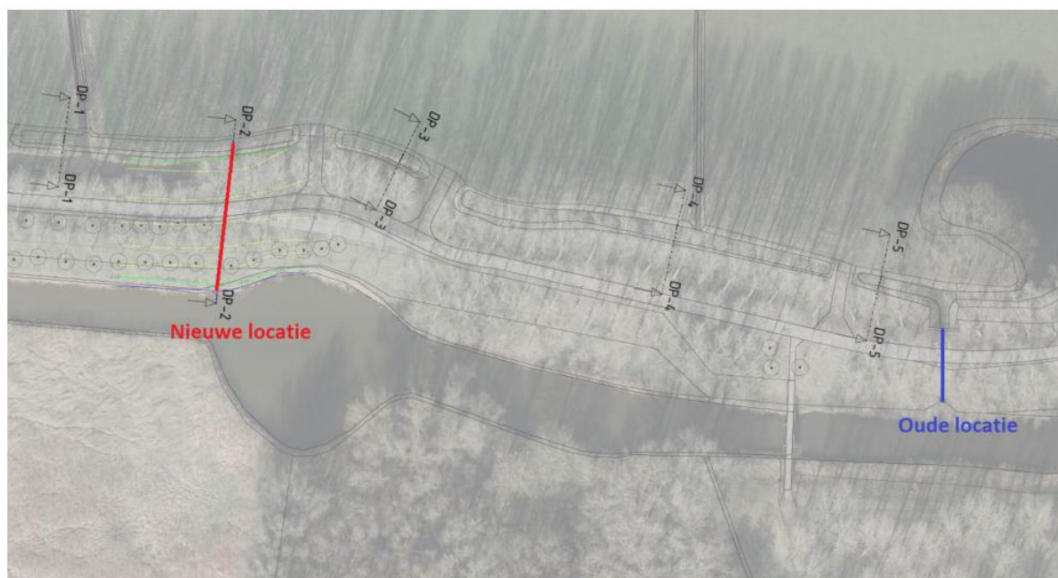


Ontwerp afsluiter Buitenlanden (KDU17034)

Dit object is tijdens de tweede ronde toetsing afgekeurd op betrouwbaarheid sluiten en piping. De toetsing voor betrouwbaarheid sluiten was echter niet juist uitgevoerd, zie “Herbeoordeling BSKW – Uitvoeringsjaar 2024”. In de tweede toetsronde waren niet de juiste keermiddelen meegenomen. Daarnaast was er een conservatieve inschatting gemaakt van het aantal sluitvragen. In de herbeoordeling is gepoogd het oordeel aan te scherpen door de juiste keermiddelen mee te nemen en het aantal sluitvragen onderbouwd te verlagen naar 2 keer per jaar. Desondanks voldeed het kunstwerk niet aan de gestelde eisen voor betrouwbaarheid sluiten. Er is voorgesteld om een tweede handbediende schuif bij te plaatsen in een nieuwe put ter hoogte van de binnenkruinlijn. Het zou eventueel ook mogelijk zijn om de al aanwezige schuif AUMA bedienbaar te maken in plaats van handbediend, echter wordt dit niet als doelmatig gezien de lage sluitvraag.

Het kunstwerk kreeg een onvoldoende voor piping, voornamelijk doordat het onbekend was of er palen en/of kwelschermen onder het kunstwerk aanwezig zijn. Na aanvullend archief onderzoek is er toch een aanlegtekening van dit kunstwerk gevonden. Met deze tekening is een herbeoordeling uitgevoerd voor het kunstwerk, zie “Herbeoordeling PKW afsluiter Buitenlanden”. Hierin kon worden geconcludeerd dat het kunstwerk ook niet voldoet als de gegevens uit de aanlegtekening worden meegenomen. Als maatregel is een extra kwelscherm ontworpen.

De maatregelen zijn samen uitgewerkt in één ontwerp waarbij een nieuwe put met afsluiter wordt geplaatst ter hoogte van de binnenkruinlijn. Hier kan het nieuwe kwelscherm dan op worden aangesloten. Echter is er een ruimte gebrek bij dit kunstwerk waardoor het niet mogelijk is om de maatregelen uit te voeren. Om deze rede is het idee tot stand gekomen om het kunstwerk ongeveer 200 m naar het westen te verplaatsen. Hier heeft recent een dijkversterking plaats gevonden en heeft het grondlichaam de juiste dimensies om de maatregelen uit te voeren. In dit document zal een ontwerp voor de afsluiter Buitenlanden worden gemaakt voor de nieuwe locatie. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen de faalmechanismes hoogte, piping, betrouwbaarheid sluiten, sterkte constructie onderdelen en stabiliteit constructie en grondlichaam. Voor het ontwerp wordt gebruik gemaakt van de Werkwijzer Ontwerpen Waterkerende Kunstwerken (WOWK) en de “Beoordeling Waterkende Kunstwerken – Tweede Ronde Toetsing Regionale Waterkeringen (2019)”. De belangrijkste gegevens van de huidige afsluiter Buitenlanden staan in Tabel 1. Het nieuwe kunstwerk wordt ontworpen met dezelfde gegevens.



Figuur 1: Verplaatsing afsluiter Buitenlanden

Binnen diameter	0,75 m
B.o.b.	NAP-1,67
Fundering	Op staal
T _{VZM,2050}	NAP+1,46 m
scheefstand	0,3 m
Klimaatopslag	0,2 m
Robuustheidsopslag	0,3 m
Ontwerp peil	NAP+2,26 m
Polderpeil	NAP-0,80 m
Verval	3,06 m

Tabel 1: Belangrijkste gegevens van huidige afsluiter Buitenlanden

Uitgangspunten

- De binnen diameter van de huidige duiker blijft behouden, 0,75 m rond.
- Er wordt aangenomen dat de buitendiameter van de duiker 1,0 m is.
- De b.o.b. blijft ongewijzigd (NAP-1,67 m).
- Keuze om twee handbediende schuiven te plaatsen, en geen AUMA.

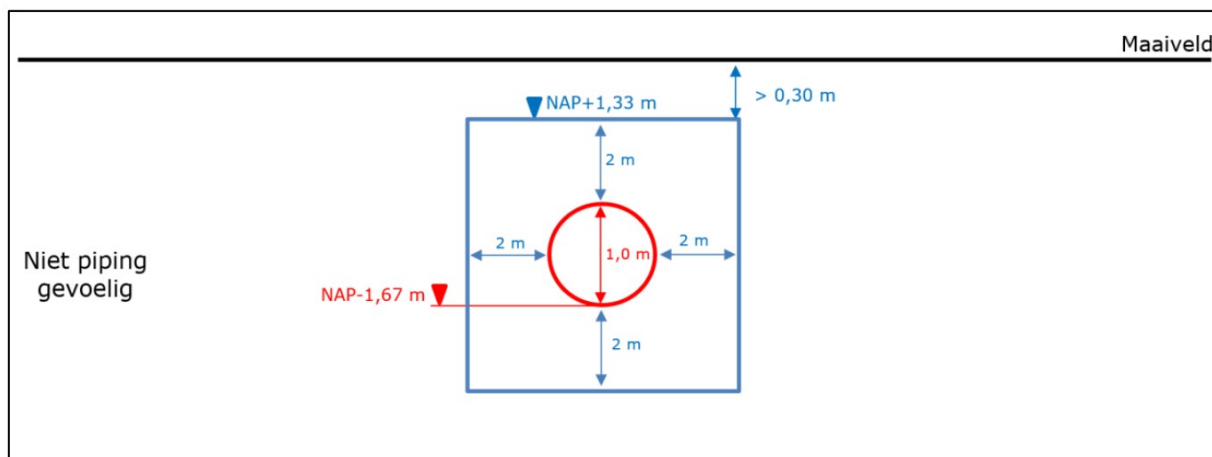
Hoogte kunstwerk (HTKW)

De kerende hoogte ter plaatse van deze duiker wordt verzorgd door het dijklichaam, en dus niet door het kunstwerk. Daarom is dit faalmechanisme niet relevant voor het ontwerp van de inlaat/afsluiter de Blaak.

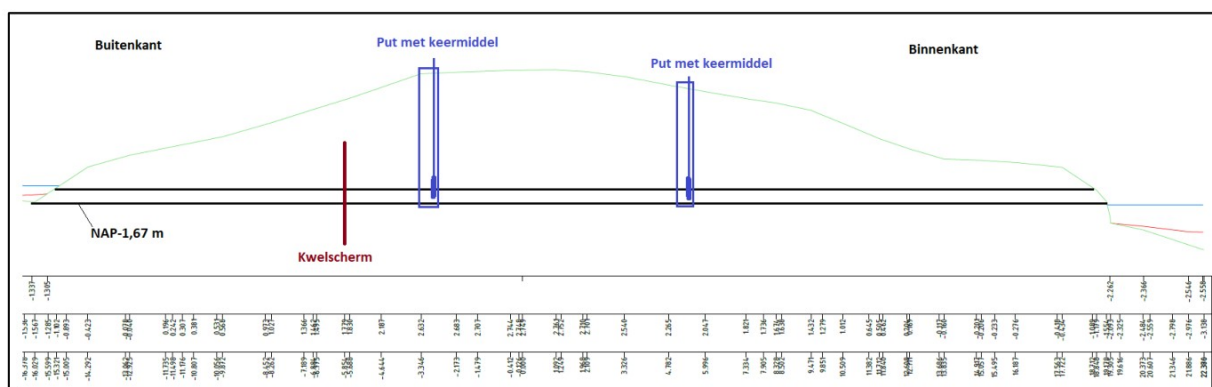
Piping kunstwerk (PKW)

In bijlage 1 is het beschikbare grondonderzoek weergegeven. Er is vastgesteld dat de onderkant van de deklaag ter plaatse van dit object op NAP-4,50 m ligt (zie bijlage 1). De onderkant van de nieuwe duiker komt op NAP-1,67 m. Dit betekent dat de bodemopbouw direct onder het kunstwerk niet gevoelig is voor piping, omdat de onderkant van de duiker meer dan 1 m hoger ligt dan de onderkant van de deklaag (conform [3]). In deze situatie volstaat het om een kort kwelscherm aan te brengen wat grondwaterstromen door spleten rondom de duiker verhindert. Deze spleten kunnen ontstaan gedurende de levensduur door zettingen. Op basis van een specialistisch advies (memo Greenrivers: Locatie Kwelschermen – P23-003-004) moet er in dit geval een kwelscherm van 2,0 m rondom de duiker worden aangebracht. Deze afmeting zal voor een duiker met buitendiameter 1,0 m voldoende aansluiting bieden op de waterkering. De onderkant van dit kwelscherm zal zich dan op NAP-3,67 m bevinden. Het kwelscherm staat dan volledig in de deklaag en met de onderkant in het veen. De afmetingen van het kwelscherm zijn weergegeven in Figuur 2.

De bovenkant van het kwelscherm staat op NAP+1,33m. Een belangrijke eis is dat het kwelscherm minimaal 30 cm dekking moet hebben, ter voorkoming van uitsteken na zettingen. Dit betekent dat het kwelscherm alleen kan komen op locaties waar het maaiveld hoger ligt dan NAP+1,63 meter. Daarnaast wordt geadviseerd om het kwelscherm zover mogelijk richting de buitendijkse zijde te plaatsen. Zo is het grootste deel van de spleet afgedicht. De beoogde locatie is schematisch weergegeven in Figuur 3. Het is ook mogelijk om het kwelscherm rond uit te voeren met een diameter van 5 meter (diameter duiker + 2 m rondom) of aan te sluiten op de put.



Figuur 2: Afmetingen kwelscherm



Figuur 3: Locatie kwelscherm en put

Betrouwbaarheid Sluiten Kunstwerk (BSKW)

Voor dit object is al een herbeoordeling voor betrouwbaarheid sluiten uitgevoerd, zie “Herbeoordeling BSKW – uitvoeringsjaar 2024”. Hieronder zal deze herbeoordeling worden herhaald. Gezien de nieuwe locatie binnen dezelfde buitendijkse polder valt is er geen aanleiding om een nieuwe analyse uit te voeren. De resultaten kunnen worden herbruikt.

Bij de tweede ronde toetsing is dit object getoetst met twee keermiddelen, een terugslagklep en een stuw. De stuw kan echter niet worden meegerekend als een hoogwaterkeermiddel. Daarnaast is er ook geen terugslagklep aanwezig maar een handbediende schuifafsluiter in een put in de kruin. Volgens de peilbeheerder is de staat van de schuif nog wel goed. Dit object wordt gebruikt voor de afwatering van de buitendijks gelegen polder. De buitendijkse polder is omringt door een overige waterkering met daarin nog één kunstwerk (inlaat Buitenlanden – KDU03252). Dit kunstwerk wordt gedurende het gesloten seizoen dichtgezet. Deze overige waterkering heeft op het laagste punt een kruinhoogte van NAP+0,90 meter. Het voorland bevat geen echte kade maar loopt langzaam af tot aan de regionale kering. Hiermee is het onwaarschijnlijk dat het grondlichaam eerder zal bezwijken dan dat het overloopt. Het rekenpeil bij de toetsing was hier NAP+1,69 m (inclusief 24 cm scheefstand). In de ervaring van de peilbeheerder moet het kunstwerk ongeveer één keer per 4 à 5 jaar worden gesloten voor een hoogwater. Er bestaat echter een reële kans dat het kunstwerk in de toekomst vaker moet worden gesloten voor een hoogwater vanwege klimaatverandering.

Op basis van de ervaring van de peilbeheerder, de marge tussen voorlandhoogte en toetspeil en de standzekerheid van het voorland kan het aantal sluitvragen per jaar onderbouwd worden verlaagd. Deze was in de toetsing conservatief aangenomen op 100 keer per jaar en wordt nu bijgesteld naar 2

keer per jaar. De faalkanseis voor betrouwbaarheid sluiten bij regionale waterkeringen is $0,1 \cdot \text{norm}$. Voor deze regionale waterkering (T100) geldt dus een faalkanseis van $1,00^E-03$. In de onderste tabel is voor verschillende keermiddelen en bediening te zien of daarmee wordt voldaan aan de faalkanseis.

	Sluitvraag	Faalkans per sluitvraag ¹	Faalkans	Voldoet?
1 handbediende schuif	2x per jaar	$10^{-2,5}$	$6,32^E-03$	O
2 handbediende schuiven	2x per jaar	$10^{-3,5}$	$6,32^E-04$	V
1 AUMA schuif	2x per jaar	10^{-7}	$2,00^E-07$	V

¹Faalkansen per sluitvraag conform de tweede ronde toetsing

Binnen het project is ervoor gekozen om twee handbediende schuiven te realiseren als hoogwater keermiddelen. Ieder schuif komt in een eigen put te staan om afhankelijkheid van elkaar uit te sluiten. De putten worden gepositioneerd ter hoogte van de buitenkruinlijn en de binnenkruinlijn (zie figuur 3).

Sterkte Constructie Onderdelen (STCO)

De twee handbediende schuiven moeten voldoende sterk zijn om het ontwerp verval bij hoogwater te kunnen keren. Dit ontwerpverval is 3,06 m. Daarom is het advies om keermiddelen te plaatsen met minimaal 0,5 bar werkdruk (= 5 meter water kolom).

De leiding moet zelf sterk genoeg zijn om de bovenliggende grond en water druk te weerstaan. Daarnaast moet rekening worden gehouden met verkeersbelastingen en eventuele belasting door onderhoudsmaterieel van het waterschap. De opdrachtnemer moet op basis van het gekozen leiding type een sterkte berekening aanleveren die dit aantoont.

Stabiliteit van Constructie en Grondlichaam (STCG)

Conform de “Beoordeling Waterkende Kunstwerken – Tweede Ronde Toetsing Regionale Waterkeringen (2019)” is horizontaal afschuiven en kantelen niet aan de orde bij duikers. Dit vanwege de grote lengte (= schuifspanning) en het relatief kleine oppervlak (horizontale kracht werkt op de doorsnede van de duiker). De nieuwe afsluiter Buitenlanden zal dus niet kunnen kantelen of horizontaal afschuiven.

Het andere risico bij dit faalmechanisme zit in het opdrijven van de putten. Conform de “Beoordeling Waterkende Kunstwerken – Tweede Ronde Toetsing Regionale Waterkeringen (2019)” kunnen vierkante putten tot $1,5 \times 1,5 \text{ m}^2$ met een wanddikte van 0,2 m nooit opdrijven. Er wordt dus geadviseerd om de twee putten bij de nieuwe afsluiter Buitelanden te plaatsen conform deze specificaties. Daarnaast moet met een zettingsberekening worden bepaald of de put op staal kan worden gefundeerd.

Specifieke ontwerpisen voor de afsluiter Buitenlanden

- Duiker met een inwendige diameter van 0,75 m.
- Er is in dit ontwerp aangenomen dat de buitendiameter van het object 1,0 meter is. Het is ook mogelijk om een kleinere buitendiameter aan te houden.
- B.o.b. van de duiker komt op NAP-1,67 meter.
- Als hoogwaterkeermiddelen worden er twee handmatig bedienbare schuiven geplaatst. Ieder schuif komt in een eigen put.
- Er worden twee putten gerealiseerd, één ter hoogte van de buitenkruinlijn en één ter hoogte van de binnenkruinlijn.
- Beide schuiven worden aan de binnendijkse zijde van iedere put gezet, zodat deze bij hoogwater tegen de put wordt aangedrukt.
- De schuiven hebben een werkdruk van 0,5 bar of hoger.
- De betonnen putten zijn vierkant en kleiner dan 1,5 m x 1,5 m. De wanddikte van de putten is 0,2 m.
- Er moet een kwelscherm van 2,0 m rondom de duiker worden aangebracht.
- Het kwelscherm moet ter hoogte van het buitentalud komen te staan, waar het maaiveld minimaal NAP+1,63m of hoger ligt.
- Het kwelscherm moet waterdicht worden verbonden met de duiker. Het is ook mogelijk om het kwelscherm aan te sluiten op de put ter hoogte van de buitenkruinlijn.
- Het kwelscherm moet minimaal 30 cm dekking hebben.
- De leiding moet sterk genoeg zijn op bovenliggende belastingen (grond, water, verkeer en onderhoudsmaterieel) te kunnen weerstaan. Dit moet de opdrachtnemer aantonen middels een sterkteberekening.
- Het dijklichaam en de weg dienen na ontgraving gelijkwaardig te worden teruggebracht, conform de tekeningen in bijlage 2.
- Het nieuwe kunstwerk doorbreekt het bevergaas in de binnenteen wat is aangelegd tijdens de dijkversterking (zie tekening bijlage 2). Het bevergaas dient na aanleg van het kunstwerk te worden hersteld en aangesloten op het nieuwe kunstwerk.

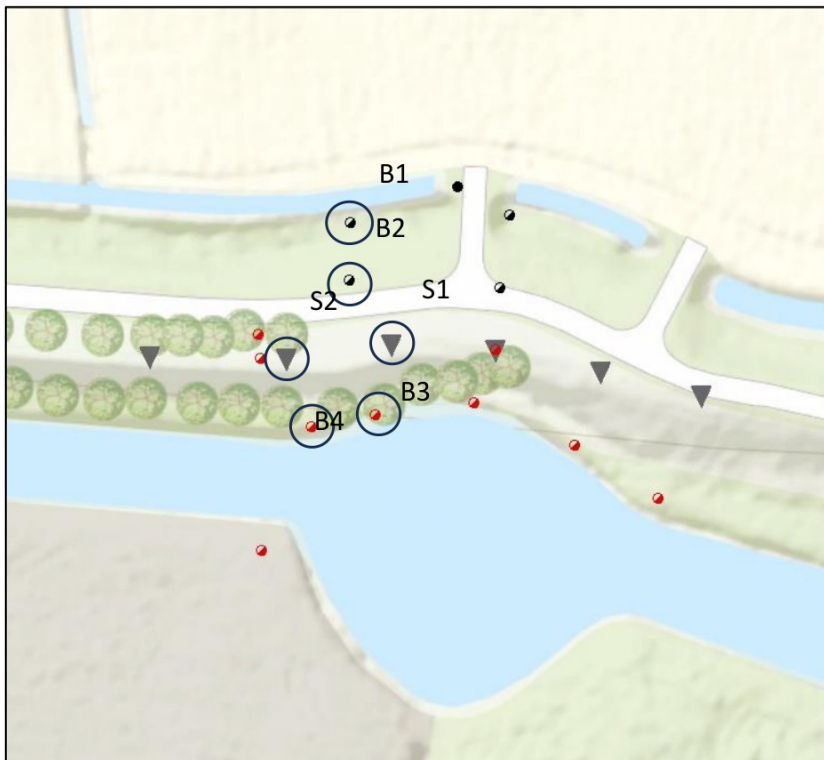
Bronnen

- [1] *Werkwijzer Ontwerp Waterkerende Kunstwerken – Ontwerpverificaties voor de hoogwatersituatie, Rijkswaterstaat (2018)*
- [2] *Schematiseringshandleiding Piping bij Kunstwerk, WBI 2017, Rijkswaterstaat (2021)*
- [3] *Beoordeling Waterkerende Kunstwerken, Tweede Ronde Toetsing Regionale Waterkeringen, Waterschap Brabantse Delta, Antea (2019)*

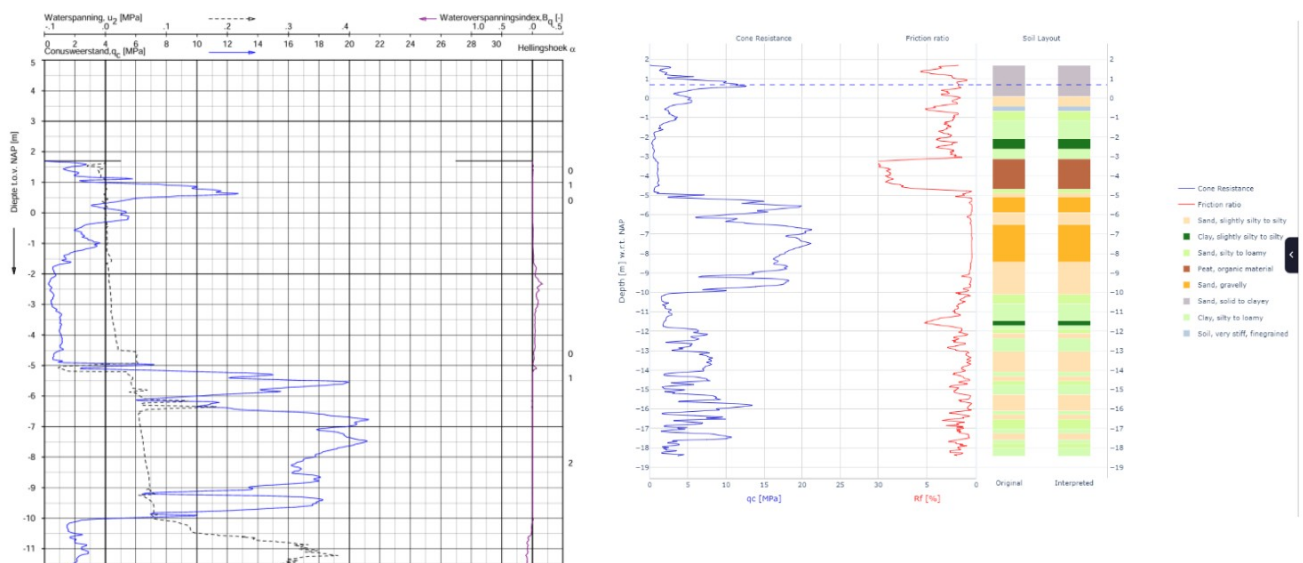
Bijlage 1 – Beschikbaar Grondonderzoek

In het geotechnische archief is veel grondonderzoek beschikbaar op de nieuwe locatie van het kunstwerk. Het grondonderzoek bestaat uit boringen en sonderingen. In dit document worden alleen de omcirkelde onderzoekpunten weergegeven. De sonderingen laten duidelijk zien dat de waterkering zelf een zandkern heeft. Daaronder bevindt zich een deklaag bestaande uit (siltige) klei (NAP-0,50m tot NAP-3,00m) en veen (NAP-3,00m tot NAP-4,50m). Hieronder bevindt zich een zandlaag. De boringen aan de buitenzijde geven het zelfde beeld van de deklaag. Er wordt aangenomen dat de onderkant van de deklaag op NAP-4,50 m ligt.

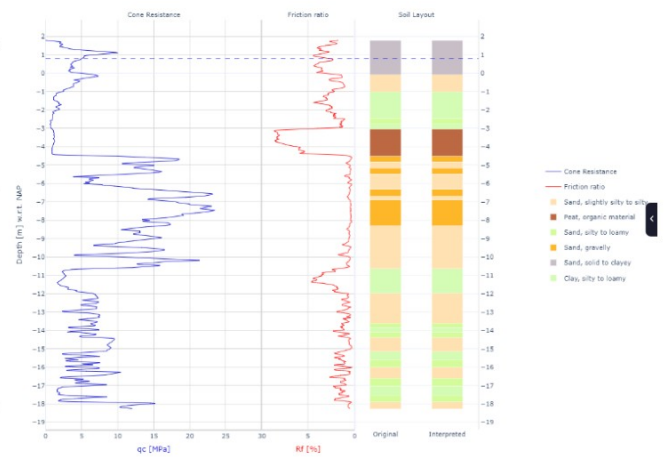
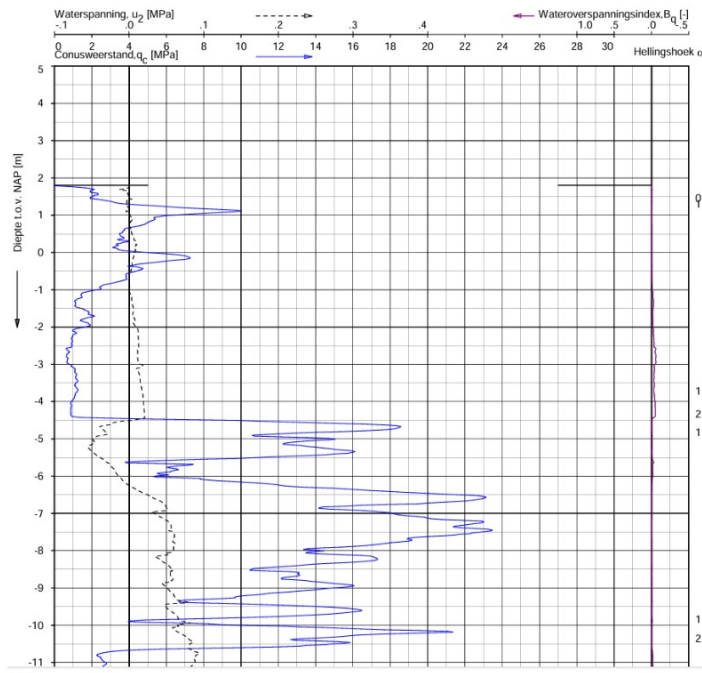
Let op, dit grondonderzoek is genomen voor uitvoering van de dijkversterking. In realiteit ligt het maaiveld hier hoger en zijn hier nog meer grondlagen aanwezig. Raadpleeg hiervoor de tekeningen van de dijkversterking in bijlage 2.



Figuur 4: Beschikbaar grondonderzoek in het geotechnische archief



S1



S2

Boring: HB_B098b_I_b020_IIidentificatie conform NEN-EN-ISO 14688

Uitvoering op: 16-10-2020 Maaiveldhoogte [m]: N.A.P.

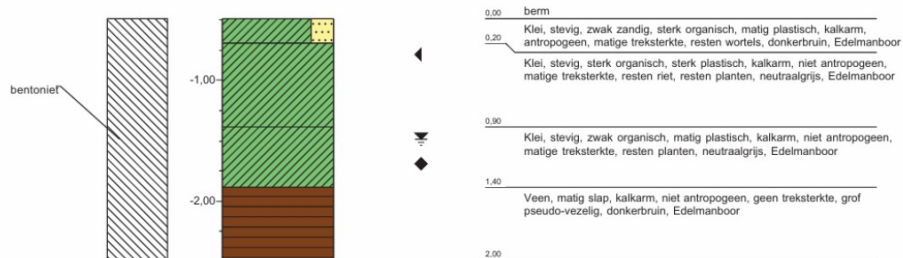
Uitvoering door: Grondwaterstand [cm-mv]: 100

GHG [cm-mv]: 30

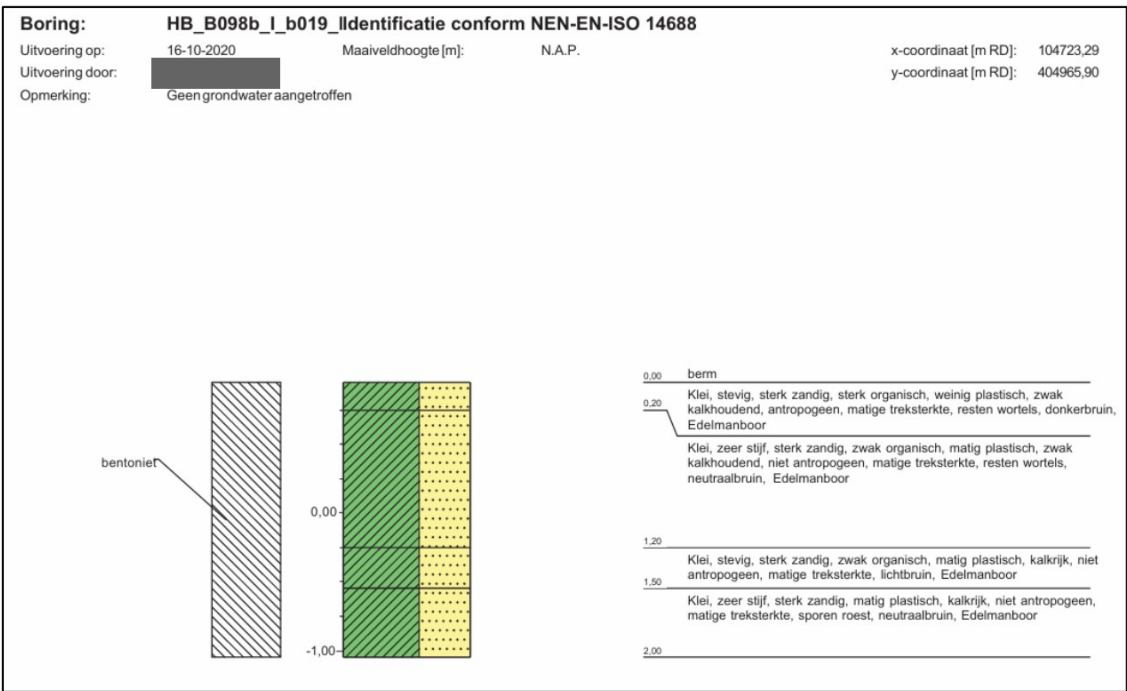
GLG [cm-mv]: 120

x-coördinaat [m RD]: 104723.75

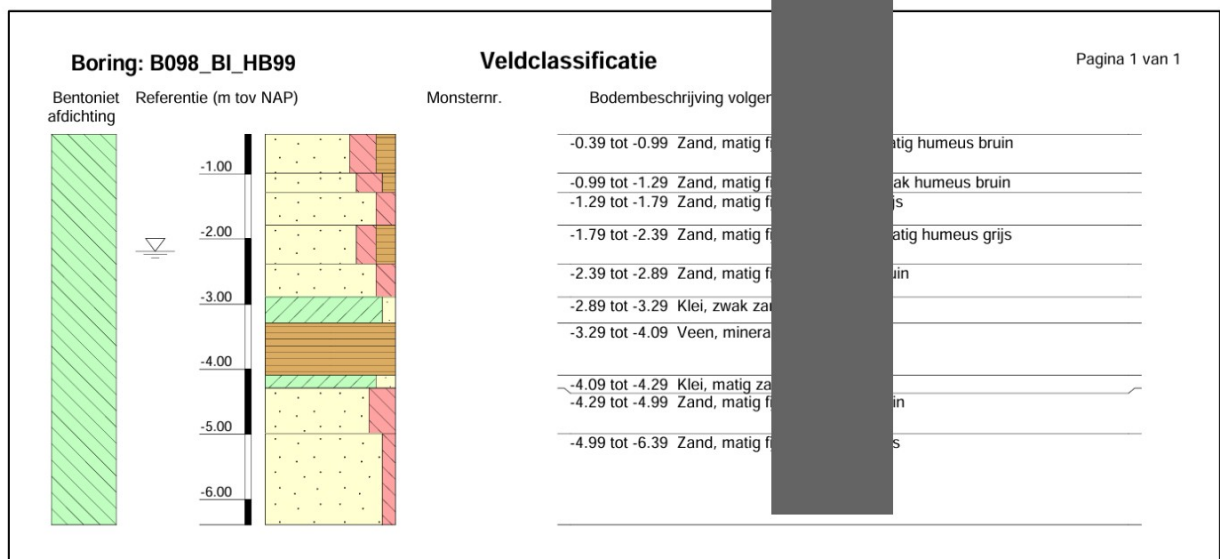
y-coördinaat [m RD]: 404971.52



B1



B2



B3

Boring: B098_BI_HB76**Veldclassificatie**

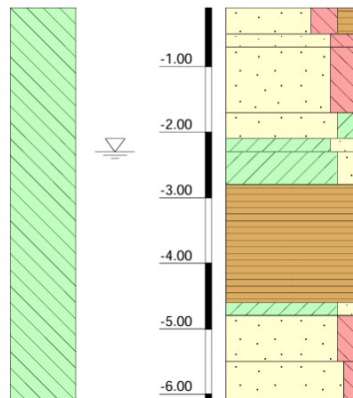
Pagina 1 van 1

Bentoniet
afdichting

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-0.10 tot -0.50 Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus bruin

-0.50 tot -0.70 Zand, matig fijn, sterk siltig bruin

-0.70 tot -1.70 Zand, zeer fijn, sterk siltig bruin

-1.70 tot -2.10 Zand, zeer fijn, matig kleiig bruin

-2.10 tot -2.30 Klei, sterk zandig bruin

-2.30 tot -2.80 Klei, matig zandig grijs

-2.80 tot -4.60 Veen, mineraalarm bruin

-4.60 tot -4.80 Klei, matig zandig grijs

-4.80 tot -5.50 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

-5.50 tot -6.10 Zand, matig grof, zwak siltig grijs

DP-01-31 laat het dwarsprofiel zijn ter plaatse van de locatie van de duiker. DP-01-31A laat het dwarsprofiel zijn ter plaatse van een op/afrit. Op de tekening zijn 3 afwijkingsvoorstellen te zien. Deze zijn nader toegelicht onder de tekeningen.





- AW70: Er is zand ipv klei toegepast in de kern bij Zeedijk Oost. Dit staat vanaf UO goed op de tekeningen.,
- AW117: Grondwerk is buiten de toleranties aangelegd. Echter, dit is een ongeplande wijziging en de ontwerpvisie is leidend. Daarnaast lijkt dit niet te gelden voor dp 31A en 31.
- AW120: Dijk is hoger blijven liggen door minder restzetting. Dit is niet verwerkt op de ontwerpvisie (enkel met een wolkje de locatie aangegeven). In het AW-rapport dat ik meegestuurd heb staat wel de hoogte. De hoogte op de ontwerpvisie is voldoende, alleen even opletten bij werk in het veld dat de hoogte in het echt rond de 30 cm hoger is uitgevallen dan op tekening vermeld staat.

AW-ID	AW-00070	Status	Afgerond
Omschrijving	Zand toepassen in kern Zeedijk-Oost		
Toelichting	In verband met beperkte beschikbaarheid van klei CAT 3 wordt gekeken naar het toepassen van zand in de kern van de dijk.		
Afwijking type		Soort	Product
Is gemeld door		Is geconstateerd door	ON
Is geconstateerd op		Is ingevoerd op	2023-02-28
Is geconstateerd tijdens	WP-74030 UO Etten-Leur - Zeedijk-oost algemeen WPA-74003 UO Etten-Leur - Zeedijk-oost ACT-30005Ontwerp O-1.1.1Etten-Leur - Zeedijk-oost		
Is geconstateerd tijdens Audit			
Verwerken op As-Built	Ja		
Oorzaak	Beschikbaarheid klei Cat 3 is lastig. Vandaar gekeken naar dijkvakken die uitgevoerd kunnen worden met zand.		

AW-ID	AW-00117		Status	Afgerond
Omschrijving	Resultaten keuringen grondwerk DG 1 buiten toleranties.			
Toelichting	Uit de keuringstekening blijkt dat de dikte van de kleilaag (keuring 17) en bovengrond (keuring 18) afwijkt van de tolerantie. Afwijking bovengrond: - ALM-MD 12: DP 1, 2, 4, 5, 9, 15, 19, 20, 21, 22 en 23 - ALM-MD 13: DP 3 Afwijking dikte kleilaag: - ALM-MD 12: DP 5 en 18 - ALM-MD 13: DP 6 en 7			
Afwijking type	Afwijking intern	Soort	Product	
Is gemeld door		Is geconstateerd door	ON	
Is geconstateerd op	2023-07-25	Is ingevoerd op	2023-07-25	
Is geconstateerd tijdens				
Is geconstateerd tijdens Audit				
Verwerken op As-Built	Ja			
Oorzaak	- Werken met gesloten grondbalans (geen grond afvoeren / EMVI belofte) met name voor leeflaag - Weersgesteldheid (in natte omstandigheden is opgegeven tolerantie niet realistisch) - Tolerantie blijkt in de praktijk op aantal punten te strak te zijn (+/- 5cm)*. Toleranties zijn ook ingegeven o.b.v. materiaalgebruik (minimum aan erosieklasse klei t.o.v. kernmateriaal). - Of in geval van bijv. Keuring 19 DP-19/20/21/22 -> aansluiten op oude kering. - Kern is lager afgewerkt dan UO / kern is gezakt in tussentijd (met name voor kleilaag).** * We houden de tolerantie strak (+/- 5cm). Ruimere toleranties zijn op merendeel van de metingen niet nodig en zouden onnodig tot minder nauwkeurig werken leiden. Ruimere toleranties leiden ongewenst tot meer materiaalverbruik. ** Indien de kern lager is afgewerkt dan in UO is aangegeven ofwel de kern is in tussentijd als gevolg van opgetreden zetting gezakt en profiel UO aanleg voor de hoogte van de kleilaag wordt niet bijgesteld dan zal de kleilaag (lokaal) dikker zijn dan aangegeven op UO en zal zelfs (lokaal) buiten de tolerantie komen.			

AW-ID	AW-00120		Status	Afgerond
Omschrijving	Hoger afwerken Doornedijkje en Zeedijk Oost			
Toelichting	Bij doornedijkje bestaat een klein restrisico dat de zetting heel langzaam gaat, waardoor de restzetting in de toekomst groter is. Om dit risico te beheersen wordt de dijk op +0,30 m afgewerkt i.p.v. +0,20 m. Bij zeedijk oost is de dijk aanzienlijk minder gezakt, waardoor deze hoger is blijven liggen. De dijk zal hierdoor op +0,50 m liggen i.p.v. +0,20 m (maatwerklocatie Halle) en +0,35 i.p.v. +0,20 m voor traject ZDO.			
Afwijking type		Soort		
Is gemeld door		Is geconstateerd door	ON	
Is geconstateerd op	2023-08-16	Is ingevoerd op	2023-08-23	
Is geconstateerd tijdens	WP-50003 Uitvoeren WPA-50003 Uitvoeren ACT-30002Uitvoeren			
Is geconstateerd tijdens Audit				
Verwerken op As-Built	Ja			
Oorzaak	Afwijkend zettingsgedrag			