

STATISCHEBEREKENINGEN

STATUS: FASE VERGUNNING

BETREFT: PLAN ZONNEPANELEN DE RAADSTRAAT 44 TE GELDROP

KENMERK: 2023-42

OPDRACHTGEVER: VOOR DE VVE B.V.
T.A.V. [REDACTED]
BRUNINGWEG 21, 6827 BM ARNHEM
E-MAIL: [REDACTED] TEL. [REDACTED]

BOUWKUNDIGE: EKSOM ONTWERP- EN ADVIESBUREAU
ULGERSMAWEG 47, 9731 BK GRONINGEN
E-MAIL: info@eksom.nl, TEL. 050 5777566

ADVISEUR: EKSOM ONTWERP- EN ADVIESBUREAU
ULGERSMAWEG 47, 9731 BK GRONINGEN
E-MAIL: [REDACTED] TEL. [REDACTED]

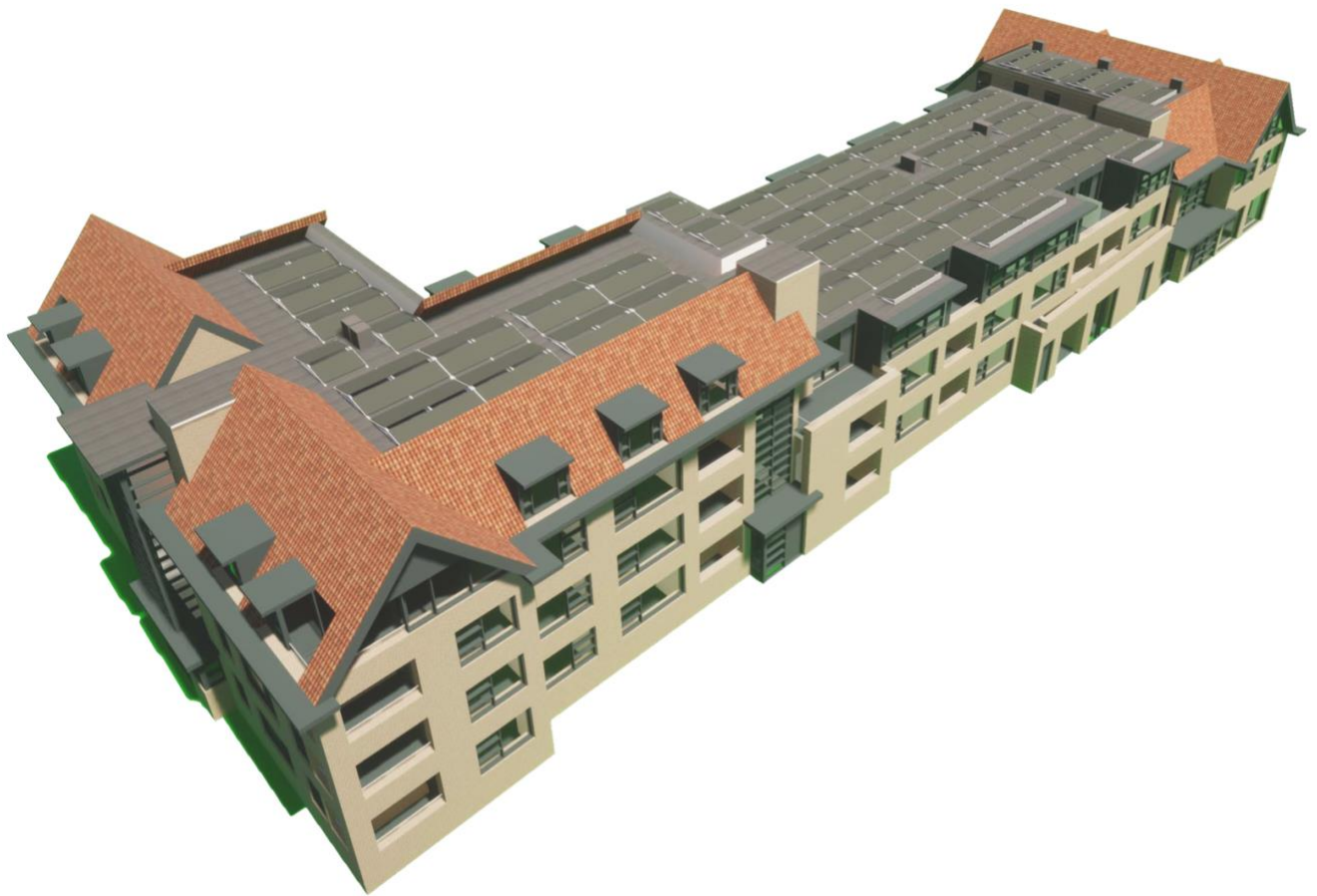
[REDACTED]
D.D. 14-09-2023

Inhoudsopgave

<i>Algemene gegeven bouwwerk</i>	3
<i>Uitgangspunten berekening</i>	6
<i>Controle bestaande dakvloer.....</i>	10
<i>Berekening hulpconstructie t.b.v. technische ruimte</i>	12
<i>Verankeringsberekening voetplaat/kolom.....</i>	24
BIJLAGEN	25

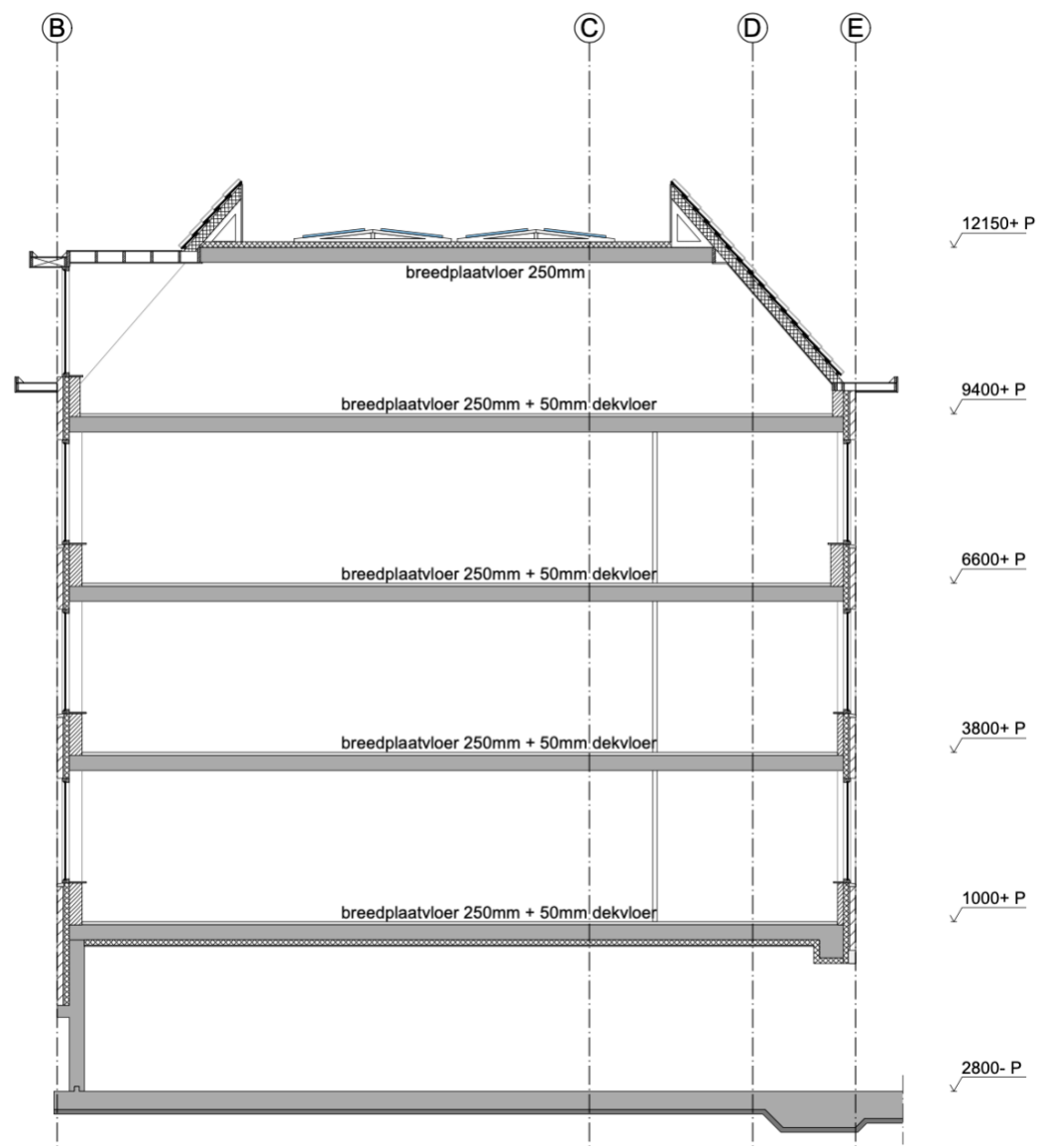
Algemene gegevens bouwwerk

Voor het plaatsen van zonnepanelen en een technische ruimte op het dak van het pand, is er een controle berekeningen gemaakt om na te gaan of de constructie veilig is voor het realiseren van het plan. De berekening is gemaakt aan de hand van de tekeningen en berekeningen die beschikbaar zijn via het archief en de nieuwe tekeningen met het zonnepanelenplan. Deze stukken zijn als bijlage toegevoegd. Hieronder zijn er aantal afbeeldingen weergegeven van de bouwtekeningen. Middels deze berekening wordt ook de hulpconstructie en verankering meegenomen. Ook wordt de oplegging gecontroleerd van de bestaande constructieve delen.





Achtergevel nieuw



Uitgangspunten berekening

A. Algemene gegevens

1. van toepassing zijnde voorschriften

Algemeen : NEN 6700 t/m 6702
Betonkonstr. : NEN 6720, 6722, 5950
Staalkonstr. : NEN 6770 t/m 6772
Steenkonstr. : NEN 6790, NPR 6791
Houtkonstr. : NEN 6760, NPR 6761
Geotechniek : NEN 6740 t/m 6744

2. Materiaalkwaliteiten

Betonconstructies - beton i.h.w. gestort B25

-

Staalconstructie - profielstaal Fe 360

-

Steenconstructies - kalkzandsteen lymwaki $f_{rep} \geq 600 \text{ N/mm}^2$

Houtconstructies - kwaliteit k17

3. Gebouwovereenkomst

- Bouwtype : winkel + woongebouw
- Veiligheidsklasse : III
- Referentieperiode : 50 jaar
- Bouwlocatie i.v.m. windbelasting: gebied III
- Omgeving " " : bebouwd

B Belastingen

Platbalklaag liftkamer / trappenhuis.

Permanent: eg balklaag + dakbedekking + isolatie = $0,36 \text{ kN/m}^2$
dakrand = $\frac{0,14}{0,50} \text{ ''}$

Veranderlijk = $1,00 \text{ ''}$

Dak: schuin $\alpha = 50^\circ$

Permanent: eg pannendak $\frac{0,65}{\cos \alpha} = 0,92 \text{ kN/m}^2$

Veranderlijk:
sneeuw: $C_1 = 0,00 \left(\frac{60-50}{30} \right) = 0,27$ $P_{sn1} = 0,19 \text{ ''}$

$C_2 = \frac{1,20}{0,80} \cdot 0,27 = 0,41$ $P_{sn2} = 0,28 \text{ ''}$

wind: bebouwd

$h = 14 \text{ m}$ $p_w = 0,64 \text{ kN/m}^2$

$b = 26 \text{ m}$ $C_{dim} = 0,92$

$C_{pe} = 0,00$ $C_{pi} = -0,30$

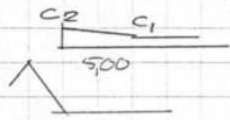
Dak: beton

Permanent	dik 200	dik 250	dik 270
eg breedplaat over	$4,00 \text{ kN/m}^2$	$6,00 \text{ kN/m}^2$	$6,48 \text{ kN/m}^2$
afwerking / afschotlaag / dakbed.	$1,20 \text{ ''}$	$1,20 \text{ ''}$	$1,20 \text{ ''}$
	$6,00 \text{ ''}$	$7,20 \text{ ''}$	$7,68 \text{ ''}$

Veranderlijk

Sneeuw $C_1 = 0,00$ $P_{sn1} = 0,56 \text{ kN/m}^2$

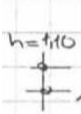
sneeuwoplooping



$$h = 0$$

$$C_2 = C_g + C_w = \frac{1}{2} \cdot 0,41 + 0,50 = 1,01$$

$$P_{sn2} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$



$$C_2 = \frac{2,00 \cdot 1,1}{0,70} = 3,14 \Rightarrow 2,00$$

$$P_{sn3} = 1,40 \text{ ,,}$$

$$P_{sn\text{gem}} \Rightarrow 1,00 \text{ ,,}$$

$$\psi = 0$$

Verdiepingen :

Permanent

dik 200 dik 270

eg breedplaat

4,80 kN/m² 6,40 kN/m²

afwerking 0,05 · 20,00

1,00 ,, 1,00 ,,

l.s.w.

————— 0,50 ,,

5,80 ,, ⇒ 8,00 ,,

Veranderlijk

1,75 ,, $\psi = 0,40$

hpr balkons

2,50 ,, $\psi = 0,50$

hpr trappenthuis / galerij

3,00 ,, $\psi = 0,25$

Galerijen

Permanent eg prefabs 0,27 · 25,00

= 6,75 kN/m²

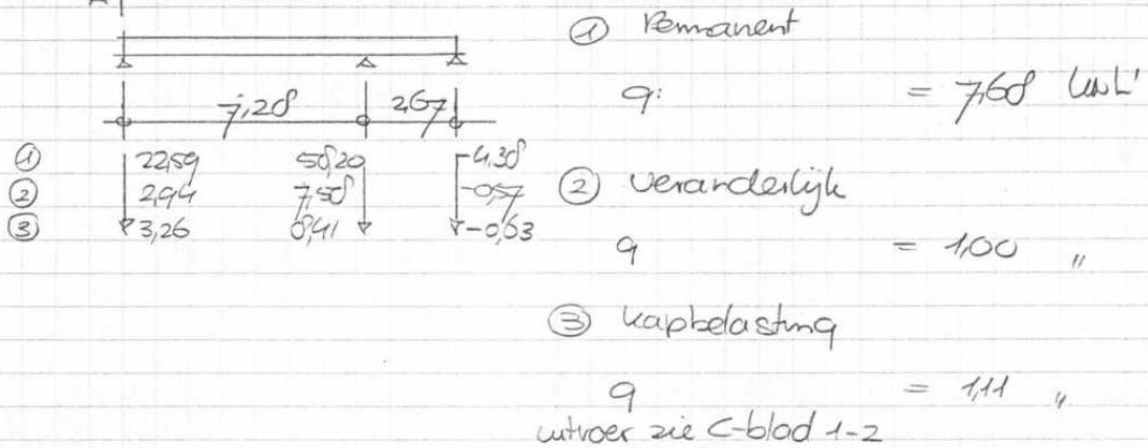
Veranderlijk

= 3,00 ,, $\psi = 0,25$

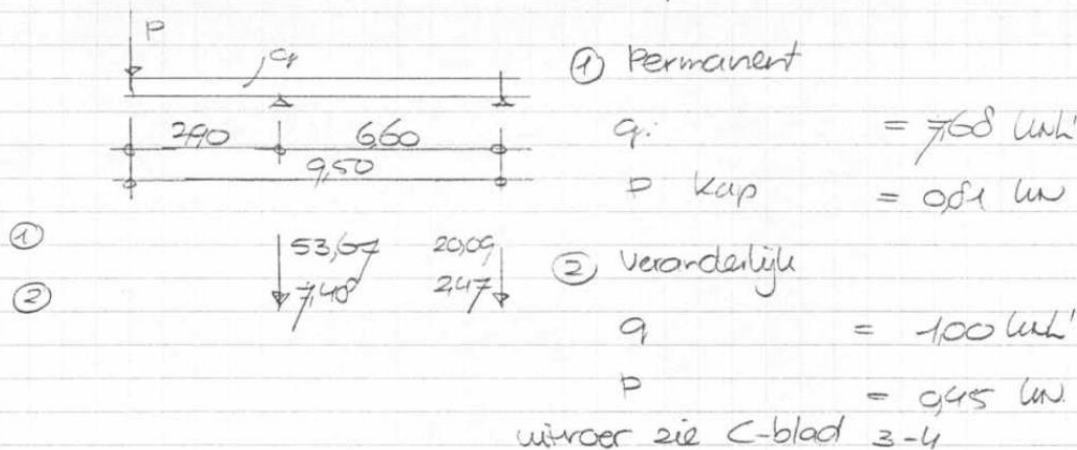
Belastingafdracht dakruer

- Strook S1 $b \times h = 1000 \times 270$

A1

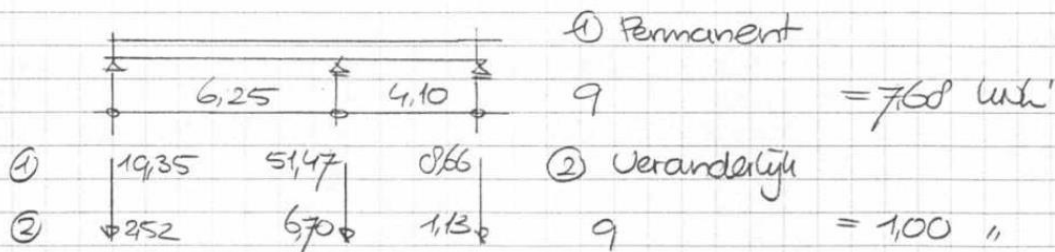


- Strook S2 : $b \times h = 1000 \times 270$



- Strook S3 : $b \times h = 1000 \times 270$

keuken - bodkamer

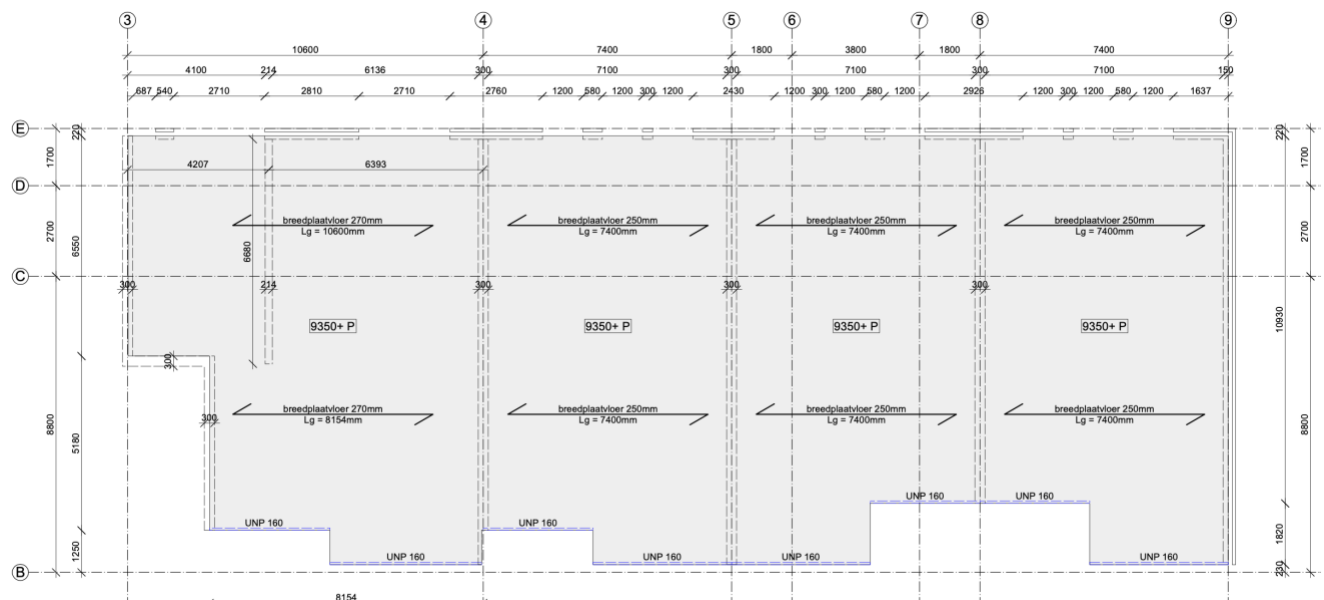
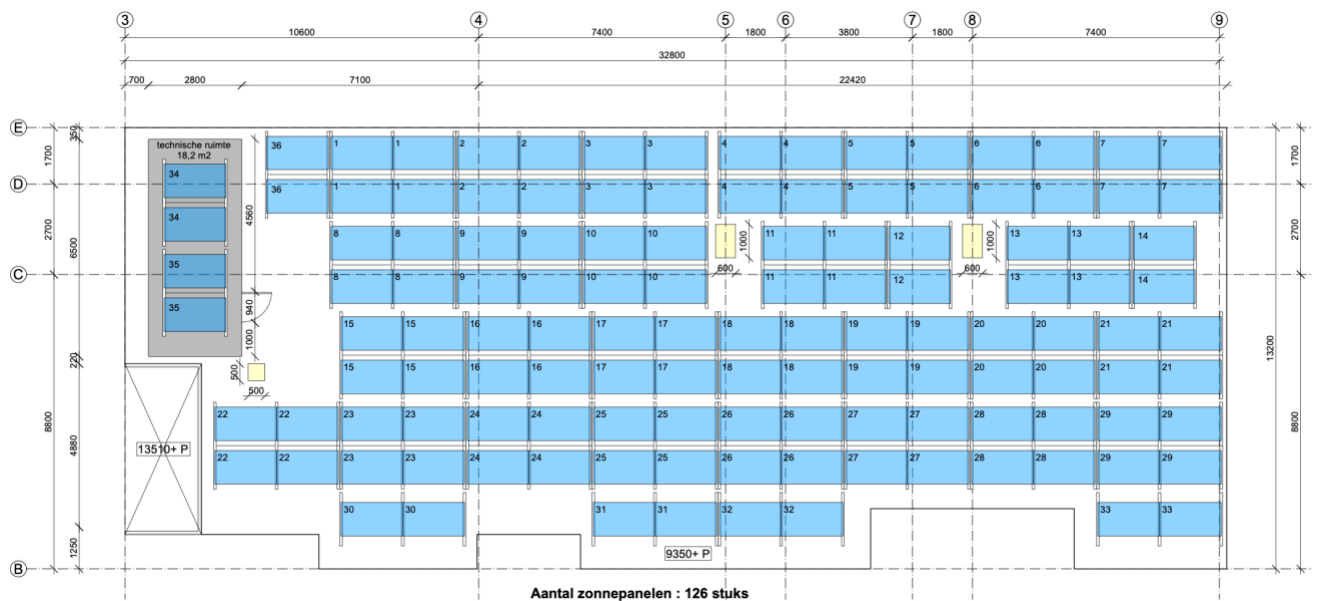


uitroer zie C-blad 5-6

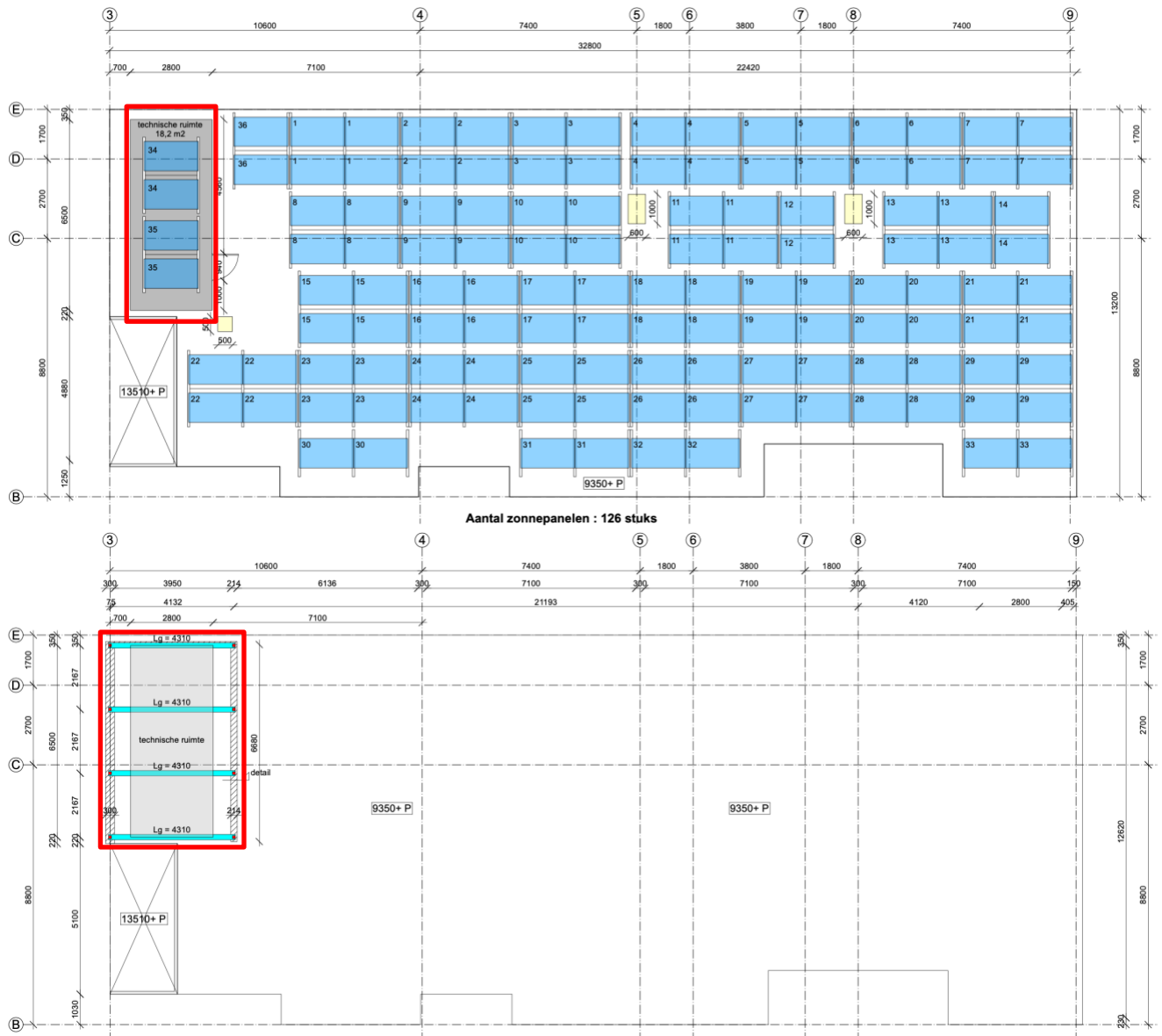
Controle bestaande dakvloer

De dakvloer bestaat uit een breedplaatvloer van 250mm dik en bij hoge overspanningen 270 mm dik. Volgens de archiefstukken is deze vloer berekend met de oude veiligheidsklasse 3 wat vergelijkbaar is met de veiligheidsklasse 2 van de nieuwe norm. Gezien er voor de veranderlijke belasting 1 kN/m² is gerekend en een veiligheidsfactor van 1,35 is gerekend, biedt het ruimte . Bij het plaatsen van de zonnepanelen van 0,25 kN/m² en het rekenen van 0,56 kN/m² aan sneeuwbelasting betekent het dat er in de nieuwe situatie 0,81 kN/m² belasting gerekend moet worden. Daarnaast is er ruimte vanuit de veiligheidsmarge 0,35 kN/m² (35% van de 1kN/m²). Dat betekent dat de dakvloer de belasting van de nieuwe zonnepanelen kan hebben. Daarnaast liggen al gedeeltelijk zonnepanelen op hetzelfde dak. Echter worden er veel meer geplaatst maar de vlaklast blijft wel gelijk. Een nader onderzoek of controleberekeningen zijn hierdoor overbodig.

De zonnepanelen worden op ballast geplaatst en worden op bepaalde punten (in de hoeken) aan de dakvloer verankerd. Deze verankering wordt nader in de berekening toegelicht met een tekening.



Berekening hulpconstructie t.b.v. technische ruimte



Belastingaannamen op de balken (technische ruimte)

- Permanent ($80 \text{ kN} / 7 \text{ m} / 2,8 \text{ m}$) = $4,08 \text{ kN/m}^2 \times 2,33 \text{ m}$ 9,51 kN/m1
- Veranderlijke belasting bluswater ($4,00 \text{ kN/m}^2 \times 2,33 \text{ m}$) 9,32 kN/m1

Berekening stalenbalk t.b.v. opvang technische ruimte

Bestand :.....Berekening stalenbalk t.b.v. technische ruimte.xbe2

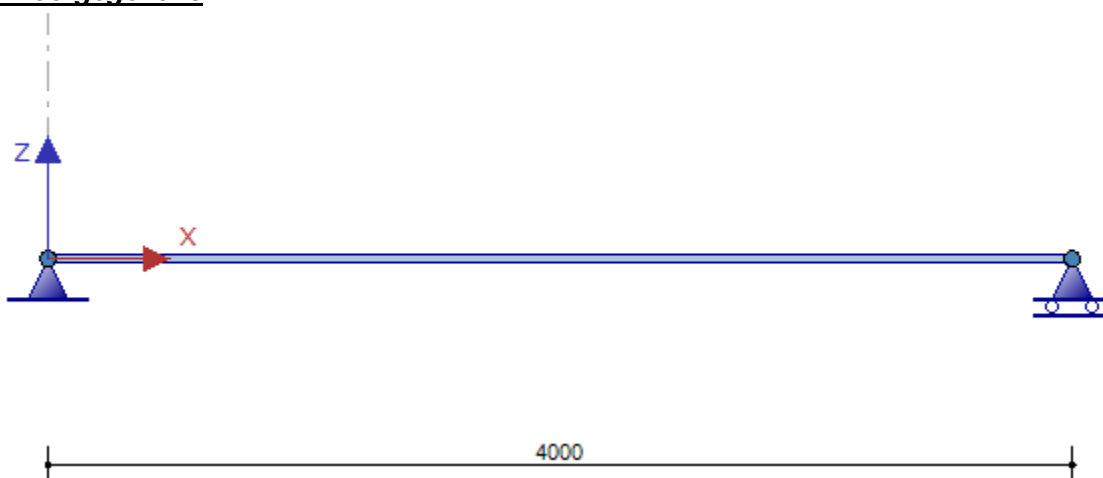
Inhoudsopgave

1.1 KNOOPEN.....	2
1.2 STAVEN.....	2
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	3
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	4
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	4
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	5
2.1.2 Omhullende reactiekrachten.....	7
2.1.3 Omhullende staafkrachten.....	7
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	7
2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	8
2.3 EN1993 TOETSINGEN.....	8
2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	9
2.4.1 Staaf 1 - HE180A.....	9

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl
 Gevolgklasse : CC3

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	4000	0		A	

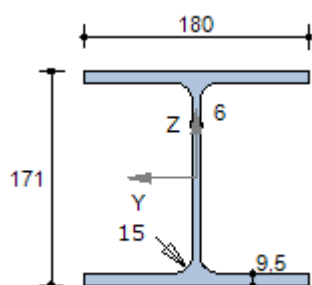
1.2 STAVEN

StAAF-nummer	Knoop		StAAF-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HE180A	4000

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	HE180A	35,5	210000	4,528E3	2,5115E7	2,9374E5	2,9374E5

HE180A



Materiaalgegevens

Staalsoort	S235	(Warmgewalst)	
Elasticiteitsmodulus	E	=	210000 N/mm ²

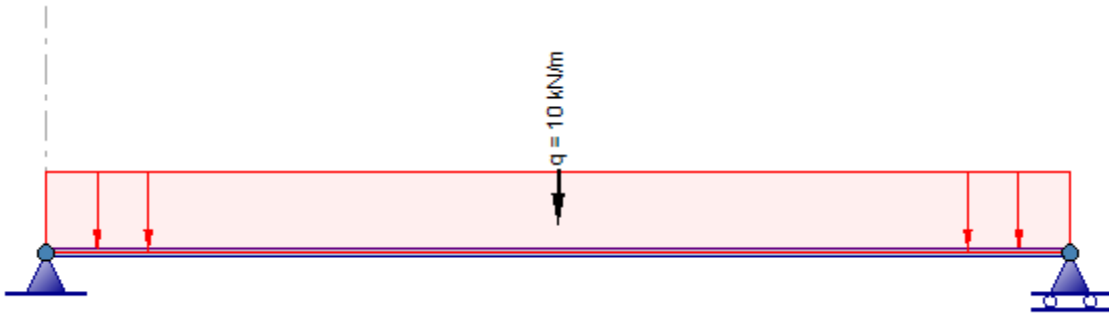
Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	90,0	mm	Z_{max}	=	85,5	mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-90,0	mm	Z_{min}	=	-85,5	mm
Zwaartelijns	Z_s	=	0,0	mm	y_s	=	0,0	mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	4527,5	mm ²	G	=	35,5	kg/m
Statisch moment	S_y	=	162511	mm ³	S_z	=	78257	mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	25114862	mm ⁴	I_z	=	9246276	mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	74,5	mm	i_z	=	45,2	mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	293741	mm ³	$W_{z,el}$	=	102736	mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0	mm ³	hoek	=	0,00	graden
Traagheidsmoment	I_{max}	=	25114862	mm ⁴	I_{min}	=	9246276	mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	74,5	mm	i_{min}	=	45,2	mm
Halveringslijn	Z_h	=	0,0	mm	y_h	=	0,0	mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl}$	=	325022	mm ³	$W_{z,pl}$	=	156515	mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_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



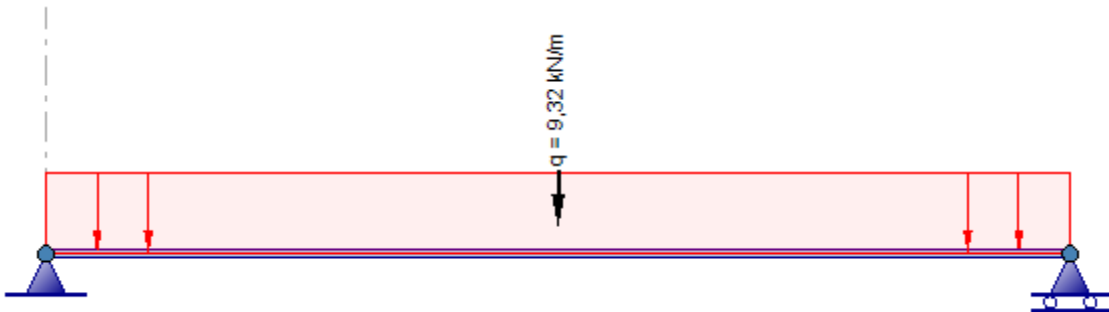
*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 139 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Belasting				Afstand van		
Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
q	-0,349 kN/m	-0,349 kN/m	0,0	1	0	4000
q	-10,000 kN/m	-10,000 kN/m	0,0	1	0	4000

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



1.6.1 Staafbelastingen

Belasting				Afstand van		
Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
q	-9,320 kN/m	-9,320 kN/m	0,0	1	0	4000

2 Berekeningsresultaten

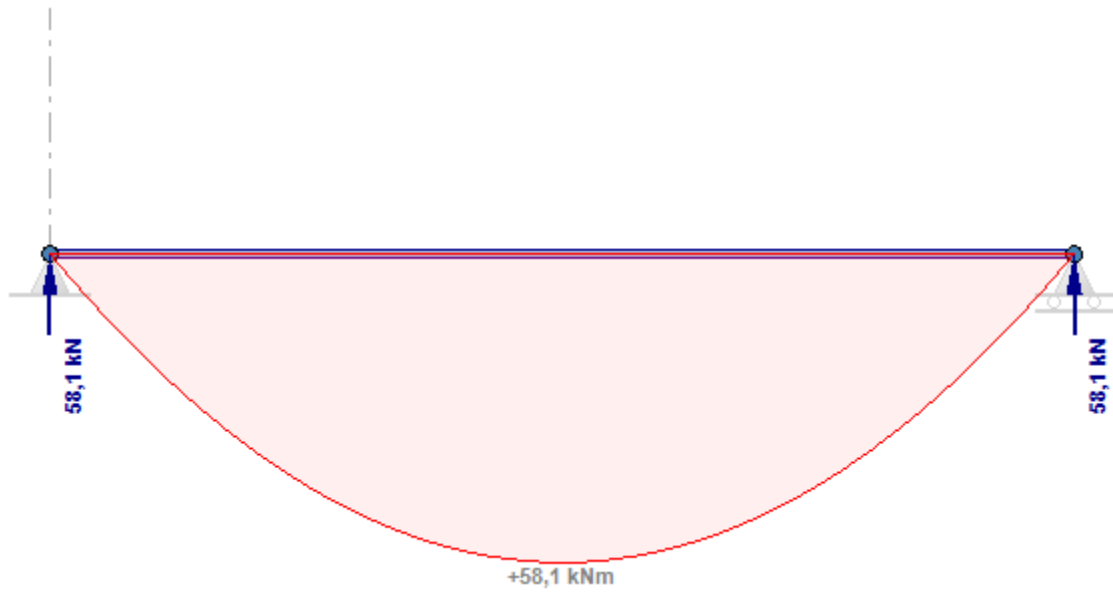
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.1.1 Belastingscombinaties

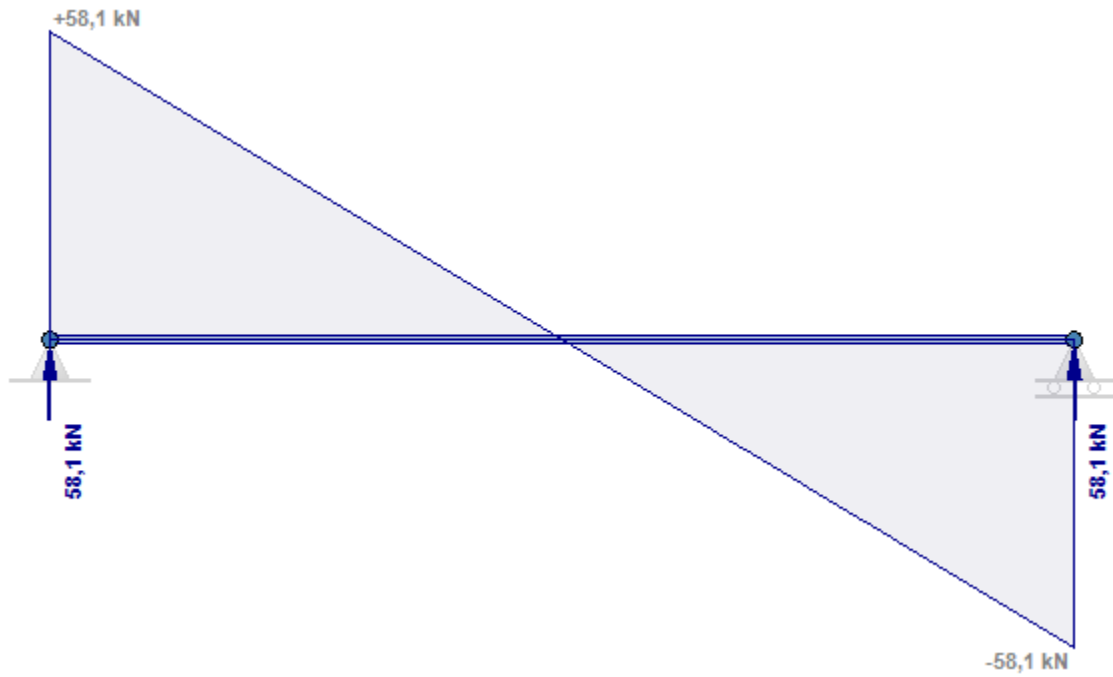
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

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

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)			
	1	2		
1	1,00x1,49	0,40x1,65		
2	1,00x1,32	1,00x1,65		



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

2.1.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		43,141	
	2		58,076	
2	1		43,141	
	2		58,076	
Minimale / maximale waarden				
1	1		43,141	
1	2		58,076	

2.1.3 Omhullende staafkrachten

Staf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	
1	1	1		0,000	43,141	0,000	
		1		0,000	58,076	0,000	
	2	2000	0,000	0,000	58,076		
	2	2			0,000	43,141	0,000
		2			0,000	58,076	0,000

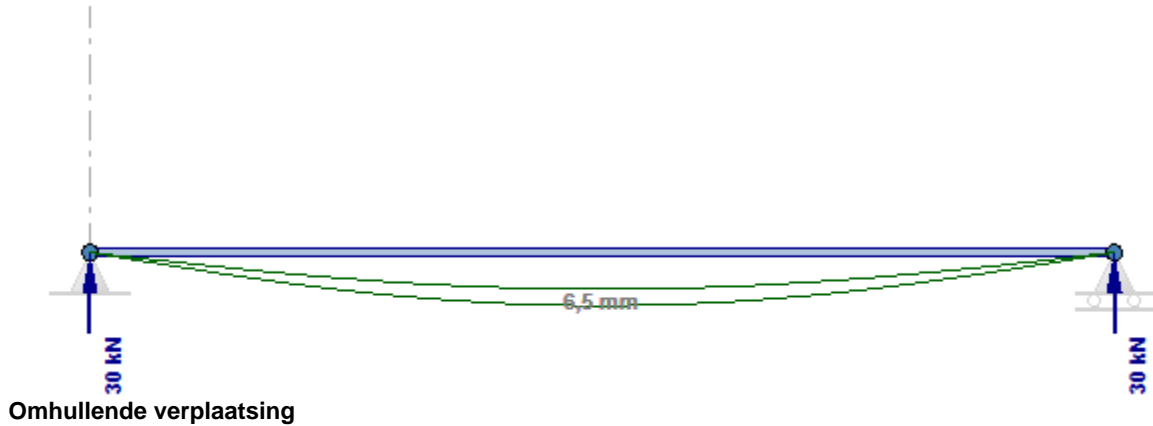
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.2.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT	BGT

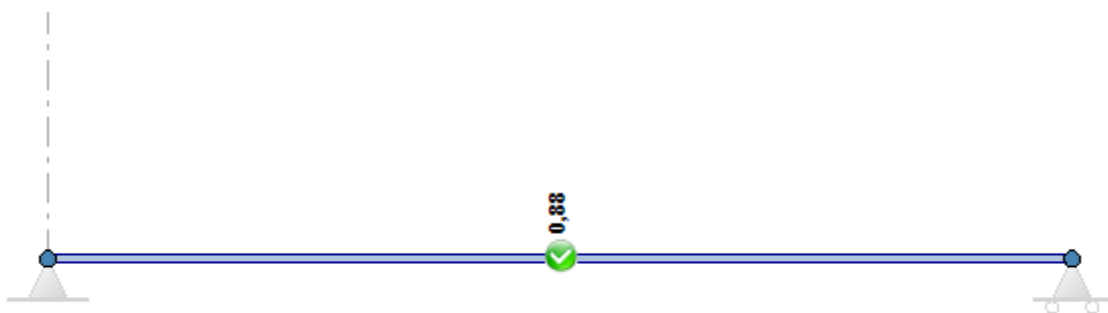
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)			
	1	2		
3	1,00x1,00			
4	1,00x1,00	0,50x1,00		



2.2.2 Omhullende knoopverplaatsingen

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

2.3 EN1993 TOETSINGEN



Staf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
-------------	---------	-------------------	--------	---------	------

Staaflnummer	Profiel	Combinatienummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HE180A	2	1	6.2.5	0,76
		2	1	6.2.6	0,30
		2	1	6.2.8	0,76
		2	1	6.3.2.1	0,88
		4	1	Doorbuiging	0,59
		4	1	Doorbuiging	0,25

2.4 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.4.1 Staal 1 - HE180A

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 2 $x = 2000 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 58,076 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{325022 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 76,38 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{58,076}{76,380} = 0,76 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 58,076 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1450 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 196,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{58,1}{196,7} = 0,30 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2 $x = 2000 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 58,076 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1450 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 196,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 196,732 / 2 = 98,366 \text{ kN}$$

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

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 2 $x = 2000 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 58,076 \text{ kNm}$

$$\text{Aantal kipsteunen: } 0 \quad d' = h - t = 171 - 9,5 = 161,5 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(161,5)^2 \times 180^3 \times 9,5}{24} = 60211 \times 10^6 \text{ mm}^6$$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26

$$I_t = 148603 \text{ mm}^4$$

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

$$L_g = 4000 \text{ mm}$$

$$L_{st} = 4000 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd} (x=L_{st}/2=2000 \text{ mm}) = 58,076 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 29,038 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8M}{8|M| + qL_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 29,038 \times 4000^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

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

aangrijpingspunt belasting op $z = 86 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 4000 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{171}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 9246276}{80769 \times 148603}} = 1087 \text{ mm} \quad \text{(NB.159)}$$

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

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 4000}{4000} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 1087^2}{4000^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 1087}{4000} \right) = 3,473$$

$$h/t_w = 171/6 = 28,5 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad \text{(NB.153)}$$

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

$$= 1 \times \frac{3,473}{4000} \times \sqrt{210000 \times 9246276 \times 80769 \times 148603} \times 10^{-6} = 132,553 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{325022 \times 235}{132552839}} = 0,759 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

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

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,759 - 0,4) + 0,75 \times 0,759^2] = 0,777$$

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

$$= \min \left(\frac{1}{0,777 + \sqrt{0,777^2 - 0,75 \times 0,759^2}}; 1,0; \frac{1}{0,759^2} \right) = 0,839$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,759 - 0,8)^2] = 0,97$$

$$\chi_{L_t, \text{mod}} = \frac{\chi_{L_t}}{f} = \frac{0,839}{0,97} = 0,865 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{L_t} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,865 \times 325022 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 66,1 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{58,1}{66,1} = 0,88 < 1,0 \quad (6.54)$$

Doorbuiging

Combinatie: 4 $x = 2000 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 30,017 \text{ kNm}$

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = 0 \text{ mm}$ $d_{z2} = 0 \text{ mm}$

$$w_{\text{eind},z} = w_z - w_{\text{Zeeg},z} = -9,5 - 0 = -9,5 \text{ mm}$$

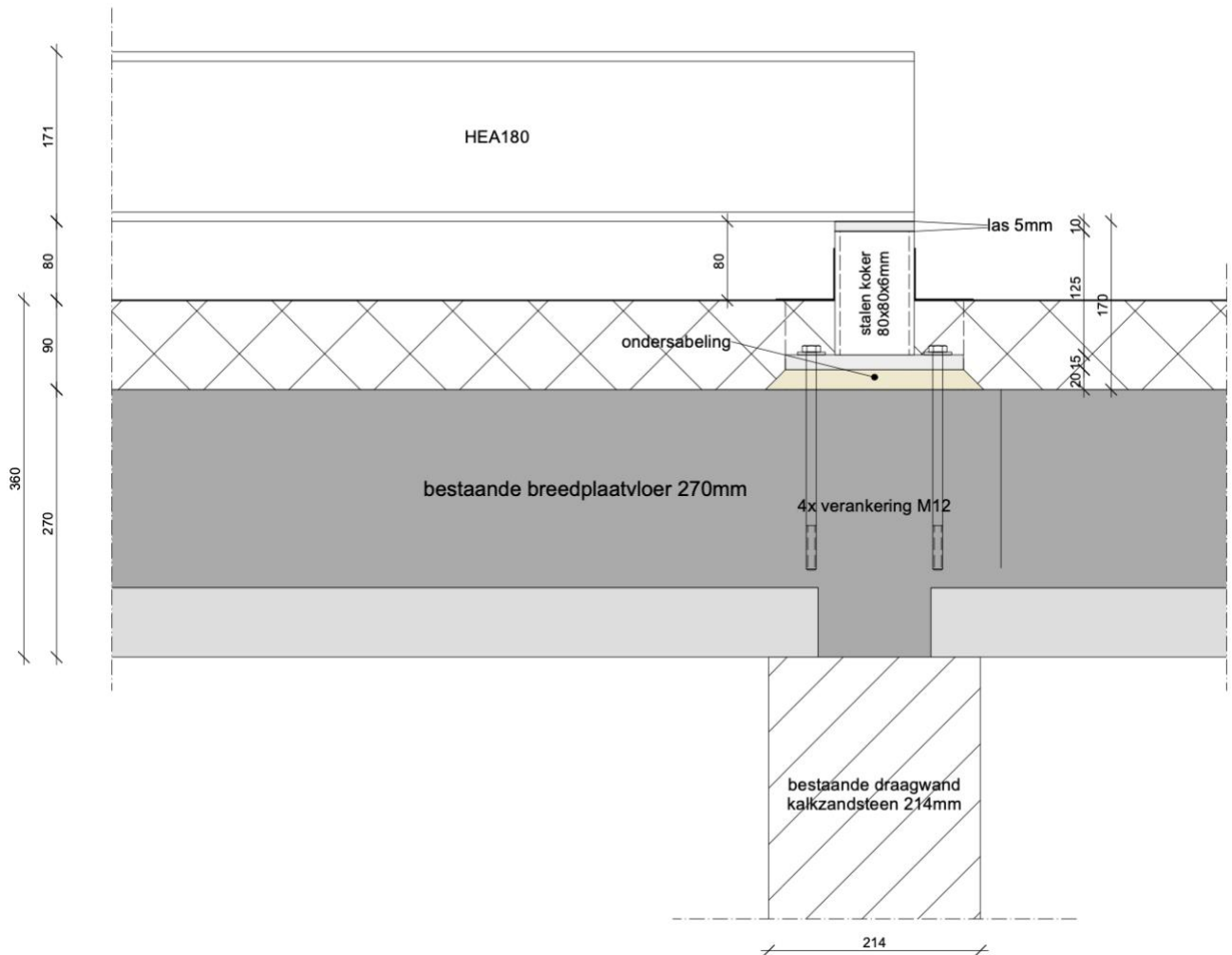
$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-9,5|}{4000 / 250} = \frac{|-9,5|}{16} = 0,59 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_z - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -9,5 + 6,5 = -2,9 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-2,9|}{4000 / 333} = \frac{|-2,9|}{12} = 0,25 < 1,0$$

Verankeringsberekening voetplaat/kolom

Bij deze berekening is ervan uitgegaan dat de kolommen op de dakvloer worden verankerd. De dakvloer heeft een dikte van 250 mm tot 270 mm en is voorzien van bovenwapening en onderwapening. Onderstaand detail wordt geadviseerd voor de uitvoering. De aannemer dient een voorstel te sturen voor startbouw om die te controleren.



BIJLAGEN