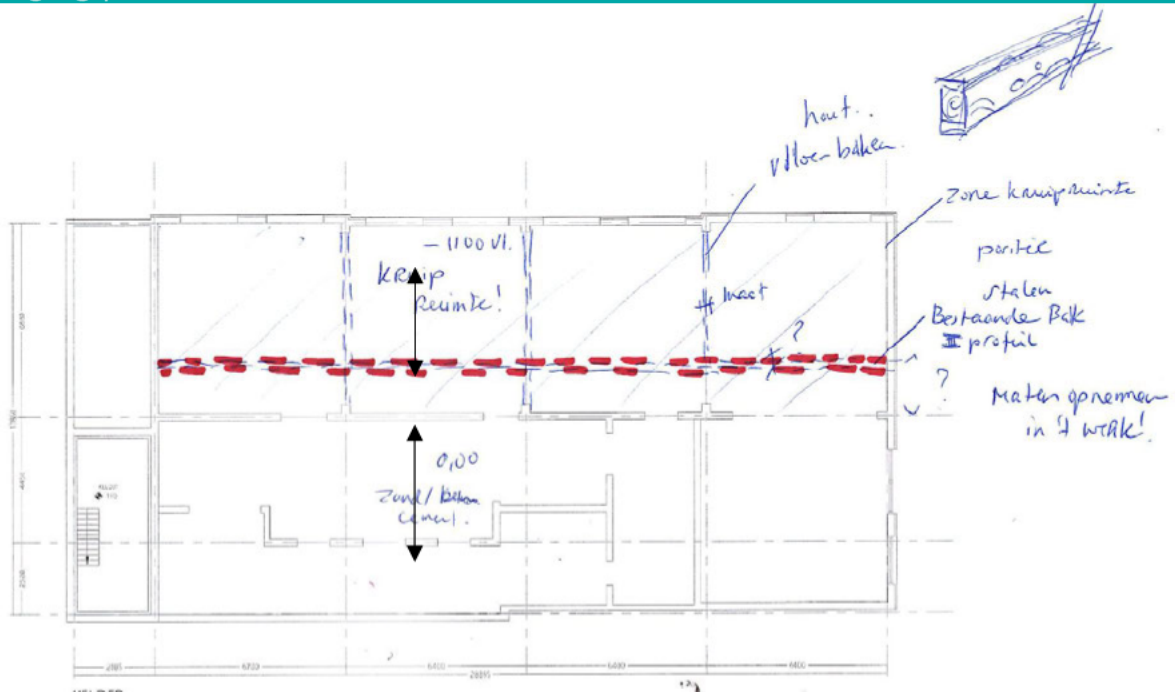
Houting Bouwconstructies B.V.	Versie : 3.6.14 ; NDP : NL	printdatum : 12-09-2024
<b>kolom Pos .5</b> Entresolvloer Citysauna Bilderdijk Amsterdam 24-329	S 6_3_3 prismatische op buiging en druk belaste staven EC	profiel HE 0140A
	$N_{Rk}$ 737,9 Ned 64 $M_{y,Rk}$ 36,5 $M_{y,Ed}$ 5,12 $M_{z,Rk}$ 13,1 $M_{z,Ed}$ 0 $M_{b,Rd}$ 0,0 $\chi_{LT}$ 0,00	
unity-checks	formule 6.6 0,24	formule 6.6 0,42

### opmerking

materiaal	S235	profiel	HE 0140A	resultaten
klasse	3 -	A	31,4 cm <sup>2</sup>	$N_{Rk}$ 737,9 kN
$f_y$	235 N/mm <sup>2</sup>	$I_y$	1033 cm <sup>4</sup>	$M_{y,Rk}$ 36,5 kNm
E	210000 N/mm <sup>2</sup>	$I_z$	389 cm <sup>4</sup>	$M_{z,Rk}$ 13,1 kNm
$I_{cr,y}$	4850 mm	$M_h$	5,12 kNm	
$I_{cr,z}$	4850 mm	$\psi M_h$	0 kNm	
$A_{red}$	0 cm <sup>2</sup>	$M_s$	2,56 kNm	
$W_{y,red}$	0 cm <sup>3</sup>	$M_h$	0 kNm	
$W_{z,red}$	0 cm <sup>3</sup>	$\psi M_h$	0 kNm	
$W_{y,el}$	155 cm <sup>3</sup>	$M_s$	0 kNm	
$W_{y,pl}$	174 cm <sup>3</sup>	kipkrommen Algemeen		
$N_{Ed}$	64 kN	basisgeval uit NEN 6771		tabel 9, geval 1: twee kopmomenten
$M_{y,Ed}$	5,12 kNm	momentenverloop		parabool scharnierend
$M_{z,Ed}$	0 kNm	soort profiel		gewalste I- en H-profielen
$e_{N,y}$	0 mm	aangrijpingspunt belasting		zwaartepunt bovenflens
$e_{N,z}$	0 mm	wijze zijdelijngse steunen		tussen 2 gaffels

## Controle bestaande balklaag en fundering

### Uitgangspunten







## Controle houten balklaag

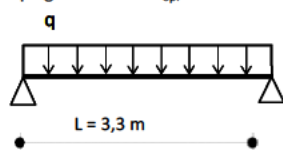
39 cm uit elkaar de houten balken

320 cm vanuit de gevel stalen balk

### Bestaande houten balklaag

#### Geometrie

dagmaat		3,20	m
overspanning	L	3,3	m
opleglengte	$l_{opl}$	100	mm
oplegbreedte	$b_{opl}$	71	mm



#### balkafmetingen

prof.	71 x 196 mm	Functie	Bijeenkomst
kwaliteit	C 24	Type	Houten balklaag
$W_{y,aanw}$	455 cm <sup>3</sup>	H.o.h.	407 mm
$I_y$	44550 cm <sup>4</sup>	Klimaat	binnen/droog
Kmod	0,8	Beplating	OSB3
$Y_m$	1,3	Dikte	18 mm
Kh	1		
$f_y$ , toel.	14,77 N/mm <sup>2</sup>		
$\Psi_2$	0,6		
Kdef	0,6		
Kr	0,65		

#### belastingen

q-last	lastbreedte (m)	$P_{g,kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_{q,kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi_0$	$Q_{g,kar}$ (kN/m')	$Q_{q,kar}$ (kN/m')	$Q_{q,kar} \cdot \psi_0$ (kN/m')
Beganegrondvloer	0,39	1,40	4,00	0,4	0,55	1,56	0,62
					0,55	1,56	0,62

Nuttige belasting belasting geval F =

kar  
7 kN

#### Momenten

permanente belasting	0,125	*	0,55	kN/m'	*	3,3 <sup>2</sup>	=	0,74	kNm
gebruiksbelasting q	0,125	*	1,56	kN/m'	*	3,3 <sup>2</sup>	=	2,12	kNm
gebruiksbelasting F	0,25	*	4,53	kN	*	3,3	=	3,74	kNm

Maatgevende gebruiksbelasting = 3,74 kNm

#### Combinaties UGT

6.10a	=	1,35	*	0,74	kNm	+	1,50	*	0,85	=	2,28	kNm
6.10b	=	1,20	*	0,74	kNm	+	1,50	*	3,74	=	6,50	kNm

Maatgevend moment M'd = 6,50 kNm

#### Vervormingen

Gk	=	5	0,55	*	$3300^4$	/	(	384	*	11000	*	44550	$*10^3$ )	=	1,7	mm
Qk	=	5	1,56	*	$3300^4$	/	(	384	*	11000	*	44550	$*10^3$ )	=	4,9	mm
Gk+ $\Psi_2$ * Qk	=	5	1,48	*	$3300^4$	/	(	384	*	11000	*	44550	$*10^3$ )	=	4,7	mm
Fk	=	4533,76	*	3300	<sup>3</sup>	/	(	48	*	11000	*	44550	$*10^3$ )	=	6,9	mm

#### Toetsing doorbuiging

combinatie	e.g. + q	e.g. + F	Oplegreacties
Uon	1,72	1,72	Gk 0,90 kN
Uelastisch	4,92	6,93	Qk 2,57 kN
Ukruip	2,80	3,53	NEd 4,94 kN
Ueind	9,44	12,17	
Ubij	7,72	10,45	

#### toetsing op sterkte (ULS)

$M_{y,Ed} = \frac{1}{8} \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$	6,50	kNm
$M_{y,Rd} = W_{y,el} \cdot f_y$	6,71	kNm
u.c. = $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$	0,97	

#### toetsing op doorbuiging (SLS)

$w = 5q_{kar}L^4 / (384EI)$	
$W_{eind, toelaatbaar}$	13,20 mm L/ 250
$W_{bijkomend, toelaatbaar}$	13,20 mm L/ 250
$W_{eind}$	12,17 mm
$W_{bijkomend}$	10,45 mm

toepassen:	71	196 mm
ULS u.c.	0,97	✓
SLS u.c.	0,92	✓

## Controle Stalen ligger

39 cm uit elkaar de houten balken

320 cm vanuit de gevel stalen balk

Type ligger; HEA260; uitgangspunt S235

Lijnlast 2

### belastingen

	breedte (m)	factor	P <sub>g,kar</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	P <sub>q,kar</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Ψ <sub>0</sub>	Q <sub>g,kar</sub> (kN/m')	comb. 6.10a		comb. 6.10b	
							Q <sub>q,kar</sub> (kN/m')	Q <sub>Ed,1</sub> (kN/m')	Q <sub>q,kar</sub> (kN/m')	Q <sub>Ed,2</sub> (kN/m')
Beganegrondvloer	3,50	100%	1,40	4,00	0,4	4,90	5,60	15,02	14,00	26,88
						4,90	5,60	15,02	14,00	26,88

(extreem gerekende belastingen in comb. 6.10b zijn vet afgedrukt, overige veranderlijke belastingen zijn momentaan)

### Puntlast:

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)						reactie (kN)			
	q1	q2	q3	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	V <sub>3,4</sub>	V <sub>4,3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
<b>BGT 6.14.b</b>													
permanente belasting	1,93	1,93	3,43	-5,1	7,4	-4,1	1,0	-7,6	5,9	5,1	11,4	9,5	5,9
veld L1+L2+L3 volbelast	4,00	4,00	8,00	-10,7	16,3	-8,0	2,4	-17,8	13,8	10,7	23,3	20,2	13,8
veld L1 volbelast	4,00	0,00	0,00	-10,6	15,4	-7,2	-7,2	0,8	0,8	10,6	22,5	-7,9	0,8
veld L1 en L2 volbelast	4,00	4,00	0,00	-10,5	15,5	-12,2	-1,8	0,5	0,5	10,5	27,7	-2,3	0,5
veld L1 +L3 volbelast	4,00	0,00	8,00	-10,8	15,2	-2,9	-2,9	-17,5	14,1	10,8	18,1	14,6	14,1
veld L2 volbelast	0,00	4,00	0,00	0,1	0,1	-5,1	5,3	-0,3	-0,3	-0,1	5,2	5,6	-0,3
veld L2 +L3 volbelast	0,00	4,00	8,00	-0,1	-0,1	-0,8	9,6	-18,6	13,0	0,1	0,7	28,2	13,0
veld L3 volbelast	0,00	0,00	8,00	-0,2	-0,2	4,3	4,3	-18,3	13,3	0,2	-4,5	22,5	13,3
<b>UGT 6.10.a</b>													
veld L1+L2+L3 volbelast	5,00	5,00	9,43	-13,4	19,1	-10,2	2,8	-20,9	16,3	13,4	29,4	23,7	16,3
veld L1 volbelast	5,00	1,73	3,08	-13,3	19,2	-9,5	-5,0	-6,2	6,0	13,3	28,7	1,2	6,0
veld L1 en L2 volbelast	5,00	5,00	3,08	-13,2	19,3	-13,6	-0,6	-6,4	5,7	13,2	32,9	5,8	5,7
veld L1 +L3 volbelast	5,00	1,73	9,43	-13,5	19,0	-6,1	-1,6	-20,7	16,6	13,5	25,2	19,0	16,6
veld L2 volbelast	1,73	5,00	3,08	-4,5	6,7	-7,8	5,2	-7,1	5,1	4,5	14,5	12,3	5,1
veld L2 +L3 volbelast	1,73	5,00	9,43	-4,7	6,6	-4,4	8,6	-21,5	15,7	4,7	11,0	30,1	15,7
veld L3 volbelast	1,73	1,73	9,43	-4,8	6,5	-0,3	4,2	-21,3	15,9	4,8	6,7	25,5	15,9
<b>UGT 6.10.b</b>													
veld L1+L2+L3 volbelast	8,31	8,31	16,12	-22,2	31,8	-16,8	4,8	-36,8	27,9	22,2	48,6	40,6	27,9
veld L1 volbelast	8,31	1,73	3,08	-22,1	32,0	-15,4	-10,9	-5,5	6,6	22,1	47,4	-5,4	6,6
veld L1 en L2 volbelast	8,31	8,31	3,08	-21,9	32,2	-23,7	-2,1	-6,0	6,1	21,9	55,9	3,9	6,1
veld L1 +L3 volbelast	8,31	1,73	16,12	-22,4	31,6	-8,5	-4,0	-35,3	28,4	22,4	40,1	31,3	28,4
veld L2 volbelast	1,73	8,31	3,08	-4,4	6,8	-12,0	9,7	-7,3	4,9	4,4	18,8	17,0	4,9
veld L2 +L3 volbelast	1,73	8,31	16,12	-4,8	6,5	-5,0	16,6	-37,1	26,6	4,8	11,5	53,6	26,6
veld L3 volbelast	1,73	1,73	16,12	-5,0	6,3	3,3	7,8	-36,6	27,1	5,0	3,0	44,4	27,1
<b>maatgevende waarden</b>				V <sub>Ed</sub> = 37,1 kN						R <sub>Ed</sub> = 55,9 kN			

Ligger berekend middels Xbeam2D. Voor volledige berekening zie computerbijlage vanaf bladzijde 101.

Bestaande ligger berekend met norm NEN8700 verbouw.

**Berekeningsinstellingen** [X]

**Algemeen**

Krachtenverdeling

Geometrisch Niet-Lineair

Geometrisch Lineair


Eigen gewicht automatisch genereren

Zwaartekrachtversnelling g  [m/s<sup>2</sup>]

---

**Norm toetsing**

Ontwerplevensduur  jaren

Nationale bijlage  The Netherlands NEN 8700 verbouw (wind niet maatgevend)

Gevolgklasse   $\gamma$  P (6.10a)   $\gamma$  P (6.10b)   $\gamma$  Q

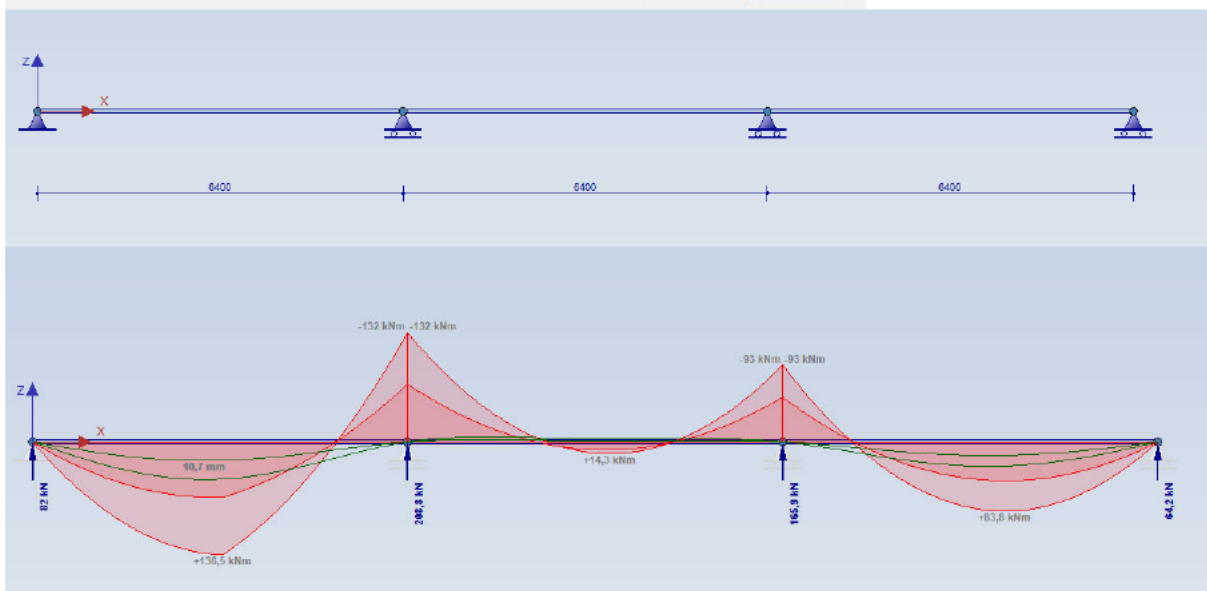
Imperfecties m

Staalnorm

Betonnorm

Gedeeltelijke inklemming

Houtnorm



Ligger berekend middels Xbeam2D. Voor volledige berekening zie computerbijlage vanaf bladzijde 101.

## Nieuwe stalen ligger fundering

Lijnlast 2

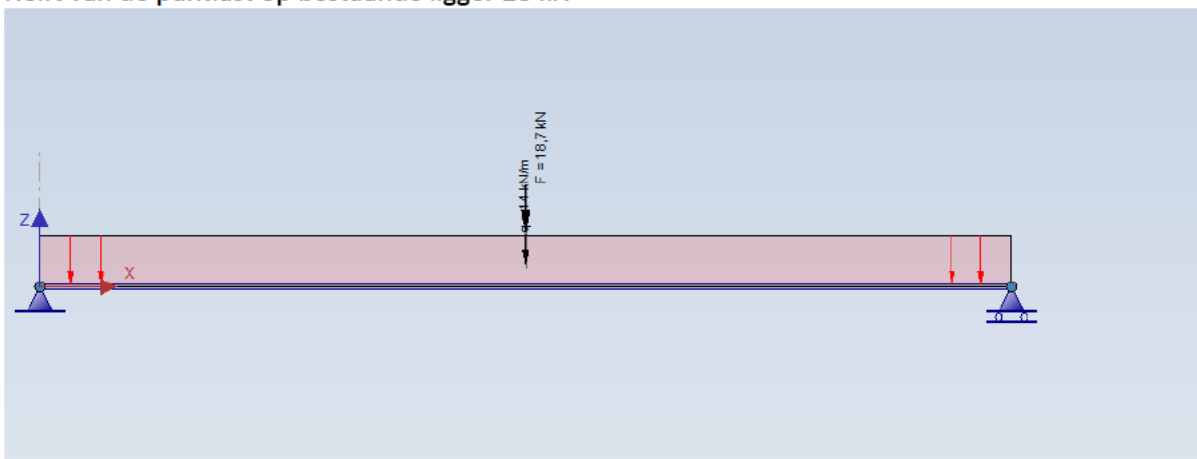
### belastingen

	breedte (m)	factor	$P_{g, kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_{q, kar}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\psi_0$	$Q_{g, kar}$ (kN/m')	comb. 6.10a		comb. 6.10b	
							$Q_{q, kar}$ (kN/m')	$Q_{Ed,1}$ (kN/m')	$Q_{q, kar}$ (kN/m')	$Q_{Ed,2}$ (kN/m')
Beganegrondvloer	3,50	100%	1,40	4,00	0,4	4,90	5,60	15,02	14,00	26,88
						4,90	5,60	15,02	14,00	26,88

(extreem gerekende belastingen in comb. 6.10b zijn vet afgedrukt,  
overige veranderlijke belastingen zijn momentaan)

Puntlast:

Helft van de puntlast op bestaande ligger 28 kN



Ligger berekend middels Xbeam2D. Voor volledige berekening zie computerbijlage vanaf bladzijde 201.

---

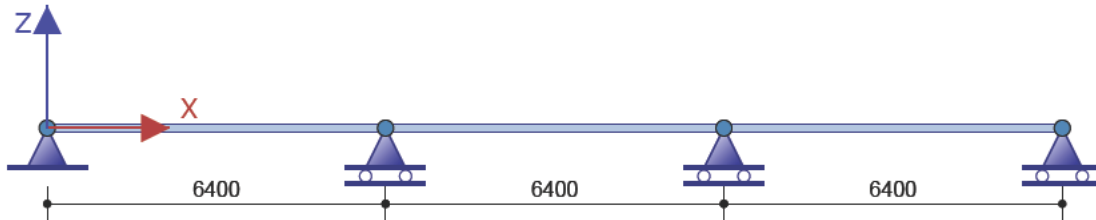
Bestand :.....101 bestaande stalen ligger.xbe2

### **Inhoudsopgave**

1.1 KNOPEN.....	102
1.2 STAVEN.....	102
1.3 PROFIELEN.....	102
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	103
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	103
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	104
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	105
2.1.2 Omhullende reactiekrachten.....	106
2.1.3 Omhullende staafkrachten.....	107
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	107
2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	108
2.3 EN1993 TOETSINGEN.....	108
2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	109
2.4.1 Staaf 1 - HEA260 (S 235).....	109

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl  
 Gevolgklasse : CC2  
 NEN 8700 : Verbouw; Overheersende veranderlijke belasting anders dan wind.  
 Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s<sup>2</sup>

**1 Invoergegevens**



**1.1 KNOPEN**

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	6400	0		A	
3	12800	0		A	
4	19200	0		A	

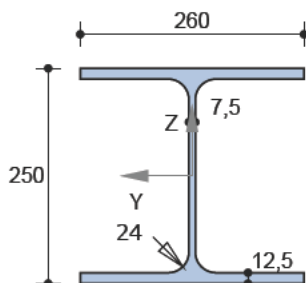
**1.2 STAVEN**

Staafl-nummer	Knoop		Staafl-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2	▬▬▬	HEA260	6400
2	2	3	▬▬▬	HEA260	6400
3	3	4	▬▬▬	HEA260	6400

**1.3 PROFIELEN**

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	A [mm <sup>2</sup> ]	Iy [mm <sup>4</sup> ]	Wy;el_1 [mm <sup>3</sup> ]	Wy;el_2 [mm <sup>3</sup> ]
2	HEA260	68,2	210000	8,684E3	1,0457E8	8,366E5	8,366E5

**HEA260**



**Materiaalgegevens**

Staalsoort : S 235 (Warmgewalst)  
 Elasticiteitsmodulus : E = 210000 N/mm<sup>2</sup>

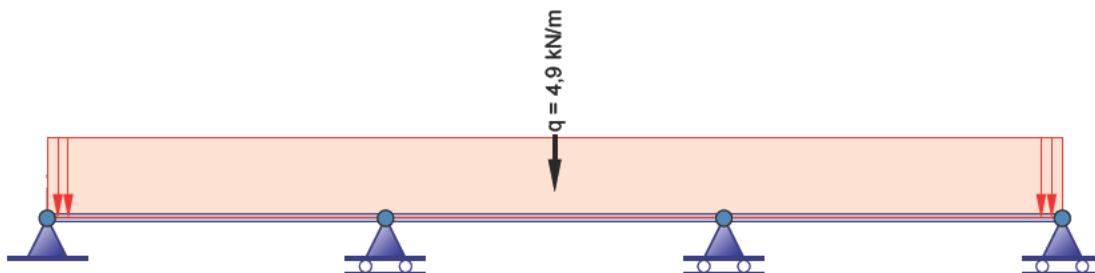
**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat	$y_{max}$ =	130,0 mm	$z_{max}$ =	125,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{min}$ =	-130,0 mm	$z_{min}$ =	-125,0 mm
Zwaartelij	$z_s$ =	0,0 mm	$y_s$ =	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A =	8684,2 mm <sup>2</sup>	G =	68,2 kg/m
Statisch moment	$S_y$ =	460005 mm <sup>3</sup>	$S_z$ =	215099 mm <sup>3</sup>
Traagheidsmoment	$I_y$ =	104574404 mm <sup>4</sup>	$I_z$ =	36676115 mm <sup>4</sup>
Traagheidsstraal	$i_y$ =	109,7 mm	$i_z$ =	65,0 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$ =	836595 mm <sup>3</sup>	$W_{z,el}$ =	282124 mm <sup>3</sup>
Centrifugaalmoment	$C_{yz}$ =	0 mm <sup>3</sup>	hoek =	0,00 graden
Traagheidsmoment	$I_{max}$ =	104574404 mm <sup>4</sup>	$I_{min}$ =	36676115 mm <sup>4</sup>
Traagheidsstraal	$i_{max}$ =	109,7 mm	$i_{min}$ =	65,0 mm
Halveringslijn	$z_h$ =	0,0 mm	$y_h$ =	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl}$ =	920009 mm <sup>3</sup>	$W_{z,pl}$ =	430197 mm <sup>3</sup>

**1.4 BELASTINGSGEVALLEN**

Nr.	Omschrijving	Type	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

**1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht**



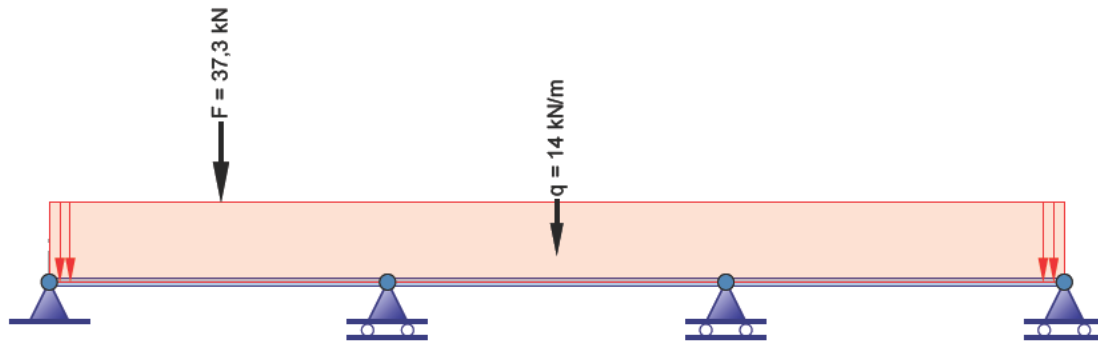
\*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 1284 kg.

**1.5.1 Staafbelastingen**

Type	Belasting			Afstand van		
	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
q	-0,669 kN/m	-0,669 kN/m	0,0	1	0	6400
q	-4,900 kN/m	-4,900 kN/m	0,0	1	0	19200
q	-0,669 kN/m	-0,669 kN/m	0,0	2	0	6400
q	-0,669 kN/m	-0,669 kN/m	0,0	3	0	6400

### 1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



#### 1.6.1 Staafbelastingen

Type	Belasting			Afstand van		
	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
$\downarrow F$	-37,300 kN		0,0	1	3250	
$\text{---} q$	-14,000 kN/m	-14,000 kN/m	0,0	1	0	19200

## **2 Berekeningsresultaten**

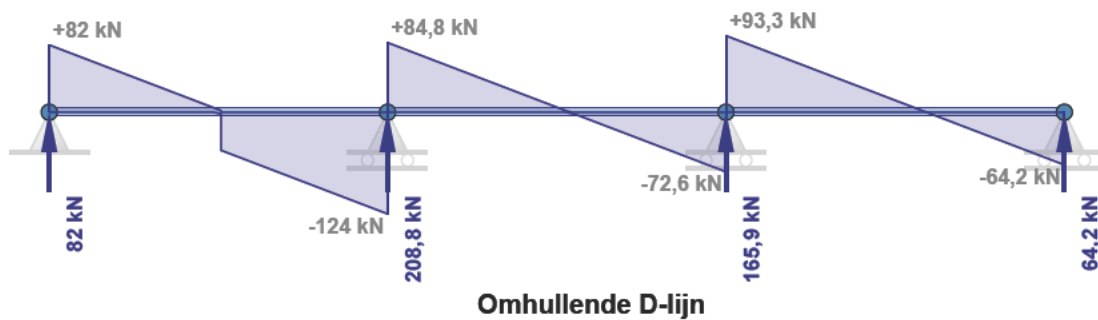
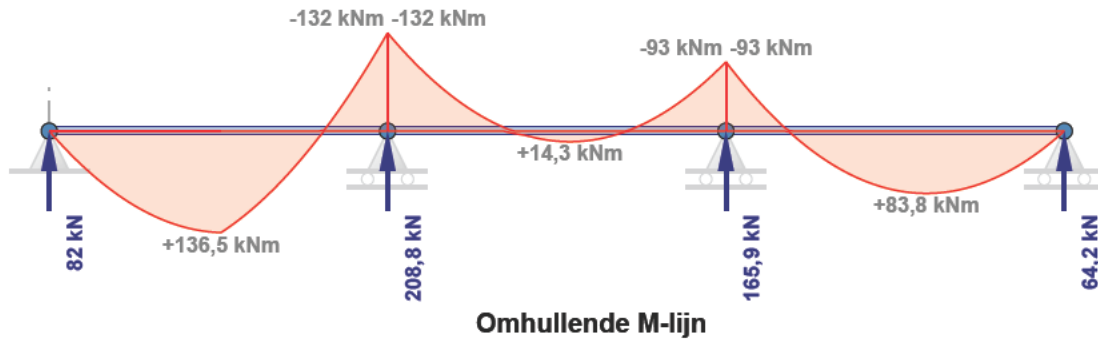
### **2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**

#### **2.1.1 Belastingscombinaties**

##### **(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	UGT(6.10a)	UGT
2	UGT(6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting ( $\psi \times \gamma$ )			
	1	2		
1	1,00x1,20	0,40x1,30		
2	1,00x1,15	1,00x1,30		



2.1.2 Omhullende reactiekrachten

Knoopnummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		43,341	
	2		81,980	
2	1		112,531	
	2		208,801	
3	1		95,372	
	2		165,903	
4	1		36,231	
	2		64,205	
Minimale / maximale waarden				
4	1		36,231	
2	2		208,801	

**2.1.3 Omhullende staafkrachten**

Staaflnummer	Combinatienummer	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	<b>43,341</b>	0,000
	2	1		0,000	<b>81,980</b>	0,000
	2		3250	0,000	2,016	<b>136,493</b>
	1	2		0,000	<b>65,415</b>	<b>-69,665</b>
	2	2		0,000	<b>123,977</b>	<b>-131,966</b>
2	1	2		0,000	<b>47,117</b>	<b>69,665</b>
	2	2		0,000	<b>84,824</b>	<b>131,966</b>
	2		3448	0,000	0,000	<b>14,253</b>
	1	3		0,000	<b>42,244</b>	<b>-54,072</b>
	2	3		0,000	<b>72,642</b>	<b>-92,981</b>
3	1	3		0,000	<b>53,129</b>	<b>54,072</b>
	2	3		0,000	<b>93,261</b>	<b>92,981</b>
	2		3791	0,000	0,000	<b>83,772</b>
	1	4		0,000	<b>36,231</b>	0,000
	2	4		0,000	<b>64,205</b>	0,000

**2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)****2.2.1 Belastingscombinaties****(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling**

Combinatienummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT	BGT

Combinatie nummer	Belasting ( $\psi \times \gamma$ )			
	1	2		
3	1,00x1,00			
4	1,00x1,00	0,50x1,00		



Omhullende verplaatsing

### 2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoopnummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	0,0	0,0	-1,7
	4	0,0	0,0	-5,3
2	3	0,0	0,0	0,6
	4	0,0	0,0	2,3
3	3	0,0	0,0	-0,6
	4	0,0	0,0	-1,5
4	3	0,0	0,0	1,7
	4	0,0	0,0	3,9
Minimale / maximale waarden				
1	3	0,0		
1	3	0,0		
2	4		0,0	
4	3		0,0	
1	4			-5,3
4	4			3,9

### 2.3 EN1993 TOETSINGEN



Staaftnummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA260	2	1	6.2.5	0,63
		2	1	6.2.6	0,32
		2	1	6.2.8	0,63
		2	1	6.3.2.1	0,90

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA260	4		Doorbuiging	0,13
				Doorbuiging	0,12
2	HEA260	2	1	6.2.5	0,61
				6.2.6	0,22
				6.2.8	0,61
				6.3.2.1	0,90
				Doorbuiging	0,13
				Doorbuiging	0,12
3	HEA260	2	1	6.2.5	0,43
				6.2.6	0,24
				6.2.8	0,43
				6.3.2.1	0,90
				Doorbuiging	0,13
				Doorbuiging	0,12

## 2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

### 2.4.1 Staaf 1 - HEA260 (S 235)

#### Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 2  $x = 3250 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = 2,016 \text{ kN}$   $M_y = 136,493 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{920009 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 216,202 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{136,493}{216,202} = 0,63 < 1,0 \quad (6.12)$$

#### Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 2  $x = 6400 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = -123,977 \text{ kN}$   $M_y = -131,966 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2878 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 390,4 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{124,0}{390,4} = 0,32 < 1,0 \quad (6.17)$$

#### Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2  $x = 3250 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = 2,016 \text{ kN}$   $M_y = 136,493 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2878 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 390,4 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 2,016 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 390,445 / 2 = 195,223 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

**Kipstabiliteit (maatgevend)**

art. 6.3.2.1

Combinatie: 2                      x = 3250 mm    N<sub>x</sub> = 0 kN    V<sub>z</sub> = 3,246 kN    M<sub>y</sub> = 136,493 kNm

Aantal kipsteunen: 2

Afstanden kipsteunen: 6400 6400 6400

$$d' = h - t = 250 - 12,5 = 237,5 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{237,5^2 \times 260^3 \times 12,5}{24} = 516 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26                      I<sub>t</sub> = 526178 mm<sup>4</sup>

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

L<sub>g</sub> = 19200 mm                      L<sub>st</sub> = 6400 mm

M<sub>y,1,Ed</sub> = 0 kNm                      M<sub>y,2,Ed</sub> = -131,965 kNm    M<sub>yEd</sub> (x=L<sub>st</sub>/2= 3200 mm) = 136,362 kNm

Bereken de equivalente belasting q = 39,52 kN/m

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times -131,965 \times 10^6}{8 \times |-131,965 \times 10^6| + 39,52 \times 6400^2} = -0,395 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{-131,965} = 0 \quad C_1 = 1,201 \quad C_2 = -0,694$$

aangrijpingspunt belasting op z = 125 mm

L<sub>kip</sub> = (1,4 - (0,8 x β)) x L<sub>st</sub> = (1,4 - (0,8 x 0)) x 6400 = 8960 mm                      → L<sub>kip</sub> = 8960 mm

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{250}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 36676115}{80769 \times 526178}} = 1683 \text{ mm} \quad \text{(NB.159)}$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left( \sqrt{1 + \left( \frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right)} \right) = \quad \text{(NB.157)}$$

$$= \frac{\pi \times 1,201 \times 19200}{8960} \times \left( \sqrt{1 + \left( \frac{\pi^2 \times 1683^2}{8960^2} \times (-0,694^2 + 1) + \frac{\pi \times -0,694 \times 1683}{8960} \right)} \right) = 6,643$$

h / t<sub>w</sub> = 250 / 7,5 = 33,3 < 75                      → k<sub>red</sub> = 1                      (NB.153)

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \quad \text{(NB.148)}$$

$$= 1 \times \frac{6,643}{19200} \times \sqrt{210000 \times 36676115 \times 80769 \times 526178} \times 10^{-6} = 197,942 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{920009 \times 235}{197941832}} = 1,045 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

Kipkromme b                      α<sub>Lt</sub> = 0,34

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,045 - 0,4) + 0,75 \times 1,045^2] = 1,019$$

$$\chi_{Lt} = \min \left( \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad \text{(6.57)}$$

$$= \min \left( \frac{1}{1,019 + \sqrt{1,019^2 - 0,75 \times 1,045^2}}; 1,0; \frac{1}{1,045^2} \right) = 0,672$$

$$k_c = 0,91$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,91) \times [1 - 2,0 \times (1,045 - 0,8)^2] = 0,96$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,672}{0,96} = 0,7 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,7 \times 920009 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 151,3 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{136,5}{151,3} = 0,90 < 1,0 \quad (6.54)$$

### Doorbuiging

Combinatie: 4                      x = 2930 mm   Nx = 0 kN   Vz = 2,655 kN   My = 61,729 kNm

Lokale knoopverplaatsingen d<sub>z1</sub> = 0 mm   d<sub>z2</sub> = 0 mm

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -9,8 - 0 = -9,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-9,8|}{19200 / 250} = \frac{|-9,8|}{76,8} = 0,13 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_z - w_{BGT Blijvend,z} = -9,8 + 2,9 = -6,9 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-6,9|}{19200 / 333} = \frac{|-6,9|}{57,7} = 0,12 < 1,0$$

---

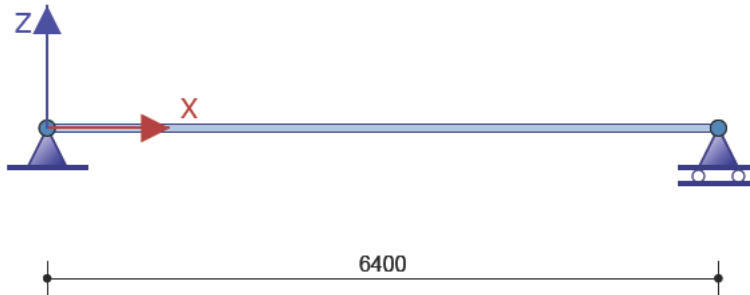
Bestand :.....201 stalen ligger fundering.xbe2

### **Inhoudsopgave**

1.1 KNOPEN.....	202
1.2 STAVEN.....	202
1.3 PROFIELEN.....	202
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	203
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	203
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	204
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	205
2.1.2 Omhullende reactiekrachten.....	206
2.1.3 Omhullende staafkrachten.....	207
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	207
2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	208
2.3 EN1993 TOETSINGEN.....	208
2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	209
2.4.1 Staaf 1 - HEA260 (S 235).....	209

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl  
 Gevolgklasse : CC2  
 NEN 8700 : Verbouw; Overheersende veranderlijke belasting anders dan wind.  
 Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s<sup>2</sup>

**1 Invoergegevens**



**1.1 KNOPEN**

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	6400	0		A	

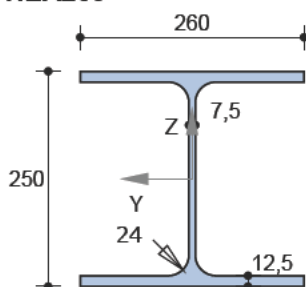
**1.2 STAVEN**

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HEA260	6400

**1.3 PROFIELEN**

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	A [mm <sup>2</sup> ]	Iy [mm <sup>4</sup> ]	Wy;el_1 [mm <sup>3</sup> ]	Wy;el_2 [mm <sup>3</sup> ]
2	HEA260	68,2	210000	8,684E3	1,0457E8	8,366E5	8,366E5

**HEA260**



**Materiaalgegevens**

Staalsoort : S 235 (Warmgewalst)  
 Elasticiteitsmodulus : E = 210000 N/mm<sup>2</sup>

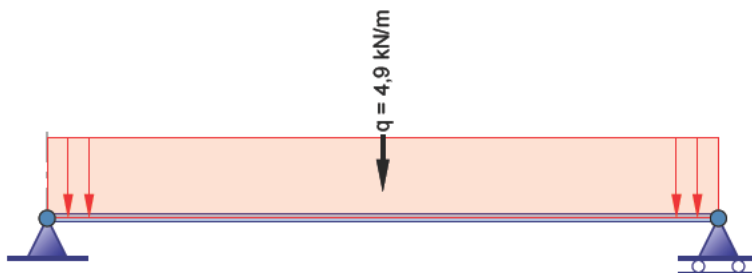
**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat	$y_{max}$	=	130,0 mm	$z_{max}$	=	125,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{min}$	=	-130,0 mm	$z_{min}$	=	-125,0 mm
Zwaartelij	$z_s$	=	0,0 mm	$y_s$	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	8684,2 mm <sup>2</sup>	G	=	68,2 kg/m
Statisch moment	$S_y$	=	460005 mm <sup>3</sup>	$S_z$	=	215099 mm <sup>3</sup>
Traagheidsmoment	$I_y$	=	104574404 mm <sup>4</sup>	$I_z$	=	36676115 mm <sup>4</sup>
Traagheidsstraal	$i_y$	=	109,7 mm	$i_z$	=	65,0 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	836595 mm <sup>3</sup>	$W_{z,el}$	=	282124 mm <sup>3</sup>
Centrifugaalmoment	$C_{yz}$	=	0 mm <sup>3</sup>	hoek	=	0,00 graden
Traagheidsmoment	$I_{max}$	=	104574404 mm <sup>4</sup>	$I_{min}$	=	36676115 mm <sup>4</sup>
Traagheidsstraal	$i_{max}$	=	109,7 mm	$i_{min}$	=	65,0 mm
Halveringslijn	$z_h$	=	0,0 mm	$y_h$	=	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl}$	=	920009 mm <sup>3</sup>	$W_{z,pl}$	=	430197 mm <sup>3</sup>

**1.4 BELASTINGSGEVALLEN**

Nr.	Omschrijving	Type	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

**1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht**



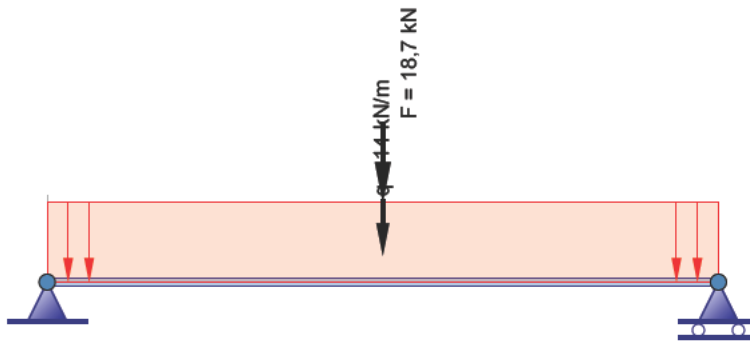
\*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 428 kg.

**1.5.1 Staafbelastingen**

Type	Belasting			Afstand van		
	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
q	-0,669 kN/m	-0,669 kN/m	0,0	1	0	6400
q	-4,900 kN/m	-4,900 kN/m	0,0	1	0	6400

### 1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



#### 1.6.1 Staafbelastingen

Type	Belasting			Knoop	Afstand van	
	q1	q2	Hoek		a [mm]	L [mm]
$\downarrow F$	-18,700 kN		0,0	1	3200	
$\text{---} q$	-14,000 kN/m	-14,000 kN/m	0,0	1	0	6400

## **2 Berekeningsresultaten**

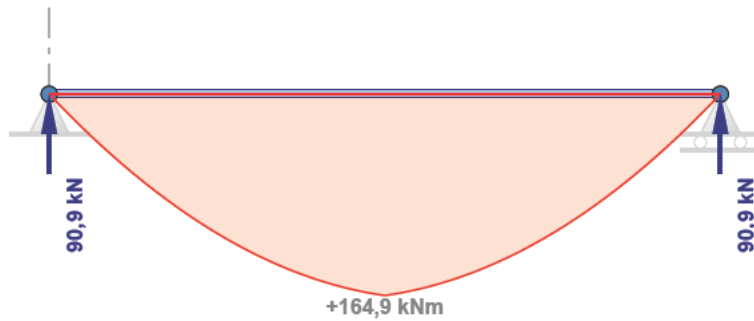
### **2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**

#### **2.1.1 Belastingscombinaties**

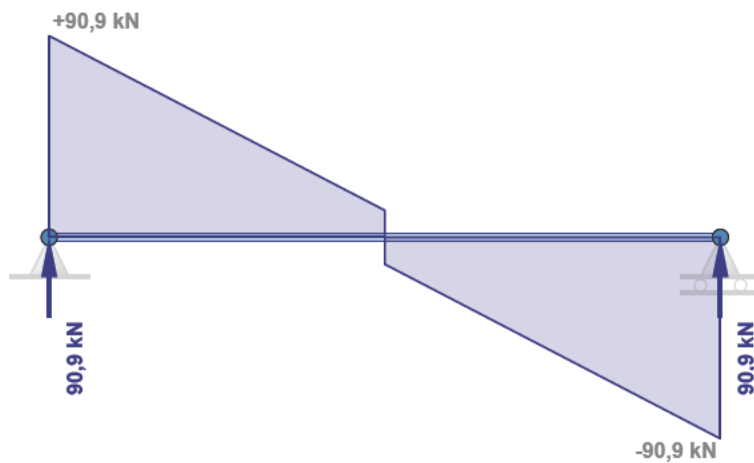
##### **(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	UGT(6.10a)	UGT
2	UGT(6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting ( $\psi \times \gamma$ )			
	1	2		
1	1,00x1,20	0,40x1,30		
2	1,00x1,15	1,00x1,30		



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

### 2.1.2 Omhullende reactiekrachten

Knoopnummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		49,542	
	2		90,888	
2	1		49,542	
	2		90,888	
Minimale / maximale waarden				
2	1		49,542	
1	2		90,888	

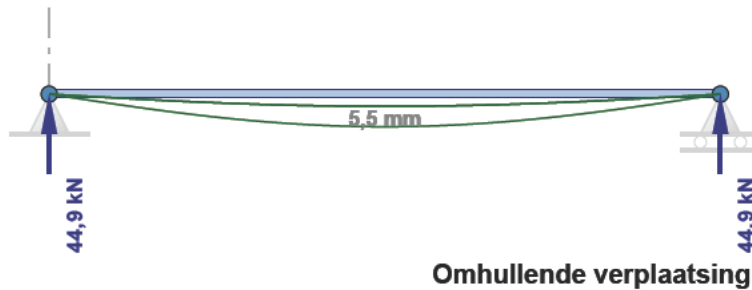
**2.1.3 Omhullende staafkrachten**

Staaflnummer	Combinatienummer	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	<b>49,542</b>	0,000
	2	1		0,000	<b>90,888</b>	0,000
	2		3200	0,000	12,155	<b>164,869</b>
	1	2		0,000	<b>49,542</b>	0,000
	2	2		0,000	<b>90,888</b>	0,000

**2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)****2.2.1 Belastingscombinaties****(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling**

Combinatienummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT	BGT

Combinatie nummer	Belasting ( $\psi \times \gamma$ )			
	1	2		
3	1,00x1,00			
4	1,00x1,00	0,50x1,00		



### 2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	0,0	0,0	-2,8
	4	0,0	0,0	-7,3
2	3	0,0	0,0	2,8
	4	0,0	0,0	7,3
Minimale / maximale waarden				
1	3	0,0		
1	3	0,0		
2	4		0,0	
2	3		0,0	
1	4			-7,3
2	4			7,3

### 2.3 EN1993 TOETSINGEN



Staafl-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA260	2	1	6.2.5	0,76
		2	1	6.2.6	0,23
		2	1	6.2.8	0,76
		2	1	6.3.2.1	0,93
		4		Doorbuiging	0,58
		4		Doorbuiging	0,48

**2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS****2.4.1 Staaf 1 - HEA260 (S 235)****Buigend moment****art. 6.2.5**Combinatie: 2  $x = 3200 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = 12,155 \text{ kN}$   $M_y = 164,869 \text{ kNm}$ 

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{920009 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 216,202 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{164,869}{216,202} = 0,76 < 1,0 \quad (6.12)$$

**Dwarskracht (afschuiving)****art. 6.2.6**Combinatie: 2  $x = 6400 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = -90,888 \text{ kN}$   $M_y = 0 \text{ kNm}$ 

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2878 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 390,4 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{90,9}{390,4} = 0,23 < 1,0 \quad (6.17)$$

**Buiging en dwarskracht****art. 6.2.8**Combinatie: 2  $x = 3200 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = 12,155 \text{ kN}$   $M_y = 164,869 \text{ kNm}$ 

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2878 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 390,4 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 12,155 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 390,445 / 2 = 195,223 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

**Kipstabiliteit (maatgevend)****art. 6.3.2.1**Combinatie: 2  $x = 3200 \text{ mm}$   $N_x = 0 \text{ kN}$   $V_z = 12,155 \text{ kN}$   $M_y = 164,869 \text{ kNm}$ 

$$\text{Aantal kipsteunen: 0} \quad d' = h - t = 250 - 12,5 = 237,5 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{237,5^2 \times 260^3 \times 12,5}{24} = 516 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

$$\text{torsiestijfheid volgens Roark geval 26} \quad I_t = 526178 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 6400 \text{ mm} \quad L_{st} = 6400 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,Ed} (x=L_{st}/2=3200 \text{ mm}) = 164,869 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting  $q = 32,201 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 32,201 \times 6400^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = -0,461$$

aangrijpingspunt belasting op  $z = 125 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 6400 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{250}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 36676115}{80769 \times 526178}} = 1683 \text{ mm} \quad \text{(NB.159)}$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left( \sqrt{1 + \left( \frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) = \quad \text{(NB.157)}$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 6400}{6400} \times \left( \sqrt{1 + \left( \frac{\pi^2 \times 1683^2}{6400^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 1683}{6400} \right) = 3,445$$

$$h / t_w = 250 / 7,5 = 33,3 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad \text{(NB.153)}$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \quad \text{(NB.148)}$$

$$= 1 \times \frac{3,445}{6400} \times \sqrt{210000 \times 36676115 \times 80769 \times 526178} \times 10^{-6} = 307,926 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{920009 \times 235}{307925628}} = 0,838 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme b} \quad \alpha_{Lt} = 0,34$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,838 - 0,4) + 0,75 \times 0,838^2] = 0,838$$

$$\chi_{Lt} = \min \left( \frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad \text{(6.57)}$$

$$= \min \left( \frac{1}{0,838 + \sqrt{0,838^2 - 0,75 \times 0,838^2}}; 1,0; \frac{1}{0,838^2} \right) = 0,796$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,838 - 0,8)^2] = 0,97$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,796}{0,97} = 0,821 \quad \text{(6.58)}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,821 \times 920009 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 177,4 \text{ kNm} \quad \text{(6.55)}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{164,9}{177,4} = 0,93 < 1,0 \quad (6.54)$$

### Doorbuiging

Combinatie: 4                    x = 3200 mm   Nx = 0 kN   Vz = 4,675 kN   My = 79,312 kNm

Lokale knoopverplaatsingen d<sub>z1</sub> = 0 mm   d<sub>z2</sub> = 0 mm

$$w_{\text{eind},z} = w_z - w_{\text{Zeeg},z} = -14,8 - 0 = -14,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-14,8|}{6400 / 250} = \frac{|-14,8|}{25,6} = 0,58 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_z - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -14,8 + 5,5 = -9,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-9,3|}{6400 / 333} = \frac{|-9,3|}{19,2} = 0,48 < 1,0$$