



Titel: Dijkstabiliteit

Onderwerp: Water/slibbassin Attero Wijster

Titel: Dijkstabiliteit

Onderwerp: Water/slibbassin Attero Wijster

Opdrachtgever: Attero B.V. Wijster

Kenmerk: P478-01-05-rp01

Revisie: R1

Datum: 05-10-2021

Opgesteld door: [REDACTED]

Gecontroleerd door: [REDACTED]

Status: Definitief

Inhoud

1.	Inleiding	3
1.1.	Leeswijzer	3
1.2.	Referentie	3
2.	Randvoorwaarden en uitgangspunten	4
2.1.	Referenties, gebruikte normen, voorschriften en richtlijnen	4
2.2.	Overige uitgangspunten	4
2.3.	Gegevens Waterschap	5
3.	Berekeningen	6
3.1.	Geotechnische eigenschappen en bodemopbouw	6
3.2.	Voorgesteld HDPE-folie	6
3.3.	Dijkstabiliteitseis	7
3.3.1.	Regelgeving	7
3.3.2.	Schadefactor	7
3.3.3.	Schematiseringsfactor en stabiliteitsfactoreis	8
3.3.4.	Samenvatting	8
3.4.	Dijkstabiliteitsberekening	9
3.4.1.	Berekening principeprofiel dijk	9
3.4.2.	Berekening aangepast profiel dijk	10
3.5.	Berekening golfhoogte	10
3.6.	Bepaling inhoud	11
4.	Conclusie	12

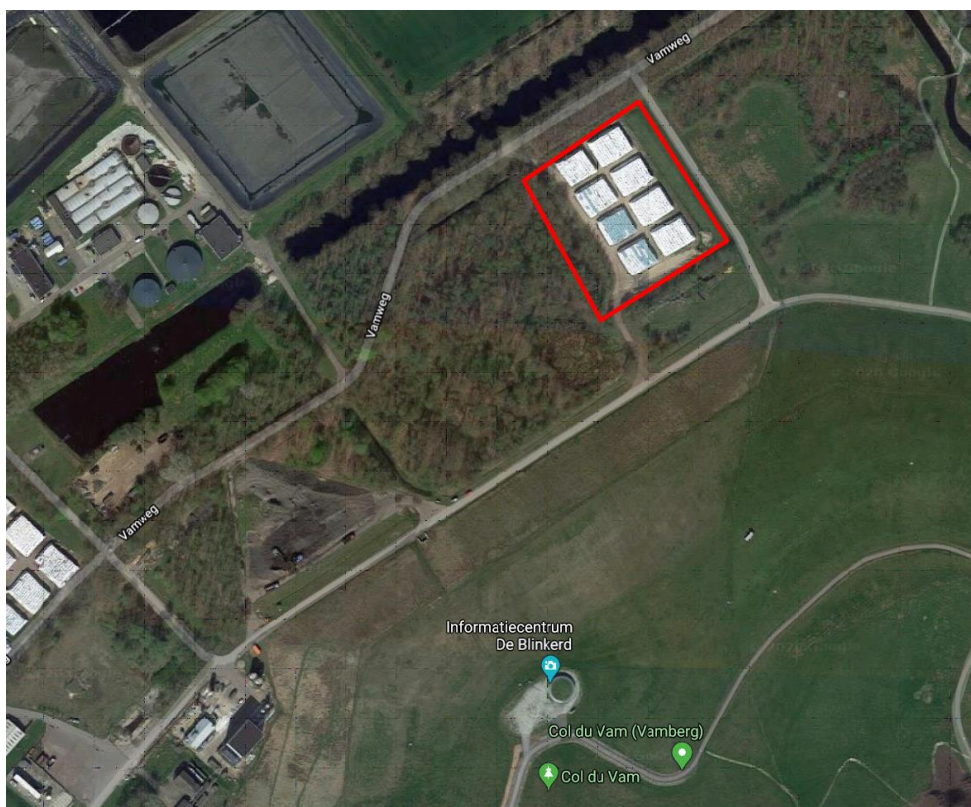
Bijlagen

Bijlage 1 -	Boormonsterprofiel B17D0074
Bijlage 2 -	Technische gegevens HDPE-folie
Bijlage 3 -	Berekening golfhoogte
Bijlage 4 -	Stabiliteitsberekening - model Bishop – aangepast profiel
Bijlage 5 -	Beproevingscertificaat betreffende het onderzoek van zand
Bijlage 6 -	Stabiliteitsberekening - model Bishop - principeprofiel

1. Inleiding

InVra plus heeft opdracht gekregen van Attero B.V. Wijster voor het berekenen en uitwerken van een bassin dat geschikt dient te zijn voor de opslag van water en slib op het terrein van Attero te Wijster. Om het bassin te realiseren wordt er een dijk aangebracht. Deze rapportage bevat de berekening van de stabiliteit van deze dijk, alsmede de berekening t.a.v. de golfoploop.

De projectlocatie, weergegeven op Afbeelding 1-1, is gelegen aan de Vamweg te Wijster. Het rood aangegeven gebied in de afbeelding is het gebied dat beschikbaar is voor de aanleg van het bassin.



Afbeelding 1-1: Projectlocatie (Bron: Google Earth).

1.1. Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk zijn in hoofdstuk 2 de randvoorwaarden, uitgangspunten, eisen en aannames weergegeven. In Hoofdstuk 3 wordt de berekening van de golfoploop en de dijkstabiliteit toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat de conclusie van dit rapport.

1.2. Referentie

Er wordt in dit rapport gerefereerd aan meerdere documenten. Deze documenten zijn opgenomen in de referentielijst in §2.1. In de tekst wordt met de volgende weergave verwezen naar deze referentiedocumenten: (Ref [1]).

2. Randvoorwaarden en uitgangspunten

2.1. Referenties, gebruikte normen, voorschriften en richtlijnen

- [1] Tekening “Locatie A19A – Slib Bassin”, kenmerk: 210607, door Attero, d.d. 07-06-2021;
- [2] Opendata portaal Waterschap Drentse Overijsselse Delta – peilgebieden, door Waterschap Drentse Overijsselse Delta, d.d. 10 maart 2020;
- [3] Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken, door Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen - Delft, mei 2002 ;
- [4] Eurocode 7 – Geotechnisch ontwerp, door Normcommissie 351 006 “Geotechniek”, d.d. 2007;
- [5] Technisch rapport – Grondmechanisch Schematiseren bij Dijken, door Expertisenetwerk waterveiligheid (ENW), oktober 2012;
- [6] Boormonster B17D0074, door: DINOlaket, d.d. 01-02-1989.
- [7] Materiaaleigenschappen menggranulaat, Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit , www.bodemrichtlijn.nl, bezocht op: 05-10-2021;
- [8] Productblad HDPE-folie, door: Joosten Kunststoffen (opgenomen in bijlage 2).

2.2. Overige uitgangspunten

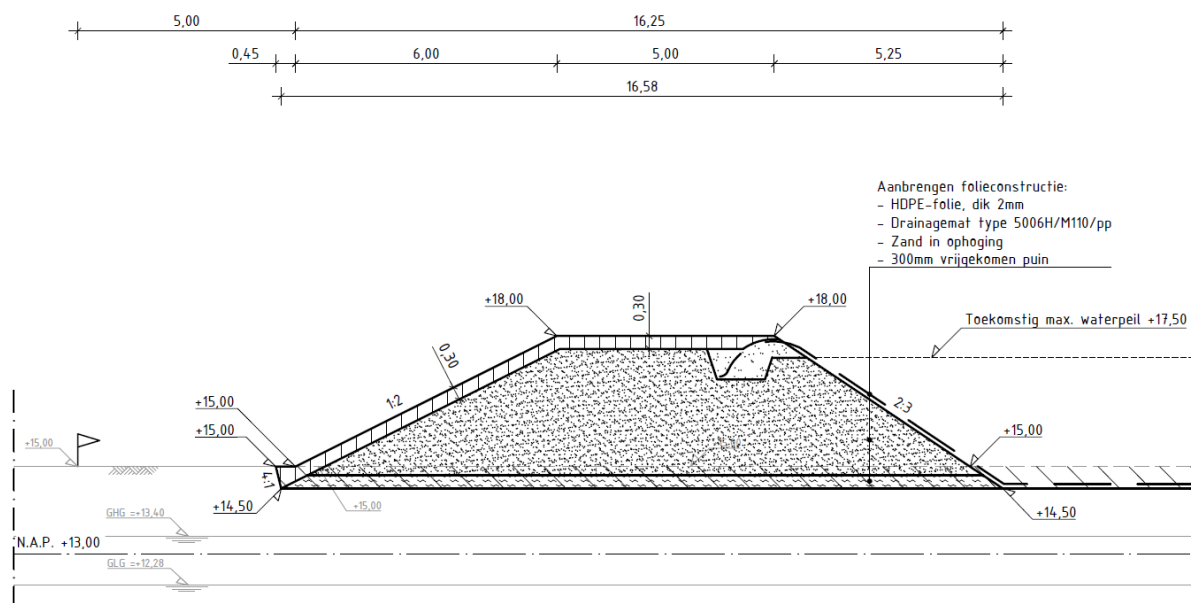
De volgende aannames en overige uitgangspunten zijn gehanteerd:

- De maatgevende situatie van de dijk wordt berekend, dit is de locatie t.p.v. de sloot met een diepte ca. 1,00m t.o.v. maaiveld;
- Er wordt een HDPE folie aangebracht van 2,0mm dik. Doordat het HDPE folie waterdicht is, is er geen freatisch vlak aanwezig in de dijk;
- Het soortelijk gewicht van het water in het bassin is verondersteld op 1.100 kg/m³;
- Er is een hoogtemeting van het terrein beschikbaar, de gemiddelde maaiveldhoogte is N.A.P. +15,00m;
- De dijkestabiliteit is berekend met het uitgangspunt dat het gehele bassin gevuld is tot een hoogte van N.A.P. +17,50m dat geborgd wordt door een overstortconstructie;
- Er mag bij volledige vulling van het bassin geen golfoverslag plaatsvinden;
- De totale inhoud van het bassin dient tussen de 24.000 en 25.000 m³ te zijn (voortkomend uit overleg met Opdrachtgever, d.d. 20-07-2021);
- Het opbarsten van de ondergrond is buiten beschouwing gelaten, alsmede opdrijving en eventuele opbolling van de grondwaterstand. Dit komt doordat er niet gegraven wordt tot aan het grondwater en er geen wateroverspanning te verwachten is o.b.v. de bodemopbouw uit bijlage 1 (Ref. [6]);
- Uitgangspunt is dat er geen vervoer van materieel over de dijk zal plaatsvinden (dus geen kranen en ander materieel op de dijk);
- In de berekening is geen zetting meegenomen aangezien er op het terrein een voorbelasting heeft plaatsgevonden van ca. 22 jaar.

Door de opdrachtgever is er een Schetsontwerp (SO) aangeleverd (Ref. [1]) waarop de globale afmetingen van het bassin aangegeven zijn. Daarnaast heeft er een overleg plaatsgevonden op 20-07-2021 waarin de opbouw en afmetingen van de dijk besproken zijn. Hierin is o.a. besproken dat de voorgestelde taluds gebaseerd zijn op toepassing van AEC-bodemas in de kern van de dijk. In de 1^e Nota van Inlichtingen, kenmerk: P478-02-12-NvI01-R0, d.d. 16-09-2021, is dit echter gewijzigd naar het beschikbare zand dat in depot binnen het terrein van Attero opgeslagen is. In bijlage 5 zijn de gegevens opgenomen betreffende dit zand. Hieruit is geconcludeerd dat het zand gecategoriseerd kan worden als leemhoudend zand geschikt voor zand in ophoging.

Het aangeleverde SO en het overleg met de opdrachtgever heeft geresulteerd in de volgende opbouw en afmetingen van het principeprofiel van de dijk, onderstaand kort toegelicht:

Het bassin wordt opgebouwd na ontgraving van bestaand puin (laagdikte 0,25m) en zand (laagdikte 0,25m). Vervolgens wordt het vrijgekomen puin onderin de dijk aangebracht. De kern van de dijk bestaat dus uit leemhoudend zand, i.p.v. AEC-bodemas, dat in depot binnen het terrein van Attero B.V. Wijster opgeslagen is. Op de kern van de dijk wordt een 0,30m laag teelaarde aangebracht (kruin en buitentalud). Het aangenomen buitentalud is 1:2 en de kruinbreedte bedraagt 5,00m (met een hoogte van N.A.P. +18,00m). Het principeprofiel is op afbeelding 2-1 weergegeven. De binnenzijde van het talud is 2:3 dat voorzien wordt van een HDPE-folie.



Afbeelding 2-1: Afmetingen principeprofiel waterbassin.

2.3. Gegevens Waterschap

Het terrein bevindt zich in het Waterschap Drentse Overijsselse Delta. Er is vastgesteld (Ref. [2]) dat het terrein in een peilgebied ligt met een zomer- alsmede een winterpeil van N.A.P. +12,95m.

3. Berekeningen

Dit hoofdstuk is onderverdeeld in drie berekeningen. Dit is benodigd om te controleren of het voorgestelde dijkprofiel voldoet aan de vigerende regelgeving en eisen opdrachtgever. Eerst wordt de bodemopbouw met geotechnische eigenschappen c.q. materiaalgegevens opbouw dijk behandeld, gevolgd door de materiaalgegevens van het toe te passen HDPE-folie. Dit is benodigd alvorens de dijkstabiliteit berekend kan worden. Nadat deze gegevens uitgewerkt zijn, wordt ingegaan op de dijkstabiliteitseisen die benodigd zijn om te toetsen of het dijkprofiel hieraan kan voldoen. Vervolgens wordt de dijkstabiliteit berekend en getoetst op de zojuist benoemde dijkstabiliteitseisen. In de tweede berekening wordt de golfoploop berekend om te controleren of de kruinhoogte i.r.t. het maximaal toelaatbaar waterpeil in het bassin, zoals in §2.2 benoemd, voldoet. Ten slotte wordt de inhoud van het bassin bepaald en getoetst of deze voldoet aan de eis van de opdrachtgever (zie §2.2).

3.1. Geotechnische eigenschappen en bodemopbouw

Op basis van het boormonsterprofiel van het DINOloket, bijgevoegd in bijlage 1, is de maatgevende boring gebruikt voor de stabiliteitsberekening van de dijk. Op basis van dit boormonsterprofiel B17D0074 (Ref. [6]) is de grondopbouw uitgezet in D-Geo Stability, versie 18.2 (build 2.32619). Het gehanteerde berekeningsmodel is Bishop. In Tabel 3-1 zijn de maatgevende geotechnische eigenschappen van de bodem en de materiaalgegevens voor de opbouw van de dijk weergegeven conform de Eurocode 7 (Ref. [4]) en overige documentatie (Ref. [7], bijlage 5).

Materiaal	Soortelijk gewicht, γ (kN/m ³)	Soortelijk gewicht verzadigd, γ_{sat} (kN/m ³)	Hoek van inwendige wrijving, φ (°)	Cohesie, c' (kN/m ²)
Leemhoudend zand (kern)	19	21	30	0
Vast zand	19	21	37,50	0
Leem	19	20	30	0
Teelaarde	19	20	30	0
Puin	20	22	45	0

Tabel 3-1: Geotechnische eigenschappen boormonster B17D0074 en materiaalgegevens opbouw dijk volgens Ref. [4] en [7] en bijlage 5.

3.2. Voorgesteld HDPE-folie

Het voorgestelde HDPE-folie dient bestand te zijn tegen de chemische compositie van het water waarvoor het bassin wordt gerealiseerd. Ook voor de verdere input voor de berekening van de dijkstabiliteit is de treksterkte van het HDPE-folie van belang. Daarom is in Bijlage 2 de technische gegevens van het voorgestelde HDPE-folie opgenomen. De gehanteerde treksterkte voor in de berekeningen is 17 N/mm² (Ref. [8]).

3.3. Dijkstabiliteitseis

3.3.1. Regelgeving

Voordat er gerekend kan worden aan de stabiliteit van het principeprofiel van de dijk is het eerst noodzakelijk om de eis van de stabiliteit, dus aan welke stabiliteitsfactor voldaan moet worden, te bepalen. Er zijn twee soorten regelgeving waaraan de stabiliteitseis onttrokken kan worden. Deze zijn:

a. Stabiliteitsfactor conform rekenprogramma D-Geo Stability, versie 18.2 (build 2.32619)

In het rekenprogramma is er een stabiliteitsfactor aanwezig van 1,35. Deze factor is op basis van proeven vastgesteld.

b. Stabiliteitsfactor conform 'Technisch rapport Grondmechanisch schematiseren bij Dijken (Ref. [5])

Conform dit regelement dient de stabiliteitsfactor te voldoen aan de volgende eis:

$$F_d \geq \gamma_b * \gamma_n * \gamma_d$$

F_d = Rekenwaarde stabiliteitsfactor (-)

γ_b = Schematiseringsfactor (-)

γ_n = schadefactor (-)

γ_d = Modelfactor = 1,0 bij Bishop (-)

3.3.2. Schadefactor

De schadefactor γ_n is afhankelijk van de beveiligingsnorm op basis van Ref. [5] zoals weergegeven in Tabel 3-2.

beveiligingsnorm	γ_n
	$P_f _{inst} = 1$
1/10.000	1,13
1/4000	1,11
1/2000	1,09
1/1250	1,08
1/250	1,03

Tabel 3-2: Overzicht schadefactor bij overschrijdingskans waterstand die de dijken veilig moeten keren (Ref. [5]).

De beveiligingsnorm wordt uitgedrukt in de norm voor de overschrijdingskans van de waterstanden die de dijken veilig moeten kunnen keren. Met andere woorden, bij de beveiligingsnorm 1/10.000 betekend dit dat eens per 10.000 jaar een waterstand zodanig stijgen dat dit alsnog gekeerd moet worden door de dijk.

De eisen zoals in de tabel 3-2 is opgenomen gelden voor rivierdijken waarbij er een grote impact is op de omgeving bij eventuele doorbraak. Ook een grote fluctuatie van de rivierwaterstanden spelen daarbij een grote rol. Daarbij is in de beveiligingsnorm een lengte van de dijkkring meegenomen die representatief is voor een lengte van 56.000m. Voor het bovenrivierengebied (waarin Wijster o.a. ligt) geldt een beveiligingsnorm 1/1250 (β_{eis} van 4,6) (Ref. [5]).

Het dijkontwerp voor dit project is een dijkconstructie die, bij doorbraak, een veel kleinere impact heeft op de omgeving dan de rivierdijken waarvoor deze eisen eigenlijk zijn opgesteld. Het project is gelegen in een industriegebied waarbij er geen woningen aanwezig zijn. Bij een eventuele doorbraak is de kans op menselijk letsel ten gevolge hiervan nihil.

Hierdoor is een schadefactor γ_n van 1,08, horend bij een beveiligingsnorm van 1/1250 (is de norm die ook voor het bovenrivierengebied geldt) toegepast.

3.3.3. Schematiseringsfactor en stabiliteitsfactoreis

In Ref. [5] is er voor de basisschematisatie een schematiseringsfactor van 1,30 opgegeven om aan de veilige kant te zitten. Nu kan deze factor d.m.v. scenario en kansberekeningen naar beneden gesteld worden. Op pagina 39 van Ref. [5] staat echter *“Indien de basisschematisatie voldoet met een schematiseringsfactor van 1,30, dan kunnen de stappen 3 en 5 achter wege blijven.”* Deze stappen houden in: het bijstellen van de schematiseringsfactor. De schematiseringsfactor van 1,30 wordt in eerste instantie gehanteerd. Hierdoor volgt een stabiliteitsfactoreis van:

$$F_d \geq \gamma_b * \gamma_n * \gamma_d$$

F_d = Rekenwaarde stabiliteitsfactor (-)

γ_b = Schematiseringsfactor = 1,30 (-)

γ_n = schadefactor = 1,08 (-)

γ_d = Modelfactor = 1,0 bij Bishop (-)

$$F_d \geq \gamma_b * \gamma_n * \gamma_d = 1,30 * 1,08 * 1,00 = \underline{1,404}$$

Indien blijkt dat niet aan deze stabiliteitsfactoreis voldaan kan worden, maar wel aan de stabiliteitsfactor conform het programma D-Geo Stability (a.), wordt nader onderzocht of de schematiseringsfactor bijgesteld moet worden.

3.3.4. Samenvatting

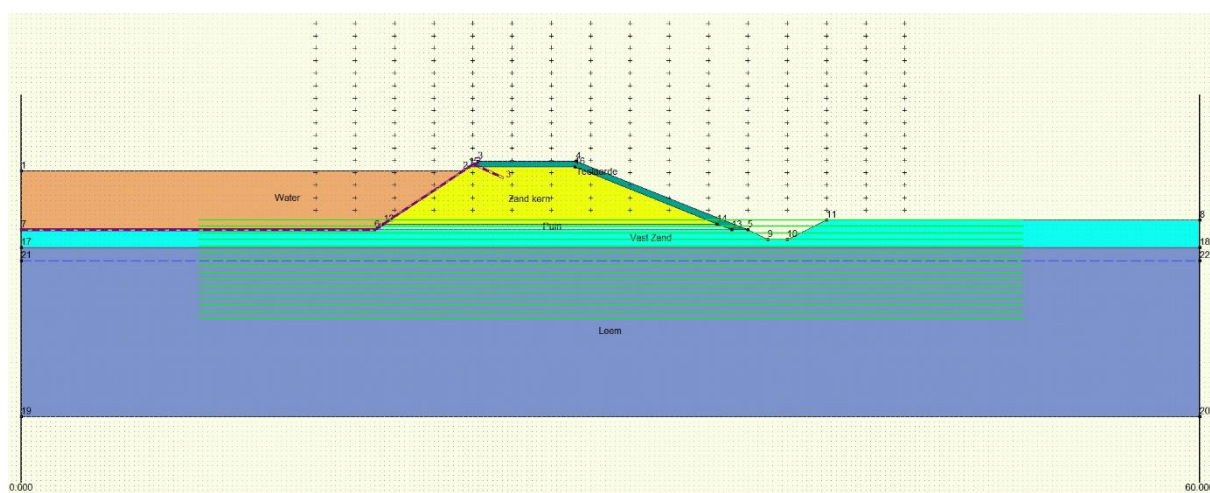
De berekende stabiliteitsfactor wordt getoetst aan de stabiliteitsfactoreis van 1,404 (b.) alsmede de standaard programmafactor van 1,35 (a.).

3.4. Dijkstabiliteitsberekening

Nu bekend is aan welke stabiliteitseisen voldaan dient te worden, kan met behulp van D-Geo Stability, versie 18.2 (build 2.32619) de stabiliteitsfactor F_d berekend worden met behulp van het model Bishop.

3.4.1. Berekening principeprofiel dijk

Het principeprofiel, zoals in §2.2 uitgewerkt, is berekend op stabiliteit volgens het Bishop model. De gegevens zoals in §3.1 en §3.2 uitgewerkt, zijn in programma ingevoerd. Dit resulteert in het model zoals in afbeelding 3-1 weergegeven.



Afbeelding 3-1: Opzet model dijkstabiliteit.

De uitvoer van de berekening is in bijlage 6 opgenomen. Hieruit volgt een stabiliteitsfactor F_d van 1,156. In tabel 3-3 is de toetsing met de stabiliteitsfactoreisen, zoals in §3.3 bepaald, opgenomen.

Profiel	Berekende stabiliteitsfactor F_d	Stabiliteitseis (§3.3)	Voldoet/voldoet niet
Principeprofiel	1,156	a. 1,35	Voldoet niet
		b. 1,404	Voldoet niet

Tabel 3-3: Toetsing stabiliteit principeprofiel dijk.

Uit tabel 3-3 blijkt dat $F_d < \text{stabiliteitseis}$, dus dit profiel voldoet niet aan de stabiliteitseisen. In §3.4.2 wordt toegelicht welke aanpassingen aan het profiel benodigd zijn om deze wel te laten voldoen aan de stabiliteitseisen.

3.4.2. Berekening aangepast profiel dijk

Aangezien het principeprofiel niet voldoet aan de stabiliteitseisen, is middels een iteratief proces een aangepast profiel naar voren gekomen. Uitgangspunt is dat dit profiel zo dicht mogelijk bij het principeprofiel aansluit.

Uit de berekeningen is voortgekomen, zoals opgenomen in bijlage 4, dat een aanpassing aan de helling van het buitentalud benodigd is om aan de stabiliteitseisen te voldoen. Dit wordt in plaats van 1:2 zoals in het principeprofiel toegepast, een helling van 1:2,5. De overige afmetingen, opbouw en taludhellingen zijn ongewijzigd t.o.v. het principeprofiel van §2.2. De stabiliteitsfactor F_d , volgend uit de berekening in bijlage 4, bedraagt met het aangepaste profiel 1,446. Dit wordt getoetst aan de stabiliteitseisen van §3.3, opgenomen in tabel 3-4.

Profiel	Berekende stabiliteitsfactor F_d	Stabiliteitseis (§3.3)	Voldoet/voldoet niet
Aangepast profiel (buitentalud 1:2,5)	1,446	a. 1,35	Voldoet
		b. 1,404	Voldoet

Tabel 3-4: Toetsing stabiliteit aangepast profiel dijk.

Zoals uit de toetsing in tabel 3-4 blijkt is de $F_d \geq$ stabiliteitseis, dus voldoet dit aangepast profiel aan de stabiliteitseisen.

3.5. Berekening golfhoogte

De kruinhoogte van de dijk bevindt zich 0,50m boven het waterpeil van het bassin zoals in hoofdstuk 2 vermeld. Deze wordt gecontroleerd aan de te verwachten golfhoogte die in het bassin kan optreden (Ref. [3]). Dit wordt voor twee referentieperioden berekend met een maatgevende windkracht (Ref. [3]).

Ook de effectieve strijklengte is hiervoor benodigd. Doordat het aangepast profiel een grotere helling heeft dan het principeprofiel, namelijk 1:2,5 i.p.v. 1:2, waarbij de buitencontouren van het bassin en dijk gelijk blijven aan het principeprofiel, wordt de inhoud en daarmee ook de strijklengte, kleiner. De effectieve verplaatsing van de kruin en binnentalud bedraagt 1,75m t.o.v. het principeprofiel. De effectieve strijklengte wordt daarmee 110m. In Bijlage 3 is de golfoploophoogte berekend waarbij de resultaten samengevat zijn in Tabel 3-5.

Referentieperiode [1/jaar]	Golfhoogte [m]
100	0,27
300	0,29

Tabel 3-5: Resultaten berekening golfhoogte.

Er is een golfhoogte van 0,29m gehanteerd (1/300 jaar).

De kruinhoogte dient zich 0,29m boven het waterpeil in het bassin van N.A.P. +17,50m (zie §2.2) te bevinden, dus minimaal N.A.P. +17,79m. De kruinhoogte voldoet hieraan aangezien deze nu op N.A.P. +18,00m aangehouden is (zie afb. 2-1) en deze hoogte ook in het profiel met gewijzigd buitentalud ongewijzigd blijft.

3.6. Bepaling inhoud

Voortkomend uit §2.2, dient de inhoud van het bassin tussen de 24.000 en 25.000 m³ te zijn. Aangezien het principeprofiel aangepast moet worden om aan de stabiliteitseisen te voldoen, waarbij de buitencontouren van het bassin gelijk blijven aan het vooropgestelde ontwerp, vindt een verplaatsing van de kruin en binnentalud plaats, zoals omschreven in §3.5. Middels AutoCAD Civil 3D is de inhoud van het bassin bepaald, waarbij het aangepaste profiel is gehanteerd. Hieruit volgt een totale inhoud van het bassin van 24.215 m³. Hiermee wordt voldaan aan de eis van de opdrachtgever en is een aanpassing van de buitencontouren van het bassin niet benodigd om de gewenste inhoud te creëren.

4. Conclusie

Deze rapportage is opgesteld om te onderzoeken of een waterbassin gerealiseerd kan worden door het aanbrengen van een dijk rondom de projectlocatie van Attero, Wijster. Eerst zijn alle eisen van de opdrachtgever en overige aannames en uitgangspunten geformuleerd om een heldere basis voor de berekeningen te vormen. Verder is het voorgestelde SO en aanvullende afspraken voorkomend uit het overleg met de opdrachtgever op 20-07-2021, zo veel mogelijk gehandhaafd om de wensen van de opdrachtgever zo goed mogelijk te vertalen naar een passende oplossing.

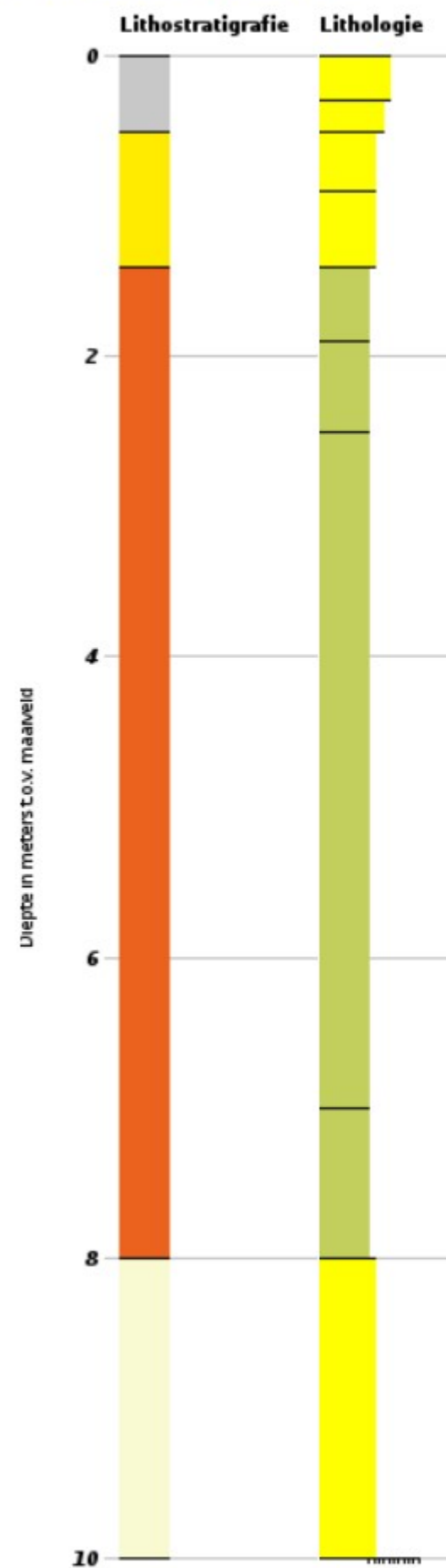
Vervolgens is de stabiliteit van de dijk berekend met het rekenmodel Bishop op basis van de maatgevende bodemopbouw en situatie (sloot). De stabiliteit is getoetst op twee eisen, voortkomend uit het rekenmodel en de regelgeving. Eerst is het principe profiel berekend zoals in het SO en uit het overleg is voortgekomen. Conclusie hiervan is dat deze niet voldoet aan de stabiliteitseisen. Om de stabiliteit te kunnen garanderen is een aangepast profiel opgesteld dat zoveel mogelijk bij het principeprofiel aansluit. Bij toepassing van een buitentalud van 1:2,5 i.p.v. 1:2 zoals in het principe profiel gehanteerd, voldoet de dijk aan de stabiliteitseisen.

Op basis van het maximaal toelaatbaar waterpeil van N.A.P. +17,50m is vervolgens berekend wat de golfploop zou zijn bij het bassin, conform het aangepast dijkprofiel. Hiervoor zijn windsnelheden gebruikt van 1/100 en 1/300 jaar. De maatgevende golfploophoogte (inclusief veiligheid) is vastgesteld op 0,29m. De kruin is met een hoogte van N.A.P. +18,00m voldoende hoog om te zorgen dat het water niet over de dijk heenslaat.

Ten slotte is gecontroleerd of met het aangepaste profiel, de inhoud van het bassin nog voldoet aan de eisen van de opdrachtgever. Uit deze controle is gebleken dat de buitencontouren van het principeprofiel niet aangepast hoeven te worden om een inhoud van 24.000 – 25.000 m³ te garanderen, aangezien het bassin met toepassing van het aangepaste profiel een inhoud heeft van 24.215 m³.

Bijlage 1 – Boormonsterprofiel B17D0074

Boormonsterprofiel



Identificatie: B17D0074
Coördinaten: 231820, 534630 (RD)
Maaiveld: 15.40 m t.o.v. NAP
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
Beschrijfmethode: Onbekend
Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

- AAOM
- BX
- DRGI
- DN

Lithologie

- Leem
- Zand fijne categorie

Bijlage 2 – Technische gegevens HDPE-folie



LDPE EN HDPE FOLIE

PE folie

PE folie is een veelzijdig en breed toepasbaar product dat in de GWW en groensector onder andere gebruikt wordt als bescherming, verpakking en laagscheider. Er zijn 2 twee soorten PE folie; LDPE en HDPE.

LDPE (Low-Density Polyetheen) folie

LDPE folie is een vrij zachte en taaie thermoplast geproduceerd door middel van een hogedrukproces. Het materiaal is vloeistofdicht en een goede isolator voor warmte en elektriciteit. Daarnaast is LDPE folie redelijk slagvast.

HDPE (High-Density Polyetheen) folie

HDPE folie wordt gemaakt door middel van een lagedrukproces, gebruikmakend van een katalysator. Hierdoor ontstaat een stug, sterk, vloeistofdicht, slijt- en slagvast folie.

LDPE of HDPE folie?

De keuze voor LDPE of HDPE folie hangt sterk af van de toepassing en situatie. Beide flexibele typen folie met een dikte van 0,5 tot 2,0 mm zijn onder andere geschikt als scheidingslaag tussen schoon en verontreinigd water of grond. Tevens zijn ze geschikt voor het maken van opvangbekkens en te gebruiken als beschermfolie.

PE folie in diverse afmetingen leverbaar.



Technische gegevens

Materiaal (mm)		LDPE 0,5	LDPE 1,0	HDPE 1,0	HDPE 2,0	
Tolerantie:		+/- 10%	+/- 10%	+/- 10%	+/- 10%	
		Test methode				Eenheid
"Carbon Black" gehalte:	OEE 8.2.4-02-01	2-3	2-3	2-3	2-3	%
"Carbon Black" verspreiding:	NFT 51142	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	
Dichtheid membraam:	ASTM D792	0.935	0.935	0.940	0.946	g/cm ³
Smeltindex:	ASTM D1238	0.40	0.40	0.20	0.15	g/10min 190°C
Treksterkte bij spanning						
- Machinerichting:	ASTM D638IV	9.0	9.0	15.0	17.0	N/mm ²
- Dwarsrichting:	ASTM D638IV	9.0	9.0	15.0	17.0	N/mm ²
Treksterkte bij breuk						
- Machinerichting:	ASTM D638IV	21.0	21.0	28.0	32.0	N/mm ²
- Dwarsrichting:	ASTM D638IV	21.0	21.0	28.0	32.0	N/mm ²
Rek bij spanning						
- Machinerichting:	Gauge Length	17.0	17.0	12.0	12.0	%
- Dwarsrichting:	33mm	17.0	17.0	12.0	12.0	%
Rek bij breuk						
- Machinerichting:	Gauge Length	550	550	700	850	%
- Dwarsrichting:	50mm	550	550	700	850	%
Doordrukweerstand:	ASTM D4833	190	280	320	670	N
Scheurweerstand						
- Machinerichting:	ASTM D638IV	50	100	125	280	N
- Dwarsrichting:	ASTM D638IV	50	100	125	280	N

Chemische bestendigheidstabel op aanvraag beschikbaar.

Aan deze gegevens kunnen geen rechten ontleend worden noch mag hier mee gerekend worden. Wijzigingen in materiaal, consistentie en type voorbehouden.

Bijlage 3 – Berekening golfhoogte

Invoer

d voorland waterdiepte ondiep voorland [m]
O opwaaiing [m] (benadering)
F strijklengte [m]
d waterdiepte [m]
u windsnelheid
g 9,8 zwaartekrachtversnelling [m/s2]
d̄ = dg/u2 dimensieloze golfhoogte
f̄ = hg/u2 dimensieloze strijklengte
H̄ = hg/u2 dimensieloze golfhoogte
T̄ = Tg/u dimensieloze golfperiode
c 3,60E-06 constante opwaaiing
B / Hd 15,00 Bodemdiepte [m t.o.v. NAP]
B ondiep 15,00 Bodemdiepte voorland m t.o.v. NAP]

Uitvoer

H golfhoogte [m]
T golfperiode [s]

Grootste golfhoogte bij 1:100/300
Bijbehorende golfperiode

Kenmerk: P478-01-08-ss01R2 Berekening windgolven
Datum: 5-10-2021
Opgesteld door: R. Kamps / B. J. Douma



Gegevens
Extreme windsnelheden op Schiphol

Windrichting	Terugkeerperiode		
	1x10 jaar [m/s]	1x100 jaar [m/s]	1x300 jaar [m/s]
Noord (315 ^o - 45 ^o)	16	19	20,5
Oost (45 ^o - 135 ^o)	15	18	19,5
Zuid (135 ^o - 225 ^o)	22	25	26,5
West (225 ^o - 315 ^o)	23	28	30,5

Locatie	windrichting	hoek van inval	effectieve strijklengte [m]	afstand tot zwaartepunt ivm opwaaiing [m]
1	238	63	110	55

Resultaten incl. opwaaiing/afwaaiing

Terugkeerp [1/jaar]	Locatie [-]	Waterpeil [m NAP]	Golfhoogte [m1]	Golfperiode [s]	Golflengte [m1]
1/100	1	17,5	0,27	1,63	4,12
1/300	1	17,5	0,29	1,67	4,36

Berekening opwaaiing/ afwaaiing

Waterpeil 17,5 m. NAP

Locatie		windsnelheid	afstand	Hd	d	i	Hw	O
1	1/100	25	55	15,00	2,50	9,18E-05	17,51	0,01
1	1/300	26,5	55	15,00	2,50	1,03E-04	17,51	0,01

Golfhoogte/ golfperiode
waterpeil 4,60- m. NAP

Strijklengte F [m1]	Waterdiepte d [m1]	d voorland	Opwaaiing O [m1]	Windsnelheid u [m/s]	Golfhoogte d̄ [-]	strijklengte F̄ [-]	a [-]	b [-]	Golfhoogte H̄	Golfhoogte H [m1]	c	d	f̄	Golfperiode T [s]	Golflengte L [m1]	H voorland	B voorland	Controle Waterhoogte P Hw	
110	2,50	2,51	0,01	25	0,039	1,72	0,0467		0,3244	0,0043			0,64	1,63	4,12	0,27	8,25	17,50	17,51
110	2,50	2,51	0,01	26,5	0,035	1,54	0,0428		0,3361	0,0041			0,62	1,67	4,36	0,29	8,72	17,50	17,51

Bijlage 4 – Stabiliteitsberekening – model Bishop – aangepast profiel

Programma : D-Geo Stability
 Versie : 18.2.2.32619
 Bedrijf :
 Datum : 10/5/2021
 Tijd : 2:21:09 PM

Uitvoerbestand: H:\Documents\DGeoStability\P478-01-08-B01R1C2 Waterbassin Aterro
 buitentalud 1-2.5.sto

Invoerbestand: H:\Documents\DGeoStability\P478-01-08-B01R1C2 Waterbassin Aterro
 buitentalud 1-2.5.sti

===== BEGIN VAN GEGEVENS =====

WEERGAVE VAN DE INVOER

=====

Probleemidentificatie :
 :

Berekeningsmodel : Bishop
 Default schuifsterkte : C phi

LAAGSCHEIDINGEN

=====

Laagsch. no.	Coördinaten [m]					
6 - X -	0.00	22.50	23.25	28.25	37.00	38.00
6 - Y -	17.50	17.50	18.00	18.00	14.50	14.00
6 - X -	39.00	41.00	100.00			
6 - Y -	14.00	15.00	15.00			
5 - X -	0.00	18.00	18.45	22.50	23.25	28.25
5 - Y -	14.50	14.50	14.80	17.50	18.00	18.00
5 - X -	37.00	38.00	39.00	41.00	100.00	
5 - Y -	14.50	14.00	14.00	15.00	15.00	
4 - X -	0.00	18.00	18.45	22.50	22.80	28.19
4 - Y -	14.50	14.50	14.80	17.50	17.70	17.70
4 - X -	35.44	36.19	37.00	38.00	39.00	41.00
4 - Y -	14.80	14.50	14.50	14.00	14.00	15.00
4 - X -	100.00					
4 - Y -	15.00					
3 - X -	0.00	18.00	18.45	35.44	36.19	37.00
3 - Y -	14.50	14.50	14.80	14.80	14.50	14.50
3 - X -	38.00	39.00	41.00	100.00		

3	-	Y	-	14.00	14.00	15.00	15.00		
2	-	X	-	0.00	18.00	36.19	37.00	38.00	39.00
2	-	Y	-	14.50	14.50	14.50	14.50	14.00	14.00
2	-	X	-	41.00	100.00				
2	-	Y	-	15.00	15.00				
1	-	X	-	0.00	100.00				
1	-	Y	-	13.60	13.60				
0	-	X	-	0.00	100.00				
0	-	Y	-	5.00	5.00				

PN LIJNEN
=====

PN lijn no.	Coördinaten [m]
1 - X -	0.00 100.00
1 - Y -	12.95 12.95

Soortelijk gewicht van water gebruikt voor berekening: 9.81 [kN/m³]
Het grondwaterniveau wordt bepaald door PN-lijn nummer 1

VERBODEN LIJNEN
=====

Geen verboden lijnen ingevoerd.

GRONDEIGENSCHAPPEN
=====

Laag no.	Materiaalnaam
6	Water
5	Teelaarde
4	Zand kern
3	Puin
2	Vast Zand
1	Leem

Laag nummer	Gam usat [kN/m ³]	Gam sat [kN/m ³]	PN-lijn bovenkant	PN-lijn onderkant
-------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------	-------------------

6	10.00	10.00	1	1
5	19.00	20.00	1	1
4	19.00	21.00	1	1
3	20.00	22.00	1	1
2	19.00	21.00	1	1
1	19.00	20.00	1	-

Laag nummer	Cohesie [kN/m2]	Phi [graden]	Dilatant. [graden]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
6	0.00	0.00	0.00	-	-	-
5	0.00	30.00	30.00	-	-	-
4	0.00	30.00	30.00	-	-	-
3	0.00	45.00	45.00	-	-	-
2	0.00	37.50	37.50	-	-	-
1	0.00	30.00	30.00	-	-	-

Laag nummer	Su boven [kN/m2]	Su onder [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP boven [kN/m2]	POP onder [kN/m2]	Gamma LEM [-]
6	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

Geen consolidatiegraad <> 100% ingevoerd.

MIDDELPUNT VAN GRID EN TANGENTLIJNEN

=====

X coördinaat grid links : 15.00 [m]
 X coördinaat grid rechts : 45.00 [m]
 Aantal gridpunten in X - richting : 16

 Y coördinaat grid onderkant : 15.50 [m]
 Y coördinaat grid bovenkant : 25.00 [m]
 Aantal gridpunten in Y - richting : 16

 Y coördinaat tangent kleinste cirkel : 15.00 [m]
 Y coördinaat tangent grootste cirkel : 10.00 [m]
 Aantal cirkels per gridpunt : 16

Geen vaste punten ingevoerd.

Totaal aantal middelpunten in het grid: 256
 Totaal aantal glijcirkels in het grid: 4096

GEMETEN GRENSSPANNING
=====

Geen gemeten grensspanning ingevoerd.

LIJNLASTEN
=====

Geen lijnlast ingevoerd.

UNIFORME BELASTING
=====

Geen uniforme belastingen ingevoerd.

BOOM OP HELLING
=====

Geen boom op helling ingevoerd.

GEOTEXTIELEN
=====

Geotextiel nummer	E.T.S [kN/m]	X begin [m]	X eind [m]	Y [m]	reductie zone [m]
1	170.00	0.00	18.00	14.50	0.00
2	170.00	18.00	23.03	14.50	0.00
3	170.00	23.03	24.53	17.85	0.00

E.T.S. = Effectieve treksterkte

AARDBEVING
=====

Geen aardbevingsfactoren ingevoerd.

***** De invoer is gecontroleerd en is correct. *****



RESULTATEN VAN STABILITEITSANALYSE

=====

Het middelpunt van de kritieke cirkel ligt op de rand van het grid.

Nieuw grid met : X minimum = 15.00 [m]
 X maximum = 45.00 [m]
 Y minimum = 15.50 [m]
 Y maximum = 25.00 [m]
 raaklijn minimum= 14.67 [m]
 raaklijn maximum= 19.67 [m]

Informatie over de kritieke cirkel : Fmin = 1.446
 Gebruikte berekeningsmethode : Bishop - C phi

=====

X coördinaat middelpunt : 31.00 [m]
 Y coördinaat middelpunt : 23.10 [m]
 Staal van de kritieke cirkel : 5.77 [m]

Het middelpunt van de kritieke cirkel wordt ingesloten

Totaal aandrijvend moment : 0.19 [kNm/m]
 Drijvend moment vrij water : 0.00 [kNm/m]
 Drijvend moment ext. belastingen: 0.00 [kNm/m]
 Geïtereerde weerstandsmoment : 0.27 [kNm/m]
 Niet-geïtereerde weerstandsmom. : 0.25 [kNm/m]

Informatie van de geotextiel resultaten

=====

nr	snijpunt		min.aanhecht lengte [m]	gemobiliseerde treksterkte		weerstand moment [kNm/m]
	X-coord [m]	Y-coord [m]		[%]	[kN/m]	
1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Totale weerstandsmoment van geotextielen						0.00

EINDE VAN D-Geo Stability UITVOER

=====

Bijlage 5 – Beproevingscertificaat betreffende het onderzoek van zand


**Beproevingscertificaat betreffende het onderzoek van zand
Korrelverdeling**

Datum 23-8-2021
Kenmerk Kvd Zand 01
Versie 1

aantal bladen 2
Uitgevoerd volgens proef NEN - EN 933-1

Monstercodering

Monster gemerkt Leemhoudend zand Wijster
Datum monster
locatie

Laborant	Projectleider uitvoering
	

Resultaten van het onderzoek

Korrelverdeling

zeefmaat	resultaat op zeef	eenheid	resultaat per zeef	eenheid
2,000 mm	0,7	% cum (m/m)	1	% (m/m)
1,400 mm	1,0	% cum (m/m)	0	% (m/m)
1,000 mm	1,5	% cum (m/m)	0	% (m/m)
0,710 mm	2,4	% cum (m/m)	1	% (m/m)
0,500 mm	4,0	% cum (m/m)	2	% (m/m)
0,355 mm	7,4	% cum (m/m)	3	% (m/m)
0,250 mm	18,7	% cum (m/m)	11	% (m/m)
0,180 mm	45,7	% cum (m/m)	27	% (m/m)
0,125 mm	61,1	% cum (m/m)	15	% (m/m)
0,090 mm	66,8	% cum (m/m)	6	% (m/m)
0,063 mm	68,9	% cum (m/m)	2	% (m/m)

RAW eis

zeefmaat	resultaat door zeef	Eis		eenheid	Resultaat
		RAW	ZvO		eis RAW
		max	min.		
0,063 mm	31,1	15		% cum (m/m)	Voldoet niet

Grindfractie (alleen eis voor Zand voor Zandbed)

Max.	5 %
Resultaat	Voldoet

Gelijkmatigheidscoëfficiënt

$$Cu = D_{60} / D_{10} > 1,5$$

fictievezeefmaat

$$D_{60} = 0,195 \quad \text{Opening zeef 60\% op}$$

$$D_{10} = 0,020 \quad \text{Opening zeef 10\% op}$$

$$Cu = 9,572$$

Resultaat	Voldoet
-----------	----------------

Conclusie

Onderzocht monster voldoet volgens eisen:	
Zand voor zandbed RAW ²	Voldoet niet

²De eisen zijn conform Standaard RAW bepalingen 2015

Bijlage 6 – Stabiliteitsberekening – model Bishop – principeprofiel

Programma : D-Geo Stability
 Versie : 18.2.2.32619
 Bedrijf :
 Datum : 10/6/2021
 Tijd : 8:19:08 AM

Uitvoerbestand: H:\Documents\DGeoStability\P478-01-08-B01R1C0 Waterbassin
 Aterro.sto
 Invoerbestand: H:\Documents\DGeoStability\P478-01-08-B01R1C0 Waterbassin
 Aterro.sti

===== BEGIN VAN GEGEVENS =====

WEERGAVE VAN DE INVOER

=====

Probleemidentificatie :
 :

Berekeningsmodel : Bishop
 Default schuifsterkte : C phi

LAAGSCHEIDINGEN

=====

Laagsch. no.	Coördinaten [m]					
6 - X -	0.00	24.00	25.00	30.00	37.00	38.00
6 - Y -	17.50	17.50	18.00	18.00	14.50	14.00
6 - X -	39.00	41.00	100.00			
6 - Y -	14.00	15.00	15.00			
5 - X -	0.00	18.00	18.60	24.00	25.00	30.00
5 - Y -	14.50	14.50	14.80	17.50	18.00	18.00
5 - X -	37.00	38.00	39.00	41.00	100.00	
5 - Y -	14.50	14.00	14.00	15.00	15.00	
4 - X -	0.00	18.00	18.60	24.00	24.40	29.93
4 - Y -	14.50	14.50	14.80	17.50	17.70	17.70
4 - X -	35.73	36.33	37.00	38.00	39.00	41.00
4 - Y -	14.80	14.50	14.50	14.00	14.00	15.00
4 - X -	100.00					
4 - Y -	15.00					
3 - X -	0.00	18.00	18.60	35.73	36.33	37.00
3 - Y -	14.50	14.50	14.80	14.80	14.50	14.50
3 - X -	38.00	39.00	41.00	100.00		

3	-	Y	-	14.00	14.00	15.00	15.00		
2	-	X	-	0.00	18.00	36.33	37.00	38.00	39.00
2	-	Y	-	14.50	14.50	14.50	14.50	14.00	14.00
2	-	X	-	41.00	100.00				
2	-	Y	-	15.00	15.00				
1	-	X	-	0.00	100.00				
1	-	Y	-	13.60	13.60				
0	-	X	-	0.00	100.00				
0	-	Y	-	5.00	5.00				

PN LIJNEN =====

PN lijn no.	Coordinaten [m]
1 - X -	0.00 100.00
1 - Y -	12.95 12.95

Soortelijk gewicht van water gebruikt voor berekening: 9.81 [kN/m3]
Het grondwaterniveau wordt bepaald door PN-lijn nummer 1

VERBODEN LIJNEN =====

Geen verboden lijnen ingevoerd.

GRONDEIGENSCHAPPEN =====

Laag no.	Materiaalnaam
6	Water
5	Teelaarde
4	Zand kern
3	Puin
2	Vast Zand
1	Leem

Laag nummer	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	PN-lijn bovenkant	PN-lijn onderkant
----------------	---------------------	--------------------	----------------------	----------------------

6	10.00	10.00	1	1
5	19.00	20.00	1	1
4	19.00	21.00	1	1
3	20.00	22.00	1	1
2	19.00	21.00	1	1
1	19.00	20.00	1	-

Laag nummer	Cohesie [kN/m2]	Phi [graden]	Dilatant. [graden]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
6	0.00	0.00	0.00	-	-	-
5	0.00	30.00	30.00	-	-	-
4	0.00	30.00	30.00	-	-	-
3	0.00	45.00	45.00	-	-	-
2	0.00	37.50	37.50	-	-	-
1	0.00	30.00	30.00	-	-	-

Laag nummer	Su boven [kN/m2]	Su onder [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP boven [kN/m2]	POP onder [kN/m2]	Gamma LEM [-]
6	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

Geen consolidatiegraad <> 100% ingevoerd.

MIDDELPUNT VAN GRID EN TANGENTLIJNEN

=====

X coördinaat grid links : 15.00 [m]
 X coördinaat grid rechts : 45.00 [m]
 Aantal gridpunten in X - richting : 16

 Y coördinaat grid onderkant : 15.50 [m]
 Y coördinaat grid bovenkant : 25.00 [m]
 Aantal gridpunten in Y - richting : 16

 Y coördinaat tangent kleinste cirkel : 15.00 [m]
 Y coördinaat tangent grootste cirkel : 10.00 [m]
 Aantal cirkels per gridpunt : 16

Geen vaste punten ingevoerd.

Totaal aantal middelpunten in het grid: 256
 Totaal aantal glijcirkels in het grid: 4096

GEMETEN GRENSSPANNING
=====

Geen gemeten grensspanning ingevoerd.

LIJNLASTEN
=====

Geen lijnlast ingevoerd.

UNIFORME BELASTING
=====

Geen uniforme belastingen ingevoerd.

BOOM OP HELLING
=====

Geen boom op helling ingevoerd.

GEOTEXTIELEN
=====

Geotextiel nummer	E.T.S [kN/m]	X begin [m]	X eind [m]	Y [m]	reductie zone [m]
1	170.00	0.00	18.00	14.50	0.00
2	170.00	18.00	24.70	14.50	0.00
3	170.00	24.70	26.20	17.85	0.00

E.T.S. = Effectieve treksterkte

AARDBEVING
=====

Geen aardbevingsfactoren ingevoerd.

***** De invoer is gecontroleerd en is correct. *****



RESULTATEN VAN STABILITEITSANALYSE

=====

Het middelpunt van de kritieke cirkel ligt op de rand van het grid.

Nieuw grid met : X minimum = 15.00 [m]
 X maximum = 45.00 [m]
 Y minimum = 15.50 [m]
 Y maximum = 25.00 [m]
 raaklijn minimum= 14.67 [m]
 raaklijn maximum= 19.67 [m]

Informatie over de kritieke cirkel : Fmin = 1.156
 Gebruikte berekeningsmethode : Bishop - C phi

=====

X coördinaat middelpunt : 37.00 [m]
 Y coördinaat middelpunt : 22.47 [m]
 Staal van de kritieke cirkel : 7.13 [m]

Het middelpunt van de kritieke cirkel wordt ingesloten

Totaal aandrijvend moment : 0.21 [kNm/m]
 Drijvend moment vrij water : 0.00 [kNm/m]
 Drijvend moment ext. belastingen: 0.00 [kNm/m]
 Geïtereerde weerstandsmoment : 0.24 [kNm/m]
 Niet-geïtereerde weerstandsmom. : 0.23 [kNm/m]

Informatie van de geotextiel resultaten

=====

nr	snijpunt		min.aanhecht lengte [m]	gemobiliseerde treksterkte		weerstand moment [kNm/m]
	X-coord [m]	Y-coord [m]		[%]	[kN/m]	
1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Totale weerstandsmoment van geotextielen						0.00

EINDE VAN D-Geo Stability UITVOER

=====



InVra plus b.v.
Oosterweg 127
Postbus 44
9750 AA Haren (Gn) NL

T (0031) (0)50 537 57 70
F (0031) (0)50 537 06 03
E info@invraplus.com

www.invraplus.com