

Project: **Fundering 3 vlakbodemsilo's biogascentrale Groot Severt**
Aan de Deventer Kunstweg 2a
Te Beltrum

Datum: 26-01-2026

Projectnr.: 30743-IK

Berekening deel: A – Totaal

Projectgegevens

Project: Fundering 3 vlakbodemsilo's biogascentrale Groot Severt
aan de Deventer Kunstweg 2a
te Beltrum

Berekening deel: A

Onderdeel: Totaal

Constructeur: ing. [REDACTED] paraaf [REDACTED]:
email: [REDACTED]@wiggers-ing.com

Opdrachtgever: Pit Bouwadvies
Voslaan 7
7156 MN Beltrum

Inhoud:

Aangehouden voorschriften, kwaliteitseisen	4
Toelaatbare gronddrukspanningen	4
Gevolgklasse, betrouwbaarheidsklasse, ontwerplevensduur	4
Gebruikte eenheden	4
Bouwkundige tekening(-en)	4
Algemene gegevens	5
Technische omschrijving	7
Gewichten en belastingen	8
 Funderingsplaten 3 vlakbodemsilo's	 8
 Bijlage	 10
Constructieve overzichten	15

Aangehouden voorschriften, kwaliteitseisen:

De statische berekening is uitgevoerd volgens de constructie voorschriften uit de NEN-EN 1990 - serie.

Indien niet anders is aangegeven is uitgegaan van :

voor gewapende betonconstructies	: betonkwaliteit C20/25, staalkwaliteit B500A/B
	: schilvloeren C30/37
	: prefab beton C35/45
voor staalconstructies	: staalkwaliteit S235
voor houtconstructies	: houtkwaliteit C18
voor steenconstructies	: kalkzandsteenlijmelementen, CS12.

Toelaatbare gronddrukspanningen:

Indien niet anders is aangegeven, wordt bij een fundering op staal, bij een gronddekking van 200 mm en een hoogste grondwaterstand van 600 mm onder aanlegniveau van de fundering, uitgegaan van de volgende toelaatbare rekenwaarden. Deze waarden in het werk te (laten) controleren:

<i>strookbreedte in mm¹</i>	<i>Q_{Rd} in kN/m¹</i>	<i>strookbreedte in mm¹</i>	<i>Q_{Rd} in kN/m¹</i>
400	33	500	45
600	60	700	75
800	90	900	110
1000	130	1100	150
1200	175	1400	225
1600	285	1800	350

Gevolgklasse, Betrouwbaarheidsklasse en ontwerplevensduur:

Het project is ingedeeld in

Gevolgklasse:

CC1

Betrouwbaarheidsklasse:

RC1

Ontwerplevensduur:

50 jaar

Geadviseerde Uitvoeringsklasse conform EN 1090-2:

EXC2

Gebruikte eenheden:

Indien niet anders wordt aangegeven zijn de volgende eenheden aangehouden:

overspanningen	in m ¹
belastingen	in kN/m ² of in kN/m ¹ of in kN
afmetingen	in mm ¹
spanningen	in N/mm ²
wapening	in mm ² of mm ² /m ¹ plaatbreedte

Bouwkundige tekening(en):

Bij de uitwerking van de statische berekening is gewerkt van de volgende tekening(en):

Tekening: B-101 bouw silo's en luchtwasser 21-11-2025
Afbeelding silo MIP ontvangen op 21-11-2025

Algemene gegevens: Tenzij anders aangegeven**Staalconstructie:**

- dakranden voorzien van noodoverlatten, afmeting en plaats in overleg te bepalen
- blijvend hemelwaterafschot min. 20mm/m
- dakplaten verspringend aanbrengen i.v.m. gelijkmatige belastingafdracht
- bevestiging dak- en wandplaten volgens berekening leverancier
- de dakplaten dienen als kipsteun voor de dakliggers dit is d.m.v. een berekening door de dakplaatleverancier aan te tonen
- bij de dakplaatberekening rekening houden met verhoogde sneeuwbelasting door opwaaien en afglijden
- bij alle randen en hoeken van dak-, en wandplaten rekening houden met verhoogde windbelasting
- aangegeven zegen zijn exclusief hemelwaterafschot
- voorzieningen t.b.v. valbeveiliging volgens opgaaf leverancier
- deze staalconstructieberekening omvat alleen de hoofddraagconstructie
- detailberekening staalconstructie volgens leverancier staalconstructie
- staalconstructie in een vochtige omgeving conserveren
- lichtstraten die haaks op de afschotrichting lopen niet langer dan 15m ter voorkoming van wateraccumulatie
- in overleg met de brandadviseur de staalconstructie evt. brandwerend beschermen
- het aanbrengen van een staalconstructie onder een scheurgevoelige gevel dient onder voorspanning te gebeuren

Daken

- kanaalplaatvloeren waarop muurplaten worden verankerd welke evenwijdig lopen aan de kanaalplaat dienen voldoende door spatstrippen gekoppeld te worden om wijken van de vloerelementen te voorkomen

Wanden

- i.v.m. de verwachte kripscheuren kalkzandsteen wanden pas na twee stookseizoenen voorzien van een eventueel harde afwerking
- kalkzandsteenwanden dilateren conform advies C.V.K.
- geveldilataties aanbrengen volgens advies leverancier
- dragende kozijnen dienen ondersteund te worden door GB puisteunen o.g.
- in deze berekening zijn alleen de dragende lateien berekend
- dragend metselwerk en metselwerk t.b.v. van stabiliteit (indien niet anders aangegeven) op de hoeken altijd in verband metselen
- aansluitingen bestaande buitenspouwbladen met nieuwe buitenspouwbladen indien niet anders aangegeven dilateren

Vloeren

- bij scheurgevoelige wanden op de vloer: $f_{bijk} = 1/500l$ met een maximum van 12mm
- vloerelementen opleggen op geschikte oplegmateriaal, afgestemd op eisen en richtlijnen van bijvoorbeeld de steenleverancier.
- tekeningen met het leidingverloop in vloeren ter controle sturen aan vloeren leverancier
- i.v.m. de vochthuishouding dakvloeren: binnenwanden onder kanaalplaatvloeren flexibel aansluiten
- indien op een kanaalplaatvloer een steenachtige afwerking komt, deze voorzien van een druklaag C20/25, met een op hoogte gebracht kruisnet R8-100 (B500A)
- vloeren zijn niet gecontroleerd op trilling tenzij anders aangegeven

Fundering / vloeren op zand:

- bij niet vrijdragende betonvloeren zullen altijd zettingsverschillen in de vloer ontstaan in overleg met opdrachtgever eventueel advies aanvragen bij een grondmechanisch adviseur
- beton dient gestort te worden op een voorbereide ondergrond (inclusief schraalbeton)

Kelders:

- i.v.m. verhinderde krimp van de kelderwand is het raadzaam min. 2x10R10(B500A) extra horizontaal in de kelderwand aan te brengen

Prefab betonelementen:

- Detailengineering van prefab betonelementen dient door de leverancier te geschieden. Wanden, kolommen en balken dienen conform KIWA CAT IVb inclusief de stekverbindingen met de fundering uitgewerkt te worden. Trappen, bordessen, balkons e.d. kunnen conform KIWA CAT III uitgewerkt worden.
- Prefab betonelementen dienen opgelegd te worden op geschikte oplegmateriaal, zodat schade aan de elementen danwel hun ondersteuning worden voorkomen. De oplegmateriaal dienen afgestemd te worden op de detailengineering van de prefab-leverancier. Aandachtspunten bij de keuze van de oplegmateriaal zijn: opleglengte, oplegbreedte, druksterkte, op te vangen toleranties, hoekverdraaiingen, thermische werking – glijopleggingen, duurzaamheid, brandveiligheid. Laat u adviseren door specialisten op dit gebied.

Technische omschrijving

Het project dat in navolgende berekening wordt behandeld, betreft het realiseren van een funderingsplaat ten behoeve van het plaatsen van 3 vlakbodemsilo's in Beltrum. 3 vlakbodemsilo's worden geplaatst naast een gebouw op het terrein van de biogascentrale Groot Zevert Vergisting te Beltrum. Dit rapport heeft alleen betrekking op de fundering van de vlakbodemsilo's. Draagkrachtige grond dient in het werk te worden beoordeeld.

Fundering: Funderingsplaat op goed verdicht puinbed.

Nr. ..

Bl. ..

Datum: ..

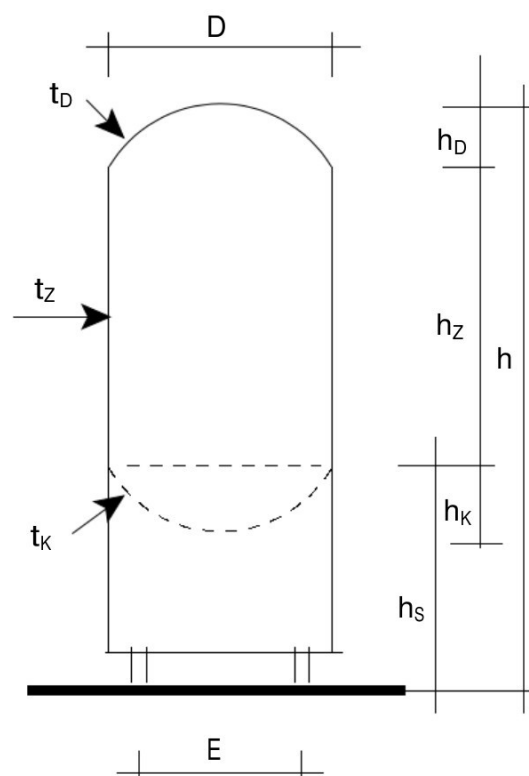
Schaal: ..

Funderingsplaat

Funderingsplaat t.b.v. 3 vlakbodemsilo's

Uitgangspunten:

Op te slaan materiaal:	12,0	kN/m ³
Eigengewicht van de silo	60,0	kN
Doorsnede	D: 4,1	m
Volume-inhoud van de silo	120,0	m ³
Cilinderhoogte	h_z : 9,089	m
Dekselhoogte	h_D : 1,085	m
Hoogte onderstel	h_S : 0,5	m
Windzone	3 onbebouwd	
Totaalhoogte	h : 10,71	m
Externe stuwdruk	q_p : 0,72	kN/m ²
h.o.h. steunpunten	E: 2,89	m
Ankerpunten	6	st.



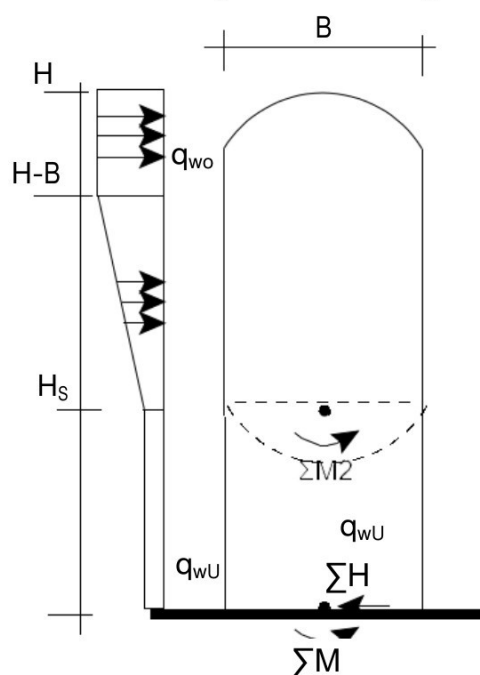
Windbelasting

Windbelasting op basis van naastgelegen afbeelding

Maximale horizontaalkracht:	22,4	kN
Maximaal moment:	123,4	kNm

Trekkracht op de ankers	27,0	kN
Ankers conform opgave leverancier.		

Schematische weergave van het beltingsverloop



	Nr. ..	Bl. ..
	Datum: ..	Schaal: ..

Funderingsplaat

Funderingsplaat t.b.v. 3 vlakbodemsilo's

Kies funderingsplaat 5000x18000mm² d:400mm C20/25

Funderingsplaat aanbrengen op 400mm gebroken puin.

Ondergrond dient goed verdicht te zijn.

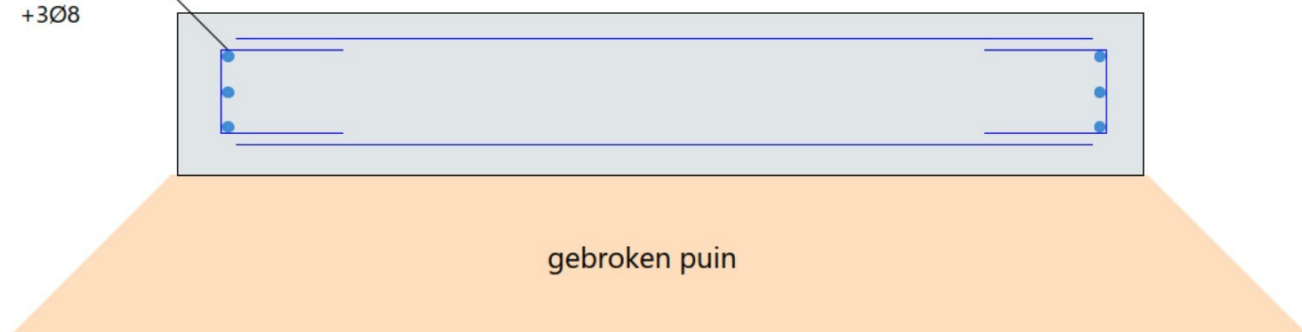
Gebroken puin dient tot minstens 800mm onder maaiveld te worden toegepast om opvriezen tegen te gaan.

Milieuklasse XA3(XC) XF1 (bo)
 XC4 (on)

Dekking 30mm (bo)
 40mm (on)

Wapening #Ø10-150 (bo&on)

hrsp. Ø8-150
 +3Ø8



Nr. ..

Bl. ..

Datum: ..

Schaal: ..

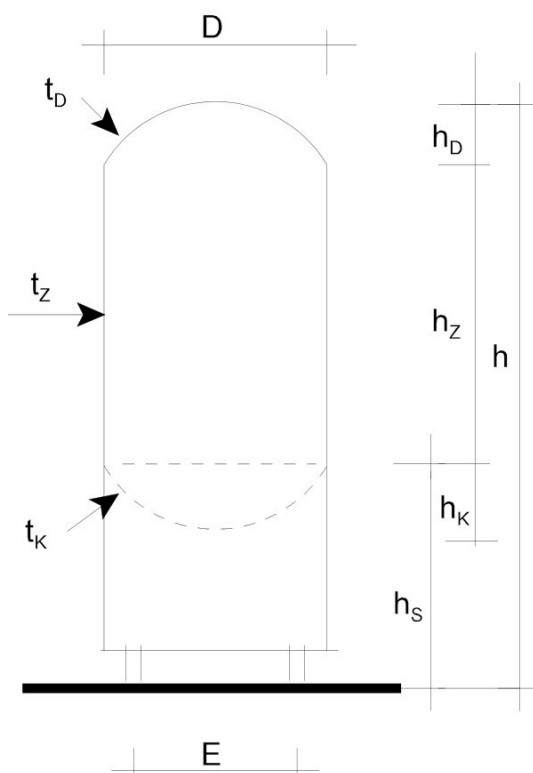
Bijlage

Behältertyp
Tank 12-410-120

Nr. **30743-IK**
d.d. 22-01-2026

Bl.4

Systemübersicht:



Angaben der Maße laut Zulassung:

h maximal 20,0m
 E laut Angabe der Firma Polem
 D Innendurchmesser der Behälter

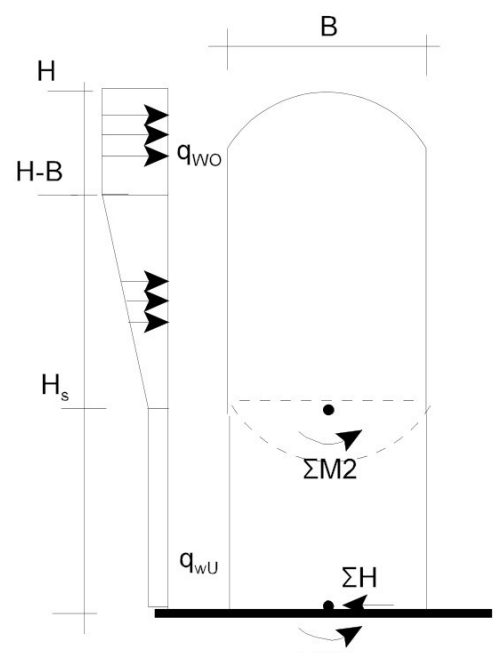
Eingaben			
Füllgut-Schüttgewicht (kN/m ³)	12.000	GFUP-Wichte (kN/m ³)	15.000
Silodurchmesser (D; m)	4.100	Maximalhöhe ($h=h_S+h_Z+h_D$; m)	10.716
Behältervolumen (m ³)	120.000	Verankerung auf Stützen durch	Zarge
Stützlänge (h_S ; m)	0.500	Stützenabstand (E; m)	2.899
Zylinderhöhe (h_Z ; m)	9.089	Anzahl Ankerpunkte	6
Deckelhöhe (h_D ; m)	1.085	Durchschn. Wandstärke (t_Z ; mm)	10.0
Bodenhöhe (h_K ; m)	0.000	Wandstärke (t_D ; mm)	5.0
Windgebiet (1,2,3,4)	2	Wandstärke (t_K ; mm)	5.0

Behältertyp
Tank 12-410-120

Nr. **30743-IK**
d.d. 22-01-2026

Bl.5

Lastangaben

Ständig aus Zylinder (kN)	17.56	Schneelast (2.56 kN/m ²) (kN)	33.80
Ständig aus Boden (kN)	0.99	Füllgewicht (kN)	1440.0
Ständig aus Deckel (kN)	2.04	Gesamtgewicht Behälter (kN)	20.59
Windlasten			
Windgebied (1,2,3,4)	2	q_{ref} (kN/m ²)	0.42
Küstzone bzw Inseln (0=nein/1=ja)	0	q_{wo} (kN/m ²) DIN EN 1991-1-4/NA (NA.B.2)/(NA.B.8)	0.73
		q_{wu} (kN/m ²) DIN EN 1991-1-4/NA (NA.B.1)/(NA.B.7)	0.63
Reynoldszahl (Re) NEN-EN 1991-1-4	9366388	Wenn $Re \leq 181435$; $C_{f,0} = 1.2$	0
Äquivalente Rauigkeit k [mm] (wie Stahl mit Schraubenköpfe)	1.00	Wenn $Re > 297676$; $C_{f,0} = 1.2 + [0.18 \lg(10k/b)] / [1 + 0.4 \lg(Re/10^6)]$	0.861
		Wenn $181435 < Re < 297676$; $C_{f,0} = 0.11 / (Re/10^6)^{1.4}$	0
		Maßgebend aus obenstehende $C_{f,0}$	0.86
		Abm. factor wegen Schlankheit ($\lambda \geq 10$)	0.70
		Erhöhungsfaktor (Reihenaufstellung)	1.15
		Windangriffsbreite B_z (D+0.2m;m)	4.30
		H gesamte Höhe der Aufstellung (m)	10.72
		H-B (nach Bild 3 der DIN 1055-4) (m)	6.42
		H _s (Stützenlänge)	0.50
		ΣH (kN)	22.39
		ΣM_1 (kNm)	123.36
		ΣM_2 (kNm)	112.40

Windzone 3, onbebouwd NL: H=11.0m
Windzone 3, onbebouwd NL: H=4.0m

$P_w = 0.72 \text{ kN/m}^2$
 $P_w = 0.49 \text{ kN/m}^2$



Behältertyp
Tank 12-410-120

Nr. **30743-IK** Bl.6
d.d. 22-01-2026

Lastenspiel auf Konstruktion ($\gamma=1,0$)

Normalkraft je Auflager (kN) (Druckkräfte sind nur theoretisch da die Zarge auf der Gründung abträgt)	
Ständig	3.43
Schnee	5.63
Füllgewicht	240.00
Last auf Ankerpunkt aus Windmoment ΣM_1 (Wind über Eck maßgebend)	20.06

Zugkraft auf Ankerpunkte ($\gamma=1,5$)

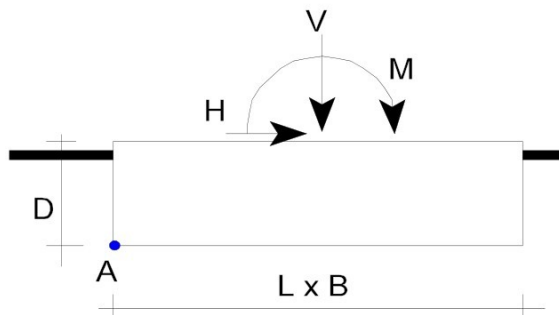
$-0.9 \times G + 1.5 \times W$ [kN]	27.00
-------------------------------------	-------

Behältertyp
Tank 12-410-120

Nr. **30743-IK**
d.d. 22-01-2026

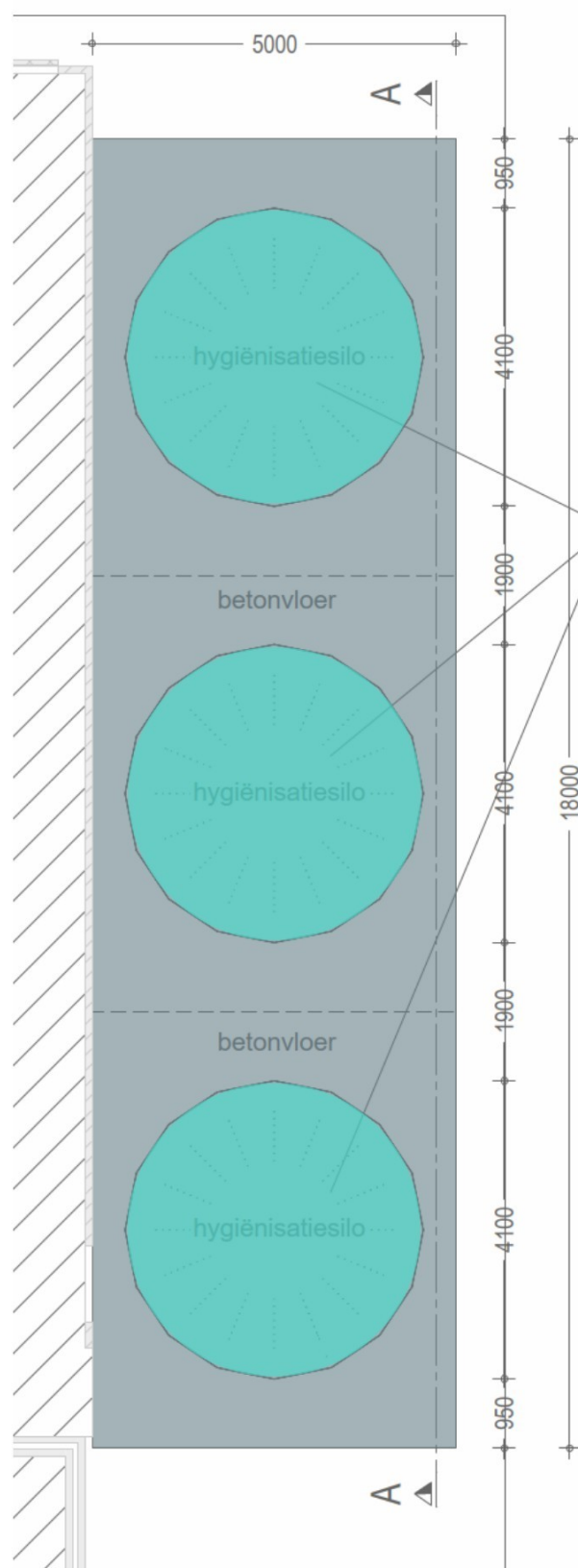
Bl.7

Gründung

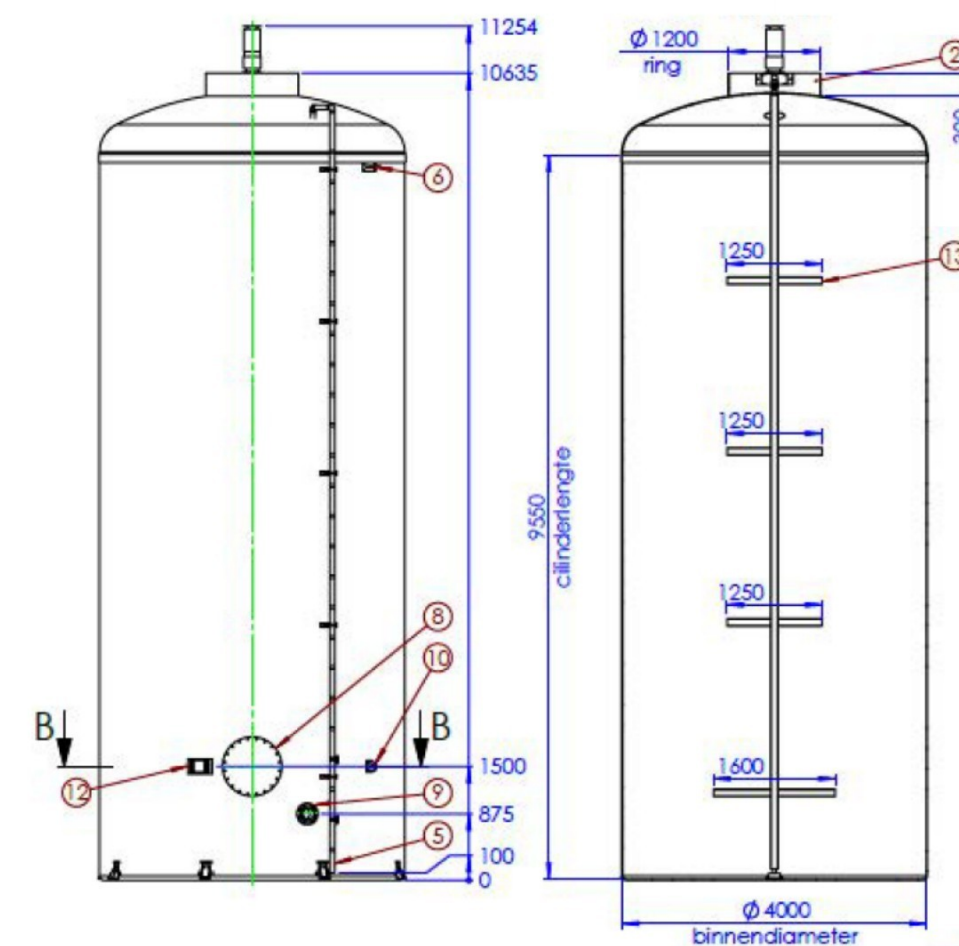


M (kNm) γ = 1,0			123.36
H (kN)γ = 1,0			22.39
V _{max} (kN) γ = 1,0			1494.39
V _{min} (kN) γ = 1,0			20.59
V _G (kN) Eigengewicht		L x B x D x 25	250.00
Lastfall 1: M + H + V _{min}		ΣM _A =M+H x D+(V _{min} +V _G) x L/2 (kNm)	808.79
		ΣV =(V _{min} +V _G) (kN)	270.59
Laut 1054:2005-01 (7.4.3) darf Rt;d bestimmt werden mit φ = 35. tan 35 / 1.1 = 0.636. Hier wird gerechnet mit tan 30 = 0.577		Gleitsicherheit (φ=30°):1.5 x H / (V x tan φ)	0.22
Laut 1054:2005-01 (7.5.1) darf die klaffende Fuge höchstens bis zur Schwerpunkt gehen.		Länge der klaffende Fuge (m)	-1.03
		Max. Bodenpressung (kN/m²)	17.94
		Bodenpressung unter Mitte (kN/m²)	10.51
		Max Moment in Platte (kNm/m)	18.85
Lastfall 2: M + H + V _{max}		ΣM _A =M+HxD+(V _{max} +V _G)xL/2+H _i x(h _H +D) (kNm)	4501.52
		ΣV =(V _{max} +V _G) (kN)	1744.39
		Länge der klaffende Fuge (m)	0.00
		Max. Bodenpressung (kN/m²)	76.52
		Bodenpressung unter Mitte (kN/m²)	69.78
		Max Moment in Platte (kNm/m)	80.40
Erf. Bewehrung (mm²/m)		$\frac{M_{max};platte \times 1.5 \times 1000000}{0.9 \times 435 \times (h - C_{nom} + \varphi)}$ C _{nom} = 40mm φ = 10mm	880.09
Gewählt:	L (m)	Silodurchmesser + 0.9m	5.00
	B (m)	Silodurchmesser + 0.9m	5.00
	D (m)	Plattendicke	0.40
		Bewehrungsmatte Oben / Unten	2xQ 524

Standardmatten Q335A, Q424A, Q524A



Polyester vlakbodemsilo's
 Doorsnede Ø4 meter
 Hoogte totaal 11,25 meter
 Inhoud 120 m³
 Gewicht ledig 6 ton
 Gewicht gevuld max. 150 ton



WIGGERS
 Ingenieurs in bouwconstructies

Wiggers Ingenieursbureau b.v.

Oranjestraat 11
 7051 AG Varsseveld

T.: +31 (0)315 270 340
 KvK nr.: 09084226

www.wiggers-ingenieurs.com
 info@wiggers-ing.com