

[adres] Rijksweg 102 | 1906 BK | Limmen

[www] www.diocon.nl

[@] info@diocon.nl

[y] 072 – 202 92 78

onderwerp: **Fundering**

project: Johannes Vermeerstraat 17
1071 DK Amsterdam

opdrachtgever:



bouwkundige:

NeilKesper
Binnenkant 26
1011 BJ Amsterdam

fase: Uitvoeringsgereed Ontwerp

versie: 01

status: Definitief

datum: 29 juni 2022

kenmerk: C21035-BR-003

opgesteld door:



gecontroleerd door:



1 Versiebeheer

Versie	Status	Wijziging	Auteur	Datum
01	Ter controle	Ter controle aangeboden		20-05-2022
01	Definitief	Interne opmerkingen verwerkt en definitief gemaakt		29-06-2022

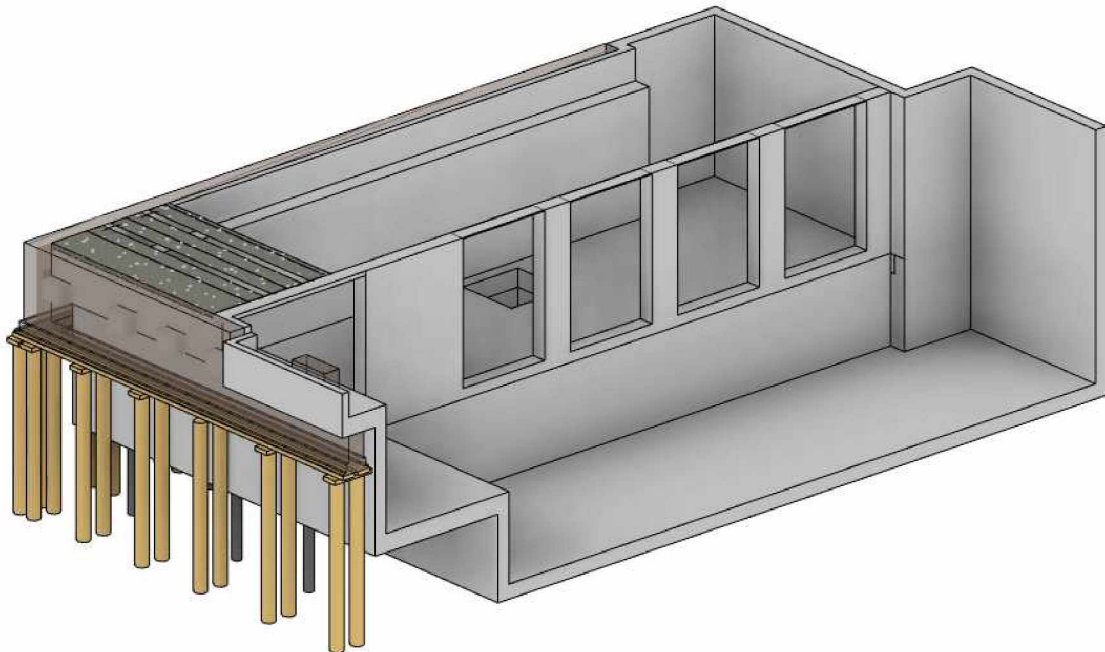
Inhoudsopgave

1	Versiebeheer	2
2	Inleiding	4
3	Uitgangspunten	5
3.1	Gehanteerde voorschriften	5
3.2	Algemene gegevens	6
3.3	Materiaalgegevens	6
3.4	Brandwerendheid	6
3.5	Gebruikte gegevens	6
3.6	Gebruikte software	6
4	Gehanteerde belastingen	7
4.1	Verticaal gericht belasting	7
5	Kelderbak	10
5.1	Gewichtsberekening	10
5.2	Opdrijven kelderbak	27
5.3	Wapening kelderbak	28
5.4	Begane grondvloer	37
6	Bijlage	41
6.1	EEM-uitvoer fundering	41
6.2	Sonderingen en funderingsadvies	107

2 Inleiding

Aan de Johannes Vermeerstraat 17 te Amsterdam is men voornemens om een grootschalige verbouwing te realiseren. Het betreft een funderingsherstel met het vergroten van de kelder aan de achterzijde van de woning. Het pand is alleenstaand en heeft geen gemeenschappelijke bouwmuren. De nieuw, in het werk gestorte, kelderbak wordt gefundeerd op schroefinjectiepalen. De kelderbak wordt deels extra verdiept uitgevoerd.

In dit document wordt de kelderbak beschouwd



Afbeelding 1: 3D doorsnede kelderbak

3 Uitgangspunten

3.1 Gehanteerde voorschriften

Eurocode 0

NEN-EN 1990 Grondslagen van het constructief ontwerp + nationale bijlage

Eurocode 1

NEN-EN 1991-1-1 Volumieke gewichten, eigen gewicht + opgelegde belastingen + nationale bijlage

NEN-EN-1991-1-2 Belastingen bij brand + nationale bijlage

NEN-EN-1991-1-3 Sneeuwbelastingen + nationale bijlage

NEN-EN-1991-1-4 Windbelastingen + nationale bijlage

Eurocode 2 - Beton

NEN-EN-1992-1-1 Algemene regels voor gebouwen + nationale bijlage

NEN-EN-1992-1-2 Ontwerpen en berekenen van constructies bij brand

Eurocode 3 - Staal

NEN-EN-1993-1-1 Algemene regels voor gebouwen + nationale bijlage

NEN-EN-1993-1-2 Ontwerpen en berekenen van constructies bij brand + nationale bijlage

NEN-EN-1993-1-8 Ontwerpen en berekenen van verbindingen + nationale bijlage

Eurocode 5 - Hout

NEN-EN-1994-1-1 Algemene regels voor gebouwen + nationale bijlage

NEN-EN-1994-1-2 Ontwerpen en berekenen van constructies bij brand + nationale bijlage

Eurocode 6 - Steenconstructies

NEN-EN-1996-1-1 Algemene regels metselwerk + nationale bijlage

NEN-EN-1993-1-2 Ontwerpen en berekenen van constructies bij brand + nationale bijlage

Eurocode 7 – Geotechnisch ontwerp

NEN-EN-1997-1 Algemene regels + nationale bijlage

NEN-9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies

3.2 Algemene gegevens

Betrouwbaarheidsklasse: RC2 woning met meer dan 4 bouwlagen
 Referentieperiode: 50 jaar $\psi_t = 1,00$

Fundamentele combinaties: $K_{FI} \cdot (\sum \gamma_G \cdot G + \sum \gamma_Q \cdot \Psi_{0,ij} \cdot Q_i)$ (verg. 6.10a);
 $K_{FI} \cdot (\sum \xi \cdot \gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_1 + \sum \gamma_Q \cdot \Psi_0 \cdot Q)$ (verg. 6.10b);
 $K_{FI} \cdot (\sum G + Q_1 + \sum \Psi_0 \cdot Q)$ (verg. 6.14b)

$K_{FI} = 1,00$; $\xi = 0,89$;
 $\gamma_G = 1,35$; $\gamma_Q = 1,50$

Eenheden: lengte: mm, m;
 kracht: N, kN

3.3 Materiaalgegevens

Betonkwaliteit: C30/37 ($f_{cd} = 20\text{N/mm}^2$);
 Betonstaalkwaliteit: B500 ($f_y = 435\text{N/mm}^2$);

3.4 Brandwerendheid

De woning bestaat uit één brandcompartiment waarmee vanuit constructief oogpunt geen eisen worden gesteld aan de brandwerendheid van de constructie.

3.5 Gebruikte gegevens

Archiefstukken:

	Constructief overzicht + palenplan	g.d.
Geo-Supporting B.V. 300.01.504421	Geotechnisch onderzoek en funderingsadvies	d.d. 07 – 05 – 2021
Bouwkundige 	Laatste dwg set souterrain	d.d. 06 – 04 – 2022
dioCON:		
C21035-UO-0P01	Palenplan	d.d. 15 – 04 – 2022;
C21035-UO-1001	Souterrain	d.d. 15 – 04 – 2022;
C21035-UO-1002	Begane grondvloer	d.d. 15 – 04 – 2022;
C21035-UO-2001	Doorsnede betonconstructie	d.d. 15 – 04 – 2022;
C21035-UO-4001	Details souterrain	d.d. 15 – 04 – 2022

3.6 Gebruikte software

MS/Office	versie 365	Microsoft;
AutoCAD	versie 2022	Autodesk;
Revit	versie 2021	Autodesk;
Robot Structural Analysis	versie 2022	Autodesk

kenmerk: C21035-BR-003

datum: 29 juni 2022

blad: 6 / 110

4 Gehanteerde belastingen

4.1 Verticaal gericht belasting

Dakterras	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
p.b. sedum (<i>max. 50 kg/m²</i>)			= 0,50 kN/m ²
bitumineuze dakbedekking			= 0,10 -
isolatie			= 0,05 -
balklaag + beschot			= 0,35 -
plafond			= 0,15 - +
			1,15 kN/m ²
 v.b. balkons	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 2,50 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
		lijnlast op vrije rand over 1m ¹	= 5,00 kN/m ¹
 Verdiepingsvloer	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
p.b. afwerking - mogelijk zwevend			= 0,35 kN/m ²
balklaag + beschot			= 0,35 -
plafond			= 0,15 - +
			0,85 kN/m ²
 v.b. vloeren	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 1,75 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	scheidingswanden	= 0,80 - +
			2,55 kN/m ²
		puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
 Balkon	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
p.b. vlonders			= 0,25 kN/m ²
balklaag + beschot			= 0,35 -
plafond + isolatie			= 0,20 - +
			0,80 kN/m ²
 v.b. balkons	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 2,50 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
		lijnlast op vrije rand over 1m ¹	= 5,00 kN/m ¹

Plat dak	Categorie H	daken	
p.b. sedum (<i>max. 50 kg/m²</i>)			= 0,50 kN/m ²
isolatielaag			= 0,05 -
balklaag met beschot			= 0,35 -
plafond			= 0,15 - +
			<hr/>
			1,05 kN/m ²
v.b. helling $0^\circ \geq \alpha < 15^\circ$	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld, opp < 10m ²	= 1,00 kN/m ²
	0 0 0	puntlast op 100x100mm ¹	= 1,50 kN
Begane grondvloer	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
(<i>bestaand</i>)			
p.b. reservering afwerking			= 1,60 kN/m ²
Staal-betonvloer (<i>conservatieve aanname</i>)			= 5,00 - +
			<hr/>
			6,60 kN/m ²
v.b. vloeren	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 1,75 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	scheidingswanden	= 0,80 - +
			<hr/>
			2,55 kN/m ²
		puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
Begane grondvloer	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
(<i>nieuw</i>)			
p.b. reservering afwerking			= 1,60 kN/m ²
beton d=250			= 6,25 - +
			<hr/>
			7,85 kN/m ²
v.b. vloeren	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 1,75 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	scheidingswanden	= 0,80 - +
			<hr/>
			2,55 kN/m ²
		puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
Terras	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
p.b. reservering afwerking			= 1,20 kN/m ²
isolatie			= 0,10 -
beton d=200			= 5,00 - +
			<hr/>
			6,30 kN/m ²
v.b. balkons	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 2,50 kN/m ²
		puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN

Keldervloer	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
p.b. reservering afwerking			= 1,20 kN/m ²
isolatie			= 0,10 -
beton d=350			= 8,75 - +
			<hr/>
			10,05 kN/m ²
v.b. vloeren	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 1,75 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	scheidingswanden	= 0,80 - +
			<hr/>
			2,55 kN/m ²
		puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
Verdiepte bak	Categorie A	woon- en verblijfsgebouwen	
p.b. reservering extra belasting			= 16,00 kN/m ²
beton d=350			= 8,75 - +
			<hr/>
			24,75 kN/m ²
v.b. vloeren	ψ_0 ψ_1 ψ_2	gelijkmatig verdeeld	= 1,75 kN/m ²
	0,4 0,5 0,3	scheidingswanden	= 0,80 - +
			<hr/>
			2,55 kN/m ²
		puntlast op 100x100mm ¹	= 3,00 kN
Diversen			
p.b. M.W. 100mm			= 2,00 kN/m ²
M.W. 220 mm			= 4,40 kN/m ²
M.W. 330 mm			= 6,60 kN/m ²
HSB-wand			= 0,60 kN/m ²
Pui			= 0,50 kN/m ²
Serre dak			= 0,50 kN/m ²
Hekwerk			= 1,00 kN/m ²
Beton d=350			= 8,75 kN/m ²
Beton d=250			= 6,25 kN/m ²
Beton d=200			= 5,00 kN/m ²
Beton d=150			= 3,75 kN/m ²
Water			= 10,00 kN/m ³
Gronddruk			= 18,00 kN/m ³

5 Kelderbak

Voor de kelderbak wordt van de volgende onderdelen een beschouwing gemaakt:

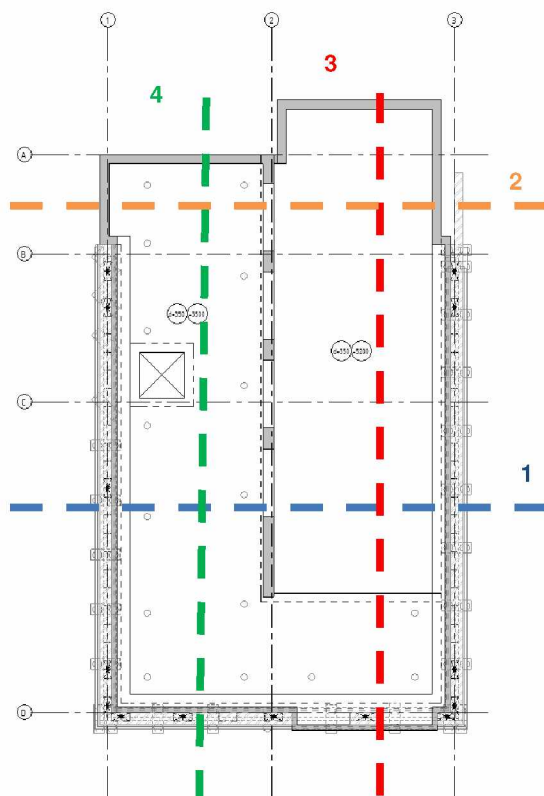
- Gewichtsberekening;
- Opdrijven kelderbak;
- Wapening kelderbak;
- Begane grondvloer

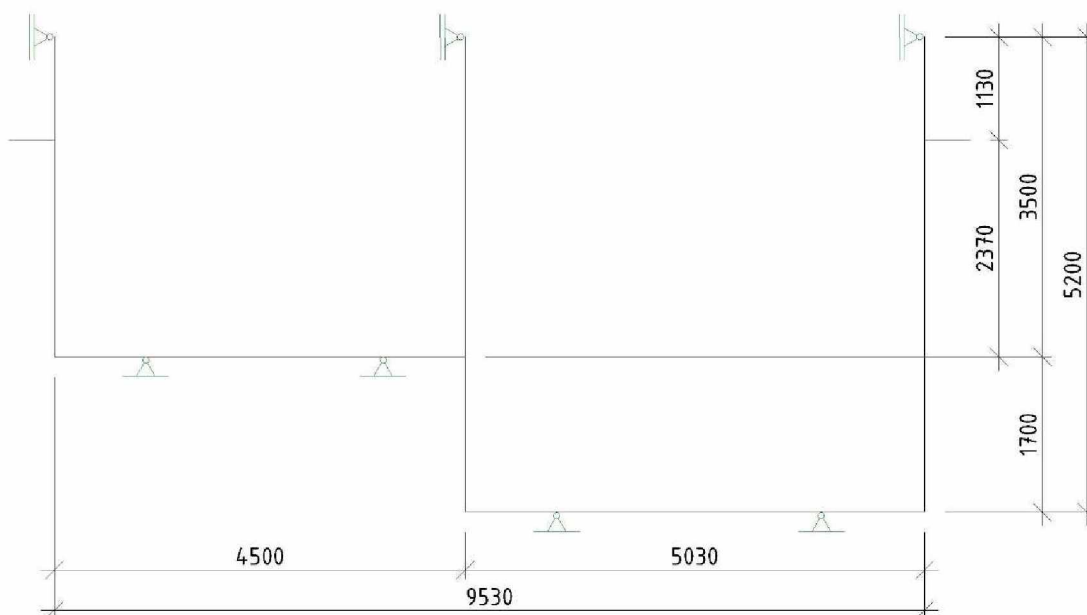
Aan elk onderdeel wordt een separate paragraaf gewijd.

5.1 Gewichtsberekening

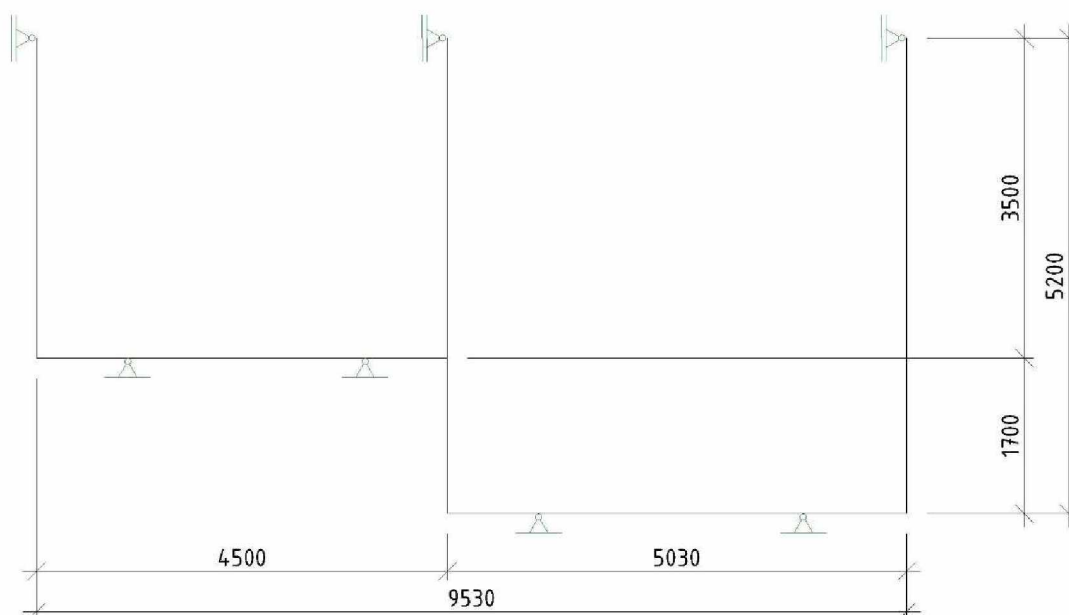
De kelderbak wordt berekend met behulp van het EEM-pakket Robot Structural Engineering. Het eigen gewicht van het beton wordt door de het pakket zelf gegenereerd. De volledige uitvoer is weergegeven in §6.1. De kelderbak wordt gecontroleerd aan de hand van de vereenvoudigde schema's op de volgende pagina's. Er worden 3 belastinggevallen getoond:

- Verticale belasting;
- Minimale grondwaterstand;
- Maximale grondwaterstand;
- Uitvoeringsfase

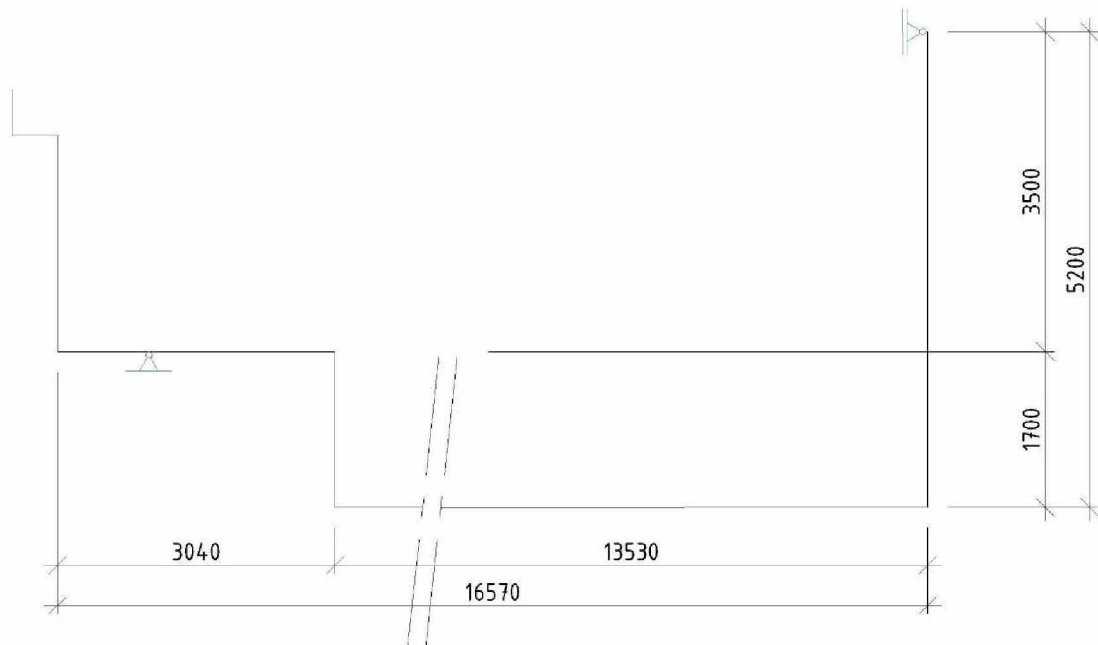




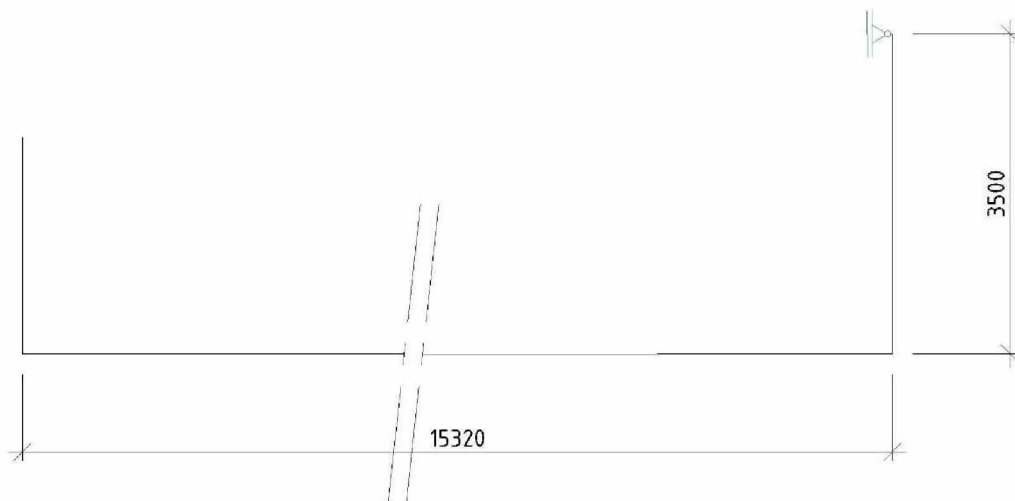
Afbeelding 2: afmetingen doorsnede 1



Afbeelding 3: afmetingen doorsnede 2



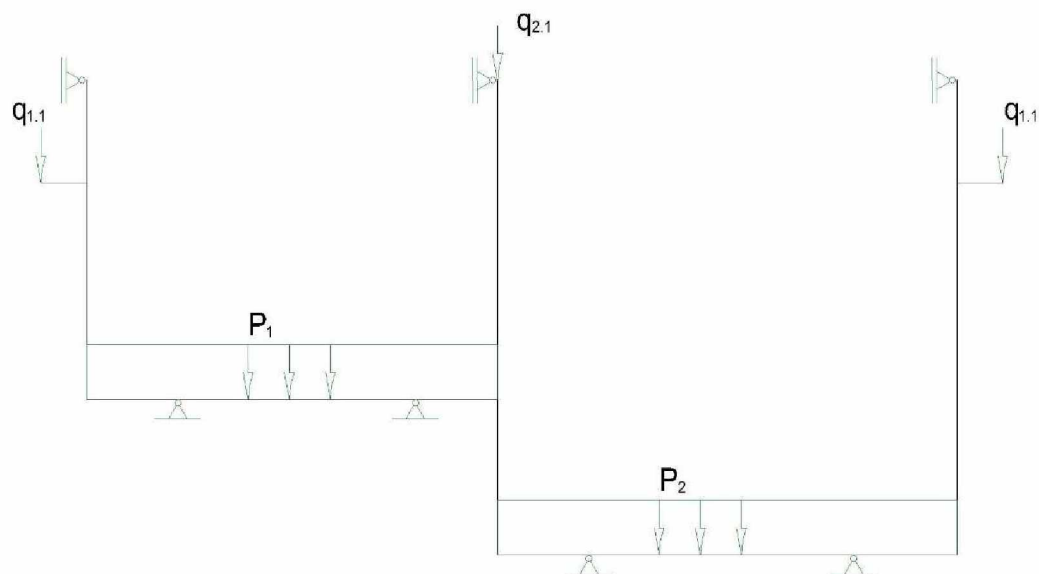
Afbeelding 4: afmetingen doorsnede 3



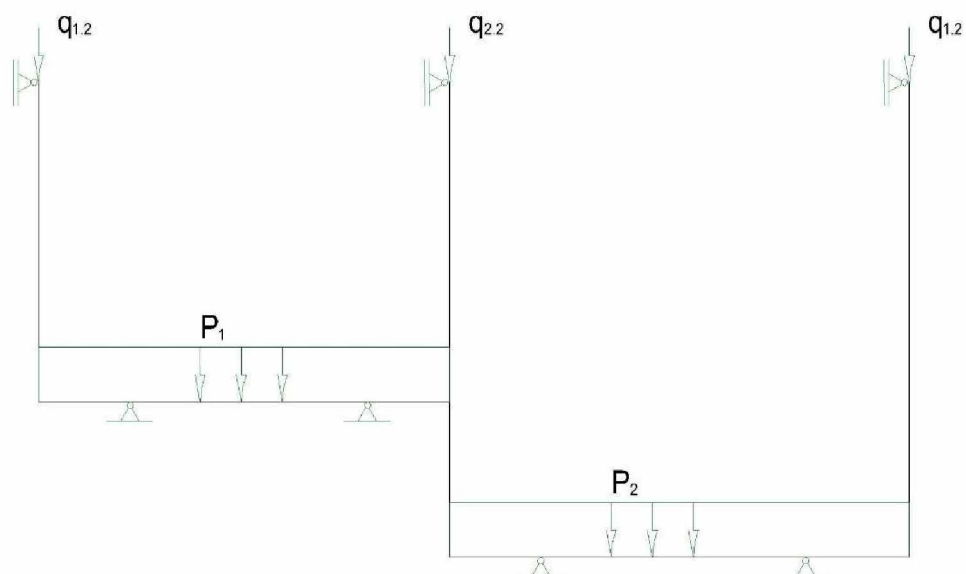
Afbeelding 5: afmetingen doorsnede 4

5.1.1 Verticale belasting

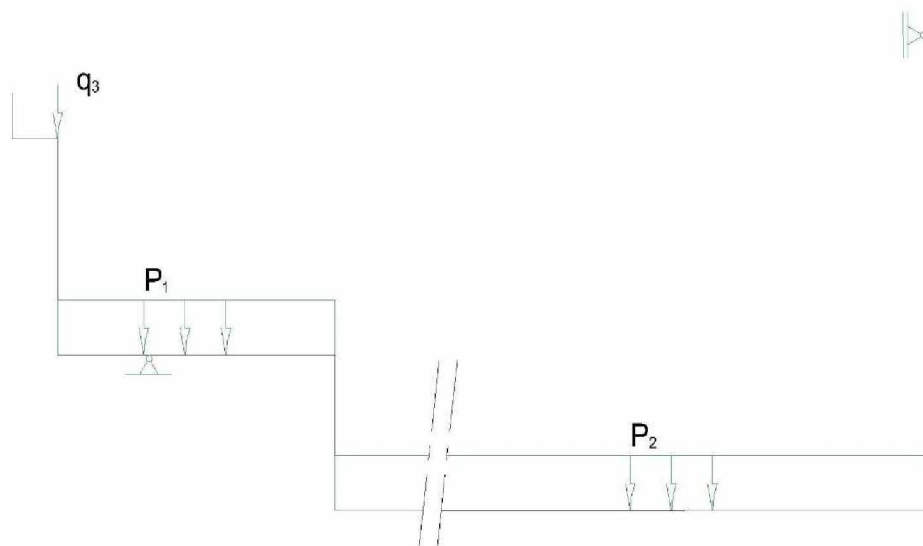
In deze paragraaf is de verticale belasting weergegeven.



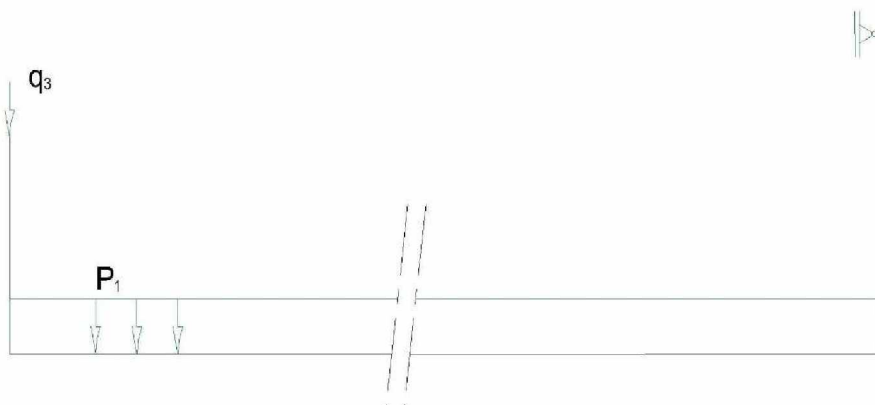
Afbeelding 6: rekenschema doorsnede 1



Afbeelding 7: rekenschema doorsnede 2



Afbeelding 8: rekenschema doorsnede 3



Afbeelding 9: rekenschema doorsnede 4


	Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹	h m ¹	Ψ ₀	factor	
P _{G,1}	Keldervloer	10,05	1,00			=	10,05 kN/m ²
	Beton d=350	8,75	1,00			-1,00 =	-8,75 -
							1,30 kN/m ²
P _{Q,1,mom}	Keldervloer	2,55	1,00		0,40	=	1,02 kN/m ²
P _{Q,1,ext}	Keldervloer	2,55	1,00		0,60	=	1,53 kN/m ²
P _{G,2}	Verdiepte bak	24,75	1,00			=	24,75 kN/m ²
	Beton d=350	8,75	1,00			-1,00 =	-8,75 -
							16,00 kN/m ²
P _{Q,2,mom}	Verdiepte bak	2,55	1,00		0,40	=	1,02 kN/m ²
P _{Q,2,ext}	Verdiepte bak	2,55	1,00		0,60	=	1,53 kN/m ²

kenmerk: C21035-BR-003

datum: 29 juni 2022

blad: 14 / 110

Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹	h m ¹	Ψ _o	factor	-
Bouwmuur						
q _{G.1.1}	Dakterras	1,15 · 2,50			=	2,88 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	0,85 · 2,50			3,00 =	6,38 -
	Beg. gr. vlr. nw.	7,85 · 2,50			=	19,63 -
	M.W. 220 mm	4,40 ·	14,80		=	65,12 -
	M.W. 330 mm	6,60 ·	1,40		=	9,24 -
						<u>103,24 kN/m¹</u>
q _{Q.1.1.mom}	Dakterras	2,50 · 2,50		0,00	=	0,00 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	2,55 · 2,50		0,40	3,00 =	7,65 -
	Beg. gr. vlr. nw.	2,55 · 2,50		0,40	=	2,55 -
						<u>10,20 kN/m¹</u>
q _{Q.1.1.ex}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55 · 2,50		0,60	=	3,83 kN/m ¹
q _{G.1.2}	Dakterras	1,15 · 2,50			=	2,88 kN/m ¹
	HSB-wand	0,60 ·	3,70		=	2,22 -
	M.W. 100mm	2,00 ·	3,70		=	7,40 -
	Beg. gr. vlr. nw.	7,85 · 2,50			=	19,63 -
						<u>32,12 kN/m¹</u>
q _{Q.1.2.mom}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55 · 2,50		0,40	=	2,55 kN/m ¹
q _{Q.1.2.ex}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55 · 2,50		0,60	=	3,83 kN/m ¹
Dragend middentravee						
q _{G.2.1}	Dakterras	1,15 · 4,75			=	5,46 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	0,85 · 4,75			3,00 =	12,11 -
	Beg. gr. vlr. nw.	7,85 · 4,75			=	37,29 -
	HSB-wand	0,60 ·	14,80 · 0,70		=	6,22 -
	Pui	0,50 ·	14,80 · 0,30		=	2,22 -
						<u>63,30 kN/m¹</u>

	Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹	h m ¹	Ψ _o	factor	-
q _{Q.2.1.mom}	Dakterras	2,50	4,75		0,00	=	0,00 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	2,55	4,75		0,40	3,00 =	14,54 -
	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	4,75		0,40	=	4,85 -
							<u>19,38 kN/m¹</u>
q _{Q.2.1.ex}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	4,75		0,60	=	7,27 kN/m ¹
q _{G.2.2}	Beg. gr. vlr. nw.	7,85	4,75			=	37,29 kN/m ¹
q _{Q.2.2.mom}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	4,75		0,40	=	4,85 kN/m ¹
q _{Q.2.2.ex}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	4,75		0,60	=	7,27 kN/m ¹
Voorgevel							
q _{G.3}	Dakterras	1,15	0,30			=	0,35 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	0,85	0,30			3,00 =	0,77 -
	Beg. gr. vlr. nw.	7,85	0,30			=	2,36 -
		0,50		14,80	0,70	=	5,18 -
	M.W. 220 mm	4,40		14,80	0,30	=	19,54 -
	M.W. 330 mm	6,60		1,40		=	9,24 -
							<u>37,42 kN/m¹</u>
q _{Q.3.mom}	Dakterras	2,50	0,30		0,00	=	0,00 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	2,55	0,30		0,40	3,00 =	0,92 -
	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	0,30		0,40	=	0,31 -
							<u>1,22 kN/m¹</u>
q _{Q.3.ex}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	0,30		0,60	=	0,46 kN/m ¹
As-C							
q _{G.1}	Pui	0,50	14,80			0,70 =	5,18 kN/m ¹
	M.W. 220 mm	4,40	14,80			0,30 =	19,54 -
							<u>24,72 kN/m¹</u>
Beton							
q _{G.1.b}	Beton d=150	3,75		1,60		=	6,00 kN/m ¹
q _{G.2.b}	Beton d=150	3,75		2,90		=	10,88 kN/m ¹
q _{G.3.b}	Beton d=150	3,75		4,55		=	17,06 kN/m ¹

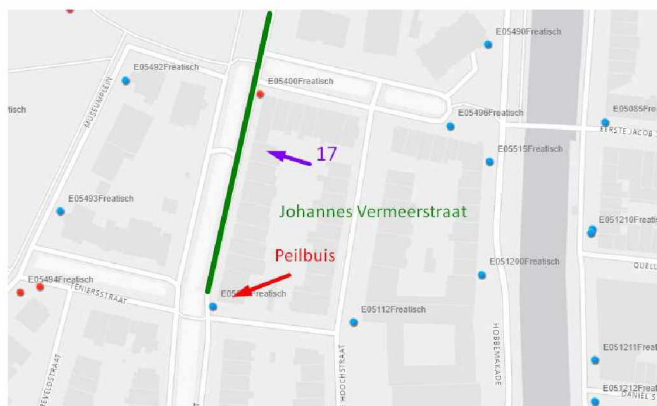
Reactiekrachten staal

Onderdeel			
$F_{G,1}$	Reactiekracht as-B	=	95,00 kN
$F_{Q,1.mom}$		=	7,00 kN
$F_{G,2}$	Reactiekracht as-C/2	=	145,00 kN
$F_{Q,2.mom}$		=	30,00 kN
$F_{G,3}$	Reactiekracht as-A/2	=	145,00 kN
$F_{Q,3.mom}$		=	20,00 kN

Let op: Reactiekrachten van het staal zijn niet in de rekenschema's weergegeven.

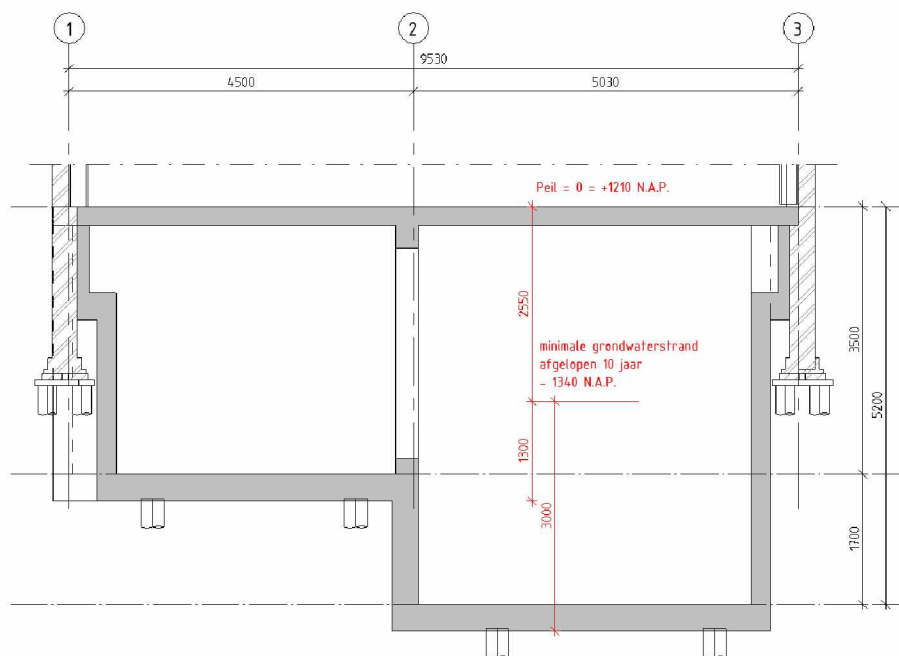
5.1.2 Minimale grondwaterstand

Voor het controleren van de maximale paalbelasting wordt een beschouwing gemaakt door de laagste waterstand van de afgelopen 10 jaar te gebruiken. Via de peilbuizen van waternet kan een Excel bestand gedownload worden met de waterstanden van de afgelopen 10 jaar.

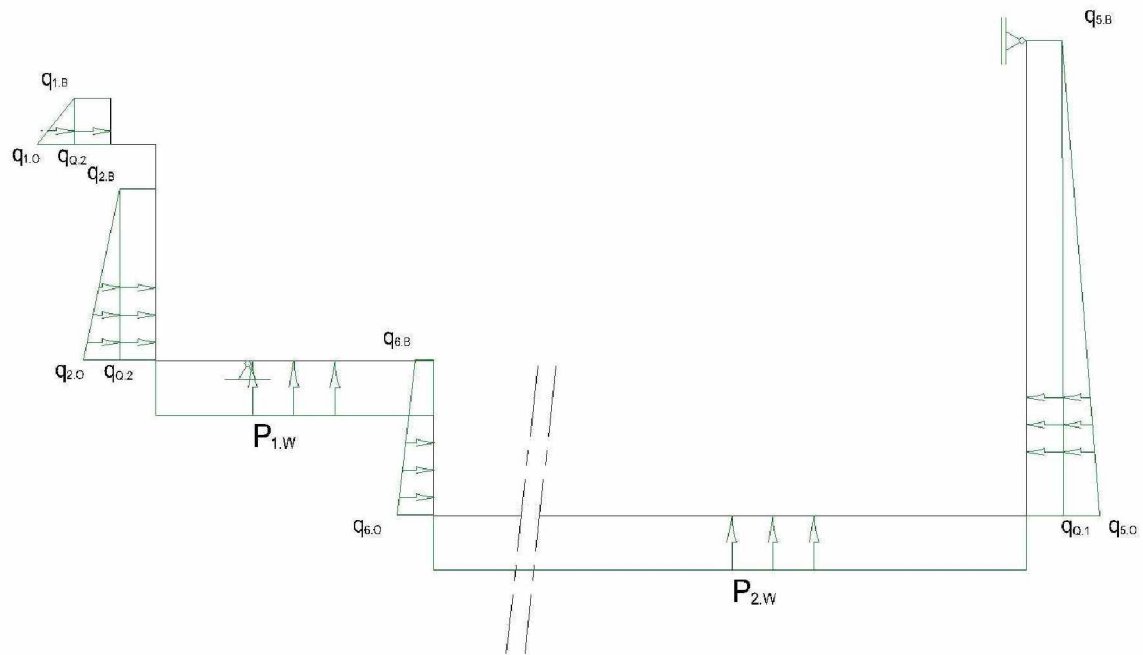


Afbeelding 10: locatie peilbuis meting (bron: maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html)

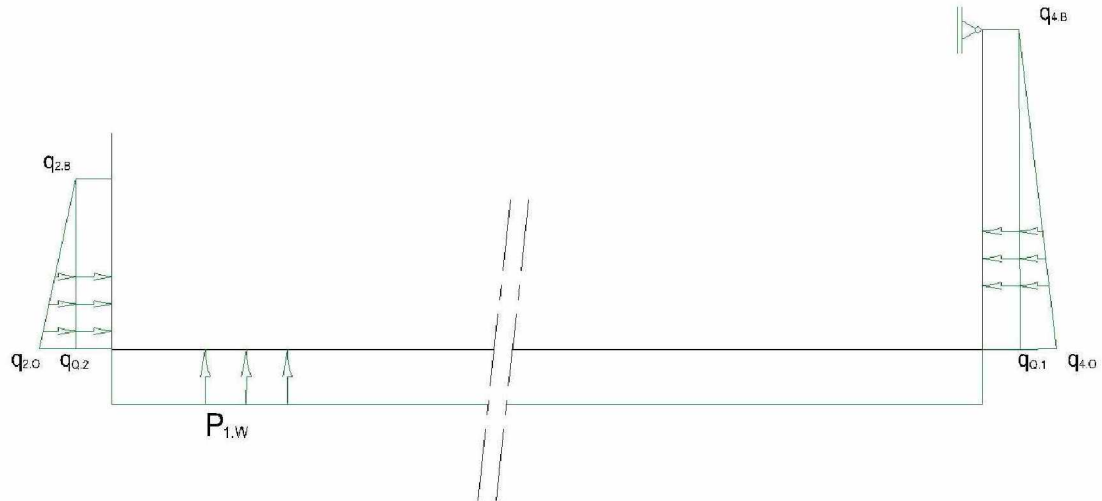
Uit het Excel bestand wordt een minimale waterstand van minus 1340mm N.A.P. gevonden.



Afbeelding 11: Minimale grondwaterstand van de afgelopen 10 jaar



Afbeelding 14: rekenschema doorsnede 3

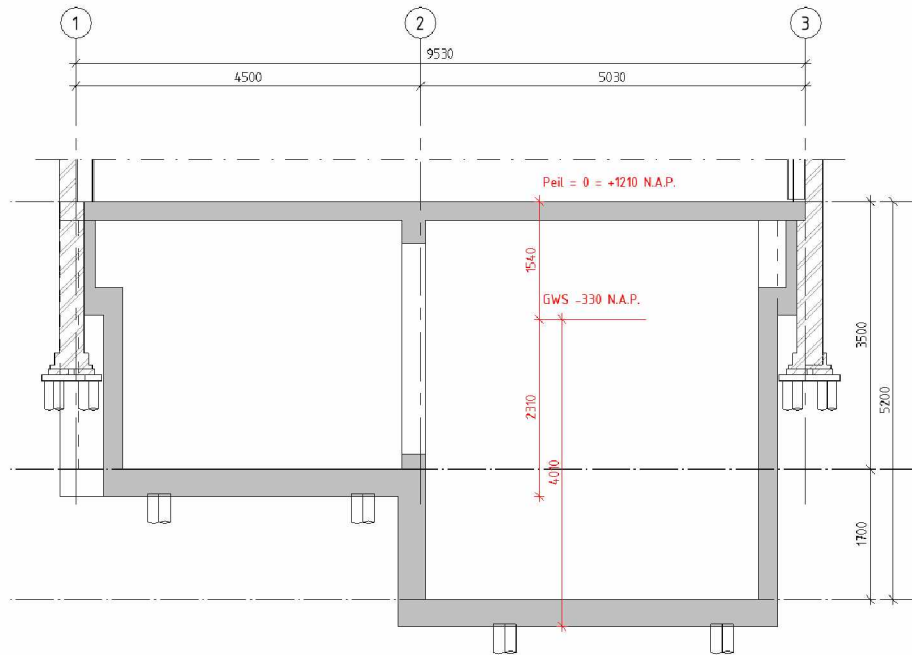


Afbeelding 15: rekenschema doorsnede 4

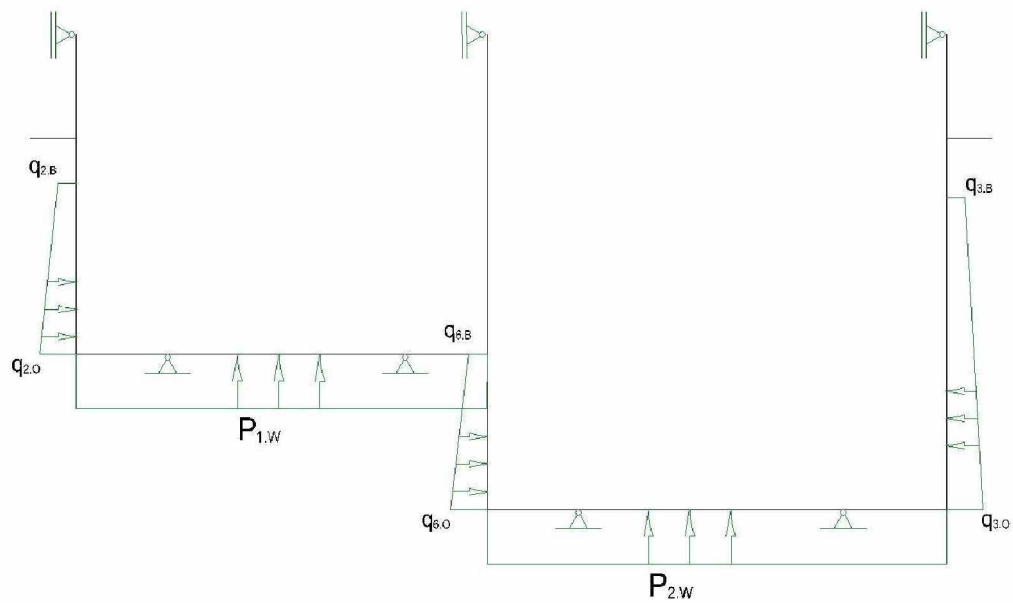
Onderdeel	P kN/m ²	h m ¹	factor	-
min. GWS				
P _{G.1B} Gronddruk	18,00	0,00	0,50	= 0,00 kN/m ²
P _{G.1O} Gronddruk	18,00	0,82	0,50	= 7,38 kN/m ²
P _{G.2B} Water	10,00	0,00		= 0,00 kN/m ²
P _{G.2O} Gronddruk verzadigd	8,00	1,85	0,50	= 7,40 kN/m ²
Water	10,00	1,30		= 13,00 -
				<u>20,40 kN/m²</u>
P _{G.3B} Water	10,00	0,00		= 0,00 kN/m ²
P _{G.3O} Gronddruk verzadigd	8,00	3,55	0,50	= 14,20 kN/m ²
Water	10,00	3,00		= 30,00 -
				<u>44,20 kN/m²</u>
P _{G.4B} Water	10,00	0,00		= 0,00 kN/m ²
P _{G.4O} Gronddruk verzadigd	8,00	3,85	0,50	= 15,40 kN/m ²
Water	10,00	1,30		= 13,00 -
				<u>28,40 kN/m²</u>
P _{G.5B} Water	10,00	0,00		= 0,00 kN/m ²
P _{G.5O} Gronddruk verzadigd	8,00	5,55	0,50	= 22,20 kN/m ²
Water	10,00	3,00		= 30,00 -
				<u>52,20 kN/m²</u>
P _{G.6B} Water	10,00	1,30		= 13,00 kN/m ²
P _{G.6O} Gronddruk verzadigd	8,00	1,50	0,50	= 6,00 kN/m ²
Water	10,00	3,00		= 30,00 -
				<u>36,00 kN/m²</u>
P _{Q.1} Veranderlijke belasting	5,00		0,50	= 2,50 kN/m ²
P _{Q.2} Veranderlijke belasting	10,00		0,50	= 5,00 kN/m ²
P _{G.1W} Water	10,00	1,30		= 13,00 kN/m ²
P _{G.2W} Water	10,00	3,00		= 30,00 kN/m ²

5.1.3 Maximale grondwaterstand

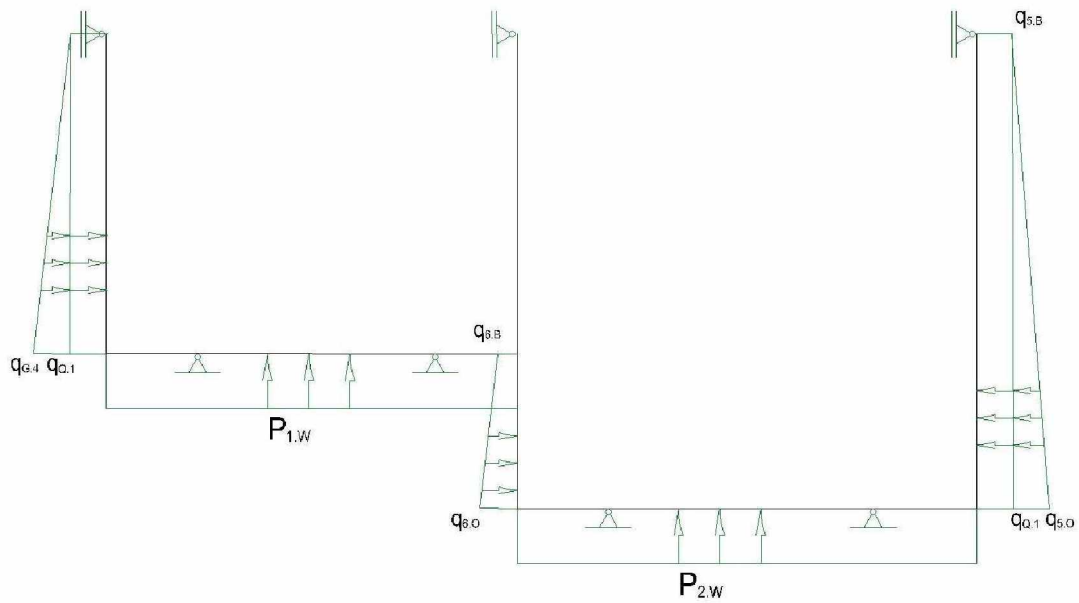
Voor de maximale grondwaterstand wordt de waterstand gebruikt welke in het funderingsadvies is opgenomen.



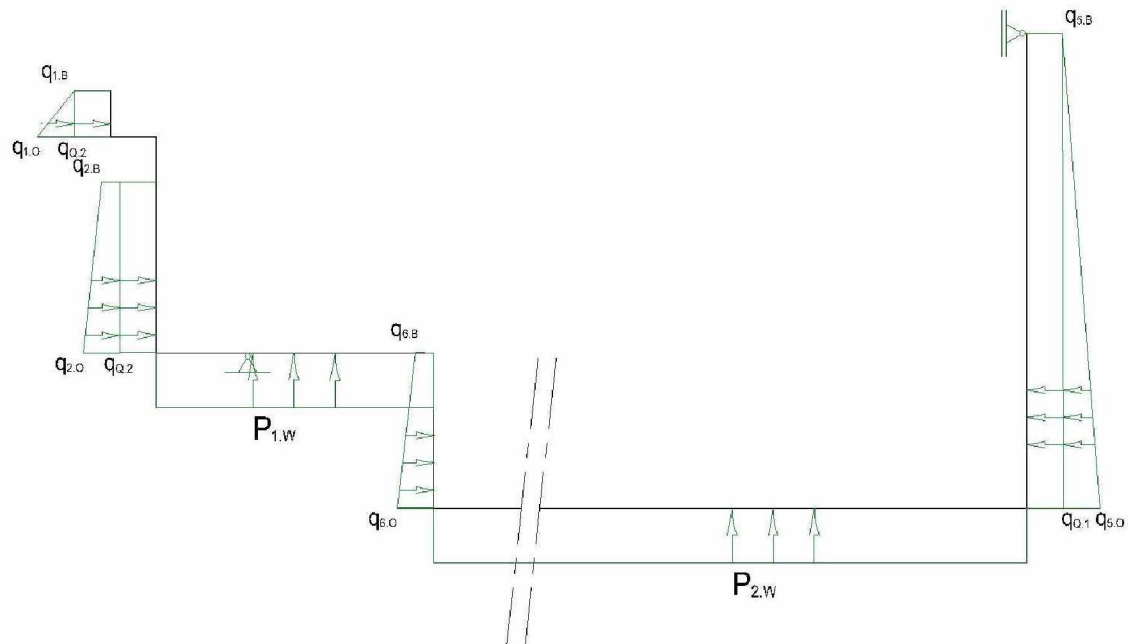
Afbeelding 16: Grondwaterstand



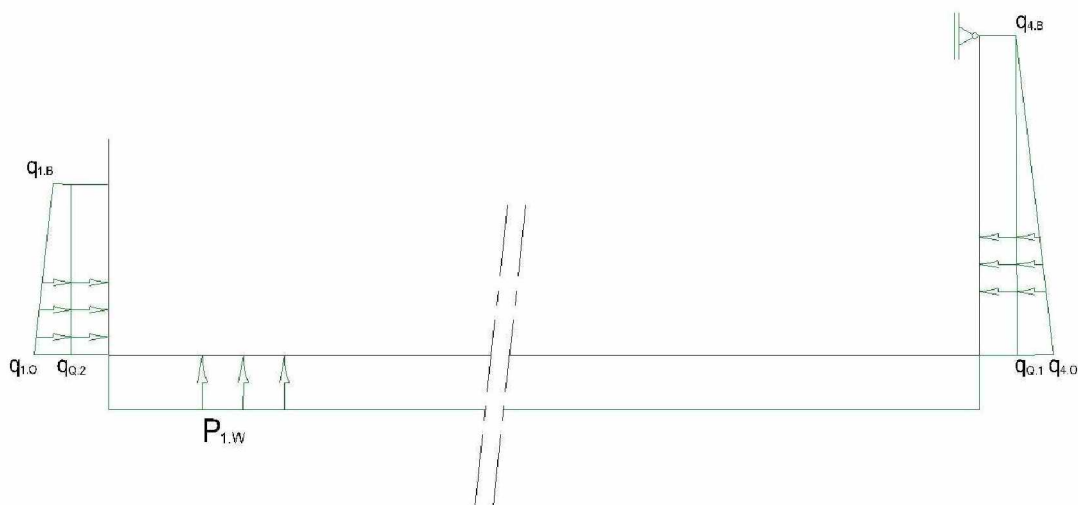
Afbeelding 17: rekenschema doorsnede 1



Afbeelding 18: rekenschema doorsnede 2



Afbeelding 19: rekenschema doorsnede 3



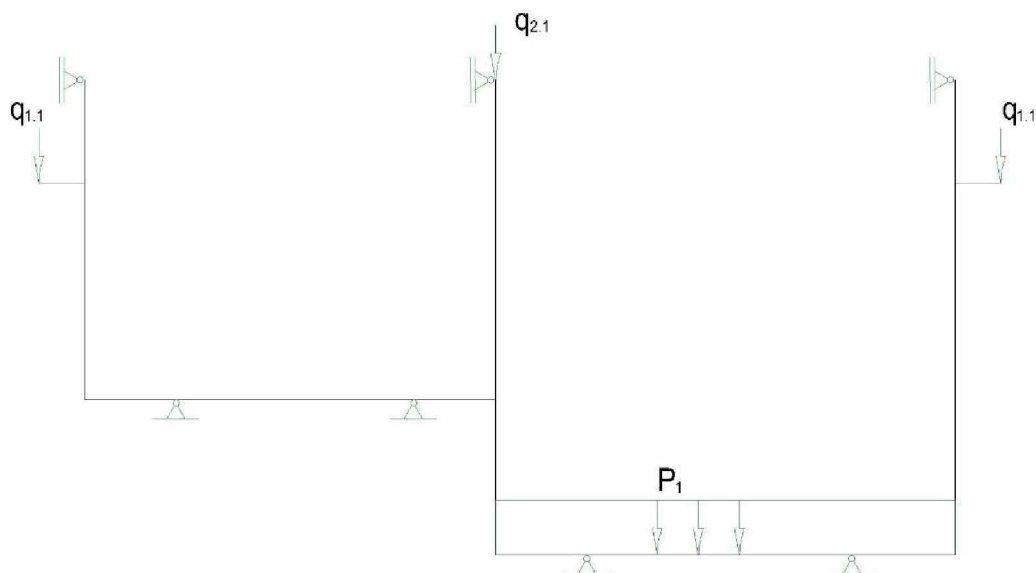
Afbeelding 20: rekenschema doorsnede 4

Onderdeel	P kN/m ²	h m'	factor	-
max. GWS				
P _{G.1.B} Gronddruk	18,00	0,00	0,50	= 0,00 kN/m ²
P _{G.1.0} Gronddruk	18,00	0,82	0,50	= 7,38 kN/m ²
P _{G.2.B} Water	10,00	0,50		= 5,00 kN/m ²
P _{G.2.0} Gronddruk verzadigd	8,00	1,85	0,50	= 7,40 kN/m ²
Water	10,00	2,35		= 23,50 -
				<u>30,90 kN/m²</u>
P _{G.3.B} Water	10,00	0,50		= 5,00 kN/m ²
P _{G.3.0} Gronddruk verzadigd	8,00	3,55	0,50	= 14,20 kN/m ²
Water	10,00	4,05		= 40,50 -
				<u>54,70 kN/m²</u>
\				
P _{G.4.B} Water	10,00	0,00		= 0,00 kN/m ²
P _{G.4.0} Gronddruk verzadigd	8,00	3,85	0,50	= 15,40 kN/m ²
Water	10,00	2,35		= 23,50 -
				<u>38,90 kN/m²</u>

	Onderdeel	P kN/m ²	h m ¹	factor -	
P _{G.5B}	Water	10,00	· 0,00	=	0,00 kN/m ²
P _{G.5O}	Gronddruk verzadigd	8,00	· 5,55	· 0,50 =	22,20 kN/m ²
	Water	10,00	· 4,05	=	40,50 -
					<u>62,70 kN/m²</u>
P _{G.6B}	Water	10,00	· 2,35	=	23,50 kN/m ²
P _{G.6O}	Gronddruk verzadigd	8,00	· 1,50	· 0,50 =	6,00 kN/m ²
	Water	10,00	· 4,05	=	40,50 -
					<u>46,50 kN/m²</u>
P _{Q.1}	Veranderlijke belasting	5,00	·	0,50 =	2,50 kN/m ²
P _{Q.2}	Veranderlijke belasting	10,00	·	0,50 =	5,00 kN/m ²
P _{G.2}	Water	10,00	· 4,05	=	40,50 kN/m ²
P _{G.3}	Water	10,00	· 2,35	=	23,50 kN/m ²

5.1.4 Uitvoeringsfase

Voor de uitvoeringsfase is de belasting bepaald na het aankauwen van de kassen.



Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹	h m ¹	factor -	factor -	
Bouwmuur						
q _{G.1}	Dakterras	1,15 · 2,50		0,50	=	1,44 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	0,85 · 2,50		0,50 · 3,00	=	3,19 -
	M.W. 220 mm	4,40	14,80		=	65,12 -
	M.W. 330 mm	6,60	1,40		=	9,24 -
						<u>78,99 kN/m¹</u>
Dragend middentravee						
q _{G.2}	Dakterras	1,15 · 4,75		0,50	=	2,73 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	0,85 · 4,75		0,50 · 3,00	=	6,06 -
	HSB-wand	0,60	14,80	0,70	=	6,22 -
	Pui	0,50	14,80	0,30	=	2,22 -
						<u>17,22 kN/m¹</u>
P _{G.1}	Water	10,00	0,50		=	5,00 kN/m ²


5.2 Oprijven kelderbak

Voor het controleren van het opdrijven van de kelderbak worden de volgende twee situaties beschouwd:

- Uitvoeringsfase;
- Eindfase

Beide situaties worden gecontroleerd met behulp van het EEM-pakket.

Voor de uitvoeringsfase is voor ogen na het realiseren van de kelderbak, exclusief kelderdek/begane grondvloer, en het aankauwen van de kassen de bemaling stop te zetten. De neerwaartse belasting op de fundering is dan als volgt.

Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹	h m ¹	factor -	factor -	
Bouwmuur						
q _{G.1} Dakterras	1,15	2,50		0,50	=	1,44 kN/m ¹
Verdiepingsvloer	0,85	2,50		0,50	3,00 =	3,19 -
M.W. 220 mm	4,40		14,80		=	65,12 -
M.W. 330 mm	6,60		1,40		=	9,24 -
						<u>78,99 kN/m¹</u>
Dragend middentravee						
q _{G.2} Dakterras	1,15	4,75		0,50	=	2,73 kN/m ¹
Verdiepingsvloer	0,85	4,75		0,50	3,00 =	6,06 -
HSB-wand	0,60		14,80	0,70	=	6,22 -
	0,50		14,80	0,30	=	2,22 -
						<u>17,22 kN/m¹</u>
P _{G.1} Water	10,00		0,50		=	5,00 kN/m ²

De verdiepte kelderbak dient met minimaal 50cm water worden gevuld tot de begane grondvloer is gerealiseerd.

Uit de resultaten blijkt een maximale trekkracht van 60 kN op te treden. Dit is lager dan de toelaatbare trekkracht van circa 72 kN (90 kN met 20% reductie groepswerking), welk door de geotechnisch adviseur is opgegeven.

In de eindfase treedt een maximale trekkracht van 29 kN op, deze is lager dan de uitvoeringsfase waarmee geconcludeerd wordt de fundering volstaat.

5.3 Wapening kelderbak

Voor de wapening van de kelderbak wordt van de volgende onderdelen een beschouwing gemaakt:

- Scheurwijdte
- Vloerwapening;
- Wandwapening;
- Kolomwapening;
- Kaswapening;
- Plintwapening;
- 2^e fase beton voor zwembad

Aan elk onderdeel wordt een separate paragraaf gewijd.

5.3.1 Scheurwijdte

Ten behoeve van de relatief hoge waterdruk wordt er met een strengere, minimaal te hanteren, scheurwijdte eis van $\omega_k = 0,2$ gerekend voor de vloeren en wanden onder waterdruk volgens NEN-EN 1992-3 artikel 7.3.1.

5.3.2 Vloerwapening

De vloerwapening wordt bepaald aan de optredende momenten uit het EEM-pakket. De momenten zijn weergegeven in §6.1.15 en §6.1.16. De resultaten zijn als volgt:

- | | |
|-------------------------|---|
| - Bovenwapening | : hoofdwapening Ø12-100 (evenwijdige aan voorgevel, 1 ^e -laag)
verdeelwapening Ø10-100 (evenwijdig aan bouwmuren, 2 ^e -laag) |
| - Onderwapening | : # Ø10-100; |
| - Vloerranden | : haarspelden Ø10-100 + 2Ø12 (o+b) |
| - Bijlegwapening | : 2Ø12 (boven palen evenwijdig aan bouwmuren)
: schenkels Ø12-200 extra aan buitenzijde wanden as 1 t/m 3 |
| - Stekken t.b.v. wanden | : Ø12-100 (voor + achter) |

5.3.3 Wandwapening

Voor de wandwapening wordt van de volgende onderdelen een beschouwing gemaakt:

- Kelderwanden rondom;
- Kelderwand as-2

Aan elk onderdeel wordt een separate paragraaf gewijd.

5.3.3.1 Kelderwanden rondom

De wandwapening wordt bepaald aan de optredende momenten uit het EEM-pakket. De momenten zijn weergegeven in §6.1.17 en §6.1.18. De resultaten zijn als volgt:

Wanden verdiepte bak van P-5200 tot P-3600

- Dikte : 250mm
- Hoofdwapening binnenzijde : verticaal Ø12-100
- Hoofdwapening buitenzijde : verticaal Ø12-75;
- Verdeelwapening : horizontaal Ø10-100 (binnen + buiten);

Wanden souterrain vanaf P-3600

- Dikte : 250mm
- Hoofdwapening binnenzijde : verticaal Ø12-100
- Hoofdwapening buitenzijde : verticaal Ø12-75
- Verdeelwapening : horizontaal Ø10-100 (binnen + buiten);

Krimpwapening

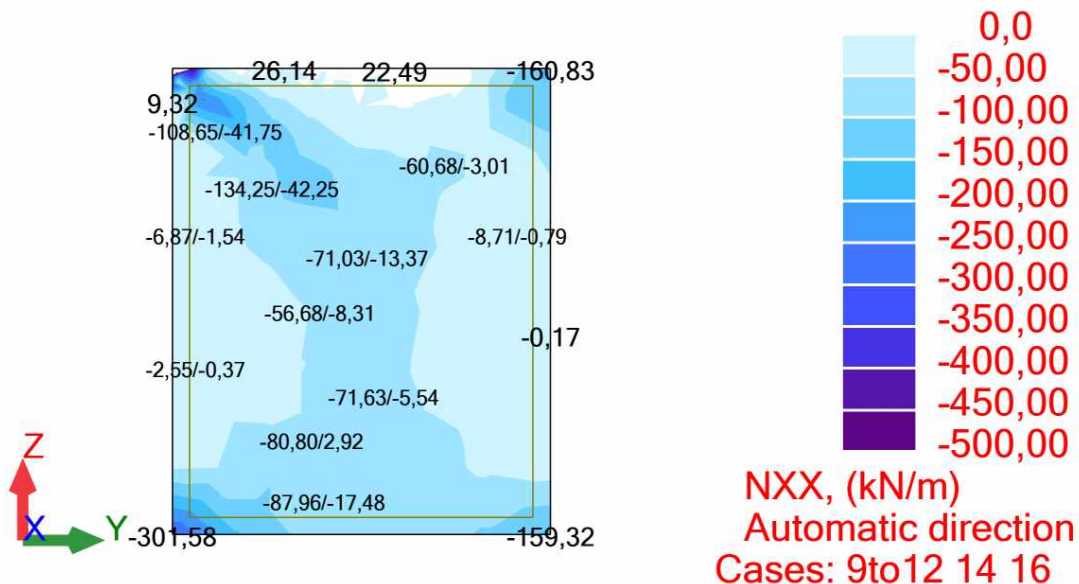
- Wand 5200mm : horizontaal Ø12-200 (binnen + buiten),
vanaf 350mm vanaf onderkant tot 800mm vanaf bovenkant
- Wand 3500mm : horizontaal Ø12-200 (binnen + buiten),
vanaf 350mm vanaf onderkant tot 700mm vanaf bovenkant

5.3.3.2 Kelderwand as-2

Voor het bepalen van de wapening wordt eerst gecontroleerd wanneer drukwapening benodigde is. Deze wordt uitgedrukt is normaalkracht per strekkende meter wand.

Eigenschappen wand	$d_w := 250\text{mm}$	$c_n := 25\text{mm}$	$A_c := d_w \cdot 1\text{m}$
	$\varnothing_{hw} := 8\text{mm}$	$f_{cd} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	
Belastingniveau drukwapening	$N_{Ed.fi} := \frac{d_w \cdot f_{cd} \cdot 0.7 \cdot 1\text{m}^1}{1\text{m}^1} = 3500 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$		
Excentriciteit	$e_1 := \max\left(20\text{mm}, \frac{2985\text{mm}}{300}\right) = 20 \cdot \text{mm}$		
Invalwaarden voor de grafiek GTB 2010 - 10.2.b:	$\frac{N_{Ed.fi} \cdot 1\text{m}}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.7$	$\frac{N_{Ed.fi} \cdot 1\text{m}}{f_{cd} \cdot A_c} \cdot \frac{e_1}{d_w} = 0.06$	

Op basis van deze waarden mogen de wanden praktisch gewapend worden. De optredende normaalkrachten zijn in de onderstaande afbeelding weergegeven.

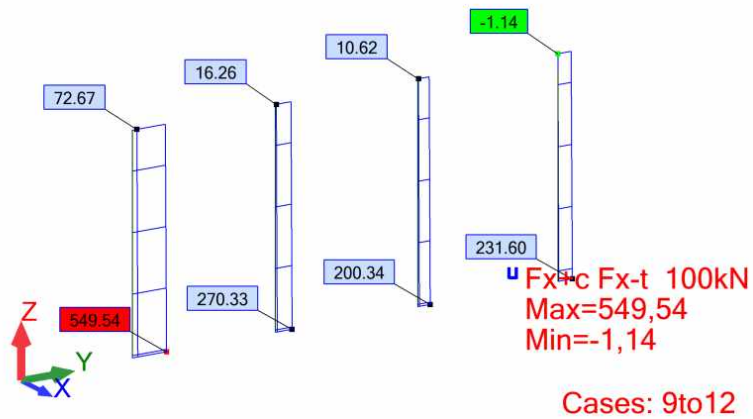


Wand

- Dikte : 250mm
- Hoofdwapening verticaal : verticaal Ø8-150 (voor + achter);
- Verdeelwapening : horizontaal Ø5-250 (voor + achter)

5.3.4 Kolomwapening

In de onderstaande afbeelding zijn de normaalkrachten in de kolommen weergegeven.



Afbeelding 21: Normaalkrachten kolommen

De volledige berekening is weergegeven in §6.1.23, de resultaten zijn als volgt:

- Kolom afmetingen : 540x250mm (1x);
- Hoofdwapening : 4Ø10 (voor + achter);
- Beugels ; Ø8-120 (2-sn.)

- Kolom afmetingen : 580x250mm (3x);
- Hoofdwapening : 4Ø10 (voor + achter);
- Beugels ; Ø8-120 (2-sn.)

5.3.5 Kaswapening

De kas wapening wordt berekend als console, de volledige berekening is weergegeven in §6.1.24. De belastingen en resultaten zijn als volgt:

	Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹	h m ¹	Ψ ₀	factor	-
q _{G,1}	Dakterras	1,15	2,50				= 2,88 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	0,85	2,50			3,00	= 6,38 -
	Beg. gr. vlr. nw.	7,85	2,50				= 19,63 -
	M.W. 220 mm	4,40		14,80			= 65,12 -
	M.W. 330 mm	6,60		1,40			= 9,24 -
							<u>103,24 kN/m¹</u>
q _{Q,1.mom}	Dakterras	2,50	2,50		0,00		= 0,00 kN/m ¹
	Verdiepingsvloer	2,55	2,50		0,40	3,00	= 7,65 -
	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	2,50		0,40		= 2,55 -
							<u>10,20 kN/m¹</u>
q _{Q,1.ex}	Beg. gr. vlr. nw.	2,55	2,50		0,60		= 3,83 kN/m ¹
						6.10A	= 154,67 kN/m ¹
						6.10B	= 144,92 kN/m ¹

- Hoogte : 350mm
- Hoofdwapening : 5Ø12 (per kas);
- Beugels : 2Ø10 (per kas);

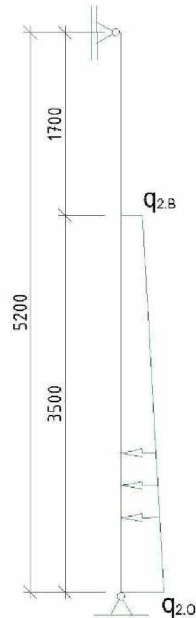
Ten behoeve van het optredende moment wordt de doordiameter van 10x D van de wapening in de wand als volgt gecontroleerd.

Dwarskracht	$V_{Ed} := 155\text{kN}$		
Afmetingen kas	$b := 500\text{mm}$	$h := 350\text{mm}$	$c_{kas} := 35\text{mm}$
Wapening	$\varnothing_{bgl} := 10\text{mm}$	$\varnothing_{hw} := 12\text{mm}$	
Nuttige hoogte	$d := h - c_{kas} - \varnothing_{bgl} - \frac{\varnothing_{hw}}{2} = 299 \cdot \text{mm}$		
Arm dwarskracht	$a = \text{bouwmuur}/2 + \text{arm} + \text{wand} / 2$		
	$a := 330 \frac{\text{mm}}{2} + 250\text{mm} + \frac{250\text{mm}}{2} = 540 \cdot \text{mm}$		
Optredende moment	$M_{Ed} := V_{Ed} \cdot a = 83.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$		
Betondruksterkte	$f_{cd} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$a_b := \frac{100\text{mm}}{2}$	
Maximale trekkracht in de staaf mwet 10 x D !	$F_{bt} := \frac{f_{cd} \cdot 10 \cdot \varnothing_{hw}}{\left(\frac{1}{a_b}\right) + \frac{1}{(2 \cdot \varnothing_{hw})}} = 38.92 \cdot \text{kN}$		
Maximale trekspanning	$\sigma_{\max} := \frac{F_{bt}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12\text{mm})^2} = 344.12 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$		
Benodigde wapening	$A_{s,\text{ben}} := \frac{M_{Ed}}{0.9 \cdot \sigma_{\max} \cdot d} = 903.86 \cdot \text{mm}^2$		
Toegepaste wapening	$A_{s,\text{toe}} := \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12\text{mm})^2 \cdot \frac{1000\text{mm}}{100\text{mm}} = 1130.97 \cdot \text{mm}^2$		

Voor de hoofdwapening uit de kas in de wand dient een doordiameter van 10xD toegepast worden.

5.3.6 Plintwapening

Voor het berekenen van de benodigde plintwapening wordt de reactiekracht in de begane grondvloer aan de hand van het onderstaande schema bepaald:



$P_{G,2B}$	Water	$10,00 \cdot 0,50$	=	$5,00 \text{ kN/m}^2$
$P_{G,20}$	Gronddruk	$18,00 \cdot 3,55 \cdot 0,50$	=	$31,95 \text{ kN/m}^2$
	Water	$10,00 \cdot 4,05 \cdot -0,50$	=	$-20,25 \text{ -}$
				<u>$11,70 \text{ kN/m}^2$</u>
	Water	$10,00 \cdot 4,05$	=	$40,50 \text{ -}$
				<u>$52,20 \text{ kN/m}^2$</u>

Reactiekracht in de begane grondvloer is als volgt:

$$R_{bgg} = \left(\frac{1}{2} \cdot 5,0 \text{ kN/m} \cdot (3,5\text{m})^2 \right) + \left((52,2 - 5,0) \text{ kN/m} \cdot 3,5\text{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot 3,5\text{m} \right) / 5,2\text{m} = 43 \text{ kN}$$

$$R_{bgg,d} = 43 \text{ kN} \cdot 1,2 = 52 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 52 \text{ kN} \cdot 0,88\text{m} = 46 \text{ kNm}$$

$$M_{fr} = 43 \text{ kN} \cdot 0,88\text{m} = 38 \text{ kNm}$$

$$A_{s,req} = 46 \cdot 10^6 / (0,9 \cdot 435 \cdot (200 - 25 - 0,5 \cdot 10)) = 692\text{mm}^2$$

$$A_{s,req} = 38 \cdot 10^6 / (0,9 \cdot 320 \cdot (200 - 25 - 0,5 \cdot 10)) = \mathbf{777\text{mm}^2}$$

- Dikte : 200mm
- Hoofdwapening binnenzijde : verticaal Ø8-100;
- Hoofdwapening buitenzijde : verticaal Ø10-100 (=785mm²/m¹);
- Verdeelwapening : horizontaal Ø8-100 (binnen + buiten)

5.3.7 2^e fase beton in verdiepte bak

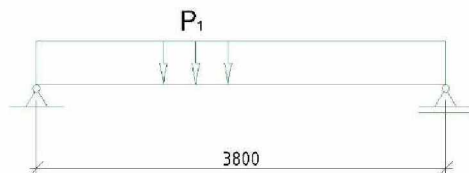
Voor de tweede fase beton wordt van de volgende onderdelen een beschouwing gemaakt:

- Vloer techniekruimte;
- Wand

Aan elk onderdeel wordt een separate paragraaf gemaakt.

5.3.7.1 Vloer techniekruimte

De wapening in de vloer wordt aan de hand van het onderstaande schema berekend.



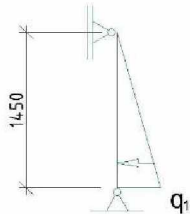
Belasting	: q_d	=	$1,2 \cdot (1,2 \text{ kN/m}^1 + 3,75 \text{ kN/m}^1) + 1,5 \cdot 2,55 \text{ kN/m}^1$
		=	$9,77 \text{ kN/m}^1$
Moment	: M_d	=	$1/8 \cdot 9,77 \text{ kN/m}^1 \cdot (3,8\text{m}^1)^2$
		=	$17,7 \text{ kNm}$

De volledige berekening is weergegeven in §6.1.21, de resultaten zijn als volgt:

- Wapening : # Ø8-150 (boven);
: # Ø10-150 (onder);
- Vrije vloerranden : haarspelden Ø8-150 + 2Ø10 (o+b)

5.3.7.2 Wand

De wapening in de wand wordt aan de hand van het onderstaande schema berekend.



Volumieke massa : 10 kN/m^3
Waterdruk ter hoogte van onderkant wand : $q_{1G} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 1/2 \cdot 1,45 \text{ m} = 7,25 \text{ kN/m}$

$$M_{Ed,q1} = 0,0642 \cdot 7,25 \text{ kN/m} \cdot 1,2 \cdot (1,45 \text{ m})^2 = 1,2 \text{ kNm}$$

De wand wordt praktisch gewapend met een net # $\text{Ø}8$ -150 (voor + achter)

5.4 Begane grondvloer

De begane grondvloer wordt uitgevoerd door middel van een staalplaat-beton vloer. Met behulp van de ontwerptool van dutchengineering.nl wordt het benodigde profiel berekend.

Ontwerpprogramma Staalplaat-betonvloeren

Gegevensinvoer

Algemeen - Vloer:
 Overspanning - de overspanning en/of de vloerdikte moet gegeven zijn
 Vloerdikte - de overspanning en/of de vloerdikte moet gegeven zijn
 Aantal velden die één staalplaat tijdens de constructiefase overspant
 Aantal velden die een SPBV in gereede toestand overspant (gelijke overspanning)
 Vloer onderdeel staal-betonligger - deuvels op ligger
 Brandwerendheid van de vloer (brand van onder naar boven)

	4350	mm
	210	mm
	1 veld - Uitvoeringsfase	
	1 veld - Gebruiksfase	
	Geen deuvels	
	30 minuten	

Permanente belasting:
 Cement gebonden afwerklaag
 Plafond en leidingen
 Som permanente belasting G:

	60mm	mm
	0,60	kN/m ²
	1,80	kN/m ²

Nuttige belasting:
 Opgelegde belasting

	1,75 kN/m ² - A - Wonen	kN/m ²
	2 kNm - 0,8 kN/m ²	kN/m ²
	2,55	kN/m ²

Lichte scheidingswanden: 1-2-3 kN/m¹ = 0.5/0.8/1.2 kN/m²
 Som nuttige belasting Q:

Resultaten

Staalplaat	Plaatdikte	ComFlor 46		ComFlor 51+		ComFlor E60		ComFlor 75		ComFlor 95		ComFlor 100		ComFlor 210		ComFlor 225
		0,90	1,20	0,90	1,20	0,90	1,20	0,90	1,20	0,90	1,20	0,90	1,20	1,00	1,25	1,25
Stempelvrije ontwerpen																
Maximale overspanning	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minimale vloerdikte	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betonvolume	l/m ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eigen gewicht	kN/m ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prijsnivo	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gestempelde ontwerpen																
Maximale overspanning	mm	-	-	-	-	-	4350	4350	-	4350	-	4350	-	-	-	-
Minimale vloerdikte	mm	-	-	-	-	-	210	210	-	210	-	210	-	-	-	-
Betonvolume	l/m ²	-	-	-	-	-	175	177	-	167	-	150	-	-	-	-
Eigen gewicht	kN/m ²	-	-	-	-	-	4,24	4,27	-	4,05	-	3,65	-	-	-	-
Prijsnivo	%	-	-	-	-	-	106%	100%	-	104%	-	103%	-	-	-	-

<div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> = Stempelvrij ontwerp <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> = Gestempeld ontwerp	<div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> = Voordeligste ontwerp <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> = Lichtste ontwerp
---	--

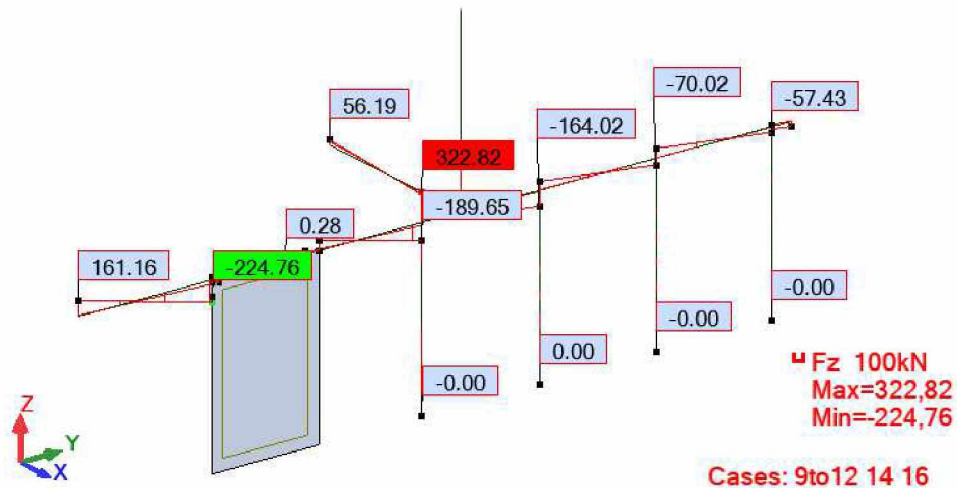
Definitieve uitwerking van de vloer door aannemer te verzorgen.

Let op: mogelijk bewerking van de staalplaat door chloride klimaat, door derden uit te zoeken.

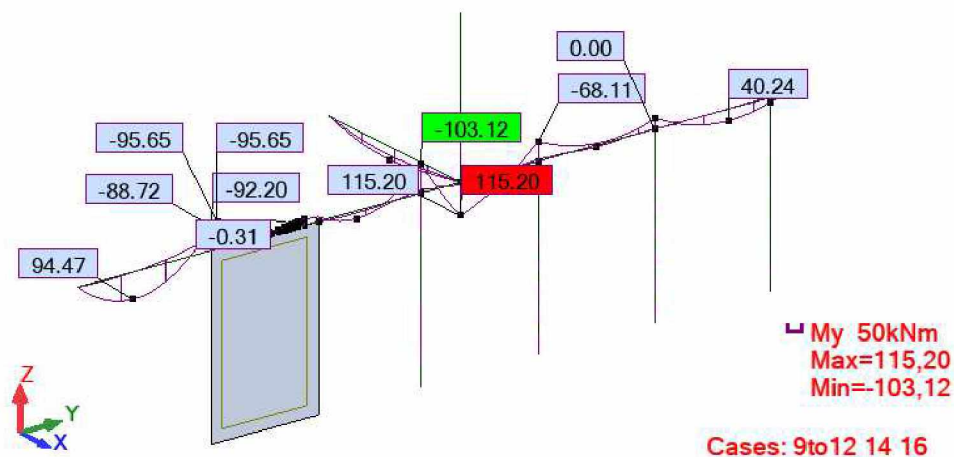
- Vloer dient niet verzinkt te zijn uitgevoerd;
- Voor chloride klimaat kan de onderzijde van een ComFlor 95 gecoat worden met FD 170;
- Berekenen met verloren bekisting, waardoor de sterkte van de vloer volledig door het beton wordt gewaarborgd.

5.4.1 Balkwapening

De balkwapening in de begane grondvloer wordt berekend met de onderstaande krachten



Afbeelding 22: Dwarskrachtenlijnen - Omhullend



Afbeelding 23: Momentenlijnen - Omhullend

De volledige berekening is weergegeven in §6.1.27, de resultaten zijn als volgt:

- Afmetingen : 250x570mm (voorgevel tot wand)
250x490mm (wand tot achtergevel)
 - Hoofdwapening : 3Ø16 (boven) + 3Ø20 (onder);
 - Flankwapening : 2Ø10;
 - Beugels : Ø10-300
- Extra beugels t.p.v. as-C tussen de kolommen Ø10-300

Hoeklijnen

De belasting op de hoeklijnen is als volgt

	Onderdeel	P kN/m ²	b m ¹		
q _{G,1}	Beg. gr. vlr. best.	6,60	· 2,15	=	14,19 kN/m ¹
q _{Q,1}	Beg. gr. vlr. best.	2,55	· 2,15	=	5,48 kN/m ¹
				6.14B	= 19,67 kN/m ¹
				6.10B	= 25,25 kN/m ¹

Gekozen wordt om een hoeklijn 100x150x10mm (S235) toe te passen. Spanning ten gevolge van buiging wordt als gecontroleerd. Er wordt een conservatieve beschouwing door de dwarskracht op het uit einde van de hoeklijn te plaatsen.

$$\sigma_m = (6 \cdot 2,6 \text{ kNm}) / (1000\text{mm} \cdot (10\text{mm})^2) = 156 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{akkoord.}$$

Voor de verankering in de betonbalk wordt gekozen wapeningstaven Ø10-250 (lg. 150mm) te lassen op een hoogte van 100mm vanaf de onderzijde van het profiel.

De staalspanning per staaf wordt als volgt berekend.

$$\sigma = 26 \text{ kN/m}^1 / (4 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot (10\text{mm})^2) = 83 \text{ N/mm}^2$$

De benodigde verankeringslengte is op de volgende pagina weergegeven.

<u>staal spanning</u>	$\sigma_{sd} =$	85 N/mm ²	<u>Sterkteklasse</u>	
				C30/37
<u>Vloer afmetingen</u>			f_{ck}	30,00 N/mm ²
Vloer dikte	$h =$	250 mm	f_{cd}	20,00 N/mm ²
wapening 1e laag	$\varnothing =$	8 mm	f_{ctk}	2,03 N/mm ²
wapening 2e laag	$\varnothing =$	12 mm	f_{ctd}	1,35 N/mm ²
te verankeren staaf	$\varnothing =$	10 mm	f_{ctm}	2,90 N/mm ²
afstand	h.o.h. =	500 mm	α	0,75
dekking	$c =$	75 mm	β	0,39
dekking op staaf	$c_d =$	95 mm	ϵ_{c3}	0,002
vergrotingsfactor doordiameter		4	ϵ_{cu3}	0,00350
afmeting doordiameter (normaal)	$\varnothing =$	40 mm		
lengte voor ombuiging	$l_1 =$	125 mm	<u>Staalkwaliteit</u>	B500
goede omstandigheden	$\eta_1 =$	1	f_{yk}	500 N/mm ²
$\eta_2 = 1$ bij $\leq \varnothing 32$ mm	$\eta_2 =$	1	f_{yd}	435 N/mm ²

Berekening

aanhechtsterkte beton $f_{bd} = 3,04 \text{ N/mm}^2$ $f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd}$

basis verankeringslengte $l_{b,rqd} = 70 \text{ mm}$
 rechte staaf $\alpha_1 = 1,0$ $cd \geq 3\varnothing$ $l_{b,rqd} = \frac{\varnothing}{4} * \sigma_{sd} / f_{bd}$

$\alpha_2 = 0,7$
 $\alpha_3 - \alpha_4 - \alpha_5 = 1,0$ $l_{bd} = l_{l,rqd} * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5$

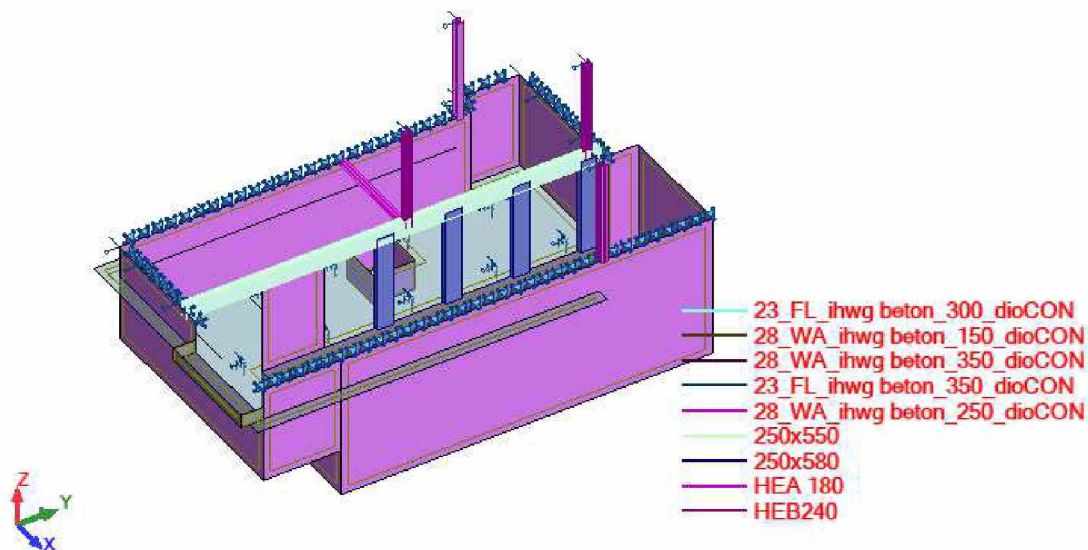
verankeringslengte $l_{bd} = 49 \text{ mm}$
 basis verankeringslengte $l_{b,rqd,recht} = 70 \text{ mm}$ $l_{b,rqd,recht} = \frac{\varnothing}{4} * f_{yd} / f_{bd}$

70 mm < 150mm → akkoord.

6 Bijlage

6.1 EEM-uitvoer fundering

6.1.1 Data – Geometrie



6.1.2 Data – Platen

Thickness name	Panel lis	Material	Thickne ss type	Thickne ss (mm)
28_WA_ihwg_beton_250_dioCON	2 12 13to21By2 25to28 30 31 35 36 38	C30/37 E11000	constant	250,00
23_FL_ihwg_beton_350_dioCON	14 18 20	C30/37 E11000	constant	350,00
28_WA_ihwg_beton_350_dioCON	16	C30/37 E11000	constant	350,00
28_WA_ihwg_beton_150_dioCON	22to24	C30/37 E11000	constant	150,00
23_FL_ihwg_beton_300_dioCON	29	C30/37 E6000	constant	300,00

6.1.3 Data – Steunpunten

Support name	List of node	List of edges	List of objects	Support conditions
Paal	1to20 40to42 368 386 3172			KX=7500,00 (kN/m) KY=7500,00 (kN/m) KZ=75000,00 (kN/m)
XY	25 26 28 30			UX UY
Y		13_EDGE(3) 31_EDGE(1) 36_EDGE(1)		UY
X		12_EDGE(1) 19_EDGE(1 2) 21_EDGE(1) 35_EDGE(1)		UX

6.1.4 Data – Staven

Bar	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
1	21	22	285x550	C30/37 E11000	14,81	0,0	RevitGirder
3	24	25	HEB240	S235	3,74	-180,0	RevitColGravity
4	23	26	HEB240	S235	3,74	180,0	RevitColGravity
5	27	28	HEB240	S235	3,65	-90,0	RevitColGravity
6	29	30	HEB240	S235	3,65	90,0	RevitColGravity
7	31	27	HEA 180	S235	3,71	0,0	RevitGirder
8	32	33	285x580	C30/37 E11000	3,50	-90,0	RC Column
9	34	35	285x580	C30/37 E11000	3,50	-90,0	RC Column
10	36	37	285x580	C30/37 E11000	3,50	-90,0	RC Column
11	38	29	285x580	C30/37 E11000	3,50	-90,0	RC Column

6.1.5 Data – Profielen

Section name	Bar list	AX (mm ²)	AY (mm ²)	AZ (mm ²)	IX (mm ⁴)	IY (mm ⁴)	IZ (mm ⁴)
HEB240	3to6	106,00	81,60	24,00	103,90	11260,00	3923,00
285x580	8to11	1653,00	1377,50	1377,50	309412,29	463391,00	111887,44
285x550	1	1567,50	1306,25	1306,25	286443,33	395140,63	106100,16
HEA 180	7	45,30	34,20	10,26	14,89	2510,00	925,00

6.1.6 Data – Materialen

Material	E (MPa)	G (MPa)	N	LX (1/°C)	RO (kN/m ³)	Re (MPa)
C30/37 E6000	6000,00	2500,00	0,20	0,0	25,00	30,00
C30/37 E11000	11000,00	4584,00	0,20	0,0	25,00	30,00
S235	210000,00	80800,00	0,30	0,0	77,01	235,00

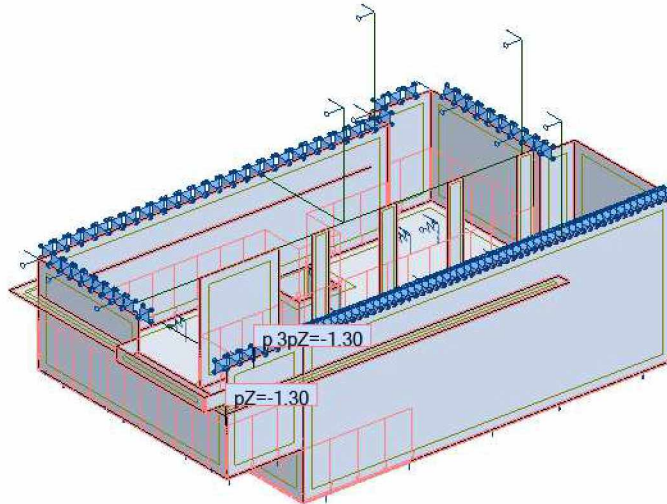
6.1.7 Belasting – Belastinggevallen

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
2	LL12	p.b. verdiepte bak	dead	Static - Linear
3	LL1	v.b. mom	live	Static - Linear
4	LL11	v.b. extr	live	Static - Linear
5	LL111	reservering belasting	dead	Static - Linear
6	LL1111	max. GWS	dead	Static - Linear
7	LL1112	min. GWS	dead	Static - Linear
8	DL15	belasting uitvoeringsfase	dead	Static - Linear
9	2	6.10A	dead	Linear Combination
10	4	6.10B min. GWS	dead	Linear Combination
11	5	6.10B- max. GWS	dead	Linear Combination
12	7	comb. uitvoeringsfase	dead	Linear Combination

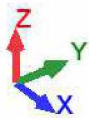
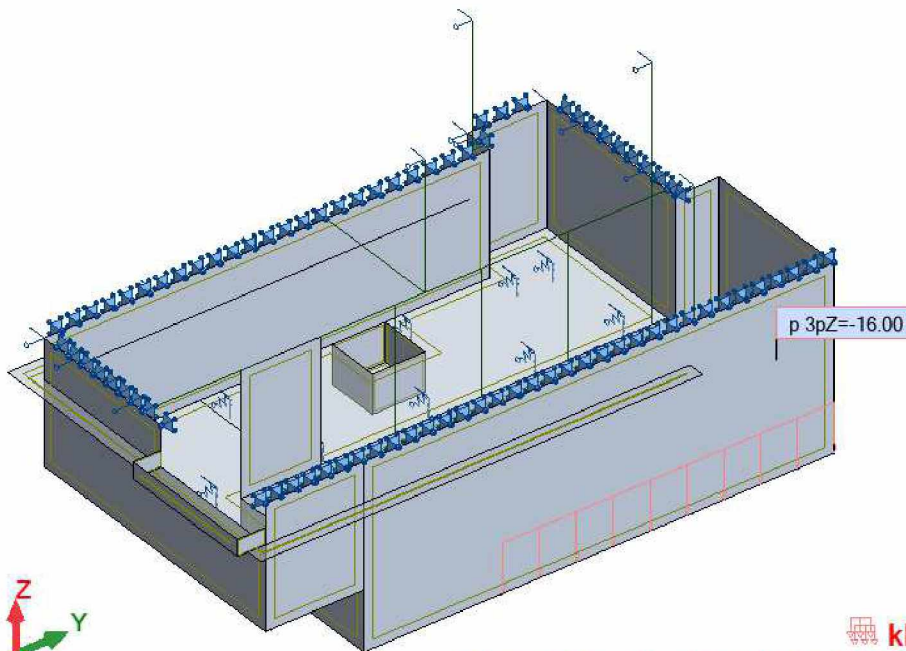
6.1.8 Belasting – Belastingcombinaties

Combinations	Name	Analysis type	Combination type	Case nature	Definition
9 (C)	6.10A	Linear Combination	ULS	dead	$2*1.35+3*1.50+(7+5)*1.00$
10 (C)	6.10B min. GWS	Linear Combination	ULS	dead	$2*1.20+(5+7)*1.00+(3+4)*1.50$
11 (C)	6.10B- max. GWS	Linear Combination	ULS	dead	$6*1.20+2*0.90$
12 (C)	comb. uitvoeringsfase	Linear Combination	ULS	dead	$(6+8)*1.00$

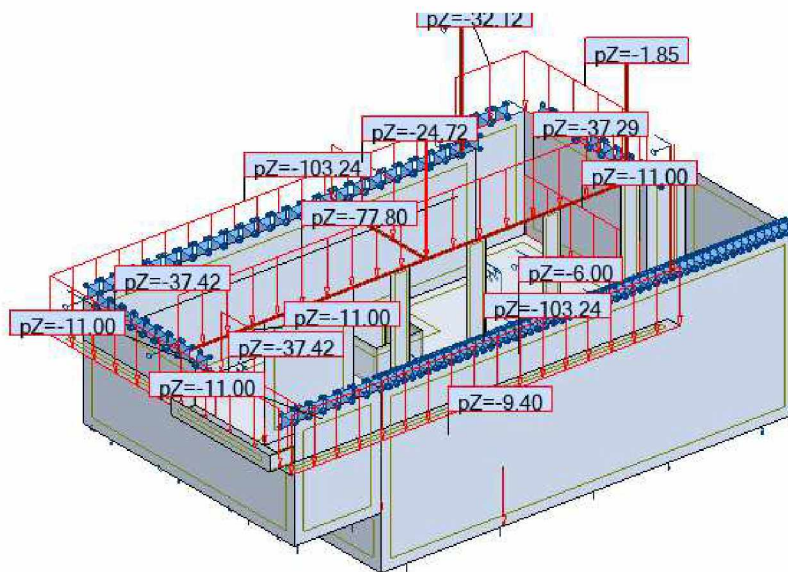
6.1.9 Belasting – Permanente belasting



 kPa
-PZ kG
Cases: 2 (p.b. verdiepte bak)

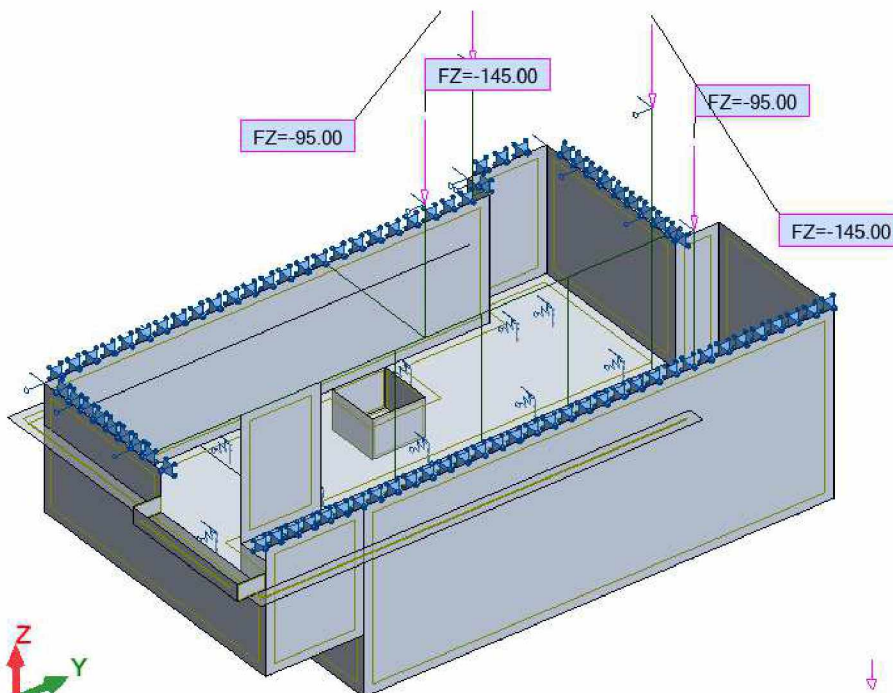


 kPa
Cases: 5 (reservering belasting)



\downarrow kN/m
 \downarrow -PZ kG
 \downarrow kN/m

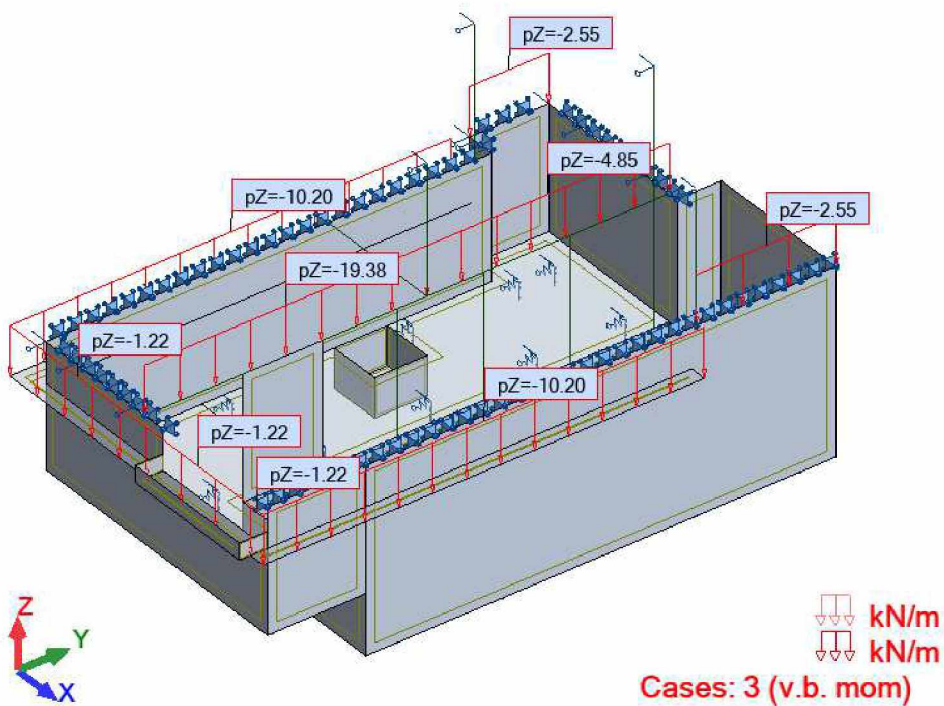
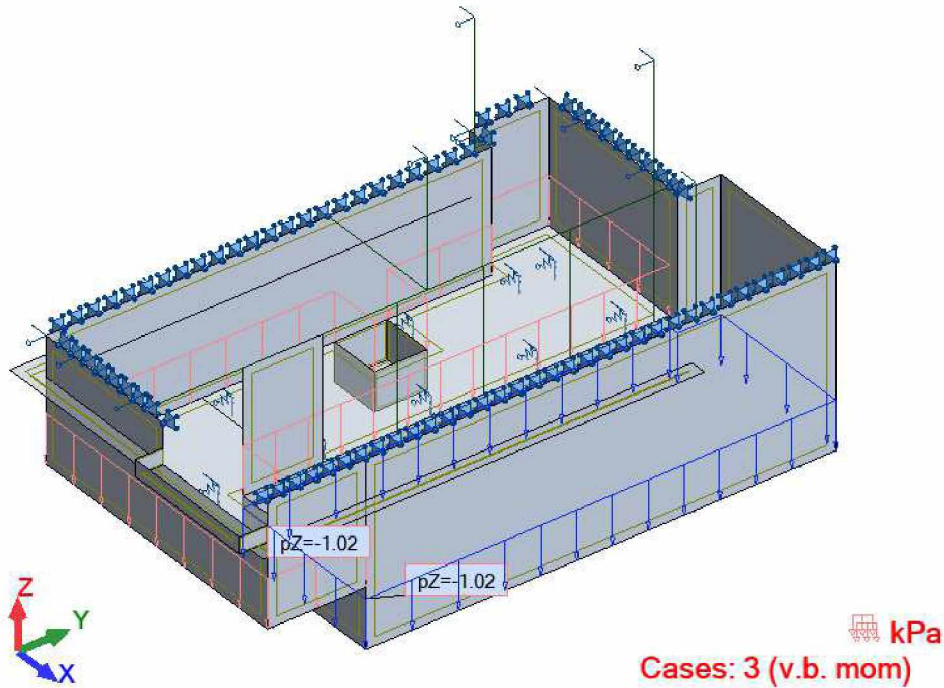
Cases: 2 (p.b. verdiepte bak)

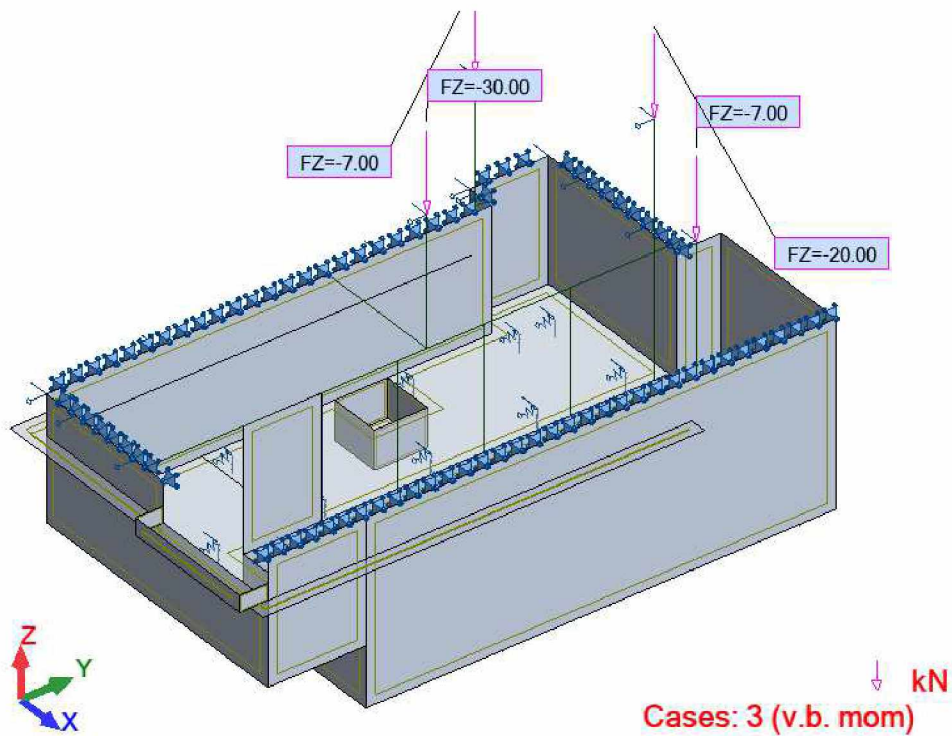


\downarrow kN

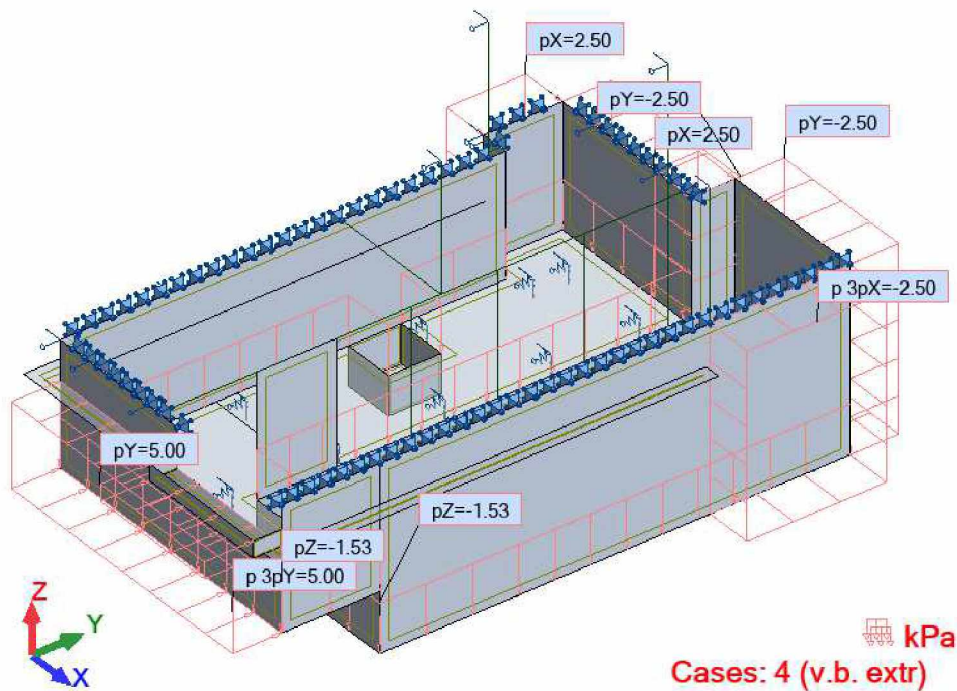
Cases: 2 (p.b. verdiepte bak)

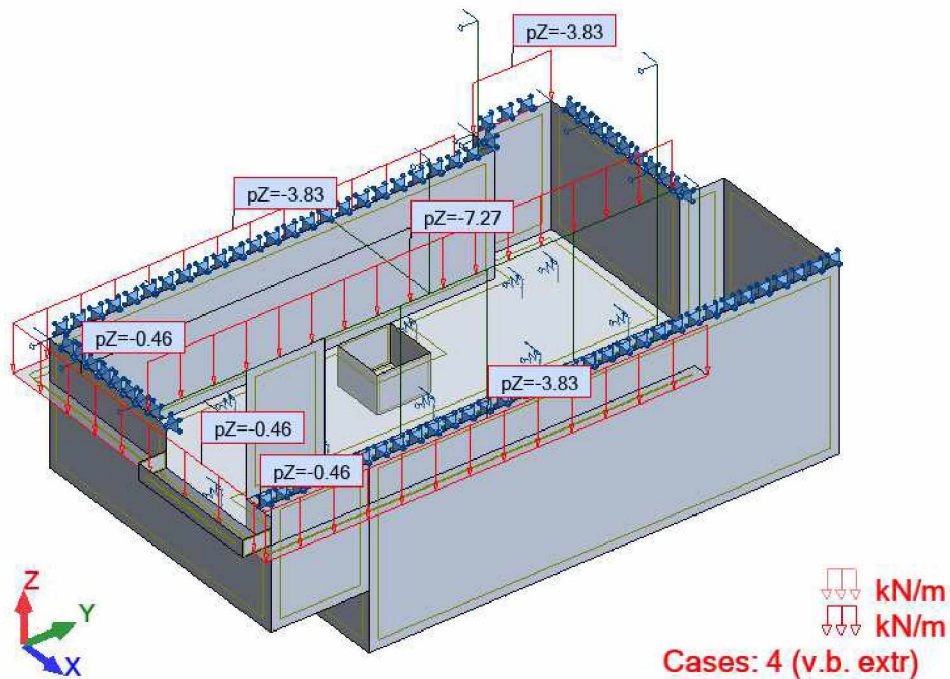
6.1.10 Belasting – Veranderlijke belasting – Momentaan



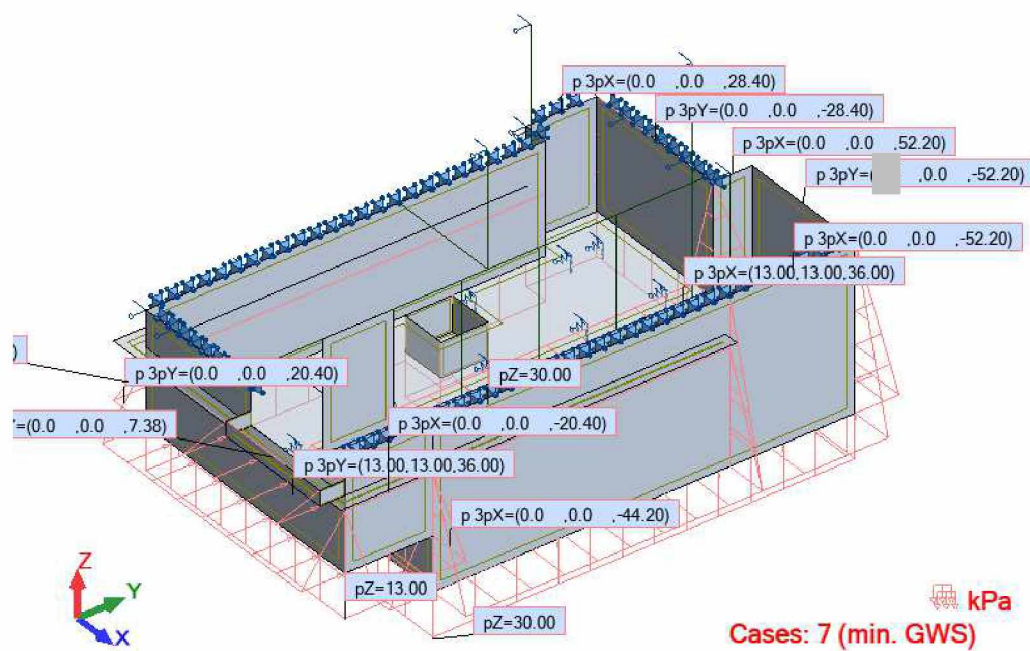


6.1.11 Belasting – Veranderlijke belasting – Extreem

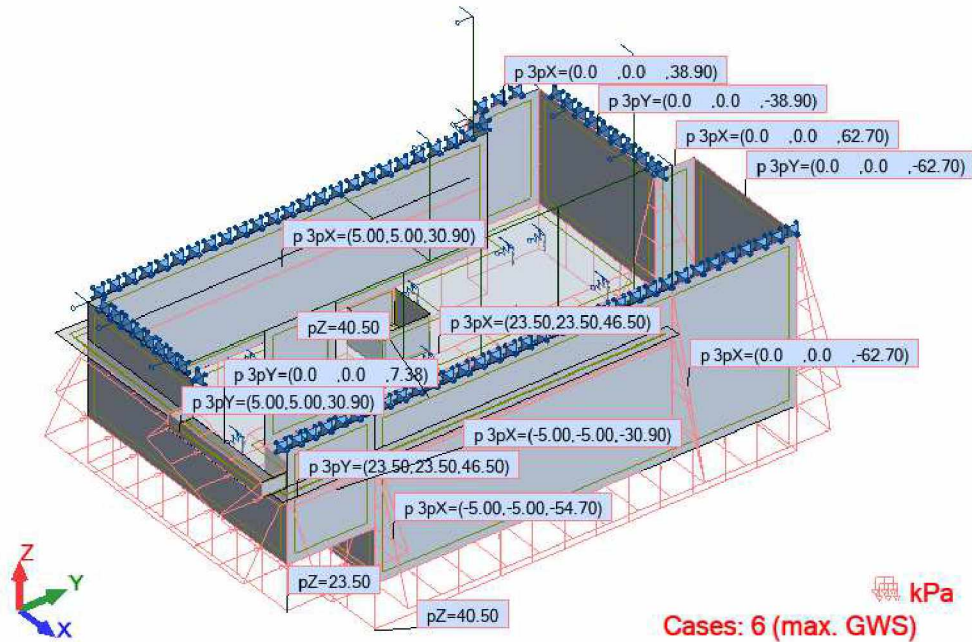




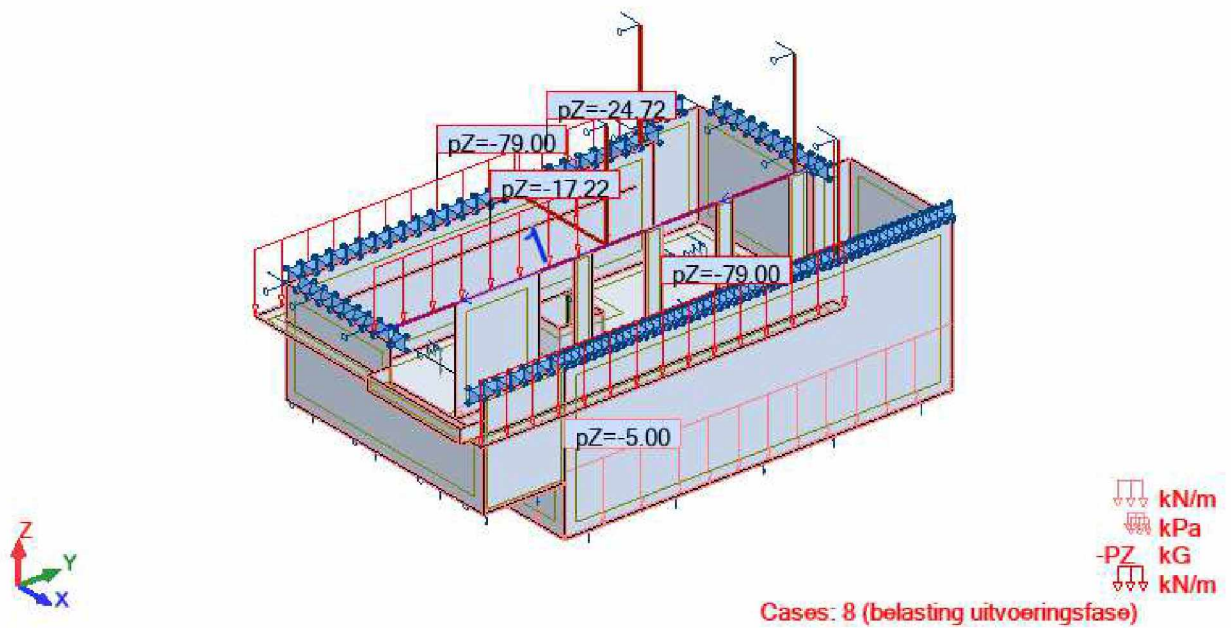
6.1.12 Belasting – Minimale grondwaterstand



6.1.13 Belasting – Maximale grondwaterstand

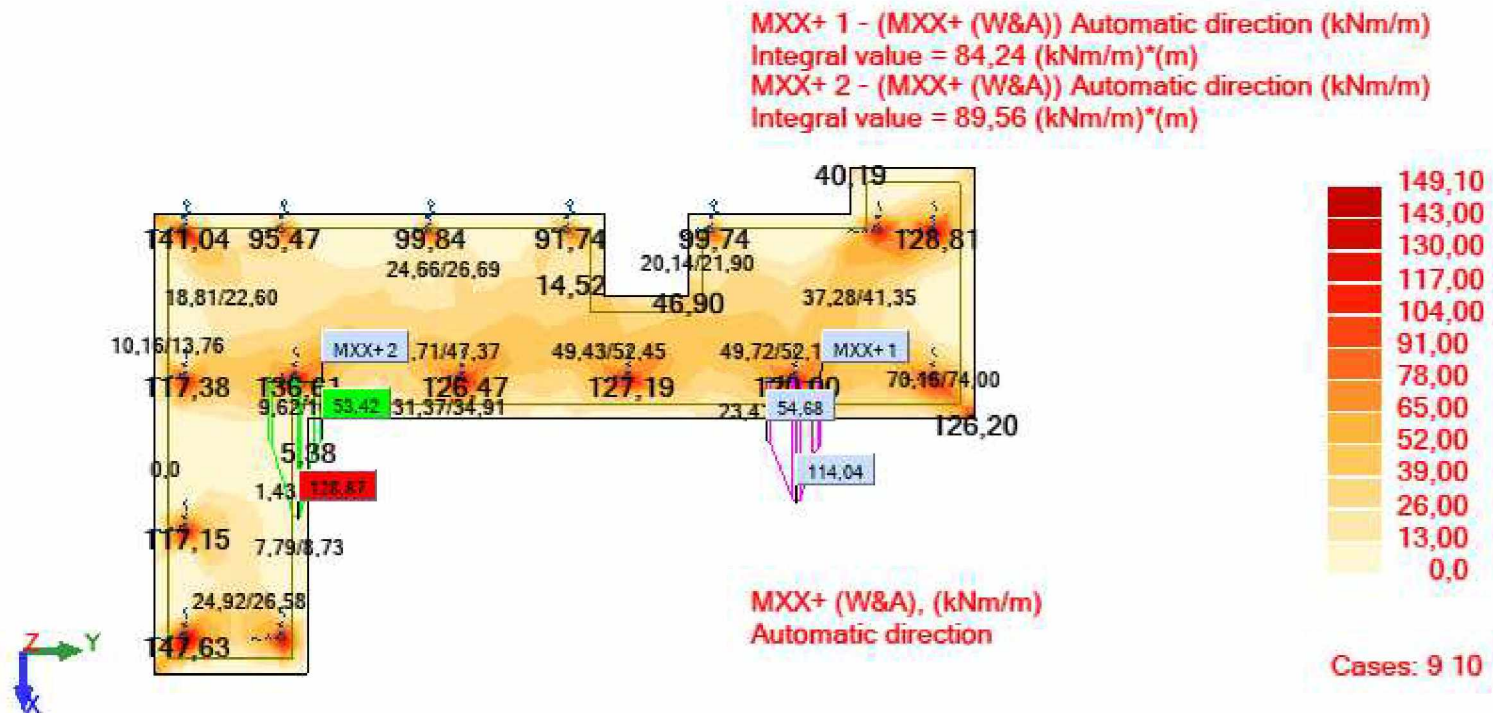


6.1.14 Belasting – Uitvoeringsfase

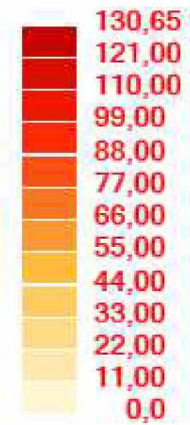
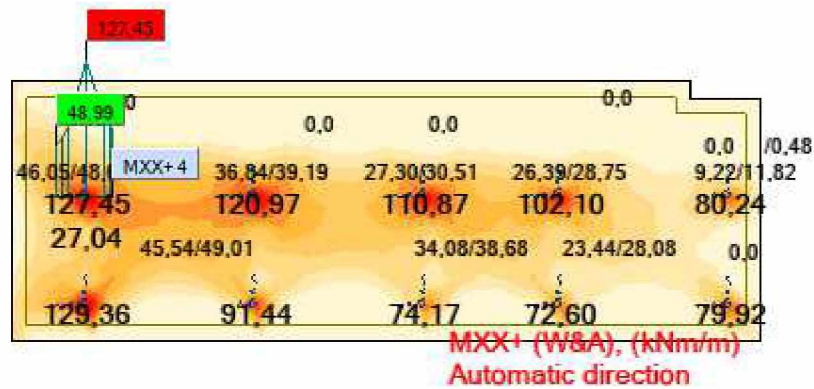


6.1.15 Resultaten – Momenten in vloer minimale grondwaterstand

6.1.15.1 Resultaten – MXX+



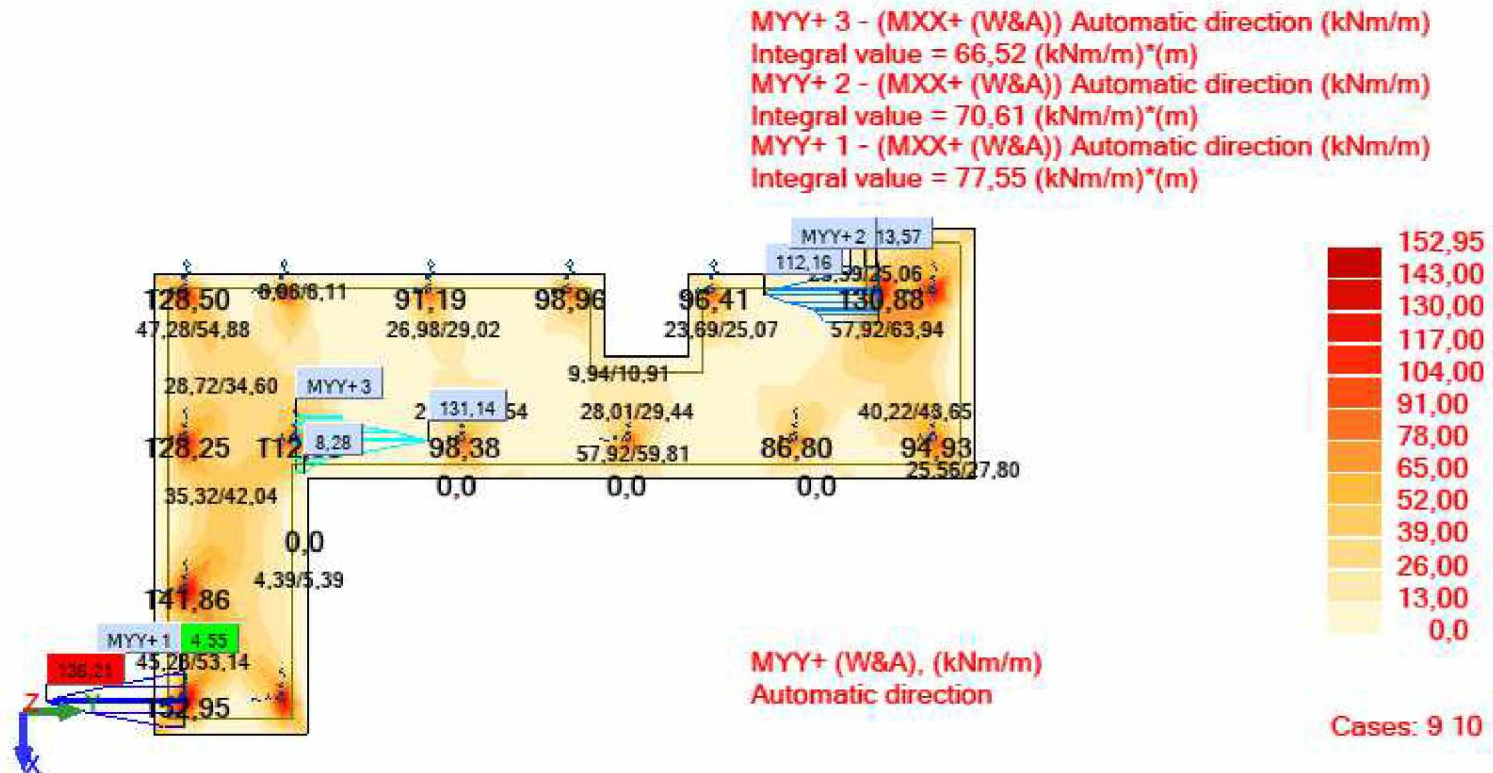
MXX+ 4 - (MXX+ (W&A)) Local direction (kNm/m)
Integral value = 84,72 (kNm/m)*(m)



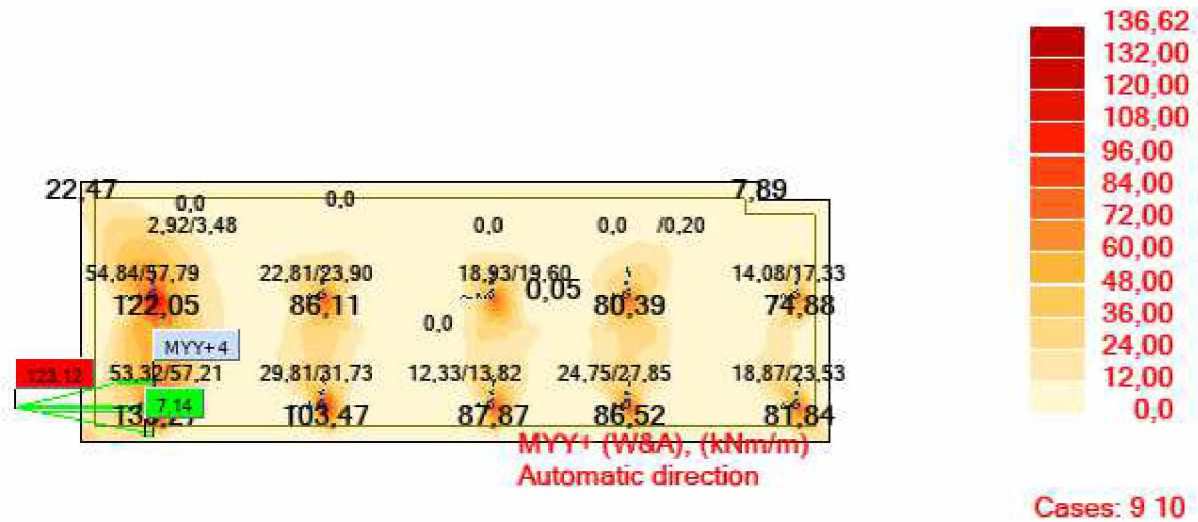
Cases: 9 10



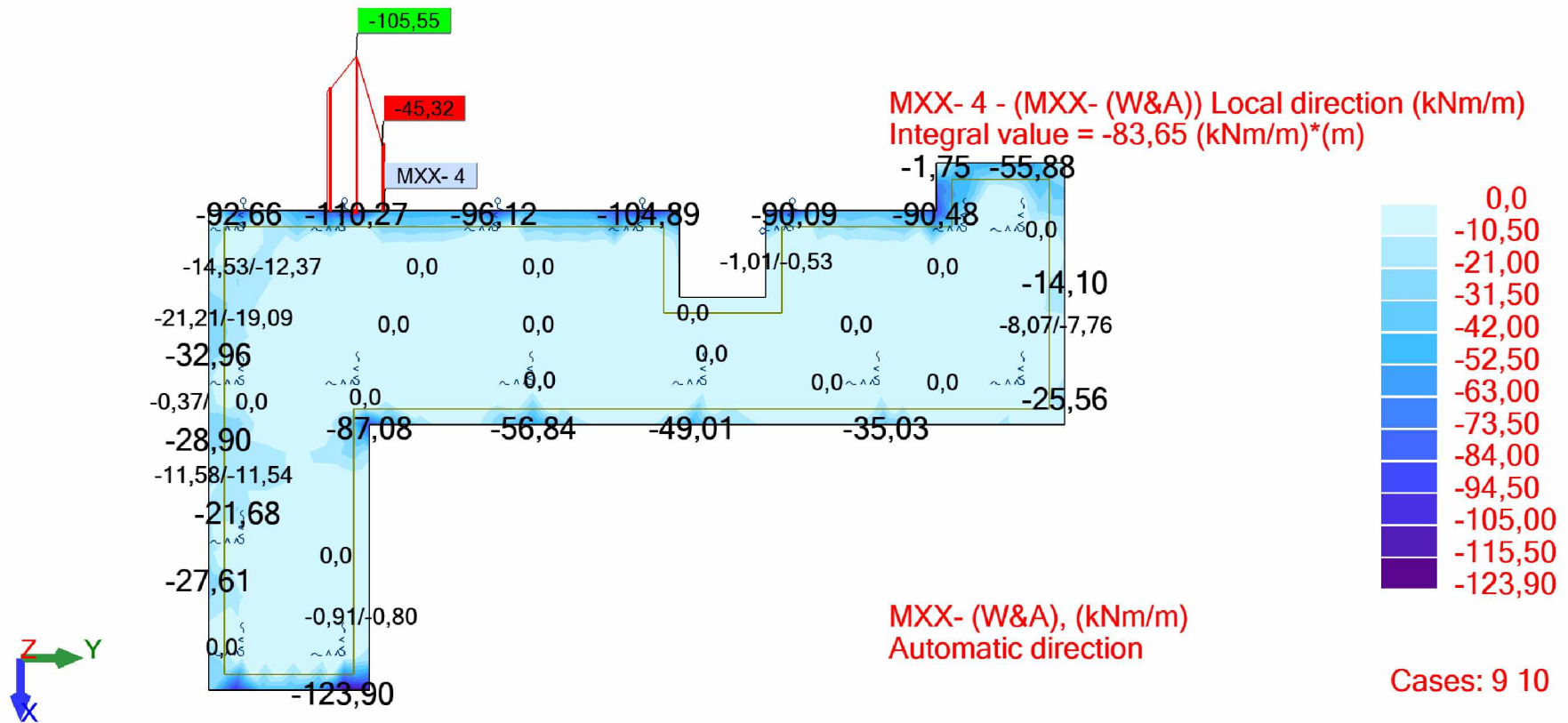
6.1.15.2 Resultaten – MYY+



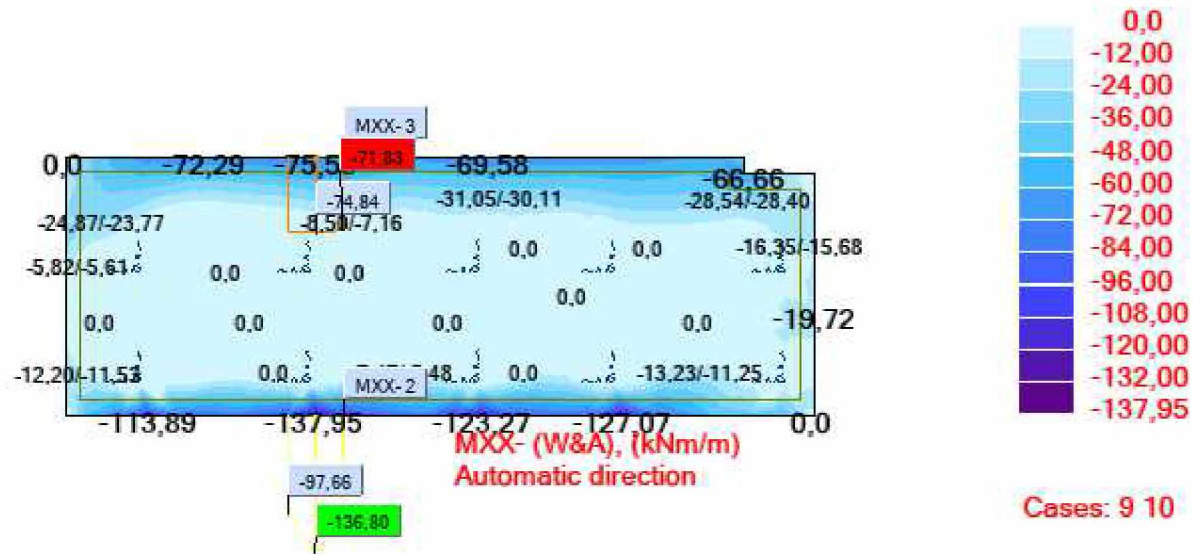
MYY+ 4 - (MYY+ (W&A)) Local direction (kNm/m)
Integral value = 65,08 (kNm/m)*(m)



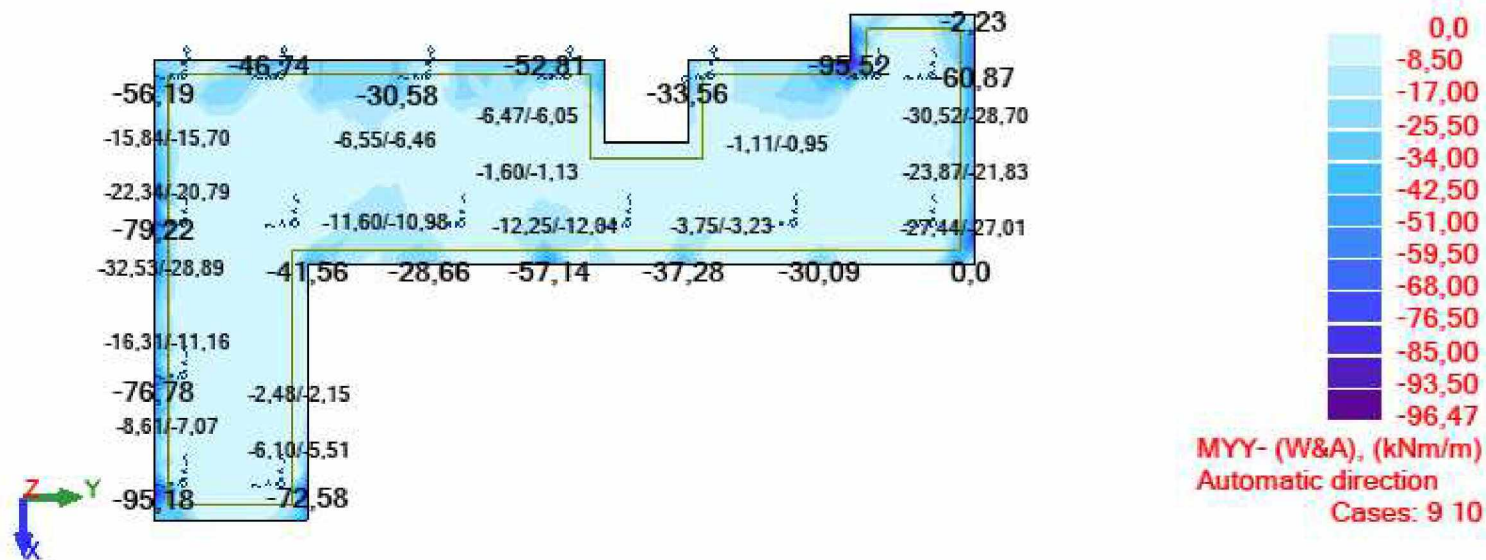
6.1.15.3 Resultaten – MXX-

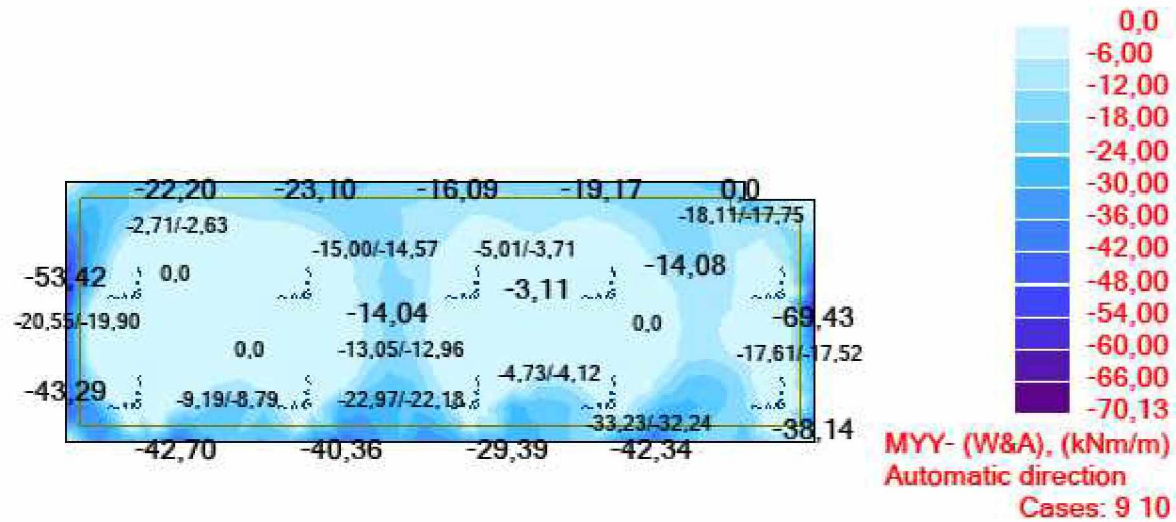


MXX- 3 - (MXX- (W&A)) Automatic direction (kNm/m)
Integral value = -73,58 (kNm/m)*(m)
MXX- 2 - (MXX- (W&A)) Automatic direction (kNm/m)
Integral value = -117,89 (kNm/m)*(m)



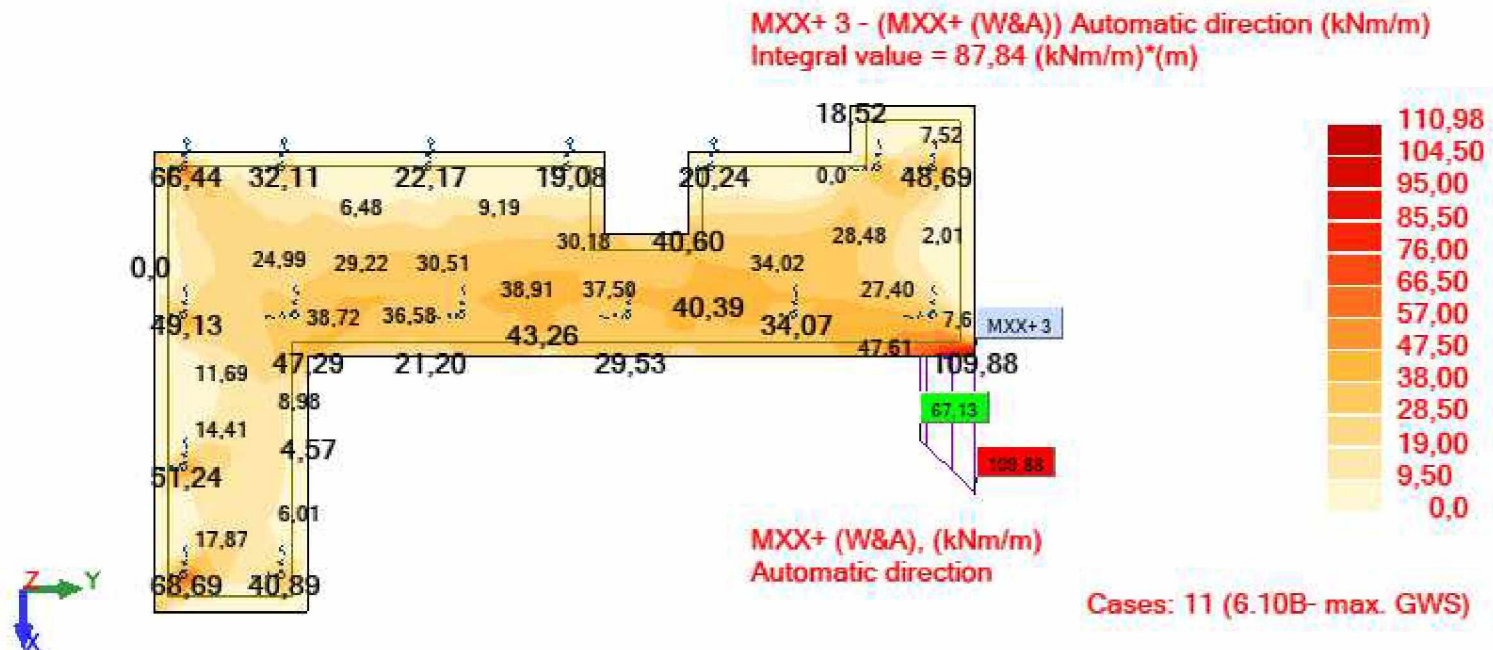
6.1.15.4 Resultaten – MYY-

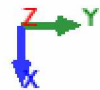
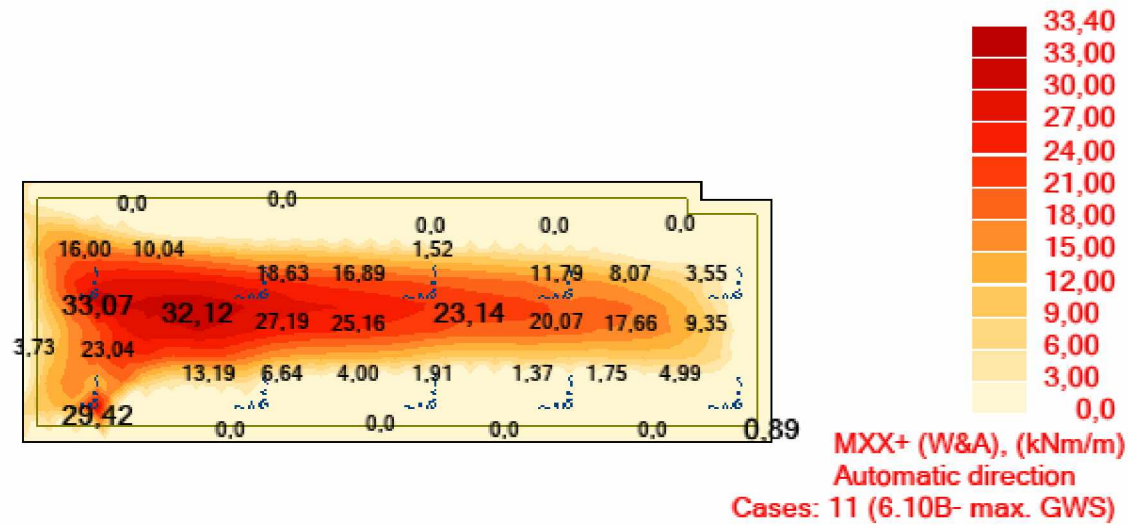




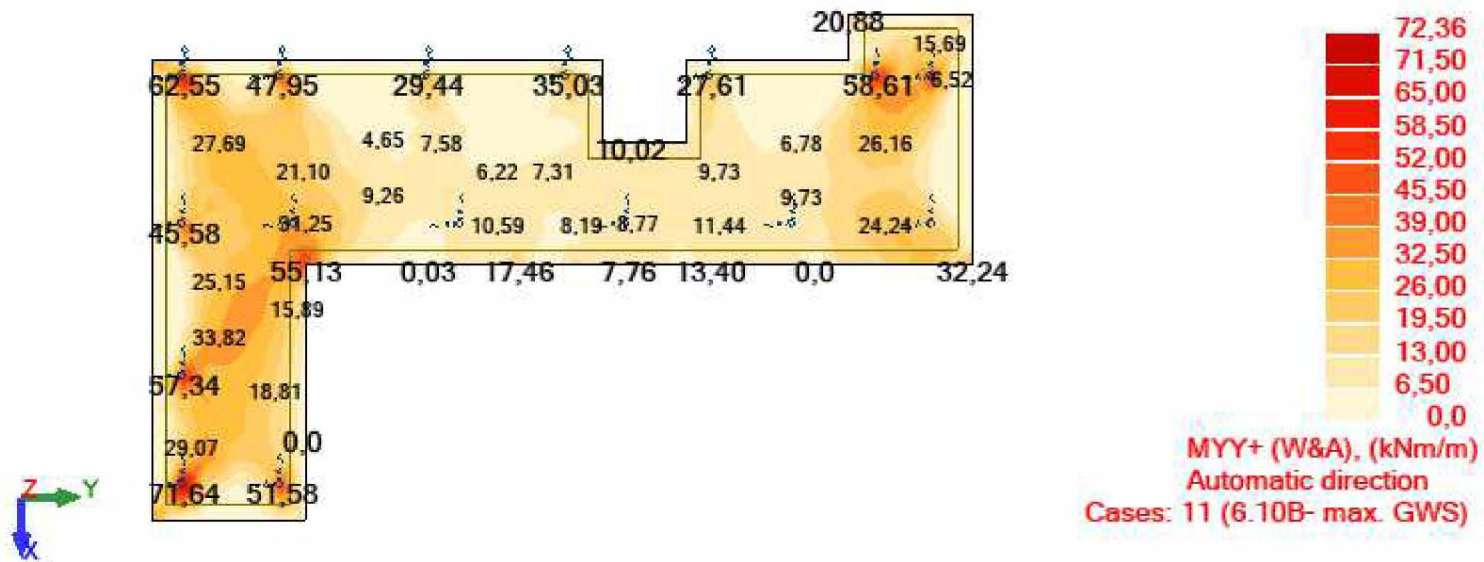
6.1.16 Resultaten – Momenten in vloer maximale grondwaterstand

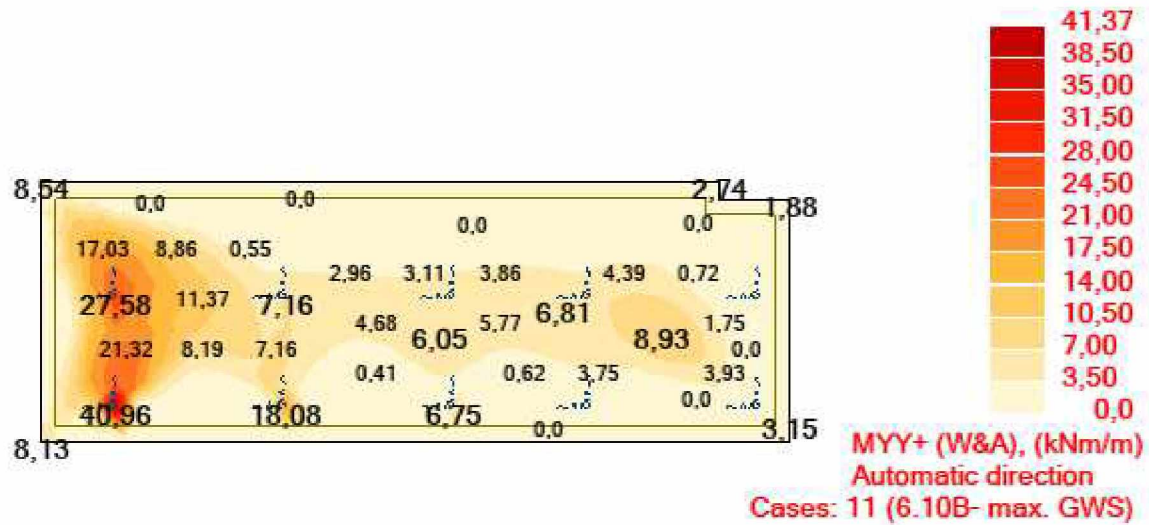
6.1.16.1 Resultaten – MXX+

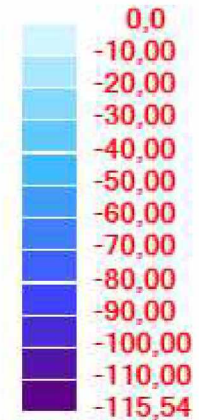
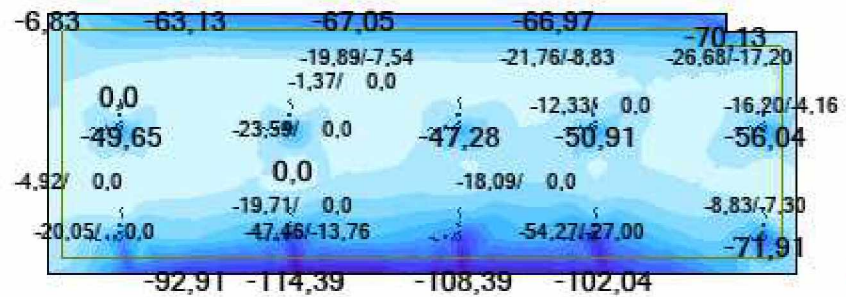




6.1.16.2 Resultaten – MYY+

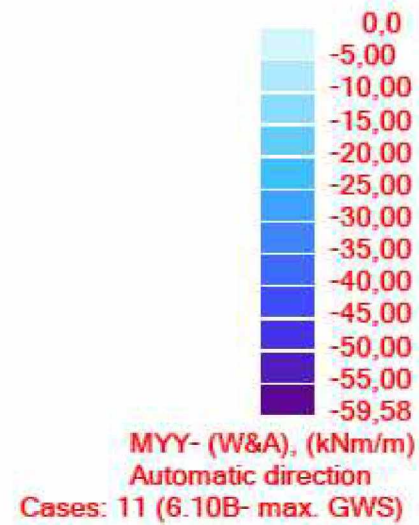
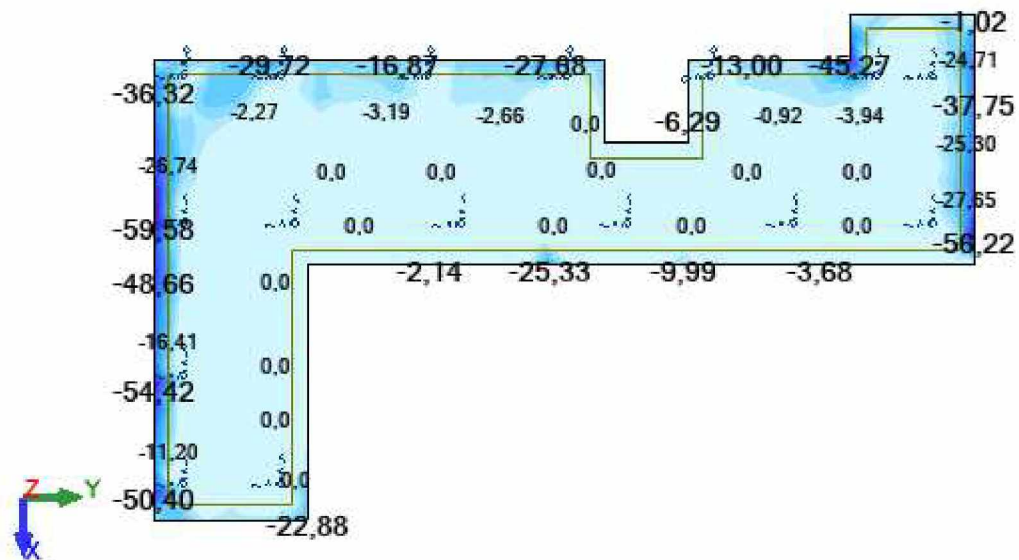


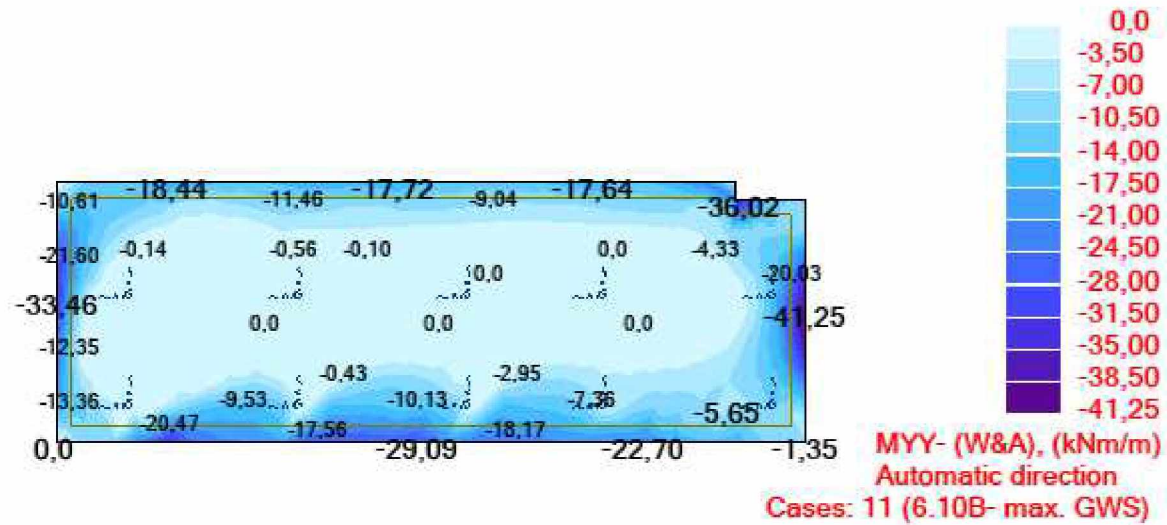




MXX- (W&A), (kNm/m)
Automatic direction
Cases: 6 11

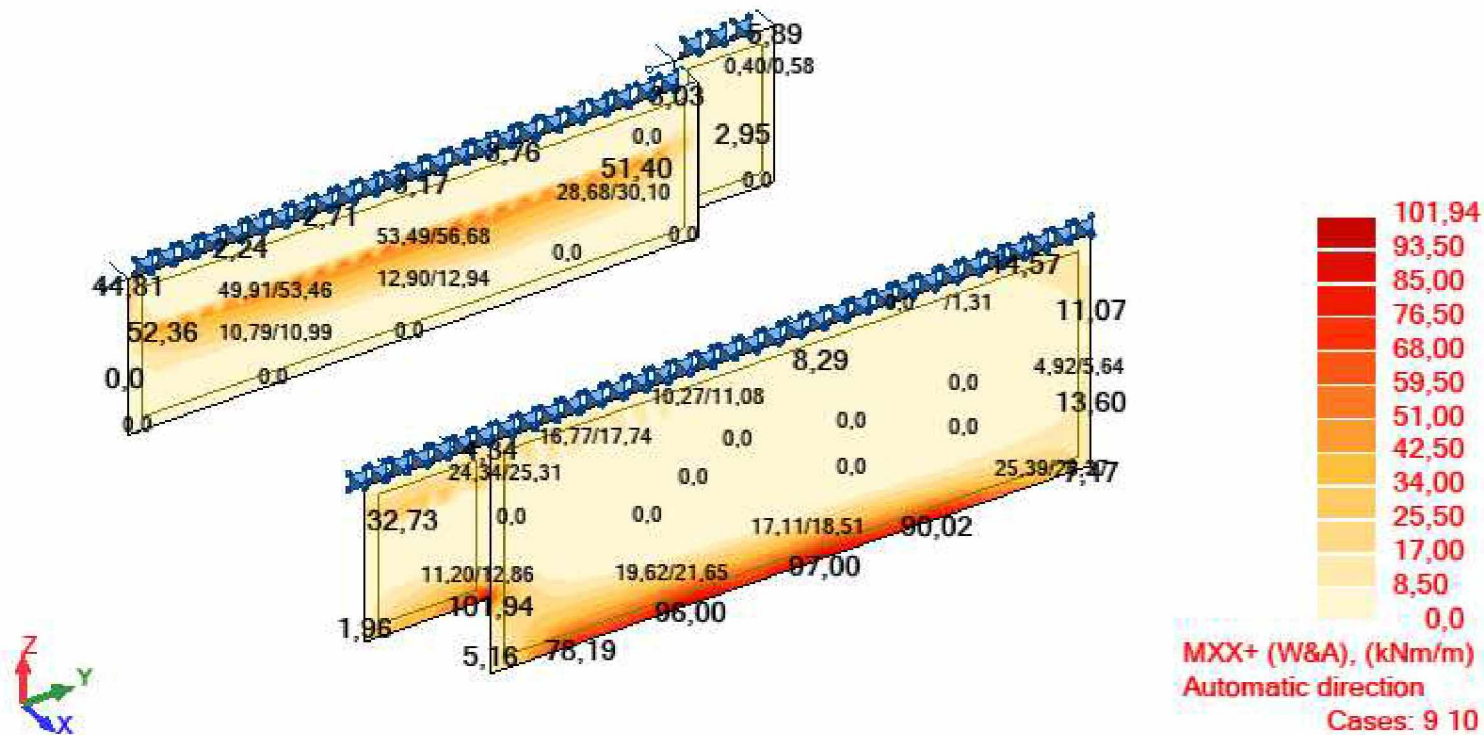
6.1.16.4 Resultaten – MYY-

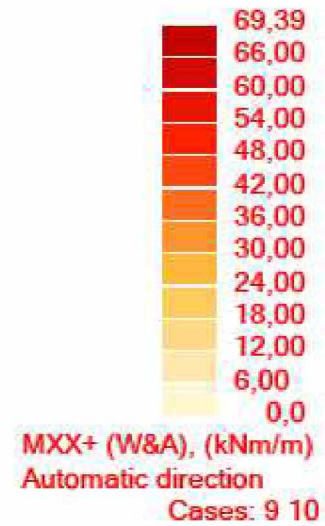
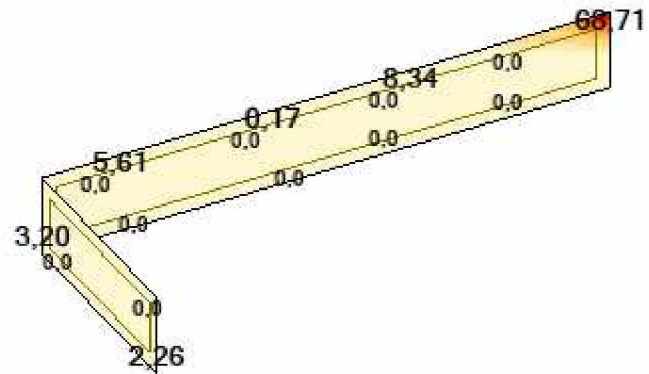




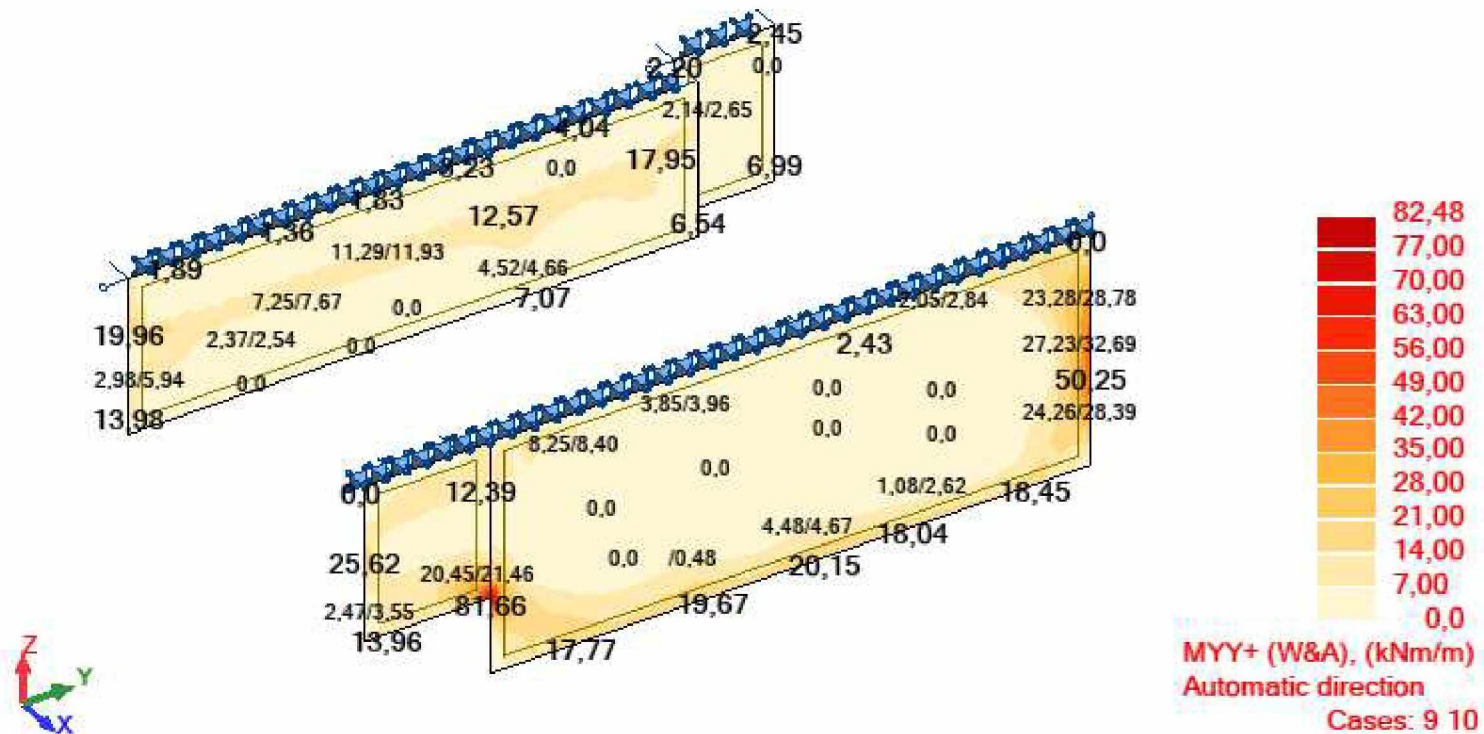
6.1.17 Resultaten – Momenten in wanden minimale grondwaterstand

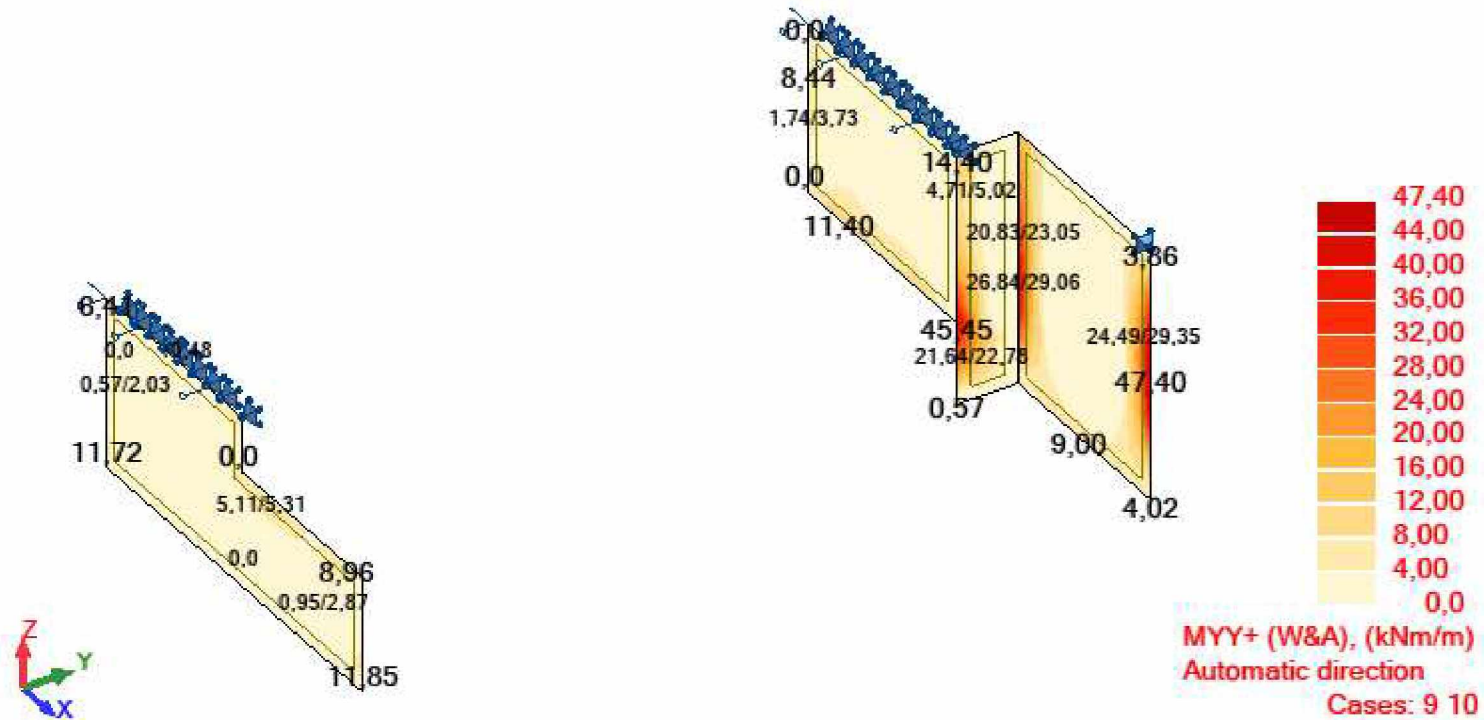
6.1.17.1 Resultaten – MXX+

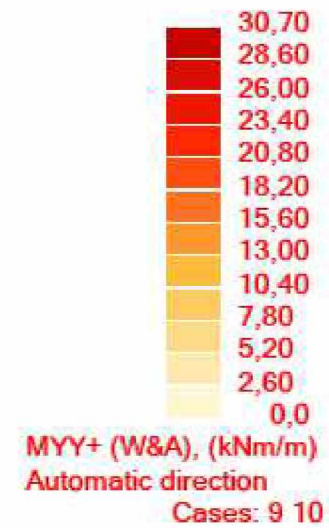
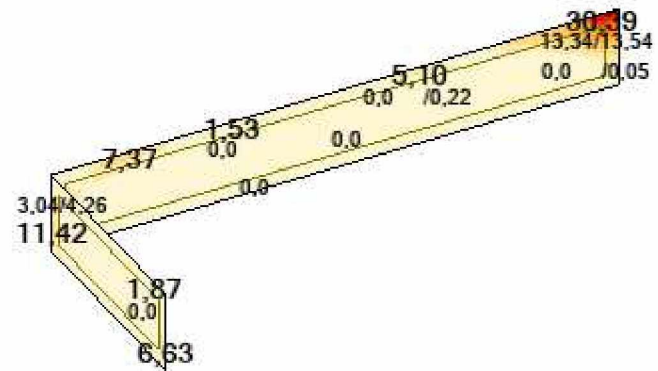




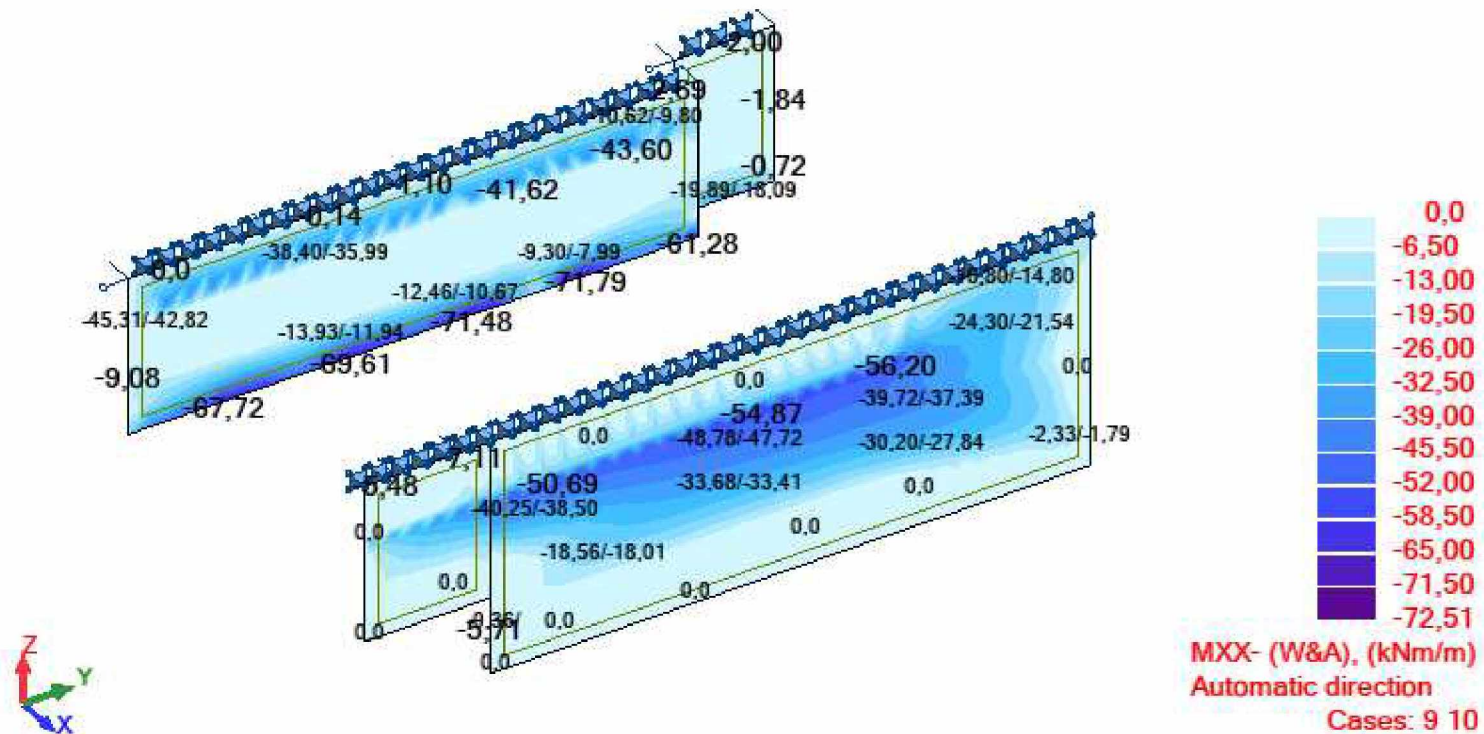
6.1.17.2 Resultaten – MYY+

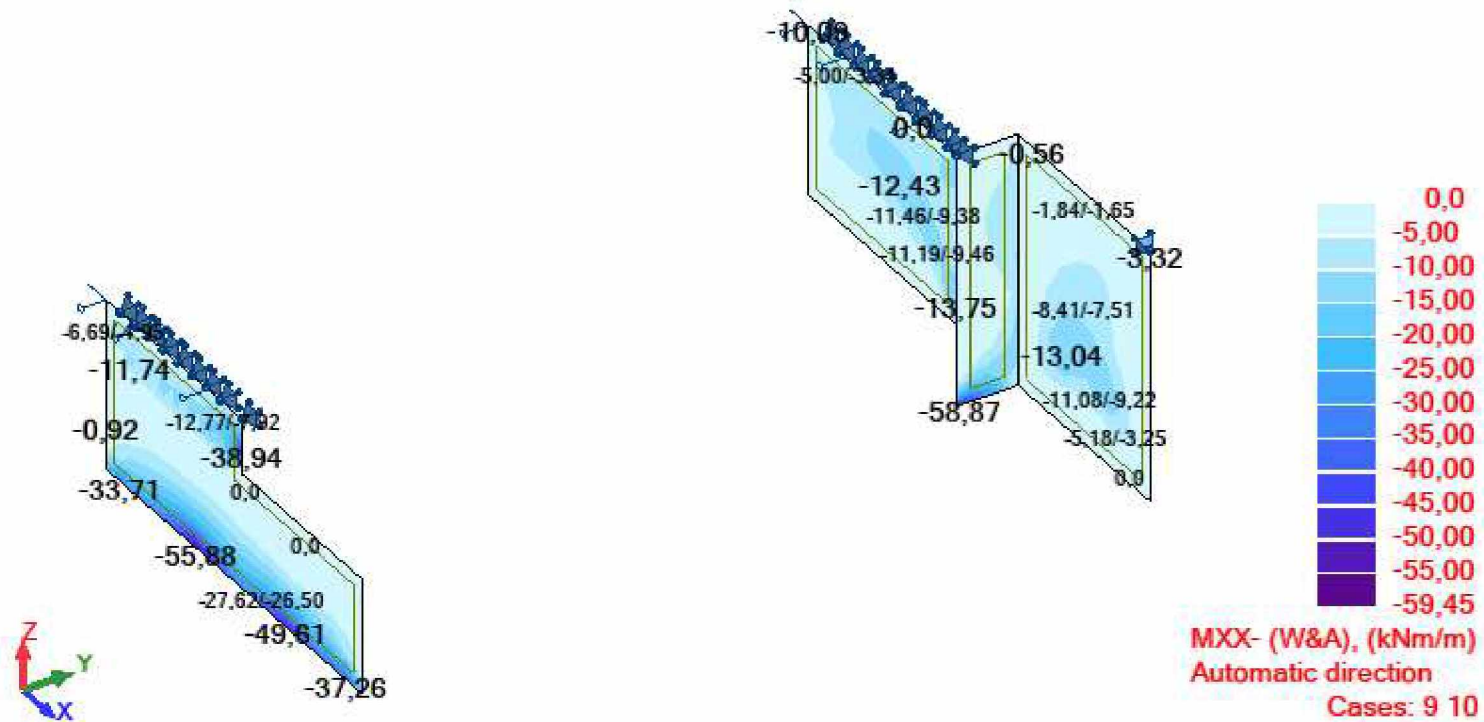


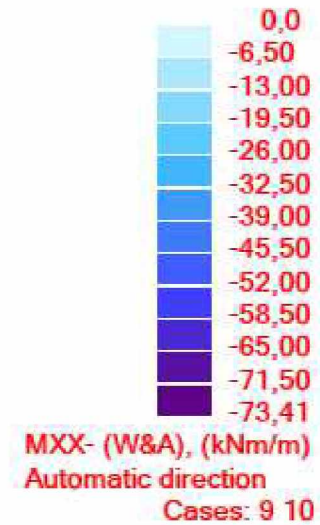
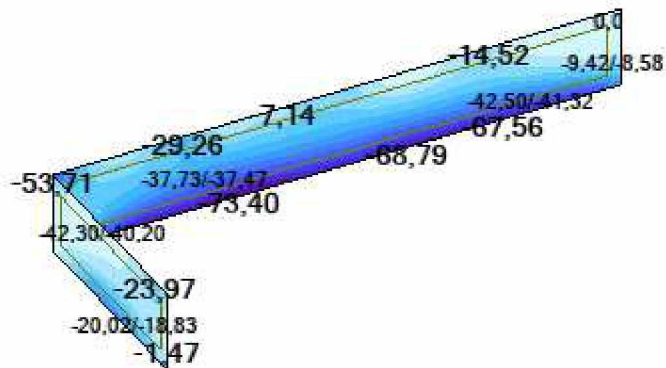




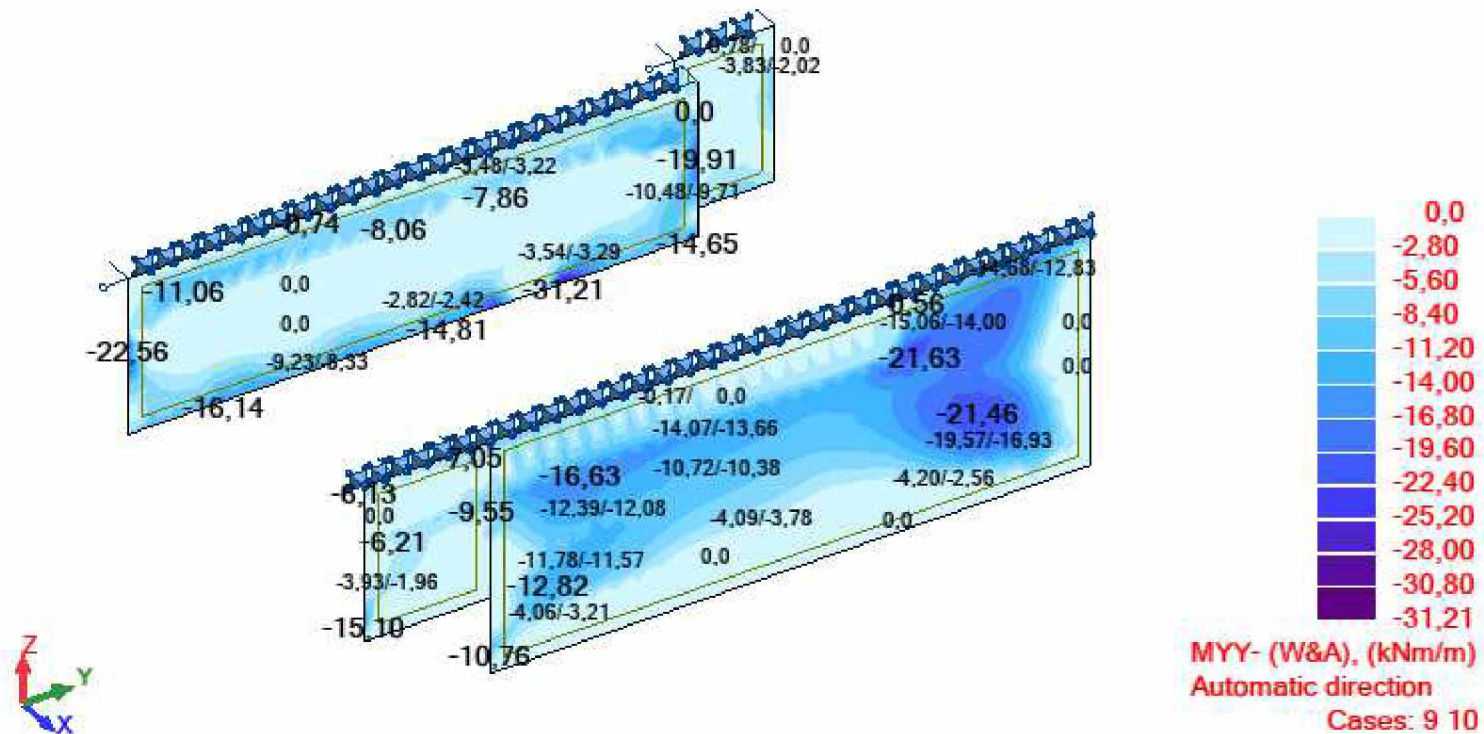
6.1.17.3 Resultaten – MXX-

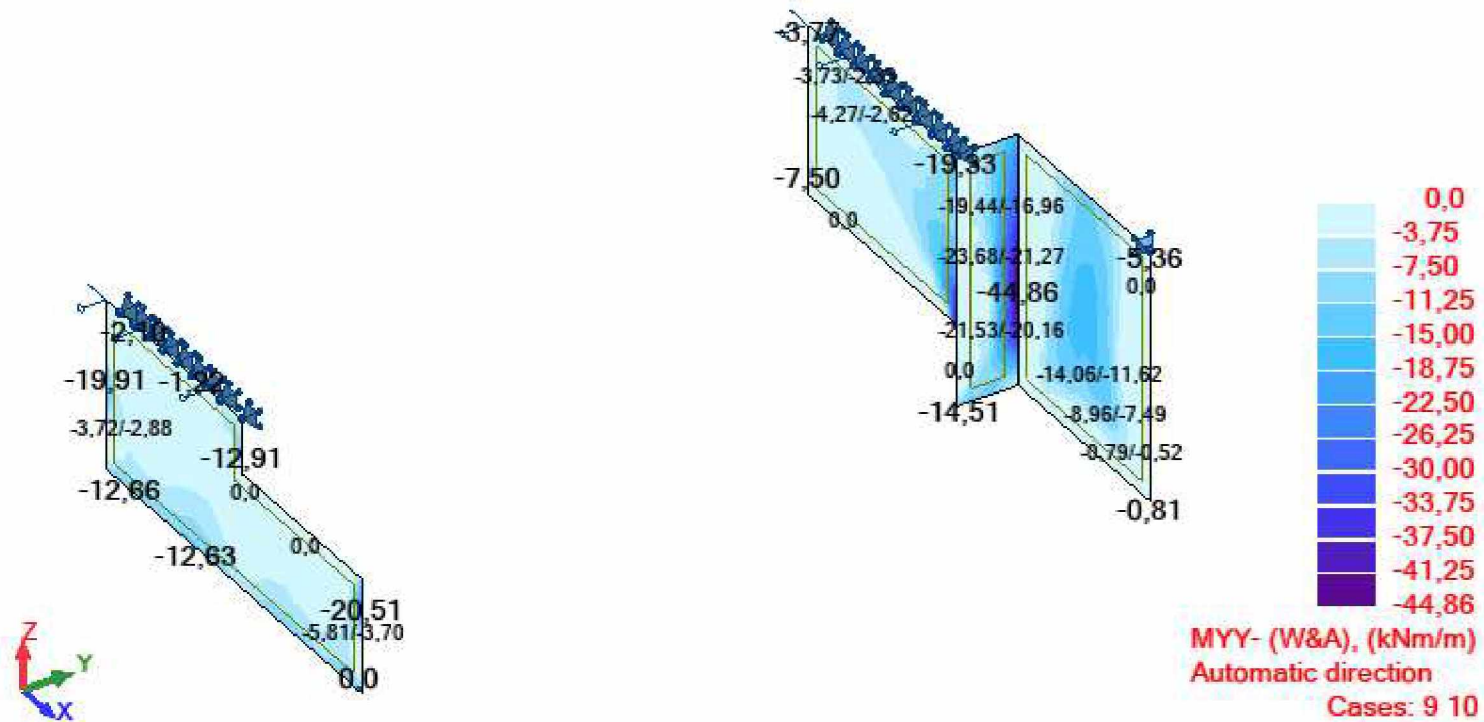


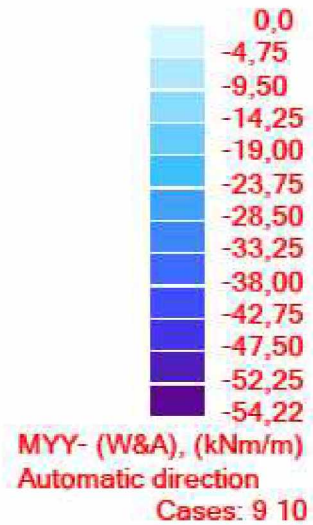
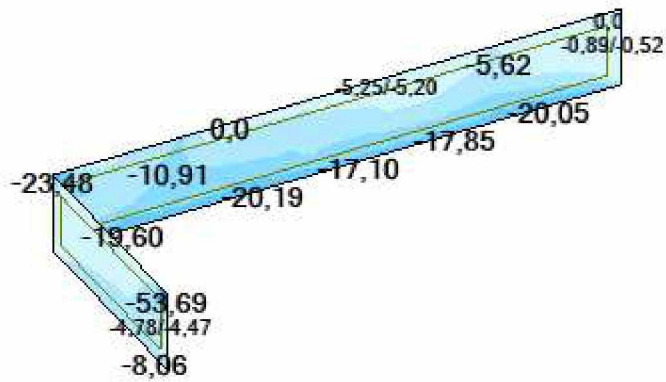




6.1.17.4 Resultaten – MYY-

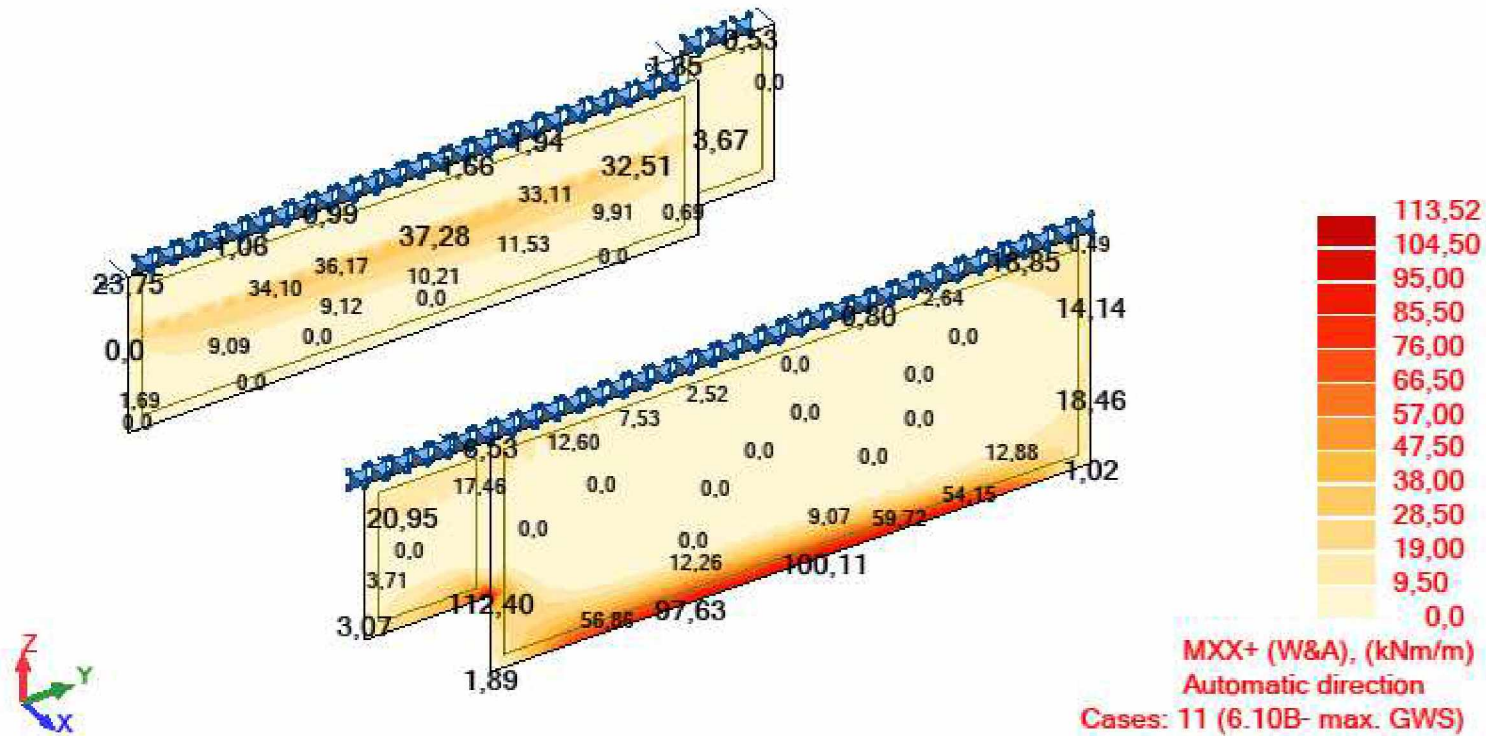


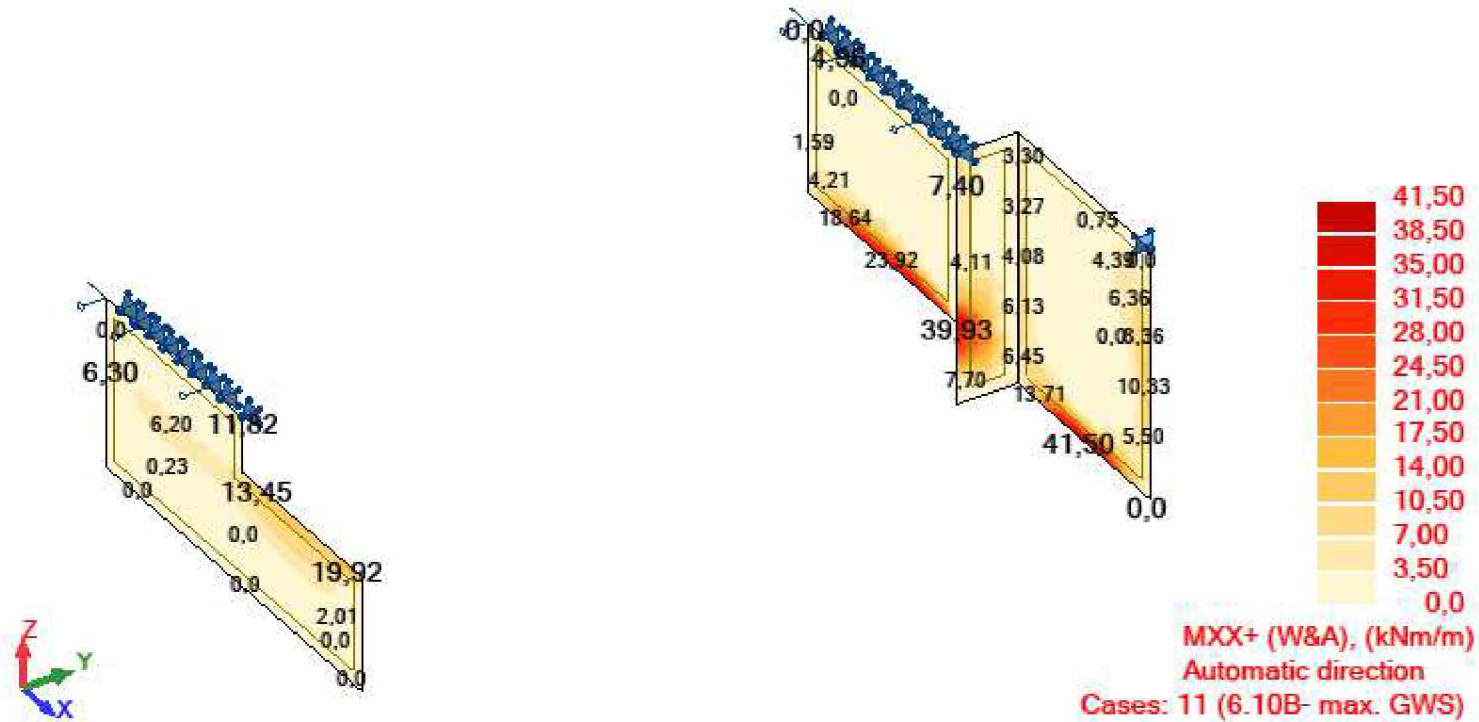


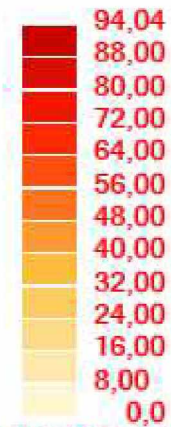
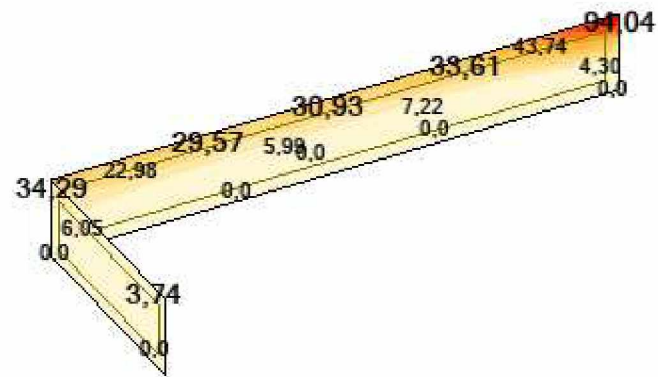


6.1.18 Resultaten – Momenten in wanden maximale grondwaterstand

6.1.18.1 Resultaten – MXX+

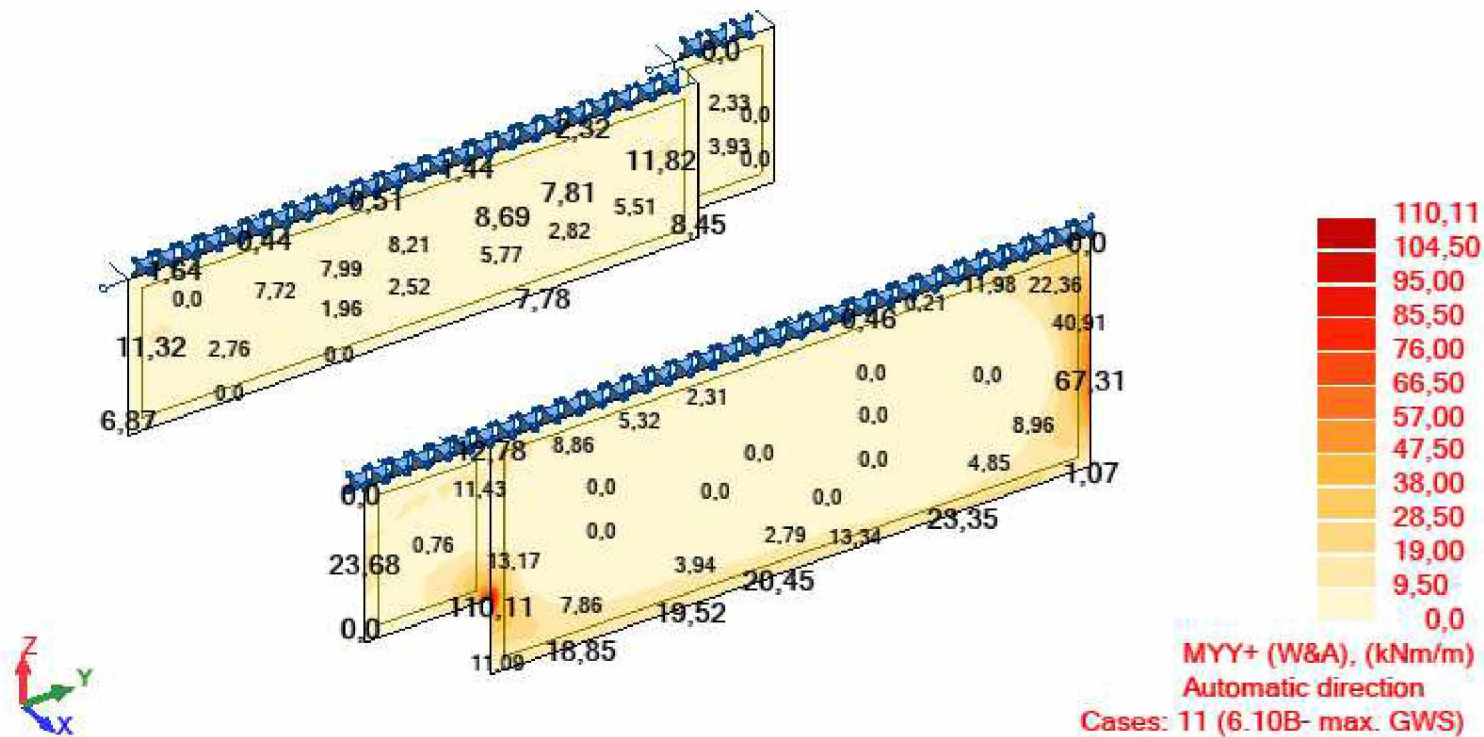


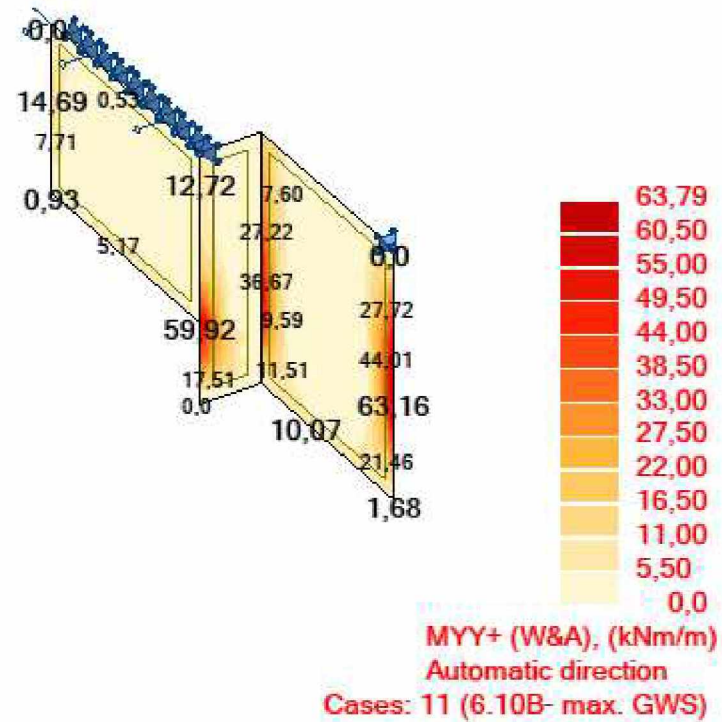
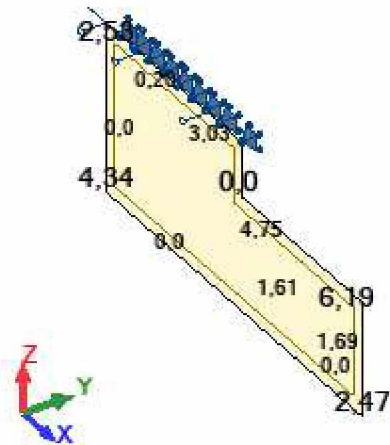


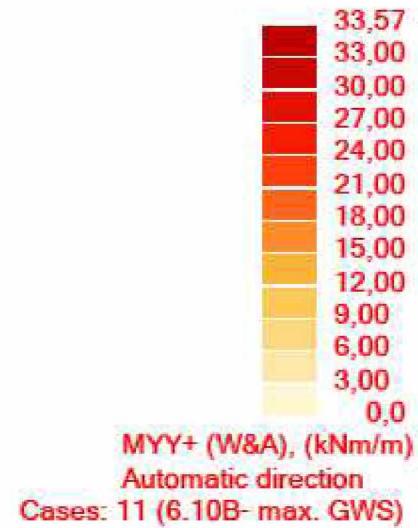
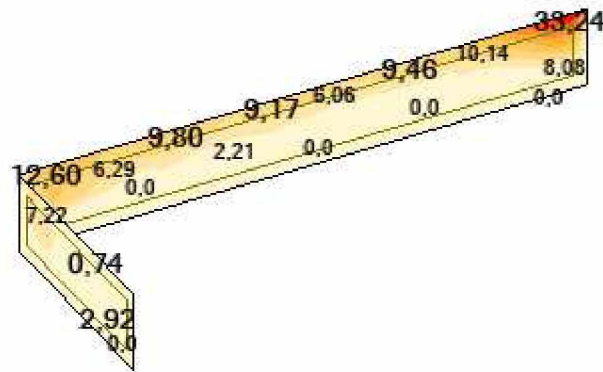


MXX+ (W&A), (kNm/m)
Automatic direction
Cases: 11 (6.10B- max. GWS)

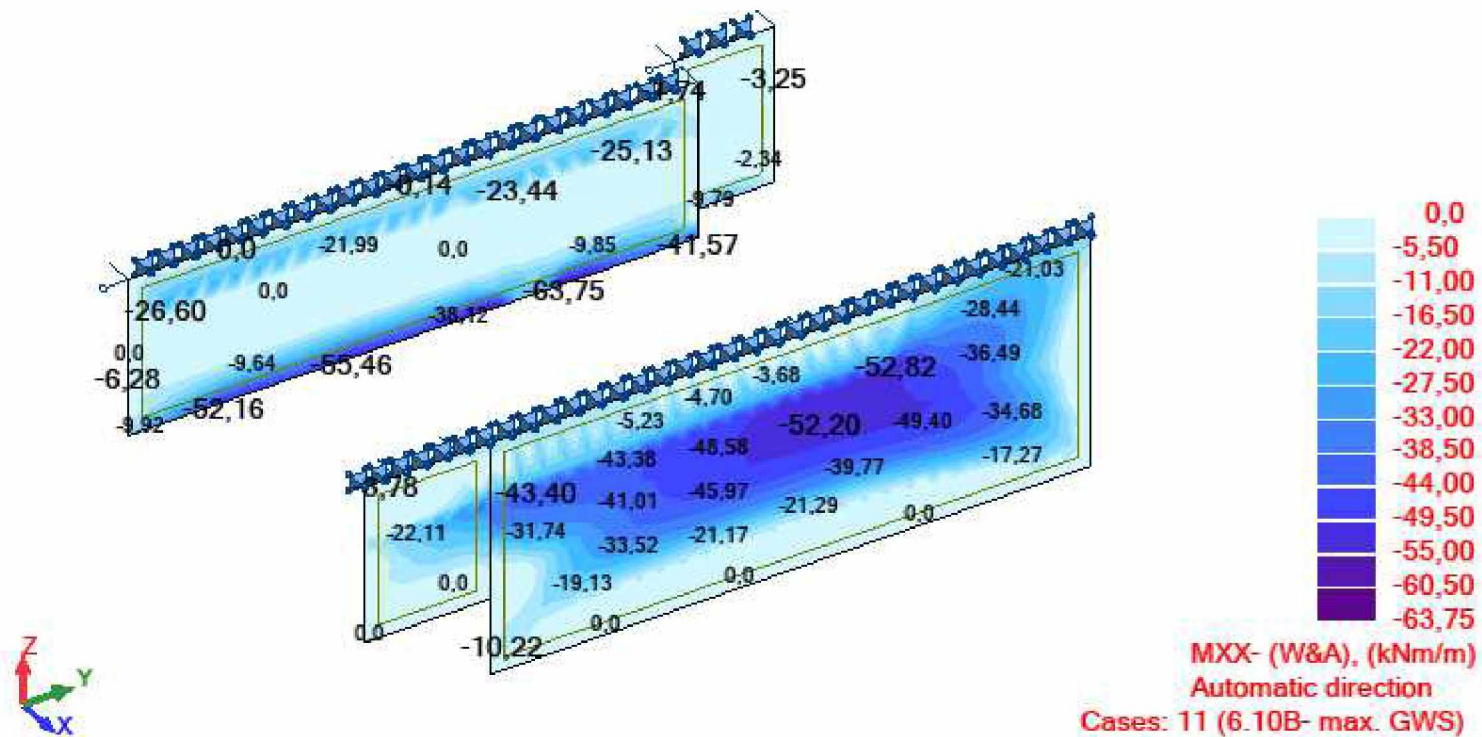
6.1.18.2 Resultaten – MYY+

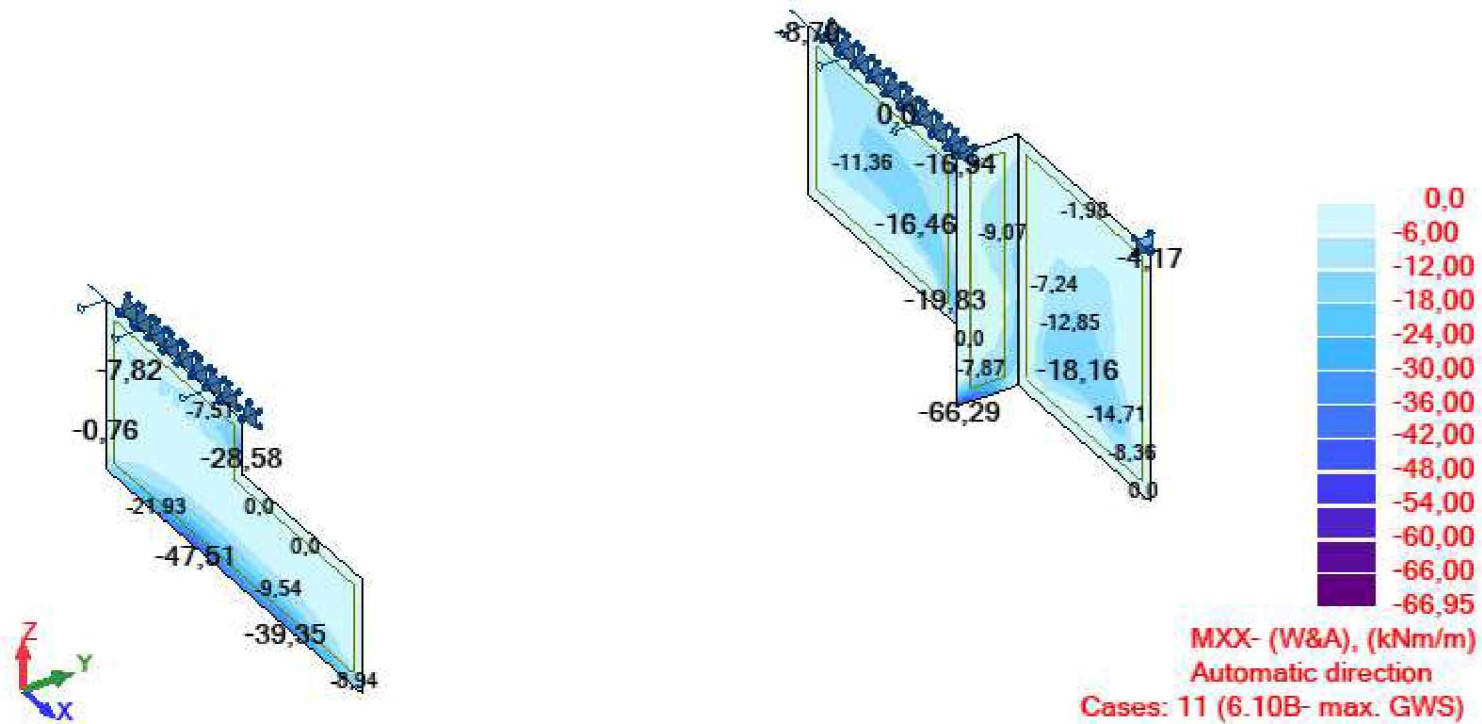


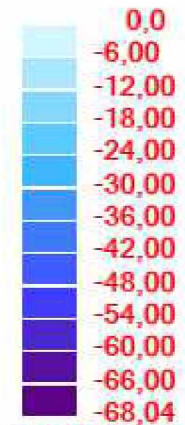
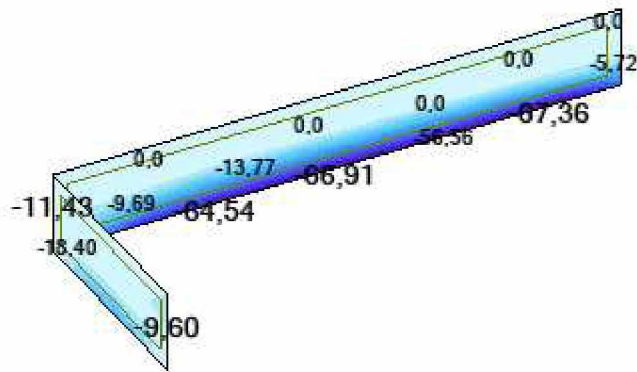




6.1.18.3 Resultaten – MXX-

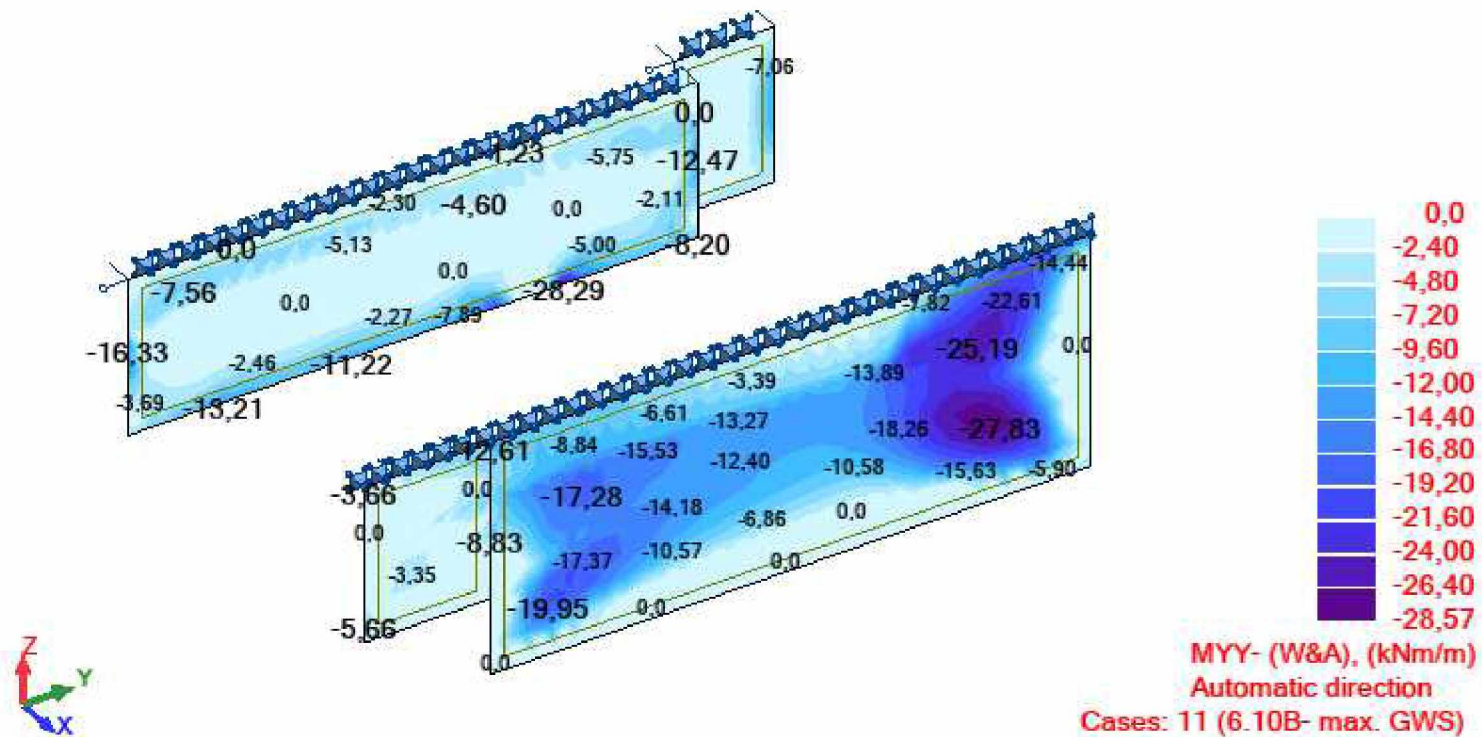


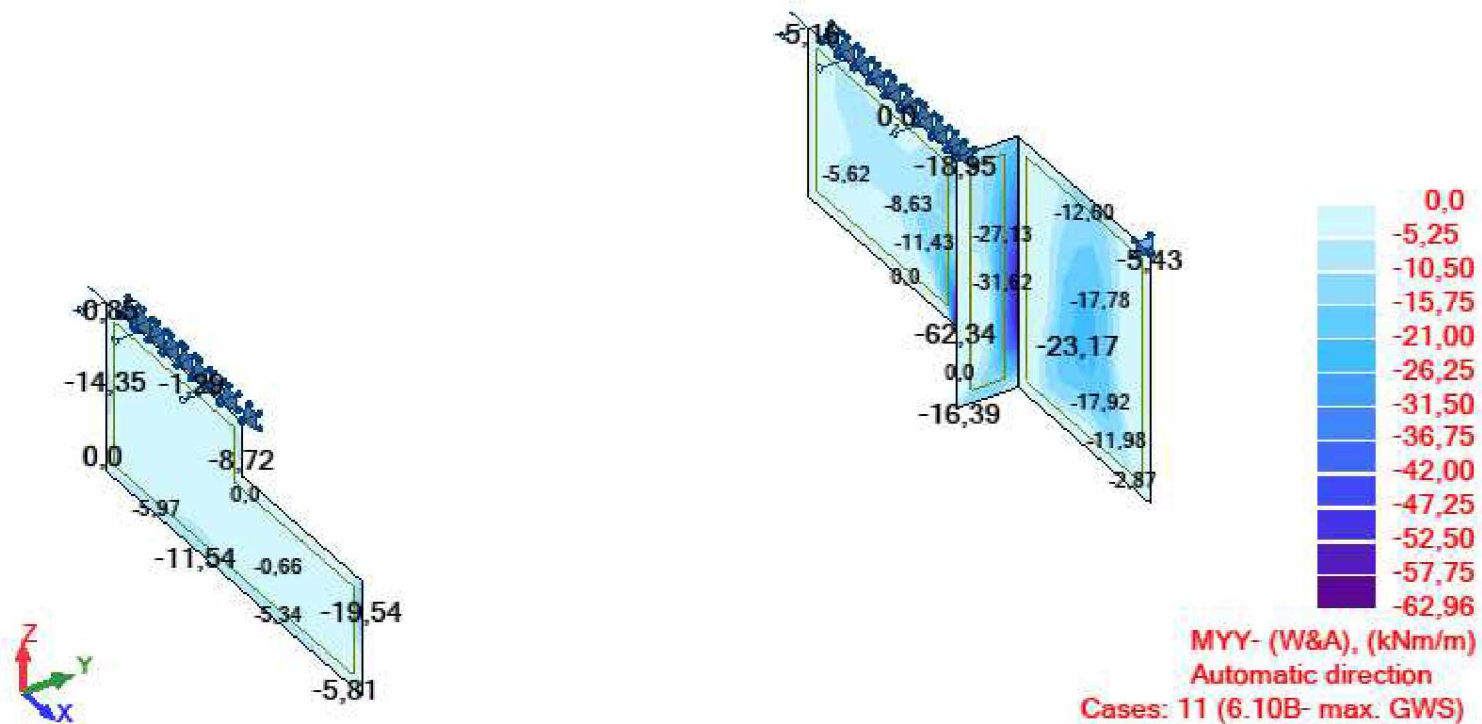


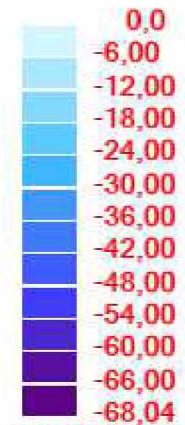
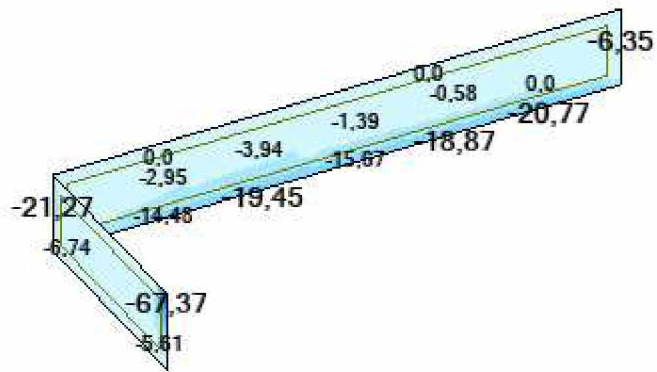


MXX- (W&A), (kNm/m)
Automatic direction
Cases: 11 (6.10B- max. GWS)

6.1.18.4 Resultaten – MYY-





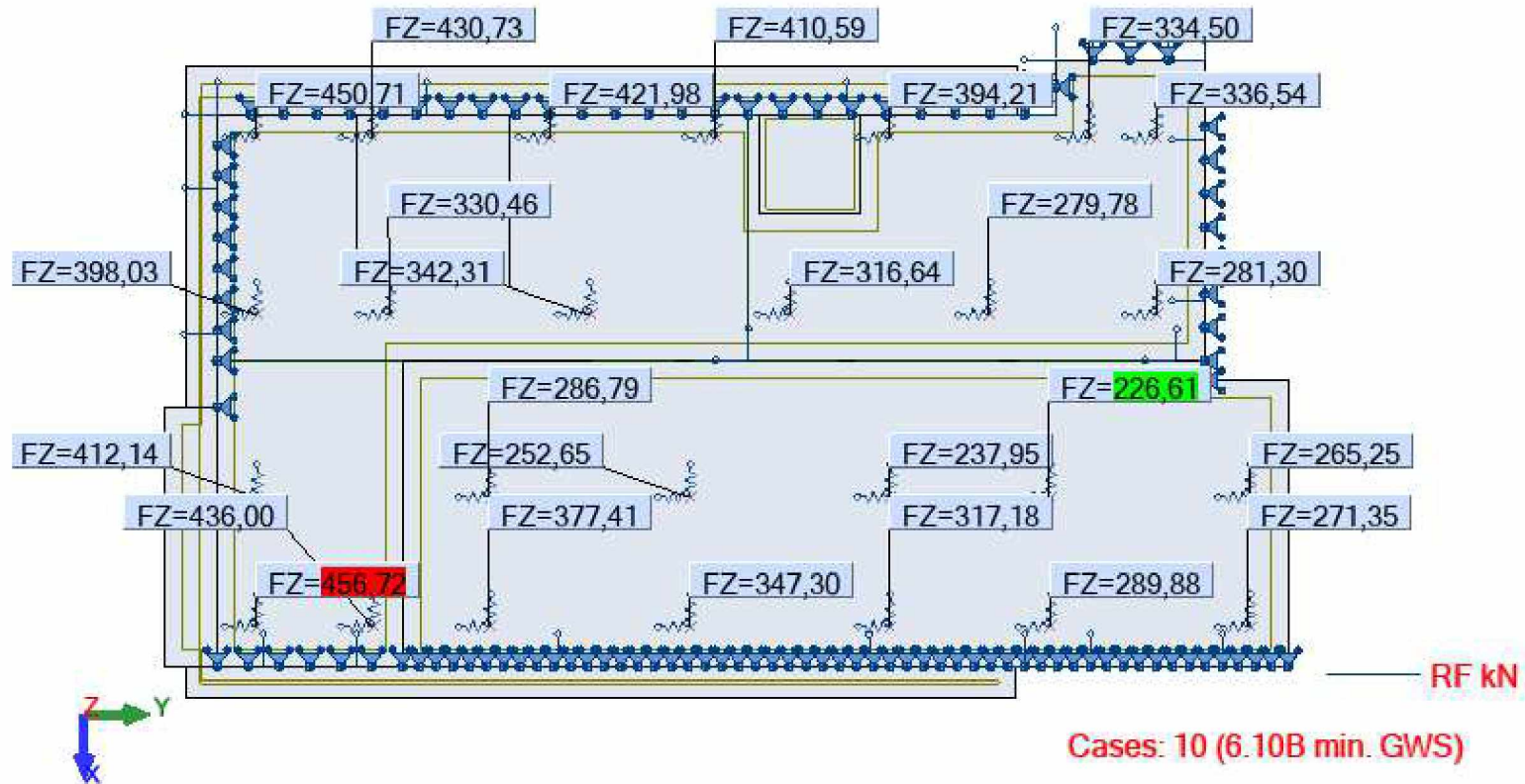


MYY- (W&A), (kNm/m)
Automatic direction
Cases: 11 (6.10B- max. GWS)

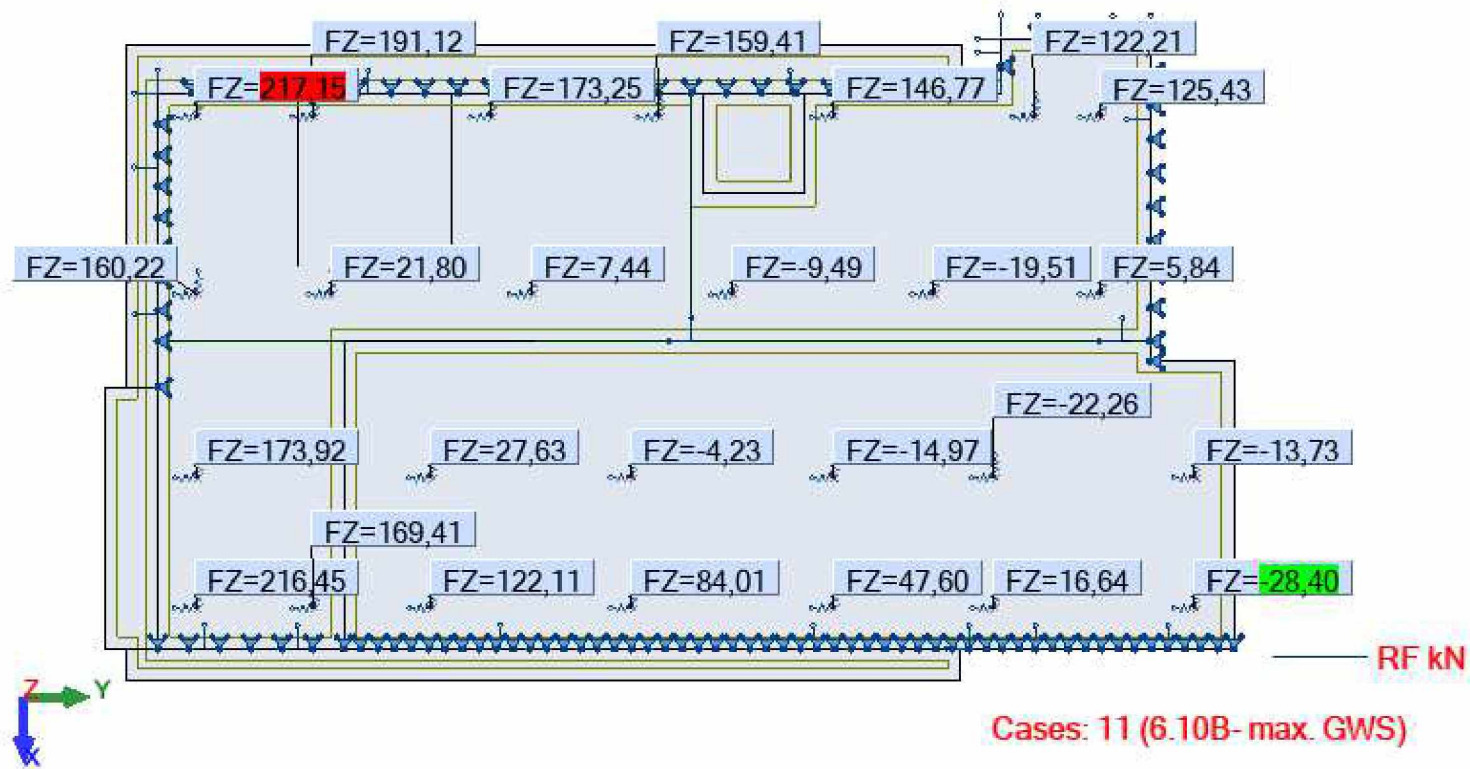


6.1.19 Resultaten – Reactiekrachten

6.1.19.1 Eindfase – minimale grondwaterstand

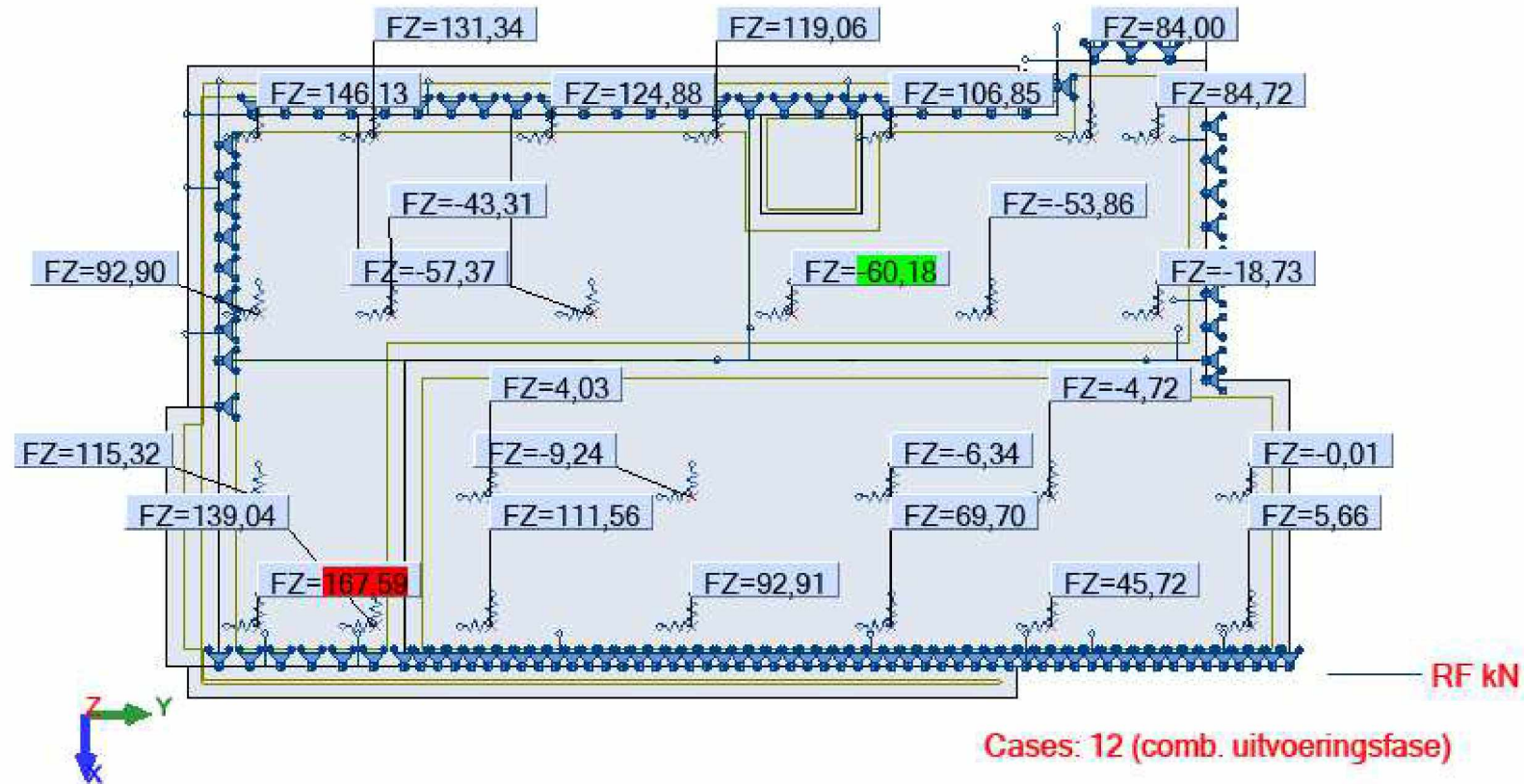


6.1.19.2 Eindfase – maximale grondwaterstand



29 kN ≤ 72 kN, volstaat

6.1.19.3 Uitvoeringsfase



61 kN ≤ 72 kN, volstaat

6.1.20 Resultaten – Wapening keldervloer h=350mm

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- vloerhoogte h	350	mm ¹				
- betonkwaliteit	C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²		
- betonstaalkwaliteit	B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²		
- milieuklasse	XC1	boven	$w_k = 0,20$	mm ¹	$c_{nom}: 12$	$c_{prov}: 25$ mm ¹
	XC4	onder	$w_k = 0,20$	mm ¹	$c_{nom}: 25$	$c_{prov}: 35$ mm ¹
- basiswapening	boven:	Ø 12 - 100			$(A_{s,prov.} = 1131$	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 100			$(A_{s,prov.} = 785$	y-richting 2 ^e laag
- basiswapening	onder:	Ø 10 - 100			$(A_{s,prov.} = 785$	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 100			$(A_{s,prov.} = 785$	y-richting 2 ^e laag
- nuttige hoogten	$d_{boven,x}$	=	$350 - 25 - \frac{1}{2} \cdot 12$	=	319	mm ¹
	$d_{boven,y}$	=	$350 - 25 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	308	mm ¹
- nuttige hoogten	$d_{onder,x}$	=	$350 - 35 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	310	mm ¹
	$d_{onder,y}$	=	$350 - 35 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	300	mm ¹

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 1131 \cdot 435 \cdot (319 - ((14 \cdot 1131 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 150,67 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (x-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (308 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 102,15 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (y-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (310 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 102,83 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (x-richting onder)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (300 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 99,42 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (y-richting onder)}$$

Berekening benodigde bijlegwapening:

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (308 - \sqrt{(308^2 - ((56 \cdot 80,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 611 \text{ mm}^2 \rightarrow 611 - 785 = -174 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } 2 \text{ } \varnothing 12 \text{ (} A_{s,bij} = 226 \text{ mm}^2)$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (310 - \sqrt{(310^2 - ((56 \cdot 120,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 921 \text{ mm}^2 \rightarrow 921 - 785 = 136 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } 5 \text{ } \varnothing 12 \text{ (} A_{s,bij} = 565 \text{ mm}^2)$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{kopt.} = (3,4 \cdot 25 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 12,00 / 0,02011) \cdot \max\{((215 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,02011)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,02011)) / 200000\}; 0,6 \cdot 215 / 200000 = 0,140 \text{ mm} < 2 \cdot 0,2 = 0,400 \text{ mm}$$

$$w_{kopt.} = (3,4 \cdot 37 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,39 / 0,01677) \cdot \max\{((220 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01677)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01677)) / 200000\}; 0,6 \cdot 220 / 200000 = 0,166 \text{ mm} < 2 \cdot 0,2 = 0,400 \text{ mm}$$

$$w_{kopt.} = (3,4 \cdot 37 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,00 / 0,01181) \cdot \max\{((245 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01181)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01181)) / 200000\}; 0,6 \cdot 245 / 200000 = 0,198 \text{ mm} < 2 \cdot 0,2 = 0,400 \text{ mm}$$

$$w_{kopt.} = (3,4 \cdot 35 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,75 / 0,02156) \cdot \max\{((249 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,02156)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,02156)) / 200000\}; 0,6 \cdot 249 / 200000 = 0,192 \text{ mm} < (35 / 25) \cdot 0,2 = 0,280 \text{ mm}$$

$$w_{kopt.} = (3,4 \cdot 35 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,75 / 0,02312) \cdot \max\{((176 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,02312)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,02312)) / 200000\}; 0,6 \cdot 176 / 200000 = 0,117 \text{ mm} < (35 / 25) \cdot 0,2 = 0,280 \text{ mm}$$

$$w_{kopt.} = (3,4 \cdot 35 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,00 / 0,01232) \cdot \max\{((258 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01232)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01232)) / 200000\}; 0,6 \cdot 258 / 200000 = 0,200 \text{ mm} < (35 / 25) \cdot 0,2 = 0,280 \text{ mm}$$

6.1.21 Resultaten – Wapening vloer h=150mm

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- vloerhoogte h	150	mm ¹				
- betonkwaliteit	C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²		
- betonstaalkwaliteit	B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²		
- milieuklasse	XC1	boven	$w_k = 0,40$	mm ¹	$c_{nom}: 10$	$c_{prov}: 25$ mm ¹
	XC1	onder	$w_k = 0,40$	mm ¹	$c_{nom}: 10$	$c_{prov}: 35$ mm ¹
- basiswapening	boven:	Ø 8 - 150			$(A_{s,prov.} = 335$	x-richting 1 ^e laag
		Ø 8 - 150			$(A_{s,prov.} = 335$	y-richting 2 ^e laag
- basiswapening	onder:	Ø 10 - 150			$(A_{s,prov.} = 524$	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 150			$(A_{s,prov.} = 524$	y-richting 2 ^e laag
- nuttige hoogten	$d_{boven,x}$	=	$150 - 25 - \frac{1}{2} \cdot 8$	=	121	mm ¹
	$d_{boven,y}$	=	$150 - 25 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 8$	=	113	mm ¹
- nuttige hoogten	$d_{onder,x}$	=	$150 - 35 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	110	mm ¹
	$d_{onder,y}$	=	$150 - 35 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	100	mm ¹

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 335 \cdot 435 \cdot (121 - ((14 \cdot 335 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 17,08 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (x-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 335 \cdot 435 \cdot (113 - ((14 \cdot 335 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 15,92 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (y-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 524 \cdot 435 \cdot (110 - ((14 \cdot 524 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 23,73 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (x-richting onder)}$$

$$M_{Rd} = 524 \cdot 435 \cdot (100 - ((14 \cdot 524 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

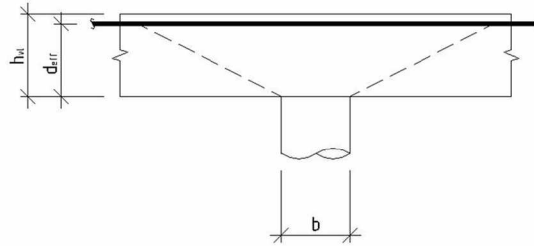
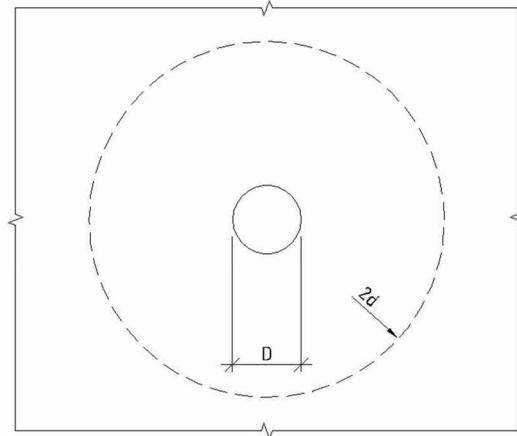
$$= 21,45 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (y-richting onder)}$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{koptr.} = (3,4 \cdot 45 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,00 / 0,01849) \cdot \max\{((296 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01849)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01849)) / 200000\}; 0,6 \cdot 296 / 200000\} = 0,277 \text{ mm} < 2 \cdot 0,4 = 0,800 \text{ mm}$$

6.1.22 Resultaten – Pons

Pons middenkolom:



belasting vanuit de vloer:	rekenwaarde	=	500 kN	
	excentriciteit belasting	=	0 mm ¹	
	factor t.b.v. excentriciteit β	=	1,15	
eigenschappen vloer	betonkwaliteit	=	C30/37	
geometrie vloerdikte	hoogte van de vloer h_v	=	350 mm ¹	
eigenschappen ondersteuning:	vorm	=	rond	
	diameter D	=	180 mm ¹	
			0	
aanwezige wapening:	wapening:	=	B500B	
	dekking op wapening	=	25 mm ¹	
in X-richting	basis vloerwapening	=	12 mm ¹	100 h.o.h.
	bijlegwapening	=	0 mm ¹	0 st.
in Y-richting	basis vloerwapening	=	10 mm ¹	100 h.o.h.
	bijlegwapening	=	0 mm ¹	0 st.
Controle 1^o periferie				
rekenwaarde van de pons schuifspanning	V_{Ed}	=	0,41 N/mm ²	
ponsweerstand zonder ponswapening	$V_{Rd,c}$	=	0,46 N/mm ²	geen ponswapening nodig

6.1.23 Resultaten – Kolomwapening

Beton kolom						
Belastingen		F_{Ed}	550 kN	M_{Ed01}	0 kNm	
		F_{qp}	426 kN	M_{Ed02}	0 kNm	
Eigenschappen kolom:		lengte - kniklengte:	L 2950 mm	L_0	2950 mm	
		hoogte - breedte:	h 250 mm	b	540 mm	
				A_c	135000 mm ²	
Betonkwaliteit:		betonkwaliteit C30/37	f_{cd} 20,00 N/mm ²			
		staalkwaliteit B500	f_{yd} 435 N/mm ²			
		milieuklasse XC1	c 40 mm			
Wapening:		\emptyset	aantal	positie	hoh	$A_{s,prov}$
		trek 10 mm	4 stuks	53 mm	145 mm	314 mm ²
		druk 10 mm	4 stuks	197 mm	145 mm	314 mm ²
		zij mm	stuks		154 mm	0 mm ²
		beugel 8 mm	26 stuks		120 mm	
		$A_{s,min}$	270 mm ²	0,002 %		
		$A_{s,prov}$	628 mm ²	0,005 %		
		$A_{s,max}$	5400 mm ²	0,040 %		
Vereenvoudigde criteria voor tweede-orde-effecten:						
		fictieve dikte	h_0 171 mm	$\varphi(\infty, t_0)$ 2,10	φ_{ef} 1,63	
		wapeningsverhouding	ω 0,10		r_m 1,00	
		variabele	A 0,75	B 1,097	C 0,700	
		slankheid	λ 40,88 ≤	25,66	2e-orde berekening	
Tweede orde berekening:						
		$1+\omega$	n_u 1,10	n_{bal} 0,40	β 0,23	
		correctiefactor	K_r 1,000 ≤ 1			
		kruiptfactor	K_{φ} 1,37 ≥ 1			
		eerste-orde excentriciteit	e_0 0 mm	M_{0Ed}	0 kNm	
		tweede-orde excentriciteit	e_2 30 mm	M_{2Ed}	16 kNm	
		imperfecties	e_i 7 mm +	M_{1Ed}	4 kNm +	
		totale excentriciteit	e_{midden} 37 mm	$M_{Ed,midden}$	20 kNm	
				$M_{Ed,max}$	20 kNm	
		minimumexcentriciteit	e_{min} 20 mm	M_{min}	11 kNm	
Waardes uit GTB 2010 tabel:						
		a/h	0,21			
		f_{cd} / f_{yd} 0,046	$N_{Ed} / (f_{cd} A_c)$ 0,20	$M_{Ed} / (f_{cd} * b * h^2)$	0,03	
$\rho(a/h=0,1)$	0	$\rho(a/h=0,15)$	0	$\rho(a/h=0,21)$	0,00	ρ 0,00 %
		oppervlak benodigd	$A_{s,rqd}$ 0 mm ²	voldoet		

kenmerk: C21035-BR-003

datum: 29 juni 2022

blad: 96 / 110

Brandcontrole

Brandwerendheidsklasse	R30	$M_{Ed01,fi}$	0 kNm
		$M_{Ed02,fi}$	0 kNm

Eigenschappen kolom:	lengte - kniklengte:	L	2950 mm	$L_{0,fi}$	2950 mm
	hoogte - breedte:	h_{fi}	230 mm	b_{fi}	520 mm
	reductie beton hoeken	$A_{c,red}$	1800 mm ²	$A_{c,fi}$	117800 mm ²

Wapening:		trekzone		drukzone	
	wapeningstaal temperatuur		400 °C		400 °C
	reductiefactor	$k_s(\theta)$	0,7	$k_s(\theta)$	0,7
	treksterkte	$f_{yd,fi}$	350 N/mm ²	$f_{yd,fi}$	350 N/mm ²

Vereenvoudigde criteria voor tweede-orde-effecten:

fictieve dikte	$h_{0,fi}$	157 mm	$\varphi(\infty, t_0)$	2,10	φ_{ef}	1,63
wapeningsverhouding	ω	0,06	$N_{qp}/(f_{ck}A_c)$	0,12	r_m	1,00
variabele	A	0,75	B	1,060	C	0,700
slankheid	λ	44,10	$\leq \lambda_{lim}$	32,24	2e-orde berekening	

Figuur 3.1

Tweede orde berekening:

$1+\omega$	n_u	1,06	n_{bal}	0,40	β	0,21
correctiefactor	K_r	1,000	≤ 1			
kruihfactor	K_φ	1,34	≥ 1			
eerste-orde excentriciteit	e_0	0 mm		M_{0Ed}	0 kNm	
tweede-orde excentriciteit	e_2	30 mm		M_{2Ed}	13 kNm	
imperfecties	e_i	5 mm +		M_{1Ed}	2 kNm +	
totale excentriciteit	e_{midden}	35 mm		$M_{Ed,midden}$	15 kNm	
				$M_{Ed,max}$	15 kNm	
minimumexcentriciteit	e_{min}	20 mm		M_{min}	9 kNm	

Waardes uit GTB 2010 tabel:

		a/h	0,23			
	f_{ck}/f_{yk}	0,086	$N_{qp}/(f_{ck}A_c)$	0,12	$M_{Ed}/(f_{ck}*b*h^2)$	0,02
$\rho(a/h=0,1)$	0,00	$\rho(a/h=0,15)$	0	$\rho(a/h=0,23)$	0,00	ρ
	oppervlak benodigd	$A_{s,rqd}$	0 mm ²		voldoet	

6.1.24 Resultaten – Wandwapening

6.1.24.1 Verdiepte bak

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- vloerhoogte	h	250	mm ¹				
- betonkwaliteit	C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²			
- betonstaalkwaliteit	B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²			
- milieuklasse	XD3	boven	$w_k = 0,20$	mm ¹	$c_{nom} = 35$	mm ¹	$c_{prov} = 35$
		onder	$w_k = 0,20$	mm ¹	$c_{nom} = 25$	mm ¹	$c_{prov} = 30$
- basiswapening	boven:	Ø 12 - 100			($A_{s,prov.} = 1131$	mm ²)	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 100			($A_{s,prov.} = 785$	mm ²)	y-richting 2 ^e laag
- basiswapening	onder:	Ø 12 - 75			($A_{s,prov.} = 1508$	mm ²)	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 100			($A_{s,prov.} = 785$	mm ²)	y-richting 2 ^e laag
- nuttige hoogten	$d_{boven,x}$	=	$250 - 35 - \frac{1}{2} \cdot 12$	=	209	mm ¹	
	$d_{boven,y}$	=	$250 - 35 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	198	mm ¹	
- nuttige hoogten	$d_{onder,x}$	=	$250 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 12$	=	214	mm ¹	
	$d_{onder,y}$	=	$250 - 30 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	203	mm ¹	

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 1131 \cdot 435 \cdot (209 - ((14 \cdot 1131 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 96,55 \text{ kN-m (x-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (198 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 64,59 \text{ kN-m (y-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 1508 \cdot 435 \cdot (214 - ((14 \cdot 1508 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 129,22 \text{ kN-m (x-richting onder)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (203 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 66,30 \text{ kN-m (y-richting onder)}$$

Berekening benodigde bijlegwapening:

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (214 - \sqrt{(214^2 - ((56 \cdot 100,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 1143 \text{ mm}^2 \rightarrow 1143 - 1508 = -365 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } 0 \text{ } \emptyset 12 \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (214 - \sqrt{(214^2 - ((56 \cdot 74,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 831,4 \text{ mm}^2 \rightarrow 831 - 1508 = -677 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } 0 \text{ } \emptyset 12 \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (203 - \sqrt{(203^2 - ((56 \cdot 44,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 512,9 \text{ mm}^2 \rightarrow 513 - 785 = -272 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 30 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 12,00 / 0,0352) \cdot \max \{ ((204 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,0352)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,0352)) / 200000; 0,6 \cdot 204 / 200000 \} = 0,131 \text{ mm} < (30 / 25) \cdot 0,2 = 0,240 \text{ mm}$$

$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 42 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,00 / 0,0191) \cdot \max \{ ((238 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,0191)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,0191)) / 200000; 0,6 \cdot 238 / 200000 \} = 0,197 \text{ mm} < (42 / 25) \cdot 0,2 = 0,336 \text{ mm}$$

6.1.24.2 Souterrain wanden

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- vloerhoogte	h	250	mm ¹				
- betonkwaliteit		C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²		
- betonstaalkwaliteit		B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²		
- milieuklasse		XD3	boven	$w_k = 0,20$	mm ¹	$c_{nom}: 35$	$c_{prov}: 35$ mm ¹
		XC4	onder	$w_k = 0,20$	mm ¹	$c_{nom}: 25$	$c_{prov}: 30$ mm ¹
- basiswapening	boven:	Ø 12 - 100				($A_{s,prov.} = 1131$ mm ²)	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 100				($A_{s,prov.} = 785$ mm ²)	y-richting 2 ^e laag
- basiswapening	onder:	Ø 12 - 75				($A_{s,prov.} = 1508$ mm ²)	x-richting 1 ^e laag
		Ø 10 - 100				($A_{s,prov.} = 785$ mm ²)	y-richting 2 ^e laag
- nuttige hoogten	$d_{boven,x}$	=	$250 - 35 - \frac{1}{2} \cdot 12$	=	209	mm ¹	
	$d_{boven,y}$	=	$250 - 35 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	198	mm ¹	
- nuttige hoogten	$d_{onder,x}$	=	$250 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 12$	=	214	mm ¹	
	$d_{onder,y}$	=	$250 - 30 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 10$	=	203	mm ¹	

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 1131 \cdot 435 \cdot (209 - ((14 \cdot 1131 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 96,55 \text{ kN-m (x-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (198 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 64,59 \text{ kN-m (y-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 1508 \cdot 435 \cdot (214 - ((14 \cdot 1508 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 129,22 \text{ kN-m (x-richting onder)}$$

$$M_{Rd} = 785 \cdot 435 \cdot (203 - ((14 \cdot 785 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 66,30 \text{ kN-m (y-richting onder)}$$

Berekening benodigde bijlegwapening:

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (214 - \sqrt{(214^2 - ((56 \cdot 60,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435));$$

$$= 668,1 \text{ mm}^2 \rightarrow 668 - 1508 = -840 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \quad (A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2)$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (198 - \sqrt{(198^2 - ((56 \cdot 30,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435));$$

$$= 355,5 \text{ mm}^2 \rightarrow 356 - 785 = -429 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \quad (A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2)$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 30 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 12,00 / 0,03706) \cdot \max\{((166 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,03706)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,03706)) / 200000\}; 0,6 \cdot 166 / 200000 = 0,101 \text{ mm} < (30 / 25) \cdot 0,2 = 0,240 \text{ mm}$$

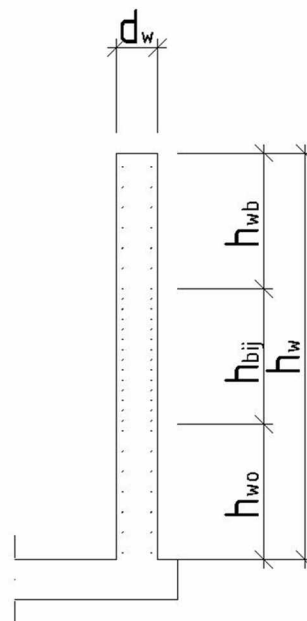
$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 47 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 10,00 / 0,01485) \cdot \max\{((167 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01485)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01485)) / 200000\}; 0,6 \cdot 167 / 200000 = 0,137 \text{ mm} < (47 / 35) \cdot 0,2 = 0,269 \text{ mm}$$

6.1.25 Resultaten – Krimpwapening wand

CUR Rapport 85: Scheurvorming door krimp en temperatuurswisselingen in wanden

met invulling van de NEN-EN 1992

Materiaal eigenschappen:	betonkwaliteit		C30/37	
	wapening		B500B	
Omgevingsfactoren:	milieuklasse		XC4	
		w_{max}	0,2	mm ¹
Afmetingen van de wand:	wand dikte	d_w	250	mm ¹
	wand hoogte	h_w	4950	mm ¹
Gekozen wapening:	diameter basiswapening	\varnothing_{basis}	10	mm ¹
	hart op hart afstand	h.o.h.	100	mm ¹
	doorsnede	A_{s1}	785	mm ²
	diameter bijlegwapening	\varnothing_{bijleg}	12	mm ¹
	hart op hart afstand	h.o.h.	200	mm ¹
	doorsnede	A_{s2}	565	mm ²
	gemiddelde diameter	\varnothing_{gem}	11	mm ¹
	gemiddelde h.o.h.	h.o.h.	67	mm ¹
	totale doorsnede	$A_{s,tot}$	1351	mm ²
Uitgangspunten:	rekverschil wand/Moer	$\Delta\varepsilon_v$	0,0004	
	$0,45 * \Delta\varepsilon_v$	ε_y	0,0002	
	overschreidingskans		5 %	
	factor	β	1,8	
	toelaatbare scheurwijdte	w_{gem}	0,11	mm ¹



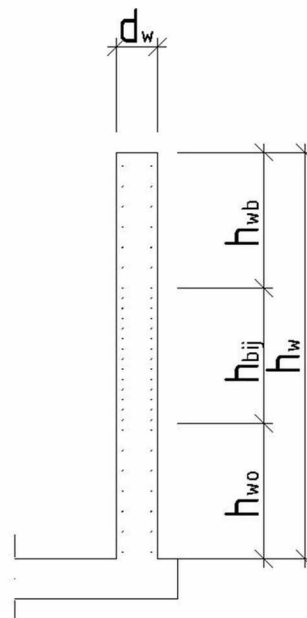
Controle:	vloeien krimpwapening	ω	0,00155	UC ₁	0,49	<	1	ok
	wandwapening benodigd	ω_w	0,00403	UC ₂	0,75	<	1	ok
	wandwapening aanwezig	ω_{prov}	0,00540	UC ₃	0,43	<	1	ok

Positie bijlegwapening:		$\frac{w_{gem}}{\Delta\varepsilon_v * h_w} =$	0,056
		y_v	1878 mm ¹
	hoogte t.o.v. onderkant	h_{wo}	350 mm ¹
	hoogte t.o.v. bovenkant	h_{wb}	845 mm ¹
	hoogte tussen h_{wo} en h_{wb}	h_{bij}	3755 mm ¹

CUR Rapport 85: Scheurvorming door krimp en temperatuurwisselingen in wanden

met invulling van de NEN-EN 1992

Materiaal eigenschappen:	betonkwaliteit		C30/37	
	wapening		B500B	
Omgevingsfactoren:	milieuklasse		XC4	
		w_{max}	0,2	mm ¹
Afmetingen van de wand:	wand dikte	d_w	250	mm ¹
	wand hoogte	h_w	3500	mm ¹
Gekozen wapening:	diameter basiswapening	\varnothing_{basis}	10	mm ¹
	hart op hart afstand	h.o.h.	100	mm ¹
	doorsnede	A_{s1}	785	mm ²
	diameter bijlegwapening	\varnothing_{bijleg}	12	mm ¹
	hart op hart afstand	h.o.h.	200	mm ¹
	doorsnede	A_{s2}	565	mm ²
	gemiddelde diameter	\varnothing_{gem}	11	mm ¹
	gemiddelde h.o.h.	h.o.h.	67	mm ¹
	totale doorsnede	$A_{s,tot}$	1351	mm ²
Uitgangspunten:	rekverschil wand/Moer	$\Delta\varepsilon_v$	0,0004	
	$0,45 * \Delta\varepsilon_v$	ε_y	0,0002	
	overschreidingskans		5 %	
	factor	β	1,8	
	toelaatbare scheurwijdte	w_{gem}	0,11	mm ¹



Controle:	vloeien krimpwapening	ω	0,00155	UC ₁	0,49	<	1	ok
	wandwapening benodigd	ω_w	0,00403	UC ₂	0,75	<	1	ok
	wandwapening aanwezig	ω_{prov}	0,00540	UC ₃	0,43	<	1	ok

Positie bijlegwapening:		$\frac{w_{gem}}{\Delta\varepsilon_v * h_w} =$	0,079
		y_v	1216 mm ¹
	hoogte t.o.v. onderkant	h_{wo}	359 mm ¹
	hoogte t.o.v. bovenkant	h_{wb}	709 mm ¹
	hoogte tussen h_{wo} en h_{wb}	h_{bij}	2431 mm ¹

6.1.26 Resultaten – Kaswapening

Belasting

verticaallast	$F_{Ed,v} =$	155 kN
frequent	$F_{fr} =$	120 kN
horizontaallast	$F_{Ed,h} =$	0 kN

Console afmetingen

hoogte	$h_c =$	350 mm
breedte	$b =$	500 mm
breedte oplegvlak	$b_w =$	500 mm
lengte	$l =$	600 mm
lengte oplegvlak	$a_b =$	330 mm
afstand tot oplegvlak	$a_v =$	255 mm
aangrijppunt belasting h	$a_h =$	0 mm
zwartepunt belasting	$a_c =$	420 mm

Dekking

milieuklasse (maatgevend) =	XC1
minimale dekking	$C_{min,dur} = 25$ mm
uitvoeringstolerantie	$\Delta C_{dev} = 5$ mm
nominale dekking	$C_{nom} = 30$ mm
gekozen dekking	$C_{applied} = 35$ mm
dekking tpv oplegging	$C_{applied} = 35$ mm
beugels	$\varnothing_{bgl} = 10$ mm
nuttige hoogte	$d = 299,0$ mm

Type ligger

	gedrongen ligger
$0,5a_b =$	165 mm
$0,25l =$	150 mm
$0,25h_c =$	87,5 mm
$a =$	402,5 mm
$l_{eff} / h_c =$	2,30 < 3

Berekening gedrongenligger theorie

inwendighefboomsarm	$z_1 =$	301 mm	$z_1 = 0,2l + 0,4h$
inwendighefboomsarm	$z_2 =$	644 mm	$z_2 = 0,8l$
inwendighefboomsarm	$z_3 =$	280 mm	$z_3 = 0,8h_c$
maatgevende inwendighefboomsarm	$z =$	280 mm	$z = \min(z_1; z_2; z_3)$
optredend moment	$M_{ed} =$	62 kNm	$M_{Ed} = aF_{Ed,v} + (z + h_c - d)F_{Ed,h}$
benodigd als gedrongen ligger	$A_{s,req} =$	512 mm ²	$A_{s,req} = M_{Ed} / (f_{yd}z)$

Sterkteklasse

C30/37

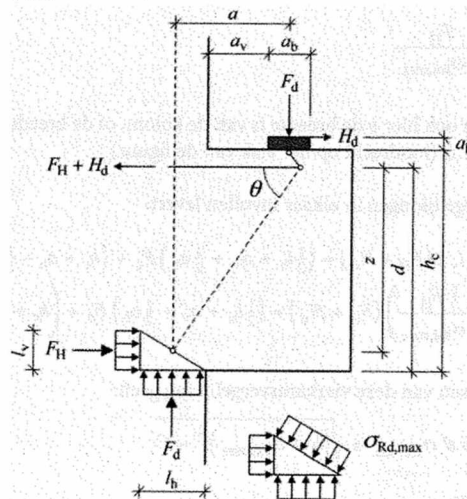
f_{ck}	30,00 N/mm ²
f_{cd}	20,00 N/mm ²
f_{ctk}	2,03 N/mm ²
f_{ctd}	1,35 N/mm ²
f_{ctm}	2,90 N/mm ²
α	0,75
β	0,39
ϵ_{c3}	0,00175
ϵ_{cu3}	0,00350

Staalqualiteit B500

$f_{yk} =$	500 N/mm ²
$f_{yd} =$	435 N/mm ²

Wapeningspercentage

$\rho_{min} =$	0,149 %
$\rho_{prov} =$	0,378 %
$\rho_{max} =$	1,846 %



Trek wapening

hoofdwapening	$\varnothing_{hoofd} =$	12 mm	
aantal staven	$n =$	5 stuks	
hart op hart afstand	$hoh =$	100 mm	$hoh = (b - 2c - 2\varnothing_{bgl} - \varnothing_{hoofd}) / (n - 1)$
oppervlakte aanwezig	$A_{s,prov} =$	565 mm ²	$A_{s,prov} = n \cdot 0,25 \pi \varnothing_{hoofd}^2$
oppervlakte benodigd	$A_{s,req} =$	562 mm ²	$A_{s,req} = MEd / (fydz)$

Controle scheurwijdte:

reductiefactor	$w_k =$	0,4 mm	$k_x = \min(\text{applied} / c_{nom}; 2)$
staalspanning	$k_x =$	1,17	$\sigma_s = (Ffr / FED) * (A_{s,req} / A_{s,prov}) * fy_d$
maximale staafafstand	$\sigma_{s,fr} =$	335 N/mm ²	$s_{max} = (400 - \sigma_s) / 1,25 k_x$
	$s_{max} =$	153 mm	voldoet

Dwarskracht

sterktereductiefactor	$v =$	0,53	
controle drukdiagonaal	$V_{Rd,max} =$	789 kN	betondrukdiagonaal voldoet

Controle schuifkracht

	$a_v/d =$	0,85	\leq	0,5	$=$	0,85	
reductiefactor	$\beta =$	0,43					
op te nemen schuifkracht	$V_{Ed,red} =$	66,10 kN				$V_{Ed,red} = \beta VEd$	
drukspanning in het beton	$\sigma_{cp} =$	0,00 N/mm ²				$\sigma_{cp} = F_{ED, h} / (bh_c)$	
schaalfactor	$k =$	1,82				$k = 1 + \sqrt{200/d}$	
ondergrens afschuifweerstand	$v_{min} =$	0,47 N/mm ²				$v_{min} = 0,035 k^{1,5} \sqrt{f_{ck}} - 0,15 \sigma_{cp}$	
rekenwaarde afschuifweerstand	$V_{Rd,c} =$	0,49 N/mm ²				$v_{Rd,c} = 0,12 k (100 A_{s,prov} / (bd) f_{ck})^{1/3} - 0,15 \sigma_{cp}$	
rekenwaarde afschuifweerstand	$V_{Rd,c} =$	73 kN				voldoet	

Beugels tweesnedig

	$a_c / h_c =$	1,20		lange console	
factor	$k_2 =$	0,5			
oppervlakte benodigd	$A_{s,link} =$	178 mm ²			$A_{s,link} = 0,5 FEd / fy_d$
oppervlakte benodigd	$A_{sw,req} =$	152 mm ²			$A_{sw,req} = VEd_{red} / fy_d$
afstand te plaatsen beugels	$0,75 a_v =$	191 mm			
aantal beugels	$n =$	2 stuks			
hart op hart afstand	$h.o.h. =$	191 mm			
oppervlakte aanwezig	$A_{sw,prov} =$	314 mm ²			voldoet

6.1.27 Resultaten – Wapening begane grondvloer

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- vloerhoogte h	250	mm ¹				
- betonkwaliteit	C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²		
- betonstaalkwaliteit	B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²		
- milieuklasse	XC1	boven	$w_k = 0,40$	mm ¹	$c_{nom}: 10$	$c_{prov}: 25$ mm ¹
	XC1	onder	$w_k = 0,40$	mm ¹	$c_{nom}: 10$	$c_{prov}: 25$ mm ¹
- basiswapening	boven:	Ø 8 - 100			($A_{s,prov} = 503$ mm ²)	x-richting 1 ^e laag
		Ø 8 - 100			($A_{s,prov} = 503$ mm ²)	y-richting 2 ^e laag
- basiswapening	onder:	Ø 8 - 100			($A_{s,prov} = 503$ mm ²)	x-richting 1 ^e laag
		Ø 8 - 100			($A_{s,prov} = 503$ mm ²)	y-richting 2 ^e laag
- nuttige hoogten	$d_{boven,x}$	=	$250 - 25 - 1/2 \cdot 8$	=	221	mm ¹
	$d_{boven,y}$	=	$250 - 25 - 8 - 1/2 \cdot 8$	=	213	mm ¹
- nuttige hoogten	$d_{onder,x}$	=	$250 - 25 - 1/2 \cdot 8$	=	221	mm ¹
	$d_{onder,y}$	=	$250 - 25 - 8 - 1/2 \cdot 8$	=	213	mm ¹

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 503 \cdot 435 \cdot (221 - ((14 \cdot 503 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 47,11 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (x-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 503 \cdot 435 \cdot (213 - ((14 \cdot 503 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 45,36 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (y-richting boven)}$$

$$M_{Rd} = 503 \cdot 435 \cdot (221 - ((14 \cdot 503 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 47,11 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (x-richting onder)}$$

$$M_{Rd} = 503 \cdot 435 \cdot (213 - ((14 \cdot 503 \cdot 435) / (27 \cdot 1000 \cdot 20)));$$

$$= 45,36 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ (y-richting onder)}$$

Berekening benodigde bijlegwapening:

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (221 - \sqrt{(221^2 - ((56 \cdot 42,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 447 \text{ mm}^2 \rightarrow 447 - 503 = -56 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (213 - \sqrt{(213^2 - ((56 \cdot 42,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 447 \text{ mm}^2 \rightarrow 447 - 503 = -56 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (213 - \sqrt{(213^2 - ((56 \cdot 0,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 0 \text{ mm}^2 \rightarrow 0 - 503 = -503 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$A_{s,req} = (27 \cdot 1000 \cdot 20 \cdot (213 - \sqrt{(213^2 - ((56 \cdot 0,00 \cdot 10^6) / (27 \cdot 1000 \cdot 20))})) / (28 \cdot 435);$$

$$= 0 \text{ mm}^2 \rightarrow 0 - 503 = -503 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Toepassen: } \emptyset \text{ (} A_{s,bij} = 0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{koptr.} = (3,4 \cdot 25 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 8,00 / 0,01228) \cdot \max\{((319 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01228)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01228)) / 200000\}; 0,6 \cdot 319 / 200000\} = 0,213 \text{ mm} < 2 \cdot 0,4 = 0,800 \text{ mm}$$

$$w_{koptr.} = (3,4 \cdot 25 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 8,00 / 0,01228) \cdot \max\{((319 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,01228)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,01228)) / 200000\}; 0,6 \cdot 319 / 200000\} = 0,213 \text{ mm} < 2 \cdot 0,4 = 0,800 \text{ mm}$$

6.1.28 Resultaten – Wapening balk 250x570mm

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- balkhoogte	h	570	mm ¹				
- balkbreedte	b	250	mm ¹				
- betonkwaliteit	C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²			
- betonstaalkwaliteit	B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²			
- milieuklasse	XC4	boven	$w_k = 0,30$	mm ¹	$c_{nom}: 35$	mm ¹	$c_{prov}: 40$
	XC4	onder	$w_k = 0,30$	mm ¹	$c_{nom}: 35$	mm ¹	$c_{prov}: 40$
- basiswapening	boven:	3 Ø 16	($A_{s,prov} = 603$	mm ²)			
	onder:	3 Ø 20	($A_{s,prov} = 942$	mm ²)			
- beugels		Ø 10 - 300	($A_{s,prov} = 524$	mm ² /m ¹)			
- nuttige hoogten	d_{boven}	=	$570 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16$	=	512	mm ¹	
	d_{onder}	=	$570 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 20$	=	515	mm ¹	

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 603 \cdot 435 \cdot (512 - ((14 \cdot 603 \cdot 435) / (27 \cdot 250 \cdot 20)));$$

$$= 127,16 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd} = 942 \cdot 435 \cdot (510 - ((14 \cdot 942 \cdot 435) / (27 \cdot 250 \cdot 20)));$$

$$= 191,57 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

De uiterst opneembare dwarskracht wordt zo:

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot (1 + \sqrt{(200 / 512)}) \cdot \sqrt[3]{(603 / (250 \cdot 512))} \cdot 100 \cdot 30 \cdot 250 \cdot 512;$$

$$= 60,39 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = 0,524 \cdot 0,9 \cdot 510 \cdot 435 \cdot \cot(21,8);$$

$$= 261,58 \text{ kN (2-snedig)}$$

$$V_{Rd,max} = 250 \cdot 0,9 \cdot 510 \cdot 0,6 \cdot (1 - 30 / 250) \cdot 20 / (\cot(21,8) + \tan(21,8));$$

$$= 417,83 \text{ kN}$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 40 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 16,00 / 0,02279) \cdot \max\{((268 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,02279)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,02279)) / 200000\}; 0,6 \cdot 268 / 200000\} = 0,268 \text{ mm} < (40 / 35) \cdot 0,3 = 0,343 \text{ mm}$$

$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 40 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 20,00 / 0,04034) \cdot \max\{((177 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,04034)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,04034)) / 200000\}; 0,6 \cdot 177 / 200000\} = 0,156 \text{ mm} < (40 / 35) \cdot 0,3 = 0,343 \text{ mm}$$

6.1.29 Resultaten – Wapeningbalk 250x490mm

Uitgangspunten voor wapeningsberekening:

- balkhoogte	h	490	mm ¹				
- balkbreedte	b	250	mm ¹				
- betonkwaliteit	C30/37	→	$f_{cd} = 20$	N/mm ²			
- betonstaalkwaliteit	B500B	→	$f_{yd} = 435$	N/mm ²			
- milieuklasse	XC1	boven	$w_k = 0,40$	mm ¹	$c_{nom}: 20$	mm ¹	$c_{prov}: 40$ mm ¹
	XC4	onder	$w_k = 0,30$	mm ¹	$c_{nom}: 35$	mm ¹	$c_{prov}: 40$ mm ¹
- basiswapening	boven:	3 Ø 16	($A_{s,prov} = 603$	mm ²)			
	onder:	3 Ø 20	($A_{s,prov} = 942$	mm ²)			
- beugels		Ø 10 - 300	($A_{s,prov} = 524$	mm ² /m ¹)			
- nuttige hoogten	d_{boven}	=	$490 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16$	=	432	mm ¹	
	d_{onder}	=	$490 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 20$	=	435	mm ¹	

De uiterst opneembare momenten worden zo:

$$M_{Rd} = 603 \cdot 435 \cdot (432 - ((14 \cdot 603 \cdot 435) / (27 \cdot 250 \cdot 20)));$$

$$= 106,18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd} = 942 \cdot 435 \cdot (430 - ((14 \cdot 942 \cdot 435) / (27 \cdot 250 \cdot 20)));$$

$$= 158,79 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

De uiterst opneembare dwarskracht wordt zo:

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot (1 + \sqrt{(200 / 432)}) \cdot \sqrt[3]{((603 / (250 \cdot 432)) \cdot 100 \cdot 30)} \cdot 250 \cdot 432;$$

$$= 55,77 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = 0,524 \cdot 0,9 \cdot 430 \cdot 435 \cdot \cot(21,8);$$

$$= 220,55 \text{ kN} \quad (2\text{-snedig})$$

$$V_{Rd,max} = 250 \cdot 0,9 \cdot 430 \cdot 0,6 \cdot (1 - 30 / 250) \cdot 20 / (\cot(21,8) + \tan(21,8));$$

$$= 352,29 \text{ kN}$$

Berekening scheurwijdte:

$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 40 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 16,00 / 0,02766) \cdot \max\{((236 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,02766)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,02766)) / 200000\}; 0,6 \cdot 236 / 200000\} = 0,218 \text{ mm} < (40 / 20) \cdot 0,4 = 0,800 \text{ mm}$$

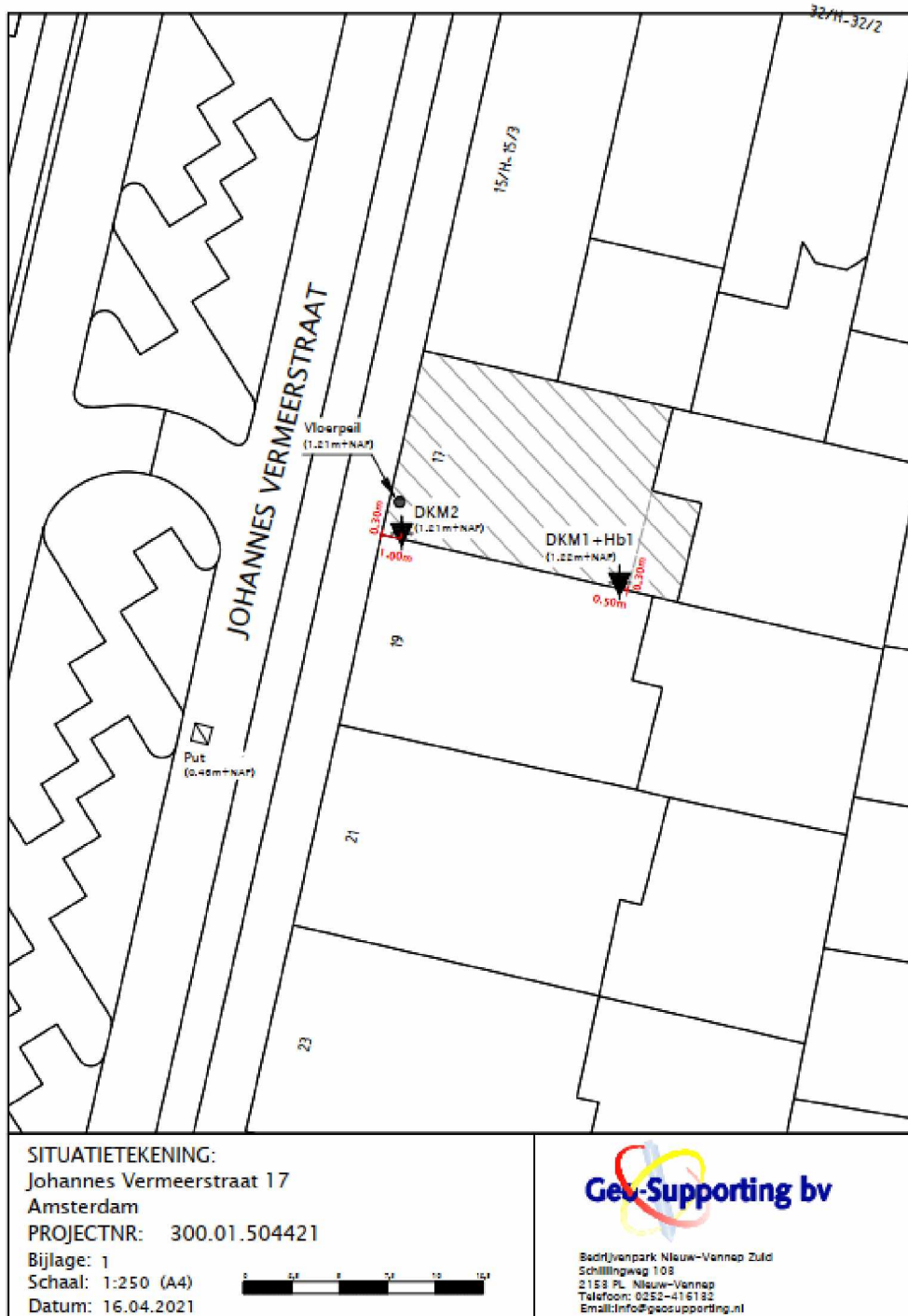
$$w_{k,opt.} = (3,4 \cdot 40 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 20,00 / 0,04321) \cdot \max\{((256 - 0,4 \cdot (2,9 / 0,04321)) \cdot (1 + 6,091 \cdot 0,04321)) / 200000\}; 0,6 \cdot 256 / 200000\} = 0,238 \text{ mm} < (40 / 35) \cdot 0,3 = 0,343 \text{ mm}$$

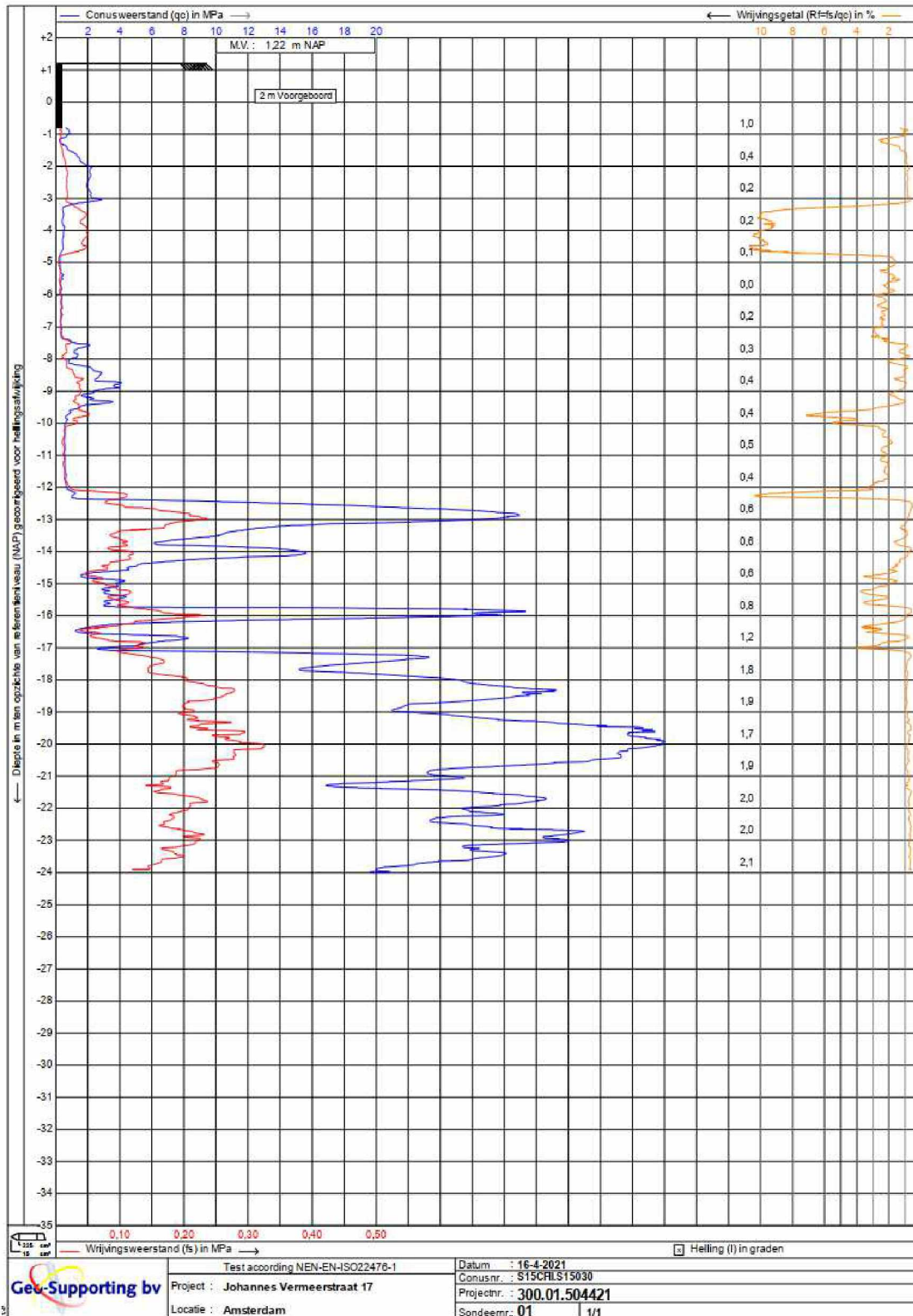
Berekening extra benodigde beugels:

$$A_{sw,req} = 325,00 \cdot 10^3 / (0,9 \cdot 430 \cdot 435 \cdot \cot(21,8));$$

$$= 772 \text{ mm}^2/\text{m}^1 \rightarrow \text{Extra beugels } \square 10 - 300 \quad (A_{sw,tot} = 1047 \text{ mm}^2/\text{m}^1)$$

6.2 Sonderingen en funderingsadvies

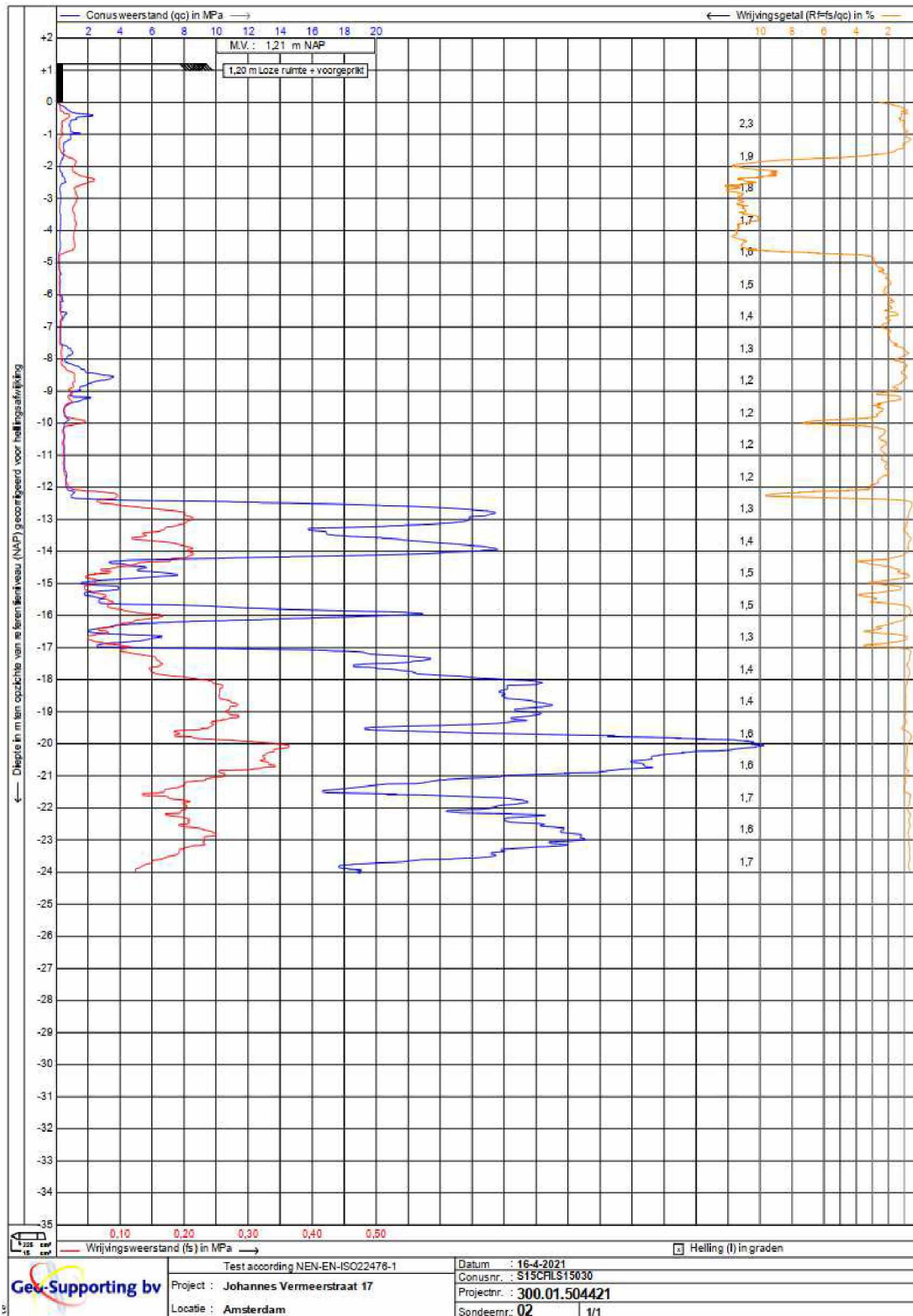




kenmerk: C21035-BR-003

datum: 29 juni 2022

blad: 108 / 110



kenmerk: C21035-BR-003

datum: 29 juni 2022

blad: 109 / 110

Tabel nr.1: NEN-EN 1997-1, DRAAGKRACHT TABEL

DRUKdraagkracht in kN
 Micropalen (type Schroefinjectie) t/m 200/350 mm
 Paalkopniveau : ca. N.A.P. -1.5 m
 Negatieve kleef : ca. 57 kN/m
 Belastingfactor neg.klf. : 1.40
 ξ 3-factor : 1.39
 α_s -factor positieve kleef : 0.0080
 α_p -factor paalpuntspanning : 0.90
 β -factor(en) paalpunt : 1.000

Sond. nummer	Basis- niveau in m tov N.A.P.	180/250 mm		180/300 mm		200/350 mm	
		$R_{cd,netto}$ in kN	$W_{1,d+el,d}$ toest.B in mm	$R_{cd,netto}$ in kN	$W_{1,d+el,d}$ toest.B in mm	$R_{cd,netto}$ in kN	$W_{1,d+el,d}$ toest.B in mm
1	a) -18.50	437	—	620	—	835	—
	b) -19.00	466	—	654	—	874	—
	c) -19.50	494	—	688	—	914	—
2	a) -18.50	424	—	601	—	809	—
	b) -19.00	466	—	654	—	874	—
	c) -19.50	494	—	688	—	914	—

Zonder overleg niet dieper dan de aangegeven inheinniveaus

Mailwisseling – palen op trek

RE: C21035 - Funderingsadvies Johannes Vermeer 17 (300.01.504421)

U hebt dit bericht beantwoord op 23-2-2022 08:23.

Beste Bob,

Voor een schroefinjectiepaal R180/300 op 19,0 m – NAP bedraagt de trekdraagkracht voor een vrijstaande paal ca. 90 kNN. Daar moet nog een reductie groepswerking van af van ca. 20-30% dus een waarde van ca. 60 kN is haalbaar.

Heb je hier voldoende informatie aan?

Ik hoor graag.

T: 0252 41 61 32
 M: +31 6 46238829

Geo-Supporting bv
 Bedrijvenpark Nieuw-Vennep Zuid
 Schillingweg 103
 2153 PL Nieuw-Vennep

kenmerk: C21035-BR-003

datum: 29 juni 2022

blad: 110 / 110