MEMO

Aan
[redacted] [Waterschap Vechtstromen]

Document.nr
N260016_MEM_DO-3001_v1.0

Van
ir. [redacted]

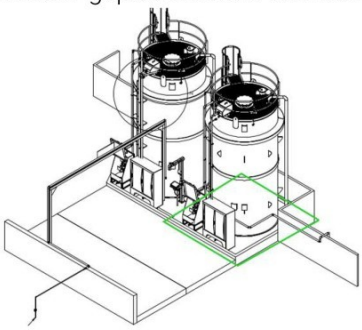
Datum
5 mei 2026

Onderwerp
Berekening betonnen funderingsplaat chemicaliën opslag

Bijlagen
1

1 Inleiding

Deze memo is een aanvulling op het fundatie advies uitgewerkt in document *'N260016_RAP_DO-3001 V2.0'*. In deze memo wordt de betonnen fundatieplaat verder uitgewerkt inclusief de wapening. De berekende betonnen funderingsplaat is t.b.v. van een chemicaliën opslag van het RWZI Emmen.



De conclusie is te vinden in H5.

Uitgangspunten uit rapport N260016_RAP_DO-3001 V2.0:

4.2 Uitgangspunten Fundering op staal

Voor de uitwerking van het funderingsadvies zijn de volgende punten gehanteerd:

- Nabij de constructie zijn 3 sonderingen gemaakt, 2 van de 3 zijn opgenomen in de controle van het draagvermogen. Het gaat om DKM-1 en DKM-2;
- Het maaiveld ligt op een niveau van NAP +14,45 m en het asfaltniveau op NAP +14,5 m ongeveer;
- Het constructief aanlegniveau van de constructie is aangenomen op 0,3 m onder maaiveld (NAP +14,2 m);
- De grondwaterstand wordt 0,5 m onder maaiveld aangenomen op NAP +14,0 m;
- De karakteristieke waarde (BGT) van de belasting ten behoeve van de zettingsberekening bedraagt 589 kN
- De rekenwaarde (UGT) voor de plaatbelasting V_d bedraagt = eigen gewicht betonplaat + tank belasting = [(7,5 kN/m^2 * 22,5 m^2) + 420] * 1,35 = 795 kN;
- Uitgegaan is van een horizontaal maaiveld een verticaal en centrisch aangrijpend belasting.

Verder is in N260016_RAP_DO-3001 V2.0 van het volgende uitgegaan:

- Minimale maatvoering vloerplaat: 4,5 x 5 x 0,3 m
- Ter plaatse van de fundering dient de verdichting van de bodem te worden gecontroleerd met een hand sondeer apparaat, om te verifiëren dat de q_c-waardes van de grond hoger zijn dan 4 MPa. Indien niet, is het noodzakelijk om ter plaatse van de fundering een lokale grondverbetering toe te passen.

2 Uitgangspunten

2.1 Veiligheidsklasse en ontwerplevensduur

Ontwerplevensduur	50 jaar	(NEN-EN 1990 / NB A2.1, tabel 11)
Gevolgklasse	CC2	(NEN-EN 1990 / NB Bijlage B.3.1, tabel B1)
Betrouwbaarheidsklasse	RC2	(NEN-EN 1990 Bijlage B.3.2)

2.2 Materiaalgegevens

2.2.1 Beton

Materiaaleigenschappen

Onderdeel	Betonkwaliteit	f_{ck} N/mm^2	f_{ctm} N/mm^2	E_{cm} N/mm^2
Fundatieplaat; in het werk gestort	C30/37	30	2,90	32.837

Betonkwaliteit, milieuklasse en betondekking

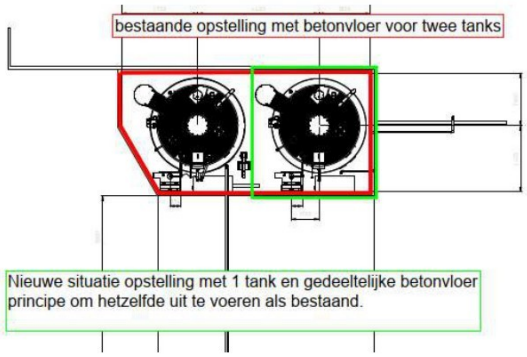
Om de ontwerplevensduur van de betonconstructie te realiseren, wordt een betondekking toegepast op de wapening zoals aangegeven in de onderstaande tabel. De toe te passen milieuklassen zijn gekozen op basis van tabel 4.1 uit NEN-EN 1992 hfdst 4.2

Betonkwaliteit, milieuklasse en betondekking									
Onderdeel	Beton-kwaliteit	C30/37	Stortvlak	bekisting	Milieuklasse	$c_{min,b}$ =	Ø 25	mm	Δc_{dev} = 5 mm
Fundatieplaat	Ontwerp-levensduur	50	ROK van toep.	nee	XC4	$c_{min,dur}$ =	25	mm	c_{nom} = 30 mm
	Plaat-geometrie	ja	ROK risicovol	nee	XD-	$\Delta c_{min;ROK}$ =	0	mm	$c_{toegepast}$ = 30 mm
	Kwaliteit-beheersing	nee	ROK onbekist	nee	XS-	c_{min} =	25	mm	w_{max} = 0,30 mm
	Waterdicht	nee	Constructie klasse	S3	XF3				
	Omstandigheden		Nat / droog - Binnenland - Vorst		XA3	k_x =	1,00	[-]	k_x*w_{max} = 0,30 mm

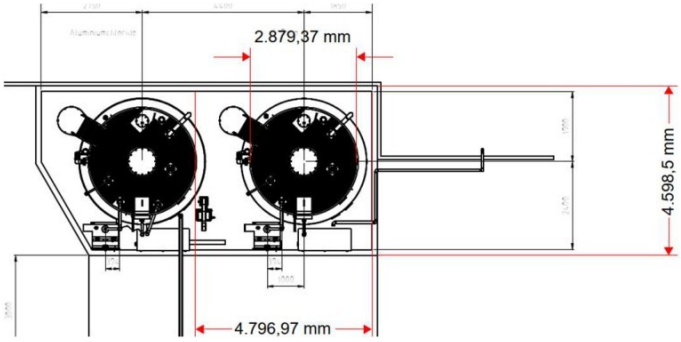
3 Geometrie en modellering

3.1 Geometrie

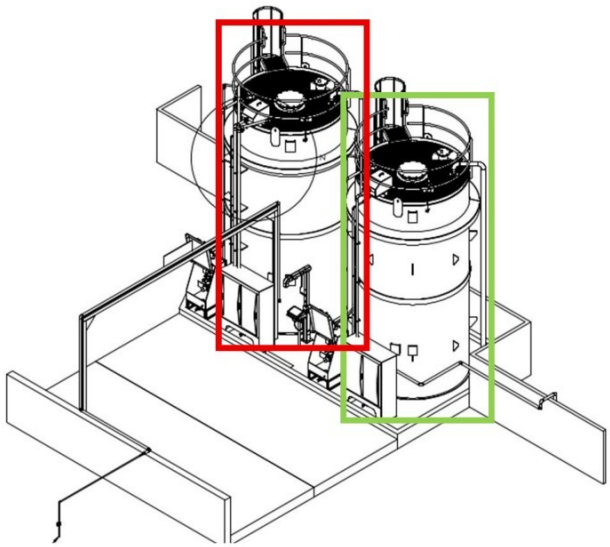
Dit project betreft een fundatieplaat t.b.v. een chemicaliën opslag. Deze opslag heeft een diameter van circa 2,9 m. voor de plaat is een maatvoering van 4,5 x 5 x 0,3 m. In onderstaande afbeelding is het bestaande deel met rood weergegeven en de nieuwe opstelling met groen.



Aanduiding oud / nieuw



Globale maatvoering



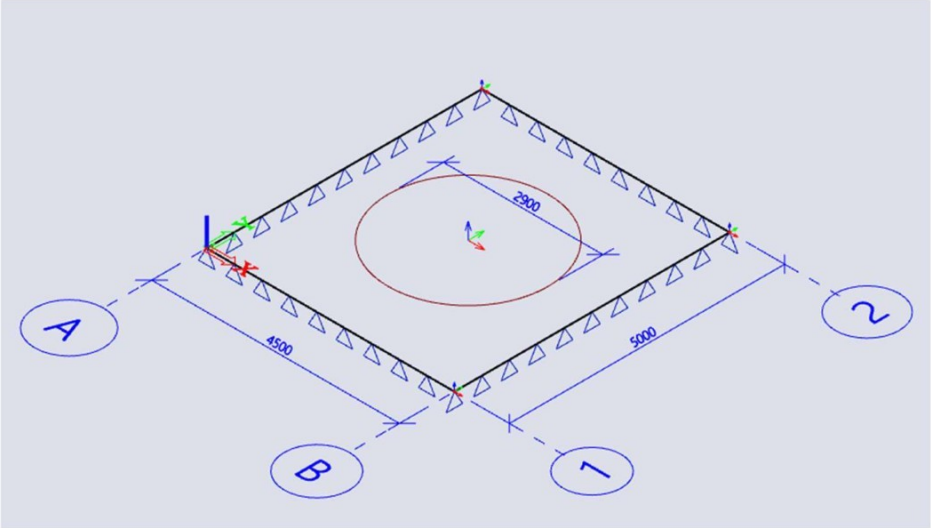
3D aanzicht

3.2 Rekenmodel

Dit project is uitgewerkt in SCIA engineer 24 om de globale krachtswerking te bepalen. De SCIA uitvoer is te vinden in Bijlage 1.

3.2.1 Schematisatie

De plaat bestaat uit een 2D plaat element. In het model is gerekend met gescheurd C30/37 beton, E-modulus=11000 MPa. Het betreft een fundering op staal, de ingevoerde bedding is bepaald in het volgende paragraaf.



3.2.2 Bedding fundering op staal

In rapport *'N260016_RAP_DO-3001 V2.0'* worden de onderstaande beddingsconstantes gerapporteerd. Deze worden gebruikt als uitgangspunt voor de berekening. Gerekend word met de laagste beddingsconstante 2015 kN/m^3. Er wordt met √2 gevarieerd om een hoge en lage beddingsconstante te bepalen.

Situatie	Belasting BGT [kN/m^2]	Onmiddelijke zetting (S1) [m]	Beddingsconstante [kN/m^3]
Fundatie plaat (DKM-1)	26,2	0,012	2183
Fundatie plaat (DKM-2)		0,013	2015

$K_{v,laag}$ = 2015 kN/m^3 *√2 = 2850 kN/m^3

$K_{v,hoog}$ = 2015 kN/m^3 *√2 = 1425 kN/m^3

Gerekend wordt met de lage k_v, dit is maatgevend voor de krachtswerking.

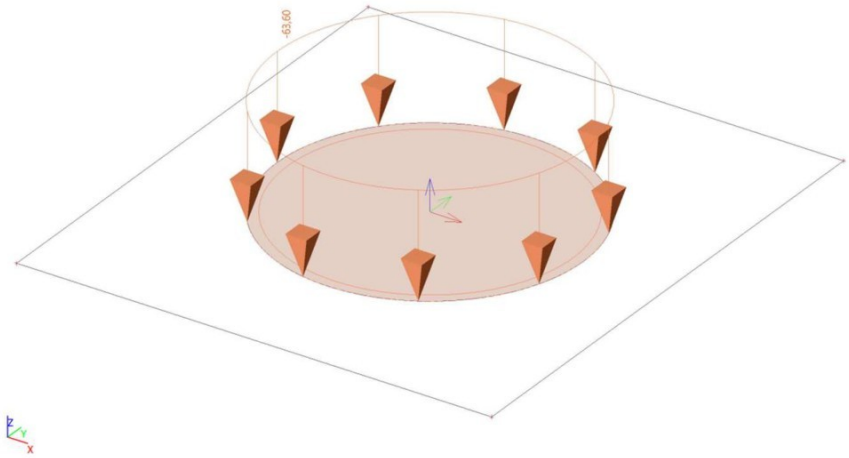
3.3 Belastingen

3.3.1 BG1.1 – eigengewicht

Het eigengewicht van het beton wordt automatisch meegenomen in SCIA Engineer 24.

3.3.2 BG1.2 – Tankbelasting

De totale tankbelasting bedraagt 420 kN. Deze totaallast wordt aangebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting. De opslag heeft een diameter van circa 2,9 m. Aangenomen wordt dat over deze oppervlakte de belasting verdeeld kan worden. Dit resulteert in de volgende q-last: 420 kN / (¼ *π * 2,9 m^2) = 63,6 kN/m^2.



3.4 Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1 UGT		Omhullend - UGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,350
Combi2 UGT		Omhullend - UGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,350
			BG1.2 - Tankbelasting	1,350
Combi3 BGT		Omhullend - BGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,000
Combi4 BGT		Omhullend - BGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,000
			BG1.2 - Tankbelasting	1,000

4 Berekening betonconstructie

4.1 Krachtswerking

4.1.1 UGT krachtswerking

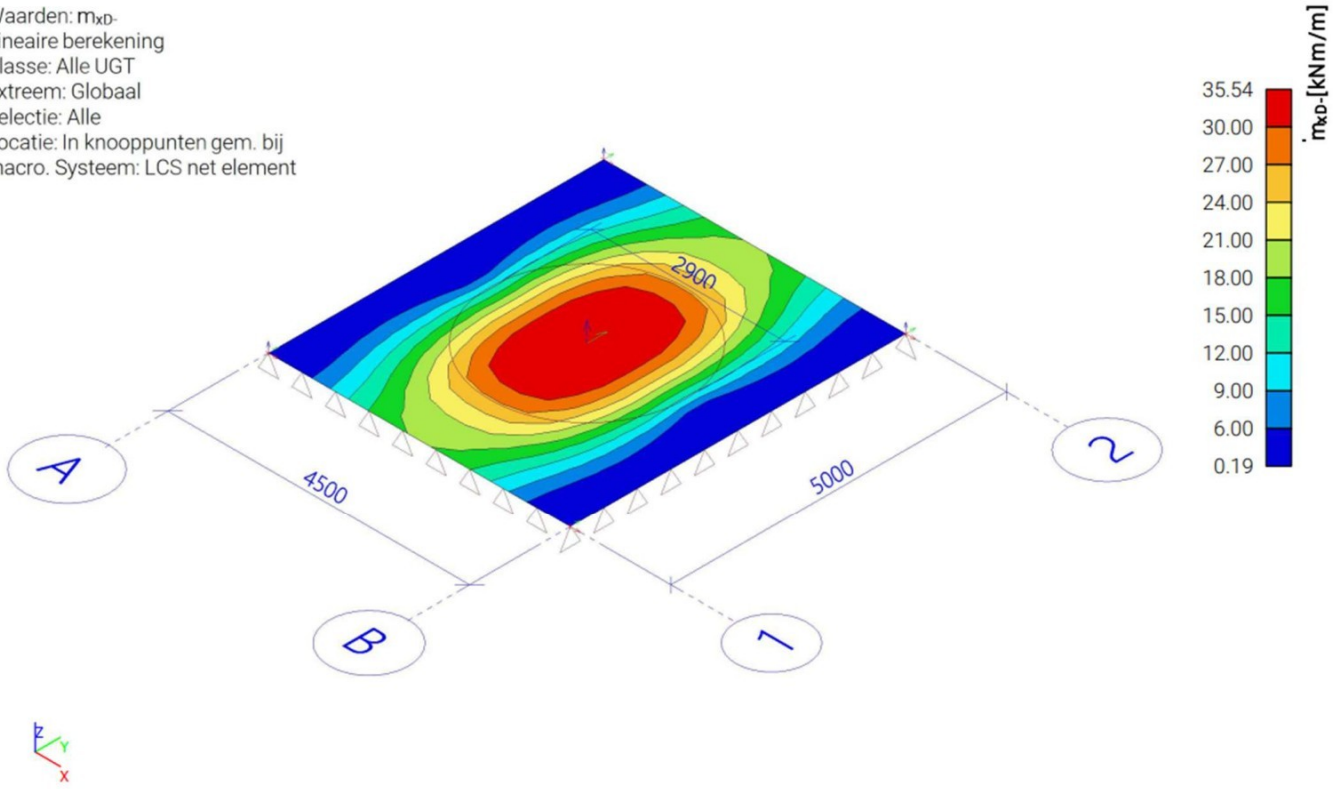
6.2.1. Interne 2D-krachten

Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	Belasting	m_{xD+} [kNm/m] m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m] m_{yD-} [kNm/m]
E1	Element: 2 Knoop: 5	0,000 4,412 0,000	Combi2 UGT/1	**-0,38** 1,11	0,00 6,13
E1	Element: 110 Knoop: 135	2,100 2,647 0,000	Combi2 UGT/1	**0,00** **35,54**	**0,00** 43,53
E1	Element: 18 Knoop: 38	0,600 5,000 0,000	Combi2 UGT/1	0,00 5,48	**-0,42** 1,16
E1	Element: 1 Knoop: 1	0,000 5,000 0,000	Combi1 UGT/2	0,00 **0,00**	0,00 **0,00**
E1	Element: 128 Knoop: 154	2,400 2,353 0,000	Combi2 UGT/1	0,00 35,54	0,00 **43,53**

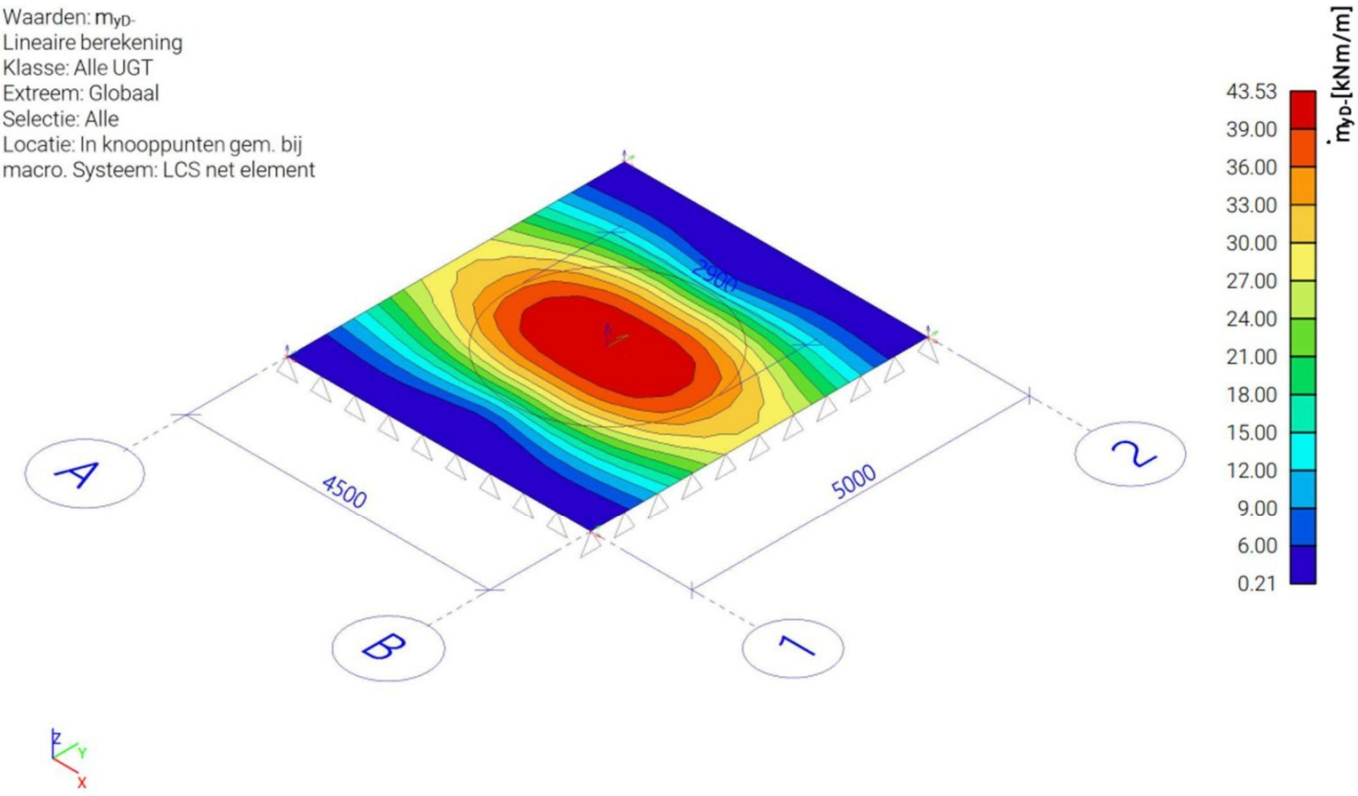
6.2.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waarden: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



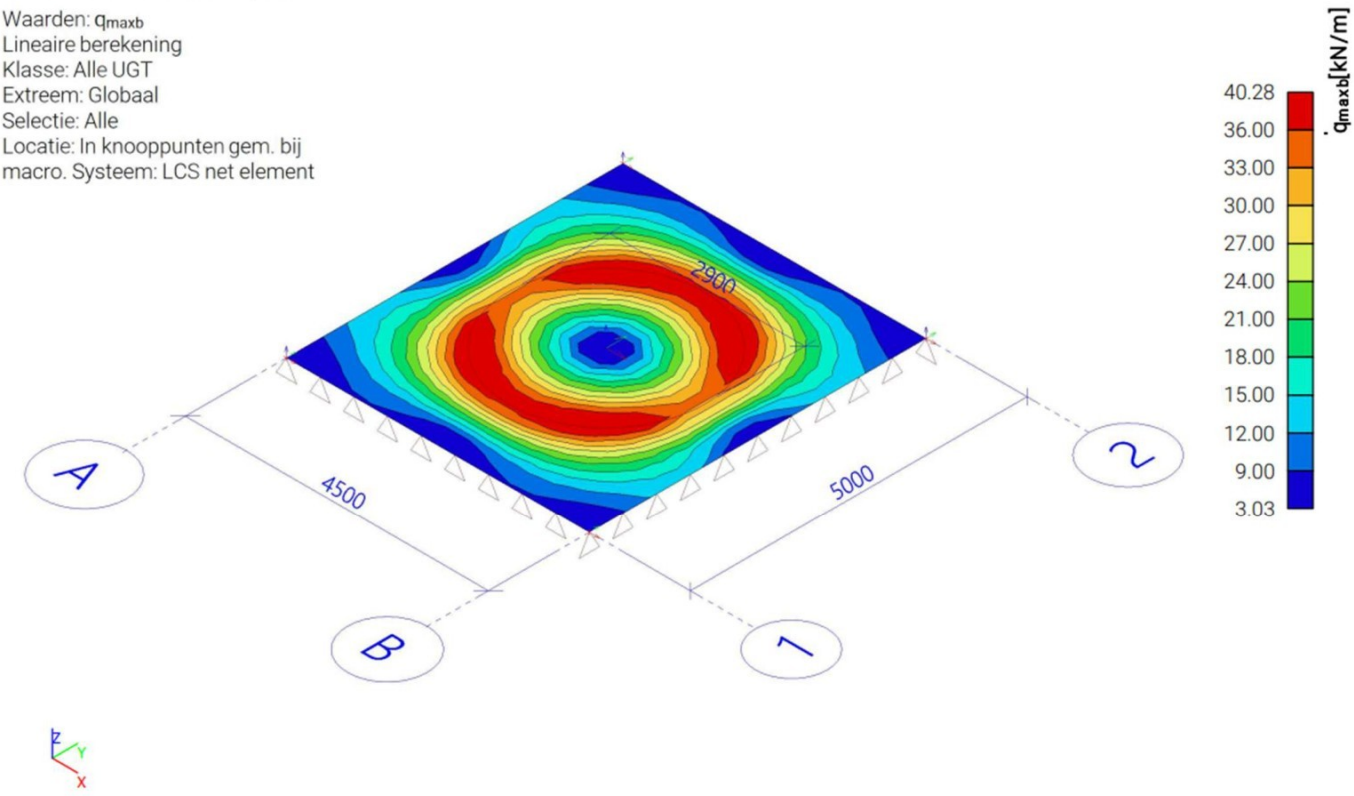
6.2.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waarden: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



6.2.6. Interne 2D-krachten; q_maxb

Waarden: q_{maxb}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



4.1.2 BGT krachtswerking

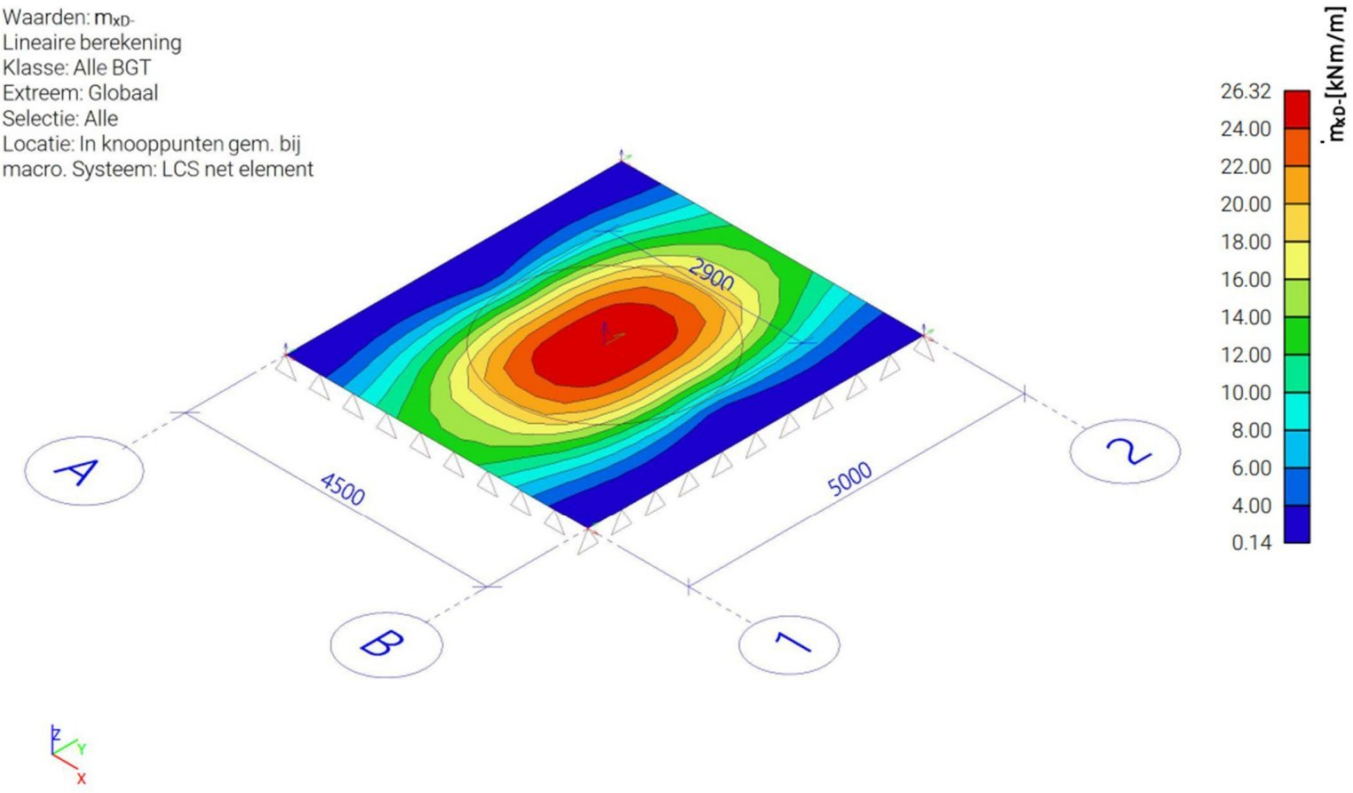
6.3.1. Interne 2D-krachten

Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	Belasting	m_{xD+} [kNm/m] m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m] m_{yD-} [kNm/m]
E1	Element: 2 Knoop: 5	0,000 4,412 0,000	Combi4 BGT/1	**-0,28** 0,82	0,00 4,54
E1	Element: 110 Knoop: 135	2,100 2,647 0,000	Combi4 BGT/1	**0,00** **26,32**	**0,00** 32,24
E1	Element: 18 Knoop: 38	0,600 5,000 0,000	Combi4 BGT/1	0,00 4,06	**-0,31** 0,86
E1	Element: 1 Knoop: 1	0,000 5,000 0,000	Combi3 BGT/2	0,00 **0,00**	0,00 **0,00**
E1	Element: 128 Knoop: 154	2,400 2,353 0,000	Combi4 BGT/1	0,00 26,32	0,00 **32,24**

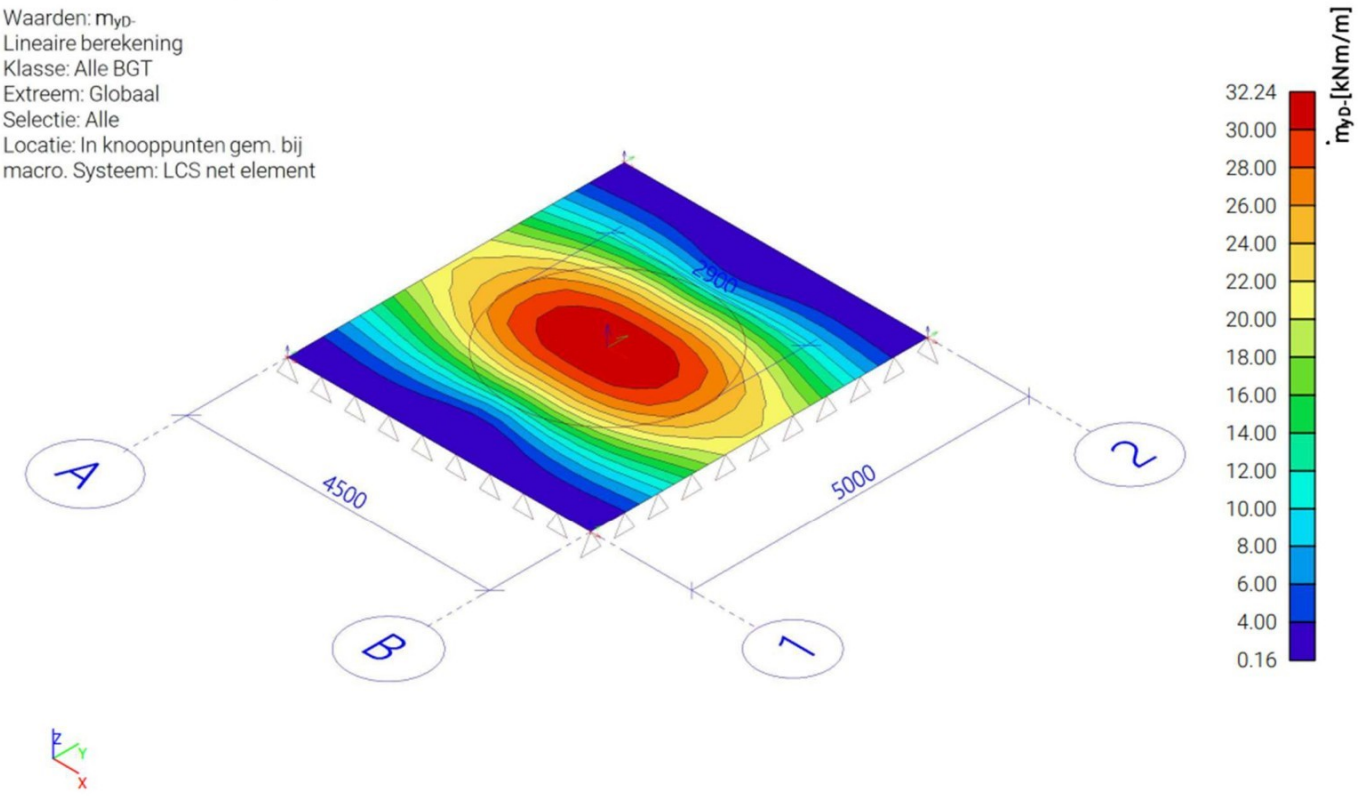
6.3.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waarden: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



6.3.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waarden: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



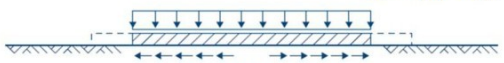
4.2 Controle beton

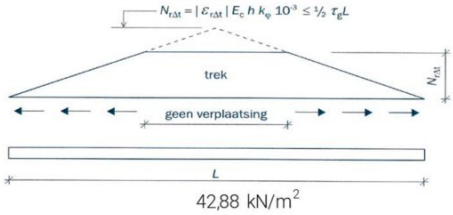
Betonberekening conform NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016									Versie 3
Onderdeel:	funderingsplaat mdy/x-								
Uitgangspunten									
Afmetingen:		Kwaliteit:		Dekking:			Krachten:		
hoogte =	300 mm	beton =	C30/37 [-]	c_{nom} =	30 mm		M_{Ed} =	43,53 kNm	
breedte =	1.000 mm	γ_c =	1,50 [-]	$c_{toegepast}$ =	30 mm		M_k =	32,24 kNm	
brug =	nee [-]	wapening =	B500B [-]	w_{max} =	0,30 mm		T_{Ed} =	kNm	
		γ_s =	1,15 [-]	borgstaaf =	nee [-]		V_{Ed} =	40,28 kN	
Wapening									
Hoofdwapening in de 1e laag?		Ø hoofdwapening =	Ø 12 mm	2e laag			Ø verdeelwapening =	Ø 12 mm	
		h.o.h. =	150 mm				h.o.h. =	150 mm	
nee		Ø bijlegwapening =	mm				d = h - c - Øvw - Øk / 2	252 mm	
		h.o.h. =	mm				$A_{s;aanw}$ =	754 mm^2	
Buiging controle ULS (conform EC2 art. 6.1)									
$x_u = A_s f_{yd} / (3/4 f_{cd} b)$		22 mm					f_{ctm}	2,90 N/mm^2	
$x_u / d \le 500 / (500 + f_{yd})$		0,09 [-]	≤	0,53 [-]		Voldoet	f_{cd}	20,00 N/mm^2	
$z = d - 7/18 x_u$		244 mm					f_{yd}	435 N/mm^2	
$M_{Ed} < M_{Rd} = A_s f_{yd} z$		44 kNm	≤	80 kNm		Voldoet			
$A_s = M_{Ed} / (f_{yd} z)$		411 mm^2					$\eta = e A_c / W$	8.706 [-]	
$A_{s,min1} = M_{E,min} / (f_{yd} z)$		410 mm^2					$M_{E,min} = f_{ctm} W$	43,45 kNm	
$A_{s,min2} = 1,25 A_s$		514 mm^2					$A_{s,max} = 0,04 \times A_c$	12.000 mm^2	
$A_{s,ben} = \max[A_s;\min(A_{s,min1};A_{s,min2})] \le A_{s;aanw}$		411 mm^2	≤	754 mm^2				Voldoet	
Controle beton ongescheurd of gescheurd									
$x_{ong} = (A_c x_c + A_s x_s n) / (A_c + A_s n)$		154 mm		$I_0 = 1/12 b h^3 + A_c (1/2 h - x_{ong})^2 + A_s (d - x_{ong})^2$				2374279371 mm^4	
$n = E_s / E_c - 1$		17 [-]					$z_o = h - x_{ong}$	146 mm	
$E_c = f_{cd} / 1,75$ ‰		11.429 N/mm^2							
$M_k \le M_r = f_{ctm} I_0 / z_o$		32 kNm	≤	47 kNm				Beton ongescheurd	
Scheurbeheersing minimale wapening (conform EC2 art. 7.3.2)									
$k_c = 0,4 (1-(\sigma_c / (k_1 h/h^* f_{ct,eff})))$		0,40 [-]		σ_c	0,0 N/mm^2		$f_{ct,eff} = f_{ctm}$	2,90 N/mm^2	
A_{ct}		150.000 mm^2		$\sigma_s = f_{yk}$	500 N/mm^2		h^*	300 mm	
$A_{s,min\ \sigma s} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$		174 kN		k_1	0,67 [-] (trekkracht)		k	1,00 [-]	
$A_{s,min} \le A_{s;aanw}$		348 mm^2	≤	754 mm^2				Voldoet	
Scheurwijdte controle SLS (conform EC2 art. 7.3.4)									
$x_e = (-\alpha_e \rho + \sqrt{((\alpha_e \rho)^2 + 2 \alpha_e \rho)}) d$		44 mm		k_1	0,80 [-]		E_s	200.000 N/mm^2	
$\sigma_s = M_k / (A_s (d - 1/3 x_e)$		180 N/mm^2		k_2	0,50 [-]		E_{cm}	32.837 N/mm^2	
$h_{eff} = \min[2,5 (h - d);(h - x_e) / 3;h / 2]$		85 mm		k_3	3,40 [-]		$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	6,09 [-]	
$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}$		0,01 [-]		k_4	0,425 [-]		$\rho = A_s / (b d)$	0,003 [-]	
$s_{r,max,1} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \varnothing_{gew} / \rho_{p,eff}$		374 mm		K_t	0,40 [-]		f_{ck}	30 N/mm^2	
$s_{r,max,2} = \max(50 - 0,8 f_{ck};15) \varnothing_{gew}$		312 mm					$\varnothing_{gew}$	12,0 mm	
$s_{r,max} = \min[s_{r,max,1};s_{r,max,2}]$		312 mm					Borgstaaf	- mm	
$k_x = (c_{toegepast,buitenstewap} / c_{nom}) \le 2$		1,00 [-]					$c_{toegepast,buitenstewap}$	30 mm	
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = (\sigma_s - K_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} (1+\alpha_e \rho_{p,eff})) / E_s \le 0,6 \sigma_s / E_s$		0,21 ‰	≤	0,54 ‰					
$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \le k_x w_{max}$		0,17 mm	≤	0,30 mm				Voldoet	
Dwarskracht controle ULS (conform EC2 art. 6.2)									
$k = 1 + \sqrt{(200 / d)} \le 2,0$		1,89 [-]		k_1	0,15 [-]		σ_{cp}	0,00 N/mm^2	
$\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \le 0,02$		0,003 [-]					α_{cw}	1,00 [-]	
$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C$		0,12 [-]					$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	0,50 N/mm^2	
$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$		119 kN					$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$	126 kN	
$V_{Ed} \le \max [V_{Rd,c};V_{Rd,c,min}]$		40 kN	≤	126 kN				Voldoet	
Dwarskrachtwapening controle ULS (conform EC2 art. 6.2)									
$x_u = A_s f_{yd} / (3/4 f_{cd} b)$		22 mm		Ø beugels =	Ø 12 mm		A_{sw} =	226 mm^2	
$z = d - 7/18 x_u$		244 mm		h.o.h. =	100 mm		α_{cw}	1,00 [-]	
$V_{Rd,s} = A_{sw} / s z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$		415 kN		n	2 aantal snedes				
$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha)/(1+\cot^2 \theta)$		1.113 kN		θ	30 ° (drukdiagonaal)				
$\nu_1 = \nu = 0,6 [1 - f_{ck} / 250]$		0,53 [-]		α	90 ° (hoek dwarskrachtwap.)				
$V_{Ed} \le \min [V_{Rd,s};V_{Rd,max}]$		40 kN	≤	415 kN				Voldoet	
Dwarskracht & wringing controle ULS (conform EC2 art. 6.3)									
$t_{ef} = A / u$		115 mm		$h_1 = h - t_{ef}$	185 mm		f_{ctd}	1,35 N/mm^2	
$A_k = h_1 b_1$		163.314 mm^2		$b_1 = b - t_{ef}$	885 mm				
$T_{Rd,c} = 2 A_k f_{ctd} t_{ef}$		51 kNm							
$T_{Ed} / T_{Rd,c} + V_{Ed} / V_{Rd,c} \le 1,0$		0,32 [-]	≤	1,00 [-]				Voldoet	
Dwarskracht & wringing wapening controle ULS (conform EC2 art. 6.3)									
$t_{ef} = A / u$		115 mm		$h_1 = h - t_{ef}$	185 mm		f_{ctd}	1,35 N/mm^2	
$A_k = h_1 b_1$		163.314 mm^2		$b_1 = b - t_{ef}$	885 mm		α_{cw}	1,00 [-]	
$\nu_1 = \nu = 0,6 [1 - f_{ck} / 250]$		0,53 [-]		θ	30 ° (drukdiagonaal)				
$T_{Rd,max} = 2 \nu \alpha_{cw} f_{cd} A_k t_{ef} \sin \theta \cos \theta$		172 kNm		n	2 aantal snedes				
$T_{Ed} / T_{Rd,max} + V_{Ed} / V_{Rd,max} \le 1,0$		0,04 [-]	≤	1,00 [-]				Betondoorsnede voldoet	
$V_{Ed,T} = T_{Ed} / (2 A_k) h_1$		0 kN							
$V_{Ed,T+V} = V_{Ed} / n + V_{Ed,T}$		20 kN					$V_{Rd,s} = A_{sw} / s z f_{ywd} \cot \theta$	415 kN	
$V_{Ed,T+V} \le V_{Rd,s} / n$		20 kN	≤	207 kN				Voldoet	
$\Sigma A_{sl} = T_{Ed} u_k \cot \theta / (2 A_k f_{yd})$		0 mm^2					$u_k = 2 h_1 + 2 b_1$	2.138 mm	
$A_{sl,b,o} = \Sigma A_{sl} b_1 / u_k$		0 mm^2					$A_{sl,r} = \Sigma A_{sl} h_1 / u_k$	0 mm^2	
$A_{s,ben} + A_{sl,b,o} \le A_{s,aanw}$		411 mm^2	≤	754 mm^2				Voldoet	

Toepassen: wapeningsnet # ø12-150 boven en onder

4.3 Krimp

Controle krimpwapening vloer op bedding						
Onderdeel:	fundatie plaat in het werk gestort					
Uitgangspunten						
Geometrie				Doorsnede eigenschappen		
b	300	mm		beton	C30/37	
h	4500	mm		cementsoort	N	
L	5,00	m		f_{ck}	30	N/mm²
A_c	1350000	mm²		f_{cm}	38	N/mm²
$h_0 = 2h$	9000	mm		E_c	32.837	N/mm²
k_h	965475,46	[-]		$E_{c;eff}$	6.106	N/mm²
Levensduur	100	jaar		ρ	0,0006	[-]
Berekening Kruipcoëfficiënt & Kruipfactoren (EC2 Bijlage B.1 en art. NB 5.4)						
t	36500	dagen [1 jaar]		$\alpha_1=(35/f_{cm})^{0,7}=$	0,944	[-]
t_0	28	dagen		$\alpha_2=(35/f_{cm})^{0,2}=$	0,984	[-]
RH	80	%		$\alpha_3=(35/f_{cm})^{0,5}=$	0,960	[-]
β_H	1500,00	<	1500	$f_{cm}<35$		
	1440,00	<	1440,00	$f_{cm}\geq 35$	maatgevend	
$\beta_{(fcm)}$	2,73	[-]				
$\beta_{(t0)}$	0,49	[-]				
$\varphi_{(RH)}$	1,073	[-]				
$\beta_{(c)}$	0,99	[-]				
$\varphi_{(0,t\sim)}$	1,410	[-]	$k\varphi=(1-e^{-j(\infty,t0)})$		0,54	[-]
Krimpverkorting beton (conform EC2 art. 3.1.4)						
Uitdrogingskrimpverkorting $\varepsilon_{cd,\infty}$						
$\beta_{RH}=1,55[1-(RH/RH_0)^3]$					0,756	[-]
$\varepsilon_{cd0}=0,85[(220+110*\alpha_{ds1})*e^{(-\alpha_{ds2}*f_{cm}/f_{cm0})}]*10^{-6}*\beta_{RH}$					0,269	‰
$\varepsilon_{cd,\infty}=k_h\ \varepsilon_{cd,\infty}$					259667,344	‰
Autogene krimpverkorting ε_{ca}						
$\varepsilon_{ca(t)}=\beta_{as(t)}\ \varepsilon_{ca}(\infty)$					0,05	‰
$\varepsilon_{ca(\infty)}=2,5\ (f_{ck}-10)\ x10^{-6}$					0,05	‰
$\beta_{as}(t)=1-\exp(-0,2\ t^{0,5})$					1,00	[-]
t					36500	dagen
Totale krimpverkorting beton			$\varepsilon_{cs}=\varepsilon_{cd,\infty}+\varepsilon_{ca(\infty)}=$		259667,4	‰
Gelijkmatige temperatuurcomponent (conform EC1-1-5 art. 5.3 tabel 5.2)						
Aanvangstemperatuur T_0 = 10°C (art. A.1 (3))						
T_{max}	30	°C	$\Delta T_{N,exp}=T_{max}-10$		20	°C
T_{min}	-25	°C	$\Delta T_{N,con}=10-T_{min}$		35	°C
Totale thermische verkorting			$\varepsilon_{\Delta T}=\alpha\ \Delta T$		0,350	‰
Totale verkorting			$\varepsilon_{tot.}=\varepsilon_{\Delta T}+\varepsilon_{cs}$		259667,7	‰
Bepaling optredende normaalkracht in doorsnede (Conform CUR36)						
q_{eig}	112,50	kN/m²				
$q_{g;d}$	0,00	kN/m²				
$q_{r;b}$	0,00	kN/m²				
q_{qb}	0,00	kN/m²				
Soort ondergrond						
Zand met 1x folie	*(zie tabel 4 CUR36)*					
t_g	$\tau_0+u_o\ q_{eig}$					
β_p	30	[-]				
τ_0	5	kN/m²				
u_o	0,5	[-]				
$\tau_g=\tau_0(1-(\beta_p/100))+u_o(1-(\beta_p/100))q_{gd}+q_{r;b}+q_{qb}$					42,88	kN/m²
$N_{r\Delta t}=\varepsilon_{cs}\ *E_{c;eff}*h*k_j*10^{-3}$			≤		½ * τ_g * L	
$N_{r\Delta t}=$	#########	kN	≤		107	kN
Controle betondoorsnede						
Benodigde wapening t.b.v. krimp:						
σ_s	250	N/mm²	(t.b.v. scheurvorming)			
$A_{s;ben}=N_{r\Delta t}/\sigma_s=$	214	mm²/m	boven en onder			
aantal lagen wap.	2	[-]				
Toegepaste wap.	Ø 12 - 150					
Controle toegepaste wapening						
$A_{s;buiging=}$	411	mm²/m				
$A_{s;ben;Totaal=}$	625	mm²/m				
$A_{s;toep=}$	754	mm²/m	Akkoord			

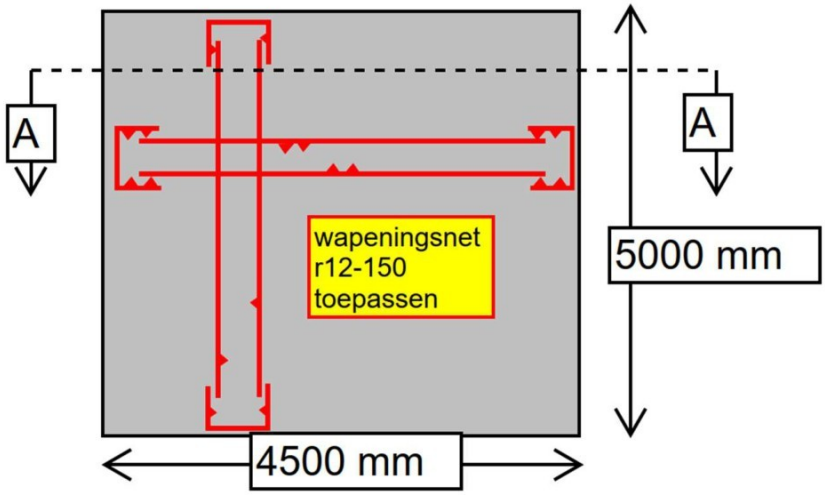




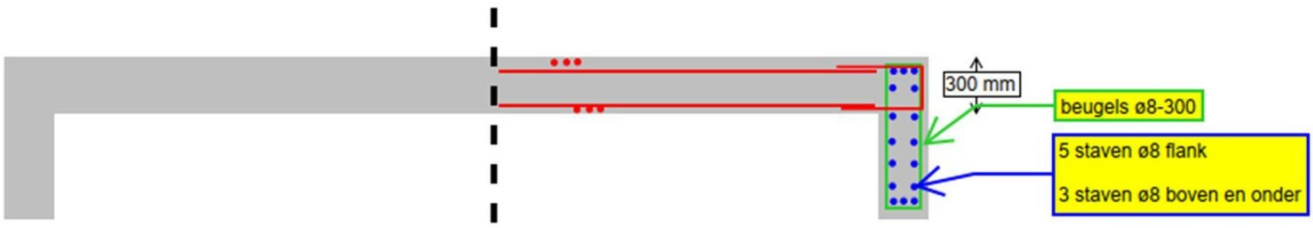
5 Conclusie en aandachtspunten

Toepassen:

- Funderingsplaat in het werk gestort
- Beton C30/37
- Milieuklasse XC4 / XF3 / XA3
- Minimale maatvoering plaat: 4,5 x 5 x 0,3 m
- Dekking: 30 mm
- wapeningsnet # ø12-150 boven en onder
- praktische vorstrand rondom met beugels ø8-300 en staven ø8



Bovenaanzicht plaat



Doorsnede A-A inclusief vorstrand

Aandachtspunt(en):

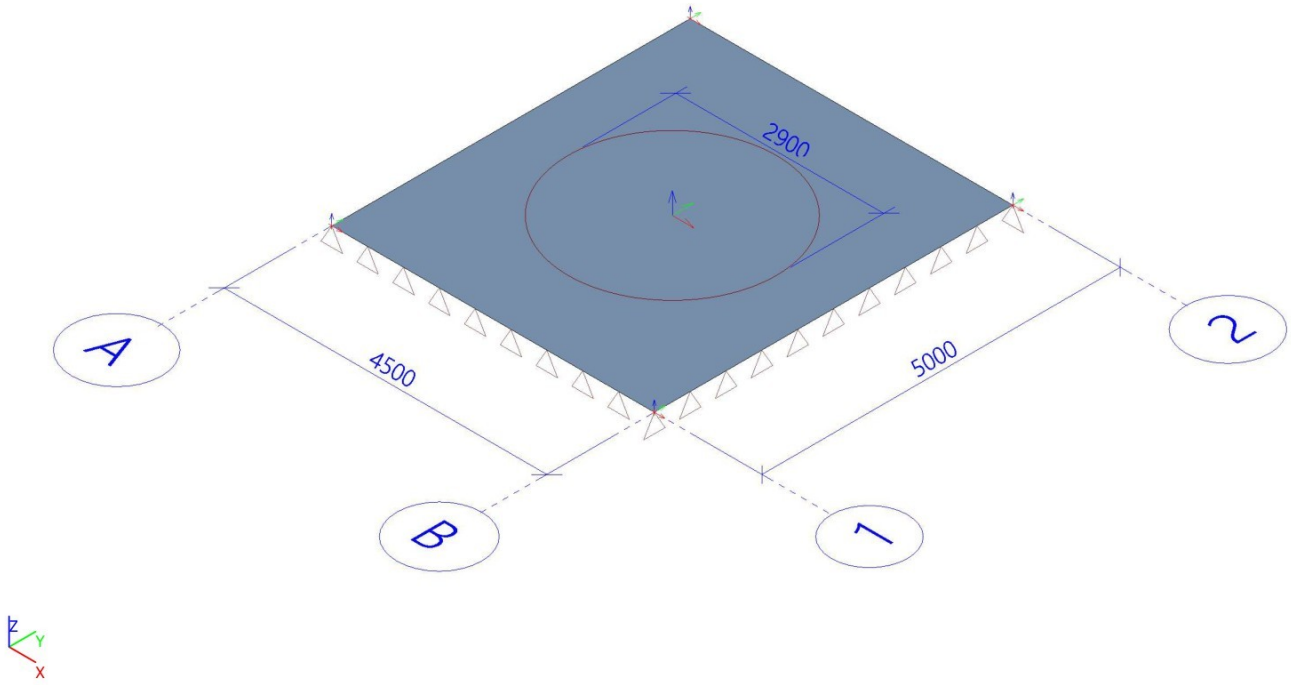
- Ter plaatse van de fundering dient de verdichting van de bodem te worden gecontroleerd met een hand sondeer apparaat, om te verifiëren dat de q_c-waardes van de grond hoger zijn dan 4 MPa. Indien niet, is het noodzakelijk om ter plaatse van de fundering een lokale grondverbetering toe te passen.

Bijlage 1: SCIA uitvoer

1. Project

Gebruiker van licentie	[redacted]@nepocon.nl
Project	RWZI Emmen
Onderdeel	Fundatieplaat chemicalien opslag
Omschrijving	-
Auteur	[redacted]
Datum	April 2026
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	4
Aantal staven :	0
Aantal platen :	1
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	0
Aantal belastingsgevallen :	2
Aantal gebruikte materialen :	4
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

2. Rekenmodel

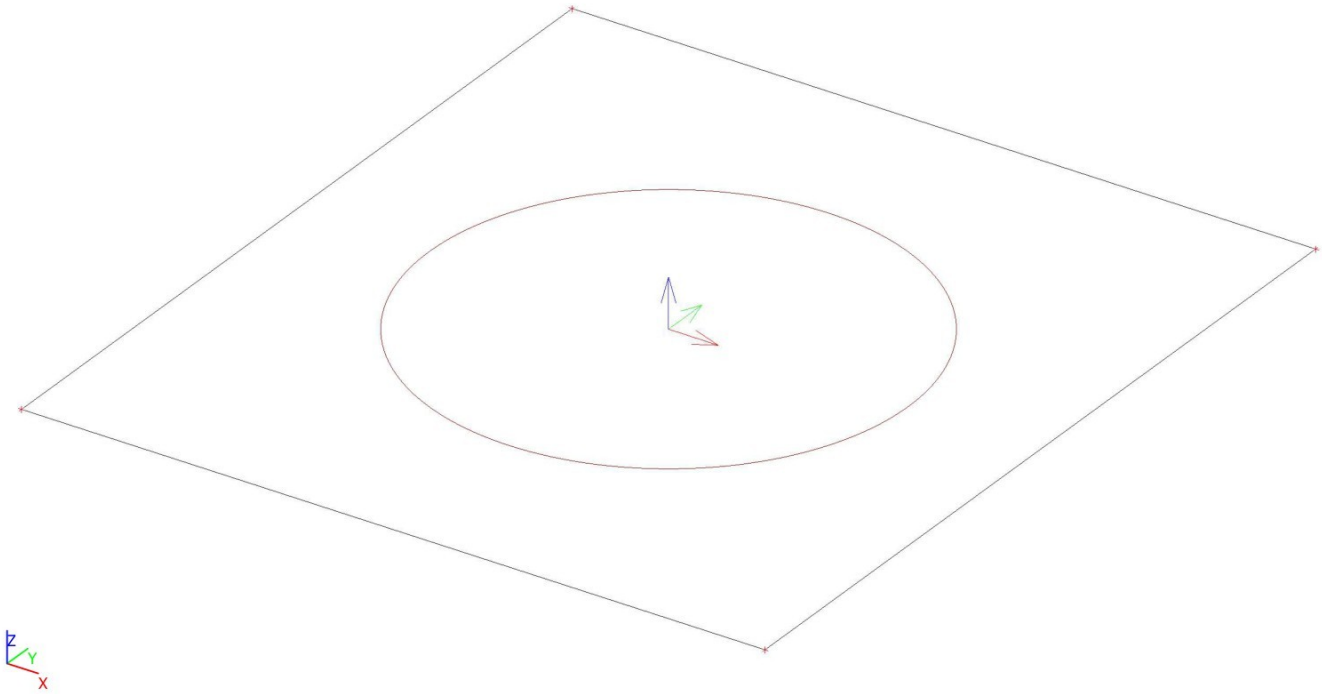


3. Inhoudsopgave

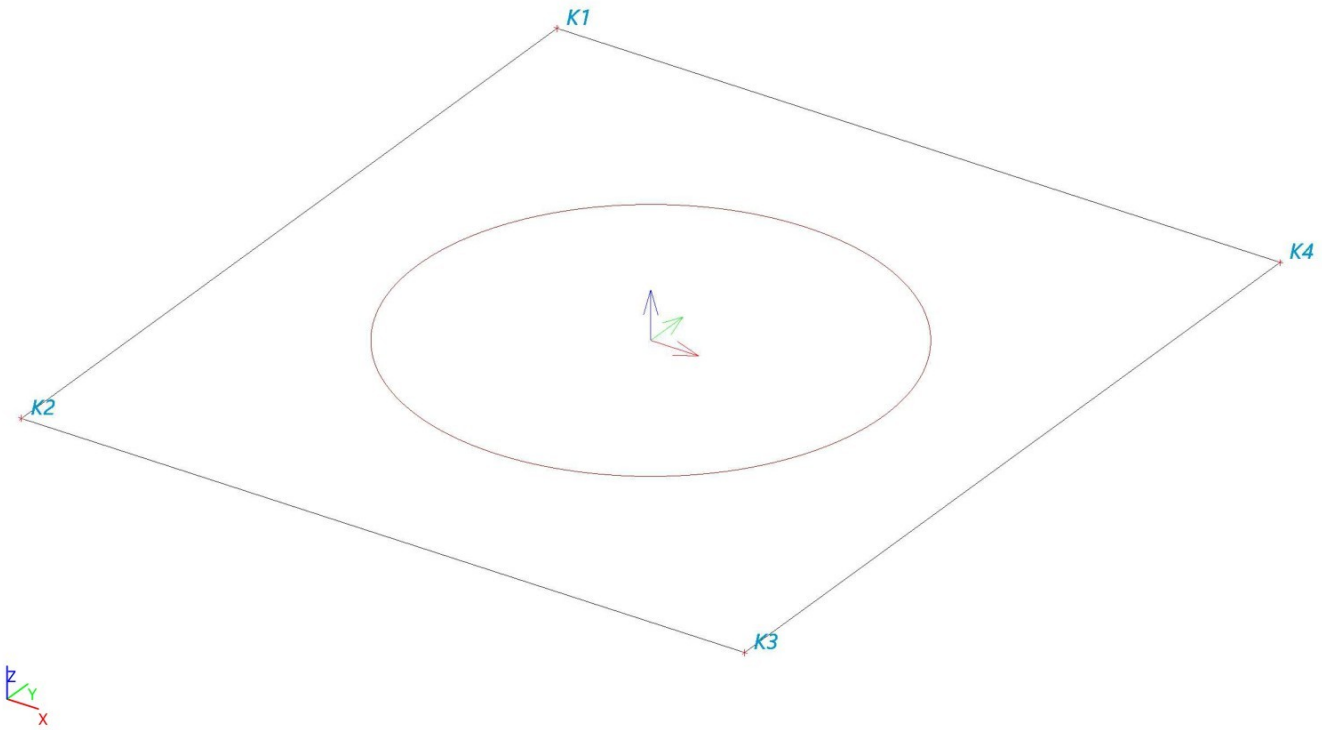
1. Project 1
2. Rekenmodel 1
3. Inhoudsopgave 2
4. Invoergegevens 3
   - 4.1. Rekenmodel 3
   - 4.2. Knoopnummers 3
   - 4.3. Staafnummers 4
   - 4.4. Materialen 4
   - 4.5. Knopen 4
   - 4.6. 2D-elementen 5
   - 4.7. Instellingen net 6
   - 4.8. Instellingen solver 6
5. Belastingen en combinaties 7
   - 5.1. Belastingsgevallen 7
   - 5.2. Belastingsgevallen 8
     - 5.2.1. Belastingsgevallen - BG1.1 8
       - 5.2.1.1. Belasting 8
     - 5.2.2. Belastingsgevallen - BG1.2 9
       - 5.2.2.1. Belasting 9
       - 5.2.2.2. Vrije oppervlakte last 9
   - 5.3. Belastinggroepen 10
   - 5.4. Combinaties 10
   - 5.5. Resultaatklasses 10
6. Resultaten 11
   - 6.1. Berekeningsverslag 11
   - 6.2. UGT krachtswerking 12
     - 6.2.1. Interne 2D-krachten 12
     - 6.2.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 13
     - 6.2.3. Interne 2D-krachten; m_xD- 13
     - 6.2.4. Interne 2D-krachten; m_yD+ 14
     - 6.2.5. Interne 2D-krachten; m_yD- 14
     - 6.2.6. Interne 2D-krachten; q_maxb 15
   - 6.3. BGT krachtswerking 16
     - 6.3.1. Interne 2D-krachten 16
     - 6.3.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 17
     - 6.3.3. Interne 2D-krachten; m_xD- 17
     - 6.3.4. Interne 2D-krachten; m_yD+ 18
     - 6.3.5. Interne 2D-krachten; m_yD- 18
   - 6.4. Contactspanningen 19
     - 6.4.1. 2D-contactspanningen; σ_z 19

4. Invoergegevens

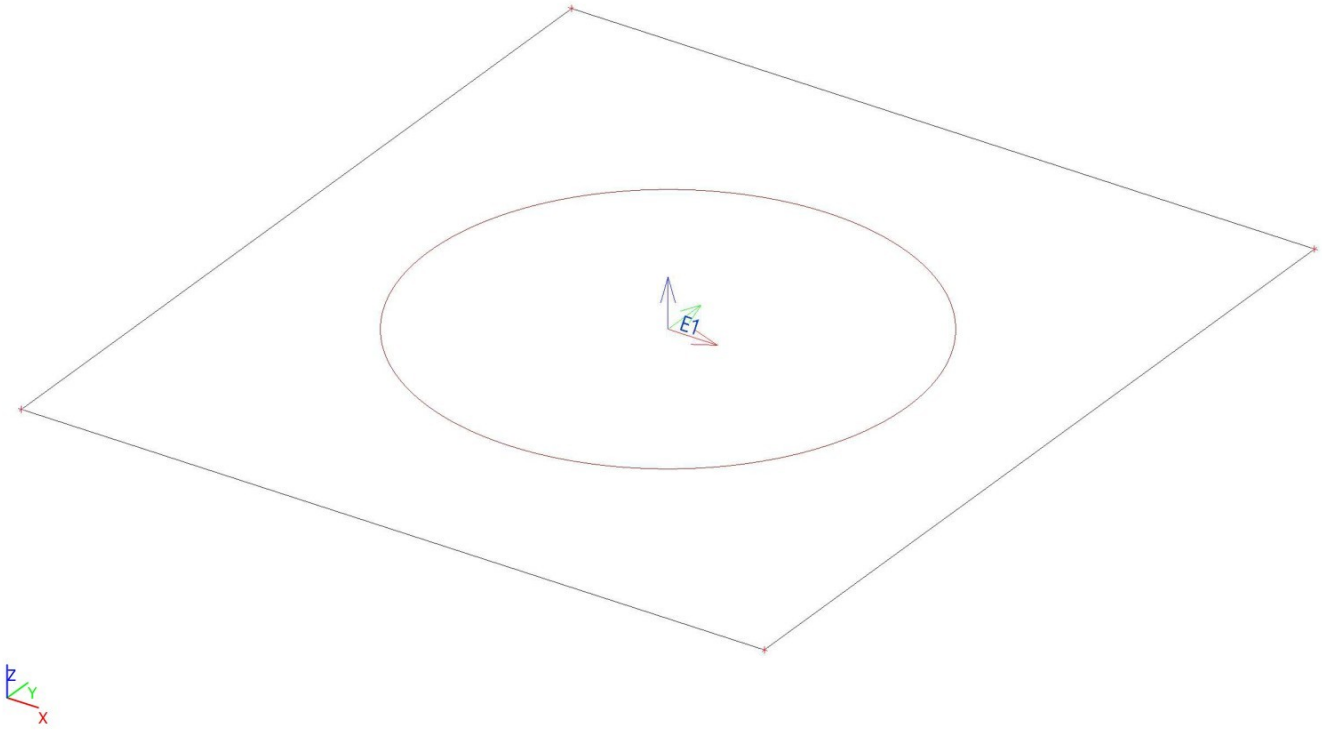
4.1. Rekenmodel



4.2. Knoopnummers



4.3. Staafnummers



4.4. Materialen

Naam	Type	ρ [kg/m³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Kleur
C30/37	Beton	2500,00	2600,00	3,2800e+04	0.2	0,01e-003	30,00	
C30/37 gescheurd	Beton	2500,00	2600,00	1,1000e+04	0.2	0,01e-003	30,00	
C30/37 oneidig	Beton	2500,00	2600,00	1,0000e+07	0.2	0,01e-003	30,00	

Verklaring van symbolen	
Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.

Wapening EC2

Naam	Type	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	$f_{y.k}$ [MPa]
B 500B	Betonstaal	7850,00	2,0000e+05	8,3333e+04	0,01e-003	500,0

4.5. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	5,000	0,000
K2	0,000	0,000	0,000
K3	4,500	0,000	0,000
K4	4,500	5,000	0,000

4.6. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C30/37 gescheurd	constant	300,00

4.7. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van variabele excentriciteiten op elementen in plaats van constante excentriciteiten	✗
Generatie van knopen op staven	✗
Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	✗
Constructie-entiteiten verbinden	✓
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor integratiestrook en 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal 1D-netelementen op rechte 1D-elementen	10
Gemiddelde grootte van 2D-netelement [m]	0,300
Gemiddelde grootte van 1D-element op gebogen 1D-elementen [m]	100,000
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van voorspankabels, elementen op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Minimale afstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0,001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

4.8. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	✗
Initiële spanning	✗
Aantal diktes van plaatrib	20
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Maximum aantal iteraties	20
Aantal incrementen	1
Aantal knikvormen	2
Minimaal aantal doorsneden op element	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m^3]	1,0000e-01
C1y [MN/m^3]	1,0000e-01
C1z [MN/m^3]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Waarschuwing als de maximale verplaatsing groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Tolerantie van parallellisme [deg]	10,00
Verhouding tot helft - afstand tot aanliggende ligger beff,i/bi [-]	0,200
Verhouding tot effectieve overspanningslengte beff,i/l0 [-]	0,100
Maximale verhouding tot effectieve overspanningslengte beff,i/l0 [-]	0,200
Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,000
Inwendige overspanning [-]	0,700
Eind overspanning [-]	0,850
Uitkraging, basisverhouding tot huidige overspanning [-]	1,000
Uitkraging, basisverhouding tot aangrenzende overspanning [-]	0,150
Uitkraging, maximale verhouding tot huidige overspanning [-]	1,500
Maximale aangrenzende overspanninglengteverhouding [-]	1,500
Maximale uitkragingslengteverhouding tot aangrenzende overspanning [-]	0,500
Overspanningslengteverhouding Le/beff,max (1 kant) [-]	8,00
Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,000
Inwendige overspanning [-]	0,700
Eind overspanning [-]	0,850
Uitkraging [-]	2,000
Methode gebruikt voor niet-beton en niet-staal / staalbetonliggers	EN 1994-1-1
Solver nauwkeurigheid ratio	1
Grond combinatie	Geen
Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Kirchhoff
Type solver	Direct
Type van eigenwaarde solver	Lanczos
Berekeningsmethode	Picard

5. Belastingen en combinaties

5.1. Belastingsgevallen

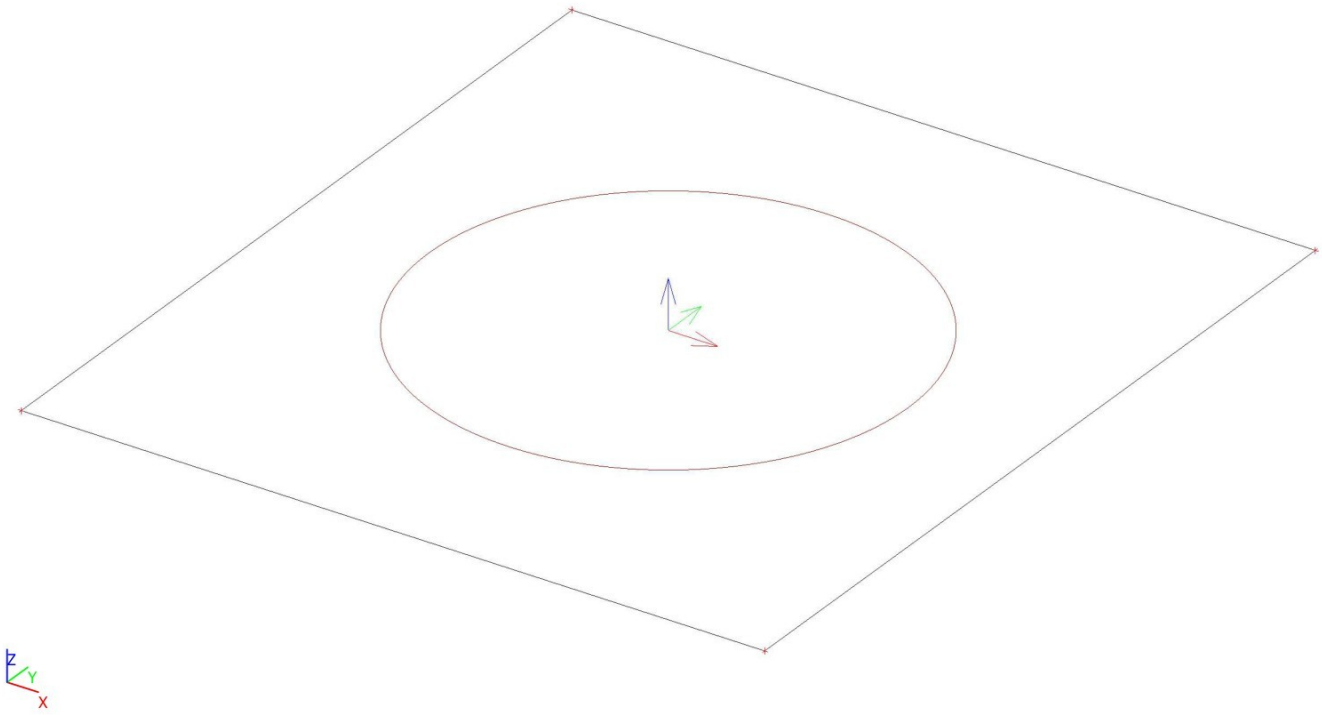
Naam	Omschrijving	Actie type	Belastingtype	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1.1	Eigen gewicht	Permanent	Eigen gewicht	LG1 - Permanent	-Z		
BG1.2	Tankbelasting	Variabel	Statisch	LG2 - Tankbelasting		Kort	Geen

5.2. Belastingsgevallen

5.2.1. Belastingsgevallen - BG1.1

Naam	Omschrijving
BG1.1	Eigen gewicht

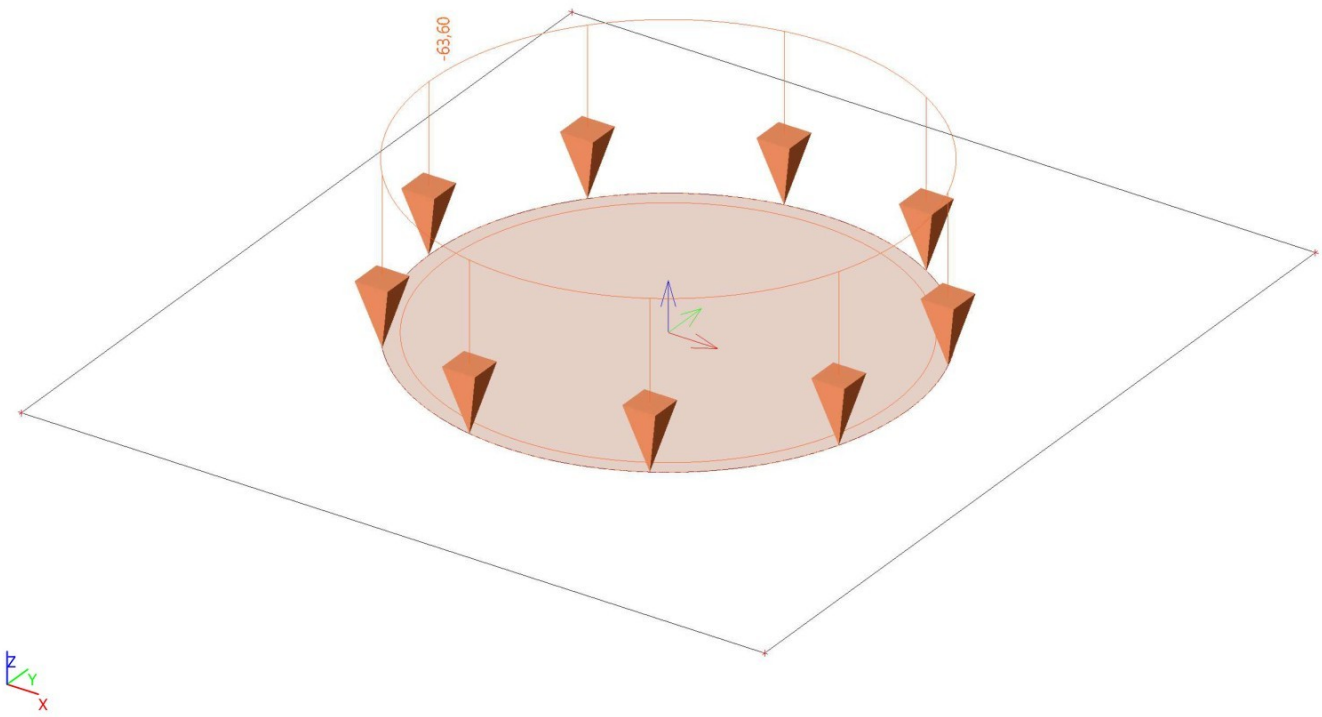
5.2.1.1. Belasting



5.2.2. Belastingsgevallen - BG1.2

Naam	Omschrijving
BG1.2	Tankbelasting

5.2.2.1. Belasting



5.2.2.2. Vrije oppervlakte last

Rich	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
Z	Gelijkmatig	-63,60	Z=0	Auto	GCS	Lengte

5.3. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1 - Permanent	Permanent		
LG2 - Tankbelasting	Variabel	Standaard	Cat A : Woning

5.4. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1 UGT		Omhullend - UGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,350
Combi2 UGT		Omhullend - UGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,350
			BG1.2 - Tankbelasting	1,350
Combi3 BGT		Omhullend - BGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,000
Combi4 BGT		Omhullend - BGT	BG1.1 - Eigen gewicht	1,000
			BG1.2 - Tankbelasting	1,000

5.5. Resultaatklasses

Naam	Lijst
Alle UGT	Combi1 UGT - Omhullend - UGT
	Combi2 UGT - Omhullend - UGT
	Combi4 BGT - Omhullend - BGT
	Combi3 BGT - Omhullend - BGT
Alle BGT	Combi3 BGT - Omhullend - BGT
	Combi4 BGT - Omhullend - BGT
Alle UGT+BGT	Combi1 UGT - Omhullend - UGT
	Combi2 UGT - Omhullend - UGT
	Combi3 BGT - Omhullend - BGT
	Combi4 BGT - Omhullend - BGT

6. Resultaten

6.1. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D-elementen	255
Aantal 1D-elementen	0
Aantal netknopen	288
Aantal vergelijkingen	1728
Buigtheorie	Kirchhoff
Belastingsgevallen	BG1.1, BG1.2

Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG1.1	Lasten	0,00	0,00	-165,54
	reactie in de knopen	0,00	0,00	0,00
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	0,00
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	165,54
BG1.2	Lasten	0,00	0,00	-417,22
	reactie in de knopen	0,00	0,00	0,00
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	0,00
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	417,22

6.2. UGT krachtswerking

6.2.1. Interne 2D-krachten

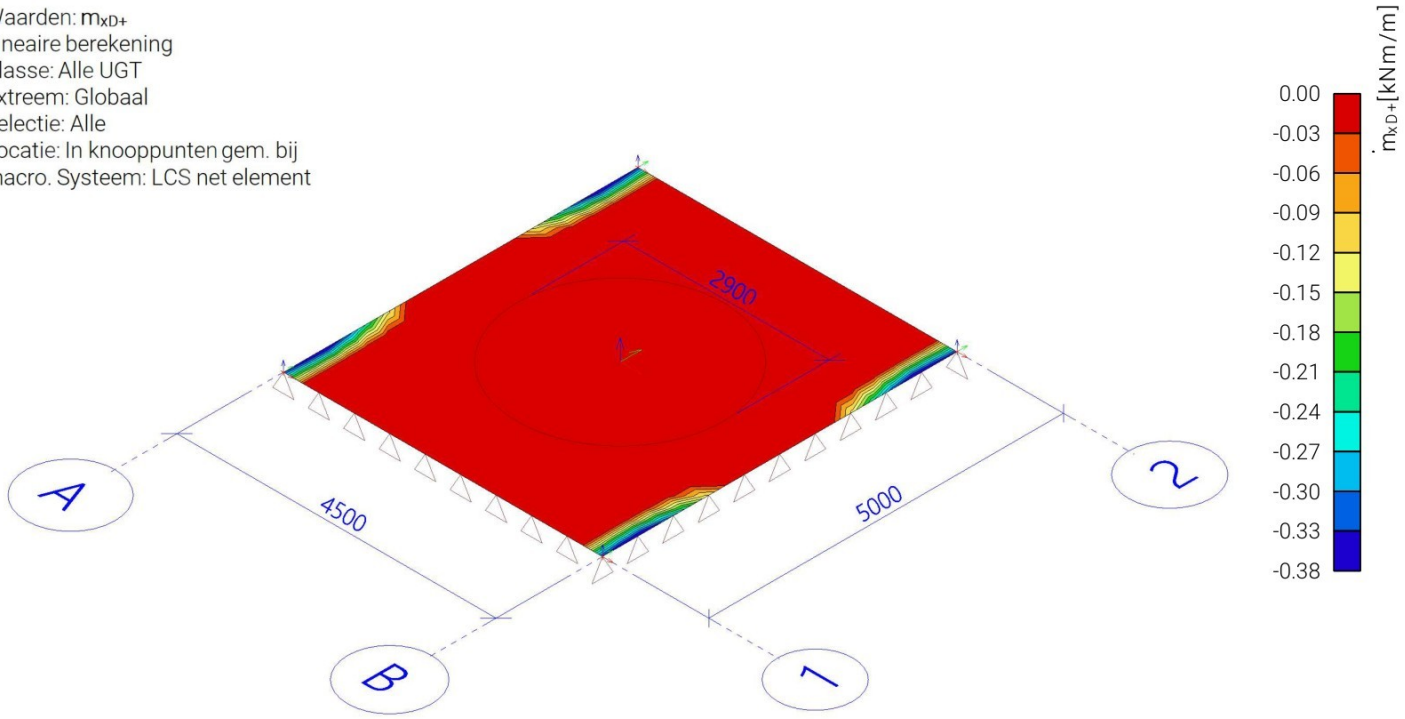
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	Belasting	m_{xD+} [kNm/m] m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m] m_{yD-} [kNm/m]
E1	Element: 2 Knoop: 5	0,000 4,412 0,000	Combi2 UGT/1	-0,38 1,11	0,00 6,13
E1	Element: 110 Knoop: 135	2,100 2,647 0,000	Combi2 UGT/1	0,00 35,54	0,00 43,53
E1	Element: 18 Knoop: 38	0,600 5,000 0,000	Combi2 UGT/1	0,00 5,48	-0,42 1,16
E1	Element: 1 Knoop: 1	0,000 5,000 0,000	Combi1 UGT/2	0,00 0,00	0,00 0,00
E1	Element: 128 Knoop: 154	2,400 2,353 0,000	Combi2 UGT/1	0,00 35,54	0,00 43,53

Naam	Combinatiesleutel
Combi2 UGT/1	1.35*BG1.1 + 1.35*BG1.2
Combi1 UGT/2	1.35*BG1.1

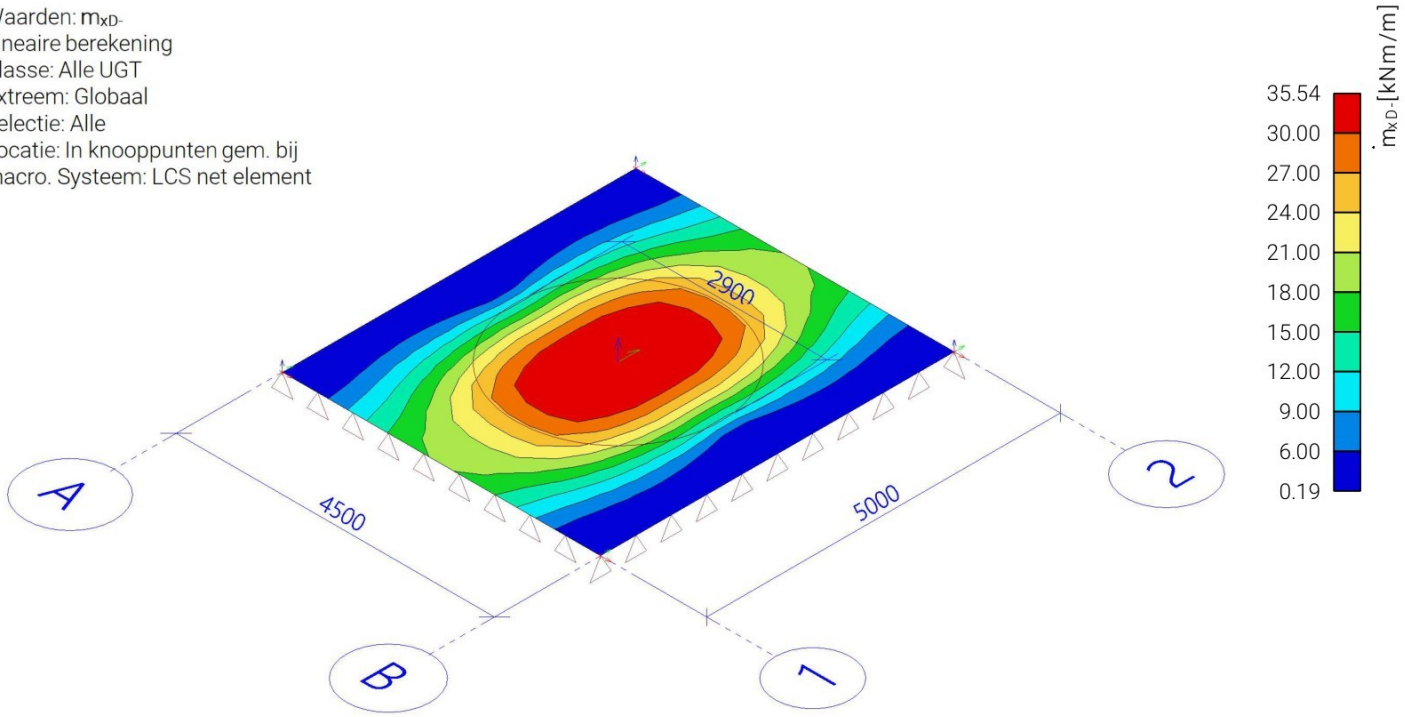
6.2.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waarden: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



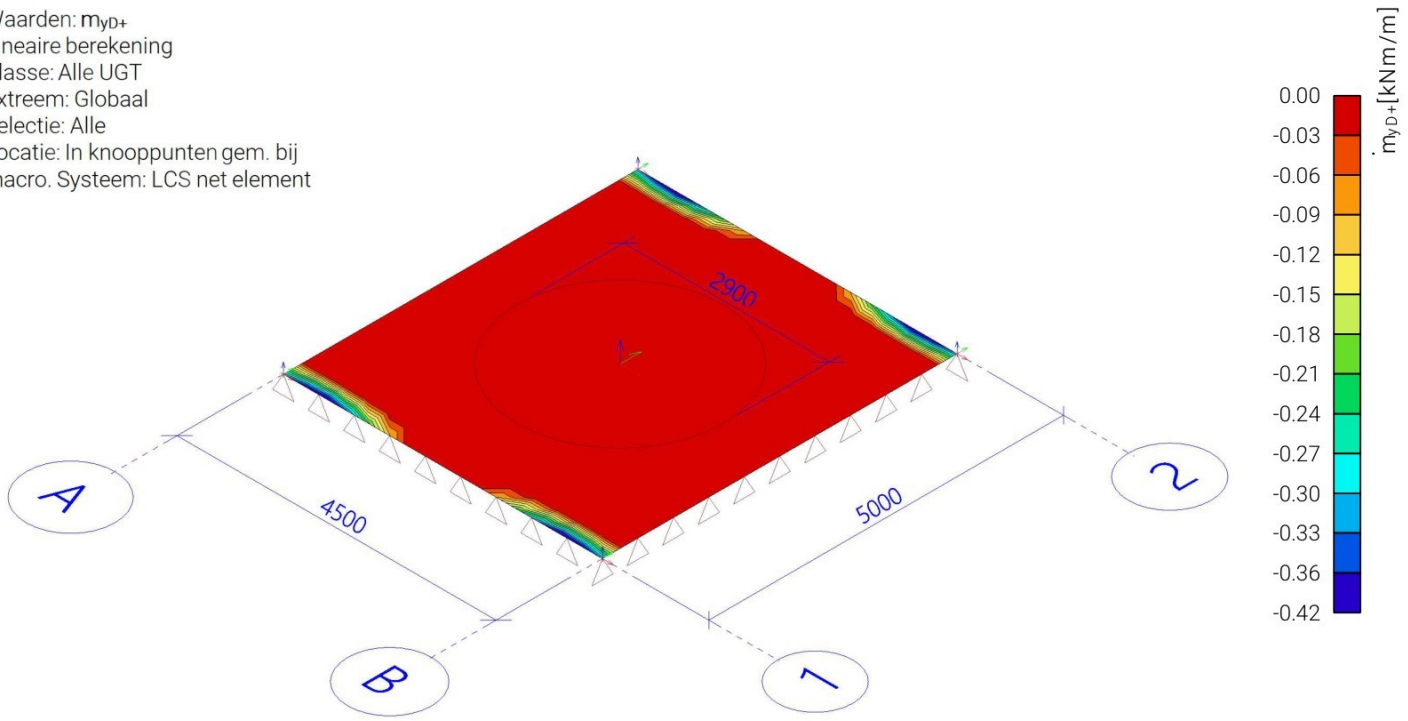
6.2.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waarden: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



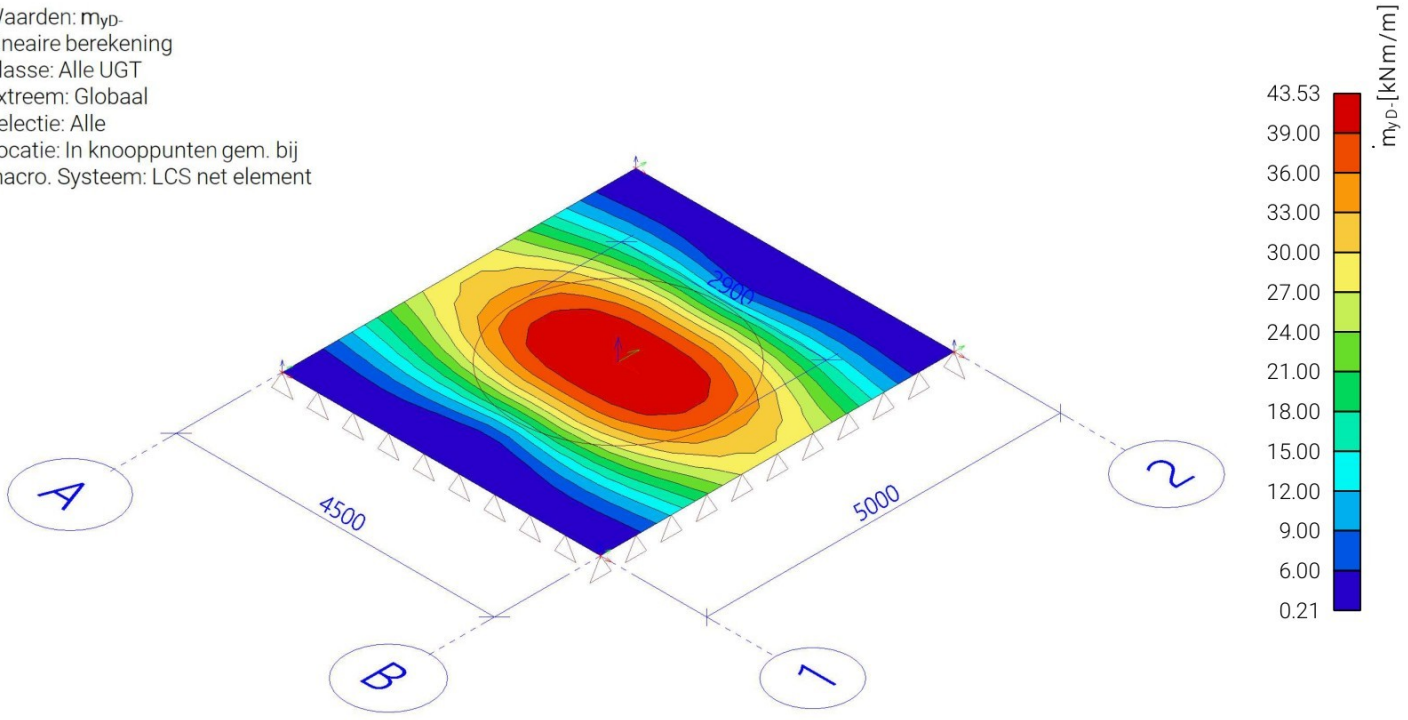
6.2.4. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waarden: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



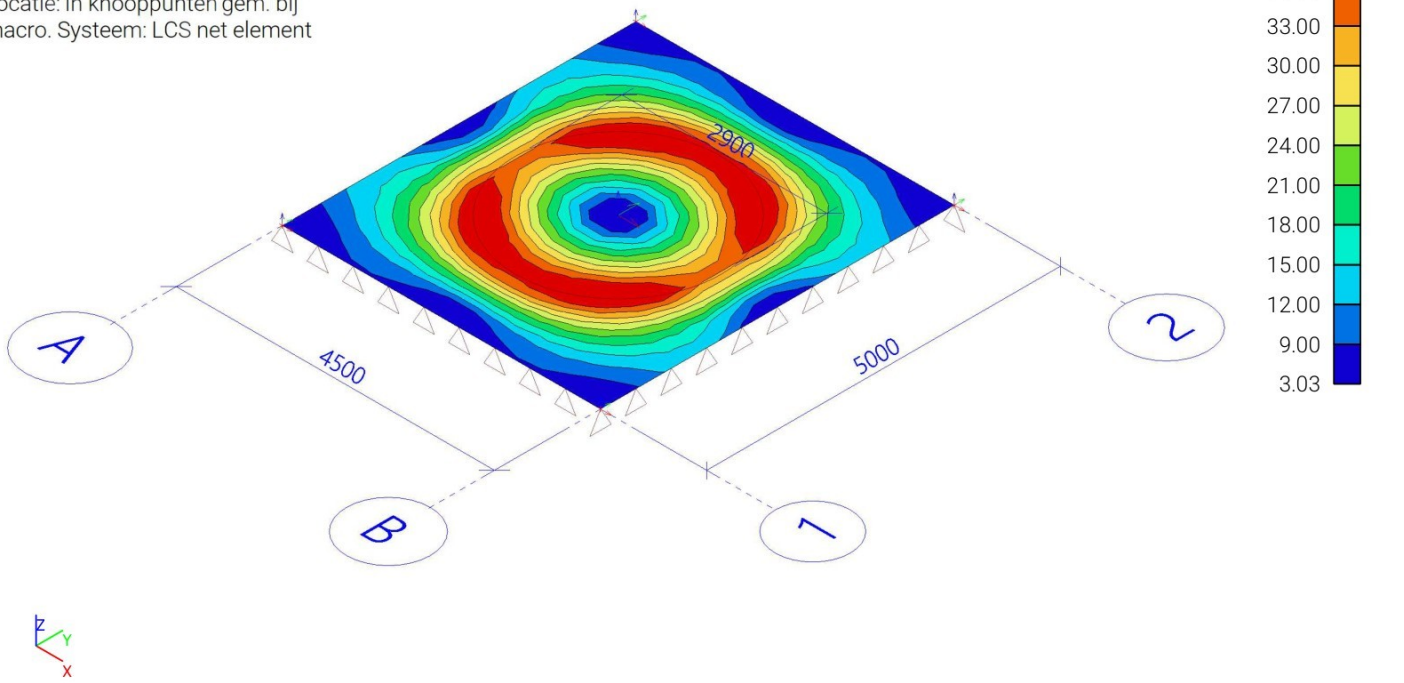
6.2.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waarden: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



6.2.6. Interne 2D-krachten; q_maxb

Waarden: q_{maxb}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



6.3. BGT krachtswerking

6.3.1. Interne 2D-krachten

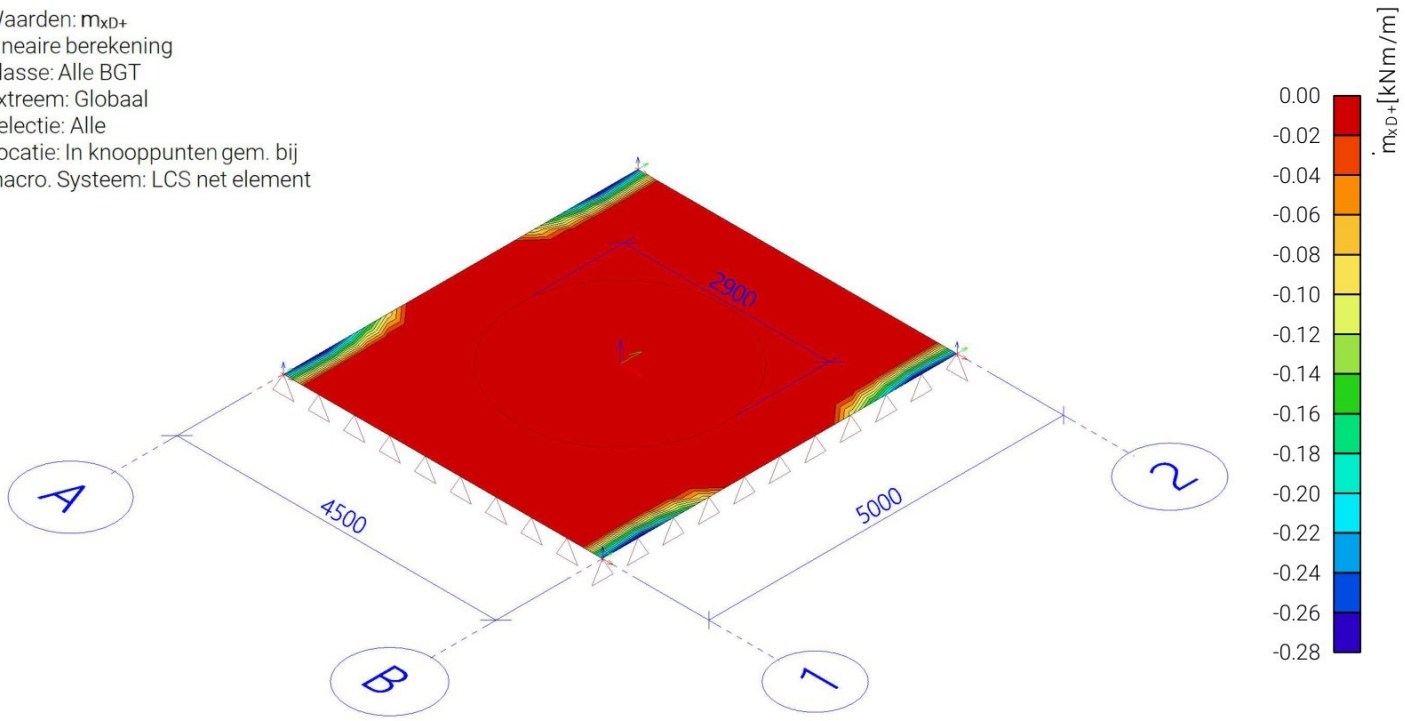
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	Belasting	m_{xD+} [kNm/m] m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m] m_{yD-} [kNm/m]
E1	Element: 2 Knoop: 5	0,000 4,412 0,000	Combi4 BGT/1	-0,28 0,82	0,00 4,54
E1	Element: 110 Knoop: 135	2,100 2,647 0,000	Combi4 BGT/1	0,00 26,32	0,00 32,24
E1	Element: 18 Knoop: 38	0,600 5,000 0,000	Combi4 BGT/1	0,00 4,06	-0,31 0,86
E1	Element: 1 Knoop: 1	0,000 5,000 0,000	Combi3 BGT/2	0,00 0,00	0,00 0,00
E1	Element: 128 Knoop: 154	2,400 2,353 0,000	Combi4 BGT/1	0,00 26,32	0,00 32,24

Naam	Combinatiesleutel
Combi4 BGT/1	BG1.1 + BG1.2
Combi3 BGT/2	BG1.1

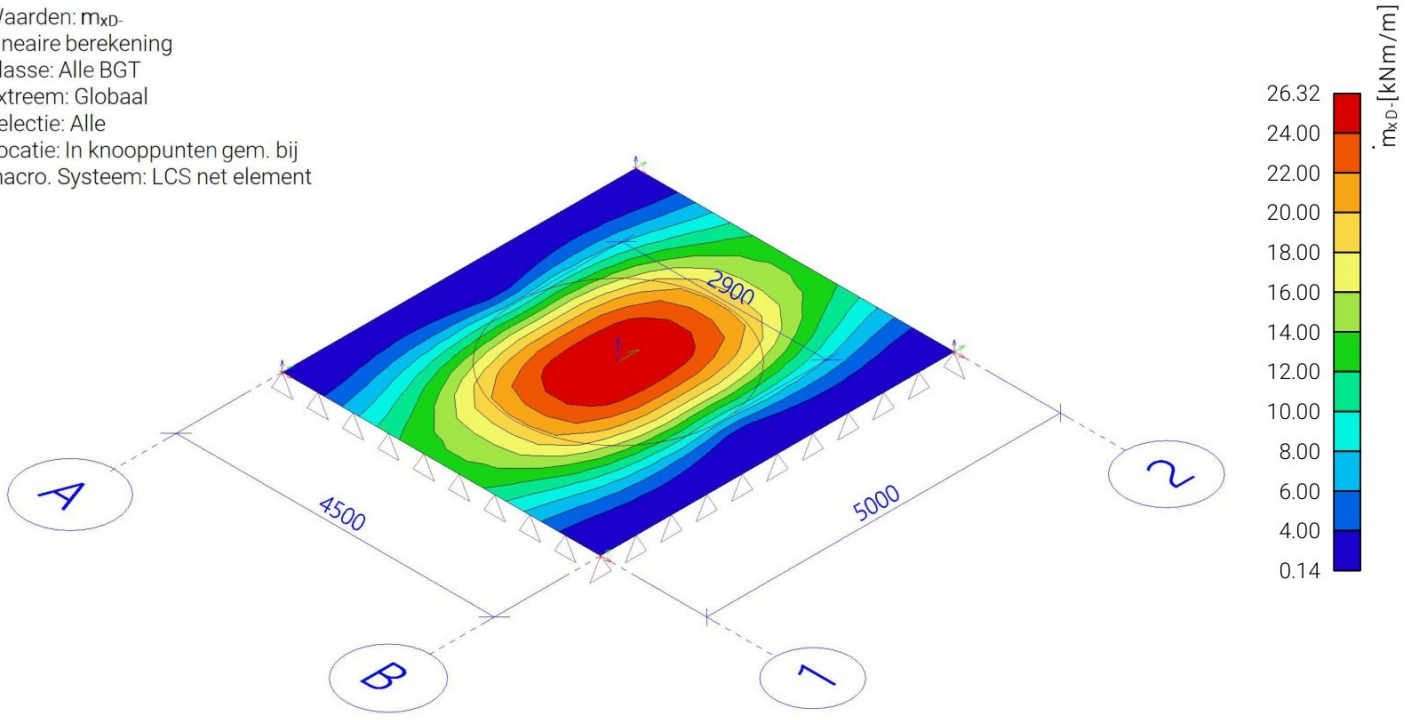
6.3.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waarden: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



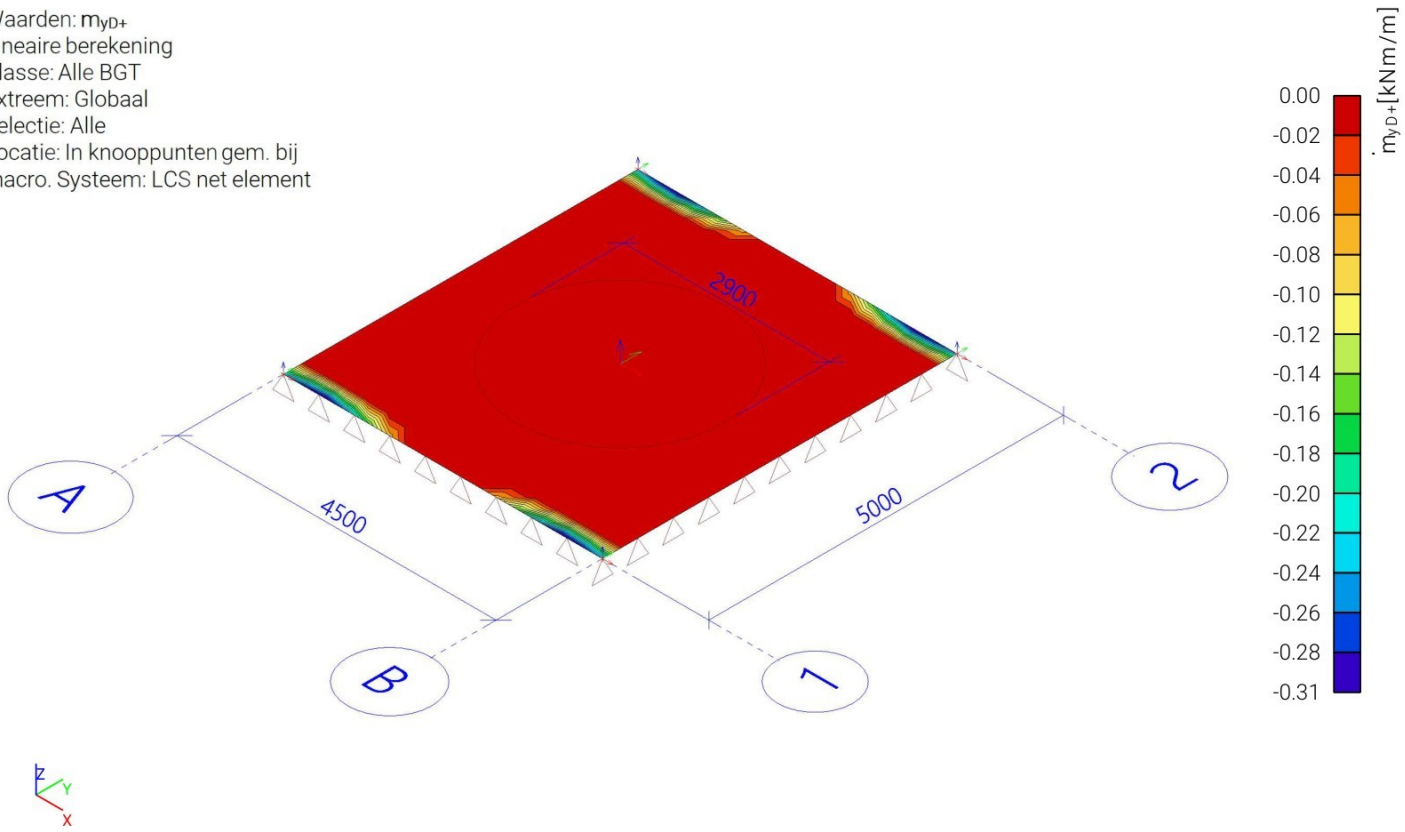
6.3.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waarden: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



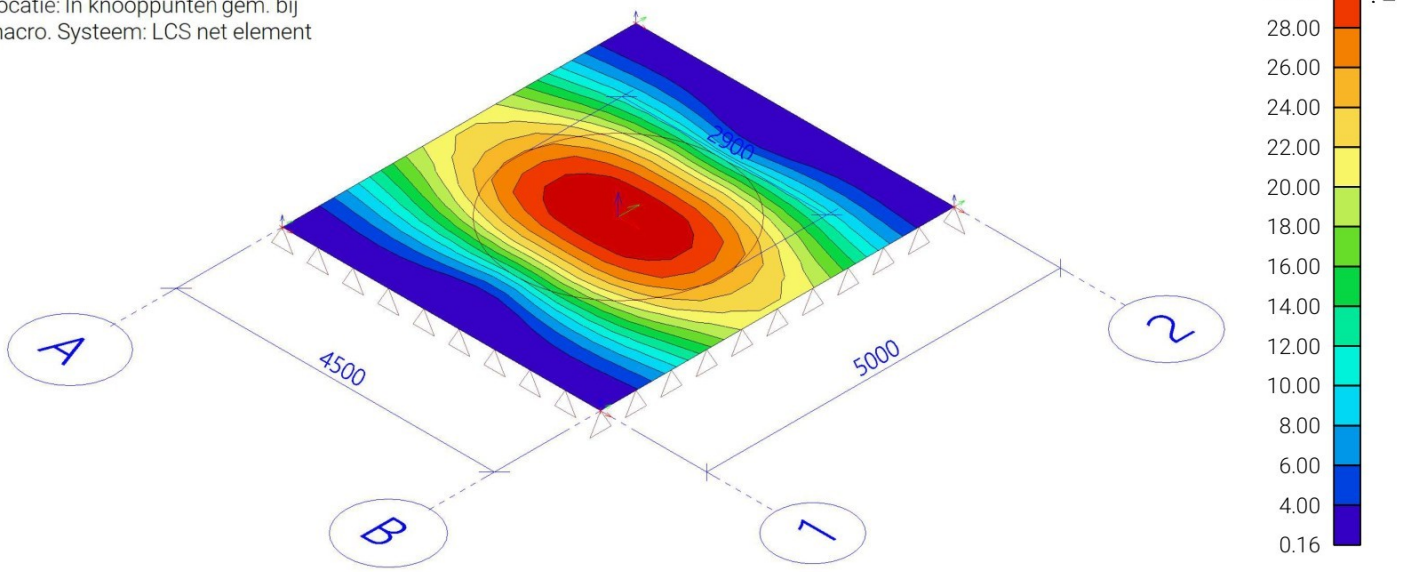
6.3.4. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waarden: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



6.3.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waarden: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



6.4. Contactspanningen

6.4.1. 2D-contactspanningen; σ_z

Waarden: σ_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem..
Systeem: LCS net element

